

Fiziği Anlayarak Öğrenmek İsteyenler ve
Fizik Temeli Zayıf Olanlar

ÇÖZÜMLÜ ve KONU ANLATIMLI

ANTRENMANLARLA
FİZİK
YGS

Okula Yardımcı



Antrenmanlarla Matematik
2016

Baskı Tarihi
Temmuz 2016

ANTRENMAN YAYINCILIK
PAZ. ve EĞT. DANIŞMANLIK HİZM. TİC. LTD. ŞTİ.

Sertifika No: 20137

ISBN: 978-605-9409-00-1

Baskı - Cilt
Neşe Basım Yayın

Başlarken...

Kitabın kapağında '**Fiziğe buradan başlanır**' diyerek iddialı bir cümleyle başladık.

Çünkü bu kitabı hazırlarken amacımız fizik sorularında da göreceğiniz '**Aşağıdakilerden hangisi gerekli ve yeterlidir?**' ifadesiydi.

Daha önce defalarca fizik çalışmaya niyetlenip, başladıktan bir süre sonra da '**...anlamıyorum, yapamıyorum.**' diye vazgeçmişsinizdir.

Biz bu kitabın 'Ben fizik yapamam.', '**Fizik çok zor.**' gibi düşünceleri kesinlikle kafanızdan silmenizi sağlayacak bir kitap olması için çabaladık. Sonuç: Emeklerimize değdi. ☺

Bütün fizik öğretmenlerinin defalarca maruz kaldığı '**Hocam hiç bilmediğimizi varsayarak anlatın lütfaaaaan**' diyen yüzde doksan dokuzun bu ricasını da kırmadık, kıramazdık. Yüzde bir içinde isen seninle tanışmak isteriz.☺

Fizik temeli sağlam olmayanlar ve daha önce fizik çalışmayanlar! Hiç korkmayın ve üzülmeyin.

Sonuçta size Kuantum Fiziği anlatmıyoruz. Zaten bu fizik türü ne anlatılır ne yaşanır ☺

Temel matematik bilgisine ve ortalama bir zekaya sahip olan herkes mutlaka fizik adına bir şeyler yapabilir. Siz de fizik öğrenebilecek grup içindesiniz. Yeter ki kararlı olun ,sabır gösterip çalışın.

Bu kitapta gerekli olmayan, sizin kafanızı karıştıracak ve yoracak bilgilere yer vermedik.Çünkü sizi fizik öğretmeni yapmaya çalışmıyoruz fizik sorularını çözmenizi sağlamaya çalışıyoruz. Fakat verilmesi gereken hiçbir şeyi de atlamadık.

Bilgilerin peşinden hemen örnekler çözerek o bilginin neden lazım olduğunu ve nasıl kullanılacağını gösterdik.

Bu kitaptaki örnek çözümlerinin gördüğünüz en uzun çözümler olduğu konusunda ididaliyiz. Bunu özellikle yaptık.

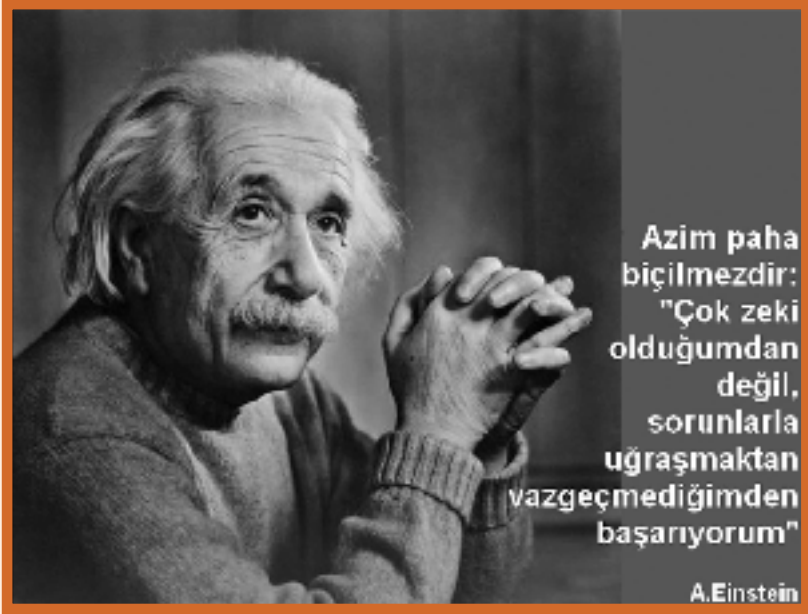
Yanlış anlamayın. Uzun yollardan çözmedik. Hatta daha önce hiç görmediğiniz kısa yollar ve pratikler çözümlerle karşılaşacaksınız şimdiden 'vayy, oooo, yeee' gibi ünlemleri depolayın ☺

Biz Sizin soru tipi **ezberlemenizi değil**, konuyu **anlamanızı** istiyoruz. Çünkü anlayabilen öğrenci sıkılmaz ve çalışmaktan vazgeçmez. Yeter ki anlayacağı şekilde anlatılsın. **Siz de anlayacaksınız.**

Soruları çözerken, sizlere **yanınızda birebir ders anlatıyormuş gibi** düşünerek, aklınıza gelebilecek sorulara ve farklı durumlara da cevap verdik. '**Şöyle olsaydı ne yapardık?**' diyerek soru çözümleri içinde başka durumları da inceledik.

Bazen bir örneğin çözümünde birden çok şey öğrendiğinizi siz de fark edeceksiniz. Kitabın anlatım dilini bu nedenle konuşma diline yaklaştırdık. Sıkıcı olmaması için yaptığımız bu durum bazılarına değişik gelse de biz bu şekilde anlattığımızda öğrencilerimizin fiziği anladığını yıllardır görüyoruz. **Yeter ki siz sıkılmadan çalışın ve vazgeçmeyin.**

Emin olun vazgeçmediğinize değecek"



Azim paha
biçilmezdir:
"Çok zeki
olduğumdan
değil,
sorunlarla
uğraşmaktan
vazgeçmediğimden
başarıyorum"

A.Einstein

İÇİNDEKİLER

1. ÜNİTE

FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ

FİZİK NEDİR?.....	9
BİLİMSEL YÖNTEM	13
ÖLÇME VE FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER	21

2. ÜNİTE

MADDE VE ÖZELLİKLERİ

MADDE VE ÖZKÜTLE	33
KATILAR	47
AKIŞKANLAR VE PLAZMALAR	53

3. ÜNİTE

KUVVET VE HAREKET

BİR BOYUTTA HAREKET	69
KUVVET	99
NEWTON'UN HAREKET YASALARI	111

4. ÜNİTE

ENERJİ

İŞ, ENERJİ VE GÜÇ	135
ENERJİNİN KORUNUMU	153
ENERJİ KAYNAKLARI	163

5. ÜNİTE

ISI VE SICAKLIK

ISI, SICAKLIK VE İÇ ENERJİ	175
HÂL DEĞİŞİMİ	185
ISIL DENGİ	193
ENERJİNİN İLETİM YOLLARI VE ENERJİ İLETİM HIZI	201
GENLEŞME	207

İÇİNDEKİLER

6. ÜNİTE

BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

BASINÇ	221
KALDIRMA KUVVETİ	243

7. ÜNİTE

ELEKTRİK VE MANYETİZMA

ELEKTRİK YÜKLERİ	261
AKIM, POTANSİYEL FARK, DİRENÇ	279
ELEKTRİK DEVRELERİ	289
MIKNATISLAR	305

8. ÜNİTE

DALGALAR

DALGA HAREKETİ	325
SU DALGALARI	343
SES DALGALARI	359
DEPREM DALGALARI	367

9. ÜNİTE

OPTİK

AYDINLANMA	375
GÖLGE	381
YANSIMA VE DÜZLEM AYNA	391
KÜRESEL AYNALAR	403
KIRILMA VE RENK	417
MERCEKLER- GÖZ ve OPTİK ALETLER	433

ÜNİTE

1

FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ

- FİZİK NEDİR?
- BİLİMSEL YÖNTEM
- ÖLÇME VE FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER

1.

FİZİK NEDİR?

Yeni müfredatla birlikte eklenen bu konuda; fiziğin ne olduğunu, uğraş alanlarını, diğer bilim dalları ile ilişkisini anlatıyoruz.

FİZİK

İnsanlar, ilk çağlardan beri çevresindeki maddeler ve bunların etkileşimlerini gözlemlemişlerdir. İşte bunları ve çevremizde meydana gelen olayların neden ve sonuçlarını mantık ve matematik kullanarak ifade etmeye çalışan bilim dalına **Fizik** denir.

Çocukların yeni bir oyuncacı aldıklarında "içinde ne var nasıl birşey acaba" diye kurcalamaları gibi, fizikçiler de evrendeki herşeyi kurcalayarak olayların neden ve nasılını araştırıp, bunun kurallarını bulmaya çalışırlar.

FİZİĞİN ALT DALLARI

Maddi evrendeki herşey fiziğin ilgi alanındadır. Atomu oluşturan parçacıklardan evrene kadar oldukça geniş bir çalışma alanına sahiptir. Fizik bilimi geliştikçe, bilim insanları sınıflandırma yaparak alt uğraş alanları belirlemiştir.

Mekanik

Cisimlerin hareketini ve etkileşimini inceler. Makine, inşaat gibi birçok mühendislik uygulamalarından tutun da gezegenler arası çekim kuvvetlerine kadar geniş bir ilgi alanı vardır.

Optik

Işıklı ilgili; gölge, yansıma kırılma, aydınlanma gibi olayları inceler.

Elektrik

Maddenin yapısındaki proton ve elektronun elektrik yükleri ve bundan kaynaklanan davranışları inceler.

Manyetizma

Manyetik maddeleri, manyetik alanları, manyetik kuvveti ve elektrik akımının oluşturduğu manyetik etkilerini inceler.

Termodinamik

Isı olaylarını ve enerjinin madde içinde nasıl yayıldığını inceler.

Atom Fiziği

Atom ve moleküllerin yapısını ve birbirleriyle olan ilişkilerini inceler.

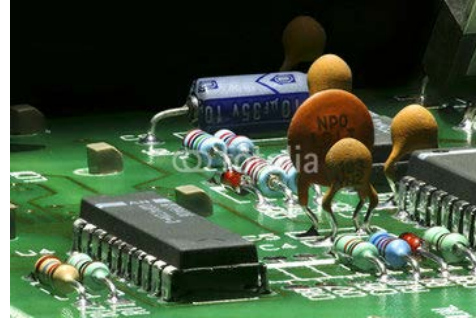
Nükleer Fizik (Çekirdek Fiziği)

Atom çekirdeğinin yapısını inceler.

Katıhal Fiziği

Yoğun haldeki maddelerin, özellikle kristal yapılı olan maddelerin yapısını ve özelliklerini inceler.

Bilgisayarlar ve telefonlardaki hergün daha da küçülen işlemciler, elektronik parçaların gelişimi katıhal fiziği sayesinde.



DİKKAT

Buraya kadar olan kısım ile ilgili şunları söyleyelim.

- Fiziğin alt alanlarını ve bunların ilgili olduğu konuları bilmeliyiz. Soru olarak karşımıza çıkar.

Peki fizik ne ile ilgilenmez?

- Fizik tüm maddi evrenle ilgilenir demiştik. Cevap tanımın içinde aslında; **maddi olmayan hiçbir şeyle ilgilenmez**. Din, felsefe, duygularımız fiziğin ilgi alanında değildir. Metafizik kelimesi içinde fizik geçtiği için tuzak olarak çok kullanılır. Aman ha tuzağa düşmeyin. **Metafiziğin fizikle ilgisi yoktur**.

Örnek 1

Fiziğin ilgi alanına;

I. Dünyanın hareketi

II. Bir uçağın uçuşması

III. Rüya görmek

olaylarından hangileri girer?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

Çözüm 1

Önceki sayfalarda da anlattığımız gibi fizik tüm maddi evrenle ilgilenir. Dünyanın hareketi ve uçağın uçuşması maddi evrenle ilgiliyken, rüya görmek maddi evrenle ilgili bir şey değildir ve fizik bununla ilgilenmez.

Yanıt: D

Örnek 2

Enerjinin madde içindeki iletimini inceleyen fiziğin alt dalı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Mekanik B) Katıhal Fiziği C) Termodinamik
D) Elektrik E) Optik

Çözüm 2

Enerji konusu mekaniğin ilgi alanına girer; kuvvet hareket ve enerji arasındaki ilişki mekanikte incelenir. Fakat enerjinin madde içindeki iletimi ve yayılması Termodinamiğin ilgi alanındır.

Yanıt: C

Örnek 3

Aşağıdakilerden hangisi fiziğin alt alanlarından birisi değildir?

- A) Manyetizma B) Katıhal Fiziği C) Atom Fiziği
D) Astroloji E) Optik

Çözüm 3

Fiziğin alt alanlarının neler olduğunu bilmek gerekiyor demıştık. Şıklardaki Astroloji bildiğiniz fal ve burç olaylarıyla ilgilenir ve fizikle ilgisi yoktur.

Yanıt: D

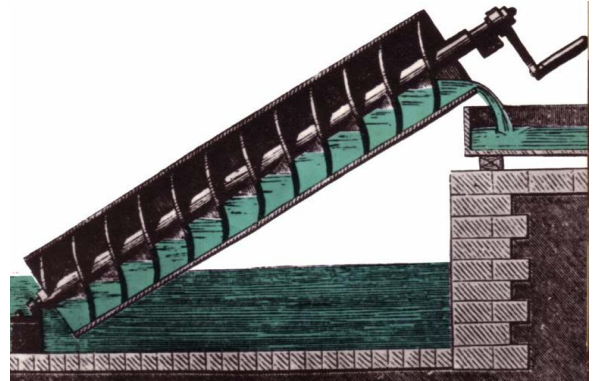
Burada birde hatırlatma yapalım. Astroloji genelde Astronomi ile karıştırılır. Astronomi ayrı bir bilimdir, Fizikle de kimya, biyoloji bilimleri gibi ilişkisi vardır. Ama Astronomi fiziğin alt dalı değildir. Bu da şaşırtmaca olarak sorularda kullanılır aklınızın bi kenarına yazın.

FİZİĞİN TARİHSEL GELİŞİMİ

"Atomlar ve boşluktan başka hiçbir şey mevcut değildir; geri kalan herşey sadece düşüncedir."

Yukarıdaki söz M.Ö 400 yıllarında (tahmin edeceğimiz gibi) Yunanistanda yaşayan **Demokritos'a** ait. Baştaki sözünden de anlaşılacağı gibi atomun varlığından ilk bahseden kişidir.

Günümüzde İsviçreli bilim adamları gibi, M.Ö dönemlerde de Yunanlı bilim adamları meşhurmüş ☺



O dönemde yaşamış olan **Aristo ve Arşimet'** te birçok bilim alanıyla beraber fizikle de uğraşmışlar.

Bundan 2000 yıl öncesinde bulunan, Sıvıların kaldırma kuvveti hâla Arşimet Prensipleri olarak anlatılıyor.

Aristo ise cisimlerin hareketlerini inceleyerek bunları belli kurallara bağlamaya çalışmıştır. Aristo ağır olan cisimlerin hafif olanlardan daha çabuk yere düşeceğini söylemiştir.

Astronomide Milattan hemen önceki dönemlerde yaşayan **Ptolemy** dünya merkezli evreni savunmuştur. Güneş merkezli evren düşüncesi bundan taa 1500 yıl sonra **Kopernik** tarafından ileri sürülmüştür. **Kepler** ise 1600 lerde gezegenlerin hareket yasalarını matematiksel olarak ifade etmiştir.

Yine 1600 lerde yani 17. yy da **Galileo** Aristonun hareketle ilgili düşüncelerini deneylerle çürütmüştür. Galileo gerçek deneyin yanında düşünce deneyi de yapmıştır.

Galileo çok az fark olsa bile (hava sürtünmesinden kaynaklanan) ağır ve hafif cisimlerin aynı yükseklikten aynı zamanda düşeceklerini göstermiş ama nedenini açıklayamamıştır.

Newton ise kuvvet ile hareket arasındaki ilişkiyi açıklayıp, matematiksel olarak ifade ederek Galileo'dan bayrağı devralmıştır.

İnsanlar tam "Newton herşeyi buldu, bilimde acayip ilerledik" diye düşünürken, **Einstein** çıkıp demiş ki: "Bi dakika karrdeşim! Newton iyi, güzel söylüyorda hareketle ilgili bu kurallar çok yüksek hızlarda geçerli değil" diyerek yeni açıklamalar getirmiş.

Buradan şu sonucu çıkarmamız gerekiyor.

Fizik alanındaki gelişmeler tarih boyunca gelişmiş ve değişime uğramıştır. İnsanlar kendilerinden öncekilerin bilimsel çalışmalarını geliştirirken, yeni bulunan sonuçlar bazen birbirini desteklerken bazen de önceki bilgiyi çürütmüştür.

Tarih boyunca bulunan her cevap, daha çok soru doğurmuş ve bilimin bir sonu olmadığını göstermiştir.

NEDEN FİZİK ÖĞRENMELİYİZ

Öğrencilerin klasik sorusudur; "Bu öğrendiklerimiz günlük hayatta ne işimize yarayacak."

Son sözü baştan söyleyelim; daha iyi bir gelecek için gerekli olan iyi eğitim alabileceğiniz üniversiteye girmek için, sınavda lazım olacak:)

Ama emin olun fizik bilmek, sınavda soru çözmekten çok daha fazla işinize yarayacaktır. Fizik bilmek çevremize ve olaylara bakış açımızı değiştirir. Meşhur bir söz var ya; "Farkındalık" işte fizik bilmek onu sağlayacaktır.

Biz farkında olmasak bile fizik hayatımızın tamamen içindedir. Çevremizde gerçekleşen olayları anlamak, bazı şeyleri öngörebilmek fizik sayesinde mümkün olmaktadır. Elimizden düşürmediğimiz telefonlar, bilgisayarlar ve kullandığımız bir çok cihaz ve makine teknolojinin gelişmesini sağlayan fizik sayesinde vardır.



Ben teknolojiyi kullanırım, nasıl olduğu beni ilgilendirmez diye düşünüyor olabilirsiniz☺ Doğru, telefonun içindeki teknolojiyi, sinyalleri taşıyan elektromanyetik dalgaları, haberleşmedeki uyduları bilmeden de facebook a girip paylaşım yapabilir, komik kedi videoları izleyebilirsiniz. Zaten bir çok insan da yapıyor. Ama emin olun bunları bilmek, çevrenizdeki olayları anlamak çok daha eğlenceli ve havalı. Bu bilgiler sizde ciddi bir öz güven ve daha çok bilme dürtüsü oluşturmaktadır.

Bilimsel gelişmeler, gündelik hayatlarına hiç sorgulamadan devam eden insanlar sayesinde değil; merak eden, sorgulayan, anlamaya çalışan insanlar sayesinde olmuştur.

Bu konuyla ilgili bir örnek daha çözüp bu konuyu bitirebiliriz. Ünite sonundaki antrenmanlarda bu konudan da sorular olacak ona göre☺

Örnek 4

Fizik bilimiyle ilgili;

- I. Fiziğin temel amacı evrendeki düzeni, olayların gerçekleşme koşullarını ve kurallarını ortaya çıkarmak ve açıklamaktır.
- II. Tarihsel süreçte elde edilen bilgilerin artması sonucu, bazı kavramlar değişmiş, bazı kavramlar ise tamamen ortadan kalkmıştır.
- III. Fizik alanındaki çalışmalar tarih boyunca hep birbirini desteklemiştir.

İfadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm 4

I. Maddede anlatılan fiziğin temel amacı **doğrudur**. Fizik sayesinde evrende gerçekleşen bir çok olay anlaşılmıştır.

II. Maddede geçen ifade de **doğrudur**. Tarihsel süreçte elde edilen yeni bilgiler önceki bilgileri bazen geliştirirken, bazen de doğru bilinen şeylerin yanlış olduğunu göstermiştir. Döneminde doğru kabul edilen birçok bilgi sonradan elde edilen bilgilerle geçerliliğini yitirebilir.

III. Maddede söylenen ifade ise **yanlıştır**. Zaten dikkatli okursanız II. maddeyle çelişiyor. Eski bilgileri destekleyerek geliştiren birçok yeni bilgi olduğu gibi, bazen yeni elde edilen bilgiler eski biginin yanlış olduğunu da gösterebilir.

Yani her yeni bilgi ve çalışma eskisini desteklemez.

Yanıt: C

1. Aşağıdakilerden hangisi Fizik biliminin günlük yaşamımızdaki yararlarından değildir?

- A) Tıp alanındaki görüntüleme cihazlarının gelişmesi
- B) Elektrik üretimi
- C) İletişim cihazları
- D) Astrolojideki gelişmeler
- E) Optik cihazlar

2. Fizik Bilimiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Tarih boyunca gelişmiştir.
- B) Bilgiler zaman içinde değişikliğe uğramıştır.
- C) Her gelişme bir öncekini desteklemiştir.
- D) Gelişmelerin bir sonu olmayacaktır.
- E) Diğer bilim dallarındaki gelişmelere yardımcı olur.

3. Fizik Bilimi ile ilgili;

- I. Uygulamalı bir bilim dalıdır.
- II. Fizik bilimine ilişkin bilgiler asla değişmez.
- III. Fizik biliminin mutlak bir sonu vardır.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

- 4. I. Manyetik kuzeyin yeri
- II. LCD televizyon yapımı
- III. Sütün bozulması

Yukarıdakilerden hangileri Fizik biliminin ilgi alanına girer?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) I, II ve III

5. Atomun çekirdeğini konu alan fiziğin alt dalı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Atom fiziği
- B) Nükleer fizik
- C) Elektrik
- D) Manyetizma
- E) Katı hal fiziği

6. I. Termodinamik

II. Katı Hal

III. Mitoloji

Yukarıdakilerden hangileri fiziğin alt dallarından birisi değildir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) II ve III

1.D

2.C

3.A

4.C

5.B

6.C

2.

BİLİMSEL YÖNTEM

BİLİMSEL BİLGİ

Bilimsel bilginin özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Neseldir. Yani kişiye göre değişmez, herkes için aynıdır.
- Akla ve mantığa dayalıdır.
- Sistemli ve düzenlidir.
- Aksi kanıtlandığında bilimsel bilgi geçerliliğini yitirebilir. Eleştirilere açıktır.

Bu özellikler içinde en çok karıştırılıp hata yapılan son özelliktir. **Bilimsel bilgi kesin olmayıp geçerliliğini yitirebilir.** Bilimsel deyince sanki aksi mümkün değil gibi düşünülerek yanlış yapılabiliyor. Uyarmadı demeyin.)

Bilimsel bilgiye bilimsel yöntemlerle ulaşılır. Dikkatinizi çekmek isterim; yöntem değil yöntemler. Yani bilimsel bilgiye ulaşmanın tek bir yolu yoktur. **Bilim tek bir yöntem takip etmez.**

Fizikte en çok kullanılan bilimsel yöntemler; gözlem, deney ve rasyonel (akla ve mantığa uygun olan) düşüncedir.

Fiziğin tarihsel gelişimi içinde ilk çağlarda yaşayan Aristo ve onun dönemindekiler daha çok gözlem yapmıştır.

Ortaçağda İbn-i Heysem'le deneysel fizik doğmuştur denebilir. Özellikle optik alanında yaptığı deneyler ve elde ettiği bilgiler başka dillere de çevrilerek erken dönem modern Avrupa fizikçilerini etkilemiştir.

Galileo gerçek ve düşünce deneyleri yapmıştır. Newton deneyler yapmakla birlikte bilimsel bilgi üretirken matematiği de kullanmıştır. Matematiğe dayalı yöntemi çok kullanan fizikçilerden birisi de Einstein'dır.

Örneklerle de anlayacağımız gibi tarih boyunca bilim insanları tek bir bilimsel yöntem kullanmamışlardır. Şimdi bu yöntemler hakkında biraz daha ayrıntıya girelim.

Gözlem

Çevremizde kendiliğinden gelişen olaylarla ilgili olarak duyu organları veya bazı araç ve aletlerle bilgi toplamaya **gözlem** denir.

Çıkarım; bir olay hakkında toplanan verilerden yola çıkıp, akıl yürüterek bir sonuca ulaşmaktır. Gözlemle çıkarım arasındaki fark çıkarıma doğrudan erişilmez; bir akıl yürüt-

me sonucunda çıkarım yapılır.

Bir bilginin doğru veya yanlış olduğunu gösteren verilere **de delil** denir.

Gözlemin duyu organları ve bazı araç gereçlerle yapılabilceğini söylemiştik. İşte buna göre gözlem; nitel ve nicel gözlem olarak ikiye ayrılır.

Nitel Gözlem

Beş duyu organı kullanarak yapılan gözlemlere nitel gözlem denir.

- Ölçü aleti kullanılmaz.
- Hesap yapılmaz.
- Yoruma dayalıdır.

Bu şekilde elde edilen bilgiler tanımlama amaçlı olup kişiye göre değişiklik gösterir. Mesela bana göre soğuk olan hava siz gençlere göre soğuk olmayabilir. Ölçüm aracı kullanılmadığı için kesin sonuç bildirmez ve sayısal değer içermez.

Nicel Gözlem

Ölçü ve hesaba dayalı gözlemdir.

- Yorum yapılmaz.
- Kişiden kişiye farklılık göstermez.

Genelde araç gereçlerle ve ölçüm aletleriyle elde edilen sayısal bilgilerdir. Termometreyle ölçülen 30° C sıcaklık, metreyle ölçülen 2 m'lik bir uzunluk, nicel gözlemlerle elde edilmiş bilgidir.

Önemli bir ayrıntıya değinelim; **nitel ve nicel gözlem birbirinin karşıtı değildir.** Bir olayı gözlemlerken ikisi birlikte de kullanılabilir.



Örnek 1

Aşağıda bulunan ifadelerden hangileri nicel gözlem sonucudur?

- I. Sınıfın sıcaklığı 28°C dir.
- II. Hava bugün çok nemli.
- III. Tavanın yüksekliği 2,70 m
- IV. Rüzgar çok hızlı esiyor.
- V. Bu soru çok kolay.

Çözüm 1

I. ve III. öncül bir ölçüm sonucu ve sayısal değer ifade ettiği için Nicel gözlem sonucudur. Diğerlerinde ise kesinlik yoktur. Kişiye göre değişebileceği için nicel gözlemdir.

Hava bir kişiye göre nemliken bir başkasına göre çok nemli olmayabilir. Rüzgar hızı başka birine göre fazla olmayabilir. Bu soru da bazılarının çok zor gelebilir ☺

Deney

Çevremizde gerçekleşen doğa olaylarını anlamak için gözlem yapmak tek başına yeterli olmaz. Olayları anlamak için neden-sonuç ilişkisi kuracak deneyler yapmak gerekir.

Deneyin sözlükteki tanımı: Bilimsel bir gerçeği göstermek, bir yasayı doğrulamak, bir varsayımı kanıtlamak amacıyla yapılan işlemdir.

Gözlem yaparken olaylara müdelahe edilmez. Deneyde ise araştırmak istediğimiz konuyla ilgili düzenlemeler yapılır ve ortam hazırlanır. Deneyler bazen laboratuvarda bazen de gerçek hayatta gerçekleştirilebilir.

İncelenecek olayın gerçekleştiği ortamda birçok değişken vardır ve bu değişkenler birbirlerini farklı şekillerde etkileyebilmektedir.



Bir deneyi tasarlarken önce incelenen olayı ve etkileyeceğini düşündüğümüz değişkenleri belirlemek gerekir. Bu değişkenleri aşağıdaki gibi sınıflandırıyoruz.

Bağımsız değişken

Deney sırasında değişiklik yaptığımız değişkendir. Yani bizim değiştirdiğimiz değişken. Sonucu etkileyeceğini düşündüğümüz değişken.

Bağımlı değişken

Bağımsız değişkenden etkilenecek değişen değişkendir.

Kontrol değişkeni

Bir deney sırasında değiştirmeden sabit tuttuğumuz ve diğer değişkenler üzerinde etkisi olabilecek değişkenlerdir.

Biraz karışık gelmiş olabilir :) Panik yapmayın örnek verdiğimizde daha iyi kavrayacaksınız.

Örnek 2

Bir öğrenci sıkıştırılmış bir yay önüne konulan cismin, yay serbest bırakıldığında, hızla fırlayarak belli bir uzaklığa kadar gittiğini gözlemlemiştir.

Buna göre, öğrenci cismin masa üzerinde aldığı yolun nelere bağlı olabileceğini araştırırken bağımsız ve bağımlı değişken ne olur?

Çözüm 2

Önce bu yolun nelere bağlı olabileceğini düşünelim. Yani değişkenleri belirleyelim.

Bizim yapacağımız değişikliklerden neyin etkilenmesini bekliyoruz? Tabi ki cismin masada alacağı yolun. O halde cismin masa üzerinde aldığı yol bizim **bağımlı değişkenimiz**.

Bunu neler etkileyebilir?

Yayın cinsi, uzunluğu, önüne konulan cismin kütlesi, masanın yüzeyi ve başka şeyler.

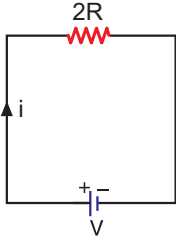
Biz bunlardan hangisini önce deneyeceğimize karar verelim. Mesela cismin kütlesi olsun. Farklı kütlelerle deneyi tekrarlayıp, yolun nasıl değiştiğini incelememiz lazım. İşte burada cismin kütlesi **bağımsız değişken** oluyor. Geriye kalan ve sabit tutup hep aynı kalmasını istediğimiz değişkenlerin hepsi de **kontrol değişkenidir**.

Hem farklı cins yay kullanıp, hem de cismin kütlesini değiştirirsek cismin alacağı yolun hangi değişiklikten etkilendiğini ayırt edemeyiz. Anladınız sanırım☺

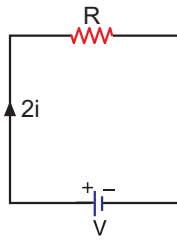
Biraz karışık gibi gelebilir ama aslında gayet basit. Bir örnek daha yapalım isterseniz.

Örnek 3

Akımın dirence bağlı değişiminin belirlenmesi üzerine tasarlanan aşağıdaki deneyde bağımlı ve bağımsız değişkenle kontrol değişkeni nelerdir?



Şekil I



Şekil II

Çözüm 3

Şekil I ve şekil II deki devrelerde değişmeyip aynı kalan değişken pil. Buna göre pil veya gerilim kontrol değişkenidir.

Devreye önce şekil I deki 2R direnci bağlıyken, şekil II de direnç R olarak değiştiriliyor.

Bizim değiştirdiğimiz değişkene bağımsız değişken diyoruz.

Direnç değişince buna bağlı olarak değişen, yani bağımsız değişkenden etkilenecek değişen akım ise bağımlı değişkendir.

Değişkenleri sıralayacak olursak:

Bağımsız değişken: Direnç (R)

Bağımlı değişken: Akım (I)

Kontrol değişkeni: Gerilim (V)



DİKKAT

DÜŞÜNCE DENEYİ NEDİR?

Bir olayın neden ve nasıldanını açıklamak için, yeni verilere gerek duymadan, eski bilgileri kullanarak, akıl yürütüp sonuca ulaşma şeklidir. Sadece düşünce içerir.

Düşünce deneylerini gerçekte yapmak bazen mümkünken bazen mümkün olmaz.

Einstein'ın düşünce deneyinde ışık hızıyla hareket eden bir tren vardır. Bunu gerçekte yapmak imkansızdır. Fakat Galileo'nun düşünce deneyinde, ağır ve hafif iki taş parçasının belli bir yükseklikten bırakılması vardır ki bunu gerçekte yapmak mümkündür.

Fizik ve Rasyonel Yaklaşım

Biz şunu bilicez. Bilimsel bilgiye ulaşmanın bir yolu da akıl yürütmektir. Bilinenler üzerinden akıl yürütüp, matematiksel çıkarımlar yaparak yeni bilgilere ve doğrulara ulaşılabilir.

Rasyonel düşünce matematiği kabul eder; çünkü matematik insanın akıl yürütmesiyle yapılabilir.

Fizik, Matematik ve Modelleme

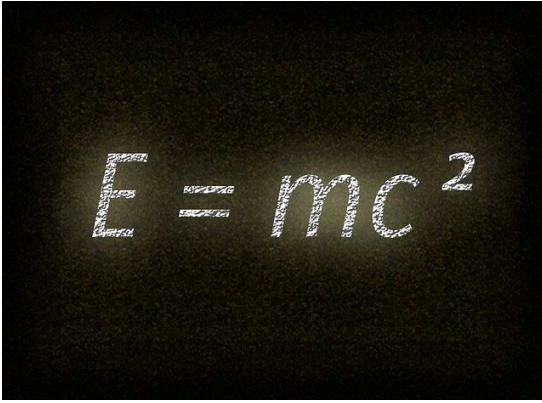
Fiziğin tanımını yaparken, çevremizdeki olayları anlamamızı ve açıklamamızı sağlar demiştik. Bunu yaparken de matematiği kullanır.

Doğada ve çevremizdeki olaylar bir neden-sonuç ilişkisi içinde ve belli kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Fizik bunları ifade etmek için matematikten faydalanır. Böylelikle anlaşılabilirliği kolaylaşır.

Örnek üzerinden anlatalım: Bir cisme kuvvet uygulandığında cismin kuvvet etkisiyle hızlandığını gözleriz. Kuvveti ve cismi değiştirerek farklı durumlarda elde edilen sonuçları bir grafiğe aktarırsak bu grafik üzerinden bir bağıntı (formül) elde edilebilir. Böylece daha başka kuvvet ve kütleler için deney yapmadan bu bağıntı kullanılarak sonuçlar matematik işlemleriyle bulunabilir. Matematik fiziğin dilidir.

Matematikte ifade edilen fizik yasaları kullanılarak olaylar gerçekleşmeden sonuçları öngörülebilir. Bu da ciddi bir avantaj oluşturur.

Genel çekim yasalarını bilmemiz sayesinde uzaya gönderilen bir uydunun hangi yörüngede olması gerektiğini matematik kullanarak, uzaya gitmeden bulabiliyoruz.



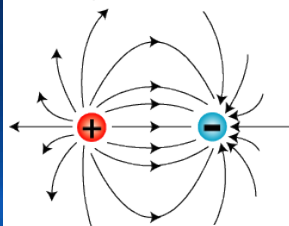
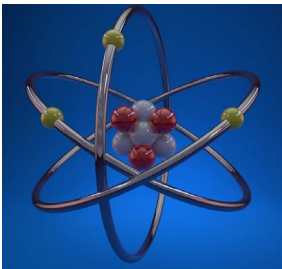
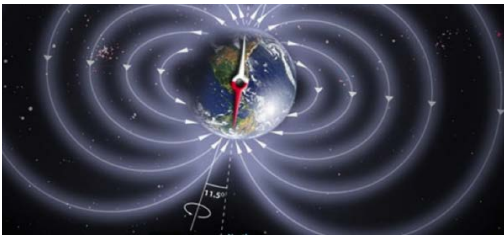
Matematiksel ifadeler (formüller) aslında matematiksel bir modeldir.

Model kullanımının amacı; fiziksel bir olayı ya da süreci somutlaştırarak anlaşılmasını kolaylaştırmaktır.

Modelleme diğer bilimlerde kullanıldığı gibi fizikte de kullanılır. Bunun için gerçeğe yakın benzer görseller veya üç boyutlu maketler hazırlanır.

Atomun yapısını anlatırken çizilen bir resim yada maket olayı somutlaştırarak anlamayı kolaylaştırır.

Elektrik alan veya manyetik alanları çizgiler halinde göstermekte fiziksel bir modeldir.



Bilimsel yöntemi biraz daha derli toplu olarak aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

BİLİMSEL ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Öncelikle bilimsel çalışma yapacak bilim insanının; meraklı, şüpheci, kararlı ve tarafsız olması gerekir.

Bilimsel çalışma belli bir düzen ve sıraya göre yapılır. Tek bir bilimsel çalışma yöntemi yoktur. Ancak sıklıkla kullanılan yöntem basamakları şöyledir:

1. Problemin Tespiti

Bilimsel çalışmanın konusu belirlenir.

2. Gözlem ve Veri Toplama

İkinci adım olan bu bölümde problemle ilgili gerçekler (veri) gözlem yaparak toplanır.

3. Hipotez Kurmak

Mevcut veriler kullanılarak problem ile ilgili geçici çözümler önerilir.

4. Tahmin Yapmak

Hipoteze dayalı olarak mantıklı sonuçlar çıkarılır. Buna tahmin denir.

5. Kontrollü Deney yapmak

Hipotezi sınamak amacıyla deneyler yapılır.

Deneyin kontrollü olması değişkenlerden birinin değiştirilip diğerlerinin sabit tutulması anlamına gelir.

Deneyler hipotezi desteklemezse yeni bir hipotez kurulur.

6. Teori

Bilimsel teoriler; doğal olgulara ve bu olgular arası ilişkilere ait açıklamalar, yapılan çıkarımlardır.

- Teorilerin aksinin ispatı mümkündür.
- Teori ispatlanınca kanun olmaz.
- Teoriler birden fazla kanunu kapsayabilir.

7. Kanun (Yasa)

Yasa teorilerden farklı bir bilimsel bilgi türüdür. Yasalar olguların gözlenebilen veya algılanabilen davranışlarına ve olgular arası ilişkilere ait genellemelerdir.

Herkes tarafından kabul edilen ve hiç bir itirazın söz konusu olmayacağı, doğruluğu ispatlanmış varsayımlara kanun (yasa) denir.



DİKKAT

Teori ve Yasa birbirinden farklı kavramlardır. Birinin diğerinden üstün olduğu söylenemez. Kanunlar tanımlayıcı, teoriler ise açıklayıcıdır.

Örnek 4

Nitel gözlem ve nicel gözlem hakkında söylenen;

- I. Nicel gözlemde ölçüm için alet kullanılır
 - II. Nicel gözlemde sayısal sonuç vardır
 - III. Nitel gözlem bilimsel değildir
- ifadelerinden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

Çözüm 4

Gözlem bilimsel bilgiye ulaşmanın bir yolu demiştik. Nitel gözlem duyu organları aracılığıyla yapılır. Nicel gözlem ise ölçü aracı kullanılarak yapılır ve bunun sonucu olarakta sayısal veri elde edilir. Yani I ve II doğrudur.

Nitel ve nicel gözlemin ikisi de bilimsel bir yöntemdir. Yani III. maddede söylenen nitel gözlemin bilimsel olmaması yanlıştır.

Yanıt: D

Örnek 5

Duru: Telefonum şarjı % 10 kaldı.

Melisa: Bu şarkı 6 dakika sürüyor.

Defne: Sütün sıcaklığı çok fazla, içemiyorum.

Duru, Melisa ve Defne'nin konuşmalarına göre hangileri nicel gözlem yapmıştır?

- A) Yalnız Duru B) Yalnız Melisa
C) Duru ve Defne D) Melisa ve Defne
E) Duru ve Melisa

Çözüm 5

Duru ve Melisa'nın söyledikleri ölçüme dayalı, sayısal bir veri olduğu için kesin bir sonuç bildiriyor. Kişiye göre değişen bir durum değil. Bu nedenle nicel gözlemdir.

Defne'nin söylediği ise kesinlik ifade etmez. Sıcaklık kişiye göre farklı yorumlanabilir. Sütün sıcaklığının kaç derece olduğunu belirtmiyor.

Yanıt: E

Örnek 6

Bir öğretmen öğrencilerine ses konusunu anlatırken iki çiviye bağlı gergin bir tel telden çıkan sesi inceliyorlar

Öğretmen telden çıkan sesin, telin kalınlığına bağlı olarak ne kadar tiz (ince) çıkacağını belirlemek istiyor.

Bu deneyde telin uzunluğu, telin kalınlığı, telin yapıldığı madde, telin gerginliği, çıkan sesin inceliği değişkenleri hakkında öğrencilerin yaptığı:

I. Öğrenci: Çıkan sesin inceliği bağımlı değişkendir.

II. Öğrenci: Telin uzunluğu bağımsız değişkendir.

III. Öğrenci: Telin gerginliği kontrol değişkenidir.

yorumlarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

Çözüm 6

Öğretmenin belirlediği problem durumu: Kullanılan telin kalınlığının, çıkan sesin tiz olmasını nasıl etkilediği.

Soruda belirtilen değişkenlerden sesin ne kadar tiz olduğu, yapacağımız değişikliklerden etkilenecek olan değişkendir. Buna bağımlı değişken diyoruz. Yani yapılan değişiklikle sonucunda karşılaşmayı beklediğimiz sonuç. Bu durumda I. öğrencinin yorumu doğru.

Bağımsız değişken ise bizim değiştireceğimiz, farklı durumlarını deneyeceğimiz değişkendir. Bu durum için telin kalınlığı bağımsız değişken oluyor. Çünkü tel kalınlığının ses üzerindeki etkisini araştırıyoruz. II. öğrencinin yorumu yanlış. Telin kalınlığı deseydi doğru olurdu.

Telin uzunluğu, yapıldığı madde ve telin gerginliği değiştirmeyeceğimiz değişkenler. Yani kontrol değişkenleri. Bu durumda III. öğrencinin yorumu da doğru oluyor.

Yanıt: E

Örnek 7

Kuvvet uygulanan bir cismin belli bir mesafede kazanacağı hızı etkileyen değişkenlerin belirlenmesi üzerine tasarlanan bir deneyde bağımsız değişken – bağımlı değişken çifti aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Uygulanan kuvvet - cismin kazandığı hız
B) Cismin kütlesi - uygulanan kuvvet
C) Cismin kazandığı hız - uygulanan kuvvet
D) Cismin kazandığı hız - zaman
E) Cismin kütlesi - kuvvetin uygulandığı mesafe

Çözüm 7

Tekrar söyleyelim ki aklınızda iyice kalsın.

Yapacağımız değişiklik sonucundan (bağımsız değişken) değişmesini gözleyeceğiz, yani etkilenecek olan değişken bağımlı değişkendi.

Belli bir yol boyunca bir cisme kuvvet uyguladığımızda, kazanacağı hızın nasıl değiştiğini görmek istiyoruz.

Yani yapılanlardan etkilenecek olan, cismin kazanacağı hızdır. Bu da kazanılan hızın bağımlı değişken olduğu anlamına gelir.

Hız üzerinde etkisi olacağını düşündüğümüz ve değiştirerek farklı sonuçlar beklediğimiz değişken ise bağımsız değişkendir. Burada uygulanan kuvvetin cismin kazanacağı hıza etki edeceğini düşündüğümüz için, uygulanan kuvvet bağımsız değişkendir.

Bu durumda:

yanıt A

Örnek 8

Matematiğin fizikteki rolü ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Matematiksel modeller çıkarmayı sağlar.
- B) Neden sonuç ilişkisini daha net görmemizi sağlar.
- C) Fiziksel olayları soyutlaştırmayı sağlar.
- D) Gerçekleşebilecek olayları öngörmemizi sağlar
- E) Mevcut verilerle yeni bilimsel bilgilere ulaşmamızı sağlar.

Çözüm 8

A, B, D ve E şıkında belirtilenler matematiğin fiziğe katkılarındandır. Bunları iyi bilmeliyiz.

C şıkında belirtilen ifade ise yanlıştır.

Doğrusu: Matematik kullanarak fiziksel olaylar somutlaştırılır.

yanıt C

1. I. Güvenilirdir.

II. Objektiftir.

III. Ölçü aracı kullanılmaz.

Nitel gözlem ile ilgili yukarıdaki bilgilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve III

E) II ve III

2. "Kütlesi sabit tutulan bir cismin taban alanı değiştirilirse zemine yaptığı basınç değişir" hipotezinde kullanılan, Bağımlı, Bağımsız ve Kontrollü değişkenler sırasıyla aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Kütle - Taban alanı - Basınç

B) Taban alanı - Kütle - Basınç

C) Taban alanı - Basınç - Kütle

D) Basınç - Taban alanı - Kütle

E) Basınç - Kütle - Taban alanı

3. Bir öğrenci; "Bir cismin sıcaklığı artırılırsa özkütlesi nasıl değişir?" sorusuna cevap aramaktadır.

Öğrencinin yapacağı deneyde;

I. Bağımsız değişken sıcaklıktır.

II. Bağımlı değişken özküttür.

III. Kontrollü değişken kütledir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) I ve II

C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III

4. I. Aracın hızı 128 km/h

II. Salon çok büyük

III. Potanın yüksekliği 212 cm

Yukarıdakilerden hangileri nicel gözlemdir?

A) Yalnız I

B) Yalnız III

C) I ve II

D) I ve III

E) II ve III

5. Aşağıdakilerden hangisi bilimsel yöntem basamaklarından biri değildir?

A) Veri toplama

B) Gözlem yapma

C) Deney yapma

D) Temizlik yapma

E) Hipotez kurma

6. Aşağıdakilerden hangisi Fizik Bilimi ile ilgili değildir?

A) Dinamik

B) Kinematik

C) Nükleer fizik

D) Metafizik

E) Termodinamik

7. Evrende anlaşılması güç bir çok olayı çeşitli gösterimler kullanılarak açıklama yöntemine ne ad verilir?

- A) Teori
- B) Gözlem
- C) Modelleme
- D) Analiz
- E) Deney

8. I. Deniz neden mavi görülür?
II. Deniz neden karaya göre geç soğur?
III. Deniz canlıları nasıl solunum yapar?

Fizik Bilimi yukarıdakilerden hangilerine doğru-
dan cevap veremez?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) II ve III

9. I. Astrofizik
II. Fizikokimya
III. Biyofizik

Yukarıdakilerden hangileri Fizik Bilimi ile bağlan-
tılıdır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

10. Fizyon ve Füzyon olayları fiziğin hangi alt alanı ile ilgilidir?

- A) Katı hal
- B) Manyetizma
- C) Mekanik
- D) Atom fiziği
- E) Nükleer fizik

11. I. Hipoteze dayalı tahmin yapmak
II. Problemin belirlenmesi
III. Verilerin toplanması
IV. Hipotezin kurulması

Yukarıda verilen çoğunlukla kullanılan bilimsel
çalışma basamaklarının sıralaması aşağıdakiler-
den hangisinde doğru verilmiştir?

- A) I - II - III - IV
- B) III - II - I - IV
- C) II - III - IV - I
- D) II - III - I - IV
- E) III - II - IV - I

12. Aşağıdakilerden hangisi nicel gözlemdir?

- A) İki pencere arası mesafeyi tahmin ederek uçağın uzunluğunu hesaplama
- B) Hacmi 1000 m³ olan havuzun dolma süresini tahmin etme
- C) Tenefüse çıkan öğrencinin havanın çok sıcak olduğunu söylemesi
- D) Radara yakalanan aracın hızının ölçülmesi
- E) Aracının hız göstergesine bakan şoförün önündeki aracın hızını yorumlaması

1.C

2.D

3.E

4.D

5.D

6.D

7.C

8.B

9.E

10.E

11.C

12.D

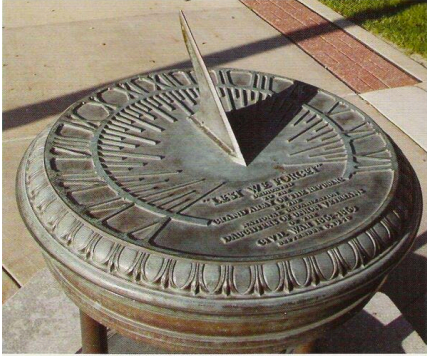
3.

ÖLÇME VE FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER

ÖLÇME VE BİRİM SİSTEMLERİ

Her bilim dalında olduğu gibi fizikte de olayları açıklamak ve tanımlamak için belli kavramlar geliştirilmiştir. Uzunluk, kütle, kuvvet, zaman gibi fizikte kullanılan kavramlar arasında ilişki kurabilmek için, bunların büyüklüklerini bilmemiz gerekir. Bunun yolu da ölçüm yapmaktır.

Ölçümün belli standartları olması gereklidir. Öyle herkes kafasına göre ölçüm yapsa aynı şeyin birçok farklı sonucu olur. Eskiden insanlar uzunluk ölçmek için el, kol ayak gibi ölçüler kullanmışlar. Zamanı ölçmek için de güneş ve ayın tekrar eden hareketlerinden faydalanmışlar. Güneş saatleri yapmışlar.



Ölçüm yaparken, bir büyüklüğün kendi cinsinden bir ölçü ile karşılaştırılması gerekir. Buna da birim denir.

Tarihte toplumlar kendi birimlerini türeterek kullanmışlar, bunun sonucunda da farklı coğrafyalarda farklı birimler ortaya çıkmıştır. İngiliz birim sisteminde yer alan 'inç' hâla elektronik aletlerin ekran boyutları ve boru çapları için ülkemizde de kullanılmaktadır.

Farklı yerlerde kullanılan birçok birim sistemi zamanla bir-biriyle daha çok ilişkiler kuran farklı toplumlar arasında bir kargaşaya sebep olmuş. Bir araya gelen büyük abiler ve amcalar "Bu böyle olmayacak; herkes farklı bir birim kullanırsa anlaşmak çok zor olur" deyip, ortak bir birim sistemine karar vermişlerdir.

Önce metrik sisteme geçilmiş, son olarak **Uluslararası Birim Sistemi (SI)** tüm dünyada kabul edilmiştir. SI birim sistemine geçilmesi, özellikle bilimsel çalışmalarda tüm dünyada ortak bir dil oluşturmak için çok önemli bir adımdır.

Farklı birim sistemleri ve bu birimler arasında dönüşümler yapmak çok ciddi zaman ve iş gücü kayıplarına sebep olmaktadır. Sıfır birim dönüşümlerinde yapılan bir hata nedeniyle 1999 yılında NASA'nın bir uzay aracı parçalanmıştır.

FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER

Fiziksel büyüklükleri; temel ve türetilmiş büyüklükler olarak ikiye ayırıyoruz.

Temel büyüklük: Tek başına ifade edilebilen, içeriğinde tek bir nicelik olan büyüklüklere temel büyüklük denir.

Türetilmiş büyüklük: İçerisinde birden fazla nicelik olan, temel büyüklükler cinsinden ifade edilebilen büyüklüklere ise türetilmiş büyüklük diyoruz.

Fizikte yedi temel büyüklük tanımlanmıştır. Bunlar:

- Kütle
- Uzunluk
- Sıcaklık
- Zaman
- Işık Şiddeti
- Akım Şiddeti
- Mol (Madde miktarı)

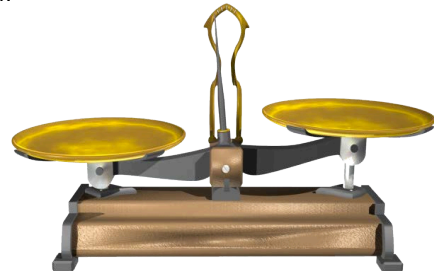
Bunlar dışında kalan tüm fiziksel büyüklükler türetilmiş büyüklüktür. Yani bunları bilerseniz türetilmiş büyüklükleri tek tek ezberlemenize gerek kalmayacaktır.

Şimdi sırayla bu temel büyüklükleri ve nasıl ölçüldüklerini inceleyelim.

Kütle

Kütle eşit kollu terazi ile ölçülür. Fakat günümüzde daha çok dijital teraziler kullanılmaktadır.

Kütlenin birimi SI birim sisteminde **kilogram**, gösterimi ise "kg" dır.



Uzunluk

Uzunluk ölçmek için birçok araç vardır. Ölçülecek şeyin cinsine ve özelliklerine bağlı olarak, cetvel, mezura, kumpas ve benzer araçlar kullanılabilir.

Uzunluk birimi, SI birim sisteminde **metre**, gösterimi "m" dir.



Sıcaklık

Sıcaklık ölçmede termometre kullanılır. Termometrelerin bir çok çeşiti vardır.

SI birim sisteminde sıcaklığın birimi **kelvin**, gösterimi "K" dir.



Zaman

Zaman ölçümünde kronometre ve saat kullanılır.

SI birim sisteminde birimi **saniye**, gösterimi ise "s" dir.



Işık Şiddeti

Bir ışık kaynağının birim zamanda yaydığı ışık enerjisine ışık şiddeti denir. Fotometre ile ölçülür. Eskiden fotometre için bir düzenek kurulup hesap yapılırken günümüzde direkt ölçüm yapan dijital aletler de kullanılmaktadır.

SI birim sisteminde birimi **candela**, gösterimi "cd" dir.

Akım Şiddeti

Akım şiddeti Ampermetre ile ölçülür.

SI birim sistemindeki birimi **amper**, gösterimi "A" dır.



Madde Miktarı

Avagadro sayısı olarak isimlendirilen $6,02 \times 10^{23}$ sayısı kadar tanecik içeren maddeye bir mol denir. Sayı belirttiği için bir ölçüm aracı yoktur.

SI birim sisteminde birimi Mol, gösterimi de "mol" şeklin-dendir.

Bu anlattıklarımızı bir tabloda toplu halde görelim.

Temel Büyüklük	SI Birimi	Birim Gösterimi	Sembolü
Kütle	Kilogram	kg	m
Uzunluk	metre	m	l
Sıcaklık	Kelvin	K	T
Zaman	Saniye	s	t
Işık Şiddeti	Kandela	cd	l
Akım Şiddeti	Amper	A	i
Madde Miktarı	Mol	mol	n

Bazı türetilmiş büyüklükler:

- Kuvvet
- Hız
- Manyetik Alan
- İvme
- Enerji
- Direnç
- Elektik Alan
- Hacim

SI birim sisteminin en pratik özelliklerinden biri ondalık bir sistem oluşudur. Birimlerin ondalık katlarını, astkatlarını temsil eden standart ön ekler ve ön eklerin sembolleri de tanımlanmıştır. Birimin büyüklüğü 10 sayısının pozitif veya negatif tam sayı kuvvetlerini temsil eden çeşitli örnekler kullanılarak değiştirilebilmekte yani, yeni birimler üretilebilmektedir.

Mesela çok sık kullandığımız kilometre, metreden bu şekilde üretilmiş yeni bir birimdir. $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$

SI ölçü birimlerinde kullanılan bazı örnekler

Ön ek Adı	Çarpanı	Sembolü
giga	10^9	G
mega	10^6	M
kilo	10^3	k
hecta	10^2	h
deca	10^1	da
-	1	-
deci	10^{-1}	d
centi	10^{-2}	c
mili	10^{-3}	m
micro	10^{-6}	μ
nano	10^{-9}	n

- İstanbul - Ankara arası mesafe kaç milimetredir?
- Bir bakterinin boyu kaç metredir?
- Bir karganın ömrü kaç saniyedir?

Yukarıdaki sorular bir hayli ilginç olduğu gibi, cevaplarını bulmakta uğraştırıcı olacaktır.

Bunun yerine birimler arası dönüşüm yapmak uygun olacaktır. İstanbul - Ankara arasını milimetre değil de kilometre, bakterinin boyunu ise metre değil de micrometre olarak ifade etmek daha mantıklıdır.

Uzunluk birimlerinden bazıları,

milimetre (mm), santimetre (cm), desimetre (dm), dekametre (dam), hektametre (hm), kilometre (km)

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ m} = 0,1 \text{ dam} = 0,01 \text{ hm} = 0,001 \text{ km}$$

Kütle birimlerinden bazıları,

miligram (mg), santigram (cg), kilogram (kg)

$$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$$

$$1 \text{ kg} = 10^6 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$$

$$1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$$

Günlük hayatta çok kullandığımız bir kütle birimi de "ton" dur.

$$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$$

Zaman birimleri: Yıl, ay, gün, hafta, saat, dakika, saniye, salise

$$1 \text{ yıl} = 12 \text{ ay}$$

$$1 \text{ ay} = 30 \text{ gün}$$

$$1 \text{ gün} = 24 \text{ saat}$$

$$1 \text{ saat} = 60 \text{ dakika}$$

$$1 \text{ dakika} = 60 \text{ saniye} \quad 1 \text{ saniye} = 60 \text{ salise}$$

Not: Günümüzde kolaylık amacı ile 1 saniye 100 salise kabul edilmektedir.



DİKKAT

ÖSYM deki abiler bazı sorularda birim dönüşümleri yapmanızı istiyorlar. Verilenler gram cinsinden olup, sonucun kilogram olarak sorulduğu sorular var. Ya da tam tersi. Basit gibi görünmesine rağmen birim dönüşümleri önemli. Çok fazla işlem hatası yapılabiliyor. Virgülden sonraki sıfırlara aman dikkat edin.

Örnek 1

Bazı fiziksel büyüklükler ve birimleri hakkında söyle-nen;

I. Kilometre uzunluk birimidir.

II. Işık yılı zaman birimidir.

III. Salise zaman birimidir.

IV. Kelvin ısı birimidir.

İfadelerinden hangisi yanlıştır?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) II ve III

E) II ve IV

Çözüm 1

I. öncül ve III. öncül doğrudur.

II. öncülde geçen ışık yılı ise, zaman birimi gibi görünmesine rağmen **ışık yılı uzunluk birimidir** ve ışığın bir yıllık sürede aldığı mesafeye eşittir. Evrendeki çok büyük mesafeler ışık yılı ile ifade edilir.

IV. öncüldeki kelvin ise ısının değil sıcaklığın birimidir.

Sonuç olarak I ve III doğru, II ve IV yanlıştır.

Yanıt: E

Örnek 2

Aşağıdakilerden hangisi fizikteki temel büyüklüklerden biri değildir?

- A) Kütle B) Zaman C) Işık Şiddeti
D) Kuvvet E) Akım Şiddeti

Çözüm 2

Fizikte yedi temel büyüklük vardı. Bunlar; kütle, uzunluk, sıcaklık, zaman, ışık şiddeti, akım şiddeti ve madde miktarı. Şıklarda verilenlerden kuvvet bunlardan birisi değildir, türetilmiş bir büyüklüktür.

Yanıt: D

Sizin de gördüğünüz gibi soru bilgi ölçüyor. Yorumla çözülecek bir soru değil. Türetilmiş büyüklükleri tek tek ezberlemenin bir anlamı yok. Temel büyüklükleri bilmeniz yeterli. Bunlar dışındaki tüm büyüklükler türetilmiş büyüklüktür.

VEKTÖREL VE SKALER BÜYÜKLÜKLER

Fiziksel büyüklükleri temel ve türetilmiş büyüklükler diye ikiye ayırmıştık. Şimdi de farklı bir şekilde yine ikiye ayıracğız. Başka yok söz bu son ayırışımız:)

Fiziksel bir büyüklüğü tam olarak ifade etmek için bazen sayısal değer ve birim yeterli olurken, bazen de yeterli olmaz.

Bir sayı ve birimle ifade edilebilen büyüklüklere **skaler büyüklük** denir. Mesela kütle skaler bir büyüklüktür. Bir cismin kütlesini anlatmak için 5 kg dediğimizde tam olarak ifade etmiş oluruz.

Sayı ve birimin yanında doğrultusu ve yönü de olan büyüklüklere **vektörel büyüklük** denir. Sadece sayı ve birim tam olarak ifade etmeye yetmez. 10 newton kuvvet dediğimizde bu kuvvetin yönü ve doğrultusu verilmezse tanımlama eksik kalır.

Daha anlaşılır olması için örnek verelim. Duru ve Defne 500 g karpuz yedi dediğimizde başka bir bilgiye ihtiyaç yoktur. Ama Duru ve Defne'nin hızı 3 m/s dediğimiz zaman yön belirtmezsek hangi yönde hareket ettiklerini anlayamayız. Aynı yönde de olabilirler farklı yönlerde.

Vektörel ve skaler ayrımın en önemli sebebi, bu fiziksel büyüklüklerle işlem yaptığımızda ortaya çıkar.

Örneğin iki kütlein toplamını;

2 kg + 3 kg = 5 kg şeklinde bulabiliriz. Bu sonuç hiçbir zaman değişmez. Fakat 2 newton ve 3 newton büyüklüğünde iki kuvvetin toplamı her zaman 5 newton olmaz.

Büyüklüğün yönü burada çok önemlidir. İki kuvvet aynı yönde ise toplam 5 newton iken, zıt yönlerde olursa 1 newton olur.

Skaler büyüklüklerle ilgili işlem yaparken bakkal hesabı dediğimiz cebirsel işlemler yapılır. Yani bildiğimiz toplama çıkarma.

Vektörel büyüklüklerle işlem yaparken ise geometriden faydalanırız. Bunu geometri dersinde göreceksiniz.

Bize lazım olacak kısmını ise ilerideki konuların içinde kısaca görecez. Gayet kolay. Hiii moralinizi bozmayın. YGS de karışık vektörel işlemlerle işimiz olmayacak.

Skaler Büyüklükler	Vektörel Büyüklükler
Kütle	Kuvvet
Özkütle	Ağırlık
Hacim	Yerdeğiştirme
Zaman	Hız
Uzunluk	İvme
Sürat	
Sıcaklık	

Örnek 3

Aşağıdaki fiziksel büyüklüklerden hangisi skaler büyüklüktür?

- A) Ağırlık B) Hız C) Kütle
D) Kuvvet E) Konum

Çözüm 3

Hemen yukarıdaki tabloya bakıyoruz:) Ağırlık, Hız, Kuvvet vektörel büyüklük, Kütle ise skaler büyüklükler arasında. Cevap C şıkkı: Kütle diyeceksiniz. Amaaa E şıkkındaki Konum tabloda yok! Ne yapıcak şimdi?

Tüm fiziksel büyüklükleri tabloda vermedik ve veremeyiz. Kütlein skaler olduğundan emin olduktan sonra kafanız karışmadan C yi işaretleyin. Konumun da vektörel olduğunu bu soruyla öğrenmiş oldunuz ☺

Yanıt: C

Hangi fiziksel büyüklüğün vektörel, hangisinin skaler olduğunu burada ezberleyebilirsiniz. Aklınızda kalırsa süper😊

Ama asıl öğreneceğimiz yer bu büyüklüklerin geçtiği konular olacak. Yani kuvvet-hareket, elektrik, optik konuları içinde birimler zaten geçecek. Karıştırıyorsanız moralinizi çok bozmayın:)

ÖLÇMEDE HATA

Bir büyüklüğü tam olarak ölçmek zordur. Bunun nedeni de ölçüm sırasında yapılacak hatalardır. Yapılan ölçümle gerçek değer arasındaki fark ölçme hatasıdır.

Bir ölçümde gerçek değere en yakın sonucu bulmak için birden çok ölçüm yaparak elde edilen sonuçların ortalamasını almak gerekir.

Ölçme hatalarının sebebi; ölçümü yapan kişi, ölçüm aracı, ölçüm yöntemi ya da ölçmenin yapıldığı ortam olabilir.

Bir örnek üzerinden anlatmak daha anlaşılır olacaktır.

Masa üzerinde zıplayan bir pinpon topunun havada kalma süresini ölçmek için üç öğrenci seçilmiş olsun. Öğrenciler top yere değdiği anda kronometreyi başlatıp, tekrar yere değdiğinde durduracaklardır. Öğrencilerin üçüne de aynı kronometreyi kullanıp ölçüm yaptıklarında sonuçlar farklı çıkabilir. Bunun sebebi öğrencilerin tepki süresidir. Kronometreyi başlatıp durdurma anları kişiden kişiye farklılık gösterir.



Ölçümün yapıldığı ölçü aleti de çok önemlidir. Dijital bir kronometre ve analog kronometre kullanılması durumunda da farklılıklar oluşabilir.

Hatta iki dijital kronometreden birisinin ölçüm hassasiyeti (duyarlılığı) daha fazlaysa (biri saniyenin onda biri, diğeri yüzde biri dilimleriyle ölçüm yapıyorsa) bunlar da sonucu etkiler. Her ölçü aletinin belli bir duyarlılığı vardır. Bakkal terazisi ve kuyumcuların kullandığı terazi aynı değildir.

Milimetre bölmeli bir cetvelle bir iğnenin kalınlığını ölçemezsiniz. Bunun için mikrometre denilen hassas ölçüm aracı kullanılmalıdır.

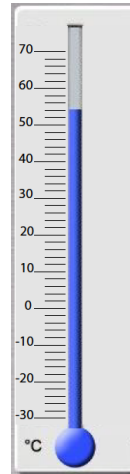


Ölçü aletleri ölçülecek niceliğe uygun olmalıdır. Mesela bir masanın boyunu ölçtüğümüz cetvelle bir patatesin çevresini çok sağlıklı ölçmeyiz. Düzgün olmayan yüzeyler için mezura daha hatasız ölçüm yapmamızı sağlar.

Ortam da ölçüm hatalarına sebep olabilir. Sıcaklık, basınç, nem değerleri değişince ölçüm sonuçları da değişebilir.

Analog ölçü aletlerinde de ölçümü okurken hatalar yapılabilir. Bakış açısı okunan değeri etkiler. Mesela sıvılı bir termometrede sıcaklık değerini hatasız görmek için sıvının üst kısmı göz hizasında olmalıdır.

Örnek 4



Şekildeki cıva termometresi bir ortamın sıcaklığını göstermektedir.

Buna göre bu ortamın sıcaklığı nedir?

- A) 52 °C
- B) 53 °C
- C) 54 °C
- D) 52 K
- E) 50 °C

Çözüm 4

Sorunun cevabı için resimdeki cıva seviyesine bakıp gördüğümüz sonucu şıklarda bulucuz.

Termometrede sadece 10 ve katları sayılar gösterilmiş. Aralar eşit bölmelerle ayrılmış. Bu bölmelerden sayarak kaç derece olduğunu bulucuz. Ama dikkat etmemiz gereken her iki çizgi arasının kaç dereceye karşılık geldiği.

Sorudaki termometrede sayılar arasında 5 çizgi var yani her çizgi arası 2 derece. Bu durumda cıva seviyesi 50 den 2 çizgi yukarda olduğuna göre 52, 54 diye artıyor. Ortamın sıcaklığı 54 °C olmalıdır.

1. Aşağıdakilerden hangisi fiziksel bir büyüklüğün birimi değildir?

- A) Saat B) Miligram C) Kelvin
D) Volt E) Molalite

2. I. Kütle II. Hacim III. Zaman

Yukarıdaki niceliklere ait birimler aşağıdakilerden hangisinde yanlış verilmiştir?

	Kütle	Hacim	Zaman
A)	kilogram	litre	saat
B)	gram	cm ³	saniye
C)	miligram	m ³	saniye
D)	newton	dm ³	dakika
E)	gram	cm ³	salise

3. Aşağıdakilerden hangisi temel büyüklüklerden birisi değildir?

- A) Kuvvet
B) Uzunluk
C) Sıcaklık
D) Kütle
E) Işık şiddeti

4. I. Kütle
II. Kuvvet
III. Hız
IV. Enerji

Yukarıda verilen fiziksel büyüklüklerden hangileri türetilmiş büyüklüktür?

- A) Yalnız I B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) II, III ve IV

5. Bazı fiziksel büyüklükler ve birimleri hakkında söylenen;

I. Milimetre, uzunluk birimidir.

II. Işık hızı, zaman birimidir.

III. Dakika, zaman birimidir.

IV. Amper, akım şiddeti birimidir.

İfadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve III C) II ve III
D) I ve IV E) I, III ve IV

6. Aşağıda verilen fiziksel büyüklüklerden hangileri hem türetilmiş, hem de skaler bir büyüklüktür?

- A) Kuvvet
B) Direnç
C) Sıcaklık
D) Kütle
E) Uzunluk

1.E

2.D

3.A

4.E

5.E

6.B

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Bilimsel bir problem için kurulan geçici çözüm yoluna Hipotez denir.
- B) Doğruluğu kanıtlanmış varsayımlara Teori denir.
- C) Deney sonuçları hipotezi destekliorsa teori oluşturulur.
- D) Deney sonuçları hipotezi desteklemiyorsa yeni bir hipotez kurulur.
- E) Bilimsel bir problemin çözümünde teorik çalışmalar da kullanılabilir.

2. Fiziğin alt dalları ile ilgili olarak verilen aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?

- A) Optik → Gözlük
- B) Elektrik → Ampermetre
- C) Katıhal Fiziği → Elmas
- D) Atom Fiziği → Çekirdek Reaksiyonları
- E) Manyetizma → Elektromıknatıs

3. Aşağıdakilerden hangisi fiziğin alt alanlarının incelediği konulardan değildir?

- A) Işığın kırılması
- B) Akımın manyetik etkisi
- C) Etki-tepki prensibi
- D) Uydu hareketleri
- E) Çözücüler ve çözeltiler

4. I. Kuvvet

II. Kütle

III. İvme

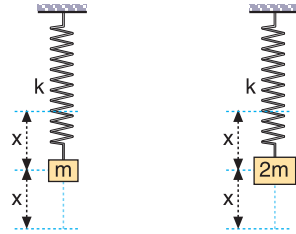
Niceliklerinden hangileri temel büyüklüktür?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
- D) I ve II E) II ve III

5.

Bağımsız değişken	Deney yapan kişinin kendi belirlediği değişkendir.
Bağımlı değişken	Bağımsız değişkene bağlı olan değişkendir.
Kontrollü değişken	Sabit tutulan değişkendir.

Bir öğrenci yay sarkacının periyodunun nelere bağlı olduğunu araştırmak için aşağıdaki iki deney düzeni hazırlıyor.



Sarkaçların salınım periyotları T_1 ve T_2 olarak ölçülüyor. Yay sabitleri k , genlikleri x ve kütleler m , $2m$ dir.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Kontrollü değişken
A)	m	k	x
B)	m	x	k
C)	T	k	m
D)	T	m	k
E)	T	x	m

6. I. Bizim okul çok uzak.
II. Babamın arabası çok hızlı.
III. Havuzun derinliği 2 metre.

Yukarıdaki gözlemlerden hangileri nitel gözleme örnektir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

7. Aşağıdaki büyüklük ve ilgili ölçme aleti eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

- A) Sıcaklık - Termometre
B) Gerilim - Voltmetre
C) Işık basıncı - Radyometre
D) Işık şiddeti - Fotometre
E) Ağırlık - Terazi

8. Aşağıdakilerden hangisi türetilmiş bir büyüklüktür?

- A) Akım şiddeti
B) Uzunluk
C) Işık şiddeti
D) Işık akısı
E) Kütle

9. I. Gerilim
II. Sıcaklık
III. Hız

Yukarıdaki niceliklerden hangileri temel büyüklüktür?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

10. Aşağıdaki büyüklüklerin birimleri hangisinde doğru verilmiştir?

	Kuvvet	Işık şiddeti	Akım
A)	N	cd	A
B)	N	Lüks	A
C)	kg	cd	V
D)	Joule	Lümen	A
E)	N	cd	ohm

11. Aşağıdaki birim dönüşümlerinden hangisi yanlıştır?

- A) $1 \text{ dm} = 10^5 \mu\text{m}$
B) $72 \text{ km/saat} = 20 \text{ m/s}$
C) $1 \text{ mm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2$
D) $3 \text{ mg} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$
E) $1 \text{ km}^2 = 10^6 \text{ m}^2$

12. Fizik bir çok bilime ve uygulama alanlarına yardımcı olur.

Buna göre;

- I. MR cihazları,
II. iletişim araçları,
III. otomotiv sektörü

hangilerinde fiziğin etkileri vardır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

1.B

2.D

3.E

4.B

5.D

6.D

7.E

8.D

9.B

10.A

11.C

12.E

1. Bir araştırmacı yapacağı deneysel çalışmanın değişkenleri ile ilgili aşağıdaki tabloyu hazırlıyor.

Değişkenin Türü	Değişkenin Adı
Bağımlı değişken	Cisimlerin yere yaptığı basınç
Bağımsız değişken	Cisimlerin taban alanı
Sabit tutulan değişkenler	Cisimlerin kütleleri, hacimleri ve yerçekimi ivmesi

Bu tabloya göre, araştırmacının hipotez cümlesi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Cisimlerin taban alanları artarsa kütleleri de artar.
 B) Cisimlerin taban alanları artarsa hacimleri de artar.
 C) Cisimlerin taban alanları artarsa zemine yaptığı basınç değişmez.
 D) Cisimlerin kütleleri artarsa zemine yaptığı basınç artar.
 E) Yerçekimi ivmesi artarsa cisimlerin zemine yaptığı basınç artar.

2. I. Beyaz ışığın renklerine ayrılması
 II. Suyun donması
 III. Demirin paslanması

Yukarıdakilerden hangileri fiziksel bir olaydır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

3. Fizik bilimi olayları incelerken alt dallara ayrılır.

Buna göre,

- I. Optik,
 II. Katıhal fiziği,
 III. Jeoloji

dallarından hangileri fiziğin alt dallarındandır?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
 D) II ve III E) I, II ve III

4. Fizikte büyüklükler temel ve türetilmiş olmak üzere iki gruba ayrılır.

Buna göre,

- I. Saniye,
 II. Kalori,
 III. Volt

yukarıdakilerden hangileri türetilmiş büyüklük birimidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) II ve III

5. Aşağıdaki fiziksel kavramlar ile fiziğin alt dalları eşleştirmelerinden hangisi **yanlıştır**?

- A) Kondansatör - Elektrik
 B) Teleskop - Optik
 C) Miknatıs - Manyetizma
 D) Füzyon - Atom fiziği
 E) Kinetik enerji - Mekaniik

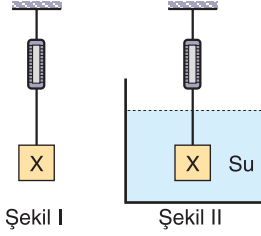
6. I. Cisim yere 100 m/s hızla çarptı.
 II. Devreden geçen akım 10 amper.
 III. Hava sıcaklığı 30 °C'den fazla olmalı.
 IV. Ahmet'in boyu 180 cm civarındadır.

Yukarıdakilerden hangileri nicel gözlemdir?

- A) I ve II B) I ve III C) II ve III
 D) II ve IV E) III ve IV

7. Bir öğrenci şekildeki düzeneklerde X cisminin ağırlığını farklı değerlerde ölçüyor.

Cismin ağırlığını suda daha az ölçen öğrenci; “suda ölçtüğüm değerin daha az olması acaba suyun kaldırma kuvveti ile ilgili midir?” diyor.



Buna göre, öğrenci bilimsel çalışmanın hangi evresindedir?

- A) Gözlem yapma
B) Hipotez kurma
C) Problemi belirleme
D) Tahmin yapma
E) Kontrollü deney yapma
8. Atom çekirdeğinin yapısını ve özelliklerini inceleyen fizik dalı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Manyetizma
B) Katı hal fiziği
C) Mekanik
D) Atom fiziği
E) Nükleer fizik

9. Bilimsel bilginin özellikleri ve bilgiye ulaşma yollarıyla ilgili;

I. Hipotezler doğrulandığında teoriye dönüşür.

II. Bilim her soruya cevap verir.

III. Bilimsel bilgiye ulaşmak için farklı yöntemler kullanılabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

10. I. Kütle

II. Hız

III. Enerji

Yukarıdaki niceliklerden hangileri skaler büyüklüktür?

- A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

11. Fizikte büyüklükler temel - türetilmiş ve skaler - vektörel olarak gruplara ayrılır.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi hem türetilmiş hem de skaler büyüklüktür?

- A) Zaman
B) Uzunluk
C) Hız
D) Kuvvet
E) Enerji

12. I. $1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

II. $1 \text{ m} = 10^9 \text{ pm}$

III. $1 \text{ ton} = 10^6 \text{ mg}$

IV. $90 \text{ km/saat} = 25 \text{ m/s}$

Yukarıdaki birim dönüşümlerinden hangileri doğrudur?

- A) I ve II
B) I ve IV
C) I, II ve III
D) I, II, IV
E) I, II, III ve IV

ÜNİTE 2

MADDE VE ÖZELLİKLERİ

- MADDE VE ÖZKÜTLE
- KATILAR
- AKIŞKANLAR VE PLAZMALAR

1.

MADDE VE ÖZKÜTLE

MADDE

Boşlukta yer kaplayan, kütlesi, eylemsizliği ve tanecikli yapısı olan herşey **maddedir**. Çevrenize baktığınızda gördüğünüz herşey maddedir. Hatta göremediğiniz hava gibi saydam maddeler de vardır.

Maddenin şekil verilmiş haline de **cisim** denir. Demir bir madde iken demirden yapılan kapı bir cisimdir.

Maddenin tanımını yaparken söylediğimiz; kütle, hacim, eylemsizlik ve tanecikli yapıya maddelerin ortak özellikleri denir. Bir de maddelerin farklılıklarını gösteren özellikleri vardır. Bunlara da ayırtedici özellikler denir.

Biz bu konuda ortak özelliklerden **kütle** ve **hacim** ile ayırtedici özelliklerden **özkütleyi** öğrenecez.

Madde karşımıza katı, sıvı, gaz ve plazma hallerinde çıkar. Bunları diğer konularda ayrıntılı görecez. Şimdilik genel özelliklerine bir göz atalım yeter.

Katı <ul style="list-style-type: none">• taş• demir• buz vb.	Belirli şekli ve hacmi vardır. Genelde sert yapıdadır. Katılarda atomlar arası boşluk çok azdır. Molekül ve atomlar birbirine sıkıca bağlıdır. Moleküller bağımsız hareket etmezler yani akışkan değildir.
Sıvı <ul style="list-style-type: none">• su• süt• gazoz vb.	Belli hacimleri vardır ama şekilleri yoktur. Konulduğu kabın şeklini alır. Moleküller arası uzaklık katılardan daha fazladır. Moleküller birbiri üzerinde kayma hareketi yapabilirler yani sıvılar akışkandır.
Gaz <ul style="list-style-type: none">• atmosfer• azot• oksijen vb.	Belli bir hacmi de şekli de yoktur. Bulunduğu kabın hacmine ve şekline sahiptir. Moleküller arası mesafe fazladır ve moleküller bağımsız hareket ederler. Sıvılar gibi akışkandırlar.
Plazma <ul style="list-style-type: none">• güneş• alev vb.	İyonlaşmış atomlardan ve serbest elektronlardan oluşmuş gaz halinin özel bir durumudur.

Kütle (m)

Cismi oluşturan madde miktarına **kütle** denir. Kütle bulunduğumuz yere göre değişmez. Dünya'da da Ay'da da aynıdır. Yerçekimi olmayan uzayda da değişmez.

Ağırlıkla çok karıştırılan kütle;

- Temel Büyüklüklerden birisidir.
- Skaler büyüklüktür.
- Birimi Uluslararası Birim Sisteminde kg dır.
- Eşit kollu terazi ile ölçülür.



Eşit kollu terazide bir kefeye kütlesi ölçülecek cisim, diğerine de değeri bilinen cisimler konularak denge sağlandığında ölçüm yapılmış olur.

Günümüzde kütle ölçümü için dijital tartılar da kullanılmaktadır.



DİKKAT

Eşit kollu teraziyle ölçüm yapılabilmesi için, ölçüm yapılacak yerde yerçekimi kuvveti olması gerekir. Çekim kuvvetinin olmadığı yerde eşit kollu terazi çalışmaz. Ama çekim kuvvetinin değeri ölçüm sonucunu etkilemez. Dijital terazilerde ise çekim kuvvetinin büyüklüğü sonucu etkiler. Dünyada konuma göre çekim kuvvetinin değeri değişir. Kutuplarda, ekvatora göre daha büyük değer ölçülür.

Bir toplu iğnenin kütlesi kaç kg'dır? şeklinde bir soru çok anlamlı olmaz. Çevremizdeki cisimlerin kütleleri çok farklı büyüklüklerde olduğu için her kütle değeri için kg kullanmak pratik olmaz.

Küçük değerler için gram, miligram, mikrogram gibi birimler kullanılırken çok büyük kütleler için; kiloton, megaton gibi birimler kullanılır.

Uluslararası birim sisteminde olmamasına karşın "ton" da günlük hayatta sıklıkla kullanılmaktadır.

1 ton = 1000 kilogram (kg)

1kg = 1000 gram (g)

1g = 1000 miligram (mg)

Toplu iğnenin kütlesi kaç kilogramdır demiştik.

Merak edip araştırdım:) Başka merak edenler de vardır diye söyleyelim. İçinde 330 iğne bulunan kutu 50 g.

Bu durumda bir tanesi 0,15 g = $15 \cdot 10^{-2}$ kg

1g = 10^{-3} kg olduğuna göre, bir iğnenin kütlesi $15 \cdot 10^{-5}$ kg dır.

Bir de büyük bir değere bakalım. Bir tankın kütlesi acaba kaç kg dır? Hemen Gugıldan bakıyorum; 50 ton diyor.

1 ton = 1000 kg olduğuna göre:

Tankın kütlesi $50 \cdot 10^3$ kg, yazı ile -Elli bin kilogram- olur.

Hacim (V)

Maddenin boşlukta kapladığı yere hacim denir. V ile gösterilir. Birimi cm^3 , m^3 , litre'dir.

1 litre (L) = 1 desimetreküp (dm^3)

1 litre (L) = 1000 santimetreküp (cm^3)

1 metreküp (m^3) = 1000 litre (L)



DİKKAT

Birim dönüşümlerinde dikkat etmemiz gereken bir noktayı hatırlatalım. Uzunluk tek boyutlu, alan iki boyutlu, hacim ise üç boyutlu olduğu için:

Uzunluk birimlerini dönüştürürken;

$1\text{m} = 10\text{ dm} = 10^2\text{ cm} = 10^3\text{ mm}$ dir

Alan birimlerinde çarpan karesiyle orantılı;

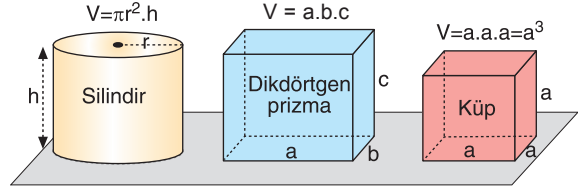
$1\text{m}^2 = 10^2\text{ dm}^2 = 10^4\text{ cm}^2 = 10^6\text{ mm}^2$

Hacim birimlerinde ise küpüyle orantılıdır;

$1\text{m}^3 = 10^3\text{ dm}^3 = 10^6\text{ cm}^3 = 10^9\text{ mm}^3$

- Katı maddelerin düzgün geometrik şekli varsa hacim geometri formülleriyle hesaplanarak bulunur.

Bu formüllerin bazılarını bilmemiz gerekir.



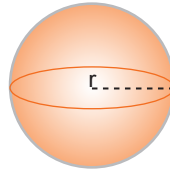
Şekildeki gibi tabanı üzerinde düzgün yükselen cisimler için;

Hacim = Taban Alanı x Yükseklik formülüyle hesaplanır.

Silindir için hacim; $V = (\pi r^2) \cdot h$ (r : yarıçap, h : yükseklik)

Dikdörtgen prizma için; $V = (a \cdot b) \cdot c$

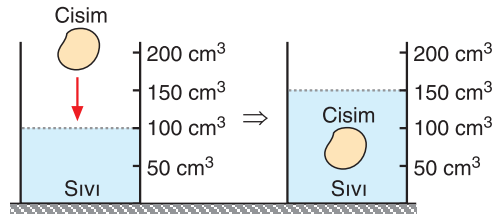
Küp için; $V = (a \cdot a) \cdot a$



Küre için; $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

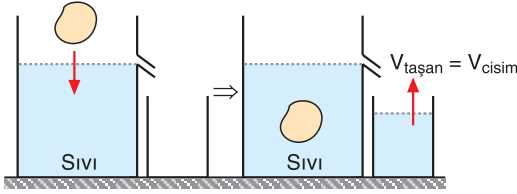
- Katı cismin şekli düzgün yapıda değilse, hacmi dereceli kaplarda veya taşıma kabında ölçülür.

Cisim tamamen batacağı ve içinde erimeyeceği sıvıya atıldığında kaptan sıvı taşmıyorsa, yükselme seviyesi, atılan cismin hacmidir.



Şekle bakarsak cismin atılmadan önce 100 cm^3 seviyesinde olan sıvı, cisim atıldıktan sonra 150 cm^3 seviyesine çıkmış. Artış miktarı, atılan cismin hacmi kadardır. Yani şekildeki cismin hacmi 50 cm^3 'tür.

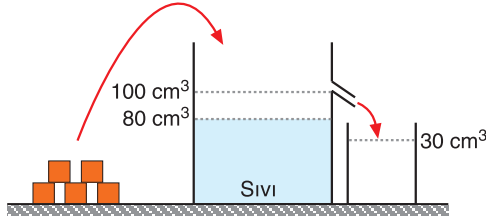
Aynı hacmi, aynı anda iki farklı madde dolduramaz. Tümüyle batmış bir cisim kendi hacmi kadar hacimde sıvının yerini değiştirir.



Kabın başlangıçta taşma seviyesine kadar dolu olması şartıyla, taşan sıvı hacmi, cismin hacmi kadardır.

Örnek 1

80 cm³ çizgisine kadar dolu taşıma kabına özdeş küp bloklardan 5 tane atıldığında taşıma kabında 30 cm³ sıvı toplanıyor.



Buna göre bir küpün hacmi kaç cm³ tür?

(Küpler sıvıda tamamen batıyor.)

- A) 5 B) 7 C) 10 D) 12 E) 15

Çözüm 1

Taşıma kabının taşma seviyesi 100 cm³ olup 80 cm³ seviyesine kadar doludur.

Sıvı önce 20 cm³ yükselip sonra taşar.

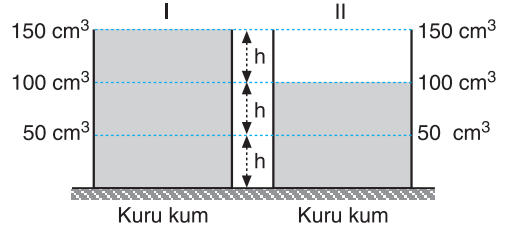
20 cm³ yükselip sonra taşmışsa,

Yerdeğiştiren toplam sıvı: 20 + 30 = 50 cm³

5 küp 50 cm³ hacme sahip ise, 1 tanesinin hacmi 10 cm³ tür.

Yanıt: C

Örnek 2



Şekildeki özdeş kaplardan birincisinin tamamı,

II. sinin $\frac{2}{3}$ lük kısmı özdeş kuru kum ile doludur.

I. kaba taşma seviyesine gelene kadar 30 cm³ su doldurulabiliyor.

Buna göre, II. kap taşma seviyesine kadar kaç cm³ su ile doldurulabilir?

- A) 45 B) 50 C) 60 D) 70 E) 90

Çözüm 2

Kuru kumun içindeki hava bulunan hacim su ile dolacaktır. I. kap toplam 30 cm³ su aldığına göre her h kadarlık kısmın içinde 10 cm³ hava vardır.

II. şekilde 2h kadar yükseklikte kum bulunduğu için kum içinde 10 + 10 = 20 cm³ hava vardır. 20 cm³ su, kum seviyesine (100 cm³ çizgisine) kadar yükselir. Üstte kalan 50 cm³ lük kısım da suyla dolunca,

II. kap toplam 20 + 50 = 70 cm³ su alır.

Yanıt: D

Özkütle (d)

Kütle ile hacim arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak söylemese de herkes farketmiştir.

Birşeyin miktarı arttıkça daha fazla yer kaplayacağını bilmeyen yoktur. 2 kilo elma 1 kilodan daha fazla yer kaplar.

Fakat aynı hacimdeki maddelerin ağırlıkları farklı olabilir.

Bir bardağın suyla dolu ağırlığının, kumla doluyken ki ağırlığının farklı olacağını biliriz.

Aynı boyutlardaki tahta parçasıyla demir parçasının görünüşleri ve hacimleri aynı olsa da, demirin ağırlığı tahtanınkinden çok fazladır.

İsviçreli bilim insanları bir deney yapmışlar ☺ Şaka şaka, belki onlar da yapmıştır ama bizi ilgilendiren o değil şimdi.

Şimdi bir deney anlatalım.

İçinde su bulunan dereceli silindiri dijital tartı üzerine konuluyor ve içine aynı büyüklükteki özdeş (bu kelimeyi fizik sorularında çok göreceksiniz☺ herşeyiyle aynı demek) suda batan plastik cisimler atıp, her seferinde hacim ve kütledeki artışı bir kenara yazıyorlar.

Sonucu tabi ki tahmin etmişsinizdir. Hacimle kütle her seferinde aynı miktarda artıyor.

Sonra aynı silindire ilkiyle aynı hacimde olan farklı bir maddeden, mesela alüminyumdan yapılmış cisimler atmaya başlıyorlar 1,2,3... her cisim için hacim ve kütle artışını yine bir kenara yazıyorlar..

Bu sefer hacim artışı ilkiyle aynıyken kütle artışı daha fazla, ama yine hep aynı miktarda oluyor.

Sonra başlıyorlar düşünmeyeee; buradan ne sonuç çıkarabiliriz?

Siz kendi çıkarımınızı yapmışsınızdır ama onları da bir dinleyelim.

Özdeş maddelerden aynı hacimde olanların kütleleri de aynı. Maddenin hacmi arttıkça kütle de aynı oranda artıyor.

"Peki neden ikinci cisimlerde kütle artışı daha fazla?" diye soruyor birisi. Cevap gayet zekice: Çünkü aynı hacme her maddeden farklı miktarda sığıyor.

Her maddenin hacmi ile kütlesi arasında belli bir oran var. Maddenin cinsi değiştiğinde bu oranda değişiyor.

İşte bir maddenin kütlesinin hacmine oranına, o maddenin **özkütlesi (yoğunluğu)** denir.

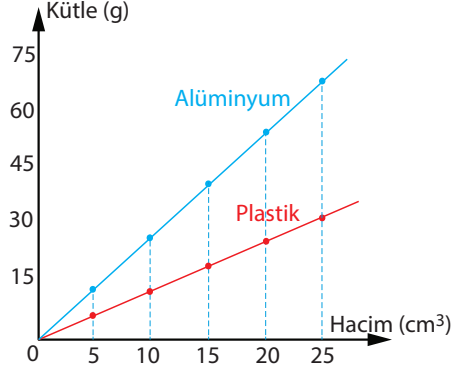
Elimizde sayısal değerler olursa bunu grafik üzerinde göstererek olayı daha anlaşılır hale getirebiliriz.

Bunun için İsviçreli bilim adamlarımızın yaptığı deneydeki verileri kullanalım. Ölçüm sonuçları aşağıdaki gibi.

	Plastik Cisimler		Alüminyum Cisimler	
Sayı	Kütle (g)	Hacim (cm ³)	Kütle (g)	Hacim (cm ³)
1	6	5	13.5	5
2	12	10	27	10
3	18	15	40,5	15
4	24	20	54	20
5	30	25	67,5	25

Şimdi bu sonuçları bir grafiğe taşıyalım.

Bir eksen kütle diğer eksen hacim seçerek bu verileri grafiğe taşıdığımızda karşımıza şekildedeki gibi bişey çıkıyor.



Grafiklerin doğrusal olması, kütle ile hacmin doğru orantılı olduğunu gösteriyor. Hacim arttıkça kütle de aynı oranda artmaktadır. Ama bu oran farklı maddeler için farklı olmaktadır.

Bir maddenin kütlesinin hacmine oranına, o maddenin **özkütlesi (yoğunluğu)** denir demiştik.

$$\text{Özkütle} = \text{Kütle} / \text{Hacim}$$

$$d = \frac{m}{V}$$

Birimi genelde g/cm³ olarak kullanılır. Kütle kg, hacim m³ olarak alınırsa özkütle birimi kg /m³ olur.

Özkütlesi 2 g/cm³ olan bir madde demek, 1 cm³ hacme bu maddeden 2 g sığar ya da 2 g lık bu madde 1 cm³ yer kaplar demektir.

Bahsettiğimiz deneydeki verilerden Plastik ve alüminyumun özkütlelerini hesaplarsak;

Plastik için 1,2 g/cm³, Alüminyum için de 2,7 g/cm³ bulunur.

Özkütle maddeler için ayırtedici bir özellik olup, aynı şartlarda (aynı sıcaklık ve basınçta) her madde için farklıdır.

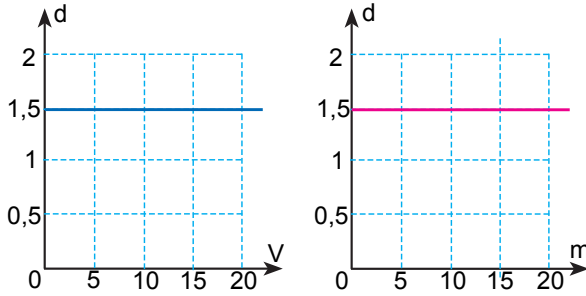
Özkütleden faydalanarak madde analizi yapılabilir. Maddelerin saf olup olmadıklarını veya saflık oranlarını bulmak için de özkütle kullanılır.



DİKKAT

Aynı basınç ve sıcaklıkta olmak şartıyla maddelerin kütlesi ve hacmi özkütleyi etkilemez. Yani 10 g demirin özkütlesi neyse 300 kg demirin özkütlesi de aynıdır. Bir damla suyun özkütlesiyle bir kova suyun özkütlesi farklı olmaz.

Bir maddeye ait sabit sıcaklık ve basınçtaki özkütle - hacim ve özkütle - kütle grafikleri aşağıdaki gibidir.



Fizikte grafikleri çok kullanırız. Grafiği okuyup yorumlayabilmek soruları anlamada ve çözmede işimizi çok kolaylaştırır. Ve bunu yapmak zor bir şey değil.

Bir grafik gördüğümüzde ilk bakmamız gereken şey grafiğin ne grafiği olduğu. Yani yatay ve dikey eksenlerde ne yazıyor. Buna dikkat etmediği için, çok kolay soruları bile yanlış çözenler hiçte az değil.

Mesela kütle-hacim grafiğinde genelde kütle düşey ekseninde, hacim yatayda verilir. Ama bu bir kural değil. Bazı sorularda düşeyde hacim yatayda kütle verিলince dikkat etmeyenler yanlış yapıyor.

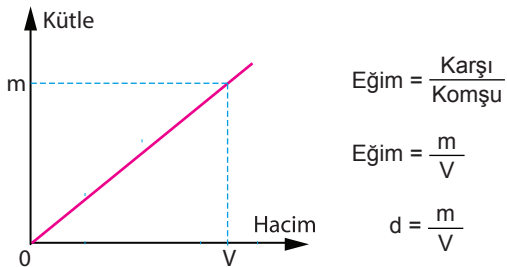
Fizik sorularında genelde grafiğin alanından ve eğiminden faydalanılır. Alan bulurken iki eksen çarpıyoruz, eğim bulurken de oranıyor, yani bölüyoruz.

Söylediğimiz şeyi hemen gösterelim ki akılda daha iyi kalsın.

Bunun için bir kütle hacim grafiği ele alalım. Eksenlerden birisi kütle (m) diğeri de hacim (V). Bu iki büyüklüğü çarparsak: $m \cdot V = ?$ Bu şekilde bulunan bir fiziksel büyüklük var mı? tabi ki yok. O halde kütle-hacim grafiği altındaki alan bize bir şey anlatmaz.

Şimdi de grafiğin eğimine yani iki eksenin oranına bakalım. $m / V = ?$ Bunun özkütleyle eşit olduğunu biliyoruz.

Bilmeyenler bilmemiz gerektiğini anlamıştır herhalde ☺

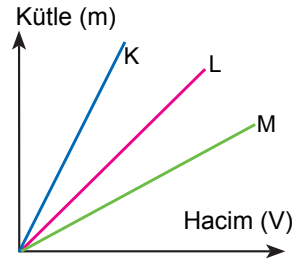


Kütle-hacim grafiğinde eğimin özkütleyi verdiğini sakın unutmayın. Yani grafik ne kadar dikse, özkütle o kadar büyük olacaktır.

Örnek 3

Aynı sıcaklık ve basınçtaki K, L, M sıvılarına ait kütle - hacim grafiği aşağıdaki gibidir.

Buna göre, K, L ve M sıvılarının özkütleleri d_K , d_L ve d_M arasındaki ilişki nedir?



- A) $d_K > d_L > d_M$ B) $d_L > d_M > d_K$ C) $d_K > d_M > d_L$
D) $d_L > d_K > d$ E) $d_M > d_K > d_L$

Çözüm 3

Grafiğimize baktığımızda kütle - hacim grafiği ve düşey eksen kütle olarak verilmiş. Bu durumda grafiğin eğimi özkütleyi veriyordu. Grafikte sayısal değer yok. Bize de özkütlenin kaç olduğu değil, aralarındaki ilişki lazım.

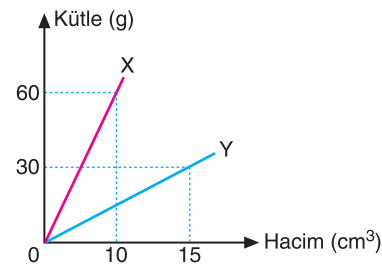
Grafikten eğimi en büyük olan, yani en dik olan K sıvısı, eğimi en az olan da M sıvısı olduğu için özkütlelerin sıralaması;

$d_K > d_L > d_M$ şeklinde olacaktır.

Yanıt: A

Örnek 4

Kütle-Hacim grafiği şekildeki gibi olan X ve Y sıvılarının özkütleleri d_X , d_Y dir.



Buna göre, $\frac{d_X}{d_Y}$ oranı kaçtır?

- A) 4 B) 3 C) 2 D) 1/2 E) 1/3

Çözüm 4

Grafikten okuduğumuz değerleri $d = \frac{m}{V}$ bağıntısında yerine koyarsak özkütleleri buluruz.

$$d_x = \frac{60}{10} = 6 \text{ g/cm}^3$$

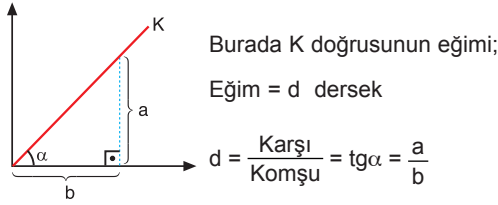
$$d_y = \frac{30}{15} = 2 \text{ g/cm}^3$$

buna göre;

$$\frac{d_x}{d_y} = \frac{6}{2} = 3 \text{ bulunur.}$$

Yanıt: B

Aslında burada yaptığımız şey X ve Y nin eğimini hesaplamak. Eğim ise dikliğin ölçüsüdür ve doğrunun yatayla yaptığı açının tanjantına eşittir.



tgα görünce aklımıza grafiğin eğimi gelmeli.

Örnek 5

Şekilde sabit basınç ve sıcaklıktaki K, L, M maddelerine ait verilen kütle - hacim grafiklerinden hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M
D) K ve L E) L ve M

Çözüm 5

Şekilde kütle hacim grafiği verilen K, L, M maddeleri için üç grafikte doğrusal çizilmiş. Sıcaklık ve basınç sabit olduğuna göre, grafiklerin doğrusal olması gerekiyor, burada sorun yok.

Ama K ve M maddelerinin grafikleri 0 dan başlamıyor. Bu nedenle K ve M nin grafikleri yanlıştır, doğru olan tek grafik L nin grafiğidir.

K nin grafiğinde hacim sıfır iken kütle sıfır olmamış. M ninde ise kütle sıfırken hacim sıfır değil. Bir maddenin kütlesi yokken hacminin olması ya da hacmi yokken belli bir kütlesinin olması mümkün değildir. Kütle - hacim grafiklerinde mutlaka kütle ve hacim beraber 0 olmak zorundadır.

Yanıt: B

Özkütle ile ilgili YGS sınavlarında neredeyse her sene soru gelmektedir. Şimdi son yıllarda gelen bir sorunun benzerini inceleyerek birlikte çözelim.

Örnek 6

Özkütlesi $1,2 \text{ g/cm}^3$ olan bir cismin kütlesi $2,4 \text{ kg}$ 'dır. Bu cisim, özkütlesi $0,7 \text{ g/cm}^3$ olan sıvı ile ağızına kadar dolu olan bir kabın içine bırakılıyor.

Buna göre, kaptan taşan sıvının kütlesi kaç gramdır?

- A) 0,14 B) 1,4 C) 14 D) 140 E) 1400

Çözüm 6

Güzel bir soru:) Bu soruyu soran amcaların ölçmek istediği şey; kütle, hacim, özkütle arasındaki ilişki ve birim dönüşümleri. Soruda cismin kütlesini gram olarak vermiş ama taşan sıvı kütlesini gram cinsinden soruyor. Dönüşüme dikkat etmeyen bir çok öğrenci doğru cevabı bulup yanlış şıkkı işaretlemiştir.

Verilen cismin özkütlesi $1,2 \text{ g/cm}^3$ kütlesi ise $2,4 \text{ kg}$ 'mı. Özkütle değeri gram olduğu için cismin kütlesini grama çevirelim

$$2,4 \text{ kg} = 2400 \text{ g}$$

Özkütleyi bulurken kütle hacme bölüyorduk. $d = m / V$

Bu durumda

$$1,2 = 2400 / \text{Hacim} \text{ yazabiliriz. Buradan da}$$

$$\text{Hacim} = 2000 \text{ cm}^3 \text{ olur.}$$

Bu cismi tamamen sıvı dolu kaba boşalttığımızda cismin hacmi kadar sıvı dışarı taşacaktır. Yani taşacak sıvının hacmi de cismin hacmi kadar; 2000 cm^3 olur.

Taşan bu sıvının kütlesi bizden isteniyor.

$$\text{Kütle} = \text{Hacim} \cdot \text{Özkütle}$$

$$m = V \cdot d$$

$$m = 2000 \cdot 0,7$$

$$m = 1400 \text{ g olur.}$$

bizden kütle yi kg olarak isteseydi cevap 1,4 kg olacaktı.

Yanıt: E

Karşınıza çok çıkacak bir soru tipi daha çözelim.

Örnek 7

Kütlesi m , hacmi V olan d özkütleli maddeden yapılmış bir blok içinden bir parça çıkarılıp oluşan bu boşluk $3d$ özkütleli bir maddeyle doldurulunca toplam kütle $2m$ oluyor.

Buna göre çıkarılan parçanın hacmi kaç V dir?

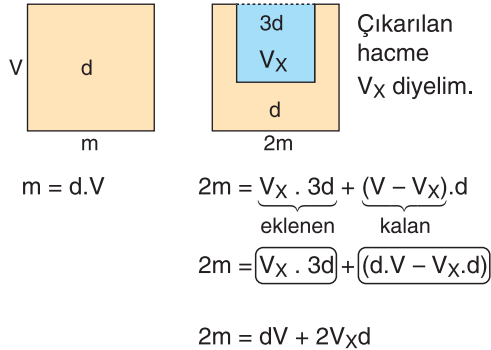
Çözüm 7

Aslında kolay olmasına karşın genelde yapılamayan ve zorlanan bu soru, matematikteki denklem kurma ve problem sorularıyla aslında aynıdır.

Fizik olarak bilmemiz gereken $d = \frac{m}{V}$

Yani $m = d \cdot V$ (deve) Gerisi işlem.

Kolaylık olması için bu tip sorularda mutlaka şekil çizilmelidir.



İlk durumda bulduğumuz $m = dV$ yi eşitliğin sol tarafına yazalım. Yani m gördüğümüz yere (dV) yazıyoruz.

$$2(dV) = dV + 2V_x d$$

$$dV = 2V_x d$$

$$V_x = \frac{V}{2}$$

Aslında denklemi düzgün kurarsak çok kolay, garanti bir soru tipi.



Bu tip sorularda kullanabileceğiniz 2. bir çözüm yöntemini de söyleyelim; başta zor gibi gelebilir ama birkaç soru çözdükten sonra daha kolay olduğunu göreceksiniz.

Parça sökülüp başkası eklendiğinde kütle ya azalacaktır ya da artacaktır.

"Peki değişmiyorsa" diyen süperler için şöyle diyelim:

Bir parça çıkarılıp orası başka maddeyle doldurulunca kütle değişmiyorsa, eklenen parça çıkarılanla aynı özkütleyle sahiptir.

Bu soruda kütle arttığına göre burada artıştan gideceğiz.

Basit bir mantık.

Değişim = Değişen Hacim x Özkütle Farkı

Kütle m iken $2m$ olmuşsa değişim m kadardır.

Sökülen parçaya V_x dedik.

Özküteller farkı $(3d - d) = 2d$

$m = V_x \cdot 2d$ olur.

$$m = V_x \cdot 2d$$

İlk durumda $m = dV$ idi.

$$dV = V_x \cdot 2d$$

m yerine (dV) yazarsak.

$$V_x = \frac{V}{2}$$

Ben genelde bu ikinci yolu kullanıyorum. Siz de artık hangi çözümü beğenirseniz onu kullanırsınız. 😊



Resmi görünce bazılarınız ne olduğunu anlamıştır. Anlamayanlar anne babalarına sor-sun 😊

Bu çay farklı görünüyör değil mi?

Allta su, üstte dem var ve karışmamışlar.

Önce nasıl yapıldığını anlatalım sonra niye anlattığımı anlatırım 😊

İlk olarak bardağın yarısına kadar sıcak su dolduruyoruz. Bu suyun içine şeker atarak iyice karıştırıp şekerin erimesini sağlıyoruz.

Sonra demliği alıp yavaş yavaş (bir çay kaşığı bardağın içine tutmak yardımcı olabilir.) demi bardağa doldurunca resimde gördüğümüz durum ortaya çıkıyor.

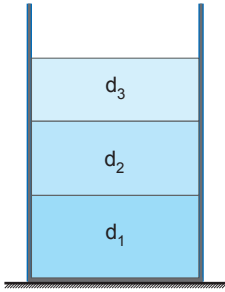
Peki neden dem üstte su altta kaldı?

Önce şunu söyleyelim, her sıvı birbiriyle homojen (düzgün dağılacak şekilde) karışmaz.

Boş bir kaba karışmayan sıvıları hangi sırayla konulursa konulsun, özkütlesi büyük olan en altta, küçük olan en üstte olur. Miktarı ve konulma sırası önemli değil. Kap ters çevrilse de bu sıra değişmez.

Zetinyasının su üzerine çıkma sebebi budur. Yukarıda anlattığımız çay örneğinde, su doldurduktan sonra şeker atıp erittiğimizde suyun özkütlesini artırmış oluyoruz. O yüzden sonradan konulan dem üstte kalıyor.

Şekerli su ve çay birbirine karışabilir. Resimdeki durumu elde etmek bu nedenle çok kolay değil. Çayı su üzerine yavaşça koyma sebebimiz bu.



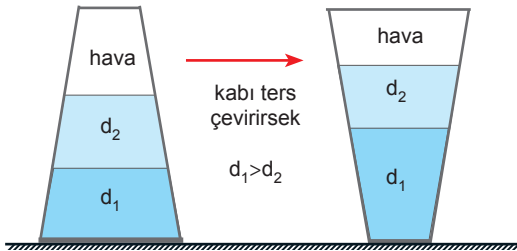
- Sıvıların kapta şekildeki gibi durma sebepleri kaba önce d_1 sonra d_2 ve d_3 özkütleli sıvının konması değildir.
- Sıvılar kapta konulma sırasına göre değil özkütle büyüklüğüne göre konum alır.
- Özkütteleler aşağıdan yukarı doğru azalmaktadır.

Özkütteleler arasındaki ilişki $d_1 > d_2 > d_3$ tür.



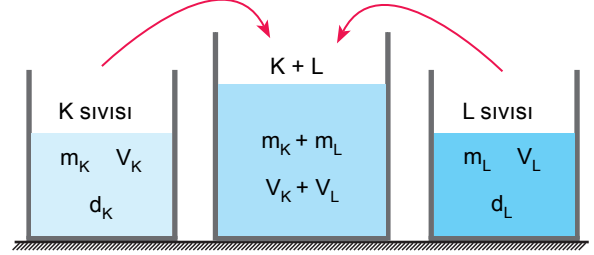
DİKKAT

Çok yapılan bir yanışa dikkat edelim. Kap ters çevrilince sıralama değişmez, altta olan yine altta kalacaktır.



Peki karışabilen iki farklı sıvı aynı kaba konulursa ne olur? Cevabı sorunun içinde zaten. Karışabilen sıvılar karışır:)

Özkütteleleri farklı K, L sıvılarını bir kapta karıştıralım.



Kaptaki toplam kütle: $m_K + m_L$

Kaptaki toplam hacim: $V_K + V_L$

Kaptaki karışımın özkütlesi ? ($d_K + d_L$) olmaz.

Karışımın özkütlesi büyükle küçük arasında bir değer alır. İkisinden birine eşit olamaz.

$d_L > d_K$ kabul edersek;

$d_L > d_{\text{karışım}} > d_K$ olacaktır.

Burada bir uyarı yapalım:

İkiden fazla sıvı karıştırılırsa karışımın özkütlesi, en büyük ve en küçük haricinde aradakilere eşit olabilir. Mesela:

$d_1 = 5d$, $d_2 = 2d$ ve $d_3 = 3d$ olan sıvılar karıştırılırsa;

karışımın özkütlesi $5d$ ve $2d$ olamaz fakat $3d$ olabilir.

Peki karışımın özkütlesinin tam olarak ne olacağını bulabiliriz? Tabiki de buluruz.

Bu kısım yeni müfredatta yok ama öyle çok zor ve karışık bir durum da değil. Kesinlikle farklı bir durum yok.

Bildiğimiz özkütle formülü:

$$\text{Özkütle} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}}$$

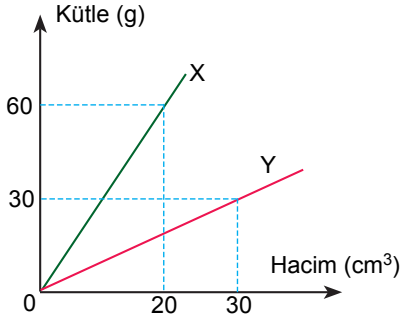
$$\text{Özkütle} = \frac{\text{Küteller toplamı}}{\text{Hacimler toplamı}}$$

$$\text{Özkütle} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

Örnek üzerinde görelim.

Örnek 8

Kütle–Hacim grafiği şekildeki gibi olan X ve Y sıvıları ile bir karışım yapıyor.



Buna göre, X ten 60 g, Y den 30 g alınarak yapılan karışımın özkütlesi kaç g/cm³ olur?

- A) 1,5 B) 1,6 C) 1,8 D) 2 E) 2,1

Çözüm 8

Karışımın toplam kütesini toplam hacme bölücez. Hepsisi bu kadar.

$$d_{\text{karışım}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\text{Kütleler toplamı}}{\text{Hacimler toplamı}}$$

Soruda bize kütleleri söylemiş.

Kütleler 60 g ve 30 g.

Bu kütlelere karşılık gelen hacimler grafikten 20 cm³ ve 30 cm³ olduğuna göre;

$$d_{\text{karışım}} = \frac{60 + 30}{20 + 30} = \frac{90}{50} = \frac{9}{5} \text{ veya } 1,8 \text{ g/cm}^3 \text{ olur.}$$

Yanıt: C

Bakalım karışımın özkütlesi X ve Y arasında bir değer mi?

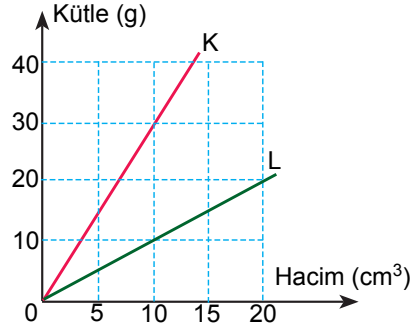
$$d_X = \frac{m_X}{V_X} = \frac{60}{20} = 3 \text{ g/cm}^3$$

$$d_Y = \frac{m_Y}{V_Y} = \frac{30}{30} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$3 > 1,8 > 1$ Evet arada kaldı :)

Örnek 9

Aynı sıcaklıktaki birbiriyle karışabilen K, L sıvılarına ait kütle–hacim grafikleri şekildeki gibidir.



Bu sıvılardan;

a) Eşit hacimlerde alınarak,

b) Eşit kütlelerde alınarak

yapılacak karışımların özkütlesi kaç g/cm³ olur?

- A) 2 ve 1,5 B) 2 ve 1,6 C) 2,1 ve 1,5
D) 2,1 ve 1,6 E) 2,1 ve 1,8

Çözüm 9

Bu soru tipinde; yani karıştırılan sıvıların eşit hacim veya eşit kütlede olması halinde, söyleyeceğimiz şeyler var. Bunlar özel durumlar.

Ama önce bu özel durumları bilmeden klasik yöntemle çözümü nasıl yapardık bir bakalım.

$$d = \frac{m}{V} \text{ yi hatırlamak yeterli.}$$

$$a) d = \frac{\text{Toplam kütle}}{\text{Toplam hacim}} = \frac{m_K + m_L}{V_K + V_L}$$

K ve L den eşit hacimde alalım.

Hacmin ne olduğu önemli değil. Grafikten rahat görebileceğimiz bir hacim seçelim. Mesela 10 cm³

Grafikten 10 cm³'e karşılık gelen kütle değerleri,

K için → 30 g

L için → 10 g

Hacimleri 10 cm³ almıştık, bulduğumuz (grafikten okuduğumuz) kütle değerleriyle hacimleri yerine yazarsak;

$$d_{\text{karışım}} = \frac{30 + 10}{10 + 10} = \frac{40}{20} = 2 \text{ g/cm}^3 \text{ olur.}$$

Demek ki eşit hacimde karışımın özkütlesi buymuş.

- b) Gelelim eşit kütlelere. İki için de grafikten uygun bir kütle değeri seçip bu değere karşılık gelen hacimleri okuyoruz. $m = 30$ g seçelim.

K nin 30 g kütlesi $\rightarrow 10 \text{ cm}^3$

L nin 30 g kütlesi \rightarrow hemen okunmuyor! Panik yok!

Düşünelim, $10 \text{ g} \rightarrow 10 \text{ cm}^3$ ise (şekilden)
 $30 \text{ g} \rightarrow$ tabi ki 30 cm^3 yapar.

$$d_{\text{karışım}} = \frac{30 + 30}{10 + 30} = \frac{60}{40} = 1,5 \text{ g/cm}^3 \text{ olur.}$$

Bu durumda eşit hacimde karışımın özkütlesi 2 g/cm^3 , eşit kütlede karışımın ki ise $1,5 \text{ g/cm}^3$ oluyor.

Yanıt: A



Eşit hacim ve kütlelerde karışımların özel durum olduğunu söylemiştik. Bu durumlar için iki kuralı aklımızda tutabilirsek bu işlemler daha da kısılabilir.

1. Eşit Hacimde Karışırsa; $d_K = \frac{d_1 + d_2}{2}$

2. Eşit Kütlede Karışırsa; $d_K = \frac{2 \cdot d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}$

Deneyelim isterseniz. Önce K ve L nin özkütlerini grafik yardımıyla bulalım.

$$d_K = \frac{m_K}{V_K} = \frac{30}{10} = 3 \text{ g/cm}^3 \quad d_L = \frac{m_L}{V_L} = \frac{10}{10} = 1 \text{ g/cm}^3$$

Eşit Hacim ($V_K = V_L$) ise, $d_K = \frac{3 + 1}{2} = 2 \text{ g/cm}^3$

Eşit Kütle ($m_K = m_L$) ise, $d_K = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1}{3 + 1} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ g/cm}^3$

Evet, gördüğümüz gibi sonuçlar aynı çıktı.

Bu tip sorular karşımıza grafik olmadan da çıkabilir.

Mesela;

Örnek 10

Özkütleri sırasıyla 5 g/cm^3 ve 1 g/cm^3 olan X ve Y sıvılarından yapılan eşit hacimlerde bir karışımın özkütlesi d_1 , eşit kütlelerde yapılanın ki ise d_2 dir.

Buna göre, $\frac{d_1}{d_2}$ oranı kaçtır?

- A) 9/4 B) 9/5 C) 7/4 D) 7/5 E) 5/3

Çözüm 10

Özküteler soruda verilmiş. Biraz önce bahsettiğimiz özel durum kurallarını uygulayıp, sonuçları oranlıyoruz.

Eşit hacimler için, $d_1 = \frac{d_X + d_Y}{2}$ verilenler yerlerine !

$$d_1 = \frac{5 + 1}{2} = 3 \text{ g/cm}^3$$

Eşit kütleler için, $d_2 = \frac{2 \cdot d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}$ verilenler yerlerine !

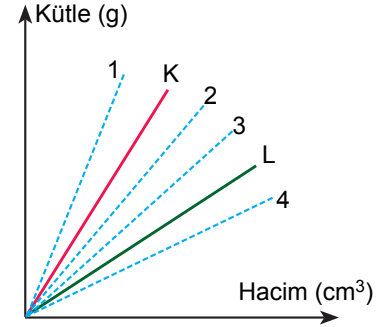
$$d_2 = \frac{2 \cdot 5 \cdot 1}{5 + 1} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \text{ g/cm}^3$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{3}{\frac{5}{3}} = \frac{9}{5} \text{ olur. İşte hepsi bu kadar.}$$

Yanıt: B

Örnek 11

Kütle - hacim grafiği şekildeki gibi olan K ve L sıvılarıyla türdeş karışım yapılıyor.



Buna göre, grafikte gösterilen 1, 2, 3, 4 ten hangileri karışıma ait olabilir?

- A) Yalnız 1 B) 1 ve 2 C) 2 ve 3
D) 3 ve 4 E) Yalnız 4

Çözüm 11

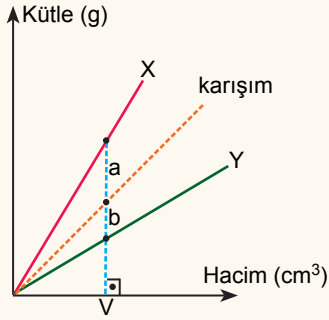
Karışımın özkütlesi karışıma giren sıvıların özküteleri arasında bir değer olmalıdır. Bu nedenle her ikisinden büyük veya küçük ya da birisine eşit olamaz.

Yani 1 ve 4 olamaz. **2 veya 3 olabilir.**

Yanıt: C

Buradan bir yere geleceğiz. Ne zaman 2 (K ye yakın), ne zaman 3 (L ye yakın) olur?

Karışımlarda hangi maddeden daha çok katarsak karışımın özkütlesi ona daha yakın olacaktır.



Şekildeki gibi X, Y sıvıları ve bunların karışımı grafikteki gibiyse;

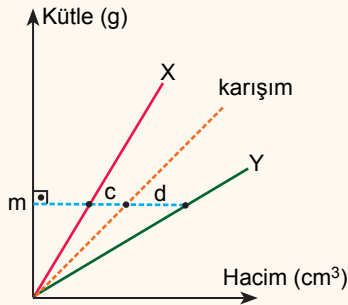
Hacimleri karşılaştırmak için V değerinden bir dik çizdiğimizde arada kalan uzunluklar; a ve b bize kimin hacmi ne kadar, bilgi verir.

a = b ise; eşit hacimde karışmış $V_X = V_Y$

a > b ise; Y'ye yakın $V_Y > V_X$

a < b ise; X'e yakın $V_X > V_Y$

Hatta hacimler oranı uzaklıklar oranının tersidir.



Kütleleri karşılaştırmak için de bir m değerinden eksene dik çizilir. Aradaki uzunluklar c ve d bize kütleler hakkında bilgi verir.

c = d ise; eşit kütlede karışmış $m_X = m_Y$

c > d ise; Y'ye yakın $m_Y > m_X$

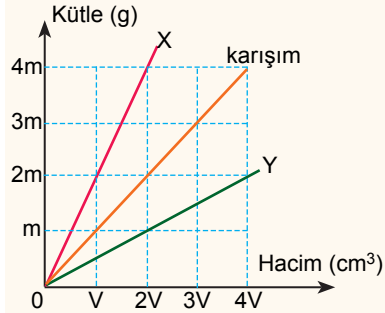
c < d ise; X'e yakın $m_X > m_Y$

Yine kütleler oranı uzaklıklar oranının tersi olur.

Hemen bir örnek çözelim.

Örnek 12

X, Y sıvıları ve bunlardan oluşturulan türdeş karışımın kütle - hacim grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, karışımındaki X ve Y sıvılarının hacimleri oranı kaçtır?

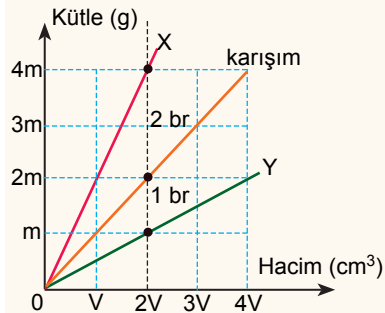
- A) 1/3 B) 1/2 C) 1 D) 2 E) 3

Çözüm 12

Bu soruda en çok yapılan hata, karışım X ve Y çizgilerinin açortayı olduğu için, hemen eşit hacim ya da eşit kütlede karışmış zannetmektir.

Karışımın hangi sıvıya yakın olduğunu söylerken açığı bakmıyoruz.

Biraz önce bahsettiğimiz gibi hacim eksenine (V) istediğimiz yerden bir dik çizerek, bu doğru üzerinde karışımın X ve Y ye uzaklıklarına bakıcaz.



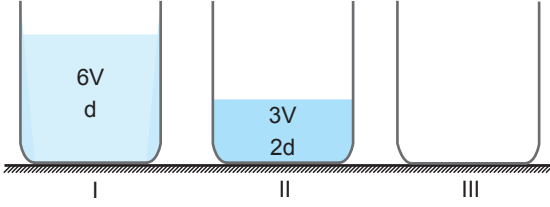
Şekilde gördüğümüz gibi karışım Y ye 1 br, X e 2 br uzaklıkta. Y ye daha yakın olduğu için karışımındaki Y sıvısının hacmi daha fazla. Ve uzaklıklardan biri diğerinin 2 katı olduğu için; Y nin hacmi X in hacminin 2 katıdır.

Yanıt: D

ÖSYM nin sorduğu ve başka kitaplarda da göreceğiniz bir soru tipi daha görelim.

Örnek 13

Şekildeki I ve II kaplarında hacimleri 6V, 3V olan d ve 2d özkütleli sıvılar vardır. I. ve II. kaptan bir miktar sıvı alınarak III. kaba konulduğunda kaplardaki sıvı kütleleri eşit oluyor.



Buna göre, I. ve II. kaptan alınan sıvı hacimleri oranı, $\frac{V_1}{V_2}$ kaç tır?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) 1/2 E) 1/3

Çözüm 13

Bu tip sorular aslında fizikten çok matematik problemi gibi. Sorunun fizikle ilgili kısmı;

" Kütle = Özkütle x Hacim " yani $m = d.V$ olduğunu bilmek.

Önce I. ve II. kaptaki toplam kütleleri bulalım.

I. kapta: $m_I = d.6V = 6dV$

II. kapta: $m_{II} = 2d.3V = 6dV$

Toplamda 12dV kütlelerimiz var. Bunu üç kaba eşit paylaştırsak, her bir kaba 4dV kütle olması lazım.

I. kapta 6dV olduğuna göre buradan alınacak sıvı kütlesi 2dV dir.

Alacağımız sıvının özkütlesi d olduğu için 2V hacminde sıvı alınmalıdır. Yani $V_1 = 2V$

II. kapta da 6dV sıvı vardı buradan da 2dV almalıyız.

Bu sıvının özkütlesi 2d olduğu için buradan alacağımız hacim yani $V_2 = V$ kadar olmalıdır.

Sorunun cevabı bu durumda $\frac{V_1}{V_2} = \frac{2V}{V} = 2$ olacaktır.

Yanıt B

Bu sorularda zorlanılan ve genelde yanlış yapılan şey özkütlesi d den farklı olan sıvıdan hacim olarak kaç V alınacağını bulmak.

Aslında kolay ama dikkat etmeyince yanlış yapılabilir. Bu soru için sayılar düzgün olduğundan çok sorun çıkmadı. Bir örnek verelim daha iyi anlaşılabilir.

Özkütlesi 3d olan sıvıdan 2dV kütlesi için kaç V hacimde alınmalı derse; yapacağınız 2dV yi 3d ye bölmek.

$$\frac{2dV}{3d} = \frac{2}{3}V \text{ hepsi bu.}$$

1. Bir cismin madde miktarı,

I. Özkütle

II. Hacim

III. Kütle

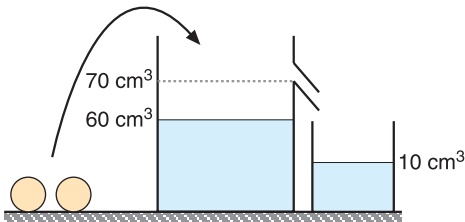
niceliklerinden hangilerini etkiler?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

2. Kütle ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Temel büyüklüktür.
B) Skaler büyüklüktür.
C) Birimi kg dır.
D) Eşit kollu terazi ile ölçülür.
E) Yerçekimine bağlı olarak değişir.

3. 60 cm³ çizgisine kadar dolu şekildeki taşıma kabına özdeş kürelerden 2 tane atıldığında taşma kabında 10 cm³ sıvı toplanıyor.

Buna göre, bir kürenin hacmi kaç cm³ tür?

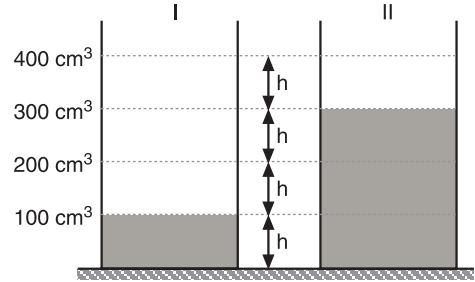
- A) 5 B) 10 C) 20 D) 30 E) 4

4. Oyun hamurundan yapılmış bir düzgün silindirin yarı-çapı 10 cm, yüksekliği 8 cm dir.

Bu oyun hamurunun tamamından kenarları 2 cm olan kaç tane küp yapılabilir? ($\pi = 3$ alınız)

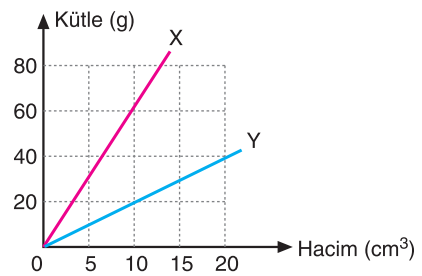
- A) 30 B) 60 C) 120 D) 300 E) 450

5. Şekildeki özdeş kaplardan birincisinin $\frac{1}{4}$ lük kısmı, ikincisinin ise $\frac{3}{4}$ lük kısmı kuru kum ile doludur.

I. kaba taşma seviyesine gelene kadar 340 cm³ su doldurulabiliyor.Buna göre II. kap taşma seviyesine kadar kaç cm³ su ile doldurulabilir? ($d_{su} = 1 \text{ g/cm}^3$)

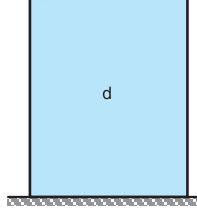
- A) 140 B) 220 C) 280 D) 300 E) 320

6. Kütle – hacim grafiği şekildeki gibi olan X ve Y sıvılarının özkütelleri d_x ve d_y dir.

Buna göre, $\frac{d_x}{d_y}$ oranı kaçtır?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 12

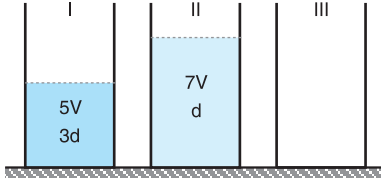
7. Şekildeki hacmi V olan kap m kütleli, d özkütleli sıvı ile tamamen doludur. Sıvının bir miktarı boşaltılıp yerine $2d$ özkütleli sıvı doldurulunca toplam sıvı kütlesi $\frac{3m}{2}$ oluyor.



Buna göre, boşaltılan sıvının hacmi kaç V dir?

- A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{4}$

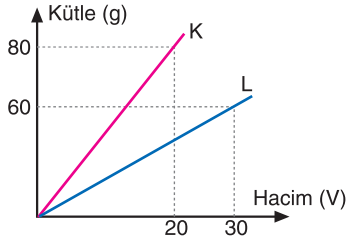
8. Kesiti şekildeki gibi olan kaplardan I ve II de hacim ve özkütlesi verilen sıvılar vardır. I ve II den boş olan III. kaba bir miktar sıvı aktararak hepsinde eşit hacim-de sıvı olması isteniyor.



Buna göre, son durumda kaplardaki sıvı kütleleri ilişkisi nasıl olur?

- A) $m_1 > m_2 > m_3$ B) $m_3 > m_2 > m_1$
C) $m_1 = m_2 = m_3$ D) $m_1 > m_3 > m_2$
E) $m_2 > m_3 > m_1$

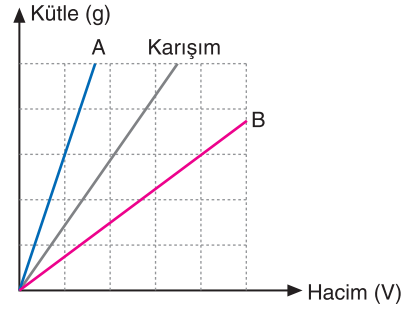
9. Kütle – hacim grafiği şekildeki gibi olan K ve L sıvılarıyla bir karışım yapıyor.



Buna göre, K den 80 g, L den 30 cm^3 alınırsa karışımın özkütlesi kaç g/cm^3 olur?

- A) $\frac{12}{5}$ B) $\frac{5}{2}$ C) $\frac{14}{5}$ D) 3 E) $\frac{7}{2}$

10. A, B sıvıları ve bunlardan oluşturulan karışıma ait kütle–hacim grafiği şekildeki gibidir.



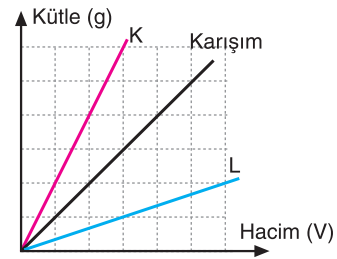
Buna göre, karışımdaki A ve B sıvılarının kütleleri oranı, $\frac{m_A}{m_B}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 3

11. Özkütleri sırasıyla $2d$ ve $6d$ olan X, Y sıvılarından yapılan türdeş karışımın özkütlesi $4d$ olduğuna göre, karışımdaki X, Y sıvılarının hacimleri oranı, $\frac{V_X}{V_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 1 E) $\frac{3}{2}$

12. K, L sıvıları ve bunlardan oluşturulan karışıma ait kütle – hacim grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, karışımdaki K ve L sıvılarının hacimleri oranı, $\frac{V_K}{V_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 2

2.

KATILAR (DAYANIKLILIK)

Değişik bir konuya daha hoş geldiniz:)

Çok kısa olan bu konuda çevremizde hep gördüğümüz ama pek düşünmediğimiz ilginç durumlardan bahsedicez.

Karıncalar ağırlıklarının onlarca katı cisimleri kolaylıkla taşıyabilirken, bir at neden ağırlığının birkaç katını bile taşıyamaz?



Dünyanın en yüksek noktası Everest Tepesinin yüksekliği yaklaşık 8800m dir.



Bundan çok daha yüksek dağlar olabilir mi?



Dünyanın en yüksek binası Burç Halife'nin yüksekliği 829 metredir.

Bundan daha yüksek yapılar yapılabilir mi?

Bunun bir sınırı var mıdır?

İşte bu soruların cevapları için dayanıklılık dediğimiz kavramı inceleyeceğiz.

DAYANIKLILIK

Bir cismin üzerine uygulanan germe (çekme) ve sıkıştırma kuvvetlerine karşı fiziksel durumu bozulmadan gösterdiği dirence **dayanıklılık** denir.

Dayanıklılık katı cisimler için kullanılan bir kavramdır ve yukarıda yaptığımız basit tanımdan çok daha karmaşıktır.

Biz olayı basite indirgeyerek inceliyoruz. Yani paniğe gerek yok. Rahat olun :)

Dayanıklılık, maddenin yapısı, cinsi ve geometrik şekli gibi bir çok değişkene bağlıdır. Düzgün geometrik yapısı olmayan cisimlerin dayanıklılıklarını karşılaştırmak ve hesaplamak zordur.

Canlıların her birinin kemik ve kas yapısı farklıdır. Bu nedenle canlılar arasında da kesin bir dayanıklılık karşılaştırması yapmadan genel olarak ifade edicez.

Galileo, canlıların boyutları büyüdükçe dayanıklılığın azaldığını düşünmüş. Buna örnek olarak yüksek bir yerden düşen atın kemikleri kırılırken, köpeğe birşey olmadığını göstermiş.

Bu nedenle de doğada canlıların ancak belli büyüklüklere ulaşabileceğini iddia etmiştir.

Dayanıklılığı basit bir şekilde anlamak için düzgün geometrik cisimleri inceleyeceğiz.

Ama önce aşağıda yazdıklarımı bi okuyun bakalım.

İlk olarak basit bir soruya cevap verelim.

Evinizdeki masanın ayakları ince olsa mı daha sağlam olur, kalın olsa mı?

Kimse bu soruya ince olan daha sağlam olur demez herhalde.

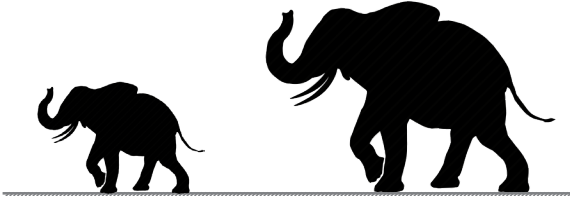
Kalın olan tabiki daha sağlamdır.

Filmlerde görmüşsünüzdür; kocaman dev gibi canlılar çok güçlü olurlar.

Acaba gerçekte bu mümkün mü?

Şimdi de kocaman, kalın bacakları olan bir fil düşünün.

Bu filin bütün boyutları iki katı olsaydı, daha mı güçlü olurdu?



Masa örneğinden sonra çoğu kişi buna hemen evet diyecektir.

Şimdiiii adım adım düşünelim.

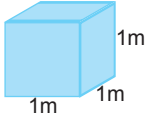
Filin boyutları artınca bacakları daha kalın ve daha güçlü olur. Bu doğru.

Peki filimizin bu bacaklarla taşıdığı gövdesi de büyümedi mi?

"Büyüdü ama daha güçlü" diyenler için düzgün geometrik bir cismi, mesala bir küpü inceleyelim.

Aynı maddeden yapılmış küplerden ilkinin kenarları 1m, ikincisinin kenarları 2m olsun.

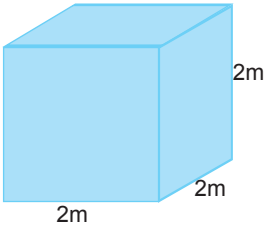
Küplerin kesit alanları, yüzey alanları ve hacimleri aşağıdaki gibi olacaktır.



$$\text{Kesit alanı} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Yüzey alanı} = 6 \cdot 1 \cdot 1 = 6 \text{ m}^2$$

$$\text{Hacim} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}^3$$



$$\text{Kesit alanı} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Yüzey alanı} = 6 \cdot 2 \cdot 2 = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Hacim} = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8 \text{ m}^3$$

Görüldüğü gibi, boyutları iki katına çıkarılan küpün kesit alanı ve yüzey alanı dört katına, hacmi ise sekiz katına çıktı.

Yani kenarları belli bir oranda büyüyen küpün kesit ve yüzey alanı büyüme oranının karesiyle, hacmi ise küpüyle orantılı olarak artıyor.

Bu sadece küp için değil diğer cisimler ve canlı varlıklar için de geçerlidir.

Bizim büyütülmüş filimizin gücü artıyor ama taşıyacağı kendi ağırlığı daha fazla arttığı için, dayanıklılığı azalıyor.

Kabaca şöyle ifade edelim:

Filin boyutları iki katına çıkarsa bacaklarının kesit alanı 4 katına çıkar, ama bu bacakların taşıyacağı ağırlık hacimle orantılı olacağından 8 katına çıkacaktır.

Bunu Galileo Kareküp Kanunu olarak isimlendiriyor.

Galileo'ya göre büyütülen cisim belli bir büyüklükten sonra kendi ağırlığını bile taşıyamaz.

- Bu nedenle filmlerde gördüğümüz dev boyutlardaki karıncalar, örümcekler gerçekte olamazlar. Bir bina boyutlarındaki örümceğin bacakları kendi ağırlığını bile taşıyamaz.
- Yeryüzünde yaşayan en büyük canlılardan olan balinalar kıyıya vurduklarında suyun kaldırma kuvveti ortadan kalkacağı için, kendi ağırlıkları nedeniyle kemikleri kırılır ve ölürlür.
- Tuğla veya taşlarla yapılan binalar belli bir yükseklikten sonra kendi ağırlıkları nedeniyle çökerler. Bu sebeple yüksek binalar ve gökdelenler yapılırken çelik gibi daha dayanıklı malzemeler kullanılır.
- Gökdelenler çelik iskeletler sayesinde taş binalara göre çok daha yüksek olsalar da bunun da belli bir sınırı olacaktır. Sınırsız yükseklik mümkün değildir.
- Yine yeryüzündeki dağların yüksekliği arttıkça taşıdıkları yükte artacağından belli sınırlar içinde kalmışlardır. 15 bin metre yükseklikte bir dağ oluşumu bu yüzden mümkün değildir.

Boyutları belli oranlarda değişen cisimlerin dayanıklılığını kesit alanının, hacmine oranıyla kıyaslayabiliriz.

$$\text{Dayanıklılık} \propto \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$$

Yukarıdaki iki küp için bu oranlar;

Kenarı 1m olan	Kenarı 2m olan
$\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{1}{1} = 1$	$\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$

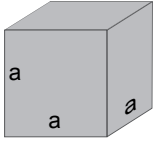
Buradan da ölçek artınca dayanıklılığın azaldığı görünüyor.

Ölçeğin artması veya azalması demek; tüm boyutların aynı oranda artıp azalması demektir.

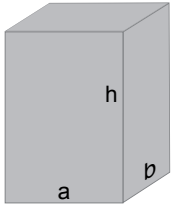
- Tüm boyutlar aynı oranda arttıkça dayanıklılık azalır.
- Tüm boyutlar aynı oranda azaldıkça dayanıklılık artar.

Dayanıklılıktaki artma veya azalma miktarı değişme oranı kadardır. Yani boyutlar yarıya inerse dayanıklılık iki kat artarken, boyutlar iki katına çıkarsa dayanıklılık yarıya iner.

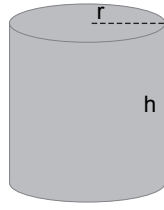
Bazı geometrik cisimler için $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$ oranlarını bulalım.



Kesit Alanı = $a \cdot a = a^2$
Hacim = $a \cdot a \cdot a = a^3$
 $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{1}{a}$



Kesit Alanı = $a \cdot b$
Hacim = $a \cdot b \cdot h$
 $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{1}{h}$



Kesit Alanı = $\pi \cdot r^2$
Hacim = $\pi \cdot r^2 \cdot h$
 $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{1}{h}$

Bu geometrik cisimlerin ortak özelliği tabanı üzerinde düzgün yükselmeleri.

Bu şekilde tabanı üzerinde düzgün yükselen cisimler için

$$\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} \text{ oranı her zaman } \frac{1}{h} \text{ olur.}$$

Bu da şu anlama gelir:

Tabanı üzerinde düzgün yükselen, aynı maddeden yapılmış cisimler için, dayanıklılık yükseklikle ters orantılıdır.

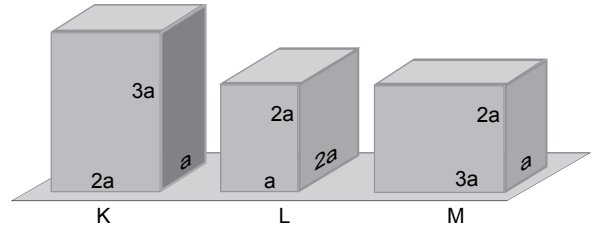
Yükseklik arttıkça dayanıklılık azalır.

Bazı kolilerin üzerinde üst üste en fazla kaç tane konulabileceği yazmaktadır.

Bu miktar kolilerin deforme olmadan taşıyabilecekleri yükü gösterir.

Örnek 1

Aynı maddeden yapılmış K, L ve M dikdörtgen prizmaları şekildeki gibidir.



Buna göre, K, L ve M cisimlerin kendi ağırlıklarına karşı dayanıklılıkları arasındaki ilişki nedir?

- A) $K > L >$ B) $K > L = M$ C) $L = M > K$
D) $L > M = K$ E) $M > L > K$

Çözüm 1

Soruyu cevaplamak için cisimlerin, $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$ oranlarını bulalım.

Bu oran hangisi için en büyükse, dayanıklılığı en fazla olan da odur.

$$\text{K için, } \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{2a \cdot a}{2a \cdot a \cdot 3a} = \frac{1}{3a}$$

$$\text{L için, } \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{a \cdot 2a}{a \cdot 2a \cdot 2a} = \frac{1}{2a}$$

$$\text{M için, } \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}} = \frac{3a \cdot a}{3a \cdot a \cdot 2a} = \frac{1}{2a}$$

Bulduğumuz sonuçlardan da anlaşıldığı gibi dayanıklılığı en az olan K cisimidir. L ve M nin dayanıklılıkları eşit ve K den fazladır. $L = M > K$

Yanıt: C



DİKKAT

Tekrar edecek olursak, "Tabanı üzerinde düzgün yükselen, aynı maddeden yapılmış cisimler için, dayanıklılık yükseklikle ters orantılıdır." demiştik.

Silindir, küp, dikdörtgenler prizması gibi cisimler aynı maddeden yapılmışlarsa, hacimleri ne olursa olsun yüksekliği fazla olanın dayanıklılığı azdır.

Yukarıdaki gibi bir soru için işlem yapmaya gerek yoktu.

Yani işlem yapmadan da $L = M > K$ diyebiliriz.

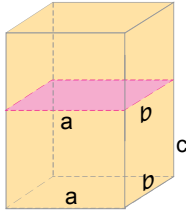
Örnek 2

Dikdörtgenler prizması şeklindeki bir cismin boyutları orantılı olarak 3 kat artırılıyor.

Buna göre, cismin hacmi ve tabana paralel kesit alanı kaç kat artar?

Çözüm 2

Şeklimizi çizip üzerinde gösterirsek daha kolay anlaşılır.



Boyutları orantılı olarak artırırsak, a, b, c olan boyutlar 3a, 3b, 3c olacaktır.

Hacim hesaplanırken;

ilk durumda, $V_{ilk} = a.b.c$

ikinci durumda, $V_{son} = 3a.3b.3c$ işlemleri yapılacaktır.

Bu durumda ilk hacme $V_{ilk} = V$ dersek, $V_{son} = 27V$ olur.

Kırmızı renkle gösterdiğimiz tabana paralel kesit alanı;

ilk durumda, $S_{ilk} = a.b$

ikinci durumda, $S_{son} = 3a.3b$ işlemleri yapılacaktır.

Bu durumda ilk alan, $S_{ilk} = S$ ise, $S_{son} = 9S$ olur.

Görüleceği gibi orantılı olarak 3 kat büyüyen cismin hacmi 27 kat, kesit alanı 9 kat artar.

Bu ve benzeri durumlarda hacim 3 boyutlu olduğu için kenarların değişim oranının küpü, kesit alanı da 2 boyutlu olduğundan değişim oranının karesi ile orantılı değişir.

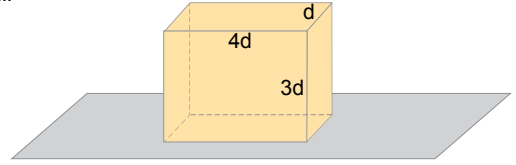
Soruda sorulmamış ama sorulsaydı cismin dayanıklılığı kesit alanı ile orantılı olacağından 9 kat artardı.

Bu modellemeyi canlılar için kullanırsak; boyutları artan bir canlının dayanıklılığı artar, ancak hacmin (dolayısıyla) kütlenin artış oranı daha fazla olacağından canlı kendi ağırlığını taşıırken daha çok zorlanacaktır.

Büyük hayvanların daha hantal, küçük olanlarınsa daha çevik ve hareketli olmalarının sebeplerinden birisi de bu durumdur.

Örnek 3

Bir dikdörtgenler prizmasının boyutları şekilde verildiği gibidir



Cisim farklı yüzeyleri üzerinde yatay zemine konulduğunda dayanıklılığı en az D kadar oluyorsa en fazla kaç D olur?

Çözüm 3

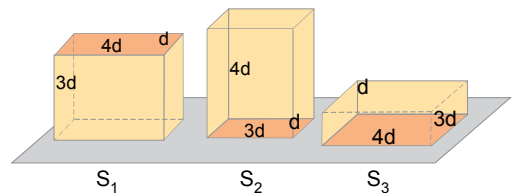
Dayanıklılığı $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$ oranına bakarak buluyorduk.

Aynı cismi kullanıcamız için, Hacim değişmeyecek.

Yere paralel olan kesit alanı içinse üç ihtimal var.

Farklı şekillerde yere koyduğumuz cismin kesit alanı cismin yere değen yan yüzeyine eşit olur.

İlk soruda verilen şekle bakarsak, yere temas eden yüzey alanı (kesit alanı) $S_1 = 4d.d = 4d^2$ olur.



Şekildeki 1. durum soruda verilen durumdur. $S_1 = 4d^2$

Şekildeki 2. durumda kesit alanı $S_2 = 3d \cdot d = 3d^2$

Şekildeki 3. durumda kesit alanı $S_3 = 4d \cdot 3d = 12d^2$

Bu durumlar için dayanıklılıkları yazalım.

$$\text{Dayanıklılık} = \frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$$

$$D_1 = \frac{S_1}{V} \text{ ise, } D_1 = \frac{4d^2}{V}$$

$$D_2 = \frac{S_2}{V} \text{ ise, } D_2 = \frac{3d^2}{V}$$

$$D_3 = \frac{S_3}{V} \text{ ise, } D_3 = \frac{12d^2}{V}$$

En küçük olan D_2 ye D dersek,

En büyük olan $D_3 = 4D$ olur.

Bu kısacık konumuzla ilgili 6 soruluk bir antrenmanımız var. Ünite antrenmanları içinde de tekrar bu konuyla ilgili soruları göreceksiniz.

Bu konuyla ilgili piyasadaki kitaplarda çok farklı ve işlemleri fazla olan (hatta özel formülleri olan) sorularla karşılaşabilirsiniz. Sakın panik yapmayın.

MEB yayınladığı müfredat programında o sorular yok. Yani YGS de karşımıza çıkmayacak.



DİKKAT

Orantılı olarak büyüyen cisimlerde hacim artışının, yüzey alanı artışından fazla olduğunu söylemiştik.

Bunun için verilen en meşhur örnek; 1kg büyük patates soyulduğunda ortaya çıkan kabuğun, aynı küttele küçük patates soyulduğunda çıkandan az olduğudur.

Bu durumu canlılar için düşündüğümüzde; büyük boyutlu canlılarda yüzey alanının hacme oranı, küçük boyutlu canlılardan daha azdır.

Canlıların yüzey alanı büyüdükçe ısı kaybı da artar. İlk bakışta yüzey alanı büyük olanlar daha çok ısı kaybeder gibi görünse de oran olarak baktığımızda tam tersidir.

Mesela, bir yarış atının boyutları oran olarak midillinin iki katı ise; yüzey alanı 4, hacmi ise 8 katı olur. Metabolizmanın ürettiği enerji hacimle orantılı dersek, küçük boyutlu olanın kaybı oran olarak daha fazladır.

Bu dengeyi sağlamak için sıcak kanlı olan memelilerde boyutlar küçüldükçe metabolizma daha yüksek olur.

1. "Küçük boyutlu canlıların dayanıklılığı, büyük boyutlu olanlara oranla daha fazladır"

Buna göre;

- I. Karıncanın kendi ağırlığından çok daha fazla ağırlıkları taşıması.
- II. Ağaçtan düşen böceğe hiç birşey olmaması.
- III. Karaya vuran balinanın ölmesi.

İfadelerinden hangileri bu bilgi ile ilgilidir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

2. I. Tavşan
II. At
III. Fil

Yukarıdaki canlıları, yüzey alanı / hacim değerlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız.

- A) I - II - III
B) III - II - I
C) I - III - II
D) II - I - III
E) III - I - II

3. Hacimleri aynı olan düzgün geometrik cisimlerden kesit alanı / hacim değeri en az olan şekil aşağıdaki-lerden hangisidir?

- A) Küp
B) Silindir
C) Koni
D) Küre
E) Dikdörtgenler prizması

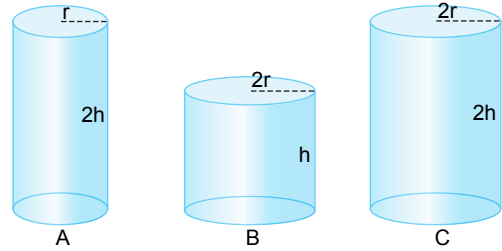
4. Bir canlının yüzey alanı / hacim değeri artarsa;

- I. Metabolizma hızı
- II. Yüzey alanı
- III. Hacmi

niceliklerinden hangileri artar?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

- 5.



Aynı maddeden yapılmış yukarıdaki A, B, C cisimlerinin kendi ağırlıklarına karşı dayanıklılıkları ilişkisi nasıldır?

- A) $B > C > A$ B) $C > B > A$ C) $B > A > C$
D) $B > A = C$ E) $A = C > B$

6. Dik silindir şeklindeki bir cismin boyutları orantılı olarak iki katına çıkartılırsa hacmi ve dayanıklılığı nasıl değişir?

	Hacim	Dayanıklılık
A)	2 katına çıkar	2 katına çıkar
B)	Yarıya iner	Yarıya iner
C)	4 katına çıkar	Yarıya iner
D)	8 katına çıkar	2 katına çıkar
E)	8 katına çıkar	Yarıya iner

1.E

2.A

3.D

4.A

5.D

6.E

3.

AKIŞKANLAR - PLAZMALAR

Akışkanlar; adından da anlaşılacağı gibi akış eylemini gerçekleştirebilen yani akabilen sıvı ve gaz halindeki maddelerdir.

Bu bölümde akışkanların temel özelliklerinden bazıları- nı inceleyip günlük hayatta karşılaşılabileceğimiz olayları açıklayacağız.



Resimdeki görüntüyü herhalde herkes görmüştür. Yağmur yağdığında aracın camında veya evlerinizin penceresinde bu görüntüyle karşılaşmışsınızdır. Su damlacıkları cama yapışıp kalırlar.

Benzer bir kaç olay daha söyleyecek olursak; yine bitkiler üzerine su döküldüğünde damlalar yaprağın ucunda asılı kalır, üzerinde damlacıklar halinde top top dururlar. Musluk kapatılınca su damlası musluğun ucundan sarkar.



Bunların yanında, günlük hayatta olmasa bile belgesellerde su üzerinde koşan kertenkele veya su yüzeyinde batmadan duran böcekler görmüşsünüzdür.

İşte bu olayları açıklamak için sıvıların bazı özelliklerini inceleyeceğiz.

YAPIŞMA (ADEZYON)

Sıvı molekülleri ile farklı madde molekülleri arasındaki etkileşimde ortaya çıkan kuvvettir. Su damlasının pencere camına yapışması, yapraktan veya musluktan damlanın sarkmasına rağmen asılı kalmasını sağlayan kuvvet **yapışma (adezyon)** kuvvetidir.

TUTMA (KOHEZYON)

Aynı cins moleküller arasındaki etkileşimle ortaya çıkan birbirini çekme kuvvetine de **tutma (kohezyon)** denir.

Yaprak üzerindeki su damlacıklarının, veya masa üzerindeki su damlalarının küresel bir şekilde kalmalarını sağlayan su molekülleri arasındaki çekim kuvvetiyle oluşan tutma yani kohezyondur.



Günlük hayatımızda karşılaştığımız yapışma ve tutma olayları bazen işimize yararken bazen de hayatı zorlaştırır.

Yağmurda araba camına yapışan su damlaları dışarıyı görmemizi zorlaştırır. Fakat su moleküllerini bir arada tutan tutma (kohezyon) sayesinde suyu damlalara ayırılmadan içer ve kullanırız.

Şimdi önemli soru geliyor.

Bir sıvı için yapışma kuvveti mi daha büyüktür, tutma kuvveti mi? Yani adezyon mu büyüktür yoksa kohezyon mu?

Bu maddeye göre değişir. Hem sıvının cinsine, hem de adezyon kuvvetinin oluşacağı sıvı haricindeki madde cinsine göre değişir.

Mesela cıva molekülleri arasındaki tutma (kohezyon) kuvveti çok büyük olduğu için cıva bir yüzeye döküldüğünde damlacıklar halinde durur.



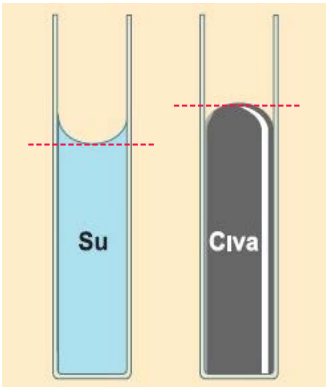
Cıva molekülleri arasındaki tutma (kohezyon) suya göre daha fazladır. Bu nedenle masa üzerinde aynı büyüklükteki cıva damlası su damlasına göre daha çok küreye benzer.

Tutma kuvveti sayesinde (moleküllerin birbirine uyguladıkları çekim kuvveti) küçük damlalar küreye benzerler. Damlanın büyüklüğü arttıkça küresel görünüm bozulur. Bunun nedeni ise yerçekimi kuvvetinin damla büyüdükçe artmasıdır.



Musluktan sarkan bir su damlası, su molekülü ile musluk molekülleri arasındaki yapışma (adezyon) kuvveti sebebiyle düşmeden durabilir. Su damlasının büyüklüğü artınca ağırlığı da artacağından belli bir büyüklükten sonra ağırlık adezyon kuvvetini geçer ve damla düşer.

Cama yapışan su damlalarından birkaçı birleşirse ağırlığı yapışma kuvveti dengeleyemez ve su damlaları aşağı kaymaya başlar.



Camdan yapılmış tüp içindeki su ve cıvanın görünüşleri şekildeki gibi oluyor.

Su tüpün yan yüzeylerinde yükselip orta kısmı çukur olurken, cıvanın orta kısmı daha yüksek ve cama değen kenarlar aşağıda kalıyor.

Şekildeki durumu yapışma (adezyon) ve tutma (kohezyon) kuvvetleriyle açıklayabiliriz.

Su molekülleri ile cam arasındaki çekim kuvveti (adezyon) su moleküllerinin kendi aralarındaki çekim kuvvetinden (kohezyon) fazla olduğu için suyun cama değen kısımları yükselerek orta kısım çukur görünür.

Cıvarda ise bunun tam tersi vardır. Yani cıva moleküllerinin kendi aralarındaki tutma (kohezyon) kuvveti cam ile cıva arasındaki yapışma (adezyon) kuvvetinden fazla olduğu için cama değen kısımlar daha alçak, orta kısım yüksek kalmıştır.

Örnek 1

Yağmur yağarken cama çarpan yağmur damlalarından bazıları camda dururken bazıları aşağı doğru kayar.

Bu göre; cama yapışıp duran damlalarla, aşağı kayan damlalar hakkında,

- Yapışan damlaya etki eden adezyon kuvveti damlanın ağırlığından fazladır.
- Kayan damlanın ağırlığı adezyon kuvvetinden fazladır.
- Kayan damladaki kohezyon kuvveti asılı kalandan fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

Çözüm 1

Adezyon farklı moleküller arasındaki, kohezyon ise aynı cins moleküller arasındaki çekim kuvvetiydi.

Bunu hâla karıştıranlar için şöyle bir kolaylık söyleyelim. Yazılışından hatırlamaya çalışın. Yani, **ADEZYON (AYNI DEĞİL)**, farklı moleküller arasındaki kuvvet. Kohezyonda doğal olarak aynı cins moleküller arasındaki.

Cama çarpan her damla yerçekimi etkisiyle aşağı inmek isteyecektir. Su ile cam arasındaki kuvvet, farklı maddeler olduğu için Adezyon'dur.

Aşağı kaymayan damla için adezyon ağırlıktan fazlayken, kayan damlanın ağırlığı adezyon tarafından dengelenmemiştir. Ağırlık daha fazladır. Bu durumda I. ve II. öncüller doğrudur.

III. öncülde kayan ve yapışan damlanın kohezyon kuvvetlerinden bahsediyor. Kohezyon aynı cins maddeler arasında oluyordu. İki damlada su damlası olduğu için molekülleri arasındaki çekim kuvveti (kohezyon) aynı olacaktır. III. öncül yanlıştır.

Yanıt: D

YÜZEY GERİLİMİ



Resimdeki arının su yüzeyinde sanki bir perde veya zar varmış gibi batmadan su yüzeyinde kalmasını fizikçiler yüzey gerilimi dedikleri durumla açıklıyor.

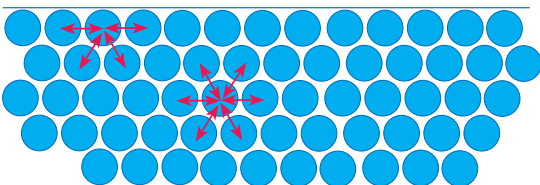
Benzer şekilde su örümceği denilen bir örümcek türü ve bazı böceklerde su yüzeyinde batmadan durabilmektedir. Belgesellerde görmüş olanlar vardır, bazı kertenkeleler su yüzeyinde koşarak hareket ederler.



Bütün bunların açıklaması olan yüzey gerilimi nedir peki?

Yüzey gerilimi, sıvı yüzeylerin dış kuvvetlere karşı daha dayanıklı olmasını ve esnek bir tabakaya benzer özellik göstermesini sağlayan fiziksel bir durumdur.

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi sıvının iç kısmındaki her bir molekül diğer moleküllerce her yönden eşit bir kohezyon kuvvetiyle çekilirler. Böylece iç kısımdaki moleüllere etki eden bütün kuvvetler dengede olur.



Sıvının yüzeyindeki moleüller ise, sıvının iç moleüllerince alt tarafa doğru çekilir, sıvının dışında yani üst tarafta ise bu kuvvetleri dengeleyebilecek bir kuvvet yoktur.

Bunun sonucunda yüzeydeki moleüllerde dengelenmemiş kuvvetlerden doğan bir kuvvet fazlası ortaya çıkar. İçte doğru çekilen sınırdaki moleüller sayesinde sıvı yüzeyi bir zar gibi davranmaya başlar. Bu olaya **yüzey gerilimi** denir.

İç kısımda moleüller arası mesafe aynıken üstteki moleüller kuvvetler her yönde dengelenmediği için daha sıkıştırılır.



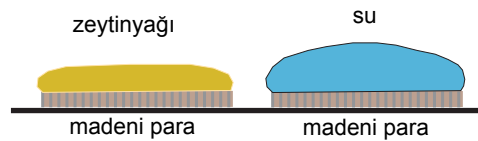
Su damlalarının küresel şekil almasının sebebi de kohezyondan dolayı oluşan yüzey gerilimidir. Damla en küçük yüzeye sahip olabilmek için yerçekiminin izin verdiği ölçüde küreye benzemeye çalışır.

Boyutlar arttıkça ağırlıkta artacağından küresel şekil bozulur. Youtube tan uzayda su ile oynayan astronot görüntülerini izlerseniz daha büyük su küreleri (damla denemeyecek kadar büyük) oluştuğunu görebilirsiniz.

Daha önce de söylediğimiz gibi kohezyon kuvveti sıvının cinsine bağlı olarak değişir. Bundan dolayı yüzey gerilimi de her sıvı için aynı olmaz.

Bununla ilgili internette de birçok videosu olan basit bir deney var. İsterseniz siz de evde yapabilirsiniz.

Madeni bir para üzerine damlalıklarla yavaş yavaş sıvı damlatıldığında sıvı para üzerinde adezyonla yapışır. Damla sayısı arttıkça da kohezyon etkisiyle birbirine tutunan moleüller akmadan para üzerinde toplanırlar.



Aynı deney farklı sıvılarla yapıldığında dağılmadan toplanan sıvı miktarı farklılık gösterecektir. Bu yüzey geriliminin büyüklüğünü gösterir. Su ile yaptığımızda zeytinyağına göre daha çok damla toplanmasının nedeni; suyun yüzey geriliminin zeytinyağından fazla olmasıdır.

Bazı sıvıların 20° C deki yaklaşık yüzey gerilimini bir tabloda göstermek size fikir verecektir.

Sıvı	Yüzey Gerilimi (N/m.10 ⁻³)
Aseton	23.7
Asetik Asit	27.6
Zeytinyağı	35.8
Gliserol	63
Su	73
Cıva	486

Aşağıdaki resimde cıvanın görüntüsünün sebebini tablodaki yüzey gerilimi değerine bakarak daha iyi anlayabiliriz. Suya ve diğer sıvılara göre cıvanın yüzey gerilimi çok büyüktür.



Örnek 2

Bir yüzeye damlatılan su, zeytinyağı ve cıva'nın görüntüleri şekildeki gibidir.



Buna göre aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	Su	Zeytinyağı	Cıva
B)	Su	Cıva	Zeytinyağı
C)	Zeytinyağı	Su	Cıva
D)	Zeytinyağı	Cıva	Su
E)	Cıva	Zeytinyağı	Su

Çözüm 2

Şekle bakınca I. sıvının en çok dağıldığı, III. nün küreye en yakın şekilde olduğu görülüyor.

Bize verilen sıvılardan yüzey gerilimi en çok olan cıva olduğu için küreye en çok benzeyen III. şekil cıva, en az yüzey gerilimi zeytinyağıda olduğu için de en çok dağılan I. şekil zeytinyağıdır. Dolayısıyla suya II. şekil kalıyor.

Doğru sıralama Zeytinyağı, Su ve Cıva olmalıdır.

Yanıt C

Şimdi sizin dikkatinizi ölçelim:)

Yüzey gerilimiyle ilgili tablonun başında "20° C de" diye bir ifade vardı. Burada dikkatli olanlar "sıcaklıkla olayın ne ilgisi var acaba" diye düşünmüşlerdir.

Yüzey geriliminin maddeden maddeye değişiklik gösterdiğinden bahsetmiştik. Yüzey gerilimini maddenin cinsinden başka etkileyen faktörlerde vardır. Sıcaklık bunlardan birisidir.

Yüzey gerilimi sıcaklık arttıkça azalır.

Yüzey gerilimini etkileyen bir diğer etken ise sıvı içinde çözünen yabancı maddelerdir. Çözünen maddenin cinsine göre yüzey gerilimi artar veya azalır.

Pekiii yüzey geriliminin artması mı iyidir yoksa azalması mı?

Cevap: Duruma göre değişir:)

Deterjan sabun gibi maddeler suyun yüzey gerilimini azaltır. Böylelikle suyun daha küçük gözenek ve boşluklara girmesi sağlanır. Reklamlarda hep derler ya "derinlemesine temizlik" işte deterjan çeşitleri yüzey gerilimini azaltıyor ve daha küçük su tanecikleri kirlerin derinliklerine erişebiliyor.



Şunu da sorularda kullanırlar ! Sıcaklıkla yüzey gerilimi azaldığı için çamaşır bulaşık gibi temizlik işlemlerinde sıcak su daha iyi sonuç verir. Hem sıcak hem deterjanla en iyi sonuç:)

Çözünen maddeyle yüzey geriliminin artabileceğini de söylemiştik. Buna örnek olarak tuzu söyleyebiliriz.

Tuz katılan suyun yüzey gerilimi artar.



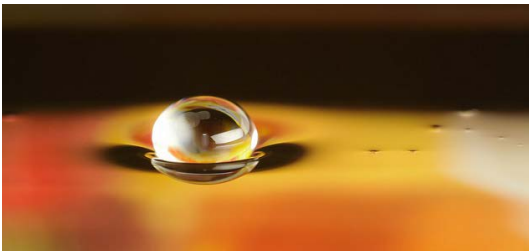
Ebru sanatında kullanılan boya içine safra denilen bir madde katılarak yüzey gerilimi artırılır ve su üzerinde boyanın yayılması sağlanır.

Suyun yüzey gerilimi diğer sıvılara göre oldukça büyüktür (cıvayı saymazsak). Suyun bu özelliği biyolojik bir çok olayda çok önemlidir. Bu durumdan biraz ilerde bahsedeceğiz.

Şimdi yapışma (adezyon), tutma (kohezyon) ve yüzey geriliminin sonucu olan bazı olayları topluca sıralayalım.

Bu konuyla ilgili sorular çözerken bu bilgiler işinize çok yarayacaktır.

- Toplu iğne ve ataçın su yüzeyinde yüzebilmesi yüzey gerilimi sayesinde.
- Su içinde serbest olan fırça tüylerinin sudan çıkınca birbirine yapışması yüzey geriliminin sonucudur.
- Havuzdan çıkan insanların saçlarının yapışması yüzey geriliminin sonucudur.
- Küçük böcek türlerinin batmadan su yüzeyinde durabilmesi yüzey gerilimi sayesinde.
- Bir kap içine kabın hacminden fazla sıvı doldurulabilmesi yüzey gerilimi sayesinde. (kabın üst yüzeyinden daha yüksek olarak bombeli şekilde kalabilmesi nedeniyle)
- Yüksek bir yerden suya atlandığında suyun beton etkisi yapması denilen durum da yüzey gerilimi nedeniyledir.



DİKKAT

Bir yüzeyde su damlası yayılma eğilimi gösteriyorsa bu yüzeylere ıslanan **hidrofilik**, yayılma yerine küresel bir şekil alıyorsa bu yüzeylere de ıslanmayan **hidrofobik** yüzeyler denir.

Doğada hidrofobik özellik gösteren yapılar bulunmaktadır. Bunun en güzel örneği lotus çiçeğidir.

Teknolojinin gelişmesi ile nano teknoloji kullanılarak hidrofobik özellik gösteren materyaller üretilmektedir.

Geliştirilen spreylerle herhangi bir yüzey hidrofobik (su tutmayan) özellik kazanabilmektedir.

KILCALLIK



Bu güne kadar gördüğünüz en yüksek ağacı bir düşünün. Sizin gördüğünüz en yüksek ağaç kaç metredir bilmiyorum, ama yüksekliği 100 m yi geçen ağaçlar olduğunu belgelerden biliyorum.

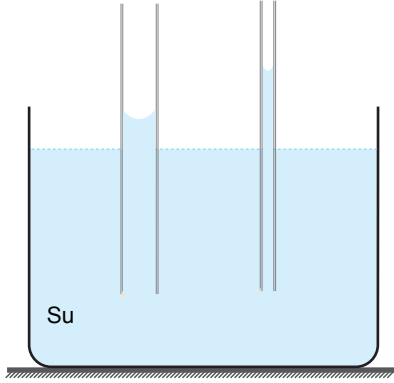
Peki hiç düşündünüz mü? Bu ağaçların kökleriyle topraktan aldıkları su, üst uçlarına nasıl ulaşıyor?

Evinizdeki saksıya su döktüğünüzde çiçek, saksı içindeki suyu en uçtaki yaprağa kadar nasıl ulaştırıyor?

İşte bunun cevabı kılcallık.

Biyolojiciler kızmadan söyleyelim. Kılcallık yanında kök basıncı gibi başka etkenler de var.

Ama kılcallık ve suyun yüzey geriliminin diğer birçok sıvıdan yüksek olması burada kritik öneme sahiptir.



İnce bir cam boruyu içi su dolu bir kaba batırdığımızda cam boru içinde su yükselir.

Bu olay adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin bir sonucudur.

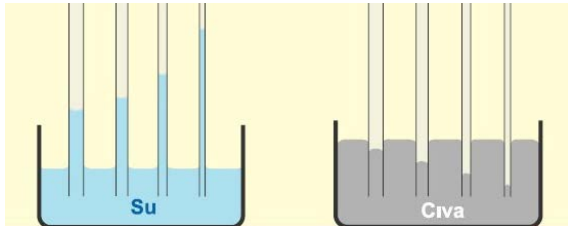
Boru ne kadar dar ise su o kadar fazla yükselir.

Su molekülleri arasındaki tutma (kohezyon) kuvveti, su ile cam arasındaki yapışma (adezyon) kuvvetinden küçük olduğu için sıvı kılcal boruda yükselir.

Yani sıvının kılcal boruda yükselmesinin sebebi adezyon, kohezyon kuvveti arasındaki ilişkidir.

Su için adezyon kuvveti yani yapışma, kohezyondan kuvveti tutmadan büyüktü. Peki kohezyon büyük olursa ne olur?

Tabiki tam tersi olur. Sıvı boruda alçalır.



Adezyon > Kohezyon

Kohezyon > Adezyon

Şekilde soldaki su için en ince borudaki yükselme en fazla iken, sağdaki cıva için en ince boruda alçalma en fazladır. **Borunun kesitiyle seviye farkı ters orantılıdır.**

İşte kılcal borulardaki sıvının yükselmesi veya alçalması olayına **kılcallık** diyoruz.

Gelelim boru kalınlaştıkça yüksekliğin neden azaldığına. Yükselen sıvıyla kılcal boru arasındaki adezyon kuvveti sıvıyı yukarı doğru çekerken yerçekimi kuvveti de aşağı doğru çeker.

İşte adezyon kuvvetinin yükselen sıvının ağırlığını dengelediği bu seviyede sıvı artık yükselmez.

Kalın borulardaki sıvının ağırlığı da fazla olacağından yükseklik ince borulara göre daha az olacaktır.

Özetleyecek olursak:

- Kılcal boruda sıvının yükselmesi veya alçalması adezyon-kohezyon kuvvetleri arasındaki ilişkiye bağlıdır.
- Yükselme miktarı (veya alçalma) sıvının ve borunun cinsine ve kalınlığına bağlıdır.

Günlük hayatta da kılcallığın etkileri sonucu oluşan bazı örnekler verelim. Sorularda karşınıza çıkacaktır :) dikkatli okuyun.

- Kesme şekerin ucunu çaya batırdığımızda çayın şeker içinde ilerleyişini görebilirsiniz.
- Kağıt havlu ve peçetelerin ucu sıvıya değdiğinde sıvı kağıt havlu üzerinde ilerler.
- Binaların dışı yalıtılmamışsa dış yüzeydeki su, içeride nem (rutubet) olarak karşımıza çıkar.
- Gaz lambalarının alt kısmında bulunan gaz yağı, lifli yapıdaki pamuklu fitil üzerinde kılcallık etkisiyle alt kısımdan alev olan üst uca yükselir.
- Mumların içinde bulunan pamuklu iplikte ısıyla eriyen mumu liflerindeki kılcallık etkisiyle aleve doğru üst kısma taşır.
- Dokuma kumaşlar yapısındaki lifler yardımıyla sıvıyı iyi çekerler. Havluların tüylü yüzeylerindeki iplikler içindeki liflerde de kılcallık etkilidir.
- Laboratuvarlarda az miktarda sıvı kullanılacağı zaman ince cam pipetler kullanılarak kılcallık etkisiyle sıvı çekilir.

Örnek 3

- Kılcallık adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin bir sonucudur.
- Kılcal borudaki yükselme miktarı sıvının cinsine bağlıdır.
- Kılcal borudaki yükselme miktarı borunun kesitiyle doğru orantılıdır.

Kılcallıkla ilgili yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm 3

Kılcallık, kılcal boru içindeki sıvı ile boru arasındaki adezyon kuvveti ile sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvveti arasındaki farktan oluşur. Bu sebeple kılcal borudaki sıvının yükselmesi veya alçalmasına kılcallık diyorduk. Yani **I. öncül doğrudur**.

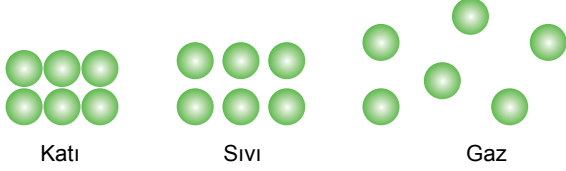
Kılcal borudaki yükselme veya alçalma sıvının ve borunun yapıldığı maddenin cinsine bağlıdır. **II. öncül doğrudur**.

Kılcallık adı üzerinde çok ince borularda gözlenen bir olaydır. Ve borunun kalınlığı sıvı seviyesini etkiler. Ama III. öncülde söylendiği gibi doğru orantılı değildir. Yani kalınlık arttıkça sıvının yükselme miktarı artmaz. Tam tersine borunun kesiti azaldıkça yükselme artacaktır. **Doğru orantılı değil, ters orantılıdır. III. öncül yanlıştır**.

Yanıt C

GAZLAR

Gazlarında sıvılar gibi akışkan olduğunu söylemiştik. Madenin hallerinden birisi olan gaz haliye sıvı hali arasındaki en temel farklılık moleküllerin birbirinden çok uzak olmasıdır.



Sıvı molekülleri arasında katılar gibi çok güçlü bağlar olmasa da bir arada bulunurlar. Gazlarda ise moleküller bağımsız kendi başına hareket eder.

Gaz molekülleri arasındaki çekim kuvveti sıvılara oranla çok küçüktür.

Gazların günlük hayatımızdaki yerinden bahsedecek olursak ilk söylememiz gereken şey, hayatımızı devam ettirmek için soluduğumuz havanın bir gaz karışımı olduğudur.



Dünyamızı saran hava tabakasına atmosfer diyoruz ve gazlardan oluşuyor.

Atmosferdeki gazların dünyayı sarıp uzaya dağılmamalarının sebebi dünyanın çekim kuvvetidir.

Atmosferdeki gaz karışımının yoğunluğu dünya yüzeyinde en fazla, yükseklere çıktıkça azalır.

Atmosferin ilk 15-16 km lik kısmında toplam gaz miktarının yaklaşık %80 i bulunur.

Yükseklik arttıkça gaz yoğunluğu da ciddi miktarda azalır.

Deniz seviyesinde bir metreküp havanın kütlesi yaklaşık 1,2 kg dır. Aynı hacimdeki suyun kütlesi ise 1000 kg dır.

Gazların yoğunluğunun çok küçük olmasının sebebi moleküller arasındaki mesafenin fazla olmasıdır.

Bu nedenle gazlar sıkıştırılabilirler.



Dalgıçların kullandıkları tüplerde basınçla sıkıştırılmış hava vardır.

5 litrelik bir dalgıç tüpüne yaklaşık 1000 litre hava sıkıştırılarak sığdırılabilir.

Gazların genel özelliklerini, sıvı ve katılardan farklarını maddeler halinde yazalım.

Hem tekrar etmiş oluruz.

Bu konudan sorulacak sorularda bu bilgiler lazım olacak :)

- Gaz, katı ve sıvı gibi maddenin hallerinden birisidir.
- Gaz halindeki maddelerin akışkanlığı çok fazladır.
- Gaz halinde maddenin yoğunluğu küçüktür.
- Gaz molekülleri arası mesafe katı ve sıvılara göre çok fazladır. Moleküller bağımsız hareket ederler.
- Katılarda moleküller birbirine sıkıca bağlıdır, hareket etmezler. Sıvı molekülleri birbiri üzerinde kayarak hareket edebilirler. Gaz molekülleri ise her yönde hareket ederler. Bulunduğu kabın veya ortamın heryerine dağılır.
- Gaz halindeki maddenin belli bir şekli ve hacmi yoktur. Konulduğu kabın hacmini ve şeklini alır.
- Gazlar birbiriyle her oranda ve homojen karışabilirler.
- Moleküller arasındaki boşluk sebebiyle sıkıştırılabilirler. Sıvılar ve katılar ise neredeyse hiç sıkıştırılmaz.
- Sıcaklık ve basınçtan çok fazla etkilenirler. Hacimleri ve yoğunlukları çok az sıcaklık ve basınç değişiminde bile değişebilir.
- Genleşme katsayıları sıvı ve katılarda olduğu gibi maddenin cinsine bağlı değildir. Tüm gazlar için aynıdır.

Örnek 4

Aşağıdakilerden hangisi gazları sıvı ve katılardan ayıran bir özellik değildir?

- A) Gazlar kolaylıkla sıkıştırılabilir.
- B) Gaz molekülleri arasında bir bağ yoktur.
- C) Gazlar bulundukları kabın her yerine dağılırlar.
- D) Gazların belli bir kütlesi vardır.
- E) Genleşme katsayısı gazın cinsine bağlı değildir.

Çözüm 4

D şıkında geçen gazların kütleleri olduğu doğrudur. Ama bu gazları katı ve sıvılardan ayıran bir özellik değildir. Her maddenin kütlesi vardır. Katı, sıvı, gaz halde olması fark etmez.

Diğer şıklardaki özellikler ise gazları sıvı ve katılardan ayıran özelliklerdir.

Yanıt: D

Zaten bunları yukarıda sıralamıştık. Ama siz yine de bunları yukarıdaki maddeler içinde bulun. Aklınızda kalmasını kolaylaştırır.

PLAZMALAR

Televizyondan bahsetmiyoruz yanlış anlaşılmasın:)

Maddenin dördüncü hali olan Plazma

Maddenin halleri deyince eskiden beri ilk akla gelenler katı, sıvı ve gaz olur. Hemen herkes katı, sıvı ve gaz halindeki maddelere örnek verebilir. Peki plazma nedir?

Kısaca gazların iyonlaşmış haline **plazma** denir.

Dünyada ve çevremizdeki maddeler arasında plazma çok az bulunmasına rağmen aslında evrenin büyük çoğunluğu plazmadan oluşur. Güneş ve yıldızlardaki maddeler plazma halindedir.

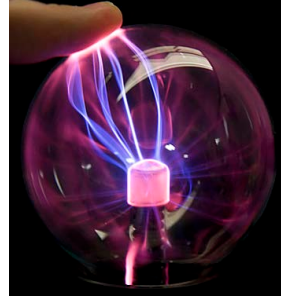


Hava yalıtıcıdır.

Yıldırım düşmesi sırasında ise iletken hale geçer.

Yani plazma halinde olur.

19.yy da ortaya çıkan plazma kavramı elektrik alanındaki gelişmelerin bir sonucudur.



Plazma topunda iyonlaşan elektronlar küreye dokunduğumuz yerden elimize geçer.

Yalıtkan bir zeminde durup diğer elimizle bir floresan lambaya dokunursak lamba yanacaktır.

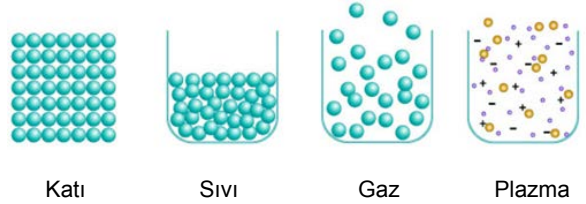
İnternette bununla ilgili videoları izleyebilirsiniz.

Katı bir maddede moleküller birbirine sıkıca bağlı ve titreşim hareketi dışında hareketsizdir. Katı maddeye enerji (mesela ısı) verildiğinde madde sıvı hale geçer ve moleküllerin hareketliliği artar. Daha fazla ısı verilirse sıvı gaz haline geçecektir. Buraya kadar hepimiz biliyoruz.

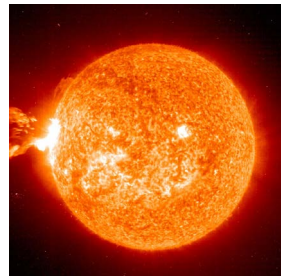
Gazları oluşturan moleküller birbirinden bağımsız ve oldukça hareketlidir. Fakat gazlar elektriksel olarak yalıtandır.

Gazlara daha yüksek enerjiler (ısıtma ya da elektrik yoluyla) verilirse gazı oluşturan atomların elektronları atomdan kopar. Buna iyonlaşma diyoruz. Negatif yüklü elektron ve elektronu kaybettiği için pozitif yüklenen atomlardan oluşan gaz artık çok iyi bir iletkenidir. Ve plazma halindedir.

Maddenin katı, sıvı, gaz ve plazma hallerindeki moleküler yapısını aşağıdaki modellemedeki gibi gösterebiliriz.



Güneş ve yıldızlar çok yüksek sıcaklıklarda plazmadırlar. Sıcaklığı güneş kadar çok olmasa da alev de plazmadır.



Günümüzde gelişen uygulamalarla düşük sıcaklıklarda da plazma elde edilebilmektedir. Floresan ve neon lambalar soğuk plazmalara örnektir.

Kuzey kutup ışıkları (Aurora Borealis) ve güney kutup ışıkları (Aurora Australis) da maddenin plazma hâline birer örnektir. Kutup bölgelerindeki güçlü manyetik alan etkisiyle oluşur.



Plazma gazı çok benzemesine rağmen maddenin dördüncü hali olarak kabul edilmesinin sebebi, farklı özellikleri olmasıdır. Bunların en başında da yüklü olması gelir.

Plazmanın yüklü olması, elektrik ve manyetik alanlardan etkilenmesine sebep olur. Manyetik alanın güçlü olduğu kutuplarda oluşan aurora, Güneş'ten gelen yüklü parçacıkların plazma halinde olan iyonosfer tabakasında ışımasıyla oluşur.

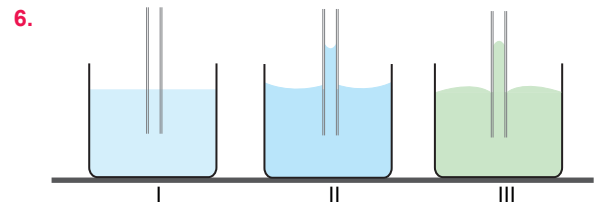
1. I. Tavanda yürüyen kertenkelenin düşmemesi
II. Su yüzeyinde yürüyen böceğin batmaması
III. Peçetenin sıvıyı emmesi
Yukarıdakilerden hangilerinde adezyon etkilidir?
- A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

2. I. Köpeğin dili ile su içmesi
II. Kumaşların ıslanması
III. Su damlasının yaprak üzerinde durması
Yukarıdaki durumlardan hangileri kohezyon (tutma) ile ilgilidir?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

3. I. Kohezyon sıvı molekülleri arasında gerçekleşir
II. Yüzey geriliminde sadece kohezyon etkilidir
III. Kohezyonun adezyondan büyük olması ıslanma şartıdır
Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?
- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. **Aşağıdakilerden hangisi plazma değildir?**
- A) Güneş
B) Şimşek
C) Neon lambası
D) Bulut
E) Kutup ışıkları

5. Bir kapta bulunan sıvının yüzey gerilimi artırılmak isteniyor.
Buna göre;
- I. Sıvıyı ısıtmalı
II. Sıvıya deterjan eklemeli
III. Sıvıya tuz eklemeli
işlemlerinden hangilerinin yapması uygun olur?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III



Bir sıvının denge durumu yukarıdakilerden hangisi gibi olamaz?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

1.C

2.C

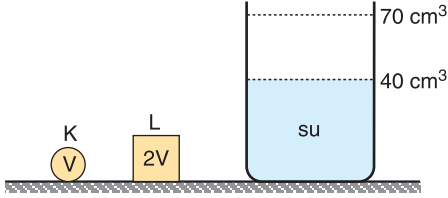
3.B

4.D

5.C

6.B

1. Özkütlesi 2 g/cm^3 olan ve suda erimeyen K, L katı cisimlerinin hacimleri sırayla V , $2V$ 'dir. Cisimler, içinde 40 cm^3 seviyesinde su bulunan yeterince büyük kaba konulduğunda su seviyesi 70 cm^3 çizgisine kadar yükseliyor.



Buna göre, L cisminin kütlesi kaç g'dır?

($d_{\text{su}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

2. Şekildeki çizelgede X, Y, Z sıvılarının kütle, hacim ve sıcaklık değerleri verilmiştir.

	Kütle	Hacim	Sıcaklık
X	m	V	T
Y	2m	2V	2T
Z	2m	V	2T

Buna göre X, Y, Z sıvılarının aynı türden olup olmayacağı konusunda aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

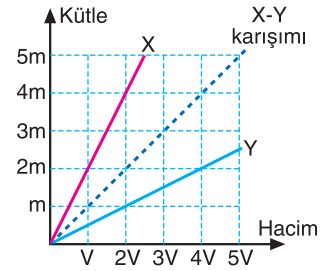
- A) Üçü de farklı türdendir.
B) Üçü de aynı türdendir.
C) X ve Y aynı, Z farklı olabilir.
D) X ve Z aynı, Y farklı olabilir.
E) Y ve Z aynı, X farklı olabilir.

3. Özkütlesi 2 g/cm^3 olan X sıvısının 100 cm^3 'ü ile özkütlesi 1 g/cm^3 olan Y sıvısının 300 cm^3 'ü karıştırılıyor.

Buna göre, karışımın 100 gramında kaç gram X sıvısı vardır?

- A) 20 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

4. Şekilde X, Y ve X-Y sıvılarının karışımına ait kütle hacim grafiği verilmiştir.

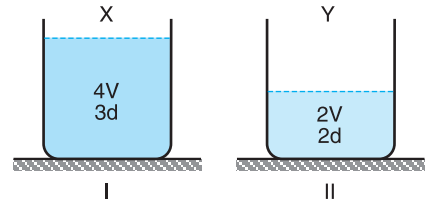


Karışımındaki X sıvısının hacmi 30 cm^3 olduğuna göre, Y sıvısının hacmi kaç cm^3 'tür.

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

5. Şekildeki I ve II kaplarında hacimleri $4V$, $2V$ ve özküteleri $3d$, $2d$ olan X, Y sıvıları bulunmaktadır.

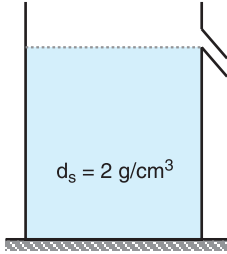
I kabından II kabına bir miktar X sıvısı boşaltılınca her iki kaptaki sıvı kütlesi eşit oluyor.



Buna göre, I kabından boşaltılan sıvının hacmi kaç V 'dir?

- A) $\frac{3}{4}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

6. Özkütlesi 2 g/cm^3 olan sıvı ile taşma seviyesine kadar dolu olan kabın içine 60 g kütleli bir cisim konulduğunda kabın kütlesi 20 g artıyor.

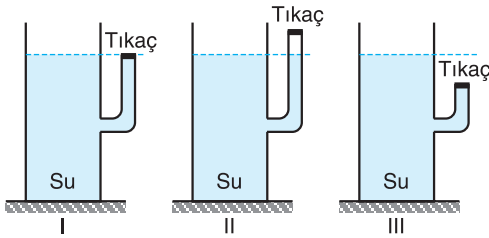


Buna göre, cismin özkütlesi kaç g/cm^3 'tür?

- A) $\frac{5}{2}$ B) 3 C) $\frac{7}{2}$ D) 4 E) $\frac{9}{2}$

7. m kütleli bir cismin özkütlesini bulmak için yukarıdaki kapların her biriyle bir deney yapılıyor.

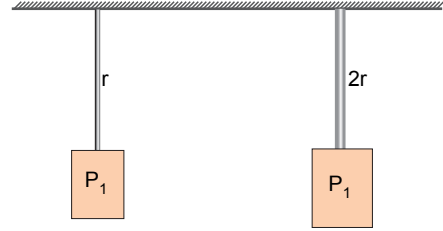
Her deneyde, cisim kaba atılarak tıkaç açılıyor, su akışı duruncaya kadar bekleniyor ve akan suyun hacmi ölçülüyor.



Buna göre, hangi kaplarla yapılan deneyde hesaplanan özkütle gerçek değerinden büyüktür? (Cisim suya tamamen batıyor.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

8. Şekildeki aynı maddeden yapılmış r ve $2r$ yarıçaplı, eşit uzunluktaki tellerin taşıyabileceği maksimum yükler P_1 ve P_2 dir.



Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

9. Plazmalar ile ilgili;

- I. Nötr haldedirler
II. Elektrik ve manyetik alandan etkilenmezler
III. Gökkuşağı bir plazmadır

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

- 10.



Yukarıdaki cam tüpte bulunan sıvının şekildeki gibi durmasının sebebi nedir?

- A) Kohezyonun baskın olması
B) Sıcaklığın artması
C) Hal değişimi olması
D) Sıcaklığın azalması
E) Adezyonun baskın olması

1.C

2.A

3.B

4.E

5.D

6.B

7.B

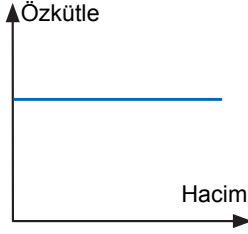
8.A

9.A

10.E

1. Özkütle-hacim grafiği verilen madde ile ilgili;

- I. Hacmi artmaktadır
- II. Kütleli sabittir
- III. Özkütlesi sabittir



yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

2. Bir balon şişirilirken balondaki gazın;

- I. Kütleli
- II. Hacmi
- III. Özkütlesi

niceliklerinden hangileri değişebilir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3. 200 g kütleli bir kabın iç hacmi 100 cm^3 tür.Buna göre kap, özkütlesi $0,5 \text{ g/cm}^3$ olan sıvı ile doldurulursa toplam kütleli kaç g olur?

- A) 210 B) 230 C) 250 D) 300 E) 350

4. Gazlar ile ilgili;

- I. Belirli bir hacimleri yoktur
- II. Özkütlesi daima sabittir
- III. Moleküller arası boşluk, sıvılara göre fazladır

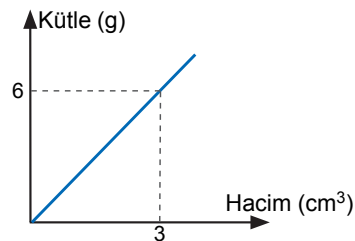
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

5. Boyutları $10 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ olan bir tuz kutusundan, yüksekliği 5 cm ve yarıçapı 2 cm olan silindirik şeklindeki tuzlukların kaç tanesi tamamen doldurulabilir? ($\pi=3$)

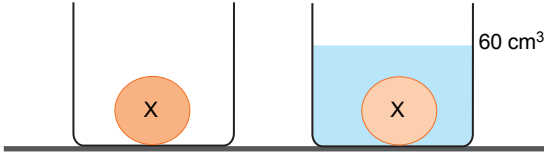
- A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 100

6. Kütle-hacim ilişkisi grafikte verilen maddeden küre şeklinde bir cisim yapılıyor.

Kürenin yarıçapı 2 cm olduğuna göre, kütleli kaç gramdır? ($\pi=3$)

- A) 8 B) 16 C) 32 D) 64 E) 128

7. İçinde X cismi bulunan şekildeki kaba 40 cm^3 su konulunca sıvı seviyesi 60 cm^3 oluyor.



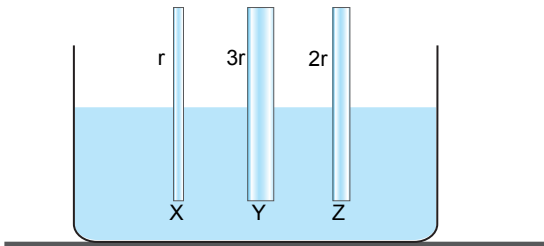
X cisminin kütlesi 80 g olduğuna göre, özkütlesi kaç g/cm^3 tür?

- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) 3 E) 4

8. Kütle ve özkütle ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Kütle temel bir büyüklüktür
B) Özkütle türetilmiş bir büyüklüktür
C) Kütle ortama bağlı olarak değişebilir
D) Özkütle ortama bağlı olarak değişebilir
E) Bir cismin kütlesi özkütlesinden daima daha büyüktür

9. Şekildeki sıvı dolu kaba batırılan X, Y, Z cam tüplerinin yarıçapları sırasıyla r , $3r$ ve $2r$ dir.



Buna göre, sıvının bu tüplerde kılcalık etkisiyle yükselme miktarları h_X , h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nasıl olur?

- A) $h_X > h_Y > h_Z$ B) $h_Y > h_Z > h_X$ C) $h_Z > h_X > h_Y$
D) $h_X > h_Z > h_Y$ E) $h_Y > h_X > h_Z$

10. Bir karınca kendi ağırlığının 3 katını taşıyabilirken, bir fil kendi ağırlığını bile taşıyamaz.

Bunun temel nedeni;

- I. Karıncanın çok hafif olması
II. Filin çok ağır olması
III. Karıncanın $\frac{\text{Kesit Alanı}}{\text{Hacim}}$ değerinin filden büyük olması

durumlarından hangileridir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

11. Hacmi V olan küçük bir patatesin yüzey alanı (kabuğu) 25 cm^2 dir.

Bu patateslerden 4 tanesinin yüzey alanına sahip olan büyük patatesin hacmi kaç V olur?

- A) 4 B) 5 C) 6 D) 7 E) 8

12. Bir cam tüpte bununun suyun yüzey alanı şekildeki gibi eğriseldir.



Yüzeydeki eğriliğin azalması için,

- I. Suyu biraz ısıtmak
II. Suya biraz tuz karıştırmak
III. Suya biraz deterjan katmak
işlemlerinden hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

1.D

2.E

3.C

4.D

5.B

6.D

7.E

8.C

9.D

10.C

11.E

12.E

ÜNİTE

3

KUVVET VE HAREKET

- BİR BOYUTTA HAREKET
- KUVVET
- NEWTON'UN HAREKET YASALARI

1.

BİR BOYUTTA HAREKET

HAREKET

Bir cisim sabit bir noktaya göre zaman içinde farklı yerlerde bulunuyorsa bu cisme **hareketli** deriz.

Altı çizili olarak yazılan "sabit bir noktaya göre" kısmı çok önemli. Çünkü hareket kavramı görecelidir. Yani hareketin kime veya nereye göre tanımlandığına göre hareket farklı olabilir. Hemen anlaşılır hale getirmek için örneklendirelim.



Sabah doğudan doğan Güneş, yükselir ve akşam batıdan batar. Binlerce yıl insanlar Güneş'in Dünya çevresinde döndüğünü sanmıştır. Biz bugün biliyoruz ki Dünya Güneş çevresinde dönüyor. Ama Dünyadan bakıldığında hiçte öyle görünmüyor:)

Sabah sizi okula getiren servisi düşünelim şimdi. "Ben okula servisle gitmiyorum" diyenler de otobüse veya trene bindikleri bir zamanı düşünsünler.

Oturduğumuz koltuk veya aracın içindeki eşyalar hareketli mi desem, hemen "hayır aynı yerde duruyor" deriz. Fakat bu soruyu aracın önünden geçip gittiği dışarıdaki birine sorsak tabiki hareketli diyecektir. Araç hangi hızla gidiyorsa içindekileri de aynı şekilde hareket ediyor olarak görecektir.

Anlattıklarımızdan şöyle bir sonuç çıkıyor: Hareket, gözlemleyen kişiye, daha doğrusu gözlem yapanın hareket durumuna bağlıdır.

Bu önemli durumu fizikçi amcalar **referans noktası** olarak isimlendirmişler. Bir cismin durumu farklı referans noktalarından farklı şekillerde yorumlanabilir.

Bir referans noktasına göre hareket eden bir cisim, başka bir referans noktasına göre duruyor, hatta ters yönde hareket ediyor olabilir.

Buna da **harekette görecelik** demişler.

Konunun sonunda kısaca bağlı hareketten bahsedeceğiz. Bağlı hareket ÖSYM nin eskiden beri çok sevdiği ve soru sorduğu bir konudur.

Hareket Çeşitleri

Hareketli dediğimiz cisminlerin yerdeştirdiklerini biliyoruz. Bu yerdeştirmeye göre, hareket şekli temel olarak üçe ayrılabilir.

Öteleme Hareketi

Cisim doğrusal bir yol üzerinde dönmeden ilerliyorsa buna öteleme hareketi denir.

Yerdeki bir kutunun itilmesi, kızakta oturan bir çocuğun çekilmesi öteleme hareketine örnektir.

Dönme Hareketi

Cisim sabit bir nokta veya eksen çevresinde dönüyorsa bu harekete dönme hareketi denir.

Dişliler, musluk ve pencerenin açılıp kapanması dönme hareketine örnektir.



Titreşim Hareketi

İki nokta arasında yapılan sürekli gidip gelme hareketi (buna salınım da denir) titreşim hareketi olarak isimlendirilir. Bellirli bir zaman aralığında hareket tekrarlanır.

Sallanan bir salıncak, saat sarkacı, gitar telinin hareketi titreşim hareketidir.

Bir cisim bu hareketlerden yalnız birini yapmak zorunda değildir. Birden fazla hareket çeşitini de beraber yapabilir.

Duvarda asılı duran saatin akrep ve yelkovanı dönme hareketi yaparken, saat duvardan aşağı düşerse öteleme hareketi yapmış olur.

Hareketli bir bisikletin tekeri veya yerde yuvarlanarak ilerleyen bir basketbol topu, dönme ve öteleme hareketlerini beraber yapar. Buna **yuvarlanma** hareketi denir.



DİKKAT

Buraya kadar anlattığımız kısımdan kesinlikle aklınızda kalması gerekenler,

- Hareketin göreceli olduğu. Aynı hareketin farklı referans noktasına göre değişik yorumlanabileceği.
- Öteleme, dönme ve titreşim gibi farklı hareket şekillerinin olduğu.

Cisimlerin hareketleri sırasında bulundukları noktaları birleştirdiğimizde ortaya çıkan şekle **yörünge** denir. Hareketler yörüngelerine göre de isimlendirilir. Doğrusal, çembersel zig-zag hareketi gibi.

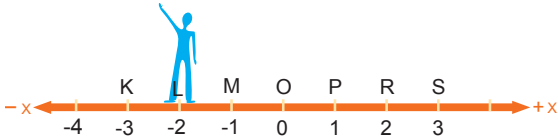
Genel olarak hareketten bahsettikten sonra, tanım yapmak ve hareket konusunu incelemek için öncelikle bazı kavramları iyi anlamamız lazım.

Öncelikle hareket konusu ve başka konularda da karşımıza çıkacak bu kavramlardan bazıları; **konum, yerdeğiştirme, sürat, hız ve ivme**.

Aslında çok basit olan bu kavramları iyi bilmek dikkat hatalarımızı azaltacaktır. Fiziğin dili günlük hayattan biraz farklı olabiliyor ☺

Konum (\vec{x}) : Belli bir referans noktasına (yani başlangıç noktasına) olan yönlü uzaklıktır.

Bir yol üzerinde sayı doğrusu çizelim ve bir çocuk bu doğru üzerinde duruyor olsun.



Çocuğa nerede olduğu sorulduğunda "O noktasından 2 m uzaktayım" derse doğru söylemiş olur. Ama biz yerini tam anlayamayız. Çünkü O dan 2 m uzaklıkta iki nokta var. L ve R noktaları. O noktasından eksi (-) yönde 2 m uzaktayım derse L de olduğunu anlarız.

İşte bu yüzden konum yönlü bir uzaklıktır. Yönü olan büyüklüklere fizikte vektörel büyüklük diyorduk. Konum vektörel büyüklüktür, birimi de metre dir.

Şimdi şekildeki sayı doğrusu üzerinde bulunan L, R ve S noktalarının konumlarını yazalım.

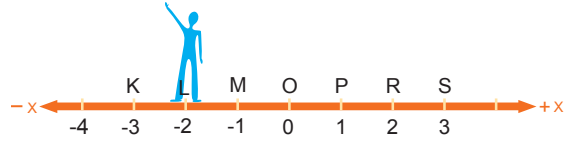
$$\begin{aligned}\vec{x}_L &= -2\text{m} & \text{L nin konumu} \\ \vec{x}_R &= +2\text{m} & \text{R nin konumu} \\ \vec{x}_S &= +3\text{m} & \text{S nin konumu}\end{aligned}$$

Yerdeğiştirme ($\Delta\vec{x}$) : Cismin son konumu ile ilk konumu arasındaki uzaklıktır. Konumdaki değişimdir ve bu değişim konum gibi vektörel bir büyüklüktür. Birimi de yine metredir.

İlk konumdan son konuma çizilen vektör olarak gösterilir.

Yer Değiştirme = Son Konum - İlk Konum

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$$



Resimdeki çocuk L noktasından P noktasına giderse yerdeğiştirmesinin ne kadar olacağını bulalım.

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}} \quad \text{şeklinde bulunur. (+), (-) önemlidir.}$$

$$\Delta\vec{x}_{LP} = \vec{x}_P - \vec{x}_L \text{ ise,}$$

$$\Delta\vec{x}_{LP} = +1 - (-2)$$

$$= +3\text{m olur.}$$

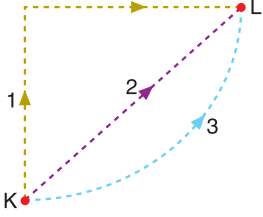
Bu durumda yerdeğiştirme (+) yönde 3m demektir.

Sonucun (+), (-) çıkması bize hareketin yönünü gösterecektir.

Alınan Yol : Adı üzerinde cismin hareketi sırasında aldığı yoldur. Birimi metredir, skaler büyüklüktür. **Yani yönü yoktur.**

Evden çıkıp bakkala giden, oradanda tekrar eve dönen bir kişi, bu yol boyunca 300 m yürümüş olsun. Bu 300 metre aldığı yoldur, yerdeğiştirmesi ise 0 (sıfır) dır. Çünkü başladığı noktaya geri dönmüştür. İlk ve son konum aynı olduğu için yerdeğiştirme sıfır olur.

Yerdeğiştirmeyi günlük hayattaki alınan yolla karıştırmamız lazım. Yerdeğiştirme için ilk ve son noktayı bilmek yeterlidir.

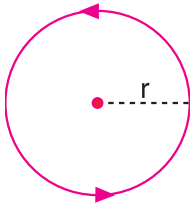


K den L ye giden bir hareketli 1, 2, 3 yollarının hangisinden gitmiş olursa olsun yerdeğiştirmesi aynıdır. Aldığı yollar farklı olabilir.

Yerdeğiştirme ilk ve son konum arasındaki en kısa yoldur. Şekilde 2. yolun uzunluğu kadardır.

Sorularda hemen ilk ve son konumu işaretleyin.

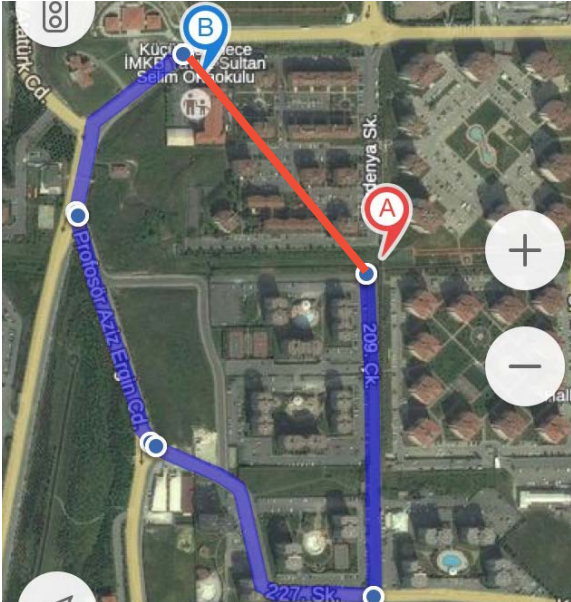
- Çembersel bir yolda 1 tam tur atan bir hareketli başladığı noktaya döndüğünde çemberin çevresi kadar yol almıştır. Fakat yerdeğiştirmesi sıfırdır.



$$x = 2\pi r \text{ (aldığı yol)}$$

$$\Delta x = 0 \text{ (yerdeğiştirme)}$$

Bir örnekte harita üzerinden verelim.

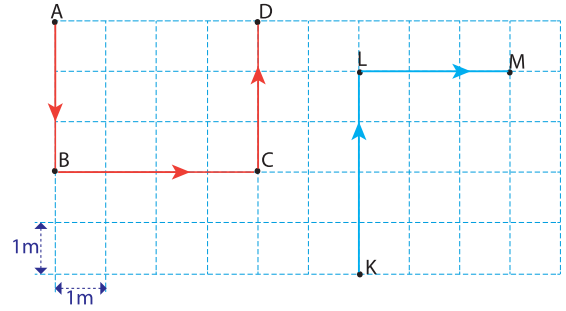


Haritada A ve B noktaları arasındaki uzaklık 1200 m dir.

A noktasından çıkıp B noktasındaki okula mavi renkli yoldan giden çocuk 1200 metre yol yürümüş olur.

Ancak yerdeğiştirmesi A ve B noktaları arasındaki en kısa yol yani kırmızı çizginin uzunluğu kadardır. Bu ise yaklaşık 300 m dir.

Örnek 1



Şekilde A noktasından harekete başlayan Ali, kırmızı çizgiyle gösterilen ABCD yolunu izleyerek D noktasına geliyor. K noktasından harekete başlayan Kamil ise KLM yolunu izleyerek M noktasına geliyor.

Buna göre, Ali ve Kamil'in aldıkları yollar ve yerdeğiştirmeleri kaç metredir?

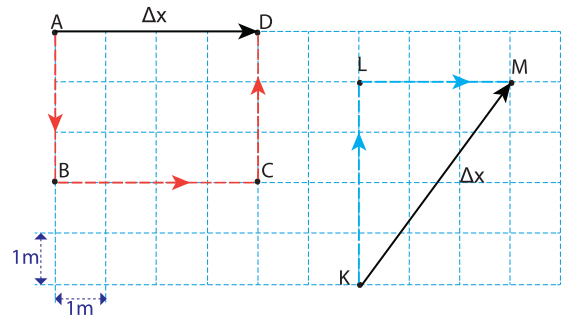
Çözüm 1

Ali'nin, A dan B ye 3 kare, B den C ye 4 kare, C den D ye de 3 kare yol aldığı şekilde görülüyor.

Şeklin altında da her bir karenin 1 m olduğu yazdığına göre; Ali'nin aldığı yol $3 + 4 + 3 = 10$ m dir.

Aynı şekilde Kamil de K den L ye 4 m L den M ye de 3 m yol almış. Toplamda bu da 7 m yapar.

Yerdeğiştirme ise vektörel bir büyüklüktür. Büyüklüğü ise, ilk konum ile son konum arasındaki en kısa mesafedir.



Şekilde görüldüğü gibi A-D arası en kısa mesafe siyah okla gösterilen ve 4 m uzunluğunda olan çizgidir.

Bu siyah renkli ok, Ali nin yerdeğiştirme vektörüdür. Büyüklüğünde 4 m dir.

Kamil'in yerdeğiştirme vektörü de K den M ye kadar olan siyah vektördür. Bu uzunluk şekilden hemen görülmüdüğü için birazcık geometri kullanıcaz ☺

Pisagor teoremini biliyorsunuz diye tahmin ediyorum ☺

Dik kenarların kareleri toplamı hipotenüsün karesine eşitti ya işte o teorem.

$$|KL|^2 + |LM|^2 = |KM|^2 \quad KL \text{ arası } 4 \text{ m, } LM \text{ arası } 3 \text{ m ise,}$$

$$|KM|^2 = 4^2 + 3^2$$

$$|KM|^2 = 16 + 9$$

$$|KM|^2 = 25 \quad |KM| = 5 \text{ m bulunur.}$$

Kamil'in yerdeğiştirmesi de 5 m olmuş.

Hız ve Sürat (V)

Konum anlık bir değerdir. Belli bir anda cismin bulunduğu yeri gösterir. Yerdeğiştirme ve alınan yol ise belli bir zaman aralığında gerçekleşir.

Yerdeğiştirmeyle beraber bu değişikliğin süresi de önemlidir. Hareketi daha iyi tanımlamak için işin içine zaman da girince, **hız ve sürat** kavramları ortaya çıkar.

Hız ve sürat kavramlarını günlük hayatta sürekli kullanırız. Birbirinin yerine aynı anlamdaymış gibi kullanılan bu iki kavram aslında farklıdır.

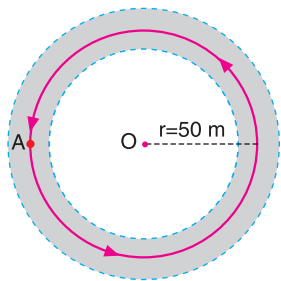
Sürat birim zamanda alınan yol için kullanılır.

"v" ile gösterilir. Yolu metre (m) , süreyi saniye (s) aldığımızda sürat birimi metre/saniye (m/s) olur.

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan Yol}}{\text{Zaman}}$$

$$V = \frac{x}{t}$$

"Bildığımız hız işte!" demeden dinleyin. Sonra üzölürsünüz :)



Çembersel pistte koşan bir koşucu A noktasından başlayıp tekrar A noktasına kadar bir dakikada bir tur atıyor.

Bu koşucunun süratini bulalım.

$$\text{Çemberin çevresi} = \text{Yol} = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3 \cdot 50 = 300 \text{ m}$$

Süremiz 1 dakika = 60 saniye ise,

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan Yol}}{\text{Geçen Süre}} \quad V = \frac{300}{60} = 5 \text{ m/s}$$

Koşucunun süratini 5 m/s bulduk.

Hız ise, birim zamandaki yerdeğiştirme.

Yine v harfiyle gösterilir ama üzerinde vektörel olduğunu gösteren ok bulunur (\vec{v}).

Birimi süratle aynı yani metre/saniye (m/s) dir.

$$\text{Hız} = \frac{\text{Yerdeğiştirme}}{\text{Zaman}}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

Şimdi önceki soruda süratini bulduğumuz koşucunun hızını hesaplayalım,

Yerdeğiştirme hareketlinin son konumu ile ilk konumunun farkıydı. $\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$

Çember üzerinde başladığı noktaya gelen koşucunun yerdeğiştirmesi $\Delta \vec{x} = 0$ dir. Bu durumda hızı da sıfır olur.

Yani bize göre Sürat = 5 m/s ama Hız = 0 dir.

Aman hızla sürati karıştırmayalım! **Sürat skaler, hız vektörel büyüklüktür.**

Bir noktadan harekete başlayan cismin sürati ve geçen süre bilgisiyle aldığı yol bulunabilir, ama cismin son bulunduğu noktayı bilemeyiz.

Örnek 2

İstanbul'dan Çanakkale'ye giden bir araç karayoluyla 500 km yolu 8 saatte alıyor.

Bu süre sonunda aracın yerdeğiştirmesi 250 km olduğuna göre, aracın sürati kaç km/saat tir?

Çözüm 2

Aslında bu soru gayet basit ama yanlış yapan o kadar çok oluyor ki şaşarsınız ☺ Bu soruda biraz da dikkat ölçülüyor. Sürat; alınan yolun geçen süreye oranıydı.

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan Yol}}{\text{Zaman}}$$

Soruda iki mesafe bilgisi var birisi 500 km, diğeri 250 km

İşte burada yanlış yapanlar 250 km yi kullananlar.

Aracın yerdeğiştirmesi 250 km yani İstanbul Çanakkale arası kuş uçuşu mesafe (Tabi kuşun sağa sola sapmadığını varsayıyoruz.) Araç karayolundan gittiği için dolanarak 500 km yol almış. Bu durumda:

$$\text{Sürat} = \frac{500}{8} = 62,5 \text{ km/saat}$$

Örnek 3

Bir turist taksiye binerek Üsküdar'dan Eminönü'ne 17 km yol alarak 30 dakikada ulaşıyor.

Turistin hareket boyunca yerdeğiştirmesi 3 km olduğuna göre, taksinin hız büyüklüğü kaç km/saat tir?

Çözüm 3

Bu soru da bir önceki sorunun neredeyse aynısı.

Ama burada sürati değıl, hızı sormuş. Yani dikkat etmemiz gereken şey; alınan yolla değıl, yerdeğiştirmeyle işlem yapacağımız. Turistimiz 17 km yol gitti, ama boğazın karşısına geçtiğı için yerdeğiştirme 3 km.

Vapurla geçseydi hem daha az para verirdi hem de manzaranın keyfini çıkarırdı ☺

Önemli birşey daha. Hızı km/saat cinsinden bulmak için dakika olarak verilen süreyi saate çevirmeliyiz.

1 saat 60 dakika olduğuna göre 30 dakika 0,5 saat yapar.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$$\vec{v} = \frac{3}{0,5} \quad v = 6 \text{ km/saat bulunur.}$$

Ortalama Hız ve Ortalama Sürat

Ortalama hız; yine aynı şekilde yerdeğiştirmenin geçen zamana oranıdır. Ortalama hız ifadesi genellikle hareket sırasında hız değışimi veya duraklamalar varken kullanılır.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

Hız düzgün değışiyorsa ortalama hızı:

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2}$$

formülüyle hesaplayabiliriz.

Bu formül hayat kurtarır. İleride kıymetini anlayacaksınız. İşlerimizi çok kolaylaştıracak :)

Hareketli bir cismin aldığı yolun geçen zamana oranına, **ortalama sürat** denir.

Skaler büyüklük olan sürat, yön bilgisi içermez.

$$\text{Ortalama Sürat} = \frac{\text{Alınan Yol}}{\text{Geçen Süre}}$$

Örnek 4

A noktasından B noktasına hareket eden bir araç yolun ilk yarısını 40 km/saat, ikinci yarısını 60 km/saat hızla alıyor.

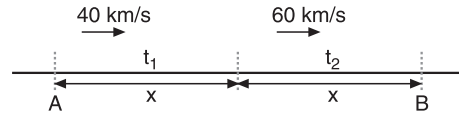


Buna göre, aracın ortalama hızı kaçtır?

Çözüm 4

Sakın $\frac{40 + 60}{2} = 50$ km/saat demeyin! Çünkü değıl.

Çözümü dikkatli inceleyin. Yolun yarısına x diyelim.



$$v_{\text{ort}} = \frac{2x}{t_1 + t_2} \text{ dir. } t_1 = \frac{x}{40} \text{ ise } t_2 = \frac{x}{60} \\ t_1 = 3t \text{ dersek } t_2 = 2t \text{ olur.}$$

$$v_{\text{ort}} = \frac{2x}{5t} \text{ olur. } x = 40 \cdot 3t \text{ veya } x = 60 \cdot 2t \text{ den}$$

$$\frac{x}{t} = 120 \text{ olur.}$$

$$v_{\text{ort}} = \frac{2}{5} \cdot 120 = 48 \text{ km/saat yani 50 değıl!}$$

Aralıklardaki süreleri bulurken, yolu (x) o aralıktaki hızla böldük. Hızın büyük olduğu aralığı daha çabuk alacağı için de hızın 60 olduğu aralık için 2t, 40 olduğu aralık için de 3t diye değıer verdik.

Bu süreler formülde yazılarak aşağıdaki gibi de çözülebilir.

$$v_{\text{ort}} = \frac{\frac{x}{40} + \frac{x}{60}}{\frac{x}{40} + \frac{x}{60}} = \frac{2x}{\frac{3x}{120} + \frac{2x}{120}} = \frac{2x}{\frac{5x}{120}} = \frac{2 \cdot 120}{5}$$

Buradan da $v_{\text{ort}} = 48$ km/saat bulunur.

Hangi şekilde yapmak size kolay geliyorsa onu seçebilirsiniz.

Sonuç, işlem hatası yapmazsanız değışmez:)

Anlık Hız ve Anlık Sürat

Ortalama değerler bize genel bir bilgi verir. Hareketi süresi içinde cismin hızında veya süratindeki değişimleri anlatmaz.

Örneğin evden okula giderken servis aracı bazen trafikte yavaşlar, ışıklarda durur, bazen de hızlanır.

Ev ile okul arasındaki yerdeğiştirme ve alınan yol toplam zamana bölündüğünde bulunan ortalama değer, 20 m/s bulunmuş olsun.

Ama araç bazen 10 m/s, bazen de 30 m/s ile hareket etmiş olabilir. Hatta ışıklarda da durmuştu.

İşte hareketin tamamı için değil de, çok kısa zaman aralıkları için hesaplanan hız ve sürate **anlık hız** ve **anlık sürat** denir.

Anlık hız hareketlinin o andaki hızını gösterir.

Trafikte bulunan hız uyarı levhaları ve araçlardaki hız göstergesinde yazan değerler anlık hızdır.



Otoyollardaki radarları bilirsiniz. Hız sınırını aşan araçlar bu radarlarla tespit edilerek trafik cezası kesilir. Bu radarlar o andaki hızı ölçerler. Sürücüler hız sınırının üstünde hareket ederken zamanında radarı farkedirse yavaşlayarak ceza almaktan kurtulabilir.

Yakın zamanda kullanılmaya başlanan bir başka sistemle bu uyanık sürücüler de yakalanabiliyor:))

Yol üzerinde belli aralıklara yerleştirilen kameraların plaka tanıma sistemiyle araçlar kaydediliyor ve çıkıştaki kamera aracın geçiş süresini hesaplıyor. İki kamera arasında geçen süre mesafeye bölünerek aracın ortalama sürati ölçülüyor ve limiti geçen trafik canavarlarına ceza yazılıyor.

Örnek 5

Uzunluğu 2900 metre olan Bolu Dağı tüneline hız limiti 70 km/saat tir. Tünele giren bir otobüs tünelden 2,5 dakika sonra çıkıyor.

Buna göre, sürücü hız sınırını aşmış mıdır?

Çözüm 5

Öncelikle size çok önemli bir noktadan, fizikte sıklıkla yapılan bir hatadan bahsedelim. Farklı birimlerdeki büyüklüklerle işlem yapılamaz. Yapılırsa sonuç yanlış olur.

Sorumuzda hız sınırı km/saat cinsinden verilmiş. Tünel uzunluğu metre, süre ise dakika.

Birim dönüşümleri yapıp soruyu çözmeye hazırlanalım.

Hız sınırı km/saat olduğu için, tünel uzunluğunu km, süreyi de saate çevirebiliriz.

Ya da hız sınırını metre/saniye, süreyi de saniyeye çevirebiliriz. Bu durumda hesaplanacak hız m/s cinsinden olacağı için karşılaştırma yaparken tekrar km/saat'e çevirmek gerekir.

Biz birinci yolu seçelim

1 km 1000 m olduğuna göre; 2900 m = 2,9 km

Bir saat 60 dk olduğu için; 2,5 dk = 2,5 / 60 = 0,04 saat

Bu bilgilerle,

$$\text{Ortalama Sürat} = \frac{\text{Alınan Yol}}{\text{Geçen Süre}}$$

$$\text{Ortalama Sürat} = \frac{2,9}{0,04} = 72,5 \text{ km/saat}$$

70 km/saat olan hız sınırını geçilmiş. Ama otobüsümüz ceza almayacak:)) Çünkü hız sınırının %10 una yani 77 km/saat e kadar ceza yok ☺

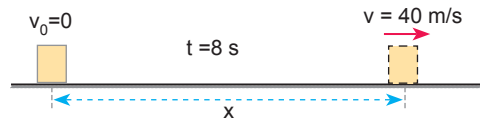
Örnek 6

Bir spor araba durgun halden harekete başlayıp düzgün hızlanarak 8 s de hızını 40 m/s ye çıkarıyor.

Buna göre, aracın bu sürede aldığı yol kaç metredir?

Çözüm 6

Şekil çizip olayı daha anlaşılır hale getirelim.



Cisim düzgün hızlandığı için ,

Ortalama hızını $v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2}$ den hesaplayabiliriz.

$$v_{\text{ort}} = \frac{0 + 40}{2} = 20 \text{ m/s} \quad \text{ortalama hızla 8 s yol aldı.}$$

$$x = v_{\text{ort}} \cdot t$$

$$x = 20.8$$

$$x = 160 \text{ m} \text{ bulunur.}$$

Formüllerdeki Δ (delta) ifadesi fizikte değişim demektir. Yani, son durum – ilk durum.

$\vec{\Delta x}$ = Yerdeğişime. (Son konum - İlk konum)

Δt = Zaman değişimi. Geçen süre.

$\vec{\Delta v}$ = Hız değişimi. (Son hız – İlk hız)

İvme (\vec{a})

Cisimlerin hızlarındaki değişime fizikte **ivme** diyoruz. Daha akademik bir tanım yapacak olursak; birim zamandaki hız değişimine **ivme** denir ☺

Benim en sevdiğim tanım ise: "İvme hızın hızıdır".

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

İvmenin birimi (m/s^2) dir.

İvme bir cismin hızının nasıl değiştiğini gösterir.

Örneğin $a = 10 \text{ m/s}^2$ ise, cismin hızı 10 ar 10 ar artacak ya da azalacaktır.

Yerçekimi ivmesi $g = 10 \text{ m/s}^2$ olduğu için yere düşmekte olan bir cismin hızı her saniye 10 m/s kadar artar.

Yukarı doğru atılan cismin hızı ise her saniye 10 m/s azalır.

Hızlanan ve yavaşlayan hareketi incelerken ivmeden tekrar bahsedicez. Şimdilik ne olduğu bilelim yeter.

DOĞRUSAL HAREKET (BİR BOYUTTA HAREKET)



Hareketlinin farklı zamanlarda bulunduğu noktaların birleştirilmesiye oluşan şekile **yörünge** denir. Hareket türleri isimlendirirken, yörüngelerine göre de isimlendirilir. Doğrusal hareket, çembersel hareket gibi.

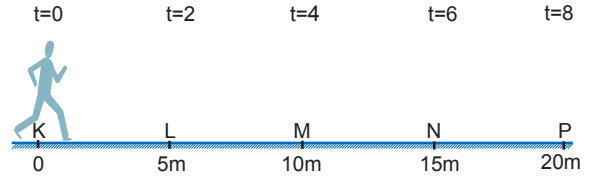
En temel hareket çeşiti olan Düzgün Doğrusal Hareketi inceleyelim.

Düzgün Doğrusal Hareket

Adı üzerinde doğrusal, yani bir doğru boyunca yapılan hareketlere doğrusal hareket denir.

Hareket sırasında hız büyüklüğü de sabit ve değişmiyorsa, buna **düzgün doğrusal hareket** denir. İvme sıfırdır.

En temel hareket şekli olan bu hareketi bir örnek üzerinden inceleyerek daha iyi anlayabiliriz.



Şekildeki koşucu K noktasından koşarak geçmeye başladığında kronometre başlatılıyor.

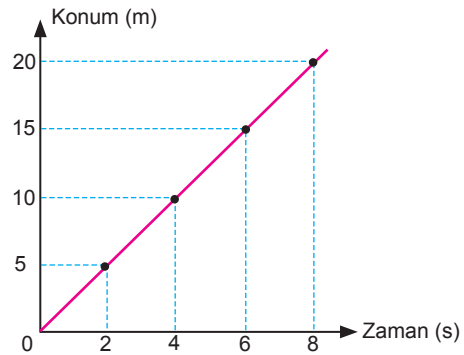
Koşucu K, L, M, N, P noktalarındayken kronometrede okunan değerler saniye olarak şekildeki gibi oluyor.

Şimdi bu değerleri bir çizelgede gösterip sonra da bu değerleri kullanarak bir grafik çizebiliriz.

	K	L	M	N	P
Konum (m)	0	5	10	15	20
Zaman (s)	0	2	4	6	8

Fizikte grafikler çok önemlidir.

Grafikleri iyi öğrenirsek birçok soruyu daha iyi anlayıp kolayca çözebilirsiniz.



Konum- zaman (x-t) grafiğinde grafiğin eğimi (dikliği) bize hızın büyüklüğünü gösterir.

Burada çıkan grafiğin doğrusal olması bize hız değerinin değişmediğini gösterir. Eğimi yani dikliği değişmiyor.

Grafikte de açıkça görüldüğü gibi eşit zaman aralıklarındaki yerdeğiştirmeler de eşit oluyor. Hareketli her 2 s de 5 m yerdeğiştirme yapmış.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{t}$$

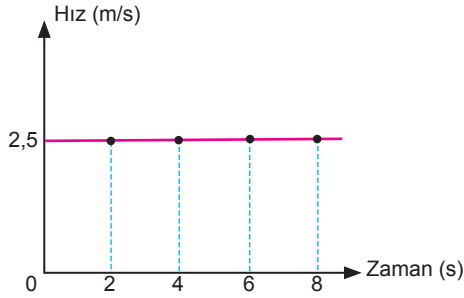
$$\vec{v} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ m/s oluyor.}$$

Bu her aralık için aynı çıkacaktır.

Şimdi de hareketlinin hız-zaman grafiğini çizelim.

Zaman Aralığı (s)	0-2	2-4	4-6	6-8
Hız (m/s)	2,5	2,5	2,5	2,5

Tablodaki değerleri grafiğimizde yerleştirirsek;



Hız - zaman grafiğinden de hız değerinin sabit olduğu görülmüyor.

Sabit hızlı harekette hareketlinin yerdeğiştirmesini hesaplamak gayet kolaydır. Günlük hayatta sürekli yaptığımız işlem aslında. Dört işlem bilen herkes bunu zaten yapıyor.

İnanmazsanız sorun birisine ☺

100 km/saat hızla giden otobüs 3 saatte kaç km yol alır? Bu soruya hayatında fizik dersi görmemiş olanlar bile cevap verebilir ☺

Ne yapıyoruz bulmak için; saatte aldığı yol olan 100 km yi 3 saatle çarpıyoruz.

Yerdeğiştirme = Hız. Geçen zaman

$$\Delta \vec{x} = \vec{v} \cdot \Delta t$$

Burada yaptığımız işlem aslında hız - zaman grafiği altındaki alanı hesaplamak.

Grafiğin bir eksenini hız, diğer eksenini zaman olduğu için çarpımları, yani alttaki alan yerdeğiştirme bağıntısıyla aynıdır.

Bu şekilde belli zaman aralıklarındaki yerdeğiştirmeler grafik yardımıyla hesaplanabilir. Zaman eksenini ile hız çizgisi arasındaki alan, yerdeğiştirmeyi verir.

Burada şu çok önemli !

Yerdeğiştirme ve alınan yol kavramlarının günlük hayatta aynı şeymiş gibi kullanıldığından bahsetmiştik. Fizikte buna çok dikkat etmek gerekiyor.

Grafikten bulunan alan yolu değil, yerdeğiştirmeyi verir. Yukarıdaki örnekteki hareketli doğru boyunca ve tek yönde hareket ettiği için yerdeğiştirme ve alınan yol aynıdır.

Ama bazen grafiklerde hız çizgimiz zaman ekseninin altında olacak.

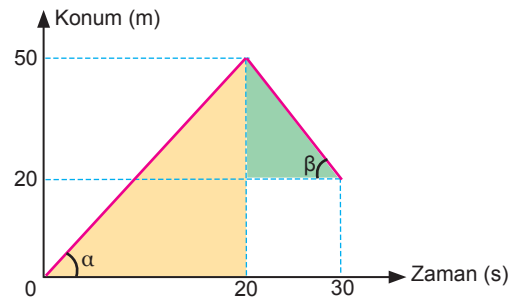
Yani (-) hız kavramı var. Hızın (-) olması ters yönde hareket demektir. Doğrusal bir yolda hareketli yön değiştirirse **alınan yol ve yerdeğiştirme** eşit olmaz.

Vektörel büyüklüklerde (+) ve (-) işaretleri; yön anlamına gelir. Hızı +10 m/s olan araç, -10 m/s olan araçtan hızlı değildir. Ters yönlerde aynı hız büyüklüğü ile hareket ettiklerini gösterir.

Bunu bir örnek üzerinde daha iyi anlayacaksınız.

Örnek 7

Aşağıda konum-zaman grafiği verilen hareketlinin 0-20 ve 20-30 s aralıklarındaki hız değerlerini hesaplayarak, hız-zaman grafiğini çizelim;



Çözüm 7

Grafik okumak çok önemli demiştik. Gelin bu grafik bize ne anlatıyor beraber inceleyelim.

İlk yapılacak şey grafiğin ne grafiği olduğuna bakmak. Konum - zaman grafiğini hız - zaman grafiği sanıp yanlış yapan o kadar öğrenci gördüm ki şaşırırsınız.

Grafik iki parçadan oluşuyor. 0-20 s ve 20-30 s aralıklarında iki doğru parçası var.

- 0-20 s aralığında konum 0 dan 50 m ye gelmiş.
20.s de konumu +50 m.
- 0-30 s aralığında ise konum 50 m den 20 m ye gelmiş.
30.s de konumu +20 m.
- 20.s den sonra hareketlinin yön değiştirdiğini şekle bakarak görebilirsiniz. 0-20 s aralığında yukarı yönde gidiş var. 20.s den sonra ise grafik aşağı doğru hareket ediyor.

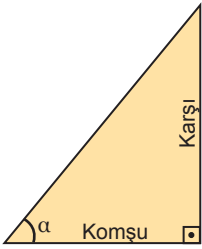
Şimdi aralıklardaki hız değerlerini hesaplayalım.

Konum - zaman grafiğinde eğim bize hızı veriyordu.

Eğim, grafiklerde çok işimize yarayacağı için biraz eğimden bahsedip sonra sorumuza döneriz.

8. Sınıfta matematik dersinde eğim anlatılmıştı. Siz hatırlıyorsunuzdur ama ben yine de tekrar edeyim ☺

Eğim, dikliğin ölçüsüdür ve doğrunun x ekseninin pozitif yönüyle yaptığı açının tanjantıdır.



Şekildeki üçgende eğimi yazalım

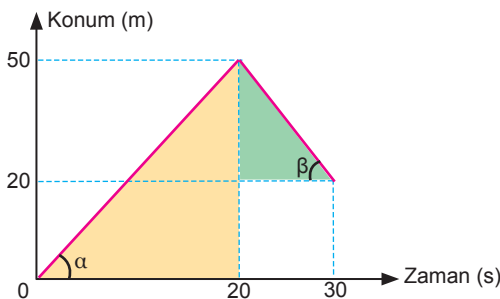
$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}}$$

Biz x ekseninin pozitif yönüyle falan uğraşmıycaz. Üçgen üzerinden eğimi bulursak hız büyüklüğünü de bulmuş oluruz.

Yine 8. sınıftan hatırlıyorsunuzdur ☺ Eğim geniş açılar için negatif olurdu. Konum-zaman grafiğinde eğim hızı verdiği için eğimin negatif olması hızın da negatif olması demektir. Yani hareketlinin (-) yönde gitmesi.

Eğimin (+) mı yoksa (-) mi olduğunu görmek aslında çok kolay. Grafiğimiz yukarı yönde gidiyorsa (sağa yatıksa) eğim pozitif, aşağı yönde gidiyorsa (sola yatıksa) eğim negatiftir. Hepsı bu kadar.

Kafası karışanlar soruyu çözerken daha iyi anlayacak. Panik yapmayın ☺



Gelelim sorumuzaaa;

0-20 s aralığı için, grafikte sarı ile gösterdiğimiz üçgeni kullanıcaz ve α açısının tanjantını hesaplaycaz.

Grafikten karşı kenarın 50m, komşu kenarın 20 s olduğu görünüyor. Eğimin işareti burada (+) olmalı. Grafik yükseliyor.

$$\tan \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}} = \frac{50}{20} = +2,5 \text{ m/s}$$

20-30 s aralığı içinse, grafikte yeşil ile gösterdiğimiz üçgeni kullanıcaz ve β açısının tanjantını hesaplaycaz.

Grafikten baktığımızda karşı kenar 50 - 20 = 30 m, komşu kenar ise 30 - 20 = 10 s olduğu görünüyor. Eğimin buradaki işareti ise (-) olmalı. Grafik alçalıyor.

$$\tan \beta = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}} = \frac{30}{10} = -3 \text{ m/s}$$

Hız büyüklüklerini +2,5m/s ve -3 m/s olarak bulduk. Yani hareketli 0-20 s aralığında (+) yönde 2,5 m/s hızla gittikten sonra, 20-30 s aralığında da (-) yönde 3m/s hızla hareket etmiştir.

Sayı doğrusu üzerinden konuşursak; 50 m sağa, sonra 30 m sola hareket etmiş.

Hızları bir de formül kullanarak bulalım isterseniz.

0 - 20 s aralığı için:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}} \quad \Delta \vec{x} = 50 - 0 = 50 \text{ m}$$

$$\Delta t = 20 \text{ s} \quad (\text{grafikte görünüyor})$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{50}{20} = 2,5 \text{ m/s}$$

20 - 30 s aralığı için:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}} \quad \Delta \vec{x} = 20 - 50 = -30 \text{ m}$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{-30}{10} = -3 \text{ m/s}$$

Şimdi dikkatinizi çekeceğim noktaya gelelim.

Bu hareketlinin 30 s boyunca;

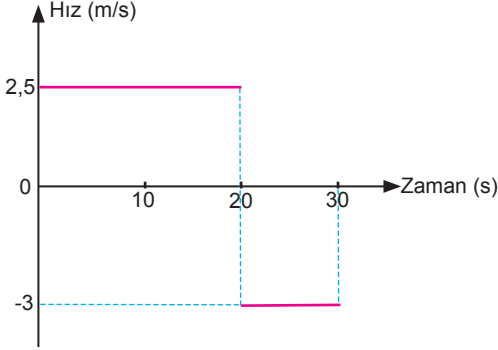
Aldığı yol = 50 + 30 = 80m dir.

Yerdeğiştirmesi ise $\Delta x = 50 - 30 = 20 \text{ m}$ dir.

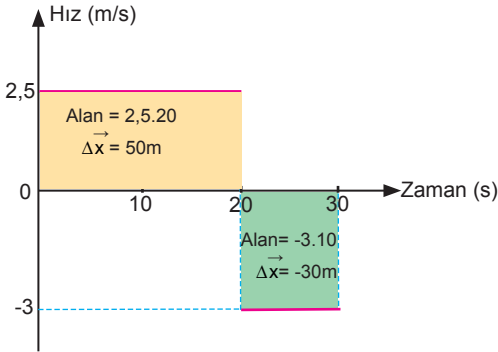
Alınan yol her zaman yerdeğiştirmeye eşit olmaz. Yerdeğiştirme hesaplanırken yöne dikkat etmek gerekir.

Şimdi bu verileri kullanarak hız - zaman grafiği çizelim.

Bulduğumuz hız değerlerini yerleştirdiğimizde elde edeceğimiz grafik aşağıdaki gibi olacaktır.



Hız - zaman grafiğinde alanın yer değiştirmeyi verdiğini söylemiştik. Bunu çizdiğimiz grafik üzerinde gösterip, söylediğimiz de ispatını yapmış olalım.



Şeklin üzerindeki işlemlerden görüldüğü gibi, 0 - 20s aralığındaki yer değiştirme grafik ve zaman eksenini arasındaki alan kadardır.

0 - 20 s aralığında:

$$\text{Alan} = \Delta \vec{x} = \vec{v} \cdot \Delta t$$

$$\Delta \vec{x} = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ m}$$

20 - 30 s aralığında:

$$\text{Alan} = \Delta \vec{x} = \vec{v} \cdot \Delta t$$

$$\Delta \vec{x} = -3 \cdot 10 = -30 \text{ m}$$

0 - 30 s aralığındaki toplam yer değiştirme ise:

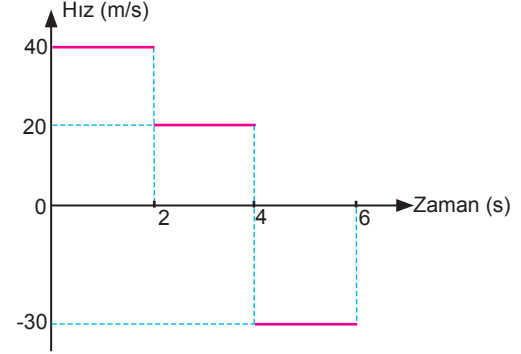
$$\Delta \vec{x} = 50 - 30$$

$$\Delta \vec{x} = 20 \text{ m dir.}$$

Hız - zaman grafiğinden konum - zaman grafiğine geçişle ilgili hemen bir örnek daha çözelim.

Örnek 8

Şekilde hız - zaman grafiği verilen hareketi yorumlayarak, konum zaman grafiğini çizelim.



Çözüm 8

Grafiği incelediğimizde, hareketlinin 0 - 2 s aralığında sabit 40 m/s hızla hareket ettiği görülüyor.

Bu aralık için, hız çizgisi ve zaman eksenini arasındaki alan yer değiştirmeyi verecektir.

Hesaplandığında bu alan 80 m bulunur. Hesabı siz de yapabilirsiniz. Göstermeye gerek yok sanırım ☺

Hareketli 0 - 2 s aralığında + yönde 80 m yer değiştirmiştir.

2 - 4 s aralığında hız yine sabit ve 20 m/s olduğu için yer değiştirme (alttaki alandan) 40 m dir.

4 - 6 s aralığında ise hız çizgimizin zaman ekseninin altında olması hareketlinin (-) yönde gittiğini gösterir.

Zaten hız değeri de sabit ve - 30 m/s dir.

Bu durumda 4 - 6 s aralığındaki yer değiştirme için alanı hesaplırsak, - 30.2 = - 60 m bulunur.

Özetle hareketli önce (+) yönde 80m ve 40 m, daha sonra (-) yönde 60 m yer değiştirmiştir.

Hareketlinin 6 s boyunca aldığı yol;

80 + 40 + 60 = 180 m dir. Alınan yolda yön önemli değildir.

Aynı zaman aralığı için yer değiştirme ise;

80 + 40 - 60 = 60 m bulunur. Yine söyleyelim ☺

Yer değiştirmede yön çok önemlidir.

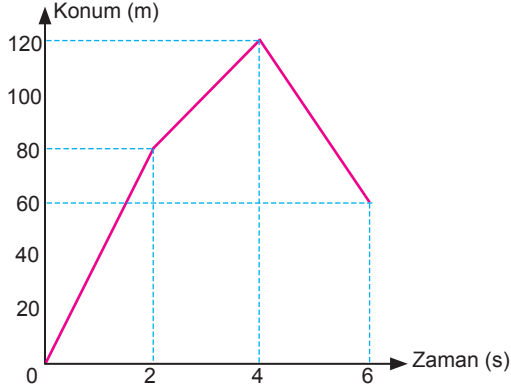
Şimdi bu değerlerle konum - zaman grafiği çizelim.

Yer değiştirmeler:

0 - 2 s arasında 80 m

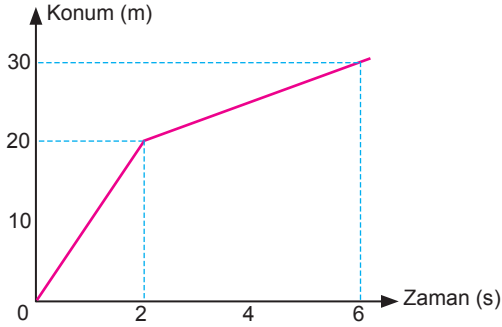
2 - 4 s arasında 40m

4 - 6 s arasında -60m

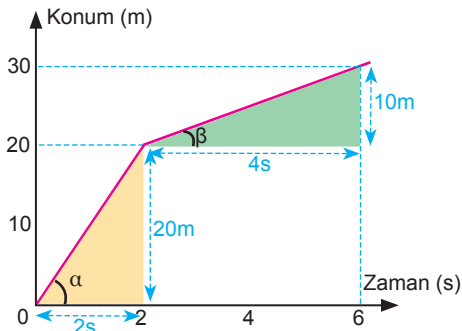


Örnek 9

Konum – zaman grafiği şekildeki gibi olan K hareketlisinin 0 - 2 ve 2 - 6 saniyeler arasındaki hızları v_1 ve v_2 ise, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?



Çözüm 9



x- t grafiğinde eğim hızı veriyordu. Şekildeki üçgenlerde kenar uzunlukları görünüyor. Bunları kullanarak eğimleri

bulduğumuzda hızları da bulmuş olacağız.

v_1 hızı; $\tan \alpha$

v_2 hızı; $\tan \beta$ dır.

$$v_1 = \frac{20}{2} = 10 \text{ m/s}$$

2s'de 20 m yerdeğiştirmiş

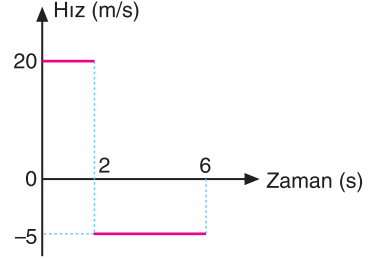
$$v_2 = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ m/s}$$

4s'de 10 m yerdeğiştirmiş

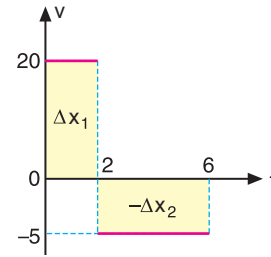
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{10}{2,5} = 4 \text{ olur.}$$

Örnek 10

Hız - zaman grafiği şekildeki gibi olan bir hareketli $t = 0$ anında başlangıç noktasında olduğuna göre, hareketlinin 2. ve 6. s'de başlangıç noktasına uzaklığı nedir?



Çözüm 10



Hız - zaman grafiği altındaki alanlar yerdeğiştirmeyi verir.

0 - 2 arasında $\Delta \vec{x}_1$, 2 - 6 arasında $\Delta \vec{x}_2$ kadar yerdeğiştirmiş.

$$\Delta \vec{x}_1 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ m}$$

$$\Delta \vec{x}_2 = -5 \cdot 4 = -20 \text{ m}$$

Yani hareketli önce (+) yönde 40 m sonra da (-) yönde 20 m yol almış.

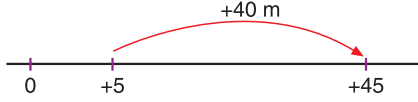
$t = 0$ anında konum 0 ise; 2.s de 40 m, 6.s de ise $40 - 20 = 20 \text{ m}$ olur.

Tekrar edelim. Grafikten bulunan alanlar hareketlinin nerede olduğunu (konumu) göstermez; yerdeğiştirmeyi gösterir.

0 - 2 arasında +40 m yerdeğiştirme var.

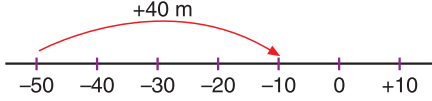
- $t = 0$ anında konumu $+5$ m olsaydı;

$t = 2$ s de konum $5 + 40 = +45$ m olurdu.

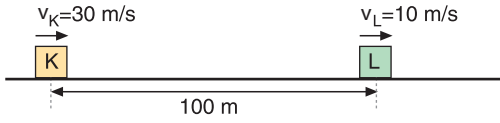


- $t = 0$ anında konumu -50 m olsaydı;

$t = 2$ s de konum $-50 + 40 = -10$ m olurdu.

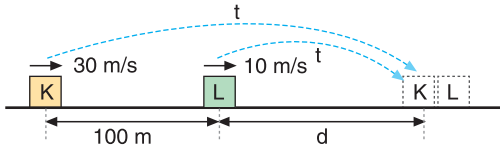


Örnek 11



Aynı doğrusal yolda şekildaki konumlardan $v_K = 30$ m/s ve $v_L = 10$ m/s hızlarla harekete başlayan K, L araçları kaç s sonra yan yana gelir?

Çözüm 11



Şekli incelersek L hareketlisi d yolunu alırken K hareketlisi $(100 + d)$ yolunu alacaktır. (Süre ikisi için de aynı)

$d = v_L \cdot t$ L'nin hızını yerine yazarsak

$$d = 10 \cdot t$$

$100 + d = v_K \cdot t$ K'nin hızını yerine yazarsak

$$100 + d = 30 \cdot t$$

$100 + 10t = 30t$ İki bağıntıyı eşitlersek.

$$100 = 20t$$

$$t = 5 \text{ s bulunur.}$$

Bu çözüm doğru ve klasik bir çözümdür.

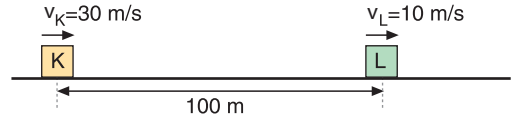
Fakat şöyle de düşünebiliriz.

K'nin hızı 30 m/s, L'nin hızı 10 m/s

Yani 1 saniyede K hareketlisi L'ye 20 m yaklaşacaktır. Aradaki 100 m yol farkını, her saniye 20 m yaklaşarak 5 s de kapatır ve yan yana gelirler.

Burada şu genellemeyi yapabiliriz.

Aradaki Yol Farkı = Hız Farkı x Zaman

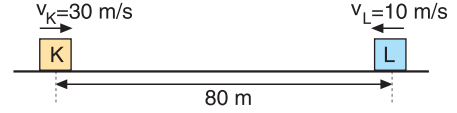


Aynı yönde giden araçların karşılaşma süresi için:

$$x = (v_K - v_L) \cdot t$$

$$100 = (30 - 10) \cdot t \quad 100 = 20 \cdot t \quad \text{buradan, } t = 5 \text{ s}$$

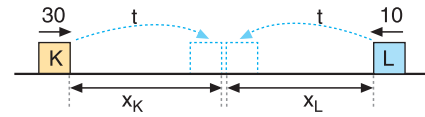
Örnek 12



K ve L hareketlileri aynı doğrusal yolda şekildaki konumlardan birbirlerine doğru $v_K = 30$ m/s ve $v_L = 10$ m/s hızlarla harekete başlıyorlar.

Buna göre, araçlar kaç s sonra karşılaşır?

Çözüm 12



$$x_K = v_K \cdot t \Rightarrow x_K = 30 \cdot t$$

$$x_L = v_L \cdot t \Rightarrow x_L = 10 \cdot t$$

$$x_K + x_L = 80 \text{ m dir.}$$

$$30t + 10t = 80$$

$$40t = 80 \Rightarrow t = 2 \text{ s dir.}$$

Yine aynı mantıkla cisimler birbirine her saniye

$(30+10) = 40$ m yaklaşırlarsa;

80 m yolu toplamda 2 s de alırlar.

Zıt yönde karşılıklı giden araçların karşılaşma süresi için:

$$x = (v_K + v_L) \cdot t$$

$$80 = (30 + 10) \cdot t \quad 80 = 40 \cdot t \quad \text{buradan, } t = 2 \text{ s}$$

Örnek 13

Doğrusal bir yolda şekildeki konumlarda bulunan K ve L araçları birbirlerine doğru sırasıyla, 25 m/s ve 15 m/s sabit hızlarla hareket ettiklerinde 4 s sonra karşılaşıyorlar.

Buna göre, araçlar ilk konumlarından aynı yönde hareket etselerdi kaç saniye sonra karşılaşırlardı?

Çözüm 13

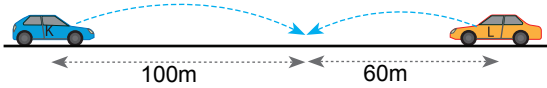
Aslında önceki sorulardan çok farkı olmayan bir soru. Araçlar arası uzaklık başta verilmeyip bizim bulmamız istenmiş.

Yoksa istenmemiş mi :))

Biz yine aradaki uzaklığı bularak klasik çözümümüzü yapalım. Soruda söylendiği gibi 4 s boyunca aldıkları yolların sonunda karşılaştıklarına göre, aralarındaki uzaklık bu yolların toplamı kadardır. 4 s de alacakları yolları hızlarını süreyle çarparak bulabiliriz.

$$x_K = 25 \cdot 4 = 100 \text{ m}$$

$$x_L = 15 \cdot 4 = 60 \text{ m}$$



Araçlar arası uzaklığın 160 m olduğunu bulduk.

Şimdi soruda ki gibi aynı yönde hareket etselerdi kaç s de karşılaşırlardı onu bulalım.

Aynı yön derken sağa mı sola mı olduğunu söylememiş. Ama karşılaşmaları için hızı büyük olanın arkada olması gerektiğini biz düşünebiliyoruz değil mi :))



Sorunun bundan sonraki kısmı 5. sorudaki gibi.

Biz bundan sonrasını klasik yöntemle değil de bizim yöntemle çözerek fazla uzatmayalım.

K nin hızı L den fazla olduğu için her saniye L ye hız farkları kadar yaklaşacaktır. Hızları farkı;

$$25 - 15 = 10 \text{ m/s}$$

Aradaki uzaklık 160 m olduğu için bu farkı kapatması da

$$t = \frac{x}{v} = \frac{160}{10} = 16 \text{ s sürecektir.}$$

Şimdi çözüme başlarken söylediğimiz gibi, aralarındaki uzaklığı bulmaya gerek var mıydı? sorusuna gelelim.

Cevap: Gerek yoktu !

Soruya hep beraber bir daha bakıyoruz.

Karşılıklı olarak hareket ettiklerinde 4 s de karşılaşıyorlarmış. Aynı yönde gitseler kaç s de karşılaşırlarmış....

Bize karşılaştıkları yeri veya başka birşey sormuş mu?

Hayır.

Zıt yönde (karşılıklı) hareket ettiklerinde her saniye ikisinin aldıkları yolların toplamı kadar yaklaşacaklar.

Aynı yönde gittiklerinde ise ikisinin aldığı yolların farkı kadar yaklaşacaklar.

Yani zıt yönde giderlerken hızlarının toplamı kadar, aynı yönde giderken de her saniye hızlarının farkı kadar aralarındaki uzaklık değişiyor.

İki durumda da aradaki aynı mesafeyi kapatacaklarından, bu mesafenin ne olduğu bizi ilgilendirmiyor.

$$v_K + v_L = 40 \text{ m/s}$$

$$v_K - v_L = 10 \text{ m/s}$$

İlk durumdaki hız ikinci durumun 4 katı olduğu için, ikinci durumdaki süre de ilk sürenin 4 katı olmalıdır.

Yani hızları toplamıyla yaklaştıklarında süre 4 s ise, hızları farkıyla yaklaştıklarında bunun 4 katı yani:

$$4 \cdot 4 = 16 \text{ s olacaktır.}$$

Hepsi bu kadar işte :))

İlk çözüm olmaz mı?

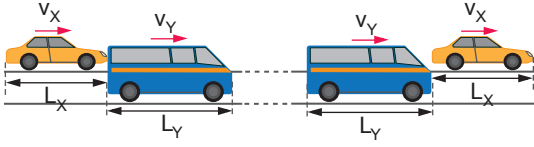
Olmaz olur mu hiç.

O çözüm bir klasik:))

Ama bu sorularla sadece yazılılarda karşılaşmayacaksınız. YGS ve LYS de zaman sınırlı olduğundan uzun yollarından çözmek biraz sorun olabiliyor.

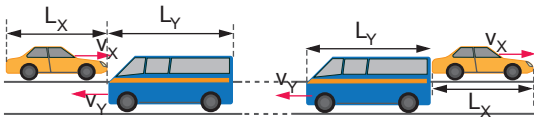
Ayrıca unutmayın, ne kadar çok işlem varsa, işlem hatası ihtimali de o kadar artar.

Sollama Problemleri



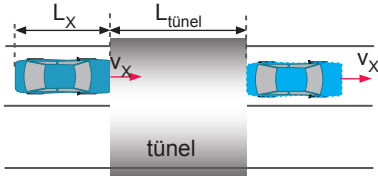
X aracının Y aracını geçmeye başladığı an, X'in ön ucunun Y'nin arka uç hizasına geldiği andır. X, Y yi sollarken kendi boyu ve Y nin boyunu geçmelidir. Geçeceği hız ise hızları farkıdır. Geçme süresi:

$$t_{\text{geçme}} = \frac{L_X + L_Y}{v_X - v_Y} \text{ dir. Yani } \frac{\text{Boyları toplamı}}{\text{Hızları farkı}}$$



Araçların ön uçları aynı hizaya geldiğinde birbirini geçme başlar ve arka uçları yanyana gelince birbirini geçme tamamlanır.

$$t_{\text{geçme}} = \frac{L_X + L_Y}{v_X + v_Y} \text{ dir. Yani } \frac{\text{Boyları toplamı}}{\text{Hızları toplamı}} \text{ dir.}$$



Aracın tüneli tamamen geçmesi, ön ucun tünele girmesiyle başlar ve arka ucun tüneleden çıkmasıyla biter.

$$t_{\text{geçme}} = \frac{L_X + L_{\text{tünel}}}{v_X} \text{ dir.}$$

Bu soruları çözerken çizim yapmalıyız.

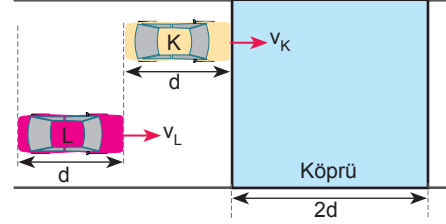
Son durumu çizmek ve ilkiyle ilişki kurmak çözümü kolaylaştırır.

Bununla ilgili bi örnek çözelim.

Örnek 14

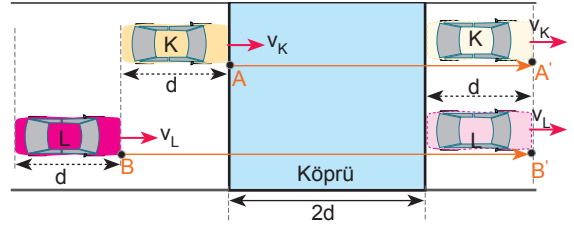
Doğrusal bir yolda v_K, v_L hızlarıyla hareket eden K, L araçlarının boyları d kadardır.

K, L araçları $2d$ uzunluğundaki köprü önünde şekildeki konumda olup köprüyü aynı anda tamamen geçiyorlar.



Buna göre, $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?

Çözüm 14



Soruda bahsedilen köprüyü tamamen geçme durumunu yukarıdaki gibi çizelim.

Süre iki araç için de aynıdır.

Cisimler üzerinde bir nokta seçip ilk ve son durumdaki konumuna bakacağız.

A noktasının aldığı yol K'nin (Şekilden takip edin)

B noktasının aldığı yol L'nin aldığı yoldur.

Şekilden bu yollar:

$$x_K = 2d + d \quad (\text{A noktasının aldığı yol})$$

$$x_L = d + 2d + d \quad (\text{B noktasının aldığı yol})$$

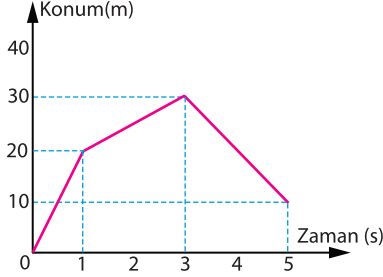
$$\frac{x_K}{x_L} = \frac{3d}{4d} = \frac{v_K \cdot t}{v_L \cdot t} \quad \text{buradan.}$$

$$\frac{v_K}{v_L} = \frac{3}{4} \quad \text{bulunur.}$$

Şimdi farklı bir kaç soru tipi daha görelim.

Örnek 15

Doğrusal bir yolda hareket eden aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre aracın,

- I. 3. saniyedeki konumu nedir?
- II. 0-5 s aralığındaki yerdeğiştirmesi kaç metredir?
- III. Araç hareketi süresince ne zaman yön değiştirmiştir?

Çözüm 15

Konum-zaman grafiğinde konumla ilgili herşey görüldüğü gibidir:)

Hızı bu grafikten hemen göremeyiz ama hesaplayabiliriz.

I. öncülde 3. saniyedeki konumu sormuş. Yapacağımız şey gayet basit:

Grafikten 3. saniyeye gidip düşey yukarı çıkıyoruz. Konum çizgisine gelince soldaki konum değerini okuyoruz.

Burada 30 m olduğu görünüyor.

II ve III. öncülleri beraber çözelim. Grafiğe baktığımızda,

0 - 1 s aralığında 20 m yol almış.

1 - 3 s aralığında 10 m daha yol alarak 30 m ye gelmiş.

3 - 5 s aralığında ise 20 m yol alarak 10. metreye gelmiş.

Yani araç 3.s de yön değiştirerek ters yönde 20 m yol almış. Aracın yön değiştirdiği yer konum - zaman grafiğinin yön değiştirdiği yerdir. Herşey görüldüğü gibidir derken bunu kastediyoruz.

Sonuçta aracın 5 s de aldığı yol $20 + 10 + 20 = 50$ m dir.

Amaaa bize aldığı yolu değil, yerdeğiştirmeyi soruyor.

Yerdeğiştirme = Son konum - İlk konum

$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$ şeklinde bulunur. (+), (-) çooooook önemliydi.

$\Delta \vec{x} = 10 - 0 = 10$ m olur.

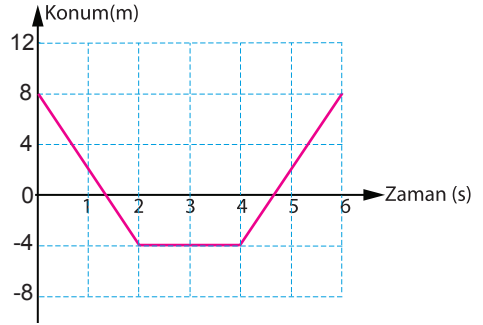
5. saniyede başladığı noktaya uzaklık +10 m dir. + olması başladığı noktanın sağında (+) yönde (sayı doğrusu için sağında) olduğunu gösteriyor.

Anlatım biraz uzun oluyor. Sonraki sorunun çözümü daha uzun :(Ama bu sizin iyiliğiniz için. Sabredip okursanız konunun mantığını daha iyi kavrayıp, başka sorularda çok rahat edersiniz. İleride karşılaşabileceğiniz durumlardan bahsediyorum ☺

Grafikli bir örnekle daha devam edelim.

Örnek 16

Doğrusal yolda hareket eden bir aracın konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre aracın,

- I. 0-2 s ve 0-6 s aralıklarındaki yerdeğiştirmesi nedir?
- II. 0-2 s ve 4-6 s aralıklarındaki hızı nedir?
- III. Aracın 0-6 s aralığındaki ortalama sürati ve ortalama hızı nedir?

Çözüm 16

Önce grafikten aracın hareketini inceleyerek her aralık için neler yaptığına bakalım. Bu bilgilerle de sorumuzu çözeriz artık :)

Öncelikle araç harekete 0 noktasından başlamıyor.

Böyle bir zorunluluğu da yok zaten, istediği yerden başlar.

Başlangıçta aracımız +8 metrede.

Grafiğin devamında 1.s den sonra zaman eksenini keserek alt kısma geçmiş. Bu sizi korkutmasın, karışık bir şey yok. Devamına bakıyoruz. 2.s de konumu - 4 m.

Bu aralıkta + 8 den sıfıra, oradanda -4 e geldiğine göre; aldığı yol 12 m

Yerdeğiştirmesi ise (-) yönde gittiği için, -12 m dir (yer değiştirme vektörel di unutmayalım).

$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$ ise,

$\Delta \vec{x} = (-4) - (+8)$, $\Delta x = -12$ m

2 - 4 s aralığında grafik gördüğünüz gibi yatay.

2.s den 4.s yeye kadar konum - 4 m. Yani aracımız duruyor.

4 - 6 s aralığında grafik yukarı doğru yönelmiş, yani (+) yönde hareket ediyor.

4.s de konum -4 m. 6.s de +8 m olmuş.

Bu durumda aldığı yol 12 m olur.

Yerdeğiştirme ise yine;

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}} \text{ ten}$$

$$\Delta \vec{x} = +8 - (-4) \quad \Delta \vec{x} = +12 \text{ m}$$

(+) yönde gidiyor demiştik :)

Doğrusal bir yolda (+) yönde hareket için, yerdeğiştirme ve alınan yol aynı olur.

Alışmanız ve iyice kavramanız için incelemeyi epeyce uzattık ama sorun değil. Yeterki öğrenelim.

I. öncülde sorulan 0 - 2 s aralığındaki yerdeğiştirmeyi, $\Delta \vec{x} = -12$ m, olarak zaten bulmuştuk. 0 - 6 s aralığı, yani hareketin tamamı için de bulalım.

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$$

$$\Delta \vec{x} = (+8) - (-8) \text{ den } \Delta \vec{x} = 0 \text{ dir.}$$

Araç 6 s sonunda başladığı noktaya geri dönmüş.

II. öncülde, 0 - 2 s ve 4 - 6 s aralıklarındaki hızları istiyor. Öğrendik nasıl olacağını, panik yok:)

Önceki sorularda grafikteki eğimden hızı bulmuştuk. Burada da aynıını yapabiliriz. Hatta siz öyle yapın. Şimdi bana şekil çizdirmeyin ☺ Benim aşağıda yapacağım da aslında şekil çizmeden aynı şeyleri yapmak olacak.

$$\text{Hız için denkleminiz } \vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \text{ idi.}$$

Yer değiştirmeleri de baştaki incelememizde bulmuştuk. Yerine koycaz.

0 - 2 s aralığı için, yerdeğiştirme, $\Delta \vec{x} = -12$ m

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{-12}{2} = -6 \text{ m/s}$$

4 - 6 s aralığı içinse, yerdeğiştirme, $\Delta \vec{x} = +12$ m

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{12}{2} = +6 \text{ m/s}$$

Hızları - 6 m/s ve +6 m/s olarak bulduk.



DİKKAT

İki aralıkta bulduğumuz hızlar eşit dersek yanlış yapmış oluruz. Eeeee ikisi de 6 değil mi?

Evet 6 ama, hızların biri (+) diğeri (-) olduğu için bunu diyemeyiz. Doğrusu; hız büyüklükleri eşit demektir.

Şunu da unutmayın! Matematikteki gibi + 6, - 6 dan büyük değildir. Vektörel ifadelerde (+) ve (-) işaretleri; yön belirtir. Aynı büyüklükteki hızlarla, zıt yönlerde hareket ediyorlar.

III. öncülde, 0 - 6 s aralığında ortalama sürat ve ortalama hızı soruyor.

Skaler büyüklük olan sürat alınan yol kullanılarak, vektörel olan hız ise, yerdeğiştirme kullanılarak bulunuyordu.

$$\text{Ortalama Sürat} = \frac{\text{Alınan Yol}}{\text{Geçen Süre}}$$

$$\text{Ortalama Hız} = \frac{\text{Yerdeğiştirme}}{\text{Geçen Süre}}$$

Aracın 6 s boyunca aldığı yolu, baştaki incelemeden bulduğumuz aralıklardaki aldığı yolları toplayarak bulalım.

0 - 2 s arasında 12 m,

2 - 4 s aralığında 0 (duruyordu),

4 - 6 s aralığında 12 m,

Toplamda 12 + 0 + 12 = 24 m olur.

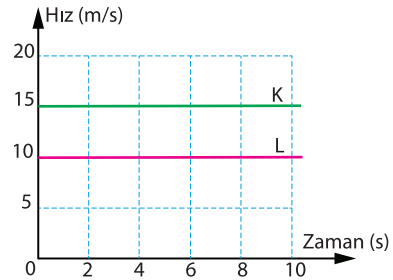
$$\text{Ortalama Sürat} = \frac{24}{6} = 4 \text{ m/s bulunur.}$$

Bu aralıktaki yerdeğiştirmeyi sıfır bulmuştuk. Araç 6 s sonra başladığı noktaya geri dönmüştü. $\Delta \vec{x} = 0$

Ortalama hız = 0 dir.

Örnek / 17

Doğrusal bir yolda sabit hızlarla hareket eden K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şeklindeki gibidir.



Buna göre, K ve L araçları t = 0 anında aynı konumda ise, 8.s de birbirlerine göre konumu nedir?

Çözüm 17

Hız-zaman grafiğinde zaman eksenini ile grafik arasında kalan alan yer değiştirmeyi veriyordu.

I. durumda başlangıçta yan yana olduklarını belirtmiş. O halde 8 s boyunca aldıkları yolları bilerek aradaki farkı kolaylıkla bulabiliriz.

Yeşil renkle gösterilen K için hız 15 m/s ise, 8 s deki yer değiştirmesi.

$$\Delta x_K = 15 \cdot 8 = 120 \text{ m}$$

Kırmızı çizgiyle gösterilen L için hız 10 m/s, süre yine 8 s.

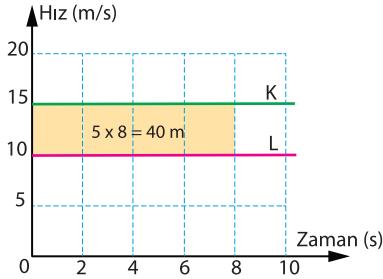
$$\Delta x_L = 10 \cdot 8 = 80 \text{ m bulunur.}$$

Buna göre,

K aracı L den $120 - 80 = 40 \text{ m}$ fazla yol aldığı için, L aracı K nin 40 m gerisinde başlangıç noktasından 80 m uzaklıktadır diyebiliriz.

Bu şekildeki hız-zaman grafiği sorularında araçlar arası uzaklıkları bulmak için ikinci bir yol olarak araçların grafik çizgileri arasındaki alana da bakılabilir.

Hemen görelim, işimize çok yarayacak :)



Bu şekilde bulunan alan 0-8 s aralığında K'nin L'ye göre 40 m fazla yol aldığını gösterir.

Dikkat edelim lütfen! Başlangıç durumunu bilmezsek, K ve L'nin birbirine göre konumunu buradan söyleyemeyiz.

Şöyle ki; aynı yerden harekete başlamışlarsa K, L'ye göre 40 m öndedir. Ama, ya K aracı 50 m geriden başlamışsa...

O zaman K 8.s sonunda L'nin 10 m gerisinde olurdu. Fazladan 40 m yol aldı ama, 50 m de geriden başlamış.

**DİKKAT**

Bu sorudan öğrenmemiz gereken en önemli ayrıntı şu:

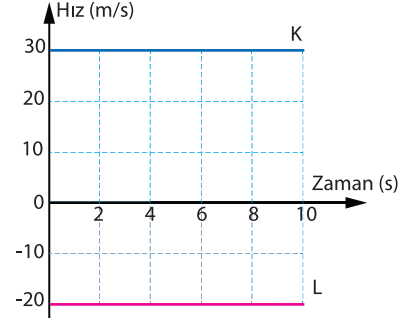
Grafik altındaki alanlar o aralıktaki değişimi verir.

Son durumu vermez. Hız-zaman grafiği altındaki alandan araçların yer değiştirmelerini bulduk. Konumları ise başlangıç durumuna bağlıdır.

Çok önemli şeyler öğreneceğimiz bir soru daha çözelim.

Örnek 18

Doğrusal bir yolda sabit hızlarla hareket eden K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, 10. saniyede araçlar arasındaki uzaklık kaç m dir?

Çözüm 18

Soruyu, çözüme bakmadan çözenler cevap olarak 500 m buldularsa aferim doğru.

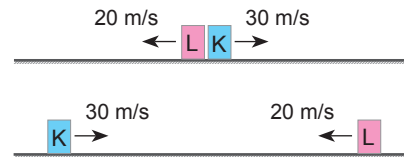
Ama hemen de şımarmasınlar :)

300 m bulanların cevabı da doğru. 713 m bulan varsa o da doğru :) Nasrettin Hoca'nın sen de haklısın fıkrasına döndü bu diyenler, siz de haklısınız.

Bir önceki soruda anlattığımız durum var burada.

Soruyu aslında bilerek eksik sorduk. Bu grafik bilgileriyle 0 - 10 s aralığında araçların ne kadar yer değiştirdiklerini bulabiliriz. Ama konumlarını yani nerede olduklarını bilemeyiz. İlk konumları verilmemiştir.

Hiç düşünmeden hemen cevap verin. Zıt yönde giden araçlar birbirine yaklaşır mı, uzaklaşır mı?



Şekilden de anladığınız gibi ikisi de olabilir.

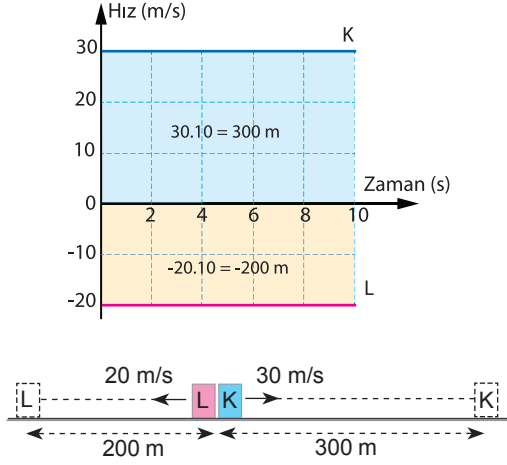
Araçların ilk durumuna bağlıdır. Bize bu bilgi verilmezse son konumlarını bilemeyiz.

Şimdi bu soruyu çözülebilir hale getirmek için araçların aynı konumdan harekete başladıklarını düşünelim.

Hız-zaman grafiğinde zaman eksenini ile grafik arasında kalan alan hareketinin o aralıktaki yer değiştirmesini veriyordu.

Bu soruda L hareketlisinin zaman eksenı altında olduğunu görüyoruz. Bu nedenle hız değeri grafikte - 20 m/s dir.

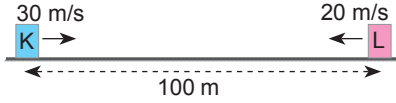
Bunun anlamı L nin negatif (-) yönde hareket ettiğidir. Yani K aracı sağa doğru gidiyorsa L sola, K aracı doğruya doğru gidiyorsa L batıya gidiyordu.



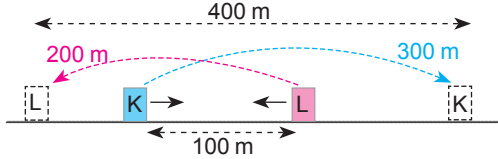
Araçlar aynı yerden başlayıp zıt yönde hareket ettikleri için aralarındaki uzaklık $300 + 200 = 500$ m dir.

Bu soru ilk konumlar değıştirilerek bir çok farklı şekilde sorulabilir. Cevapta herbirinde farklı olur. Çözerken üstteki gibi bir şekil çizmek hem işimizi kolaylaştırır, hem de hata yapma ihtimalini azaltır.

Örneğin, ilk konumlar aşağıdaki gibi deseydi?



Grafikten yine K nin sağa 300 m, L nin sola 200 m yerdeğiştirdiğini buluruz. Bu değeri şekil üzerinde göstermek daha kolay olur demiştik.



Şekilden de anlaşıldığı gibi 10 s sonra aralarındaki uzaklık 400 m oluyor.

Düzgün Değişen (Hızlanan - Yavaşlayan) Hareket

Buraya kadar anlattığımız ve çözdüğümüz örneklerde hareketlinin hızı hep sabit ve değışmiyordu. Fakat günlük hayatta sürekli hızlanan ve yavaşlayan hareketler görüyoruz.

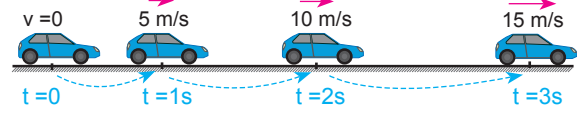
80 km/saat sabit hızla hareket eden araçtan bahsediyoruz. ama bu araç durgun halden bu hızla hızlanıyor.

Aynı şekilde sabit hızlı hareket etse de asansörler istenilen kata geldiğinde yavaşlayıp durur.

Cisimlerin hızlarındaki değışime fizikte **ivme** diyorduk. Yani hızlanan ve yavaşlayan her hareket ivmeli harekettir.

Düzgün Hızlanan Hareket

Bir hareketli, sabit (değışmeyen) bir ivmeyle düzgün olarak hızlanıyorsa, Düzgün Hızlanan Hareket yapıyordu.

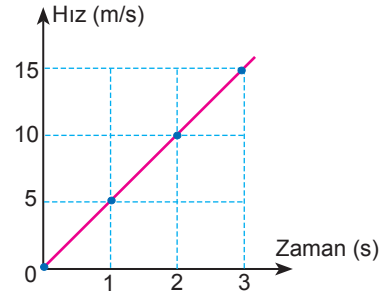


Şekildeki araç t=0 anında durgun halden harekete başlıyor ve düzgün hızlanıyor. Hız her saniye 5 m/s kadar arttığı için, eşit zaman aralıklarında aldığı yollar da şekilde görüldüğü gibi giderek artar.

Bu değeri bir çizelgede gösterip bir grafik çizelim.

Zaman (s)	0	1	2	3
Hız (m/s)	0	5	10	15

Çizelgedeki değeri noktayla gösterip, bunları birleştirdiğimizde aşağıdaki grafiği elde ederiz.



Grafiğin doğrusal olması hızın düzgün arttığını, yani ivmenin sabit olduğunu gösterir.

Şimdi de bu araç için ivme - zaman grafiği çizelim.

İvme, birim zamandaki hız değışimidir.

Bu "birim zamanda" ifadesi çok sık karşımıza çıkıyor. San-ki acayip bişeymiş gibi.

Birim zamanda diyorsa, zamana bölücez. Bu kadar basit aslında. Eee niye zamana bölün demiyor o zaman.

Diğer türlü söyleyince daha havalı oluyo herhalde:)

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

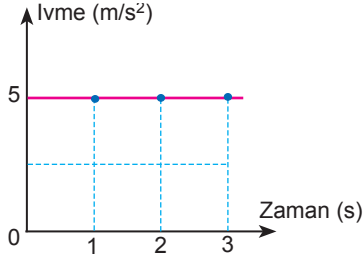
0 - 1 s aralığında hız değişimi, $\Delta \vec{v} = 5 \text{ m/s}$, $\Delta t = 1 \text{ s}$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{5}{1} = 5 \text{ m/s}^2$$

Her saniye için hız değişiminin aynı olduğu açıkça görülüyor.

Zaman Aralığı (s)	0-1	1-2	2-3
İvme (m/s ²)	5	5	5

Bu değerlerle çizilen grafik aşağıdaki gibi olur.

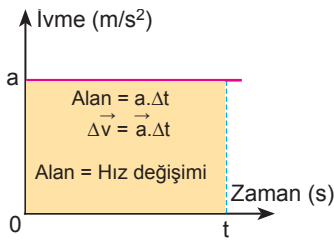


Düzgün hızlanan harekette ivme, grafikte de gördüğümüz gibi sabittir.

Grafiklerden soru çözümlerinde çok faydalanacağımızı söylemiştik. Konunun devamında toplu olarak grafiklerin bize anlattıklarını göstereceğiz.

Ama yeri gelmişken burada da hız - zaman ve ivme - zaman grafiklerinden neler bulabileceğimizi görelim.

İvme - Zaman (a - t) Grafiği



İvme - zaman grafiğinde grafik ile zaman eksenindeki alan hız değişimini verir.

Hızı değil, hız değişimini verdiğine çok dikkat etmeliyiz.

Bu grafik çok önemli. Alan hız değişimini vereceğinden bulunan değer t anındaki hızı vermesi için ilk hız sıfır olmalıdır. ($v_0 = 0$)

Cismin ilk hızı varsa, t anındaki hızı

$$v_t = \text{ilk hız} + \text{hız değişimi}$$

$$v_t = v_0 + at \text{ şeklinde bulunur.}$$

v_0 ilk hız bilinmeden sadece (a - t) grafiğine bakarak cismin hızlanan hareket mi, yoksa yavaşlayan hareket mi yaptığını bilemeyiz.

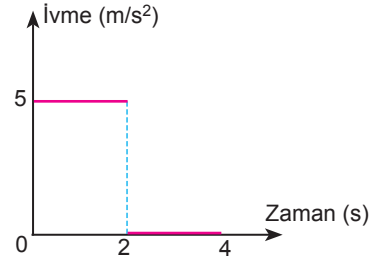
Grafiklerde alandan başka bir eğime bakıyorduk.

İvme - zaman grafiğinin eğimi bize birşey vermez.

Şimdi yukarda anlattığımızı bir soruda görelim.

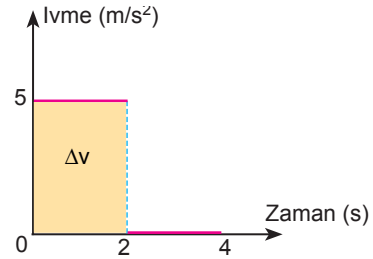
Örnek 19

Durgun halden harekete geçen bir aracın ivme-zaman (a-t) grafiği şekildedir.



Buna göre cismin 2. ve 4. s deki hızı kaç m/s dir?

Çözüm 19



0 - 2 s aralığında : Alan = $\Delta \vec{v} = 10 \text{ m/s}$ dir.

2 - 4 s aralığında cismin ivmesi sıfır, yani hızı değişmemiş.

İlk hız sıfır (Durgun halden harekete başlamış). O halde değişim o andaki hızı eşit olacaktır.

2.s de hız 10 m/s dir. 2 - 4 aralığında hız değişmediği için, 4.s de hız yine 10 m/s dir.

Cismin ilk hızı 4 m/s olsaydı. 2.s deki hız

$$v = v_0 + \Delta v \text{ den}$$

$$v = 4 + 10 = 14 \text{ m/s olurdu.}$$

2 - 4 s aralığında ivme sıfır (yani hız değişmediğinden) olduğu için 4. s deki hız da 14 m/s olurdu.

- Aynı soruda cismin ilk hızı -10 m/s olsaydı ne olurdu? Değişen bir şey yok, rahat olun :)

0 - 2 s aralığında hız değişimi yine +10 olacak.

$v = v_0 + \Delta v$ den ilk hızı -10 m/s olarak yazarsak,
 $v = -10 + 10 = 0$ olurdu. Yani cisim 2. s de durmuş.

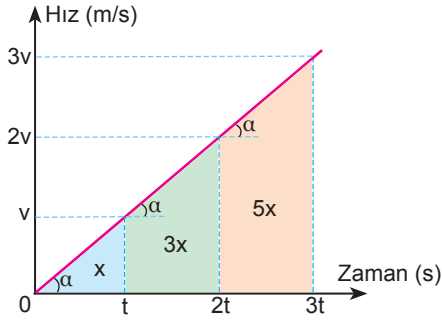
2 - 4 s aralığında ivme olmadığı için de durmaya devam ediyor olacak.

Gördüğünüz gibi aynı ivme - zaman (a - t) grafiğinden ilk hızı bağılı olarak çok farklı sonuçlar çıkabiliyor.

Onun için diyoruz ki dikkat çok önemli :)

Hız - Zaman (v - t) Grafiği

Şimdi hız - zaman grafiğini inceleyelim.



Hız - zaman grafiğinde eğim (a) ivmeyi verir.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}}$$

Karşı kenar hız, komşu kenar zaman olduğu için,

$$\tan \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

Grafik doğrusal olduğu için ivme (a) sabittir.

Altındaki alanlar (Δx) yerdeğiştirmeyi verir.

Alan bulurken iki eksen çarpmamız gerekiyor. Eksenlerden biri hız, diğeri zaman olduğu için, bunların çarpımı yerdeğiştirmeye eşittir. Ama düzgün hızlanan harekette grafik ve zaman eksen altındaki alan dikdörtgen olmaz.

Yukarıdaki şekilde 0 - t zaman aralığındaki alan üçgen, sonraki alanlar dik yamuk. Bu alanların hesaplanmasını geometriden biliyorsunuz.

Şekilde de gösterdiğimiz gibi eşit aralıklarla bölünen üçgende alanlar x, 3x, 5x, 7x ... şeklinde artar. Bu bazı soruları çözerken çok işimize yarayacak aklınızda kal-sın.

$x = v \cdot t$ formülü sabit hızlı hareket için geçerlidir. Düzgün hızlanan harekette belli bir zaman aralığı için hız değişmektedir.

$x = v \cdot t$ formülünü kullanabilmek için, istediğimiz zaman aralığındaki ortalama hızı bulmamız gerekir.

Ortalama hızı anlatırken, düzgün değişen hızlar için,

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2} \text{ şeklinde bulabileceğimizi söylemiştik.}$$

Bunu çok kullanacağımız için iyi kavramanızı istiyorum. Hemen bir örnek üzerinde pekiştirelim.

Örnek 20

Sürtünmenin önemsenmediği ortamda yüksek bir binadan serbest bırakılan bir cisim, 10 m/s² olan yerçekimi ivmesiyle hızlanarak yere 30 m/s hızla çarpmıştır.

Buna göre, cismin bırakıldığı yükseklik kaç metredir?

Çözüm 20

Serbest bırakılan cisim doğrusal hareket ederek yere düşecektir. Yerçekimi etkisiyle hareket edeceği için de hızı düzgün artacaktır. Yani düzgün hızlanan doğrusal hareket yapacaktır.

Önce cismin yere kaç s de çarpacağını bulalım.

Yerçekimi ivmesi, soruda da verildiği gibi 10 m/s² olduğu için, cismin hızı her saniye 10 artacaktır.

Sıfırdan başlayıp her saniye 10 artan hızın 30 olması 3 s sürecektir.

Bunu işlemle de yapabiliriz.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad 10 = \frac{30 - 0}{\Delta t} \quad \text{buradan, } \Delta t = 3 \text{ s bulunur.}$$

Bize sorulan yükseklik cismin bırakıldıktan sonra yere çarpma kadar alacağı yoldur. Hareket sabit hızlı olsaydı bunu bulmak için hızla süreyi çarpardık. $x = v \cdot t$

Bu harekette hız, 0 dan başlayıp 30 m/s ye ulaşmış. Düzgün hızlandığı için ortalama hızı;

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2} \text{ bağıntısı ile bulup, süreyle çarpıcaz.}$$

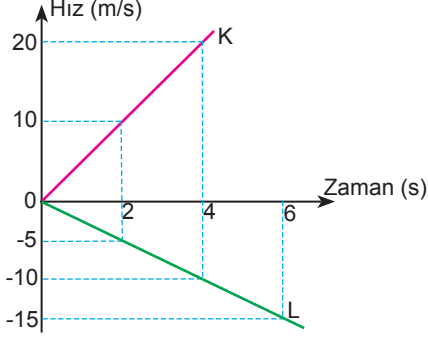
$$v_{\text{ort}} = \frac{0 + 30}{2} = 15 \text{ m/s}$$

$$x = v_{\text{ort}} \cdot t \quad \text{değerleri yerine yazarsak } x = 15 \cdot 3 = 45 \text{ m olur.}$$

Bu soruyu hız - zaman grafiği çizip, alan hesaplayarak da çözebilirdik. Siz çözün ve aynı cevabı bulun bakayım ☺

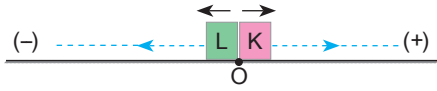
Örnek 21

Aynı doğrusal yolda aynı yerden harekete başlayan K ve L araçlarının hız - zaman ($v - t$) grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, araçların ivmeleri a_K , a_L kaçtır?

Çözüm 21



K ve L'nin aynı yerden harekete başladığını soruda söylemiş. Zıt yönlerde harekete başladığını da grafikten görüyoruz. (Ya da görmemiz lazım diyelim:))

($v - t$) grafiğinde zaman ekseninin üzerindeki hareketler (+) yönde, altındakiler (-) yöndedir.

+10 m/s hız, -10 m/s hızdan büyük değildir.

(+) ve (-) işareti; hızda yön gösterir.

Sağa gidenin hızı (+), sola gidenin ki (-) dir.

Hız - zaman grafiğinde eğim ivmeyi verir demiştik.

Şimdi ivmeleri hesaplayalım.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}} \quad \tan \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

$$\vec{a}_K = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5 \text{ m/s}^2, \text{ ivme (+)}$$

$$\vec{a}_L = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{-10 - 0}{4 - 0} = -2,5 \text{ m/s}^2, \text{ ivme (-)}$$

Hızlanan hareket (+) yöndeysse ivme (+)

(-) yöndeysse ivme (-) olur.

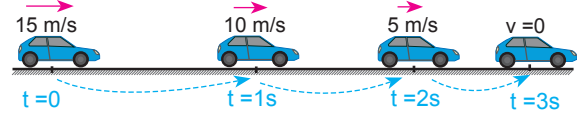
Yani hızlanma durumlarında ivme ile hız aynı yönlüdür.

Siz de bu soru için 4s sonra aralarındaki uzaklığı bulun. Hız- zaman grafiği çizip alan hesaplayacaksınız. (+, - ye dikkat etmeyi unutmayın, 60 m bulduysanız aferin.)

Düzgün Yavaşlayan Hareket

Hızını sabit bir ivmeyle azaltan hareketlinin yaptığı harekettir.

15 m/s hızla giderken fren yapan bir aracın hızı her saniye 5 m/s azalırsa:



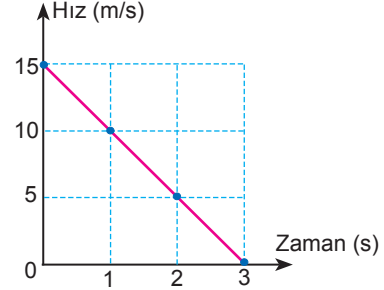
Hız her saniye 5 m/s kadar azaldığı için eşit zaman aralığında (her 1 saniyede) aldığı yol da şekilde görüldüğü gibi azalır.

Dikkat etmemiz gereken bir noktayı söyleyelim. Araç yavaşlasa da durana kadar ilerlemeye devam edecektir. Bu yüzden aldığı toplam yol artmaktadır.

Bu değerleri bir çizelgede gösterip bir grafik çizebiliriz.

Zaman (s)	0	1	2	3
Hız (m/s)	15	10	5	0

Çizelgedeki değerleri noktayla gösterip, bunları birleştirdiğimizde aşağıdaki grafiği elde ederiz.



Grafiğin doğrusal olması hızın düzgün azaldığını, yani ivmenin sabit olduğunu gösterir.

Şimdi de aracın ivme - zaman grafiğini çizebiliriz.

İvme, birim zamandaki hız değişimidir.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

0 -1 s aralığında hız değişimi,

$$\Delta v = v_{\text{son}} - v_{\text{ilk}} \quad 0 \text{ ve } 1.s \text{ lerdeki hızları yerine koyarsak,}$$

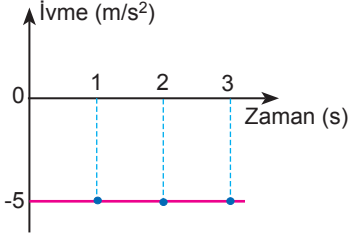
$$\Delta v = 10 - 15 = -5 \text{ m/s bulunur, } \Delta t = 1s \text{ olduğuna göre,}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{-5}{1} = -5 \text{ m/s}^2$$

Bunu her aralık için yaparsak, her saniye için hız değişiminin aynı olduğu açıkça görülüyor.

Zaman Aralığı (s)	0-1	1-2	2-3
İvme (m/s ²)	-5	-5	-5

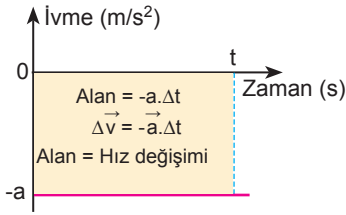
Bu değerlerle çizilen grafik ise aşağıdaki gibi olur.



Grafikten de gördüğümüz gibi cisim düzgün yavaşladığı için, ivme sabittir.

Şimdi de Düzgün Yavaşlayan Hareketin ivme-zaman ve hız-zaman grafiklerini, bunların ne işe yaradığını görelim.

İvme - Zaman (a - t) Grafiği



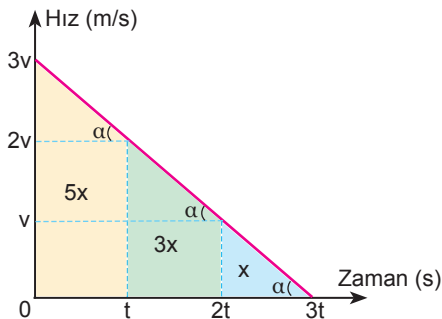
Grafikle zaman ekseninde kalan alan hız değişimini verir. Grafik, zaman ekseninin altında olduğunda değişim de negatif olacaktır.

Unutmayın! ivme-zaman grafiği, hızın ne olduğunu değil, ne kadar değiştiğini gösterir.

Hızlanan harekette olduğu gibi; sadece ivme - zaman grafiğine bakarak, ilk hızı bilmeden belli bir andaki hızı bulamayız.

Hız - Zaman (v - t) Grafiği

Şimdi hız - zaman grafiğini inceleyelim.



Hız - zaman grafiğinde eğim (a) ivmeyi verir.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}}$$

Karşı kenar hız, komşu kenar zaman olduğu için,

$$\tan \alpha = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = -\vec{a}$$

Grafik doğrusal olduğu için ivme (\vec{a}) sabittir.

Altındaki alanlar ($\Delta \vec{x}$) yerdeğiştirmeyi verir.

Eksenlerden biri hız, diğeri zaman olduğu için, bunların çarpımı yerdeğiştirmeye eşittir. Ama düzgün yavaşlayan harekette grafik ve zaman ekseninde altındaki alan dikdörtgen olmaz.

Şekildeki grafikte renklendirilmiş alanlar yamuk ve üçgen şeklinde olduğu için bu alanları hesaplamak için geometri kullanırız.

Şekilde de gösterdiğimiz gibi eşit aralıklarla bölünen üçgende alanlar x, 3x, 5x, 7x ... şeklinde değişir. Bu özelliğin soru çözümlerinde işimizi kolaylaştıracağını söylemiştik.

Düzgün hızlanan harekette bahsetmiştik, düzgün artan ya da azalan hızlarda ortalama hızı,

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2} \text{ şeklinde bulabiliyorduk.}$$

Sabit hızlı harekette kullandığımız $x = v \cdot t$ formülünde ortalama hızı yazarsak, o aralıktaki yerdeğiştirmeyi bulabiliriz.

GRAFIKLER BİZE NELER ANLATIR?

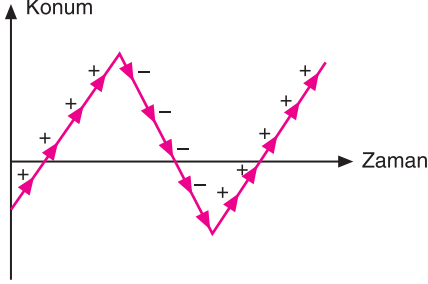
Hareket türlerini anlatırken bahsettik, bir de toplu halde grafiklerden neler öğrenebileceğimize bakalım.

Konum - Zaman (x - t) Grafiği

- Bu grafikten (x) doğrusuna bakarak işlem yapmadan yerdeğiştirmeyi bulabiliriz.
- Eğime bakarak hız değeri hesaplanabilir veya karşılaştırılabilir.
- Bu grafikte (x - t) her şey görüldüğü gibidir.
- Hareketlinin ne zaman yön değiştirdiğini sorarlarsa (ki hep sorarlar) grafiğin yön değiştirdiği an hareketlinin de yönünün değiştiği andır.

• Konum – Zaman (x – t) Grafiğinde Hareket Yönü

Konum – zaman grafiğinde yön bulurken zaman çizgisine hiç bakmadan gittiği yönde ok koyarsak, yukarı oklar (+) aşağı oklar (–) yönde hareketi gösterir.



• Konum – Zaman (x – t) Grafiğinde Hareket Türü

Hareket türü derken, cisim duruyor mu? sabit hızlı hareket mi yapıyor? ivmeli hareket mi yapıyor? bunu kastediyoruz.

Grafik yatay ise → (Duruyor)

Grafik doğrusal ise → (+) yönde
(Sabit Hızlı)
(–) yönde

Grafik eğrisel ise → (+) yönde
(İvmeli)
(–) yönde

Konum - zaman grafiği eğrisel olduğunda hareketli ivmeli hareket yapıyordur.

Fakat eğrisel her grafik sabit ivmeli hareket olmaz. Bu nedenle sadece grafiğe bakıp düzgün hızlanan ya da yavaşlayan hareket diyemeyiz.

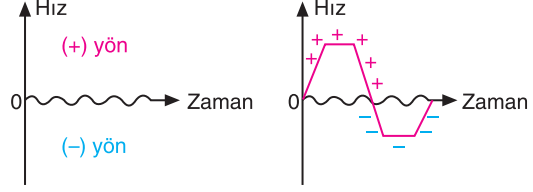
Hız – Zaman (v – t) Grafiği

Bize en çok şeyi anlatan grafik hız – zaman (v – t) grafiğidir.

- Alanlara bakarak yerdeğiştirme (Δx)
- Eğimlere bakarak ivme (\vec{a}) bulunabilir.

• Hız – Zaman (v – t) Grafiğinde Hareket Yönü

Bu grafikte zaman çizgisi çok önemli. Grafik zaman çizgisinin üstündeyse hareketli (+) yönde, altındaysa (–) yöndedir.



Zaman çizgisine göre hareket yönünü buluyorsak hareketlinin yön değiştirdiği zamanı da buluruz. (Yine çok sorulan bir soru)

Grafik zaman ekseninin üstünden altına, veya altından üstüne geçiyorsa (yani zaman eksenini kesiyorsa) o saniyede hareketli yön değiştirmiştir.

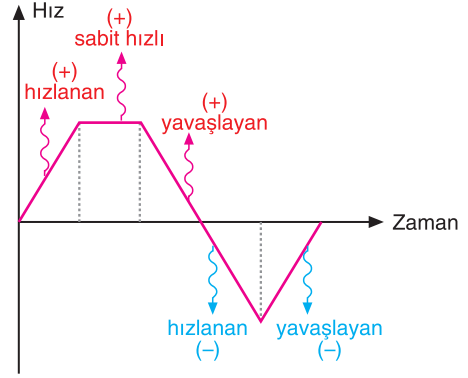
• Hız – Zaman (v – t) Grafiğinde Hareket Türü

Hareket türünden kastımız önceden de söylediğimiz gibi sabit hızlı mı? Yavaşlayan mı? Hızlanan mı?

Yine zaman çizgisi çok önemli ve ona göre karar vereceğiz.

Grafik zaman çizgisinden uzaklaşıyorsa hızlanan, zaman çizgisine yaklaşıyorsa yavaşlayan hareket yapıyordur. (alttan ya da üstten farketmez.)

Zaman çizgisine paralelse sabit hızlıdır.



(+) , (–) hareket yönüdür. (Zaman eksenine göre.)

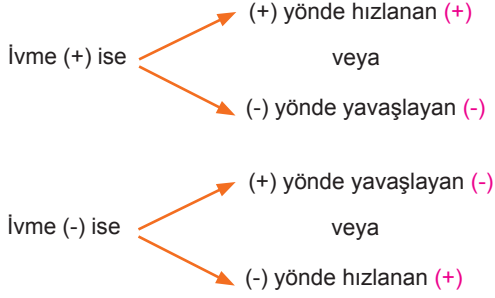
İvme – Zaman (a – t) Grafiği

Bu grafikte eğimden birşey bulamayız. Ama alan hız değişimini verir.

Grafiğe bakarak, son hızı bulmak için mutlaka ilk hız bilinmelidir. Grafikten hesaplanan hız değişimi, ilk hızı eklenirse değişim sonundaki hız bulunmuş olur.

İvmenin (+) veya (–) olmasına bakarak hareketlinin hızlanıp yavaşladığını hemen söyleyemeyiz. İşin içinde hareket yönü de vardır.

Yani ivmesi (+) olan bir hareketli, hızlanıyor da olabilir ya da yavaşlıyor da olabilir. Aynı durum (-) ivme için de geçerlidir.



Matematikte çarpma kuralını bilirsiniz.

$$(+)\cdot(+)=(+)$$

$$(-)\cdot(-)=(+)$$

$$(+)\cdot(-)=(-)$$

$$(-)\cdot(+)=(-)$$

İvme için de bunu kullanabilirsiniz. Hızlanmaya (+), yavaşlamaya (-) dersek. ivmenin (+) olması için ya iki artının yada iki eksiğin çarpımı lazım. Yani:

İvme (+) ise hareketli;

ya (+) yönde hızlanıyordur (+) $\Rightarrow (+)\cdot(+)=(+)$

ya da (-) yönde yavaşlıyordur (-) $\Rightarrow (-)\cdot(-)=(+)$

İvme (-) ise hareketli;

ya (+) yönde yavaşlıyordur (-) $\Rightarrow (+)\cdot(-)=(-)$

ya da (-) yönde hızlanıyordur (+) $\Rightarrow (-)\cdot(+)=(-)$

İvme – zaman grafiği görünce **ilk bakacağımız şey ilk hızın** ne olduğudur. (+) ivme ve (-) ivmenin ne olduğuna (hızlanma mı? yavaşlama mı?) ilk hıza göre karar verilir.

Mesela ilk hızı sıfır olan bir hareketli yavaşlamış olamaz :)

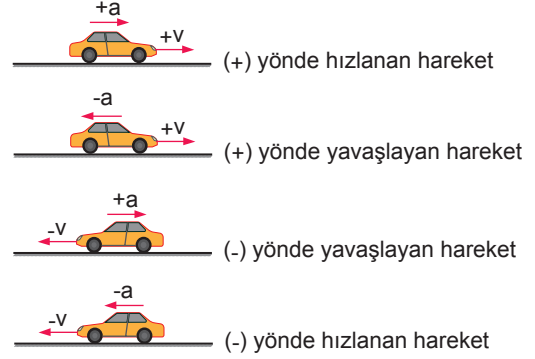


DİKKAT

İvme ile kuvvet arasındaki ilişki ilerde de karşımıza çıkacak. Bilmekte fayda var.

- İvme kuvvetin olduğu yerde vardır.
- İvme ve kuvvet her zaman aynı yönlüdür.
- Hareket yönündeki kuvvet (ivme) hızı artırır.
- Hareket yönüne ters kuvvet (ivme) hızı azaltır.

Aşağıdaki şekli dikkatlice incellerseniz olayı kafanızda canlandırmanızda yardımcı olur.



Kafanız biraz karışmış olabilir :)

Panik yapmayın, gayet normal.

Bu kısım biraz karışık gibi ama emin olun anlayacaksınız.

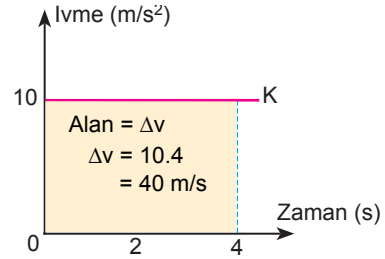
Göründüğü kadar zor değil. Yeterki dikkat edin.

Anlattıklarımızı örneklendirelim.

İki araç düşünelim; birisi K, diğeri L olsun.

Bunların ivme - zaman grafikleri üzerinden gidicez.

K nin ivme - zaman grafiği:



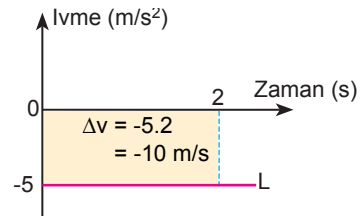
Grafiğin alanı bize (Δv) hız değişimini verir.

$$\Delta \vec{v} = \vec{a} \cdot \Delta t$$

$$\Delta \vec{v} = 10.4 = 40 \text{ m/s}$$

K hareketlisinin hızı, 4 s de 40 m/s değişmiş.

L nin ivme - zaman grafiği:



L hareketlisinin hızı 2 s de -10 m/s değişmiştir.

Yukarıda bulduğumuz sonuçlara bakarsanız;

Hızlardaki değişim +40 ve -10 olmuştur.

Hareketliler için, hızlanmıştı ya da yavaşlamıştı diyemiyoruz. **İlk hızı bilmeden birşey söyleyemeyiz.** Bulduğumuz hız değişimidir.

K için;

İlk hız	Hız değişimi	4. s deki hız	Türü
$v_0 = 0$	ise $\Delta \vec{v} = + 40$	40 m/s	Hızlandı
$v_0 = +10$	ise $\Delta \vec{v} = + 40$	$10 + 40 = 50$ m/s	Hızlandı
$v_0 = - 50$	ise $\Delta \vec{v} = + 40$	$- 50 + 40 = - 10$ m/s	Yavaşladı

L için;

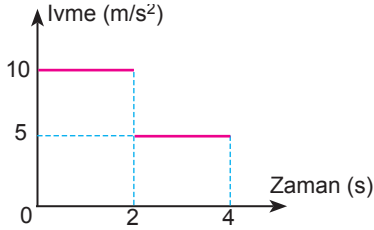
İlk hız	Hız değişimi	4. s deki hız	Türü
$v_0 = 0$	ise $\Delta \vec{v} = -10$	-10 m/s	Hızlandı
$v_0 = -15$	ise $\Delta \vec{v} = -10$	$-15 + (-10) = -25$ m/s	Hızlandı
$v_0 = +5$	ise $\Delta \vec{v} = -10$	$+5 + (-10) = -5$ m/s

(ilk hızın + 5 olduğu son durumda; cisim önce yavaşlamış, sonra ters yönde hızlanmıştı.)

Cismin hızlanıp yavaşladığını sadece Δv 'ye bakarak, hız değişiminden anlayamayız. (İlk hızı bilmeliyiz.)

Örnek 22

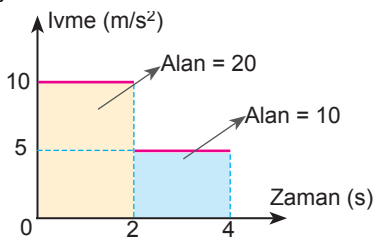
Başlangıçta duran aracın ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, hareketlinin 4. s deki hızı nedir?

Çözüm 22

Grafik altındaki alan $\Delta \vec{v}$ (hız değişimini) verir. Başlangıçta durduğu için ilk hız sıfır.



0 – 2 s aralığında hız 20 m/s artmış,
2 – 4 s aralığında hız 10 m/s artmış.

Toplam hız değişimi = 30 m/s

İlk hızı sıfır olduğu için,

2. s deki hızı 20 m/s

4. s deki hızı 30 m/s dir.

Yine size bir soru :)

Sorudaki aracın 4. s deki yerdeğiştirmesi kaç m dir?

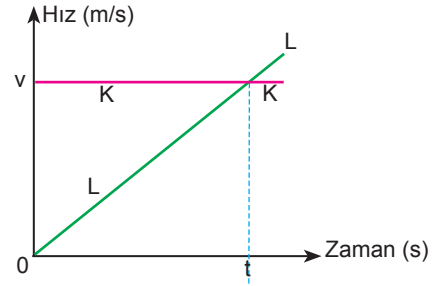
İp ucu vereyim.

İvme – zaman grafiğinden yerdeğiştirmeyi doğrudan bulamayız. Önce hız – zaman grafiği çizerek grafik altındaki alanlardan yerdeğiştirmeyi hesaplayacaksınız.

(Cevabı 70 bulanlara çekilişe ödül mü versek ☺)

Örnek 23

Aynı doğrusal yolda $t = 0$ anında yanyana olan K, L araçlarına ait hız – zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, K ve L ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- Araçlar 0–t zaman aralığında aynı yönde hareket etmektedir.
- K, L araçları birbirinden uzaklaşmaktadır.
- 0 - t aralığında K nin yerdeğiştirmesi L den fazladır.

Çözüm 23

Karşıma en çok çıkacak soru tiplerinden birisi de budur. Aynı grafikte verilen iki araç hakkında bizden yorum yapmamız istenir.

I. öncülde bize hareket yönlerini soruyor.

(v - t) hız – zaman grafiğinde zaman çizgisi çok önemli demiştik.

Zaman çizgisinin üst kısmındaki her hareketli (+) yönde hareket etmektedir. Buna göre, K ve L (0 - t) zaman aralığında (+) yönde (aynı yönde), K sabit hızla, L hızlanarak hareket etmektedir.

I.doğru

II. öncülde uzaklaştıklarını söylüyor. Bunu kesin söyleyebilmek için ilk durumu bilmek gerekir. K ve L aynı yerden harekete başlamış.

Aynı yönde hareket eden araçlar için;



Öndekinin hızı büyükse uzaklaşırlar. Arkadakinin hızı büyükse öndekine yetişene kadar yaklaşırlar.

Grafikten bakıldığında 0–t aralığında K'nin hızı L'den hep büyük olduğu için araçlar birbirinden uzaklaşırlar.

II doğru

III. öncülde yerdeğiştirmelerini karşılaştırıyor. (Δx) yerdeğiştirme, hareketlinin grafiğinin zaman eksenine ile arasındaki alana eşittir.

Burada çizerek göstermeye bile gerek yok. Şekildeki grafikten K'nin altındaki alanın L'ninkinin iki katı olduğu görölüyor zaten.

K için, $\Delta x_K = \vec{v} \cdot t = x$ ise (dikdörtgenin alanı)

L için, $\Delta x_L = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{x}{2}$ dir. (üçgenin alanı)

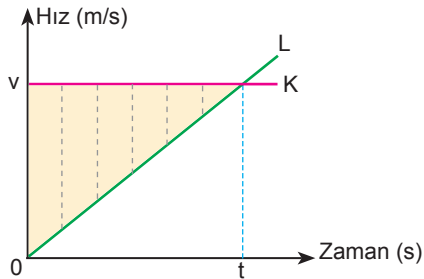
K'nin yerdeğiştirmesi L'den fazladır.

III doğru

Cevabı bulduk. "Yok mu bunun başka yolu" diye bir şarkı vardı eskilerden aklıma geldi şimdi ☺ Bakalım var mıymış.

- Cisimlerin yerdeğiştirmesini, grafiklerinin zaman eksenine arasındaki alandan buluyorduk.

Aynı şekilde cisimler arasındaki uzaklığı da K ve L'nin aralarındaki alandan bulabiliriz.



Grafikler arasında kalan alan, aralarındaki uzaklığı gösterir.

Zamanla, aralarındaki uzaklığın arttığını bu şekilden de anlayabiliriz.

Aralarındaki artış giderek azalsa da artmaya devam ediyor. Dilimler sağa gittikçe küçülüyor ama toplamda artma var.

Bunu şuna benzetebiliriz: Kumbaraya attığımız para hergün bir öncekinden az da olsa kumbaradaki para giderek artar. Sadece artış miktarı azalmaktadır. Para değıl.

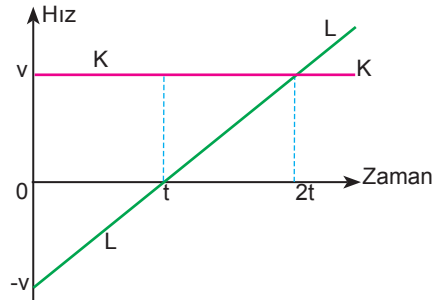
Buradan tuzak yorumlar gelebilir, anladığınızdan emin olmak için tekrar okuyabilirsiniz:)

Sorulmamış ama; t anından sonra durum ne olur diye sorsalardı. Geride olan L aracının hızı t anından sonra K'den büyük olduğu için, arkada kalan hızlı L, K'ye yaklaşırdı. Tabi grafiğın devamı olmadığı için daha sonraki durumlar için kesin bişey söyleyemeyiz.

Bu soru tipleri karşınıza çok çıkacağı ve genelde yanlış yapıldığı için çok dikkatli olmalısınız.

Örnek 24

Hız – zaman grafikleri şekildeki gibi olan K ve L hareketleri aynı doğrusal yolda hareket etmektedir. t = 0 anında K ve L'nin konumu aynıdır.

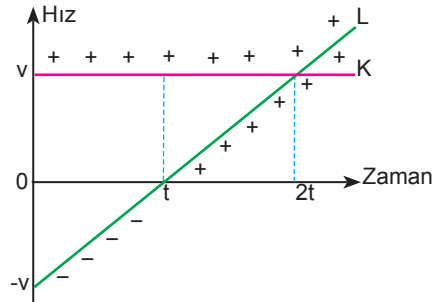


Buna göre,

- 0–t zaman aralığında K ve L zıt yönlerde hareket etmektedir.
 - 0–t zaman aralığında K ve L birbirinden uzaklaşmaktadır.
 - t–2t zaman aralığında K ve L birbirine yaklaşmaktadır.
- yargılarından hangileri doğrudur?**

Çözüm 24

Cisimlerin hareket yönünü bulmak için hız – zaman grafiğinde zaman eksenine bakıcaz.



Zaman ekseninin üstü (+) yönü, altı (–) yönü gösterir.

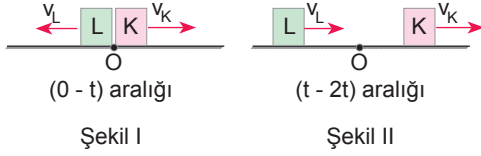
0–t aralığında K (+) yönde, L (–) yönde hareket ediyor.

I doğru

t–2t aralığında hareketlilerin ikisi de (+) yönde hareket ediyor.

Aynı yerden başlayıp zıt yönde hareket eden K ve L (0–t) aralığında birbirinden uzaklaşıyor.

II doğru



L, t anında zaman ekseninin üstüne çıkmış yani yön değiştirmiştir. (t – 2t) aralığında aynı yönde hareket ediyorlar. (Şekil II'deki gibi)

Aynı yönde giden araçlardan öndeki hızlıysa araları açılır (uzaklaşırlar), arkadaki hızlıysa önce yaklaşır. Yanyana geldikten sonra arkadan gelen önde olanı geçerek uzaklaşır.

Bizim sorumuzda (t–2t) aralığı boyunca K'nin hızı L'den büyük. Önde olan hızlı olduğu için 2t anına kadar yine uzaklaşırlar.

III yanlış

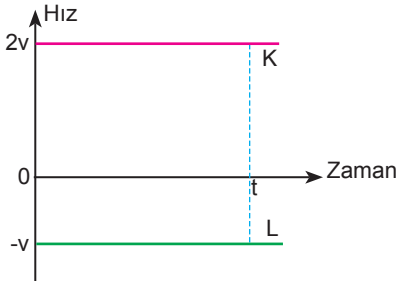
Grafiklin devamı olsaydı;

2t anında L hâla geride, K öndedir.

2t den sonra L'nin hızı büyük olduğu için K'ye yaklaşır ve yanından geçip giderse uzaklaşır.

Örnek 25

Aynı doğrusal yolda hareket eden K ve L araçlarının hız – zaman (v - t) grafiği şeklindeki gibidir.



Buna göre,

I. Aynı yönde hareket etmektedirler.

II. Birbirlerinden uzaklaşmaktadırlar.

III. Birbirlerine yaklaşmaktadırlar.

yargılarından hangileri **kesinlikle yanlıştır**?

Çözüm 25

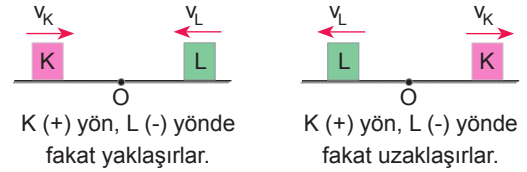
Altı çizili kelimelere çok dikkat etmemiz gerekmektedir. Öncelikle dikkat edeceğimiz nokta, kesinlik sormuş ve yanlış istiyor.

I. öncülde aynı yönde hareket ettiklerini söylüyor. (v - t) grafiğinde zaman ekseninin üstü (+), altı (-) yönü gösteriyordu. Bu her zaman böyledir.

Yani K ve L kesinlikle zıt yönde hareket ediyor.

I. kesinlikle Yanlış

II. ve III. öncüllerde birbirlerinden uzaklaştıklarını ve yaklaştıklarını söylüyor. Araçlar zıt yönlerde hareket ediyor, fakat zıt yönde hareket etmek uzaklaşmak anlamına gelmeyebilir. **İlk durumu bilmek lazım.**

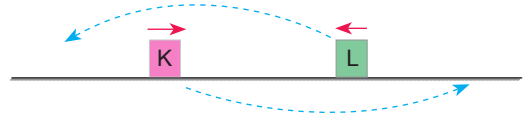


Cisimler konumlarına bağlı olarak zıt yönde hareket ederken yaklaşabilirler de uzaklaşabilirler de.

Bizim sorumuzda ilk konum bilinmediği için kesin bir şey söylenemez. Doğru da olabilir yanlıştır.

II. ve III. yargı için kesinlik yoktur.

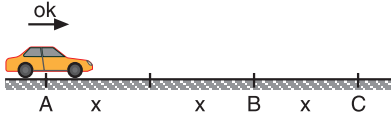
• Grafikteki K ve L'nin ilk konumu aşağıdaki gibi olsaydı:



Önce yaklaşır, yanyana geldikten sonra uzaklaşırlardı.

Aynı noktadan başlamış olsalardı, sürekli uzaklaşırlardı.

1. Şekildeki araç ok yönünde hareket ederken yolun AB arasını 60 km/saat, BC arasını ise 20 km/saat hızla alıyor.



Buna göre, aracın ortalama hızı kaç km/saat'tir?

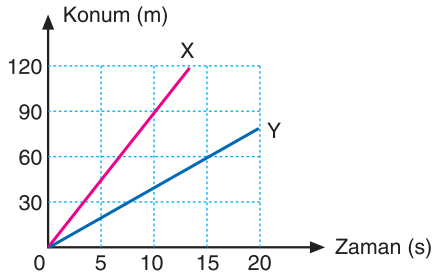
- A) 24 B) 32 C) 36 D) 48 E) 54

2. 20 m/s hızla hareket etmekte olan bir araç sabit ivme ile hızını 4 s de 70 m/s ye çıkartıyor.

Buna göre, aracın bu sürede aldığı yol kaç metredir?

- A) 120 B) 140 C) 160 D) 180 E) 240

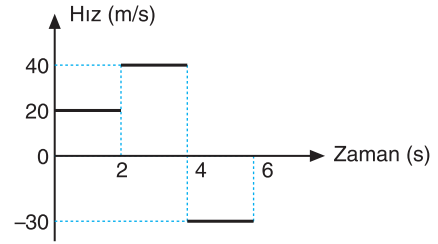
3.



Konum-zaman grafiği şekildeki gibi olan X ve Y hareketlilerinin hızları oranı, $\frac{v_X}{v_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{4}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{7}{4}$ E) $\frac{9}{4}$

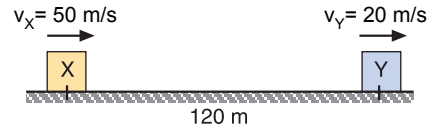
4.



Hız-zaman grafiği şekildeki gibi olan bir hareketli $t=0$ anında başlangıç noktasında olduğuna göre, 2. ve 6. saniyelerde başlangıç noktasına olan uzaklıkları oranı, $\frac{x_1}{x_2}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{4}$

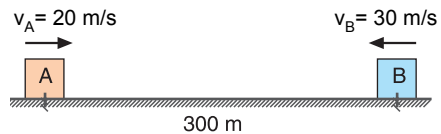
5. Aynı doğrusal yolda şekildeki konumlardan aynı anda geçen X ve Y hareketlilerinin hızları aynı yönde, sırasıyla 50 m/s ve 20 m/s dir.



Aralarındaki uzaklık 120 m olup sabit hızla hareket etmekte olduklarına göre, kaç s sonra yanyana gelir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 12

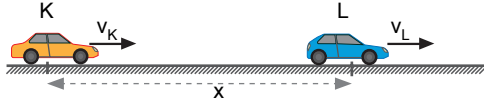
6. Aynı doğrusal yolda şekildeki konumlardan aynı anda geçen A ve B hareketlilerinin hızları zıt yönde, sabit ve sırasıyla 20 m/s, 30 m/s dir.



Aralarındaki uzaklık 300 m olduğuna göre araçlar kaç s sonra karşılaşırlar?

- A) 3 B) 4 C) 6 D) 9 E) 15

7.



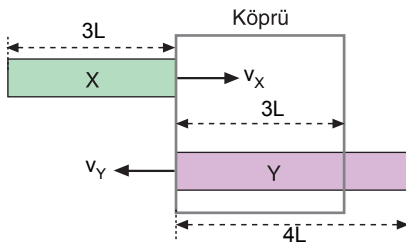
Aynı doğrusal yolda şekildeki konumlardan aynı anda geçen K ve L araçları sabit v_K , v_L hızlarıyla hareket ederek t süre sonra yanyana geliyor.

Buna göre, başlangıçtan kaç t süre sonra araçlar arasındaki uzaklık $3x$ olur?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

8. Doğrusal bir yolda v_X , v_Y hızlarıyla hareket eden X ve Y araçlarının boyları sırasıyla $3L$ ve $4L$ dir.

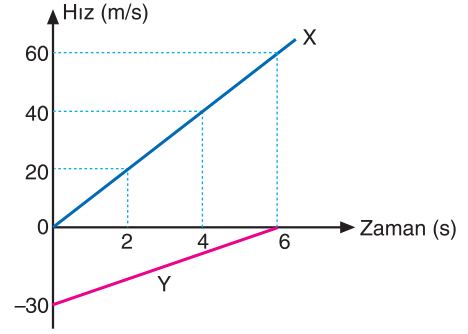
Araçlar şekildeki konumlardan aynı anda geçtikten bir süre sonra $3L$ uzunluğundaki köprüden aynı anda tamamen çıkıyorlar.



Buna göre, araçların hızlarının büyüklükleri oranı, $\frac{v_X}{v_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{4}{3}$

9.

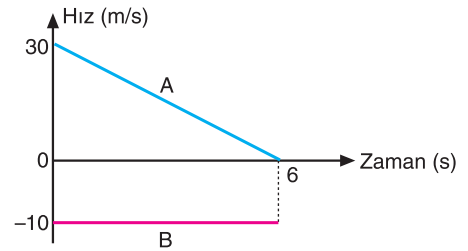


Aynı doğrusal yolda aynı yerden harekete başlayan X ve Y araçlarının hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, araçların ivmelerinin büyüklükleri oranı, $\frac{a_X}{a_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{2}{3}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{5}{3}$ E) 2

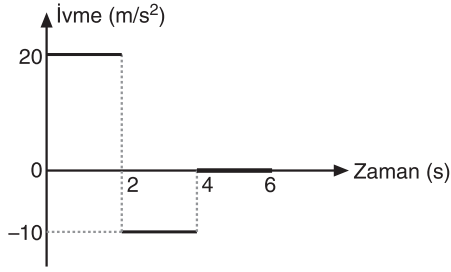
10.



Aynı doğrusal yolda aynı yerden harekete başlayan A ve B araçlarının hız-zaman grafiği şekildeki gibi olduğuna göre, 6s sonunda aralarındaki uzaklık kaç m dir?

- A) 30 B) 60 C) 90 D) 120 E) 150

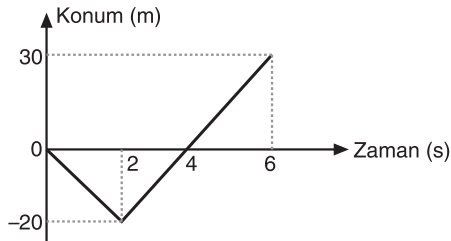
11. Durgun halden harekete geçen bir aracın ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, aracın 6s sonundaki hızı kaç m/s dir?

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

- 12.



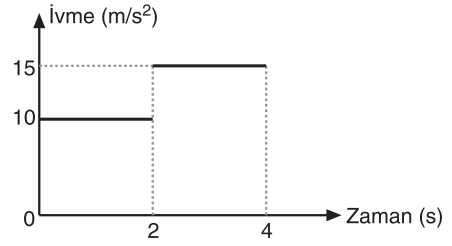
Konum - zaman grafiği şekildeki gibi olan araç ile ilgili;

- I. 6 s deki yer değiştirmesi 30 m dir.
II. 6 s de aldığı toplam yol 70 m dir.
III. 4. saniyede yön değiştirmiştir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

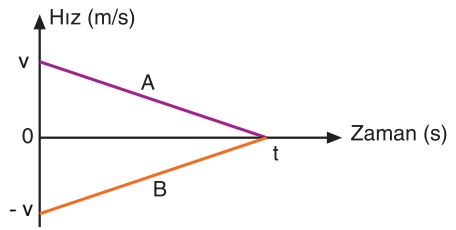
13. İlk hızı sıfır olan hareketlinin ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, hareketlinin 4 s de yaptığı yer değiştirme kaç m dir?

- A) 30 B) 60 C) 90 D) 120 E) 150

14. Aynı doğrusal yolda $t = 0$ anında yanyana olan A, B araçlarına ait hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, 0-t aralığında;

- I. Araçlar aynı yönde hareket etmektedir.
II. Araçlar birbirinden uzaklaşmaktadır.
III. Araçların ivme büyüklüğü eşittir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Önceki konumuzda doğrusal hareketi anlattık. Var olan bir hareketi açıklamak için, yerdeğiştirme, hız, ivme gibi kavramları öğrendik. Sabit hızlı, hızlanan ve yavaşlayan hareketi inceledik.

Peki bir cisim neden hareket etmeye başlar?

Hareketin sabit hızlı veya hızlanan olmasının sebebi nedir?

Ne zaman yavaşlayan hareket yapar ve durur?

Bu soruların cevabını bu bölümde inceleyeceğiz.

KUVVET NEDİR?

Günlük hayatta sıkça kullandığımız kuvvetin en genel tanımı; cisimlerin birbirini çekmesi veya itmesidir. Daha akademik bir tanım isterseniz: Cisimlerin hızında ve şeklinde değişiklik yapan etkiye **kuvvet** denir.

Kuvvet, hız gibi ivme gibi vektörel bir büyüklüktür. Birimi newton'dur. Gösterimi ise "N" şeklindedir.

Duran bir cisme kuvvet uygularsak harekete başlatabiliriz, ya da hareket halindeki bir cisme kuvvet uygulayarak durdurabiliriz. Hareket halindeyken aynı yönde kuvvet uygulayarak hızlandırıp ters yönde kuvvetle yavaşlatabiliriz. Veya kuvvet uygulayarak hareketin yönünü değiştirebiliriz.

Bunların hepsini günlük hayatımızda yapıyoruz zaten.



Bazen de kuvveti şekil değiştirmek için kullanırız. Oyun hamuruyla ya da çamurla hepiniz oynamışsınızdır. Şekil vermek veya değiştirmek için kuvvet uyguladığımızı hatırlıyorsunuzdur herhalde. hâla oynayanlar varsa dene-sinler ☺

Özetleyecek olursak, kuvvet bir cismin;

- Şeklini değiştirebilir.
- Duran bir cismi harekete geçirebilir.

- Hareketli bir cismi durdurabilir.
- Cisimlerin hızında ve hareket yönünde değişiklik yapabilir.

Kuvvetler bir etkileşim sonucunda ortaya çıkar. Bu etkileşim bazen temas gerektirirken bazen temas gerektirmeden de gerçekleşebilir.

Temas Gerektiren Kuvvetler

Etkileşim sırasında fiziksel temas olan kuvvetlerdir.



Masayı çekerken, bir taşı fırlatırken, kızığın çekerken kuvvet uygulanan cisimle uygulayanın fiziksel teması vardır.

Hava saydam olduğu için görünmediğinden, havada uçan uçurtma, denizde ilerleyen bir yelkenlinin

hareketi sırasında temas yokmuş sanılsa da hava ile temas vardır.

Temas Gerektirmeyen Kuvvetler

Fiziksel bir temas olmadan cisimleri etkileyen kuvvetlere temas gerektirmeyen kuvvetler denir. İlk bakışta "nasıl yani, dokunmadan kuvvet olur mu?" gibi şaşkınlıkla karşılanırsa da aslında çevremizde her zaman olan bir durum.

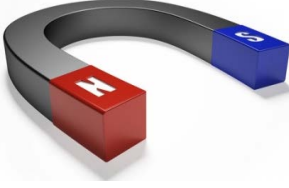
Ağaçtan düşen bir yaprağı veya meyveyi dünya kendisine doğru ile çekmiyor değil mi ☺ havaya attığımız veya serbest bıraktığımız cisimlerin yere düşme sebebi dünyanın uyguladığı çekim kuvvetidir. Ve bu kuvvetin uygulanmasında bir temas olmaz.

Bir sihirbaz düşünün uzaktan dokunmadan bir cismi hareket ettirip yükseltip alçaltsın. Bunu hayranlıkla ve şaşkınlıkla izleriz. Halbuki yerçekimi kuvveti de aynen bunun gibi temas etmeden tüm cisimlere etki ediyor.



Gezegenlerle Güneş, Dünya ile Ay arasında da etkili olan kütle çekim kuvveti, temas gerektirmeyen bir kuvvettir.

Mıknatısların birbirine uyguladığı itme - çekme kuvveti ve demir gibi maddelere uyguladıkları çekme kuvvetine manyetik kuvvet denir.



Manyetik kuvvet de temas gerektirmeyen kuvvettir.

Bir diğer temas gerektirmeyen kuvvette, elektriksel kuvvetlerdir. Sürtünme yoluyla elektriklelen çocuk balonları birbirini iter.

Elektriklenmiş plastik bir cismi kolunuza değmeden yaklaşıtırsanız kolunuzdaki tüyleri çeker. Bu kuvvetler sırasında fiziksel bir temas yoktur.

Örnek 1

- I. Havaya atılan taşın yere düşmesi
- II. Sandalyenin itilmesi ve çekilmesi
- III. Pusulanın iğnesinin dönmesi
- IV. Rüzgarda yaprağın uçuşması

Yukarıdaki etkileşimlerin hangilerinde temas gerektirmeyen kuvvet vardır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız IV
D) I ve III E) I, III ve IV

Çözüm 1

Havaya atılan taşın düşmesini sağlayan yerçekimi kuvvetidir ve temas gerektirmez.

Sandalyeyi itip çekerken temas gereklidir.

Pusula iğnesinin mıknatıstır ve dönmesini sağlayan Dünyanın manyetik alanıdır. Yani temas gerektirmeyen kuvvet etkisiyle döner.

Rüzgarda uçan yaprak ve başka cisimler sanki hiç temas olmadan hareket ediyor gibi görünse de hareket sebebi gözle göremediğimiz havanın uyguladığı kuvvettir ve temas gerektiren kuvvet sınıfına girer.

Bu durumda I. ve III. etkileşimlerde temas gerektirmeyen kuvvetler vardır.

Yanıt: D

Örnek 2

Kuvvetle ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Cisimlerin hareket yönünü değiştirebilir.
B) Cisimlerin hızlarını her zaman artırır.
C) Hareketli bir cismi durdurabilir.
D) Bazı cisimlerin şeklini değiştirebilir.
E) Cisimlere temas etmeden de kuvvet uygulanabilir.

Çözüm 2

Önceki sayfada kuvvetin özelliklerini zaten sıralamıştık. B şıkkında söylenen kuvvetin cisimlerin hızını artırabileceği doğrudur. Ancak "her zaman" artırır demesi bu cümleyi yanlış yapıyor.

Kuvvet uygulanan cisim hızlanabileceği gibi, bazen yavaşlayabilir veya kuvvet uygulanmasına rağmen hızı değişmeyebilir. Yanlış olan ifade B şıkkındakidir.

Yanıt: B

Tarih Boyunca Kuvvet

Günümüzde kullandığımız kuvvet kavramı Newton tarafından tanımlandığı gibidir. Bunun öncesinde de Aristo döneminden başlayarak, cisimlerin hareketlerini ve kuvvet kavramını açıklamak için farklı fikirler ve düşünceler ortaya konmuş, gelişmeler sonucu zaman içinde bunlar geçerliliklerini yitirmişlerdir.

Bu konuda fikirleri en bilinen ve döneminde kabul edilenler arasında **Aristo** ve **Philoponus** gibi filozoflar vardır.

İslam dünyasında da başta İbn-i Sînâ olmak üzere, İbn-i Bâcce ve İbn-i Rüşd gibi düşünürlerde Aristonun kabul ettiği ilkeleri tartışmış açıklamalar getirmişlerdir.

Aristonun ilkelerinden birisi hareketin olması için kuvvetin gerekliliği, diğeri ise kuvvet uygulamak için temas gerektiği idi.

Aristo'ya göre dış bir kuvvetin uygulanması sonucu gerçekleşen hareket zorunlu, kuvvet ortadan kalktıktan sonra cisimlerin kendi doğal konumuna doğru yaptığı hareket ise doğal hareketti.

Yani hareketi doğal ve zorunlu olarak ikiye ayırmıştı.

MS 6. yüzyılda Philoponus Aristo'nun düşünce ve fikirlerini eleştirerek, açıklayamadığı bazı noktaları yeni bir kavram ortaya atarak açıklamaya çalışmıştır. **İmpetus** olarak isimlendirdiği bu kavram dilimize en güzel "içsel güç" olarak çevrilmiştir.

Philoponus'a göre nesne itildiğinde veya atıldığında içine "içsel bir kuvvet" depolanmış olur ve bu içsel kuvvet nes-

neyi ileriye doğru iter, kuvvet tükendiği zaman da nesne durur.

İslam dünyasında 10.yy sonlarında İbn-i Bacce, İbn-i Rüşd ve İbn-i Sînâ'nın yaptığı tartışmalar ve fikirler hareket kuramında Batı dünyasını etkileyerek Aristo'un hareket kuramı üzerine değişik yorumların yapılmasına yol açmıştır.

Özellikle İbn-i Sînâ'nın yaptığı yorumlar modern çağdaki mekaniğin temel ilkelerine ve Newton'un eylemsizlik ilkesine çok yaklaşmıştır.

Avrupada ise 1300 lü yıllarda Jean **Buridan** isimli Fransız rahip ve filozof ise impetus kavramını geliştirmiş hatta matematiksel bir formülle ifade etmiştir. Buridan'ın İbn-i Sina dan etkilendiği açık bir şekilde görülmektedir.

Bu çalışmalarıyla Buridan, Avrupada **Kopernik, Galileo** gibi bilim insanlarına öncülük yapmıştır.

Newton'la beraber bugün de kullandığımız kuvvet kavramı tanımlanmıştır. Yani son noktayı Newton koymuş :)

Kuvvetin tarihsel gelişimini kısaca böyle özetleyebiliriz.

Bu hikaye kısımlardan sıkılanlar olduğunu biliyorum:) Ama burada adı geçen amcaları bilmekte fayda var.

ÖSYM daha önce bu bilim adamlarıyla ilgili sorular sordu. Bu kısım da müfredatta olduğuna göre sorarlarsa "böyle soru mu olur kardeşim" deme hakkınız olmaz.

Hem genel kültürdür:) Kim 500 milyar ister gibi yarışmalar da falan sorarlarsa, bilerek acayip hava atabilirsiniz:)

Örnek 3

Kuvvet kavramıyla ilgili tarihte bir çok bilim insanı araştırma yapıp açıklamalar getirmiştir. Birbirlerinin araştırmalarını bazen eksik yanlarını eleştirerek geliştirip bazen de geçersiz olduklarını göstermişlerdir.

Kuvvet kavramının bugün de kullandığımız tanımlamasını yapan bilim insanı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Galileo B) Kopernik C) Buridan
D) Newton E) Aristo

Çözüm 3

Kuvvet kavramını geliştirmesinde, Buridan ve Galileo gibi birçok bilim insanının ciddi katkıları olmasına karşın, bugünde kullanmakta olduğumuz kuvvet kavramını tanımlayan bilim insanı Newton'dur.

Zaten kuvvetin birimi bile "N" Newton :)

Yanıt: D

Kuvvet Nasıl Ölçülür?

Kuvvet dinamometreyle ölçülür.

Dinamometre; içinde esnek yay olan basit bir düzendir.

Dinamometre içinde çelik bir yay ve bunun ucunda bir kanca vardır.

Yaylardaki uzama miktarı kuvvetle doğru orantılıdır.

Kancaya kuvvet uygulanarak çekilirse, yay uzar ve ibre aşağı doğru hareket ederek ölçeklendirilmiş dış kap üzerinde uygulanan kuvvetin değerini gösterir.

Ölçüm yaparken ölçülecek kuvvete uygun dinamometre seçmek gerekir.

Ölçülecek kuvvete uygun dinamometre seçmeyi kısaca açıklayalım.

Yayların belli bir esneklik sınırı vardır. Bu sınırlar içinde kaldığında uzama miktarı kuvvetle doğru orantılı olur. Esneklik sınırının dışına çıkılırsa bu orantı bozulur ve ölçüm sonucu yanlış olur.



2016 YGS sınavında dinamometre ile ilgili bir soru vardı. Bir tablo vererek dinamometreye uygulanan kuvvetle yayın uzamanı miktarlarını veriyor. Kuvvetle uzama arasındaki doğru orantı bir değerden sonra bozuluyor. Soruda "Bu yayla yapılan dinamometreyle hangi ağırlık doğru ölçülebilir" demiş. Cevap esneklik sınırı içinde kalan ağırlık olmalı.

ÖSYM nin sitesinden 2016 sorularını indirip bakarsanız yukarıdaki bilgiyle hemen çözülebileceğini görürsünüz. Burada soruyu veremiyorum ☹ telif hakkı var.

Bileşke Kuvvet

Birden fazla kuvvetin yaptığı toplam etkiyi tek başına yapabilen kuvvete **bileşke kuvvet** denir. **R** harfiyle gösterilir.

Bileşke kuvvete toplam kuvvette denilebilir. Ama bu toplam vektörel toplam olmak zorundadır. Kuvvetin vektörel büyüklük olduğunu söylemiştik.

Şimdi kısaca vektörel büyüklüklerin özelliklerinden bahsedelim. Vektörlerin hepsini anlatmıycam korkmayın:☺

Doğrultusu yönü ve şiddeti olan büyüklüklere vektörel büyüklük denir. Vektörel büyüklükler yönlendirilmiş doğru parçası denilen, halk arasında bizim "ok" olarak bildiğimiz şekilde gösterilir. Yani bunun gibi: →



Yukarıdaki şekilde F_1 ve F_2 kuvvetleri gösterilmiş.

Kesik mavi çizgi bu kuvvetlerin doğrultusudur. x doğrultusu

Okların yönü kuvvetlerin yönüdür.

Okların uzunluğu da kuvvetlerin şiddetidir.

F_1 kuvveti: x doğrultusunda, -x yönünde, 3 br şiddetinde.

F_2 kuvveti: x doğrultusunda, +x yönünde, 4 br şiddetinde.

İki kuvvetin eşitliğinden bahsettiğimizde bu özelliklerin hepsinin aynı olması gerekir. Yani doğrultusu, yönü ve şiddeti aynı olan kuvvetler eşit kuvvettir.

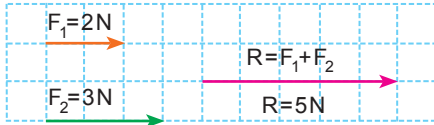
Gelelim bileşke kuvvete. Bileşke kuvvet verilen kuvvetlerin vektörel toplamıdır. Burada aynı doğrultudaki kuvvetlerin bileşkesini bulmayı görecez.

Doğrultuları farklı olanların toplanması şimdilik konumuz değil.

Aynı doğrultudaki kuvvetlerin bileşkesi

Bir doğrultu üzerinde iki yön vardır. Aynı doğrultudaki kuvvetler ya aynı yönlüdür, ya da zıt yönlüdür.

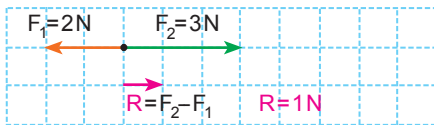
Kuvvetler aynı yönlüyse; bileşke kuvvet bu kuvvetlerle aynı yönde ve şiddeti de kuvvetlerin şiddetlerinin cebirsel (yani parmak hesabıyla) toplamı kadardır.



$$R = F_1 + F_2$$

$R = 2 + 3 = 5 \text{ N}$ olur. Bileşke kuvvet F_1 ve F_2 aynı yöndedir.

Kuvvetler zıt yönlüyse; bileşke kuvvet bu kuvvetlerden büyük olanın yönünde ve şiddeti de kuvvetlerin şiddetlerinin cebirsel (yani parmak hesabıyla) farkı kadardır.



$$R = F_2 - F_1$$

$R = 3 - 2 = 1 \text{ N}$ olur.

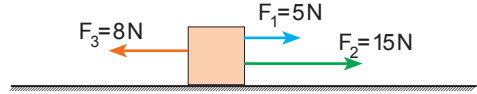
Bileşke kuvvet büyük olan F_2 yönündedir.

Kuvvetlerin aynı yönde olması durumunda aralarındaki açı 0° ve bileşke en büyük değerini alır. Zıt yönde olduklarında ise aralarındaki açı 180° ; bu da bileşkenin en küçük değeridir.

İki kuvvetin bileşkesi aradaki açıya bağlı olarak, bu en büyük ve en küçük değer arasında her değere eşit olabilir.

Örnek 4

Yatay zemindeki bir cisme etki eden aynı doğrultudaki F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri şekilde gibidir.



Buna göre, cisme etki eden bileşke kuvvet kaç N dur?

Çözüm 4

Kuvvetlerin aynı doğrultuda olduğunu soruda bize söylemiş zaten. Şekle baktığımızda F_1 ve F_2 nin aynı yönde, F_3 kuvvetinin zıt yönde olduğu görünüyor.

Bu tip sorularda önce aynı yönde olan kuvvetlerin bileşkesini (toplamını) bulduktan sonra, en son zıt yönlü olanların bileşkesini bulmak en mantıklı yoldur.

$F_1 + F_2 = 5 + 15 = 20 \text{ N}$ yönümüzde bu kuvvetlerle aynı.

Artık bu toplamı tek kuvvet olarak gösterebiliriz.

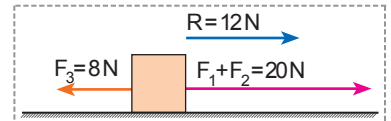


F_3 kuvveti (F_1+F_2) ye zıt yönlü olduğu için bunların farkını alıcaz. (F_1+F_2) F_3 ten büyük olduğu için, bileşkenin yönü büyük kuvvetin yönü, yani sağa doğrudur. Büyüklüğü ise,

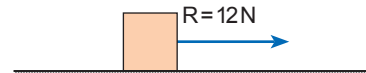
$$R = (F_1 + F_2) - F_3$$

$$R = 20 - 8$$

$$R = 12 \text{ N olur.}$$



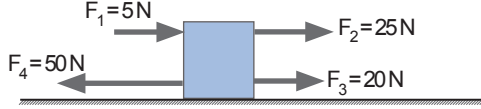
Cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi $R = 12 \text{ N}$ olup, buna net kuvvette denir. Cismimiz 12 N luk net kuvvet etkisindedir.



Cisme etki eden **net kuvvet** sıfırdan farklı olduğu için, **dengelenmemiş kuvvet** etkisinde olduğunu da söylebiliriz. Bu ifadeler karşınıza çıkınca şaşırmayın:)

Örnek 5

Yatay zemindeki bir cisme şekildeki gibi aynı doğrultudaki dört kuvvet etki etmektedir.



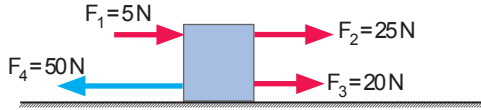
Buna göre, cisme etki eden net kuvvet kaç N dur?

Çözüm 5

Bize net kuvveti sormuş, etki eden tüm kuvvetlerin toplamı. Yani bileşke kuvvet.

Cisme etki eden dört kuvvetten üçü F_1 , F_2 ve F_3 aynı yönde F_4 zıt yöndedir.

Aynı yönde olanları aşağıda kırmızı renkle gösterdik. Zıt yönde olanı da mavi renkle.

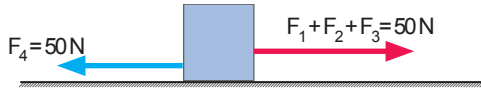


İlk yapacağımız neydi? Aynı yönde olanları toplamak.

Kırmızı renkle gösterdiğimiz, sağa doğru olan F_1 , F_2 ve F_3 ün toplamı:

$$F_1 + F_2 + F_3 = 5 + 25 + 20 = 50 \text{ N bulunur.}$$

Cisme etki eden kuvvet sayısını ikiye indirdik.



Bu iki kuvvette birbirine zıt yönde oldukları için farkını alıcaz.

$$F_1 + F_2 + F_3 - F_4 = 50 - 50 = 0 \text{ Net kuvvet sıfır.}$$

Net kuvvet sıfır çıktı! Şimdi ne olacak?

Panik yapmayın, zaten öyle çıksın diye kuvvetlere o değerleri verdim 😊

Bu durumda cisme etki eden kuvvetler birbirini dengelemiş oluyor.

Biz bu kuvvetlere **dengelenmiş kuvvetler** diyoruz.

Cisim üzerine etki eden kuvvetler kaç tane olursa olsun net kuvvet sıfırsa cisim dengededir.

Örnek 6

Bir öğrenci ilk olarak duvara sıkıca bağlı sağlam bir ipi uygulayabildiği en büyük kuvvet olan 300 N ile çekiyor. Bu durumda ipte oluşan kuvvet T_1 kadar oluyor. Daha sonra aynı ipin bir ucundan babası tutarken yine 300 N ile çekiyor. Bu durumda da ipte oluşan kuvvet T_2 oluyor.

İki durumda da çocuk, duvar ve babası hareketsiz olduğuna göre ipte oluşan T_1 ve T_2 kuvvetleri kaç N olur?

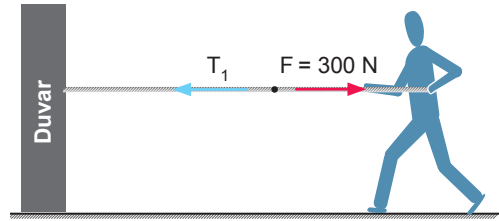
Çözüm 6

Soru biraz uzun ve karmaşık gelmiş olabilir, panik yapmayın. Kolay ama bir o kadar da önemli bir soru. Bu soruda size anlatmak istediğim önemli bir durum var.

Anlatacağımız durumu bilmeyenler, bu ve benzeri soruları genelde yanlış yapıyorlar.

Önce soruyu şekil çizerek daha anlaşılır hale getirelim.

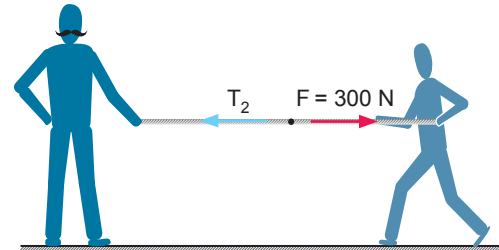
I. Durum



İpin üzerinde bir nokta düşünelim. Çocuk 300 N kuvvet uyguladığı halde bu nokta hareketsiz kaldığına göre dengelenmiş kuvvet etkisindedir.

Yani hareket ettiremediğine göre; çocuğun uyguladığı kuvvete eşit zıt yönde başka bir kuvvet vardır. Bu da ipteki gerilme kuvveti T_1 dir. $T_1 = 300 \text{ N}$

II. Durum



Sonunda söyleyeceğimi baştan söyleyim. Aslında iki durum arasında fark yok. Şimdi nasılına gelelim.

II. durumda çocuk yine 300 N kuvvet uygulamasına rağmen hareket söz konusu olmadığı için, diğer taraftan çeken babasının uyguladığı kuvvette 300 N olmalıdır.

Genelde yapılan yanlış işte tam da burda.

İpi iki taraftan da 300 N luk kuvvetler çektiği için ipte oluşacak gerilme kuvveti 600 N sanılıyor. Ama böyle birşey olamaz. İp gerilme kuvveti yine 300 N olacaktır.

II. şekli inceleyin. İp üzerindeki noktayı sağa doğru çeken çocuk 300 N uygulamışsa ve hareket yoksa, ipteki kuvvette 300 N olmalıdır.

Yani $T_2 = 300 \text{ N}$

Bu soru tipi çok meşhur olup neredeyse her kitapta karşınıza çıkacaktır. Bunun bir de dinamometreli versiyonu var.

Bir dinamometre iki tarafından 15 N luk kuvvetlerle çekilirse göstereceği değer ne olur?



Hemen 30 N diyenler, biraz önce anlattığımızı anlamamış demek ki ☹ **Cevap 15 N**

Nasıl yani diyenler için anlatalım.

Şöyle düşünün; sadece soldaki F_1 kuvvetiyle dinamometreyi çeksek, sağdaki uç bir yere bağlı olmasa ve kuvvet uygulanmasa ne olur? Dinamometreyi alır götürür. Bir değer ölçmez.

Yandaki dinamometre ucuna 15 N ağırlığında bir cisim asıldığında okunan değer 15 N olacağını herkes bilir.

Bu durum yukardakinin aynısı aslında. Dinamometre ve yükün orada durması için tavana bağlı ipte de 15 N kuvvet (dinamometre ağırlığını dahil edersek daha fazla) olmak zorunda.

Ama dinamometre 15 N gösterecektir.

Aynı şey önceki iki durum içinde geçerli.



DİKKAT

Yeri gelmişken değinmeden geçmeyelim.

Ağırlık; cisimlere etki eden yerçekimi kuvvetidir. Yeryüzünde cisimlerin ağırlığı yaklaşık olarak kütlelerinin kg cinsinden 10 katıdır. Birimi de kuvvet birimi N dur.

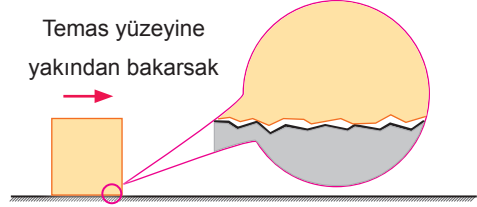
SÜRTÜNME KUVVETİ

Günlük hayatta hareket halindeki cisimlerin bir süre sonra durduğunu hepimiz gözlemlemiştir.

Düz bir yolda bisikletle giderken pedal çevirmeyi bırakırsanız biraz daha gittikten sonra bisiklet durur.

Düz bir zeminde bir cismi iterek hareketini incelediğimizde, yavaşlayarak durduğunu görürüz. Ne kadar hızlı itersek itelim yeterince uzun bir yol varsa, cisim bir yerde mutlaka duracaktır.

Yüzeylerin pürüzlü olmasından dolayı cismin hareketini engellemeye çalışan bir kuvvet oluşur. Buna **sürtünme kuvveti** denir.



Bizim en pürüzsüz gördüğümüz yüzeyler bile dikkatlice incelenirse pürüzlü olduğu görünür. Aslında mikroskopik boyutlarda olsa da pürüzsüz bir yüzey yoktur.

Sürtünme kuvveti sadece hareket eden cisimler arasında olmaz. Durgunken de sürtünme kuvveti oluşabilir.

Büyük bir cismi iterek hareket ettirmek istediğimizde belli bir değere kadar cisim hareket etmez. Kuvveti artırmaya devam edersek, belli bir değerden sonra hareket başlar.

İşte kuvvet uygulanmasına rağmen hareketin hemen başlamama nedeni de sürtünme kuvvetidir.

Sürtünme kuvveti hem cisimlerin hareketi sırasında hem de durgunken söz konusu olabilir.

Statik ve Kinetik Sürtünme Kuvveti

Sürtünme kuvveti sadece hareket eden cisimler arasında olmaz, durgunken de sürtünme kuvveti oluşabilir demiştik.

Peki cismi hareket ettirebilmek için yenilmesi gereken sürtünme kuvvetiyle, hareket halindeyken yavaşlatan sürtünme kuvveti arasında bir fark var mıdır?

Bunu deneyerek görmek mümkün. Evde veya okulda durgun bir masayı hareket ettirmeye çalışalım.

Bütün gücünüzle birden itmeyin sakın! Masayı karşı duvara çarpıp birşeyleri kırarsanız fırçayı yersiniz ☹

Küçük bir kuvvetle başlayalım ve yavaş yavaş artıralım. Masa harekete başladıktan sonra sabit bir hızla itmek için de kuvvet harcarız, ama bu kuvvet harekete geçiren kuvvetten daha küçüktür.

Eğer farkı hissedemediyseniz daha ciddi bir deney de yapabiliriz ☺



Şekildeki gibi düz bir zemin üzerine konulan tahta bloğu bir ip ile dinamometreye bağlıyoruz. Dinamometreyi yavaş yavaş çekersek dinamometredeki değer artmasına rağmen cisim hâla hareketsiz olacaktır.

Uygulanan kuvvet belli bir değere ulaştığında ise hareket başlar.

Hareketin başladığı andaki dinamometre değerini kaydedelim. Bu cismi harekete geçirmek için gerekli olan kuvvettir.

Devamında ise cismi sabit hızla çekerek hareket halinde dinamometrede okunan değeri kaydediyoruz.

Önceki ünite de anlattığımız, ölçmede hata payını en aza indirmek için ne yapıyorduk?

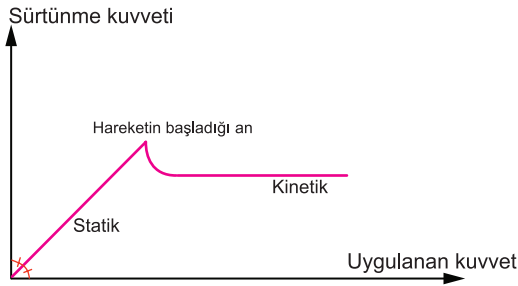
Eveet aynen söyledığınız gibi. Deneyi birkaç kez tekrarlayıp bulunan değerlerin ortalamasını alıyoruz. Süpersiniz😊

Bu değerleri incelersek, hareketi başlatan kuvvetin sabit hızla çekerken okunan değerden büyük olduğunu görürüz.

İşte cisim durgunken, harekete başlatmak için yenilmesi gereken sürtünme kuvvetine **statik** (durgun) **sürtünme kuvveti**, hareket halindeyken etki edene de **kinetik sürtünme kuvveti** denir.

Cisimlere etkiyen statik sürtünme kuvveti, cisim harekete geçene kadar devam eder ve cisim harekete geçtikten sonra yerini kinetik sürtünme kuvvetine bırakır.

Bir cisme etki eden kinetik sürtünme kuvveti, statik sürtünme kuvvetinin en büyük değerinden her zaman daha küçük olur.



Yeri gelmişken anlatmazsam içimde kalır :))

Bu grafiği statik sürtünmenin kinetik sürtünmeden büyük olduğunu göstermek için çizdim. Ama aslında çok daha önemli birşeyi gösteriyor bu grafik.

Bunu iyi anlarsanız çok sık yapılan bir yanlış baştan düzeltilmiş olursunuz.

Grafiğin hareket anına kadar olan kısmına bir daha bakın. Gördüğünüz gibi bu kısım doğrusal ve bu doğru 45° lik açı yapıyor. Uygulanan kuvvet ve sürtünme kuvveti eksenlerinin açığırtayı olduğunu gördünüz mü?

İyi de bu ne anlama geliyor diyenler için söyleyeyim.

Hatta biraz daha öncesinden alalım.

Grafik sıfırdan başlamış. Yani;

Uygulanan kuvvet yoksa sürtünme kuvveti de yoktur.

Yatay zeminde duran bir cisim için, hareket ettirmek isteyen bir kuvvet olmazsa sürtünme kuvveti de olmaz.

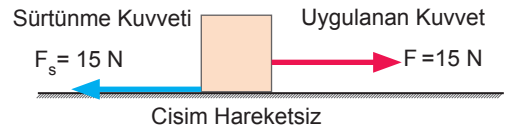
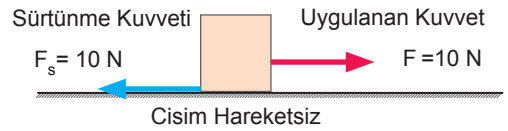
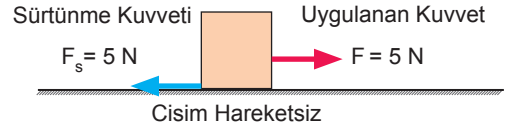
Kuvvet uygulanırsa, hareket edene kadar uygulanan kuvvet arttıkça, sürtünme kuvveti de artar ve hep uygulanan kuvvete eşit büyüklükte olur.

Duran cisimler için sürtünme kuvvetini bulurken bir formül kullanılmaz. Cisim hareket etmiyorsa, sürtünme kuvveti her zaman uygulanan kuvvete eşit ve zıt yönlüdür.

Örnek vererek daha iyi anlaşılmasını sağlayalım :)

Aşağıdaki şekilde verilen cismi hareket ettirmek için gerekli kuvvetin 20 N olduğunu varsayalım.

Bu cisme sırayla 5 N, 10 N, 15 N kuvvet uygularsak hareket etmeyecektir. Bu durumların hepsinde de sürtünme kuvveti uygulanan kuvvete eşit olacaktır.



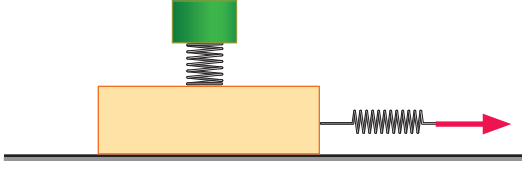
Sürtünme Kuvveti Nelere Bağlıdır?

Şimdi bu sürtünme kuvvetinin nelere ve nasıl bağlı olduğunu anlamaya çalışalım.

Bunu ilk merak ederek araştıran ve deneyler yapan bilindiği kadarıyla 1400 lü yıllarda yaşayan Leonardo Davinci olmuştur.

Ama sürtünmeyle ilgili çalışmaları en çok bilinen **Amontons** adındaki bir Fransızdır. Amontons yaklaşık 100 yıl sonra Leonardo da Vinci'nin çalışmalarını yayınlamış ve deneyler yapmıştır. Bu çalışmalar da daha sonra Coulomb tarafından doğrulanmıştır.

Amontons'un yapmış olduğu deney şöyledir.



Deney, günümüze göre yetersiz araçlarla yapılmış basit bir deneydir. Bir takoz üzerine yay koyan Amontons başka bir yayla da alttaki takozu çekmektedir.

Deneyde, üstteki yayın üzerine konulan ağırlığa göre sıkışma miktarı ve çekilen yaydaki uzama miktarı arasındaki ilişki incelenmek isteniyor.

Üstteki yayın sıkışma miktarı; çekilen kütlenin büyüklüğünü, harekete başlama anında çekilen yaydaki uzama miktarı ise hareketi başlatmak, yani sürtünme kuvvetini yenmek için ne kadar kuvvet gerektiğini gösteriyor. Bu değere eşik değer diyoruz.

Amontons yatay yaydaki kuvvet değişimini, cismi zemine bastıran kuvvet dışında, zeminle cisim arasında farklı maddeler (su, yağ vb.) sürerek incelemiş. Hatta farklı sıcaklıklarda deneyerek, sıcaklığın etkisini de araştırmıştır.

Bu deneydeki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinin neler olduğuna bakalım. Hem eski konuyu tekrar etmiş oluruz ☺

Bağımsız değişken (Etkileyen değişken): Üstteki yaya etki eden dik kuvvet.

Bağımlı değişken (Etkilenen değişken): Cisme yatayda etki eden kuvvet, sürtünme kuvveti.

Kontrol değişkenleri: Cismin temas alanı, sıcaklık, zemine sürülen kayganlaştırıcı maddeler.

Sürtünme kuvvetinin nelere bağlı olduğunu yukarıdaki deney sonuçlarından sonra toparlayalım.

1.Yüzeye dik etki eden kuvvet

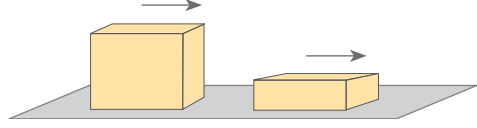
Yatay zeminde, cismin ağırlığı ve varsa üzerine etki eden dik kuvvetlerin toplamıdır.

Cismi yüzeye dik olarak bastıran kuvvet arttıkça sürtünme kuvveti de doğru orantılı olarak artar.

2.Temas yüzey alanı

Genelde yüzey alanı artınca sürtünme kuvvetinin de artacağı düşünülür ama bu yanlıştır.

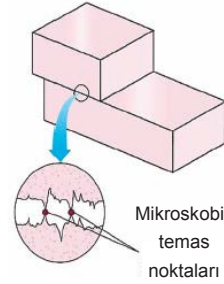
Cismin zemine temas eden alanının büyüklüğü sürtünme kuvvetini etkilemez.



Cisim ister büyük, ister küçük yüzeyi üzerinde olsun aynı sürtünme kuvveti oluşur.

3.Sürtünen yüzeyin cinsi

Sürtünen yüzeylerin cinsi sürtünme kuvvetini etkiler. Pürüzsüz yüzeylerde sürtünme daha azken, pürüzlü yüzeylerde daha büyük sürtünme kuvveti oluşur.



Yüzeylerdeki pürüz ve girinti çıkıntılar, takılarak hareketi engelleyici etki yaparlar.

O zaman, yüzey büyük olduğunda daha çok pürüz temas edeceği için daha çok sürtünme olmalı değil mi? Yüzey alanı sürtünmeyi etkilemiyor demiştik?

Evet yüzey alanının değişmesi sürtünme kuvvetini değiştirmiyor. Sözümüzün arkasındayız ☺ Sebebi ise şu:

Yüzey büyükken daha çok pürüz temas ediyor ama yüzey küçülünce de bu pürüzler basınç artışıyla daha iç içe geçiyor. Bu da daha küçük yüzeyde bile aynı sürtünme kuvveti olmasını sağlıyor.

Bu anlattıklarımızı şu şekilde özetleyebiliriz.

- Sürtünme kuvveti cismin hareketli ve durgun olmasına göre değişir.
- Sürtünen yüzeye dik bastıran toplam kuvvet, sürtünme kuvvetiyle doğru orantılıdır.
- Sürtünen yüzeylerin cinsi sürtünme kuvvetini etkiler.

Yüzey cinsi için sürtünme katsayısı ifadesini kullanıcaz. Bu katsayı da cismin hareketli ve durgun olması halinde farklı olur. Durgun cisimler için statik sürtünme katsayısı, hareketli cisimler içinse kinetik sürtünme katsayısı olarak isimlendirilir.

Bu durumda sürtünme kuvvetini matematiksel olarak şöyle ifade edebiliriz. Yani formülü :)

$$\text{Sürt. kuvveti} = \text{Sürt. katsayısı} \cdot \text{Yüzeye etki eden dik kuvvet}$$

f_s : Sürtünme kuvveti

k : Sürtünme katsayısı

N : Yüzeye etki eden dik kuvvetler toplamı dersek

$$f_s = k \cdot N$$

Sürtünme katsayısı "k" statik ve kinetik sürtünme kuvveti için farklıdır.

Statik sürtünme katsayısını formülde yazıp bulacağımız değer, sürtünme kuvvetinin maksimum değeridir. Yani, cisim hareketi geçirmek için uygulanması gereken minimum kuvvet.

Bundan küçük bir kuvvet uygulanırsa cisim hareket etmeyeceği için, sürtünme kuvveti etki eden kuvveti sıfır yapacak kadardır. Yani eşit şiddette ve zıt yönlü. Bu durumda formül kullanmıyorduk.

Önemli bir noktayı daha belirtelim. Sürtünme kuvveti sürtünen iki yüzeyde de oluşur.

Sürtünme kuvvetinin yönü cisim hareketliyse; hareketine ters yönde, hareketsizse harekete zorlayan kuvvete ters yönde olur.

Cismin temas ettiği yüzeyde (zeminde) oluşan sürtünme kuvveti ise, cismin hareketi yönündedir.

Halı üzerindeki sehpayı çekerken halının da bize doğru gelmesinin nedeni, halıdaki sürtünme kuvvetinin yönünün bize doğru olmasıdır.

Sürtünme Kuvveti İyi mi Kötü mü?

Sürtünme kuvveti bize günlük hayatımızda zorluk çıkarsa da, enerji kayıplarına neden olsa da hayatımıza bir çok olumlu katkısı da vardır. Cevap hem iyi hem kötü 😊

Sürtünme kuvveti olmasaydı yaşayamazdık. En basit olarak yürüyebilmemiz, hatta durabilmemiz bile sürtünme sayesinde. Sürtünme olmasa araçlar duramazdı diye aklınıza gelmişse hemen söyleyelim: Sürtünme olmasa araçlar hareket bile edemezdi 😊 Tekerlek ile yol arasındaki sürtünme sayesinde araçlar ilerleyebiliyorlar.

Buz üzerinde patinaj çekip ilerleyemeyen araçları herkes görmüştür ki buzda sürtünme sıfır bile değil. Sadece daha az.

Sürtünme olmasa başımıza taş yağardı. Ninelerimizin söylediği gibi değil 😊 gerçekten yağardı. Uzaydan gelen göktaşları atmosfere hızla girdiklerinde hava sürtünmesi nedeniyle ısınarak kül olup yeryüzüne düşüyorlar. Sürtünme olmasa hepsi yeryüzüne ulaşacaklardı.



Yağmur, dolu taneleri hava sürtünmesi olmasa sürekli hız kazanarak kafatasımızı delebilecek şekilde yere düşerlerdi.

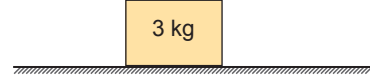
Hava sürtünmesi yukarıdaki durumlar için avantaj olsa da uzaya gönderilen roket ve uzay araçlarının atmosfere girişi ve atmosferde ilerleyişi sırasında dezavantaj oluşturur.

Uçaklar ve araçlarda hava sürtünmesinden dolayı enerji kayıpları yaşar. Motorlar içindeki hareketli parçalarda bu hareketleri sırasında sürtünme etkisiyle zamanla aşınır.

Kısaca en başta söylediğimiz gibi, sürtünme kuvvetinin hem iyi hem de kötü sonuçları vardır.

Örnek 7

Kütlesi 3 kg olan şekildeki cisimle yüzey arasındaki statik sürtünme katsayısı $k_s = 0,5$ ve kinetik sürtünme katsayısı $k_k = 0,4$ tür.



Bu cisme sırasıyla 5 N, 10 N ve 20 N luk kuvvetler ayrı ayrı uygulanırsa, oluşacak sürtünme kuvvetleri ne olur?

Çözüm 7

Cisim durgun olduğu için ilk yapacağımız şey bu cismi harekete geçirebilmek için gerekli kuvveti bulmak olmalı.

Bunun için statik sürtünme katsayısını kullanacağız.

$f_s = k_s \cdot N$ formülünü kullanıyoruz. k_s soruda verilmiş.

N : Yüzeye dik bastıran kuvvetler toplamıydı.

Cisim üzerine başka bir kuvvet uygulanmadığı için, yere sadece kendi ağırlığı kadar kuvvet uygulayacaktır.

Sonraki konumuzu öğrenince daha iyi anlayacaksınız ama burda da söyleyiverelim artık.

Ağırlık G harfiyle gösterilir. Kütleyi de m harfiyle gösteriyoruz.

Ağırlığı veren formül: $G = m \cdot g$ dir.

"g" nedir diyenler için söyleyelim. Yerçekimi ivmesidir. Değeri dünyadaki konuma göre az da olsa değişiyor ama, fizik sorularında yaklaşık 10 kabul edilir. Bu durumda soruda verilen 3 kg lık cismin ağırlığı için,

$G = 3 \cdot 10$ yazarsak, $G = 30$ N bulunur. N yerine bu değeri yazıcaz. N değerleri yerine koyalım.

$f_s = k_s \cdot N$ ise,

$f_s = 0,5 \cdot 30 = 15$ N

Bu değer cismi harekete geçirebilecek en küçük kuvvet.

Soruda söylenen 5 N ve 10 N luk kuvvetler hareket etmesi için yetmeyeceğinden. Uygulanan kuvveti sıfır yapacak kadar sürtünme kuvveti oluşur.

5 N için, $f_s = -5$ N

10 N için, $f_s = -10$ N

Bu iki durumda cisim, dengelenmiş kuvvetler etkisindedir.

Pekii 20 N uygulanırsa?

Bulduğumuz 15 N luk sınır değerden büyük olduğu için cisim hareket edecektir.

Hareket eden cisme etki eden sürtünme kuvveti için kinetik sürtünme katsayısı kullanıcaz.

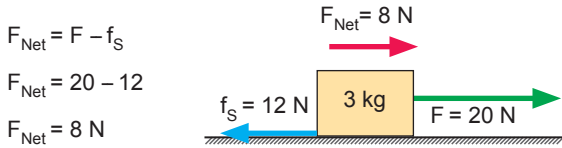
$$f_s = k_k \cdot N$$

Kinetik sürtünme katsayısı soruda 0,4 verilmiş ve N de 30 N

$f_s = 0,4 \cdot 30$ buradan, $f_s = 12$ N bulur.

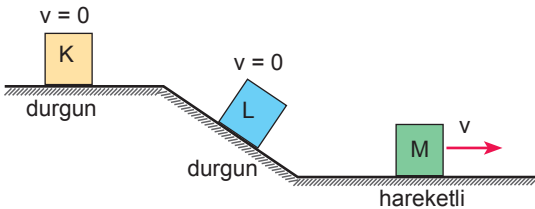
Cismi çeken kuvvet 20 N, sürtünme kuvveti 12 N olduğundan cisim dengelenmemiş kuvvetler etkisindedir.

Cisme etki eden net kuvvet ise, zıt yönlü olan bu kuvvetlerin farkı kadardır. Yönü de büyük kuvvet, yani 20 N yönünde olur.



Örnek 8

Şekildeki özdeş K, L ve M cisimlerinden yatay zemindeki K ve eğik düzlemdeki L durgun, yatay zemindeki M ise sabit hızla hareketlidir.



Buna göre, bu cisimlerden hangilerine sürtünme kuvveti etki etmektedir?

Çözüm 8

Bu soruda size asıl anlatmak istediğim şey, eğik düzlemdeki L cisminin durumu. Bu yüzden önce K ve M nin durumunu söyleyip L ye geçelim.

K cismi yatay zeminde durgun olduğu için, hareket ettirmek isteyen bir kuvvet olmadıkça sürtünme kuvveti olmaz.

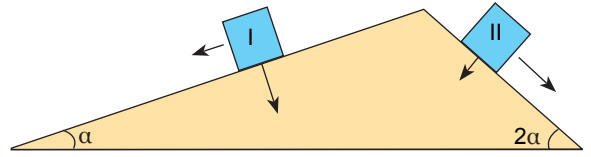
M cismi ise yine yatay zeminde, v hızıyla hareket ediyor. Şekilde gösterilen bir kuvvet olmasa bile hareket halindeki cisme mutlaka sürtünme kuvveti etki eder.

Başka bir kuvvet yoksa, cisim harekete ters yöndeki sürtünme kuvveti etkisiyle yavaşlar ve bir süre sonra durur.

Gelelim L cismine.

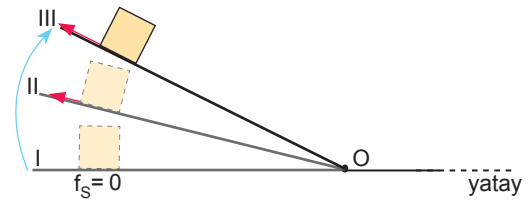
Cisimler yatay zemindeyken ağırlık dediğimiz yerçekimi kuvveti yüzeye dik etki ettiği için harekete sebep olmaz. Ama zemin yatay değilse eğik olursa ağırlığın bir kısmı cismi aşağı kaymaya zorlar. Eğik düzlem arttıkça da bu etki artar.

Eğer bir cisim eğik düzlem üzerinde ve kaymadan durabiliyorsa, ağırlığın harekete zorlayan etkisini yenen bir sürtünme kuvveti olmak zorundadır.



Yukarıdaki şekilde eğik düzlem üzerinde eşit kütleli iki cisim var. Bunlardan I. durumdaki (soldaki) cismin bulunduğu eğik düzlemde açı küçük olduğu için, ağırlığın yüzeye etkisi II. durumdakinden fazla, aşağı kaydırmak isteyen etki ise II. durumdakine göre daha küçüktür.

Bu nedenle yüzeylerin yapısı aynı olmak şartıyla, I. durumda oluşan sürtünme kuvveti II. durumdakinden küçük olur.



Şekildeki gibi I. durumda düzlem yatayken cisme etki eden bir sürtünme kuvveti yoktur.

O noktası etrafında dönebilen düzlem ok yönünde döndürülerek II konumuna getirilirse cisim aşağı kaymak isteyeceği için, aşağı çeken kuvvet kadar sürtünme kuvveti oluşur.

Biraz daha döndürülerek III konumuna getirilirse aşağı kaydırmak isteyen kuvvet artacağı için, sürtünme kuvveti de artar.

Cisim kaymaya başlayana kadar açı arttıkça, kaydırmak isteyen ve bunu engelleyen sürtünme kuvveti de artacaktır.

1. Kuvvetle ilgili olarak aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Türetilmiş büyüklüktür.
- B) Skaler büyüklüktür.
- C) Dinamometre ile ölçülür.
- D) Cisimlerin hızını değiştirebilir.
- E) Cisimler üzerinde şekil değişikliği yapabilir.

2. Aşağıdaki etkileşimlerin hangisinde temas gerektiren kuvvet etkilidir?

- A) Yağmur damlasının yere düşmesi.
- B) İki mıknatısın birbirini itmesi.
- C) Yün kazağa sürtülen balonun kağıt parçalarını çekmesi.
- D) Helyum dolu balonun uçması.
- E) Havaya atılan taşın yavaşlaması.

3. Kuvvetle ilgili olarak,

- I. Bir cisme kuvvet etki etmesi için mutlaka temas gereklidir.
 - II. Kuvvet etkisindeki her cisim hareket eder.
 - III. Kuvvet, hareketin yönünü değiştirebilir.
- yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

4. Sürtünme kuvvetinin günlük yaşantımızda bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

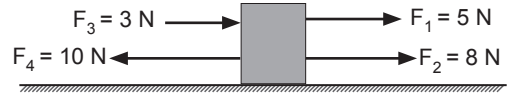
Buna göre,

- I. Paraşütlerin sabit hızla yere inmesini sağlar.
- II. Makinelerde aşınmalara yol açar.
- III. Göktaşlarının atmosferde yanarak kül olmasına yol açar.
- IV. Uzay mekiklerinin atmosfere girişinde ısınmalarına yol açar.

Durumlarından hangileri sürtünme kuvvetinin dezavantajlarına örnektir?

- A) I ve II
- B) II ve III
- C) II ve IV
- D) II, III ve I
- E) I, II, III ve IV

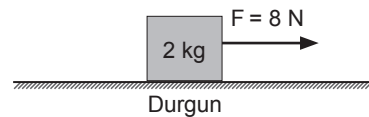
5. Sürtünmenin ihmal edildiği yatay zemindeki cisme şekildeki gibi F_1 , F_2 , F_3 ve F_4 yatay kuvvetleri etki etmektedir.



Buna göre cisme etki eden net kuvvet kaç N dur?

- A) 0
- B) 2
- C) 4
- D) 6
- E) 8

6. Yatay zemindeki 2 kg kütleli cisme şekildeki gibi 8 N luk yatay F kuvveti etki etmektedir.



Cisim hareket etmediğine göre, cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N dur?

- A) 6
- B) 8
- C) 10
- D) 12
- E) 18

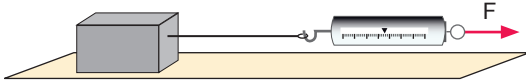
7. Sürtünme kuvvetiyle ilgili,

- I. Sürtünen yüzeylerin cinsine bağlıdır.
- II. Sürtünen yüzey alanının büyüklüğüne bağlıdır.
- III. Hareket halindeki cisimlerin hızına bağlıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

8. Sürtünme kuvvetini nelerin etkilediğini bulmak için aşağıdaki düzeneği kuran bir öğrenci, deneyi tekrarlarlarken;



- I. Tahta yerine mermerde çekerse yüzeyin etkisini görmüş olur.
- II. Cismin üzerine başka bir cisim daha koyarsa cismin ağırlığının etkisini görmüş olur.
- III. Aynı cismi başka dinamometre ile çekerse kuvvetin etkisini görmüş olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

9. Duran bir cisim sürekli artan bir kuvvetle çekilirken, kuvvetin değeri 15 N olduğunda cisim hareket ediyor.

Buna göre, hareket halinde bu cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N olabilir?

- A) 0 B) 14 C) 15 D) 16 E) 18

10. Beton ve mermer yüzeylerde v hızıyla hareket eden şekildeki K ve L cisimlerinin kütleleri farklı, cisimlere etki eden sürtünme kuvvetleri eşittir.



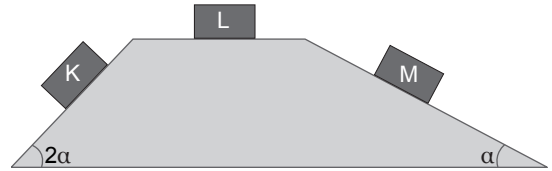
Bunun sebebi;

- I. Yüzeylerin sürtünme katsayılarının farklı olması.
- II. L nin yüzey alanının K den büyük olması.
- III. Cisimleri harekete geçiren kuvvetlerin eşit olması.

yargılarından hangileri olabilir?

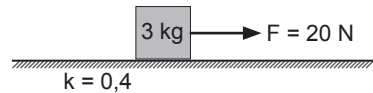
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

11. Özdeş K, L ve M tuğlaları şekildeki konumlarda hareketsiz durmaktadır.

Buna göre cisimlere etki eden sürtünme kuvvetleri f_K , f_L , ve f_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $f_K > f_L > f_M$ B) $f_K > f_M > f_L$ C) $f_M > f_L > f_K$
D) $f_K = f_L = f_M$ E) $f_K > f_M = f_L$

12.

Kinetik sürtünme katsayısının $k = 0,4$ olduğu zemindeki 3 kg kütleli cisme $F = 20$ N luk yatay kuvvet uygulanıyor.

Buna göre, cisme etki eden net kuvvet kaç N'dur?

- A) 8 B) 10 C) 12 D) 16 E) 20

1. B	2. D	3. C	4. C	5. D	6. B	7. A	8. C	9. B	10. A	11. B	12. A
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

3.

HAREKET YASALARI (DİNAMİK)

NEWTON'UN HAREKET YASALARI

İnsanların ilk çağlardan itibaren çevrelerini inceleyip anlamaya çalıştıklarından bahsetmiştik.

İnsanlar çevrelerinde ve genel olarak evrende gerçekleşen olayların rastgele olmadığını, bir düzen içinde gerçekleştiğini görmüş ve bu kuralları bulmaya çalışmışlardır.

Bu olaylardan birisi de cisim üzerine etki eden kuvvetler ve cismin hareketi arasındaki ilişkidir.

Bununla ilgili tarihte pek çok kabul ve açıklama yapılmış ama bunlar zaman içindeki yeni çalışmalarla bazen desteklenip bazen de çürütülmüştür.

Evrandeki cisimlerin hareketleri ile kuvvet arasındaki ilişkiyi günümüzde de kabul görecektir şekilde ilk açıklayan Newton olmuştur. Bu nedenle Dinamik olarak bilinen bu konuya Newton'un Hareket Yasaları diyoruz.

Önce bu yasaların neler olduğunu söyleyelim. Sonra ayrı ayrı inceleyeceğiz.

I. Eylemsizlik Yasası

II. Dinamiğin Temel Yasası

III. Etki - Tepki Yasası

Bu konuda hareket ve kuvvet konularında gördüğümüz kavramları kullanacağız. Kuvvetle ilgili kısa bir hatırlatma yapalım.

Bir cisim üzerine etki eden tüm kuvvetlerin bileşkesi (toplamı) sıfırsa cisim **dengelenmiş kuvvetler**, bileşke kuvvetin sıfırdan farklı olduğu durumlarda da; cisim **dengelenmemiş kuvvetler** etkisinde diyoruz.

Cismimiz dengelenmiş kuvvetler etkisindeyse I.yasa olan Eylemsizlik yasası, dengelenmemiş kuvvetler etkisindeyse de Temel yasa ile hareketlerini açıklayacağız.

I. Eylemsizlik Yasası

Kütlesi olan her cisim mevcut hareket durumunu korumak ister. Bu durumu değiştirmek için dışarıdan kuvvet etki ederse buna direnç gösterir. Buna eylemsizlik denir.

Eylemsizlik yasasına göre: Bir cisme etki eden net kuvvetin sıfır olması durumunda; cisim durgun hâlde ise durmaya devam eder, hareketliyse sabit hızla hareketine devam eder.

Yani dengelenmiş kuvvetlerin etkisindeki bir cisim, ya duruyordu ya da sabit hızla hareket ediyordu.



DİKKAT

Dengede bir cisim dendiğinde akla ilk gelen, net kuvvetin sıfır ve cismin hareketsiz olmasıdır.

Ancak, sabit hızla hareket eden cisimlere etki eden net kuvvette sıfırdır. 😊 Bunu sakın unutmayın.

Olayı biraz geriden alalım :)

1. Ünite de bahsetmiştik. Galileo ile birlikte deney ve gözlemlere dayalı olan bilimsel çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Günümüzde kabul edilen Newton Yasalarının temelini de Galileo'nun yaptığı çalışmalar oluşturuyor.

Galileo yaptığı deneylerle eskiden beri doğru kabul edilen ve Aristo'ya kadar uzanan iki yanlış düzeltmiştir.

Bunlardan birincisi belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisimlerden ağır olanın daha çabuk yere düşeceği idi.

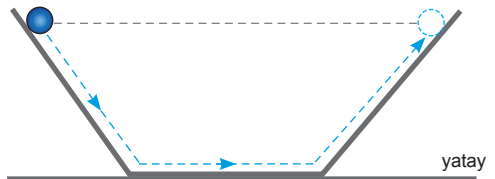
Galileo Pisa kulesinden farklı büyüklük ve ağırlıktaki cisimleri serbest bırakarak bunun böyle olmadığını gösterdi. Aynı zamanda Galileo'nun bununla ilgili meşhur bir de düşünce deneyi vardır ki mantık kullanarak bunun yanlışlığını ispatlamıştır.

Merak edenler bu düşünce deneyini araştırırsınlar, biz de kimler araştırmaya meraklı görelim :))

Diğer doğru bilinen yanlış ise; cisimlerin doğal durumları gereği durgun oldukları ve hareketi başlatan kuvvet ortadan kalktığında doğası gereği duracaklarıdır. Bizi şimdi asıl ilgilendiren de bu.

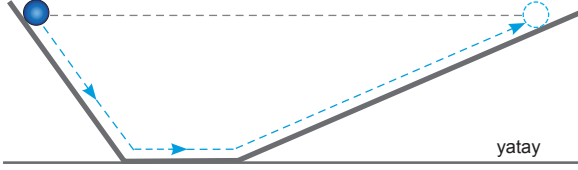
Galileo hareketli cisimlerin durması için de bir neden ve kuvvet gerektiğini düşünüyordu.

Bu düşüncesini doğrulamak için yaptığı deneyi kısaca anlatalım.



Eğik düzlem üzerinde belli bir yükseklikten bırakılan cisim önce aşağı inip sonra diğer eğik düzlemde yol alarak duruyor. Buradan cismin aldığı yol ile ne kadar yükseldiğini not ediyor.

Daha sonra ikinci eğik düzlemin açısını azaltarak, cismi ilk eğik düzlemde aynı yerden serbest bırakıyor.

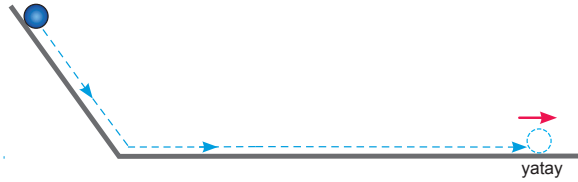


Burada aldığı yol ile çıktığı yüksekliği de not ediyor.

Görüyor ki; cisim iki durumda da neredeyse bırakıldığı yüksekliğe kadar çıkabiliyor. Fakat ikinci durumda sağdaki eğik düzlemin açısını azalttığı için aldığı yol daha uzun oluyor.

Eğim azaldıkça aynı şekilde yükselen cismin her seferinde daha uzun yol alması sonucu şu yargıya ulaşıyor.

Eğim azaldıkça cismin aldığı yol arttığına göre, eğimi sıfır yapıp cismin yatay zemine inmesini sağlarsak cisim çok fazla yol alacak, hatta sonsuza kadar gidecektir.



Yani diyor ki Galileo; cisimlerin harekete başlaması için kuvvet gereklidir, ama hareketin devamı için bir kuvvete ihtiyaç yoktur. Kuvvet kalktıktan sonra da cisim hareketine devam eder.

Galileo dışardan kuvvet etki etmedikçe hareketli cismin hareketine sabit hızla devam edeceğini söylerken, hareketli cisimlerin durma ya da hızlanmaya karşıda bir direnç gösterdiklerini iddia ediyor.

Newton, Galileo'nun bu düşüncesini geliştirerek ileride birinci hareket yasası olarak tanımlar. Yani Eylemsizlik yasası.

Eski Türkçe'de eylemsizliğe atâlet demişler. Atâlet'in kelime olarak karşılığı tembellik. Hiii rahatımı bozamam diyor kütle 😊



Eylemsizliği aslında günlük hayatta hepimiz hissetmişsinizdir. Minibüsle yolculuk yapanlar iyi bilirler; bir yerden tutunarak bile dengede kalmak çok zordur. Sürekli hızlanıp yavaşlayan araçta ileri geri bizi düşürmeye çalışan kuvvet eylemsizlik kuvvetidir.

Birden fren yapan, ya da bir engele çarpan araçtaki yolcular emniyet kemeri takılı değilse ön camdan dışarı bile fırlayabilir.

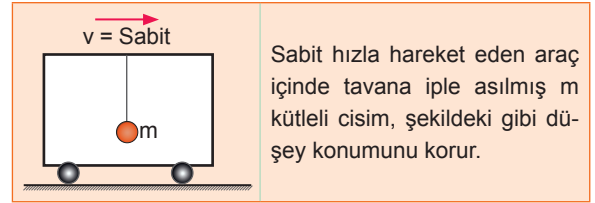
Araçlardaki emniyet kemerleri ve hava yastıkları eylemsizlik sonucu kaza anında ölüm veya sakatlanma ihtimalini azaltmak için tasarlanmış güvenlik tedbirleridir.

Eylemsizlik Yasası hareketin sınırlarını belirtir. Bir cisim dengelenmiş kuvvetler etkisindeyse, yani net bir kuvvet etki etmiyorsa; durgunsa durmaya, hareket halindeyse sabit hızla hareketine devam eder.

Fakat cisim sabit hızlı dışında bir hareket yapıyorsa o cisim üzerinde etki eden net kuvvet sıfırdan farklıdır. Bu durumda eylemsizlik kuvveti oluşur.

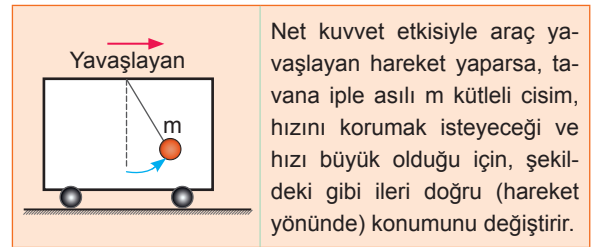
Bir araç içinde tavana iple asılı m kütleli bir cismimiz olsun.

Araç sabit hızlıysa:



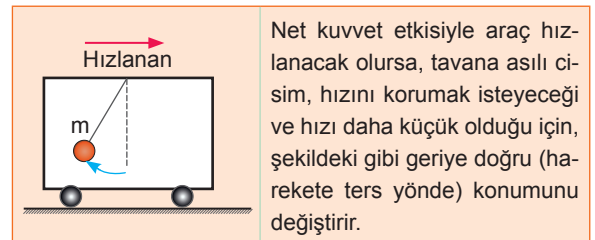
Sabit hızla hareket eden araç içinde tavana iple asılmış m kütleli cisim, şekildeki gibi düşey konumunu korur.

Araç yavaşlıyorsa:



Net kuvvet etkisiyle araç yavaşlayan hareket yaparsa, tavana iple asılı m kütleli cisim, hızını korumak isteyeceği ve hızı büyük olduğu için, şekildeki gibi ileri doğru (hareket yönünde) konumunu değiştirir.

Araç hızlanıyorsa:



Net kuvvet etkisiyle araç hızlanacak olursa, tavana asılı cisim, hızını korumak isteyeceği ve hızı daha küçük olduğu için, şekildeki gibi geriye doğru (harekete ters yönde) konumunu değiştirir.

II. Temel Yasa

Bir cisme etki eden net kuvvet sıfır ise cisim ya duruyor, ya da sabit hızla, düzgün doğrusal hareket yapıyor. Bunu anladık.

Peki net kuvvet sıfır olmazsa?

Net kuvvetin cisim üzerine etkisini inceleyelim isterseniz. Gerçi istemerseniz de anlatıcam ama siz istemiş olun :)

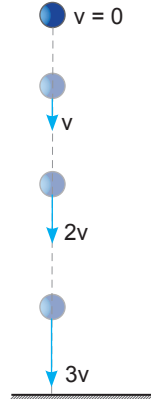
Net kuvvetin harekete etkisini hepimizin sürekli olarak yaşadığı bir durum üzerinden anlatmaya başlayalım.

Elimizdeki bir cismi;

1. Belli bir yükseklikten bıraktığımızda ne olur?
2. Yukarı doğru belli bir hızla attığımızda ne gözleriz?

Cevap vermekte zorlananlar varsa hemen elindeki kalem ya da silgiyle deney yapabilir. Kalem ucunu kırmayın. ☺

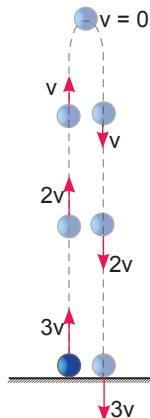
Yeryüzündeki tüm cisimlere Dünya'nın uyguladığı bir çekim kuvveti vardır. Bu kuvvete cismin ağırlığı dediğimizi söylemiştik. Ağırlığın yönü her zaman Dünya'nın merkezine doğrudur.



Deneyenlerin de gördüğü ve günlük hayatta hep yaşadığımız gibi, bırakılan cisim yere düşer.

Cismi ne kadar yüksekten bırakırsak, yere çarpma hızı da o kadar artar. Demek ki serbest bırakılan cisim zamanla hızlanan bir hareket yapıyor.

Cismin hızlanma sebebi ağırlığı, yani cisme etki eden yerçekimi kuvvetidir.



Yukarı atılan cisim ise belli bir yüksekliğe kadar çıkar, sonra o da yere düşer.

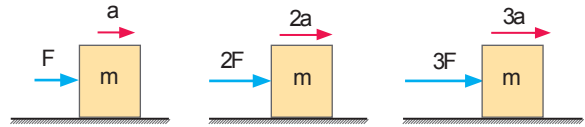
Yeryüzündeki cisimler elimizden çıktığı andan itibaren yerçekimi kuvveti etkisinde kalacaktır.

Bu kuvvet her zaman yerin merkezine doğru olduğu için; yukarı çıkan cisim, harekete ters kuvvet etkisiyle önce yavaşlar. Aşağı inerken de hareket yönündeki kuvvet etkisiyle hızlanır.

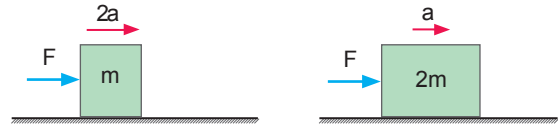
Newton net kuvvetin harekete etkisini, daha sistemli deneylerle araştırarak, net kuvvet etkisinde kalan bir cismin hızının değiştiğini gözlemiştir.

Yatay bir zemin üzerinde duran bir cisim düşünelim. Bu cisme dengelenmemiş net bir kuvvet etki ettiğinde cisim hızlanacak, ivmeli hareket yapacaktır.

Newton cisme uygulanan kuvveti artırdıkça cismin hızlanmasının yani ivmesinin de aynı oranda arttığını gözlemliyor.



Yine yatay zeminde aynı kuvveti farklı cisimlere uyguladığında cisimlerin kazandıkları ivmenin kütle arttıkça azaldığını görüyoruz.



Ve Temel Yasayı söylüyor: **Net bir kuvvet etkisindeki cismin ivmesi kuvvetle doğru, kütleyle ters orantılıdır.**

Temel yasanın benim çok sevdiğim diğer bir tanımı da şöyle. Bir cisme uygulanan net kuvvetin cisme kazandıracığı ivmeye oranı her zaman sabit olup, cismin kütlesine eşittir.

$$\text{Kütle} = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{İvme}} \quad m = \frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a}$$

Bu ifadenin en çok kullanılan şekli ise,

$$\text{Kuvvet} = \text{Kütle} \cdot \text{İvme}$$

$$F = m \cdot a$$

Temel Yasanın matematiksel ifadesiyle eylemsizlik yasasını da doğrulayabiliriz.

Bir cisme etki eden net kuvvet sıfır olursa, eşitliğin diğer tarafı da sıfır olmalıdır. Kütle sıfırdan farklı olacağı için, ivme sıfır olacaktır.

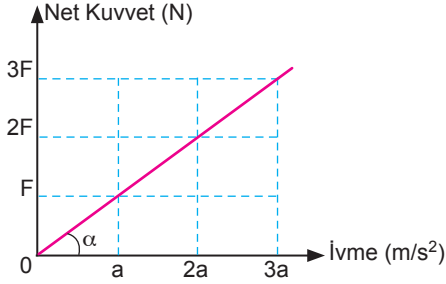
$F = m \cdot a$ ifadesinde $F = 0$ ise, $a = 0$ olmalıdır.

Yani cismin hızında değişiklik olmaz.

Bir hız varsa o hızla sabit hızlı hareket yapar. Ya da duruyorsa durmaya devam eder.

Kuvvet - İvme Grafiği

Bir cisme uygulanan net kuvvetin, cismin kazanacağı ivmeye bağlı grafiği aşağıdaki gibidir.



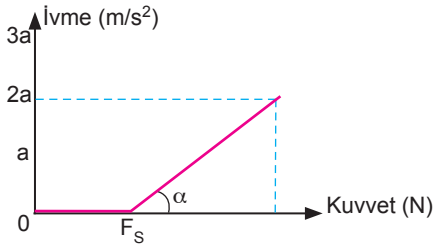
Bu grafiğe göre;

- Net kuvvet sıfırsa ivme de sıfırdır.
- Kuvvet arttıkça ivme de doğru orantılı olarak artar.
- Grafiğin eğimi kütleli verir.

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}} = \frac{F}{a} = m$$

Grafik eksenleri yer değiştirirse (ivme - kuvvet grafiği verilirse) oranlar ters döneceği için, eğim $\frac{1}{m}$ yi verir.

Karşınıza çıkabilecek bir grafik daha görelim.



Bu grafik kuvvet uygulanan cismin buna bağlı olarak ivme değişimini gösteriyor.

Grafikteki F_s sürtünme kuvvetidir. Uygulanan kuvvet bu değere ulaşana kadar cisim hareket etmiyor.

Bundan sonra ivme ve kuvvet yine doğru orantılı.

Eğim ise yukarıda bahsettiğimiz gibi $\frac{1}{m}$ yi verir.

$$\text{tg } \alpha = \frac{a}{F} = \frac{1}{m}$$

III. Etki - Tepki Yasası

Uygulanan kuvvetin cisim üzerindeki etkisinden bahsettik.

Şimdi de kuvveti uygulayana bakıcaz.

Duvara vurursanız ne olur? Eliniz acır değil mi.

Peki neden acır? Duvara biz vurduk, duvar bize vurmadı ki.

Aslında tam da öyle olmuştur. Biz duvara vurursak duvarda bize vurur ☺

Sert bir giriş oldu ama ne yapalım ☺

Günlük hayatta karşılaştığımız bir kaç olayı inceleyelim.

Buz üzerinde patenli iki kişiden biri diğerini iterse, itilenle beraber iten de geriye doğru kayar. Peki onu kim itti?

Yere bırakılan bir top çarpmadan sonra yukarı doğru yükselir. Çarpan topu yukarı kim attı?

Bunun gibi örnekler çoğaltılabilir.

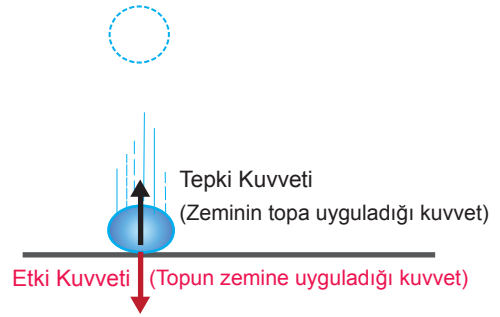
Buradan, uygulanan kuvvetlerle birlikte ters yönde de bir kuvvet oluştuğunu söyleyebiliriz.

Newton bu III. yasaya **Etki-Tepki Yasası** demiştir.

Der ki Newton: “**Bir cisim başka bir cisme kuvvet uyguladığında kuvvet uygulanan cisim de uygulayan cisme eşit şiddette ve zıt yönde bir kuvvet uygular.**”

Yani, her etkiye eşit ve zıt yönlü bir tepki karşılık verir.

Etki ve tepki kuvvetleri farklı cisimler üzerindedir. Yani bizim duvara vururken uyguladığımız kuvvet duvar üzerinde, duvarın tepki kuvveti ise elimizdedir.



Yere çarpan topun yukarı zıplamasının nedeni zeminin topa uyguladığı tepki kuvvetidir.

Konunun başında söylemiştik.

Elimizdeki bir cismi belli bir yükseklikten bıraktığımızda yere düşer. Bunun sebebi de dünyanın cisme uyguladığı yerçekimi kuvvetidir.

Peki bu cismi masa üzerine koyduğumuzda cisme yerçekimi kuvveti etki etmiyor mu?

Cisim koyduğumuz yerde duruyor.

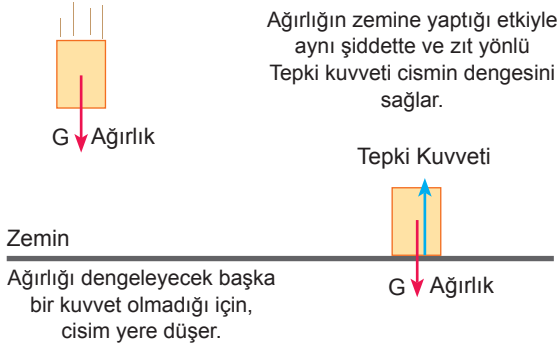
Yerçekimi kuvveti kütlesi olan her cisme etki eder.

Masa üzerindeki cismimiz hareketsiz olduğuna göre üzerine etki eden net kuvvet sıfır olmalıdır.

Cisme yerçekimi kuvvetinin etki ettiğini biliyoruz. O zaman net kuvveti sıfır yapacak bir kuvvet daha olmalıdır.

İşte o kuvvet; zeminin uyguladığı tepki kuvvetidir.

Yatay zemindeki durgun cisimler, ağırlıkları kadar etki kuvveti uygular. Zemin de buna eşit ve zıt yönde uyguladığı tepki kuvvetiyle buna karşılık verir. Cismimiz hareketsiz kalır.



Etki - tepki yasası cisimlerin etkileşmesi sonucu oluşur dedik. Kuvvetin uygulanması sırasındaki etkileşim temasla olabileceği gibi temas gerektirmeyen kuvvetlerde de olur.

Birbirine yakın iki mıknatıstan biri diğerini iterken kendisi de itilir. Mıknatıs demiri çekerken demir de mıknatısı çeker.

Aynı durum yerçekimi kuvveti için de geçerlidir. Dünya bize çekim kuvveti uygularken biz de dünyaya çekim kuvveti uyguluyoruz.

Dünya bizi hangi kuvvetle çekiyorsa biz de dünyaya aynı büyüklükte zıt yönde kuvvet uyguluyoruz.

Bir örnek daha verelim. Büyük bir mıknatıs bir toplu iğneyi çekerken hangi kuvvetle çekiyorsa, iğne de mıknatısa aynı kuvveti uygular.

Bu durumlarda küçük cisim hareket ettiği için sanki sadece ona kuvvet uygulanıyormuş gibi görünür.

Aman bu yanılgıya düşmeyin. Sorularda bu tuzak çok kullanılır. Sonra üzülmeylem 😊

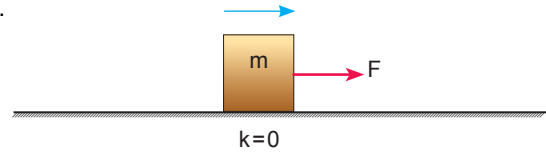
Temel yasaya göre dışardan bir kuvvet uygulanmadıkça hareket durumu değişmez.

Zeminin bize uyguladığı tepki kuvveti olmasa hareket edemezdik.

Yine bir aracın ilerlemesini sağlayan yolun lastiğe uyguladığı tepki kuvvetidir.

Örneklere başlamadan önce sorularda karşımıza çok fazla çıkacak bazı kalıplaşmış yanıtları düzeltelim.

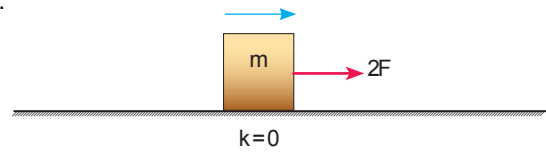
1.



Sürtünmesiz yatay yolda F kuvveti ile çekilen cisme etki eden F kuvveti kaldırılırsa;

Yavaşlamaz, kuvvet kaldırıldığı anda sahip olduğu hızla sabit hızlı hareketini sürdürür.

2.



Sürtünmesiz yatay yolda 2F kuvveti ile çekilmekte olan cisim tabi ki hızlanacaktır.

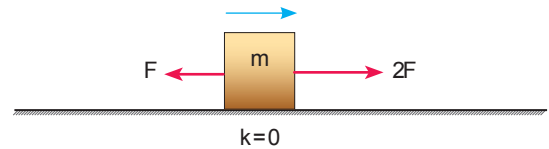
Hareket ederken 2F kuvvetini azaltıp F yaparsak;

Yavaşlamaz, hızlanmaya devam eder.

Bu genelde kafa karıştırır. Kuvvetin büyüklüğü azalsa bile hâla cisme hareket yönünde bir kuvvet etki ettiği için, hız artmaya devam eder. İvme (artış miktarı) azalmıştır ama sıfır olmamıştır.

Kumbaraya her gün 10 TL atarken 5 TL atmaya devam edersek kumbaradaki para azalır mı? Sadece daha yavaş artar.

3.



Sürtünmesiz yatay yoldaki cisme, ters yönlerde F ve 2F kuvvetleri etki ederse 2F yönünde (net kuvvet yönünde) hızlanır.

Hızlanırken 2F kaldırılırsa;

Hemen F yönüne dönmez, önce yavaşlar, sonra durur, sonra ters yönde (F yönünde) hızlanır.

Bu üç durum ÖSYM nin yaptığı sınavlarda o kadar çok sorulmuş ki görseniz şaşarsınız. 😊

Siz şaşırmayacak hepsini doğru yapacaksınız inşallah.

Şimdi sorularımıza geçelim ve bu konudan karşımıza çıkacak soru tiplerini ve çözümlerini öğrenelim.

Örnek 1

Uçak yolculuğunda uçak kalkmak için hızlanırken bizi koltuğa bastıran bir kuvvet hissetmemize rağmen, uçak yükselip rotaya girdiğinde daha hızlı hareket etmesine rağmen bu kuvveti hissetmeyiz. Bu durumun sebebi,

- I. Hızlanırken uçağın dengelenmemiş kuvvetler etkisinde olması
- II. Rotaya giren uçağın sabit hızlı hareket yapması.
- III. Yükseklerde çekim kuvvetinin daha az olması.

Yargılardan hangileri olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm 1

Uçağın kalkışı sırasında hissedilen kuvvet eylemsizlik kuvvetidir. Eylemsizlik kuvveti ise dengelenmemiş yani net bir kuvvet etki ettiğinde ortaya çıkar.

Uçağın kalkışı sırasında hızlanma yani ivmeli hareket olduğu için eylemsizlik oluşur. Ama yükselip sabit hızla hareket ederken, bu hız çok büyükte olsa eylemsizlik hissedilmez. Yani I. ve II. öncülde söylenenler bu durumu açıklıyor.

III. öncülde söylenen yükseklerde çekim kuvvetinin azalması doğru bir bilgidir, ama bahsedilen olayla ilgili değildir.

Eylemsizlik kuvveti ivmeli hareket yapıldığı durumlarda ortaya çıkar. Yani cismin net kuvvet etkisinde olduğu durumlarda.

Yanıt: C

Örnek 2

Bir ambulansla hasta taşınırken aracı kullanan şoför, hastaya araç içinde rahat müdahale yapılabilmesi için,

- I. Aracı sabit hızla kullanmalıdır.
- II. Gaza basıp aracı hızlandırmalıdır.
- III. Frene basıp aracın hızını azaltmalıdır.

İşlemlerinden hangilerini yapmalıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

Çözüm 2

Soruda ambulans içinde yapılacak müdahale için ne yapılması gerektiğini soruyor. Yoksa hastaneye aracı yetiştirmek için değil. 😊

Mesela hastaya serum takılacak. Aracın sarsılmaması lazım. Yani şoförün yapması gereken araçta eylemsizlik kuvveti oluşmasını engellemek. Bunun içinde aracı sabit bir hızla kullanması, ani hızlanıp yavaşlamaması lazım. Frene veya gaza bastığında araç ivmeli hareket edeceği için, eylemsizlik kuvveti oluşur.

Yanıt: A

Örnek 3

Bir cisme kuvvet uyguladığımızda aynı kuvvetin bize de etki etmesi etki - tepki yasasıdır.

Buna göre;

- I. Uzun süre ayakta kalan birisinin ayaklarının ağrması.
- II. Buz üzerinde arkadaşını iten çocuğun kendisinin de geri yönde kayması.
- III. Ani fren yapan araçta yolcuların ileri fırlaması.

olaylarından hangileri etki - tepki yasasıyla ilgilidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm 3

Etki - Tepki yasası; her etkiye eşit ve zıt yönlü bir tepki kuvveti olduğunu söyler.

I. öncüldeki durumda ayakta duran kişi yere ağırlığı kadar kuvvet uyguladığı için yer de bu kişinin ayaklarına aynı şiddette zıt yönlü kuvvet uygular. Bu nedenle ayakları ağrır. Kilosu fazla olan insanların ayakta durduklarında daha çok ağır hissetmelerinin sebebi de uygulanan kuvvetin daha büyük olmasıdır. Yani **I. Öncül doğrudur.**

II. öncülde anlatılan durumu çoğunuz yaşamışsınızdır. Buz üzerinde olmasa bile bir cismi veya birisini ittiğimizde biz de ters yönde bu kuvveti hissederiz. Bunun sebebi de etki - tepki yasasıdır. **II. Öncül doğrudur.**

III. öncülde söylenen durum eylemsizlikle ilgilidir. Araç içinde hareket halindeki yolcular, araç yavaşlamak istediğinde eski hızlarını korumak isteyeceği için ileri doğru bir kuvvet hissederler. **III. öncüldeki durum etki-tepki yasasıyla ilgili değildir.**

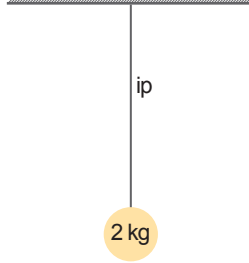
Yanıt: C

Örnek 4

2 kg kütleli cisim tavana şekildaki gibi iple asılmıştır.

Buna göre iptе oluşan tepki kuvvetini kaç N olur?

(yerçekimi ivmesi $g = 10 \text{ m/s}^2$)



Çözüm 4

Bu sorular normalde denge konusunda karşımıza çıkar. İpte oluşan kuvvete de gerilme kuvveti denir.

Ama olay etki - tepki kuvvetiyle ilgili.

Bir iptе neden bir kuvvet oluşsun.

Kendi halinde bir iptе gerilme kuvveti oluşmaz. İpin ucuna asılan cismin ağırlığı, yani cisme etki eden yerçekimi kuvveti iptе oluşan kuvvete sebep olan etkidir. İpte oluşan kuvvet ise buna karşı gösterilen tepki kuvvetidir.

Aslında anlattığımız kısımda sorunun cevabını da verdik. İpte oluşacak kuvvet ipi aşağı çeken cismin ağırlığı kadar olacaktır.

Ağırlık genelde G harfiyle gösterilir demiştik. Büyüklüğü de kütlenin yaklaşık 10 katıdır.

$$G = m \cdot g$$

"g" yerçekimi ivmesidir. Yaklaşık değeri 10 m/s^2 dir.

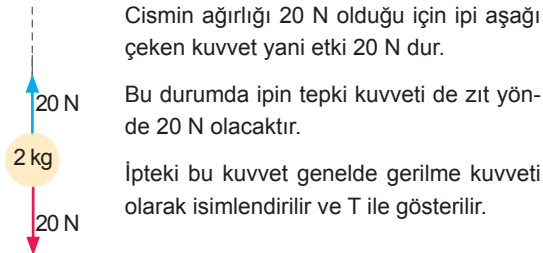
Temel yasadaki $F = m \cdot a$ formülünün aynısı aslında.

Burada yerçekimi kuvvetini F yerine G ile, ivmeyi de a yerine g ile gösteriyoruz o kadar.

Bu kısa ama çok önemli bilgiden sonra sorumuzu çözelim.

$$G = m \cdot g$$

$$G = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N cismnin ağırlığı var.}$$

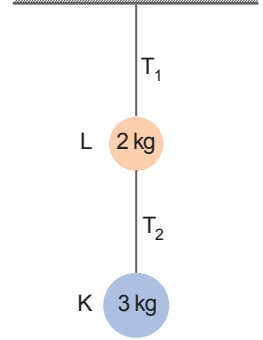


İplerde oluşan kuvvet her zaman iki yönlüdür. Biz hangi yönü kullanıcaz diye aklınızdan geçiyorsa; gerekli olan yönü ☺ Bi sonraki örnekte göstericem panik yapmayın☺

Örnek 5

2 kg ve 3 kg lık K ve L cisimleri iplerle şekildaki gibi asılarak dengelenmiştir.

Buna göre, iplerde oluşan T_1 ve T_2 kuvvetleri kaç N dur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Çözüm 5

Bir önceki sorunun aynısı aslında. Sadece asılı cisim sayısı iki tane.

Bu soruları bu kadar uzatmanın anlamı ne çok kısa çözümler aslında diyenler olabilir☺ Bunu ben de biliyorum. Ama burada asıl öğrenmenizi istediğim cisimlere etki eden kuvvetleri doğru bir şekilde gösterebilmeniz.

Kısa çözümü baştan söyleyelim isterseniz.

Cisimler hareketsiz, yani dengedeler. Bu durumda üzerlerine etki eden net kuvvet sıfır olmalıdır.

Bu soruları alttan başlayarak çözmek daha mantıklı. K cisminin bağlı olduğu iptе T_2 kuvveti oluşmuş. K cisminin aşağı yöndeki ağırlığını T_2 kuvveti dengelemiştir.

$$G_K = m \cdot g$$

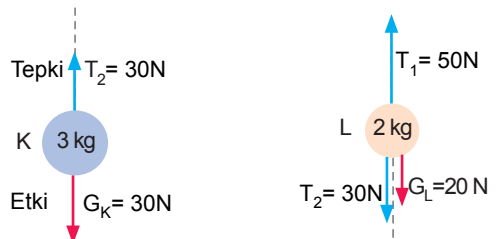
$$G_K = 3 \cdot 10 = 30 \text{ N} \quad G_K = T_2 = 30 \text{ N}$$

T_1 ipi ise K ve L nin ikisini birden taşıdığı için, bunların ağırlıkları toplamı kadar olmalıdır.

$$G_L = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

$$T_1 = G_K + G_L = 30 + 20 = 50 \text{ N olacaktır.}$$

Şimdi asıl meselemize gelip cisimlerin üzerine etki eden kuvvetleri gösterelim.



Yukarıda gösterdiğimiz gibi K cisminin aşağı doğru olan ağırlığını ipteki T_2 kuvveti yukarı yönde dengelemiştir.

Aynı ip L cismini ise aşağı doğru çektiği için L cismi için bu kuvvetin yönünü aşağı doğru gösterdik.

L cismi aşağı doğru T_2 kuvveti ve L nin ağırlığı çektiği için T_1 kuvveti bu ikisinin toplamına tepki gösterecektir. Büyüklüğü bunların toplamı kadar, yönü de yukarı doğrudur.

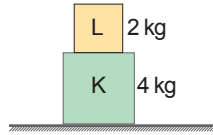
İplerde oluşan kuvvetler ipin her yerinde aynı büyüklükte ve iki yönlüdür. İncelediğimiz cisme bağlı olan ipteki kuvveti, cisimden dışarı yönde gösteririz.

Aklınızda kalması için şöyle de düşünebilirsiniz. İp her zaman çeker, itmez.

Örnek 6

4 kg kütleli K cismi ve 2 kg kütleli L cismi şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, K ile zemin arasındaki ve K ile L arasındaki etki-tepki kuvvetlerini bulunuz.



Çözüm 6

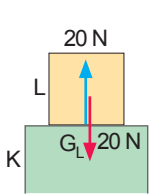
Cisimlerin dengede olduğunu soruda belirtmiş. Yani her birine etki eden bileşke kuvvet sıfır olmalıdır.

L cismi K üzerinde durduğu için ağırlığı kadar K ye kuvvet uygulayacaktır.

K ise kendi ağırlığı ve üzerindeki L nin ağırlığının toplamı kadar zemine kuvvet uygular.

Bunları şekil üzerinde gösterelim.

L cismine incelersek,

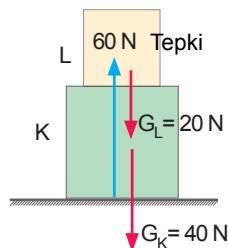


L nin ağırlığı

$$G_L = m \cdot g \quad G_L = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

Bu kuvvet (kırmızı renkli) K nin üzerine etki ettiğinde, K de L cisminde 20 N luk tepki kuvveti gösterecektir (mavi renkli)

K cismine incelersek,



K nin ağırlığı $G_K = 4 \cdot 10 = 40 \text{ N}$ ve L nin ağırlığı $G_L = 20 \text{ N}$ aşağı yönde zemine kuvvet uygular. Zemine yapılan etki bunların toplamı $G_K + G_L = 60 \text{ N}$ dur.

Zeminde K ye 60 N luk tepki kuvveti uygular (mavi renkli).

Şimdi biraz hareketli örneklerle geçelim.

Ama ağırlıklardan bu kadar bahsetmişken sizinle çok önemli bir durumu inceleyelim. Olayı daha iyi anlamanızı sağlayacak bir durum.

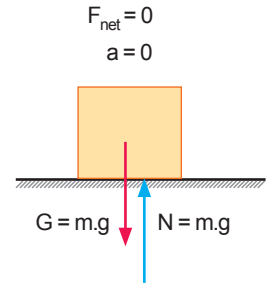
Yeryüzünde bir cisme dışarıdan hiç bir kuvvet uygulanmasa da cisimler her zaman yerçekimi kuvvetinin etkisindedir. Yani ağırlığın.

Ağırlığın Harekete Etkisi

1.Yatay zeminde

Yatay zeminde duran cismin hareket etmediğini hepimiz biliriz.

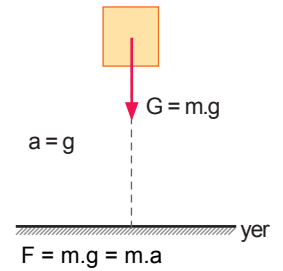
Ağırlığa eşit ve zıt yönde tepki kuvveti olduğu için, cisme etki eden net kuvvet sıfırdır. Bu durumda cismin ivmesi de sıfır olur.



2.Havada

Serbest bırakılan cisim ağırlığı etkisiyle hızlanır. Hava sürtünmesini de ihmal edersek, cisme etki eden net kuvvet ağırlığı kadardır.

$F = m \cdot g = m \cdot a$ olacağından $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ olur.

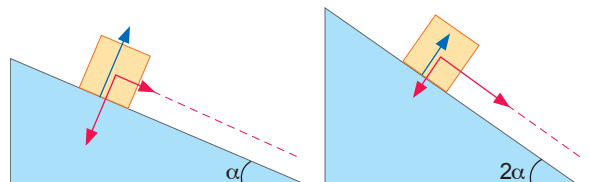


İlk durumda ağırlık yatay zemindeki cisme bir ivme kazandırmadı, çünkü tamamı tepki kuvveti tarafından dengelendi.

İkinci durumda ise cisme ağırlığından başka kuvvet etki etmediği için net kuvvet ağırlığa, ivme de yerçekimi ivmesine eşit oldu. Yaklaşık olarak 10 m/s^2

Bir cisme ağırlığının, yani yerçekimi kuvvetinin kazanılabileceği ivmenin maksimum değeri yerçekimi ivmesi kadar, yani yaklaşık 10 m/s^2 dir.

3.Eğik düzlemde



Eğik düzlemdeki cismin durumu 1. ve 2. durumun arasındır. Şekildeki gibi ağırlığın bir kısmı yüzeye bastırır ve tepki kuvvetiyle dengelenir. Bir kısmı ise cismi eğik düzlemde aşağı kaydırır.

Eğik düzlemin dikliği (açısı) arttıkça cismi aşağı kaydıran yani hareket ettiren kuvvette artar. Bu durumda cismin ivmesi düşen bir cismin ivmesinden az yerdeki hareketsiz cisimden de çok olur.

Kısaca eğik düzlemde kayan bir cismin ivmesi 0 ile 10 m/s^2 arasında bir değer alacaktır.

Eğik düzlem açısı $\alpha = 0$ iken sıfır olan ivme, açıyla beraber artar ve $\alpha = 90^\circ$ olduğunda 10 m/s^2 olur.

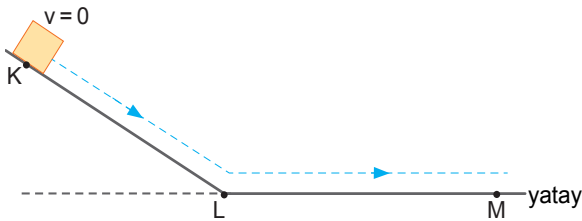
Eğik düzlemle ilgili çok önemli bir bilgi daha verelim. Zamanında ÖSYM bu bilgiye bağlı sorular da sordu.

Eğik düzlemde kayan cisimlerin ivmesi cismin kütlesine bağlı değildir. Kütle ne olursa olsun, aynı eğik düzlemde her cisim eşit ivmeyle kayar.

Şimdi çözeceğimiz soru ÖSYM nin favori sorularındandır. Birden çok sınavda ufak değişikliklerle soruldu.

Örnek 7

Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesiz KLM yolunun K noktasından ilk hızsız harekete başlayan bir cisim, yolun KL ve LM kısımlarını eşit sürelerde alıyor.



Buna göre, KL ve LM uzunluklarının oranı, $\frac{|KL|}{|LM|}$ kaçtır?

Çözüm 7

Bu soru aslında hem hareket, hem dinamik, hem de enerji sorusu olarak sorulabilir. Biz çözelim, siz nasıl isterseniz öyle kabul edin.

Sürtünmesiz ortam olduğunu soruda belirtmiş. Buna dikkat etmemiz lazım. Sürtünmesiz demiyorsa mutlaka sürtünme vardır.

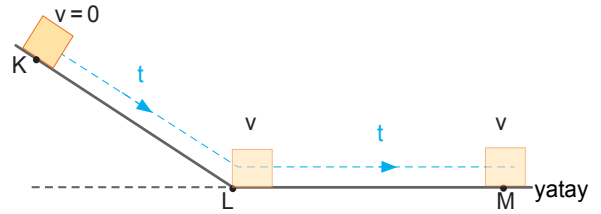
K noktasında hızı sıfır olan cisim eğik düzlemde hızlanarak L noktasına kadar gelecektir.

LM arasında ise, yatay ve sürtünmesiz yüzey olduğu için cisme etki eden net kuvvet sıfırdır. Bu aralıkta sabit hızlı hareket yapar.

Peki bu sabit olan hız nedir?

Tabiki L noktasındaki hızıdır. Bilenlere aferim.

Biz bu hızı v diyelim. Aralarda geçen süreler de t olsun. Şekle bi bakın isterseniz:)



Hemen hareket konusundaki yol formülünü hatırlıyoruz.

$x = v \cdot t$ Sabit hızla hareket eden cisimler için yol formülü.

Ama bizim cisim KL aralığında sabit hızlı değil ivmeli hareket yapıyor.

İvme sabitken ortalama hızı;

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_{\text{ilk}} + v_{\text{son}}}{2} \text{ ile buluyorduk.}$$

Hız K noktasında sıfır, L noktasında v ise, KL aralığı için;

$$v_{\text{ort}} = \frac{0 + v}{2} = \frac{v}{2} \text{ olur.}$$

LM arasında hız sabit ve v kadar.

$$KL = (v/2) \cdot t$$

$$LM = v \cdot t \text{ olacaktır.}$$

Bu durumda;

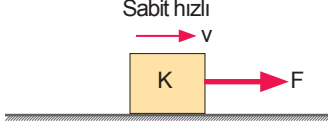
$$\frac{|KL|}{|LM|} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

Bu sorunun ufak değişikliklerle sorulduğunu söylemiştik. Soruda bazen aralıkları eşit verip süreleri sorar, bazen de aralıklardaki ortalama hızları sorar.

Hepsi için en önemli kısım aralıklardaki hareket türünü tespit edip, ivmeli hareket olan yerlerde (hızlanma veya bazen yavaşlama) ortalama hızı yukarıdaki gibi hesaplamak.

Örnek 8

Şekildeki K cismi yatay yolda F kuvveti ile çekilirken sabit hızla hareket ediyor.



Buna göre;

a) Kuvvet kaldırılırsa

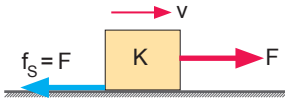
b) Kuvvet artırılırsa

cismin bundan sonraki hareketi nasıl olur?

Çözüm 8

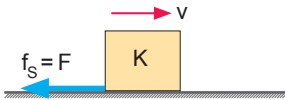
Cisim F kuvveti ile çekilmesine rağmen sabit hızla hareket ediyorsa cisme etki eden net kuvvet sıfırdır.

Demek ki zeminde büyüklüğü F kadar olan sürtünme kuvveti var.



$F_{net} = 0$
Sabit hızlı hareket

a) Kuvvet (F) kaldırılırsa;



Cisim $f_s = F$ kuvveti etkisinde kalır.

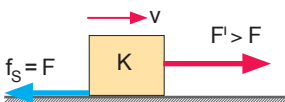
f_s harekete ters yönde olduğu için cisim yavaşlar ve durur.

Sakin ters yönde hareket eder demeyin!

Sürtünme kuvvetinin hareket ettirici özelliği yoktur.

Cismin ters yönde hareket edeceği durumu bundan sonraki örnekte anlatıyoruz :)

b) F artırılırsa, f_s den büyük olur.

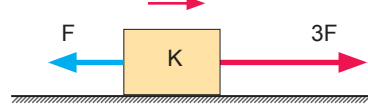


$F' > f_s$ oldu.

Cisim v hızı yönünde net bir kuvvet ($F' - f_s$) etkisinde olduğu için hızlanmaya başlar; v hızı artar.

Örnek 9

Sürtünmesiz sistemde 3F ve F kuvvetleri etkisindeki K cismi ok yönünde hızlanıyor.



Buna göre;

a) F kuvveti 2F yapılırsa,

b) 3F kuvveti kaldırılırsa

cismin bundan sonraki hareketi nasıl olur?

Çözüm 9

Cisim 3F ve F kuvvetlerinin etkisindeyken net kuvvet,

$F_{net} = 3F - F = 2F$ olur.

Cisim bu net kuvvet etkisinde 3F yönünde hızlanan hareket yapar. Cisim hızlanırken;

a) F kuvveti artırılıp 2F yapılırsa:

Hareket yönüne ters olan kuvvet arttığı için net kuvvet azalır. Ama hâla ok yönünde eskisinden küçükte olsa bir net kuvvet (F) vardır. Yani cisim hızlanmaya devam eder. Ama cismin hız artışı (ivmesi) azalır.

b) 3F kuvveti kaldırılırsa:

3F kuvveti kaldırıldığında cisim hareketine ters yöndeki F kuvveti etkisinde kalır.

Sahip olduğu hıza ters yönde kuvvet etki ettiği için cismin hızı azalır ve sıfır olur. Kuvvet hâla uygulanmaya devam ediyorsa hızı sıfır olan cisim, bu kuvvet yönünde hızlanmaya başlar.

Yani önce yavaşlar, durur, sonra ters yönde hızlanır.

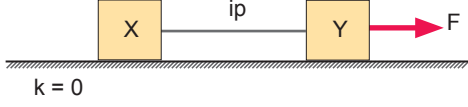
Bu soruda genelde net kuvvet yön değiştirince hemen ters yönde hareket edecek sanılıyor ama bu yanlış. Tıpkı arabada frene basınca ters yönde gitmediği gibi hızı olan cisim önce yavaşlayıp durduktan sonra ters yönde hareket eder.

ÖSYM bu konuyla ilgili şunları bilmenizi bekliyor:

- Net kuvvet sıfırsa hız sabittir.
- Net kuvvet hareket yönündeyse hız artar.
- Net kuvvet harekete ters yöndeyse; önce yavaşlar ve durur. Net kuvvet hâla varsa ters yönde hızlanır.

Örnek 10

Sürtünmesiz yatay düzlemde birbirine ipile bağlı X, Y cisimleri F kuvveti ile çekiliyor.

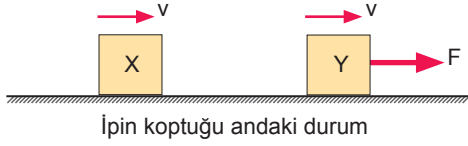


Bir süre sonra cisimler arasındaki ip koparsa X ve Y cisimlerinin bundan sonraki hareketi nasıl olur?

Çözüm 10

İlk durumda net kuvvet (F) etkisindeki cisimler sabit bir ivmeyle hızlanırlar. Cisimler birbirine ipile bağlı oldukları için ivme ve hızları aynıdır.

İp koptuğu andaki hızlarına v diyelim.

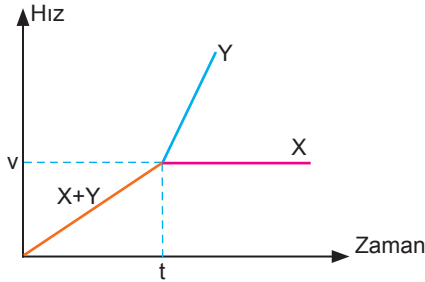


Sürtünme olmadığına göre, bu durumdan sonra X e etki eden net kuvvet sıfır olur. Belli bir hızı (v) olan X, bu hızla sabit hızlı olarak yoluna devam eder.

Y cismi hâla F kuvvetiyle çekildiği için Y nin v hızıyla beraber bir de ivmesi olacak ve Y hızlanmaya devam edecektir.

Hatta F kuvveti sadece Y cismini çektiği için Y nin yeni ivmesi ilk ivmesinden daha büyük olacaktır.

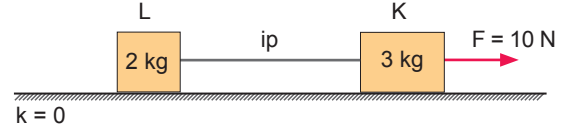
Bu cisimler için hız-zaman grafiği çizelim.



İpin koptuğu anı t ile gösterirsek, birlikte ve ayrı ayrı hareket grafikleri şekildeki gibi olacaktır.

Örnek 11

Sürtünmesiz yatay zemindeki 3 kg kütleli K cismi ile 2 kg kütleli L cismi ipile bağlanarak F = 10 N luk kuvvetle çekilirken bir süre sonra ip kopuyor.



Buna göre, cisimlerin beraber hareket ederken ve iptikten sonraki ivmeleri ne olur?

Çözüm 11

Temel yasanın uygulamasını yapacağız. $F = m \cdot a$

10 N luk kuvvet başlangıçta 2+3 = 5 kg lık kütleli çekiyor.

$$F = m_{K+L} \cdot a$$

$$10 = (3+2) \cdot a$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

İp koptuktan sonra L cismine etki eden net kuvvet sıfır olacağı için L cismi ipin koptuğu andaki hızla sabit hızlı hareket yapar. Yani ivmesi sıfır olur.

10 N luk kuvvet artık sadece 3 kg lık K cismini çekiyor. Bu durumda K için ivmeyi bulalım.

$$F = m_K \cdot a$$

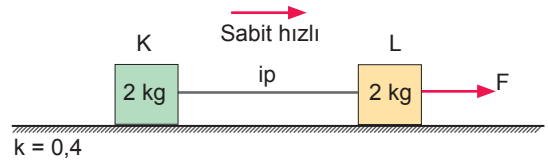
$$10 = 3 \cdot a$$

$$a = 10/3 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Benzer bir soru daha çözelim.

Örnek 12

2 kg kütleli K ve L cisimleri ipile bağlanıp yatay bir zeminde F kuvvetiyle şekildeki gibi sabit hızla çekiliyor.



Zeminle cisimler arasındaki sürtünme katsayısı $k = 0,4$ olduğuna göre, ip koparsa cisimlerin bundan sonraki hareketleri ve ivmeleri ne olur?

Çözüm 12

Soruda cisimleri çeken kuvvetin büyüklüğü verilmemiş. Ama cismin sabit hızla hareket ettiğini biliyoruz. Yani cisme etki eden net kuvvet sıfır olmalıdır.

F kuvvetine eşit ve zıt yönde bir kuvvet var. Bu da K ve L ye etki eden sürtünme kuvvetleri.

Sürtünme kuvvetlerini bulduğumuzda F kuvvetini de bulmuş olacağız.

$f_s = k \cdot N$ formülü kullanarak K ve L ye etki eden sürtünme kuvvetlerini hesaplayalım.

Kütleler eşit olduğu için birini bulmamız yeterli.

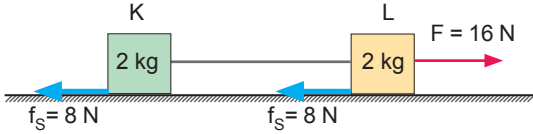
N; zemine bastıran kuvvet, cisimlerin ağırlığı kadar.

$N = m \cdot g$ $N = 2 \cdot 10$ Buradan $N = 20$ N bulunur.

$f_s = 0,4 \cdot 20$ değerleri yerine yazdık.

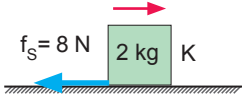
$f_s = 8$ N bir cisme etki eden sürtünme kuvvetidir. O zaman toplam sürtünme kuvveti $8 + 8 = 16$ N olur.

Net kuvvetin sıfır olması için, F kuvveti de 16 N olmalıdır.



İp koştuktan sonra,

K cismi sadece sürtünme kuvveti etkisinde $f_s = 8$ N dur.



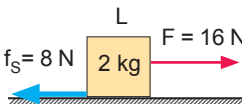
$$F = m \cdot a \quad 8 = 2 \cdot a_K$$

$$a_K = 4 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Burada dikkat etmemiz gereken bir durum var. Sürtünme kuvveti cismin hareketine ters yönde etki ettiği için, cisim yavaşlayacaktır. İvmesi negatiftir.

İvme vektörel büyüklük olduğu için $a_K = -4 \text{ m/s}^2$ dir.

L cismi ise sürtünme kuvvetiyle F etkisinde kalacaktır. L ye etki eden net kuvveti bulalım.



$$F_{\text{net}} = F - f_s$$

$$F_{\text{net}} = 16 - 8 = 8 \text{ N olur.}$$

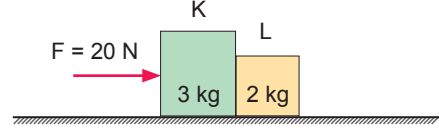
$$F = m \cdot a$$

$$8 = 2 \cdot a_L \quad a_L = 4 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Net kuvvet hareket yönünde olduğu için L nin ivmesi pozitiftir.

Örnek 13

Sürtünmesiz yatay zemindeki K, L cisimleri şekildeki gibi yatay $F = 20$ N luk kuvvetle itiliyor.



Buna göre, cisimlerin ivmesi ve L nin K ye gösterdiği tepki kuvveti nedir?

Çözüm 13

İple bağlı olan sorulardan hiçbir farkı yok. İki cisim birlikte hareket ettiği için önce sistemin ivmesini bulalım.

Sürtünme olmadığı için tek kuvvet 20 N

$$F_{\text{net}} = m_{\text{toplam}} \cdot a_{\text{sistem}}$$

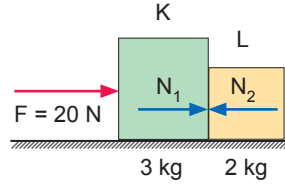
$$20 = (3 + 2) \cdot a$$

$$\frac{20}{5} = a = 4 \text{ m/s}^2$$

K ve L cisimlerinin ortak ivmesi 4 m/s^2 dir.

20 N luk F kuvveti K yi ittiğinde K de L ye bir kuvvet uygular. Buna etki kuvvetidir. L de K ye buna eşit ve zıt yönde bir tepki kuvveti uygulayacaktır.

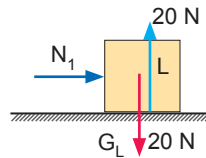
K ve L arasındaki etki – tepki kuvvetlerini görelim.



N_1 : K'nin L'ye yaptığı etki kuvveti
 N_2 : L'nin K'ye gösterdiği tepki kuvveti

"Serbest cisim diyagramı" diye bir ifade var. Bir cisim üzerine etki eden tüm kuvvetlerin gösterilmesi demek.

L için bunu çizelim,



N_1 : K'nin L'ye yaptığı etki kuvveti
 G_L : L cisminin ağırlığı
 Yukarı yöndeki 20 N ise zeminin ağırlığa gösterdiği tepki kuvvetidir.

Düşeydeki iki kuvvet (L nin ağırlığı ve zeminin tepkisi) birini dengeleyecektir.

Dengelenmemiş yani L ye etki eden net kuvvet N_1 dir.

Sistemin ivmesini bulmuştuk.

L cismi de bu ivmeyle hareket ediyor. $a_K = a_L = 4 \text{ m/s}^2$

L için temel yasayı yazarsak,

$$F = m \cdot a$$

$$N_1 = m_L \cdot a_L \quad (m_L = 2 \text{ kg}, a_L = 4 \text{ m/s}^2 \text{ yerine koyalım})$$

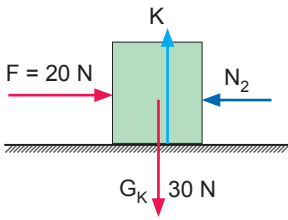
$$N_1 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ N olmalıdır.}$$

L nin K ye gösterdiği tepki de bu etki kuvvetine eşit ve zıt yönlü olacaktır.

$$N_2 = 8 \text{ N}$$

Sorunun çözümü için bu kadarı yeterli.

Ama K için de serbest cisim diyagramını gösterelim ve buradan da aynı sonuç çıkacak mı bakalım :)



F : Cisimleri iten kuvvet

N_2 : L'nin K'ye uyguladığı tepki kuvveti

G_K : K cisminin ağırlığı

Yukarı yöndeki 30 N ise zeminin ağırlığa gösterdiği tepki kuvvetidir.

Düşey kuvvetler burada da birbirini dengeler. K ye etki eden net kuvvet F ve N_2 kuvvetinin bileşkesidir.

$$F_{\text{net}} = F - N_2$$

K için de temel yasayı yazalım.

$$F = m \cdot a$$

$$F - N_2 = m_K \cdot a_K$$

$$20 - N_2 = 3 \cdot 4$$

$$20 - N_2 = 12$$

$$N_2 = 8 \text{ N} \quad \text{Tepki kuvvetini K cismini inceleyerekte bulduk.}$$

Sorularda K'nin L'ye etkisi veya L'nin K'ye tepkisi demesi önemli değil, cisimler arasındaki kuvveti soruyor. Bu da cisimlerden sadece biri incelenerek bulunabilir. **Etki = Tepki**

Bu tip sorular için size bir de korsan çözüm göstereyim.

Aslında gayet basit bir mantık kullanıcaz. Yukarıdaki soru üzerinden anlatayım.

F kuvveti K ve L yi beraber itiyor yani $(3+2 = 5 \text{ kg})$

O zaman L yi kaç N itmeli ki aynı ivmeyi sağlasın.

Sizin anlayacağınız basit bir orantı kurucuz.

$$F = 20 \text{ N} \longrightarrow 5 \text{ kg itiyorsa}$$

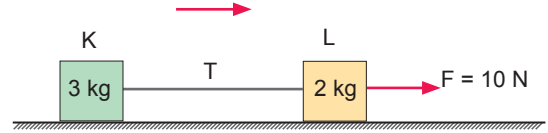
$$N = ? \longrightarrow 2 \text{ kg iter}$$

İçler dışlar çarpımı yapıyoruz.

$$F \cdot 2 = N \cdot 5$$

$$20 \cdot 2 = N \cdot 5 \quad \text{buradan, } N = 8 \text{ N bulunur.}$$

Bu orantı kurma işini birbirine iple bağlı cisimlerde de kullanabilirsiniz. Nasıl olacağını hemen gösterelim.



Şekildeki 3 kg lık K ve 2 kg lık L cisimlerini 10 N luk F kuvveti çekerken cisimlerin bağlı olduğu ipteki gerilme kuvvetini bulmak istiyoruz.

Aynı orantıyı burada kurucuz.

F kuvveti yani 10 N toplamda $3 + 2 = 5 \text{ kg}$ çekiyor.

T gerilme kuvveti olan ip ise sadece K cismini çekiyor.

$$F = 10 \text{ N} \longrightarrow 5 \text{ kg çekiyor.}$$

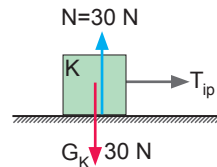
$$T = ? \longrightarrow 3 \text{ kg çekiyor.}$$

İçler dışlar çarpımından.

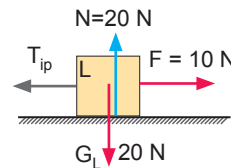
$$F \cdot 3 = T \cdot 5$$

$$10 \cdot 3 = T \cdot 5 \quad \text{buradan, } T = 6 \text{ N bulunur.}$$

K ve L cisimleri için serbest cisim diyagramını da çizelim. Bunu çizmeniz de sizden istenecektir. Ve sorularda karşınıza çıkacaktır.



- N : Zeminin tepki kuvveti
- G_K : K nin ağırlığı
- T_{ip} : İp gerilme kuvveti



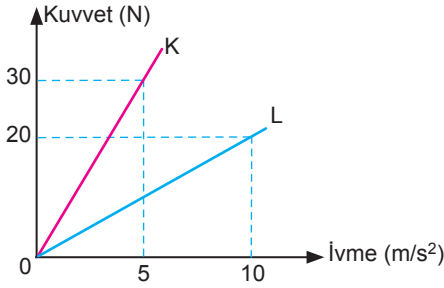
- N : Zeminin tepki kuvveti
- G_L : L nin ağırlığı
- T_{ip} : İp gerilme kuvveti
- F : L yi çeken kuvvet

Bir iki tane de grafikli soru çözelim.

Antrenmanlarda sorun çıkarsa, buradan çözümleri inceleyerek çözmeye çalışsınız.

Örnek 14

K ve L cisimlerinin net kuvvet - ivme grafikleri şekildeki gibidir.



Bu cisimleri birbirine yapıştırılıp, sürtünmesiz yatay bir zeminde 3 m/s^2 lik ivmeyle çekmek için uygulanması gereken kuvvet kaç N dur?

Çözüm 14

Soru bildiğimiz temel yasanın uygulanması.

Yani, $F = m \cdot a$ denkleminde verilenleri yerine koyup F kuvvetini bulucuz.

Soruda istenilen ivme belli, ama kütleleri vermemiş.

Grafikten faydalanıp kütleleri bulmamız gerekiyor. Net kuvvet - ivme grafiğinde eğimin kütleyi verdiğini söylemiştik.

$$\tan \alpha = \frac{\text{Karşı}}{\text{Komşu}} = \frac{F}{a} = m$$

K ve L nin kütlelerine m_K ve m_L deyip, grafikteki değerleri yerine yazarsak:

$$m_K = \frac{30}{5}, m_K = 6 \text{ kg} \text{ ve } m_L = \frac{20}{10}, m_L = 2 \text{ kg} \text{ bulunur.}$$

Soruda K ve L nin yapıştırılıp beraber 3 m/s^2 lik ivmeyle hareket etmesini istiyor.

$$F = (m_K + m_L) \cdot a$$

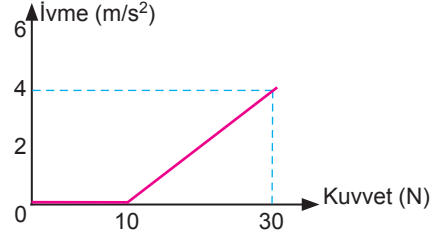
$$F = (6 + 2) \cdot 3$$

$$F = 24 \text{ N bulunur.}$$

Gördüğümüz gibi farklı bir durum yok. Sadece kütleyi vermeyip bizim grafikten bulmamızı istiyor.

Örnek 15

Yatay zemindeki durgun K cismine yere paralel olarak sürekli artan bir kuvvet uygulanıyor. Cismin ivmesinin uygulanan kuvvete bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin kütlesi ve cisme etki eden statik sürtünme katsayısı nedir?

Çözüm 15

Bu grafiğin bize neler söylediğini anlatmıştık.

Kuvvet değeri 10 N olana kadar ivmenin sıfır olması, cismin harekete geçmediğini gösteriyor.

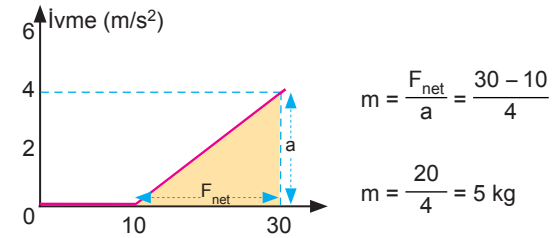
Yani statik sürtünme kuvveti 10 N ve bu değerden sonra cisim hareket etmeye başlamış.

Sürtünme kuvveti, $f_s = k \cdot N$ formülüyle hesaplanıyordu.

N cisminin ağırlığı ve bunu bulmak için bize cismin kütlesi lazım. Soruda kütleyi de soruyordu zaten.

Kütlenin kaç olduğunu bize grafik söyleyecek.

Şekildeki taralı üçgene bakarsanız lazım olan her şey var.



Değerler görüldüğü için eğimle uğraşmadık.

Kütleyi 5 kg olarak bulduğumuza göre $N = m \cdot g$ den sürtünme kuvveti için lazım olan yüzeye dik bastıran kuvveti de bulalım.

$$N = 5 \cdot 10 = 50 \text{ N dur. (yerçekimi ivmesini } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ aldık.)}$$

$$f_s = k \cdot N \quad \text{Sürtünme kuvvetini 10 N olarak yerine koyalım.}$$

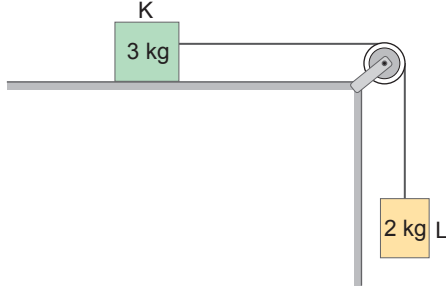
$$10 = k \cdot 50$$

$$k = 0,2 \text{ bulunur.}$$

Şimdi farklı iki sistem için öğrendiğimiz hareket yasalarını uygulayalım. Korkmayın işlemden çok yorum yapıcız ☺

Örnek 16

Sürtünmesiz bir masa üzerindeki 3 kg kütleli K ve 2 kg kütleli L cismi şekildeki konumdan serbest bırakılıyor.



Buna göre;

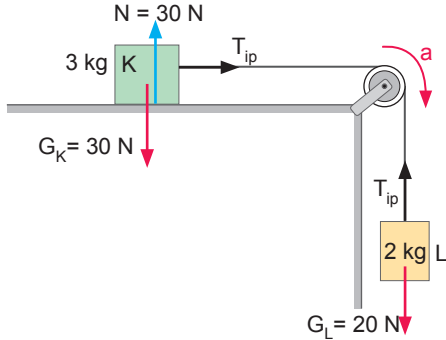
a) Sistemin ivmesi kaçtır?

b) Hareket ederken ip koparsa cisimlerin bundan sonraki hareketi nasıl olur?

Çözüm 16

Önce tüm kuvvetleri gösterelim.

Sonra dinamik denklemini sistem için yazalım.



K nin ağırlığının tamamı dengelenmiş, harekete kuvvet olarak katılmaz.

L nin ağırlığı sistemi hareket ettirecek olan tek kuvvet. Bu yüzden sistem ok yönünde a ivmesi ile hızlanır.

Hareketi sağlayan sadece L nin ağırlığı, fakat K ve L beraber hareket edeceği için toplam kütle kullanacağız.

$$F_{\text{net}} = m_{\text{top}} \cdot a_{\text{sis}}$$

$$30 = (3 + 2) \cdot a_{\text{sis}}$$

$$30 = 5 \cdot a_{\text{sis}}$$

$$a_{\text{sis}} = 6 \text{ m/s}^2 \text{ olur.}$$

Sistemin bütünü düşünürken ip gerilme kuvvetlerini hesaba katmıyoruz.

Şimdi sorunun ikinci kısmına geçelim.

Hareket halinde ip koparsa ne olur.

K cismi yatay sürtünmesiz masa üzerinde. K nin ağırlığı masanın tepki kuvvetiyle dengelendiği için kendi ağırlığının hareket ettirici bir özelliği yok. L ye bağlı ip çektiği için hareket edebiliyordu.

İp koparsa K ye etki eden net kuvvet sıfır olur. Yani K cismi dengelenmiş kuvvetler etkisinde olduğundan; Eylemsizlik yasası gereği; ip koptuğu anda sahip olduğu hızla sabit hızlı harekete yapar.

L cisminin ağırlığı sistemi hareket ettiren kuvvetti.

Cisimler iple bağlıyken bu kuvvet (L nin ağırlığı) K ve L yi beraber hareket ettiriyordu. İp koptuktan sonra aynı kuvvet sadece L cismini hareket ettireceği için L nin ivmesi artar.

Bu ivmeyi hesaplamak için:

$$F = m \cdot a$$

$$G_L = 20 = 2 \cdot a \text{ buradan } a = 10 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Aslında bu işleme gerek yok. L tek başına yerçekimi kuvveti etkisiyle hareket edeceği için ivmesi yerçekimi ivmesi-ne eşit olacaktır diyebiliriz. $a = g = 10 \text{ m/s}^2$

Bu tip sorularda en çok sorulan şeylerden birisi de cisimlerin kütleleri artarsa ne olacağıdır.

K nin kütlesi artarsa :

Sistemi hareket ettirecek olan L nin ağırlığı değişmeden hareket ettireceği toplam kütle ($m_K + m_L$) artacağı için ivme azalır.

L nin kütlesi artarsa :

Bu durum biraz daha dikkat istiyor. L nin kütlesi artınca hem hareket ettiren kuvvet yani L nin ağırlığı, hem de toplam kütle artıyor.

Hareket ettiren kuvveti yani L nin ağırlığını hesaplarken kütleli yerçekimi ivmesi 10 ile çarptığımız için, kuvvetteki artış daha fazla olur. Yani ivme artar.

Kafanız karıştıysa şöyle düşünün. Hareket ettiren kütle artarsa ivme de artar. Çekilen kütle artarsa ivme azalır.

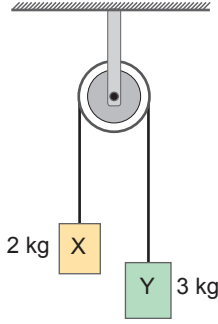
Kütlelerin azalması durumunda da doğal olarak söylediklerimizin tersi olur :)

Sistemde sürtünme olması durumunda ise masa üzerindeki K cismi sürtünme kuvvetinden etkilenecektir.

K nin kütleindeki artış sürtünme kuvvetini artırdığı için de ivmeyi azaltır. L nin kütlesi artarsa sürtünmeyi etkilemez ivme yine artar.

Örnek 17

Sürtünmelerin önemsenmediği şekildeki makaralı sistemde 2 kg ve 3 kg kütleli X, Y cisimleri şekildeki konumlarda tutulmaktadır.

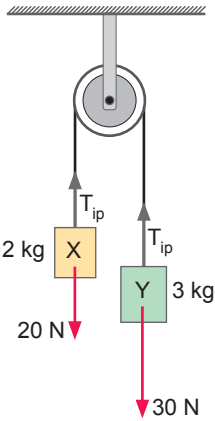


Cisimler serbest bırakılırsa sistemin ivmesi ne olur?

Çözüm 17

İlk yapacağımız şey her zaman olduğu gibi cisimler üzerine etki eden tüm kuvvetleri göstermek olacak.

Burada kuvvet olarak, cisimlerin ağırlıkları ve ipte oluşan gerilme kuvveti var.



Sistemi bütün halinde düşünürken ip gerilmelerini hesaba katmıyorduk.

Bu durumda sistemi hareket ettirmek isteyen kuvvetler X ve Y cisimlerinin ağırlıklarıdır.

Bu kuvvetlerin de ters yönlerde hareket ettirmek istediği şekilde görünüyor.

O zaman sistemdeki net kuvvet

$$F_{\text{net}} = G_Y - G_X$$

$$F_{\text{net}} = 30 - 20 = 10 \text{ N dur.}$$

Bu net kuvvet iki cismi beraber hareket ettirecektir.

$$F_{\text{net}} = m_{\text{top}} \cdot a_{\text{sis}}$$

$$10 = (2 + 3) \cdot a_{\text{sis}}$$

$$10 = 5 \cdot a_{\text{sis}}$$

$$a_{\text{sis}} = 2 \text{ m/s}^2 \text{ olur.}$$

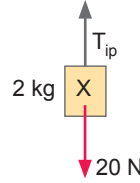
Sistemin hareketi büyük olan kuvvet yönünde olacağından 2 m/s^2 lik ivme ile X cismi yükselirken, Y cismi aşağı iner.

Bu sorularda genelde ipte oluşan gerilme kuvveti de sorulur. Ama müfredat o ayrıntıya girmedeği için ip gerilmesini hesaplamıycaz.

İp gerilmesini hesaplamadan hangi aralıkta olduğunu basit bir mantık kullanarak bulabiliriz.

Bunun için cisimlere tek tek bakıcaz. Sistemin bütününe bakarken ip gerilmelerini hesaba katmıyorduk. Çünkü iki yönde de ip gerilmesi olduğu için toplam etki sıfırdı. Bu gibi kuvvetlere fizikte iç kuvvetler denir.

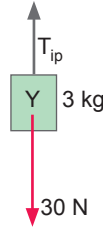
X cismini inceleyelim.



Şekilde X e etki eden kuvvetler ağırlığı ve ip gerilmesi görünüyor.

Cismin yukarı yönde ivmeli hareket ettiğini bulmuştuk. O zaman T_{ip} 20 N dan büyük olmalıdır.

Y cismini inceleyelim.



Burada da Y ye etki eden kuvvetler ağırlığı 30 N aşağı ve yukarı yönde ip gerilmesi görünüyor.

Y cisminin aşağı yönde ivmeli hareket ettiğini biliyoruz.

Bunun için de T_{ip} 30 N dan küçük olmalı.

Gördüğünüz gibi T_{ip} değerini tam olarak bulmasak bile hangi aralıkta olduğunu şekle bakarak kolaylıkla söyleyebiliriz.

Anlaşılsın diye ben burada çizerek ayrıntılı gösterdim. Ama sizin şekil çizmenize bile gerek yok.

$$30 \text{ N} > T_{\text{ip}} > 20 \text{ N}$$

Dayanamadım :)

T_{ip} kuvvetinin nasıl bulunacağını da göstereyim.

İki cisimden birini seçin. Hangisi olduğu farketmez.

Y yi seçmiş olalım. Y için temel yasa yazıcaz.

$$F_{\text{net}} = m_Y \cdot a$$

Y nin kütlelerini 3 kg, ivmesini de 2 m/s^2 olarak bulmuştuk.

$$F_{\text{net}} = 3 \cdot 2 = 6 \text{ N net kuvvet olmalı.}$$

Y yi aşağı çeken kuvvet yani ağırlığı 30 N du. F_{net} in 6 N olması için yukarı yönde $30 - 6 = 24 \text{ N}$ ip gerilmesi olmalı.

Ya da,

$$F_{\text{net}} = G_Y - T_{\text{ip}} \text{ burada bilinenleri yerine koyarsak.}$$

$$6 = 30 - T_{\text{ip}} \text{ ve } T_{\text{ip}} = 24 \text{ N bulunur.}$$

Gördüğünüz gibi zor değil.

Ama yine de kafası karışan varsa canını sıkmasın. Dediğim gibi en azından YGS için müfredat dışı.

1. F kuvveti ile sürtünmesiz yatay zeminde çekilen cismin hızı v değerine ulaşınca uygulanan kuvvet kaldırılıyor. Bundan sonra cisim düzgün doğrusal hareket yapıyor.

Bu durumu açıklayan fizik yasası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Eylemsizlik Yasası
B) Etki - Tepki Yasası
C) Kütleinin Korunumu Yasası
D) Enerjinin Korunumu Yasası
E) Sabit Oranlar Yasası

2. Hareket halindeki bir karavanda sürtünmesiz masa üzerinde duran bardağın kaymadan ve devrilmeden durabilmesi için araç;

- I. Sabit hızlı hareket yapmalıdır.
II. Düzgün hızlanan hareket yapmalıdır.
III. Düzgün yavaşlayan hareket yapmalıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

3. Aşağıda bazı hareket durumları verilmiştir.

- I. Hızlanan bir kamyonet kasasındaki kutunun geriye kayması.
II. Ani fren yapan otobüsteki yolcuların kafasını öndeki koltuğa çarpması.
III. Yüksekten bırakılan topun yere çarptıktan sonra tekrar yükselmesi.

Buna göre, bu örneklerden hangilerinde eylemsizlik yasası etkilidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

4. Yüksek bir binanın asansöründeki baskül üzerinde bir çocuk duruyor. Çocuğun baskülde okuduğu değer; asansör duruyorken F_1 , yükselmeye başladığında F_2 , asansör yavaşlarken F_3 olmaktadır..

Buna göre, baskülün gösterdiği F_1 , F_2 ve F_3 değerleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $F_1 > F_2 > F_3$ B) $F_1 > F_3 > F_2$ C) $F_3 > F_1 > F_2$
D) $F_3 > F_2 > F_1$ E) $F_2 > F_1 > F_3$

5. Araçlarda kullanılan emniyet kemerleri yolcuların ileri fırlayarak zarar görmesini engellemek için tasarlanmıştır.

Buna göre,

- I. Öndeki araca çarpınca.
II. Arkadaki araç bulunduğumuz araca çarpınca.
III. Sabit ama yüksek hızla hareket ederken.

durumlarından hangilerinde emniyet kemeri aktif olarak koruma sağlar?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II, ve III

6. Araçların koltukları üzerinde yolcunun kafa hizasındaki başlıklar bir kaza sırasında boyun bölgesinde olabilecek hasarı en aza indirmek için tasarlanmıştır. **Buna göre, aşağıdaki durumların hangisinde başlıklar tasarlanma amacına göre bir koruma sağlar?**

- A) Sabit ve yüksek hızla seyahat ederken.
B) Araca yandan başka bir araç çarptığında.
C) Aracın önündeki bir engele çarpması durumunda.
D) Araca arkadan başka bir araç çarptığında.
E) Araç ani fren yaptığında.

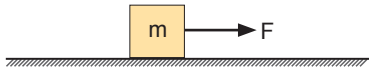
7. Çevremizde gördüğümüz hareket durumlarından bazıları aşağıda verilmiştir.

- I. Durgun halden harekete başlayan bisiklet.
- II. Ağaçtan düşen panda.
- III. Sabit hızla yere inen paraşüt.

Buna göre, yukarıdaki olayların hangisinde dengelenmiş kuvvetler etkisinde hareket vardır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

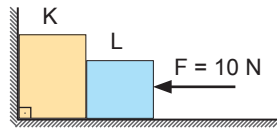
8. Sürtünmesiz yatay zeminde şekildeki gibi duran m kütleli cisim yere paralel ve sabit F kuvveti uygulanarak hareket ettiriliyor.



Buna göre, cisim için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Düzgün hızlanan hareket yapar.
B) Sabit ivmeli hareket yapar.
C) Kuvvet kaldırılırsa sabit hızlı hareket yapar.
D) Kuvvet artırılırsa ivmesi artar.
E) Kuvvet azaltılırsa yavaşlar.

9. Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda K ve L cisimleri duvara sıkıştırılıp, şekildeki gibi 10 N luk yatay F kuvveti ile itiliyor.



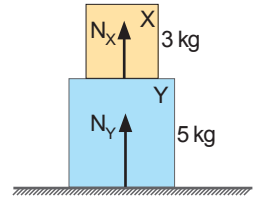
Buna göre,

- I. L cismi K ye 10 N luk etki kuvveti uygular.
- II. K cismi duvara 20 N luk etki kuvveti uygular.
- III. Duvarın K ye uyguladığı tepki kuvveti 10 N dur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

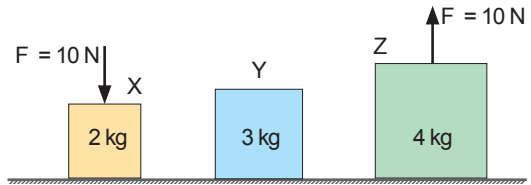
10. Şekildeki 3 kg ve 5 kg kütleli X ve Y küpleri üst üste konulmuştur. Bu durumda X küpüne Y nin gösterdiği tepki kuvveti N_X , Y küpüne zeminin gösterdiği tepki kuvveti N_Y olmaktadır.



Buna göre, tepki kuvvetleri oranı $\frac{N_X}{N_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{3}{7}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{2}{5}$ E) $\frac{3}{8}$

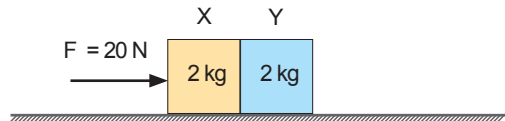
11. Şekildeki X, Y, Z cisimlerinin kütleleri sırasıyla 2 kg, 3 kg ve 4 kg dır. X ve Z cisimine şekildeki gibi 10 N şiddetinde düşey F kuvvetleri etki ediyor.



Buna göre cisimlere zemin tarafından uygulanan tepki kuvvetleri N_X , N_Y , N_Z arasındaki ilişki nedir?

- A) $N_X = N_Y = N_Z$ B) $N_Z > N_Y > N_X$ C) $N_X = N_Y > N_Z$
D) $N_Z > N_Y = N_X$ E) $N_X > N_Y > N_Z$

12. Şekildeki sürtünmesiz zeminde 2 kg kütleli X ve Y cisimlerine 20 N şiddetindeki yatay F kuvveti etki ediyor.



Buna göre, X cisminin Y cismine uyguladığı kuvvet kaç N dur?

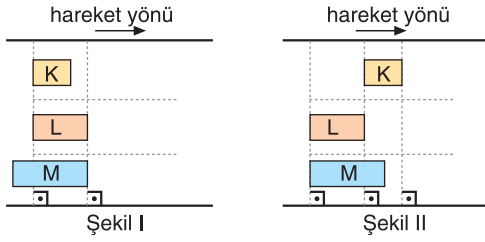
- A) 2 B) 4 C) 10 D) 15 E) 20

1. Aynı konumda bulunan K ve L araçlarından K, 40 km/saat sabit hızla harekete başladıktan 3 saat sonra L aracı 60 km/saat sabit hızla aynı yönde harekete başlıyor.

Buna göre, araçlar K harekete başladıktan kaç saat sonra yan yana gelir?

- A) 4 B) 5 C) 6 D) 8 E) 9

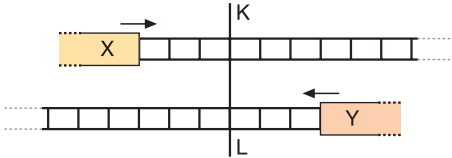
2. K, L, M araçları doğrusal bir yolda sabit hızlarla ilerliyorlar. Araçların birbirine göre konumları $t = 0$ anında Şekil I, t anında da Şekil II deki gibidir.



Araçların hızlarının büyüklüğü sırasıyla v_K, v_L, v_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $v_K < v_L < v_M$ B) $v_L < v_K < v_M$
C) $v_L < v_M < v_K$ D) $v_M < v_K < v_L$
E) $v_M < v_L < v_K$

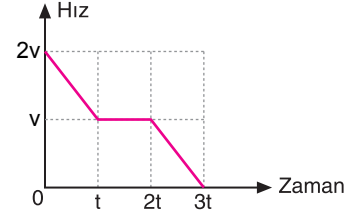
3. Paralel raylarda birbirine doğru sabit hızlarla ilerleyen X, Y trenlerinin $t = 0$ anındaki konumları şekil-deki gibidir. t anında X treninin ön ucu, $2t$ anında Y treninin ön ucu KL çizgisine varıyor.



4t anında iki trenin de son uçları KL çizgisine vardığına göre, trenlerin boyları oranı, $\frac{L_X}{L_Y}$ kaçtır? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) 4 B) 3 C) 2 D) $\frac{3}{2}$ E) 1

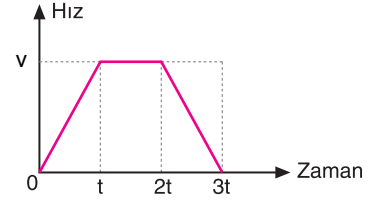
4. Hız-zaman grafiği şekildeki gibi olan bir cisim KLM yolunun tamamını $3t$ sürede alıyor.



KL = LM olduğuna göre, cisim yolun ilk yarısı olan KL bölümünü kaç t sürede alır?

- A) 0,5 B) 1 C) 1,5 D) 2 E) 2,5

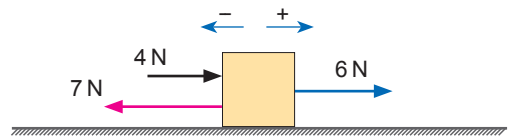
- 5.



Hız-zaman grafiği şekildeki gibi olan bir hareketlinin $3t$ süre sonundaki yer değiştirmesi kaç v.t dir?

- A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 2,5 E) 3

6. Sabit hızla hareket eden bir cisme etki eden yatay kuvvetler şekildeki gibidir.



Buna göre, cisme etki eden sürtünme kuvvetinin yönü ve büyüklüğü nedir?

- A) (+) ; 3 N B) (-) ; 3 N C) (+) ; 5 N
D) (-) ; 5 N E) (-) ; 6 N

7. I. Uçan balonun yükselmesi
II. Aynı cins yüklerin birbirini itmesi
III. Ağaçtaki kozalağın yere düşmesi

Yukarıdaki olaylardan hangilerinde temas gerektirmeyen kuvvetler etkilidir?

- A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

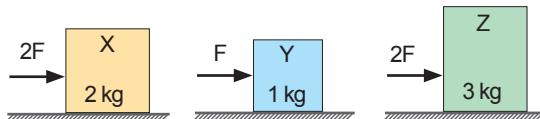
8. Şekil I ve II deki m ve $4m$ kütleli cisimler, F kuvveti etkisinde oldukları halde hareketsiz kalmaktadırlar.



Buna göre, cisimlere etki eden sürtünme kuvvetleri oranı, $\frac{f_1}{f_2}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{4}{7}$ C) 1 D) 2 E) 3

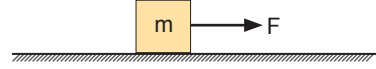
9. Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamdaki X, Y, Z cisimlerinin kütleleri ve cisimlere uygulanan yatay kuvvetler şekildeki gibidir.



Buna göre, cisimlerin ivmeleri a_x , a_y ve a_z arasındaki ilişki nedir?

- A) $a_x = a_y = a_z$ B) $a_z = a_y > a_x$ C) $a_x = a_y > a_z$
D) $a_z > a_y = a_x$ E) $a_x > a_y > a_z$

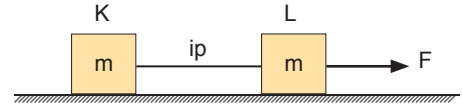
10. Sürtünmeli yatay zemindeki m kütleli cisim yola paralel F kuvveti etkisinde sabit hızlı olarak hareket ediyor.



Buna göre, cisim için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) F artırılırsa ivmeli hareket yapar.
B) F azaltılırsa ivmeli hareket yapar.
C) F kaldırılırsa yavaşlar ve durur.
D) F kaldırılırsa sabit hızlı hareket yapar.
E) F artırılırsa hızlanmaya başlar.

11. Sürtünmesiz zemindeki m kütleli özdeş K ve L cisimleri F kuvveti etkisinde hızlanırken cisimler arasındaki ip kopuyor.



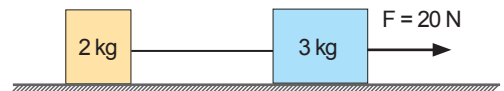
Buna göre;

- I. K cisimi yavaşlar ve durur.
II. K cisimi sabit hızla hareketine devam eder.
III. L cisiminin ivmesi iki katına çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

12. Sürtünmesiz yatay zeminde birbirine iple bağlı 2 kg ve 3 kg kütleli cisimler $F = 20$ N luk kuvvet etkisinde hareket etmektedir.

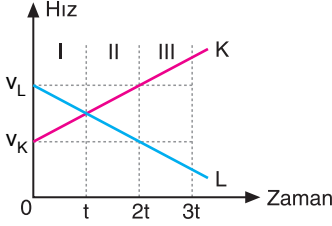


Buna göre, sistemin ivmesi kaç m/s^2 dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

1. E	2. C	3. B	4. B	5. C	6. B	7. D	8. C	9. C	10. D	11. E	12. D
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

1. K, L araçları doğrusal bir yolda, aynı yerden $t = 0$ anında yere göre v_K , v_L hızlarıyla harekete başlıyor. Araçların hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.

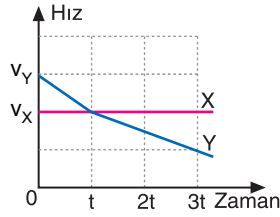


Buna göre I, II, III zaman aralıklarından hangilerinde K ve L araçları birbirine yaklaşımaktadır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

2. Aynı doğrusal yolda hareket eden X, Y cisimleri, $t = 0$ anında yan yanadır.

Cisimlerin hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



I. t anında X, Y'nin gerisindedir.

II. $2t$ anında X ile Y aynı yerdedir.

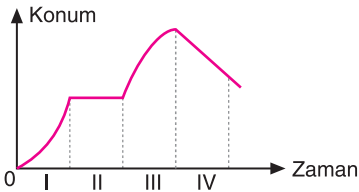
III. $3t$ anında X, Y'nin önündedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

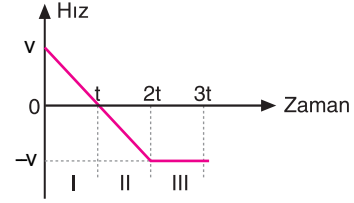
3. Bir cismin konum-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, hangi zaman aralıklarında cismin hızı artmaktadır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I ve IV

4. Doğrusal yolda hareket eden bir aracın hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.

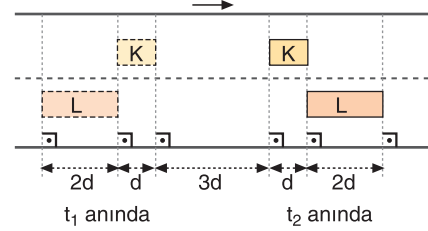


Buna göre, aracın harekete başladığı noktaya uzaklığı hangi zaman aralıklarında artmaktadır?

(Araç $t = 0$ anında başlangıç noktasındadır.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

5. Paralel yollarda ok yönünde sabit hızlarla hareket eden K, L araçlarının t_1 ve t_2 anındaki konumları şekildeki gibidir.



Buna göre, K ve L'nin hız büyüklükleri oranı, $\frac{v_K}{v_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{4}{7}$ C) $\frac{5}{8}$ D) $\frac{5}{3}$ E) $\frac{2}{3}$

6. I. Cismin kütlesi
II. Yüzeyin cinsi
III. Cismin yüzeye temas eden alanı
IV. Cismin durması ya da hareket etmesi

Yukarıdakilerden hangileri sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü etkiler?

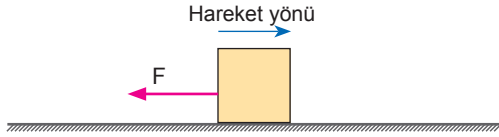
- A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve IV E) I, II ve IV

7. Kuvvetle ilgili;

- I. Vektörel bir büyüklüktür
 - II. Temel bir büyüklüktür
 - III. Birimi $\frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2}$ dir
- yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

8. Sürtünmeli bir yüzeyde şekilde verilen yönde hareket eden cisme, harekete ters yönde F kuvveti etki etmektedir.

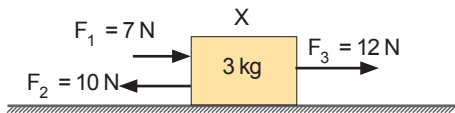


Buna göre;

- I. Sürtünme kuvveti F ile zıt yönlüdür
 - II. Cisim yavaşlamaktadır
 - III. F kuvveti artarsa sürtünme kuvveti azalır
- yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

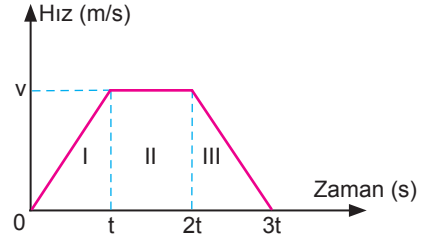
9. Sürtünmesiz yatay zemindeki 3 kg kütleli X cismine, büyüklükleri şekilde verilen yola paralel F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri etki ediyor.



Buna göre, X cisminin ivmesi kaç m/s^2 dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

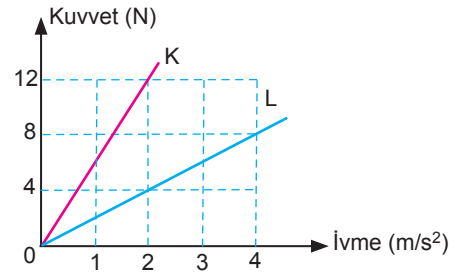
10. Sürtünmeli yatay düzlemdeki bir cisme ait hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cisme hangi aralıklarda hareket yönünde bir kuvvet kesinlikle etki etmiştir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

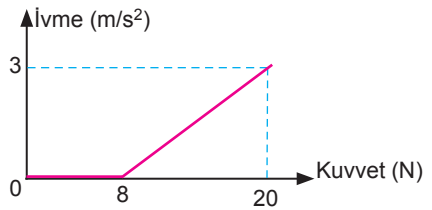
11. Sürtünmesiz yatay zemindeki K ve L cisimlerine ait kuvvet-ivme grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cisimlerinin kütleleri oranı, $\frac{m_K}{m_L}$ kaçtır?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

12. Yatay zemindeki bir cismin ivme-uygulanan kuvvet grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cisimle zemin arasındaki statik sürtünme katsayısı kaçtır?

- A) $\frac{1}{6}$ B) $\frac{1}{5}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{2}$

1. B	2. C	3. A	4. D	5. B	6. E	7. C	8. B	9. C	10. D	11. A	12. B
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

ÜNİTE

4

ENERJİ

- İŞ, ENERJİ VE GÜÇ
- ENERJİNİN KORUNUMU
- ENERJİ KAYNAKLARI

1.

İŞ, ENERJİ VE GÜÇ

Günlük hayatımızda iş, enerji ve güç kavramlarını çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanırız. Ama bu kavramların fizikteki karşılıkları gündelik hayatımızdakinden farklı olabiliyor.

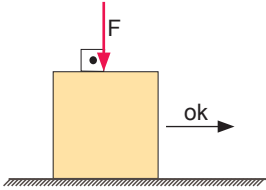
Öncelikle iş, enerji ve güç kavramlarının fizikteki karşılıklarını öğrenip, sonra bunlar arasındaki ilişkiyi ve hayatımızdaki yerini anlatacaz.

İş (W)

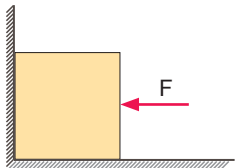
Bir cisme uygulanan kuvvetle cismin bu kuvvet doğrultusunda aldığı yolun çarpımı, yapılan işe eşit olur.

Yani fiziksel olarak iş yapabilmek için; bir kuvvet ve kuvvet doğrultusunda hareket şart.

İş yapamayan kuvvet ise hareket doğrultusuna dik olan ya da hareket ettiremeyen kuvvetlerdir.



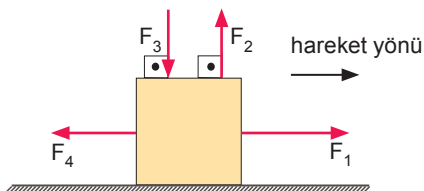
Cisim ok yönünde giderken harekete dik olarak etki eden F kuvveti fiziksel olarak iş yapmaz.



Duvara dayalı cismi hangi kuvvetle itersek itelim (cisim şekil değiştirmiyorsa) bu kuvvet fiziksel anlamda iş yapmaz

Hareket doğrultusunda birden çok kuvvet varsa, bunların her biri iş yapacaktır.

Şekilde sağa doğru hareket eden cisme etki eden kuvvetler gösterilmiş.



Şekildeki kuvvetlerden;

F_1 , iş yapar.

F_2 , hareket doğrultusuna dik olduğu için iş yapmaz

F_3 , hareket doğrultusuna dik olduğu için iş yapmaz.

F_4 , iş yapar.

F_4 harekete ters yönde olsa da fiziksel olarak iş yapacaktır. Kuvvetin hareket doğrultusunda olması yeterli, yönü ters olabilir. Bu durumdan birazdan bahsedicez.

İş; hareket doğrultusundaki kuvvetle yerdeğiştirmenin çarpımıyla bulunur. Yani matematiksel modeli (formülü), aşağıdaki gibidir.

$$İş = Kuvvet \cdot Kuvvet \text{ doğrultusundaki yerdeğiştirme}$$

W : İş

F : Kuvvet

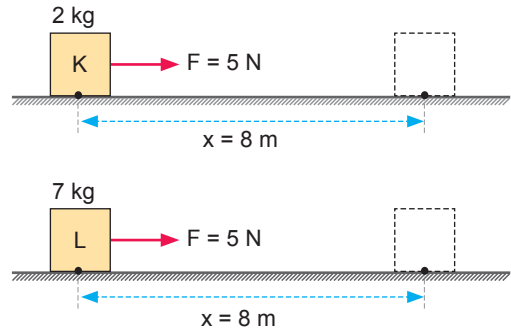
Δx : Kuvvet doğrultusundaki yerdeğiştirme dersek,

$$W = F \cdot \Delta x$$

İş skaler büyüklüktür. (Yönü yok)

Birimi : Newton x metre = joule (J) dür.

Örnek 1



Kütleleri 2 kg ve 7 kg olan K, L cisimleri $F = 5 \text{ N}$ kuvvetle 8 m yol boyunca çekilirlerse, kuvvetlerin yaptığı işler W_K ve W_L ne olur?

Çözüm 1

$$\begin{aligned} W_K &= F_1 \cdot x_1 & W_L &= F_2 \cdot x_2 \\ W_K &= 5 \cdot 8 & W_L &= 5 \cdot 8 \\ W_K &= 40 \text{ joule} & W_L &= 40 \text{ joule} \end{aligned}$$

İş kütleye bağlı değildir. Sorudaki L cismi K nin neredeyse 4 katı olmasına rağmen yapılan işler aynı.

Bu nasıl olur diye kafaya takmayın, formül ortada :)

İşler aynı olsa da cisimlerin kazanacakları hızlar farklı olacaktır. İlerleyen kısımlarda görürüz.

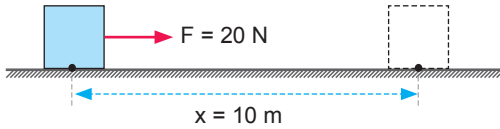
İş yapmak için kuvvetin hareket yönünde olması şart değil demiştik. Doğrultusu aynı olsun yeterli.

Yani harekete ters yöndeki kuvvetler de (sürtünme kuvveti gibi) iş yapar. Bu işe negatif (–) iş deriz.

Negatif iş, cismin enerjisini azaltır. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş ısı enerjisine dönüşür. Bunu da ilerde tekrar anlatacaz.

Örnek 2

Sürtünme kuvvetinin 15 N olduğu şekildeki durumda cisim $F = 20 \text{ N}$ luk kuvvetle 10 m boyunca çekiliyor.



Buna göre,

- F kuvvetinin yaptığı iş,
- Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş,
- Net iş kaç joule dür?

Çözüm 2

Bir kuvvetin yaptığı iş soruluyorsa diğer hiçbir kuvveti düşünmeden sorulan kuvvetle buna paralel yolu çarpabiliriz.

$$\begin{aligned} \text{a) } W &= F \cdot x & \Rightarrow & W = 20 \cdot 10 \\ & & & W = 200 \text{ joule} \\ \text{b) } W_s &= F_s \cdot x & \Rightarrow & W_s = 15 \cdot 10 \\ & & & W_s = 150 \text{ joule} \end{aligned}$$

Şekilde sürtünme kuvvetini göstermiyor. Ama sürtünme kuvvetinin her zaman harekete zıt yönde olduğunu siz zaten biliyorsunuz :))

c) Şimdi net işi bulalım.

- Bunun için isterseniz kuvvetlerin yaptıkları işleri ayrı ayrı bulup toplarız. (pozitif, negatif işaretlere dikkat ederek)

F nin yaptığı iş, $W = 200 \text{ J}$

Sürtünme Kuvvetinin yaptığı iş, $W_s = -150 \text{ J}$

Cisim üzerine yapılan net, yani toplam iş,

$$W_{\text{net}} = W - W_s$$

$$W_{\text{net}} = 200 - 150 = 50 \text{ J}$$

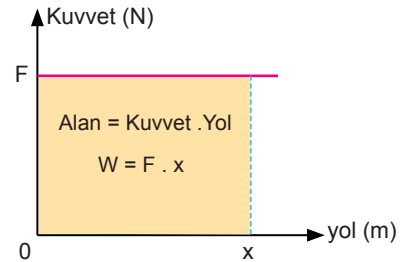
- İkinci bir yol olarak önce net kuvveti bulup, bu kuvvetle net işi hesaplarız.

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= F_{\text{net}} \cdot x & \Rightarrow & W_{\text{net}} = (20 - 15) \cdot 10 \\ & & & W_{\text{net}} = 50 \text{ joule} \end{aligned}$$

Kuvvet - Yol Grafiği

Bir cisme ait kuvvet - yol ($F - x$) grafiği altındaki alan yapılan işi verir.

Hareket konusunda bahsetmiştik. Grafiklerin ya eğimine bakıyorduk ya da altında kalan alana.



$F - x$ grafiğinde alan bulmak için iki eksenini çarptığımızda ($W = F \cdot x$) bulduğumuz büyüklük yapılan iş olur.

Grafik

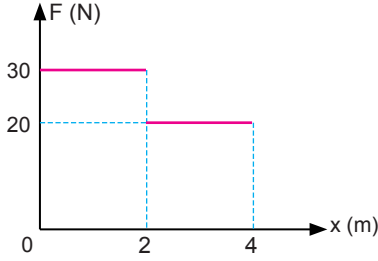
Bu grafiğin eğimi bize birşey vermez.

Karşınıza çıkma ihtimali düşük ama yine de uyaralım :) Grafik yol eksenine altına inerse, kuvvet negatif olacağı için altta kalan alan da negatif olur.

Bu durum, sürtünme kuvveti gibi harekete ters olan kuvvetlerin yapmış olduğu negatif işi gösterir.

Örnek 3

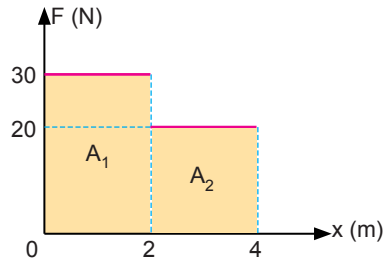
Bir cisme uygulanan kuvvetin yerdeğiştirmeye bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin 4 m'lik yerdeğiştirmesi sonunda yapılan toplam iş kaç joule'dür?

Çözüm 3

(F - x) grafiğinin alanı yapılan işi verir. $W = F \cdot x$



0 – 2 m arasında, $A_1 = 30 \cdot 2 = 60$ joule

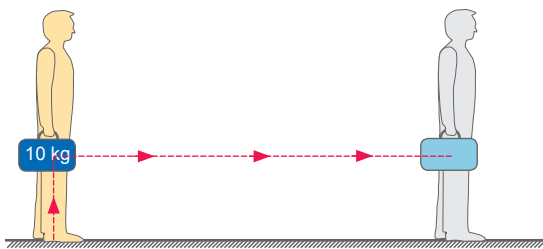
2 – 4 m arasında $A_2 = 20 \cdot 2 = 40$ joule

Yapılan toplam iş = $A_1 + A_2$

$W_{\text{top}} = 60 + 40 = 100$ joule iş yapılmıştır.

Örnek 4

Kürşat yerdeki 10 kg kütleli çantayı 50 cm kaldırıyor ve sallamadan yatay bir yolda 3 metre ileri götürüyor.



Buna göre, Kürşat'ın yaptığı toplam iş kaç joule'dür?

Çözüm 4

Bu durum, iş konusu anlatılırken kullanılan en meşhur örnektir. Günlük hayatta kullandığımız iş kavramıyla, fizikte kullanılan iş kavramının aynı olmadığını göstermek için kullanılır.

Kürşat çantayı yerden alıp yükseltirken yerçekimi kuvvetine karşı, yani yukarı yönde bir kuvvet uygular. Kuvvet ve yerdeğiştirme aynı doğrultuda olduğu için burada iş yapılır.

Yaptığı işi bulalım. Formülümüz: $W = F \cdot x$

Cismi kaldırmak için uygulanacak kuvvet en az cismin ağırlığı kadar olmalıdır. Bizde öyle alalım. $F = 100$ N

Şimdi "100 N nereden geldi" diyenleri duyar gibiyim ☺

Cismin kütlesi 10 kg ise ağırlığı,

$G = m \cdot g$ den.

$G = 10 \cdot 10 = 100$ N olur.

Unutmadan yüksekliği de metreye çevirelim. 50 cm = 0,5 m

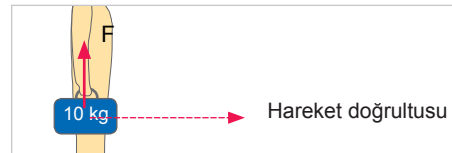
$W = F \cdot x$

$W = 100 \cdot 0,5$

$W = 50$ J olacaktır.

Kaldırırken yapılan işi bulduk.

Kürşat çantayı sallamadan düz bir yol boyunca 3 m değil, 3 km de yürüse fiziksel anlamda iş yapmış olmaz.



Çünkü çantayı tutarken uyguladığı kuvvet düşey yukarı doğru, hareket doğrultusu ise yatayıdır. Yani kuvvet ve yerdeğiştirme birbirine diktir.

Bu durumda 3 m boyunca yapılan iş sıfırdır.

Toplam iş ise, sadece yerden 50 cm kaldırırken yapılan 50 joule kadar olacaktır.

**DİKKAT**

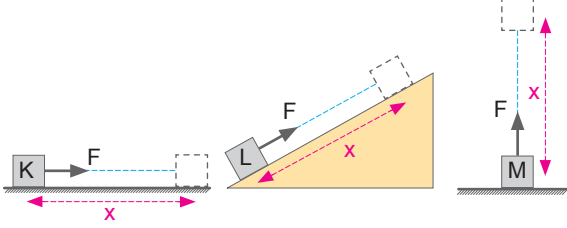
İş hesaplanırken kuvvet ile kuvvet doğrultusundaki yerdeğiştirmeyi çarpıyorduk.

Kuvvet ve yol paralel olduğu sürece yolun yatay, düşey veya eğik düzlem üzerinde olması farketmez.

Dikkatinizi çektiğim durumu daha iyi anlamanız için bir örnek çözelim.

Örnek 5

Özdeş K, L ve M cisimleri şekilde gösterilen x yolları boyunca, yola paralel F kuvvetleriyle çekiliyor.



Buna göre, kuvvetlerin yaptığı W_K , W_L ve W_M işleri arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 5

K cismi yatay, M düşey doğrultuda. L cismi ise eğik düzlem üzerinde hareket ediyor.

Herbiri için işi bulup büyüklüklerini karşılaştıracaz.

$$W_K = F \cdot x \quad W_L = F \cdot x \quad W_M = F \cdot x$$

Üç cisim için de kuvvet ve yerdeğiştirmeler eşit olduğu için, yapılan işler eşit olacaktır.

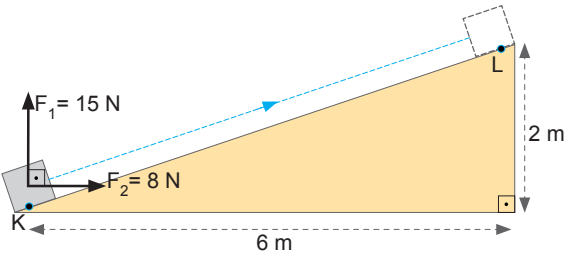
Cismin eğik düzlem, ya da düşey doğrultuda hareket etmesi bizi ilgilendirmiyor. Kuvvet ve yerdeğiştirme paralelse yolun nasıl olduğu önemli değil.

$$W_K = W_L = W_M$$

Bize bir kuvvetin yaptığı iş sorulursa; cismin kütlesine, yolun şekline, rengine kokusuna bakmadan, verilen kuvvetle bu kuvvete paralel yolu çarpıyoruz. Hepsini bu.

Örnek 6

Şekilde eğik düzlemin K noktasındaki m kütleli cisim, yatay ve düşey etki eden F_1 ve F_2 kuvvetleri ile eğik düzlemin L noktasına kadar çekiliyor.



Buna göre, F_1 ve F_2 kuvvetlerinin yaptıkları işler W_1 ve W_2 kaç J'dür?

Çözüm 6

Bu soru benim en sevdiğim sorulardandır.

Bu soruyu çözmek için; pisagor dan hipotenüsü bulmaya çalışanlar, hatta kuvvetleri bileşenlere ayıranlar çıkar.

Oysa bunların hiç birine gerek yok.

Kuvvetler belli. Cisim K noktasından L noktasına giderken verilen kuvvetlere paralel olarak alacağı yollar (yani yatay ve düşeydeki yerdeğiştirmeler) belli.

Sakin hipotenüs hesaplamaya kalkmayın. Eğik yüzeye paralel kuvvetimiz yok.

O zaman,

$$W_1 = F_1 \cdot x_1$$

$$W_2 = F_2 \cdot x_2$$

x_1 ve x_2 kuvvetlere paralel olan yollardır. Yani eğik düzlemin yüksekliği ve uzunluğu. $x_1 = 2$ m ve $x_2 = 6$ m

$$W_1 = 15 \cdot 2 = 30 \text{ J}$$

$$W_2 = 8 \cdot 6 = 48 \text{ J}$$

ENERJİ

Enerjinin bilinen en yaygın tanımına göre; iş yapabilme yeteneğine enerji denir.

Ancak kışın ısınmak için, gece aydınlanmak için de enerji kullanırız. Görüldüğü gibi her durumu kapsayan bir enerji tanımı yok.

Isı enerjisi, elektrik enerjisi, kimyasal enerjisi, güneş enerjisi... gibi bir çok enerji çeşidi vardır.

Bu konuda biz mekanik enerjiyi ve enerjinin iş yapabilme yeteneğini inceliyoruz.

Kinetik enerji ve kütle çekim potansiyel enerjisi toplamına mekanik enerji denir.

Mekanik enerjiyi ayrı başlık altında inceliyoruz. Öncelikle kinetik ve çekim potansiyel enerjilerini görelim.

Kinetik Enerji

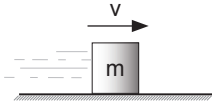
Hareket enerjisi de denir. Cismin hızından dolayı sahip olduğu enerjidir. Hareket halindeki cisimlerde olur.

Hareket halindeki tüm cisimlerin enerjisi vardır.

Hareketli bir cisim, duran başka bir cisme çarptığında ona kuvvet uygulayarak yerdeğiştirmesine sebep olabilir.

Hareketli cismin hızı ve kütlesi artarsa yapacağı iş de artar.

Kinetik enerji; cismin kütlesiyle ve hızının karesiyle doğru orantılıdır. Bunun matematiksel modeli (yani formülü)



$$E_K = \frac{1}{2} mv^2$$

m : cismin kütlesi (kg) v : cismin hızı (m/s)

Kinetik Enerjiyi " E_K " ile gösterdik. Bazen "KE" şeklinde de gösterilir. Birimi joule'dür.

Örnek 7

Kütlesi m olan bir cisim sürtünmesiz yatay zeminde v hızıyla hareket ederken kinetik enerjisi E dir.

Bu cismin kütlesi ve hızı iki katına çıkarılırsa kinetik enerjisi kaç E olur?

Çözüm 7

Cismin iki durumdaki enerjisini yazıp, kaç katına çıktığına bakıcaz. Hepsı bu kadar.

İlk durumu ve kütle ile hızın iki katına çıktığı son durumu yazalım..

$$\text{İlk durum} \\ E_{\text{ilk}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = E$$

$$\text{Son durum} \\ E_{\text{son}} = \frac{1}{2} 2m \cdot (2v)^2 \\ E_{\text{son}} = \frac{1}{2} 2m \cdot 4v^2 \\ E_{\text{son}} = 4mv^2 = 8E$$

Kütleden çarpım olarak 2, hızın karesinden 4 geldiği için enerji 8 katına çıktı.

2v nin parantez karesine dikkat edin. En çok işlem hataları bu gibi durumlarda yapıyor.

Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi

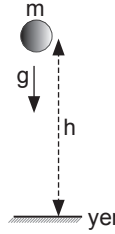
Genel olarak Potansiyel enerji cisimlerin konumundan durumundan dolayı sahip oldukları enerjidir.

Başlıkta geçen çekim potansiyel enerjisinden başka esneklik potansiyel enerjisi de vardır. Esneklik potansiyel enerjisi yaylarda ve esneyebilen cisimlerde görülür.

Bizim inceleyeceğimiz çekim potansiyel enerjisinin sebebi ise, yeryüzündeki tüm cisimlere etki eden dünyanın çekim kuvvetidir.

Yere göre belli bir yükseklikte olan tüm cisimlerin kütle çekim potansiyel enerjisi vardır.

Bu enerji; tanımdan da anlayacağınız gibi cismin yerden yüksekliğine ve cisme etki eden çekim kuvvetine (yani ağırlığa) bağlıdır.



$$E_P = m \cdot g \cdot h$$

m : cismin kütlesi (kg)

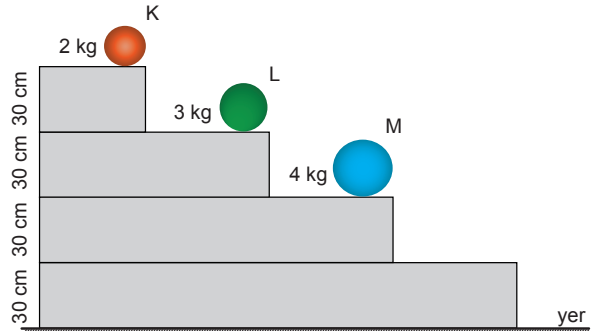
g : yerçekimi ivmesi (m/s²)

h : cismin yerden yüksekliği (m)

Potansiyel enerjinin birimi de joule'dür. Gösterimi kinetik enerjideki mantıkla; " E_P " veya "PE" şeklinde olur.

Örnek 8

Boyutları ihmal edilen ve kütleleri 2 kg, 3 kg, 4 kg olan K, L, M cisimleri her bir basamağı 30 cm yükseklikte olan merdivene şeklindeki gibi konulmuştur.



Buna göre, K, L, M cisimlerinin yere göre çekim potansiyel enerjileri E_K , E_L , E_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 8

Her basamak 30 cm yani 0,3 m olduğuna göre;

K nin yerden yüksekliği = 4.0,3 = 1,2 m

L nin yerden yüksekliği = 3.0,3 = 0,9 m

M nin yerden yüksekliği = 2.0,3 = 0,6 m dir.

$$E_K = m_K \cdot g \cdot h_K = 2 \cdot 10 \cdot 1,2 = 24 \text{ joule}$$

$$E_L = m_L \cdot g \cdot h_L = 3 \cdot 10 \cdot 0,9 = 27 \text{ joule}$$

$$E_M = m_M \cdot g \cdot h_M = 4 \cdot 10 \cdot 0,6 = 24 \text{ joule} \quad \text{sıralama yaparsak.}$$

$$E_L > E_K = E_M \text{ buluruz.}$$

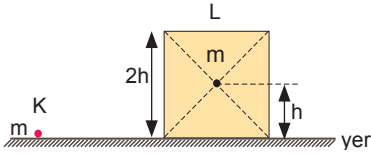


DİKKAT

Yerdeki cisimlerin yere göre potansiyel enerjisi sıfır olur demiştik. Bu durum cismin boyutlarını dikkate almadığımızda doğrudur.

Fakat cisimlerin boyutlarını düşündüğümüzde potansiyel enerji, ağırlık merkezi dediğimiz noktanın yerden yüksekliğine göre hesaplanır.

Şekildeki K cisminin boyutları ihmal edilecek kadar küçük, L cisminin ise yüksekliği biliniyor.



- Boyutları önemsiz bir cisim yerdeyken yere göre potansiyel enerjisi sıfırdır. (K)
- Boyutları bilinen (L) bir cismin yere göre potansiyel enerjisi hesaplanırken cismin ağırlık merkezinin yerden yüksekliği kullanılır (Boyunun tamamı değil).

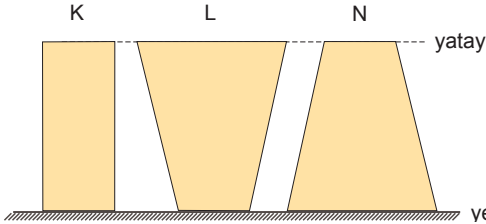
L için ; PE = $mg \cdot h$ dir.

Ağırlık merkezi hesaplama 11. sınıf konusu. Burada bu ayrıntıya girmiyoruz.

Düzgün bir cisim için yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi köşegenlerin kesiştiği noktada, yani cismin ortasında olduğunu bilmemiz yeterli.

Örnek 9

Şekildeki gibi yere konulmuş kendi içinde türdeş K, L, N cisimlerinin yere göre kütle çekim potansiyel enerjileri eşittir.



Buna göre cisimlerin kütleleri m_K , m_L , m_N arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 9

Potansiyel enerji cismin ağırlığı ve yerden yüksekliği ile doğru orantılıydı. Hepsinin potansiyel enerjisi eşitse;

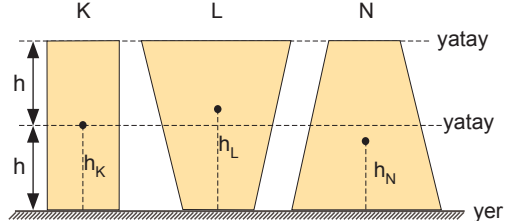
$m_K g \cdot h_K = m_L g \cdot h_L = m_N g \cdot h_N$ yazabiliriz.

Bu eşitlikte yerçekimi ivmeleri "g" her cisim için aynı. Kütleler arasındaki ilişkiyi bulmak için, yükseklikler arasındaki ilişkiyi bilmemiz yeterli.

K cismi düzgün olduğu için bu nokta cismin ortasında olacaktır. Cismin yüksekliğinin yarısı.

L ve N cisimleri düzgün değil. Ama ayrıntılı hesaba girmeden K ye göre kıyaslayabiliriz.

L yukarı doğru geniş olduğu için ortanın biraz üstünde, N için de ortanın biraz altında olacaktır. Hepsini bu.



$m_K g \cdot h_K = m_L g \cdot h_L = m_N g \cdot h_N$ eşitliğinde yükseklikle kütle ters orantılı. Eşitliğin sağlanması için yüksekliği büyük olanın kütlesi küçük olmalı.

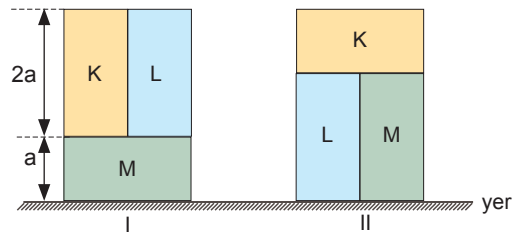
$h_L > h_K > h_N$ olduğuna göre, kütleler arasındaki ilişki $m_N > m_K > m_L$ olmalıdır.

Bu soruda bize K, L ve N nin potansiyel enerjileri ya da enerji oranlarının kaç olduğu sorulsa, o zaman zor bir soru olurdu. Kütle merkezlerinin yerlerini hesaplamamız gerekirdi.

Ama karşılaştırma sorduğunda soru çok basit. Göz kararı yüksek yada alçak olduğunu bilmemiz çözmek için yeterli olacaktır.

Örnek 10

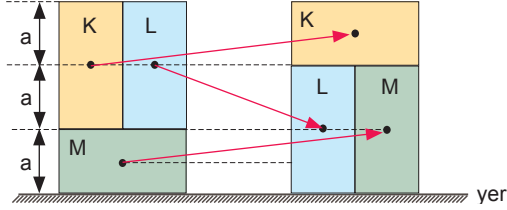
Boyutları aynı olan kendi içinde türdeş K, L, M cisimleri şekildeki I. durumdan II. duruma getiriliyor.



Buna göre, cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri E_K , E_L , E_M ilk duruma göre nasıl değişir?

Çözüm 10

Cisimlerin yerleri değişince sadece yükseklikler değişebilir. Kütle aynı kalacaktır.



Cisimlerin orta noktalarını gösterip, iki şekil arasında yatay çizgiler çizerseniz, yükselen ve alçalan cisimleri rahatlıkla görürsünüz.

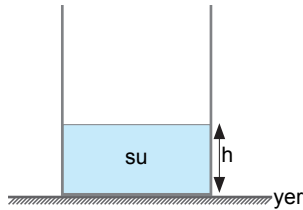
Kütle merkezinin yüksekliği ne şekilde değişirse potansiyel enerji de aynı şekilde değişecektir. Yükseklik artarsa enerji de artar.

Kırmızıyla çizilen oklara baktığımızda; K ve M nin yüksekliğinin arttığını, L ninkinin azaldığını görebiliriz.

K ve M nin potansiyel enerjisi artarken L ninki azalmıştır.

Örnek 11

Kesiti şekildeki gibi olan silindirik kaptaki suyun yere göre potansiyel enerjisi E kadardır.



Kaba yükseklik 3h olana kadar su doldurulursa, yeni durumda kaptaki suyun potansiyel enerjisi kaç E olur?

Çözüm 11

İlk durumdaki potansiyel enerji E kadar, $PE_{ilk} = E = m \cdot g \cdot \frac{h}{2}$
İlk durumda yüksekliği su seviyesinin yarısı aldık.

Hatırlarsanız kütle merkezi için orta nokta demiştik.

Kaba yükseklik 3h olana kadar su ilave edersek, yükseklikle beraber su miktarı da 3 katına çıkar.

$$PE_{son} = 3m \cdot g \cdot \frac{3h}{2} = 9E \text{ olacaktır.}$$

Şöyle de düşünebilirsiniz; hem kütle, hem de yükseklik 3 katına çıkarsa enerji $3 \cdot 3 = 9$ kat olacaktır.

Mekanik Enerji

Bir cismin kinetik enerjisiyle kütle çekim potansiyel enerjisi toplamına mekanik enerji denir. Bu durumda mekanik enerjinin matematiksel modeli:

$$E_{Mek} = E_{Kin} + E_{Pot}$$

Mekanik enerjiyi bulmak için, kinetik enerji ve çekim potansiyel enerjisini ayrı ayrı hesaplayıp topluyoruz.

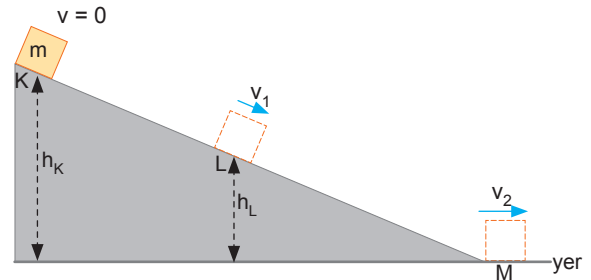
$$E_{Mek} = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$$

Cisme yerçekimi kuvveti dışında bir kuvvet etki etmiyorsa, cismin kinetik ve çekim potansiyel enerjisi toplamı, yani mekanik enerjisi sabittir. (Sürtünmesiz ortamda)

Aşağıdaki şekilde eğik düzlemin K noktasından ilk hızsız bırakılan cismi inceleyelim.

Cisim aşağı doğru kayarken hızlanarak kinetik enerji kazanacak, ama yere yaklaştığı için de çekim potansiyel enerjisi azalacaktır.

Sürtünme ihmal edildiği ve cisme kendi ağırlığından başka kuvvet etki etmediği için cismin mekanik enerjisi hareket boyunca sabit kalacaktır.



K noktasında : Sadece çekim potansiyel enerjisi vardır.

L noktasında : Hem çekim potansiyel enerjisi hem de kinetik enerjisi vardır.

M noktasında : Yere indiği için çekim potansiyel enerjisi sıfırdır. Sadece kinetik enerjisi vardır.

$$\underbrace{0 + mgh_K}_{K \text{ noktası}} = \underbrace{\frac{1}{2} mv_1^2 + mgh_L}_{L \text{ noktası}} = \underbrace{\frac{1}{2} mv_2^2 + 0}_{M \text{ noktası}}$$

Belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisim için de hava sürtünmesini ihmal edersek aynı durum söz konusudur. Cisim yere doğru yaklaşırken çekim potansiyel enerjisi ne kadar azalıyor, hızlandığı için de kinetik enerjisi o kadar artar. Mekanik enerji ise değişmez.

Örnek 12

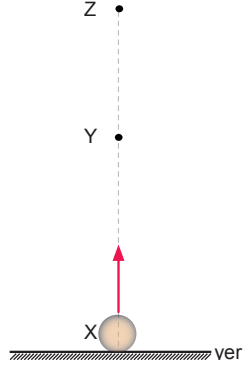
Sürtünmesiz ortamda, yerdeki X noktasından düşey yukarı doğru atılan cisim Y noktasından geçip Z noktasına kadar çıkabiliyor.

Buna göre,

- Cismin X noktasındaki sadece kinetik enerjisi vardır.
- Cismin Z noktasında sadece potansiyel enerjisi vardır.
- Cisim yere, X noktasından atıldığı andaki hız büyüklüğü ile çarpar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Cismin boyutları önemszenmiyor)



Çözüm 12

Ortamın sürtünmesiz olduğu söylenmiş ve cisme X noktasından atıldıktan sonra yerçekiminden başka kuvvet etki etmiyor. Bu durumda cismimizin mekanik enerjisi hareketi boyunca hep aynı kalmalıdır.

X noktasında yerde olduğu için sadece kinetik enerjisi vardır. Cismin boyutları ihmal edilmiş. **I. öncül doğru.**

Z noktası cismin çıkabileceği en yüksek nokta olduğu için bu noktada cismin hızı ve kinetik enerjisi sıfırdır. O halde mekanik enerjinin tamamı potansiyel enerji durumundadır.

II. öncül doğru.

Mekanik enerji toplamı değişmeyeceği için; cisim yukarı çıkıp tekrar aşağı inerek X noktasına ulaştığında aynı kinetik enerjiye sahip olacağından, hızı da aynı büyüklüktedir. **III. öncül de doğrudur.**



DİKKAT

Hız vektörel büyüklük olduğu için; cismin yere çarpacağı hız, atıldığı andaki hızı eşit değildir. **Aynı büyüklüktedir ama yönü aşağı doğrudur.**

Bu durum sadece X noktası için değil, her nokta için geçerlidir. Cismin yukarı çıkarken geçtiği Y noktasından aşağı inerken de aynı büyüklükte ters yöndeki hızla geçer.

Cismin izleyeceği yoldaki her noktada yükseklik aynı olduğu için, potansiyel enerji ve kinetik enerji büyüklükleri çıkarken ve inerken eşit olur. Dolayısıyla hız da aynı büyüklüktedir.

İş - Enerji Eşitliği

İş yapabilme yeteneğine enerji demiştik.

İş ve enerjinin ikisi de aynı cinstendir. Dikkat ettiyseniz ikisinin de birimi joule'dür.

Mekanik enerjiden bahsederken, dışarıdan kuvvet uygulanmazsa mekanik enerjinin aynı kalacağını söylemiştik.

Peki dışarıdan bir kuvvet iş yaparsa ne olur?

Dışarıdan bir kuvvetin yaptığı iş sonucunda cismin enerjisi değişir. Bu kuvvet enerjiyi artırabileceği gibi, sürtünme kuvveti gibi negatif iş yaparsa enerjiyi azaltabilir.

Yatay yoldaki bir cismi iterek iş yapacak olursak; cisim hızlanır ve kinetik enerjisi artar.

Cismi yerden alıp daha yüksek bir noktaya sabit hızla çıkarırsak, yaptığımız iş kadar potansiyel enerjisi artar.

Cismi yükseltirken hızını da artırırsak, potansiyel ve kinetik enerji beraber artar.

İş = Enerji değişimi

$$W = \Delta E$$

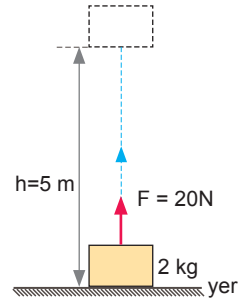
- Yapılan iş, enerji değişimine eşit olur.
- Net kuvvetin yaptığı iş ise sadece kinetik enerji değişimini verir.

Yerdeki 2 kg kütleli cismi sabit hızla yükseltebilecek kuvvetin büyüklüğü ağırlığına eşit, yani 20 N dur.

$F = 20 \text{ N}$ kuvvetle cisim h kadar yükselirse yapılan iş;

$$W = F \cdot h \text{ dir.}$$

$$W = 20 \cdot 5 = 100 \text{ J}$$



Şimdi yerden 5 m yükseklikteki bu cismin yere göre potansiyel enerjisini bulalım.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 2 \cdot 10 \cdot 5$$

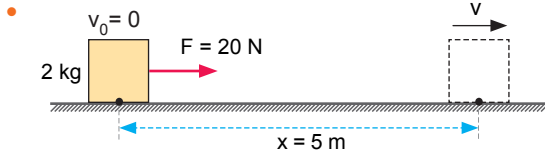
$$E_p = 100 \text{ J}$$

Cisim yerdeyken potansiyel enerjisi sıfırdı. Şimdi 100 J.

$$W = \Delta E_p$$

Gördüğünüz gibi cisim, yapılan iş kadar potansiyel enerji kazandı.

Sabit hızla çekildiği için kinetik enerjisi değişmedi.



Şimdi de durmakta olan 2 kg kütleli cismi, $F = 20$ N kuvvetle 5 m çekelim. Kazanacağı hızı bulalım.

$$W = F \cdot x$$

$$W = 20 \cdot 5 = 100 \text{ J}$$

Cisim yatay düzlemde hareket ettiği için potansiyel enerjisi bir değişiklik olmaz.

Yapılan bu iş, kinetik enerjiyi değiştirecektir.

$$W = \Delta E_K$$

Bakalım kinetik enerji nasıl değişmiş

Başlangıçta cisim durduğu için ilk enerji sıfırdır.

$$v_0 = 0 \Rightarrow E_{\text{ilk}} = 0 \text{ dir.}$$

$$E_{\text{son}} = 100 \text{ joule olmalı}$$

$$E_K = \frac{1}{2} mv^2 = 100 \Rightarrow \frac{1}{2} 2 \cdot v^2 = 100$$

$$v^2 = 100 \text{ ise,}$$

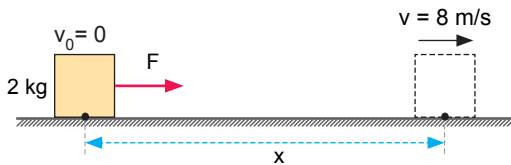
$$v = 10 \text{ m/s olur.}$$

- İş ya da enerji hesaplanırken her zaman kendi formüllerini kullanmayız.

Bunu örneklerle görelim. İşimize çok yarayacak ☺

Örnek 13

Sürtünmesiz yatay yolda 2 kg kütleli, durmakta olan bir cisim F kuvvetiyle x kadar çekildiğinde hızı 8 m/s oluyor.

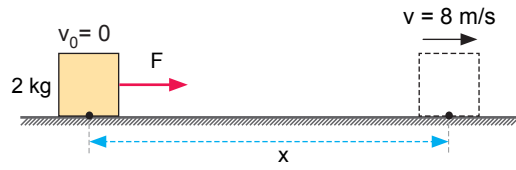


Buna göre, F kuvvetinin yaptığı iş kaç joule dür?

Çözüm 13

Bize yapılan işi soruyor.

$W = F \cdot x$ iş formülündeki kuvveti de yolu da soruda vermemiş. Bunları bilmeden kaç joule iş yapıldığını bulmamız isteniyor.



Yapılan işin enerji değişime eşit olacağını biliyoruz.

Enerjideki değişimi bulduğumuzda işi de bulmuş oluruz.

$$W = \Delta E_K$$

Cismin yüksekliği değişmediği ve sürtünme olmadığı için yapılan iş sadece kinetik enerjiyi değiştirecektir.

$$W = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

$$W = \frac{1}{2} mv_s^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 8^2 - 0 \text{ (ilk hız sıfırdı)}$$

$$W = 64 \text{ J bulunur.}$$

Kuvvet ve yolu bilmeden enerji değişimini hesaplayarak, F kuvvetinin yaptığı işi bulduk.

- Yapılan iş bazen kinetik ve potansiyel enerjiyi beraber değiştirebilir. Yani mekanik enerji değişimine eşit olur.

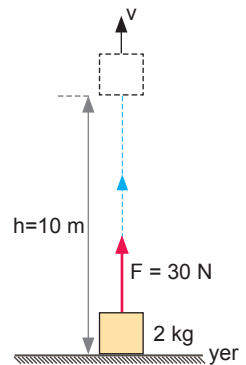
$$W = \Delta E_{\text{Mekanik}}$$

Hemen bir örnek üzerinde görelim.

Örnek 14

Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda, şekildeki gibi yerde durmakta olan 2 kg kütleli cisme $F = 30$ N luk düşey kuvvet uygulanarak cisim 10 m yukarı çekiliyor.

Buna göre, cismin bu yükseklikteki hızı nedir?



Çözüm 14

F kuvvetinin yaptığı iş sürtünme olmadığı için mekanik enerji değişimine eşit olmalıdır.

$$W = E_{\text{Mekanik}}$$

$$W = \Delta E_K + \Delta E_P$$

Yerde duran cismin ilk durumda potansiyel enerjisi ve kinetik enerjisi sıfırdır.

Bu nedenle değişim, 10 m yükselince kazanacakları enerjilere eşittir.

$$\Delta E_K = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}} \text{ ilk enerji sıfır olduğu için, } \Delta E_K = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\Delta E_P = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}} \text{ yerdeki potansiyel sıfırsa, } \Delta E_P = mgh$$

$$W = F \cdot h = \frac{1}{2} mv^2 + mgh \quad \text{değerleri yerine koyarsak,}$$

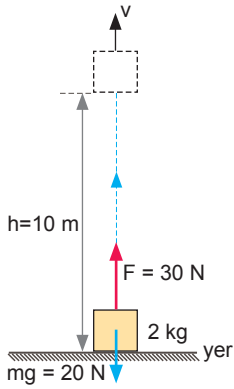
$$\underbrace{30 \cdot 10}_W = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2}_{E_K} + \underbrace{2 \cdot 10 \cdot 10}_{E_P}$$

$$300 = v^2 + 200 \quad \text{buradan, } v^2 = 100 \text{ ise, } v = 10 \text{ m/s olur.}$$

Yapılan net iş (ya da net kuvvetin yaptığı iş) kinetik enerji değişimine eşit olur demiştik.

Bu soruyu kullanarak bunun doğruluğunu kontrol edelim.

Bakalım gerçekten öyle mi?



$F = 30 \text{ N}$ kuvvetle beraber cisim yerçekimi kuvveti de etki ediyor. $mg = 20 \text{ N}$

Bu durumda net kuvvet,

$$F_{\text{net}} = (30 - 20)$$

$$F_{\text{net}} = 10 \text{ N olacaktır.}$$

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} \cdot h$$

$$W_{\text{net}} = 10 \cdot 10 = 100 \text{ J bulunur.}$$

Başlangıçta ilk hız sıfır olduğu için $E_K = 0$ olacaktır.

$$\Delta E_K = \frac{1}{2} mv^2 - 0$$

$$W_{\text{net}} = \Delta E_K$$

$$100 \text{ J} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$\text{Evet doğruymuş; } W_{\text{net}} = \Delta E_K$$

Enerjinin Aktarım Yönü

İş kavramının tanımını yapmıştık. İş ve enerji arasındaki ilişkiyi gördükten sonra bir tanım daha yapmak istiyorum.

İş; kuvvet aracılığıyla yapılan enerji aktarımıdır.

İşin pozitif veya negatif olabildiğini söylemiştik. Hareket yönünde kuvvetlerin yaptığı iş pozitif, harekete ters yönde kuvvetlerin yaptığı iş negatifti.

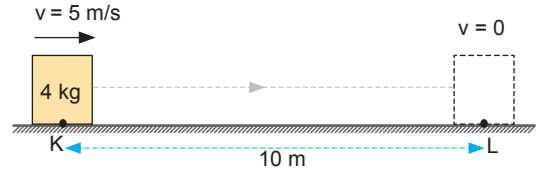
Bir cisim üzerinde pozitif iş yapılırsa cismin enerjisi artar. Negatif iş yapılırsa enerjisi azalır.

Her zaman hareket yönüne ters olduğu için, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş, negatif işe en güzel örnektir.

Bir örnek çözerek daha iyi anlayabiliriz.

Örnek 15

Sürtülmeli yatay yolda K noktasından 5 m/s hızla geçen 4 kg kütleli cisim 10 m ilerideki L noktasında duruyor.



Buna göre, cismi durdurmak için sürtünme kuvvetinin yaptığı iş ve uyguladığı kuvvet ne kadardır?

Çözüm 15

Yapılan işi bulmak için enerji değişimine bakıcaz. Cisim yatay zeminde olduğu için potansiyel enerji değişimi yoktur.

Cismimiz, K noktasından belli bir hız ve kinetik enerjiyle geçip L noktasında duruyor.

$$W = \Delta KE = KE_{\text{son}} - KE_{\text{ilk}}$$

Cismin K ve L deki kinetik enerjisini bulalım.

$$\text{K noktasında, } KE_{\text{ilk}} = \frac{1}{2} mv_{\text{ilk}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ kg} \cdot (5 \text{ m/s})^2 = 50 \text{ J}$$

$$\text{L noktasında, } KE_{\text{son}} = \frac{1}{2} mv_{\text{ilk}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ kg} \cdot (0)^2 = 0 \text{ J}$$

$$W = \Delta KE = 0 \text{ J} - 50 \text{ J}$$

$$W = -50 \text{ J} \quad \text{Yapılan işi bulduk.}$$

İşin negatif (–) olması enerjinin azaldığını gösteriyor.

Şimdi cisme etki eden, yani bu işi yapan kuvveti bulalım.

Cisme etki eden tek kuvvet sürtünme kuvvetidir.

$$W = f_s \cdot x$$

Yapılan işi bulduk, yolunda $x = 10$ m olduğunu soruda vermişti. Bu değerleri yerine koyalım.

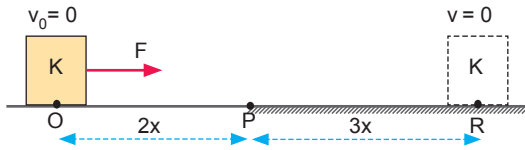
$$-50 = f_s \cdot 10 \text{ ise, } f_s = -5 \text{ N bulunur.}$$

Sürtünme kuvveti hareket yönüne ters olduğu için (-) çıktı.

Bir örnekle daha pekiştirelim :)

Örnek 16

Şekildeki OPR yolunun O noktasında durmakta olan K cismine yola paralel F kuvveti P noktasına kadar etki ediyor. P noktasından sonra sürtünmeli yola giren K cismi R noktasında duruyor.



Yolun OP arası sürtünmesiz, PR arası sabit sürtünmeli ise, cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç F dir?

Çözüm 16

F kuvvetinin yaptığı iş (+) pozitif, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş ise (-) negatiftir. Cismin O noktasında ve R noktasında hızı ve kinetik enerjisi sıfır.

Cismin O noktasından R ye gelene kadar enerji değişimi sıfır olmalı.

Yani F kuvvetinin yaptığı işle kazanılan enerji, sürtünme kuvvetinin yaptığı işle harcanarak tekrar sıfır olacak.

$$\Delta KE = W_{\text{Toplam}}$$

$$0 = W_F - W_{fs}$$

$$W_F = W_{fs}$$

F kuvvetinin yaptığı iş ve sürtünme kuvvetinin yaptığı iş eşit büyüklükte olmalıdır ki R de hız sıfır olsun.

$$\underbrace{F \cdot 2x}_{F\text{'nin yaptığı iş}} = \underbrace{f_s \cdot 3x}_{f_s\text{'nin yaptığı iş}}$$

$$\text{Buradan } f_s = \frac{2}{3} F \text{ bulunur.}$$

Bu soru tipi çok yaygındır ve sorularda F kuvvetinin uygulandığı aralık değişebilir.

Mesela aynı soru için F kuvveti R ye kadar (5x boyunca) uygulanmış olsun.

Çözümde hiçbir şey değişmeyecek.

Giriş kısımlarını geçiyorum :)

Çözümü hemen uygulayalım.

$$F \cdot 5x = f_s \cdot 3x \quad \text{buradan, } f_s = \frac{5}{3} F \text{ bulunur.}$$



DİKKAT

Sürtünmeli bölgede cisme hem F kuvveti hem de sürtünme kuvveti uygulanırken, bu aralık için ($f_s - F$) gibi net kuvvet yazmaya çalışmayın. İş uzatırsınız.

İşlem sayısı arttıkça işlem hatası ihtimali de artar :)

Yapılacakları adım adım tekrar edelim.

- Net kuvvetle ilgilenmeden, her kuvvetin yaptığı işi ayrı ayrı yazıyoruz.
- Hangi kuvvetin pozitif, hangisinin negatif iş yaptığını dikkat ediyoruz.
- Kuvvetlerin yaptığı toplam işi (+, - ye dikkat ederek) enerji değişimine eşitliyoruz. Hepsi bu.

GÜÇ (P)

Birim zamanda yapılan işe güç denir.

İş ve enerji arasındaki ilişkiden bahsetmiştik. O zaman güç, birim zamanda aktarılan veya dönüştürülen enerji olarak tanımlayabiliriz.

Kısaca güç; bir işin ne kadar sürede yapıldığının yani enerji aktarımının ne kadar hızlı olduğunun bir göstergesidir.

Matematiksel modelimiz, yani formülü.

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Geçen süre}} \quad \text{veya} \quad \text{Güç} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen süre}}$$

P : Güç

W : İş

ΔE : Enerji değişimi

Δt : Geçen süre dersek,

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

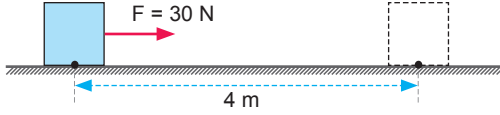
Güç skaler büyüklüktür. (Yönü yok)

Birimi : $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}} = \text{watt tır. } 1 \text{ kwatt} = 1000 \text{ watt}$

Güç belli bir işin ne kadar kısa sürede yapıldığını gösterir. Aynı işi daha kısa sürede yapanın gücü daha fazladır. Ya da tersten düşünersek aynı sürede daha çok iş yapanın gücü daha büyüktür.

Örnek 17

Şekildeki cisme $F = 30$ N kuvvet uygulanıyor ve cisim 4 m yolu 3 s de alıyor.



Buna göre, harcanan güç kaç wattır?

Çözüm 17

Önce yapılan işi bulalım.

$$W = F \cdot x$$

$$W = 30 \cdot 4 = 120 \text{ joule}$$

Bu iş 3 s de yapıldığı için;

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{120}{3} = 40 \text{ watttır.}$$

Örnek 18

Gücü 100kW olan 1000 kg kütleli bir araba sıfırdan 30 m/s hıza kaç saniyede ulaşır?

Çözüm 18

Gücün tanımını yaparken birim zamandaki enerji aktarımı olduğunda söylemiştik.

Arabamız 0 dan 30 m/s hıza ulaştınca ne kadar enerji aktarımı yapılacağını bulalım. Bu arada 30 m/s 108 km/saat

Aktarılan enerji : $\Delta E = KE_{\text{son}} - KE_{\text{ilk}}$

$$KE_{\text{ilk}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$KE_{\text{son}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

ilk hız sıfır olduğu için,
 $KE_{\text{ilk}} = 0$

$$KE_{\text{son}} = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (30)^2$$

$$KE_{\text{son}} = 450000 \text{ J}$$

$$\Delta E = KE_{\text{son}} - KE_{\text{ilk}}$$

$$\Delta E = 450000 - 0 = 450000 \text{ J} = 450 \text{ kJ}$$

Güç kW olduğu için enerjiyi kJ olarak yazmalıyız.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \text{değerleri yerine koyarsak, } 100 = \frac{450}{\Delta t} \text{ olur.}$$

Buradan $\Delta t = 4,5$ s bulunur.

Bulduğumuz süre, günlük hayattaki karşılığından daha küçük çıktı. Çünkü aracın motorundan aktarılan gücün tamamı kinetik enerjiye dönüşmez. Sürtünme kuvvetinden kaynaklanan kayıplar da olacaktır.

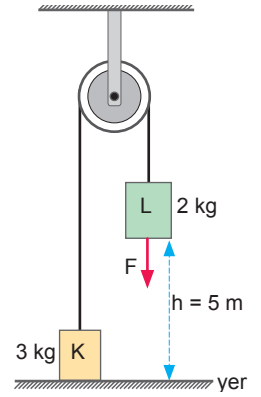
İş ve enerjiyle ilgili bir kaç soru daha çözüp bu bölümü bitirebiliriz.

Örnek 19

Sürtünmenin önemsiz olduğu şekildeki sistemde kütleleri 3 kg ve 2 kg olan K, L cisimleri dengededir.

L cismi, uygulanan düşey F kuvveti ile sabit hızlı olarak yere kadar çekiliyor.

Buna göre, F'nin yaptığı iş kaç joule olur?

**Çözüm 19**

Soru iki şekilde çözülebilir. sistemi sabit hızla çekebilecek F kuvvetini bulup, h ile çarparak işi hesaplarız.

Ya da K ve L nin enerji değişiminden buluruz.

I. Sabit hızla çekmek için gerekli olan kuvvet cisimlerin ağırlıklarının farkı kadardır.

$$F = G_K - G_L$$

$$K \text{ nin ağırlığı } G_K = m_K \cdot g \text{ den, } G_K = 3 \cdot 10 = 30 \text{ N}$$

$$L \text{ nin ağırlığı } G_L = m_L \cdot g \text{ den, } G_L = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

olduğu için,

$$F = 30 - 20 = 10 \text{ N olur.}$$

F nin uygulanacağı yol ise $x = h = 5$ m verilmiş.

$$W = F \cdot x$$

$$W = 10 \cdot 5$$

$$W = 50 \text{ J bulunur.}$$

II. yoldan yani enerji değişiminden bulmak istersek;
K cismi yükselerek potansiyel enerjisini artırırken L cismi alçalarak potansiyel enerjisini azaltır.

Hız sabit olduğu için kinetik enerji değişimine bakmıyoruz.

$$\Delta PE = mg \cdot \Delta h$$

$$K \text{ için, } \Delta PE_K = mg \cdot \Delta h = 3 \cdot 10 \cdot 5 = +150 \text{ J (arttı)}$$

$$L \text{ için, } \Delta PE_L = mg \cdot \Delta h = 2 \cdot 10 \cdot 5 = -100 \text{ J (azaldı)}$$

Potansiyel enerjideki toplam değişim,

$$\Delta PE = \Delta PE_K + \Delta PE_L$$

$$\Delta PE = +150 - 100 = +50 \text{ J}$$

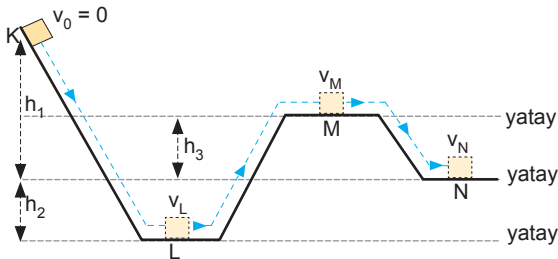
Sistemin potansiyel enerjisinde 50 J artış var.

$$W = \Delta PE = 50 \text{ J bulunur.}$$

- Makaralı sorularda hareketli makara varsa ve ağırlıklıysa I.yolu tercih etmek; unutarak yanlış yapmanızı engelleyebilir. (Makaranın enerji değişimi çok unutulur.)

Örnek 20

Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda K noktasından serbest bırakılan m kütleli cisim şekildeki KLMN yolunu izliyor.



Buna göre, cismin N noktasındaki hızı v_N ; h_1 , h_2 , h_3 , m ve g niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

Çözüm 20

Şekli biraz karışık görüpte zor diye korkmayın :) Çok kolay bir soru. Burada öğreneceğimiz çok önemli bilgiler var.

Dışarıdan bir kuvvet uygulanmadığı ve sürtünmeler önemsiz olduğu için; cismin toplam enerjisi (mekanik enerjisi) değişmeden yol boyunca potansiyel ve kinetik enerjiler arasında dönüşümler olacaktır.

$$\Delta E_{\text{pot}} = \Delta E_{\text{kin}}$$

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2$$

Eşitlikten anlaşılacağı gibi hız değeri kütleyle bağlı değildir. İki taraftaki "m" ler sadeleşecektir.

N deki hızı bulmak için bırakıldığı nokta ile N arasındaki yükseklik farkını bilmek yeterlidir.

$$mgh_1 = \frac{1}{2} mv_N^2 - \frac{1}{2} mv_K^2 \rightarrow v_K = 0$$

$$mgh_1 = \frac{1}{2} mv_N^2 \quad m' \text{ ler sadeleşirse,}$$

$$gh_1 = \frac{1}{2} v_N^2 \text{ buradan, } v_N^2 = 2gh_1$$

v_N hızı, sadece h_1 yüksekliğine ve g yerçekimi ivmesine bağlıdır.

Cisim K noktasından L noktasına inerken hızlanacak ama M'ye çıkarken tekrar yavaşlayacaktır.

M'ye çıkarken yavaşlayacak, ama N seviyesine inerken tekrar hızlanacaktır.

Sürtünme olmadığı için ara yükseklikler önemli değil.

İlk ve son noktaya bakmak yeterlidir.

Fakat sürtünme olsaydı h_2 ve h_3 önemli olurdu.

Sorudaki şartlarda (sürtünmelerin ihmal edildiği durum) K'den serbest bırakıldığı için bu noktada hız sıfırdır.

$$L \text{ deki hız için, } mg(h_1 + h_2) = \frac{1}{2} mv_L^2$$

$$M \text{ deki hız için, } mg(h_1 - h_3) = \frac{1}{2} mv_M^2$$

Şekilden bu yükseklik farklarını mutlaka kontrol edin.

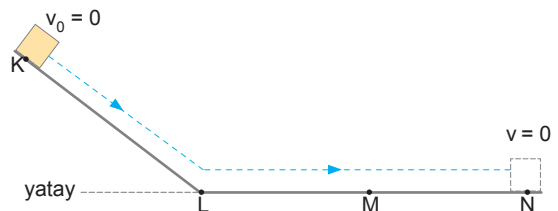
Hareket süresince geçeceği noktalardaki hızları karşılaştırsak;

$$v_L > v_N > v_M \text{ olacaktır.}$$

Çok meşhur olan bir soru tipi daha çözelim.

Örnek 21

m kütleli bir cisim şekildeki yolun K noktasından ilk hızlız bırakıldığında KLMN yolunu alarak N noktasında duruyor.

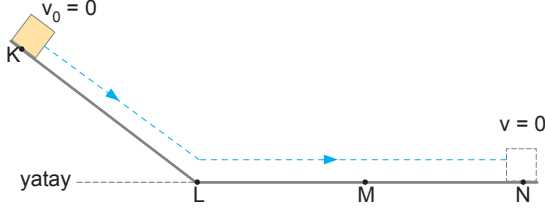


Buna göre, hangi noktalar arasında **kesinlikle** sürtünme kuvveti vardır?

Çözüm 21

Bu soru tipi farklı şekillere girerek karşınıza her yerde çıkacaktır. Genellikle de "kesinlikle" ifadesiyle sorulunca yanlış yapıma ihtimali artan bir soru tipi. Ama dikkatli olur ve mantık kullanırsanız hiçte zor değil.

Şeklimizi buraya da koyalım ki sayfayı çevirip bakmak zorunda kalmayın:)



K noktasında ilk hızı olmadan cisim serbest bırakılmış. Harekete geçip L ve M noktalarından geçecek ve N de duracak. Bu noktalar arasındaki hareketleri yorumlayalım.

K-L arasında : İlk hızı olmayan cisim harekete geçip L noktasına ulaşabildiğine göre bu aralıkta cisim hızlanmak zorunda. Potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşüyor.

Sürtünme kuvveti olmayabilir ama "kesinlikle yok" diyemeyiz. Sürtünme hareketi engellemeye yetecek kadar büyük olmayabilir.

L-M arasında : Cisim L noktasına geldiğinde yatay düzleme inmiş oluyor. N noktasına kadar ulaştığına göre, cisim sürekli hareket halinde.

Sürtünme yoksa sabit hızlı, sürtünme varsa yavaşlayarak bu aralığı geçecektir. L ve M noktalarındaki hız büyüklüklerini bilmeden kesin birşey söyleyemeyiz.

M deki hızın L noktasındakinden küçük olduğunu bilseydik kesinlikle sürtünme kuvveti var diyebilirdik.

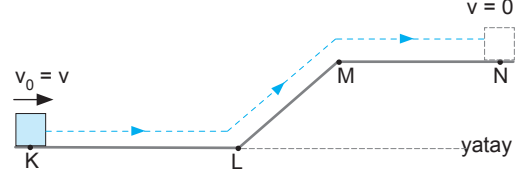
M-N arasında : Cisim M noktasından geçip N de hızı sıfır oluyor. Yatay bir yolda cismin hızının azalması için hareketine ters yönde kuvvet etki etmesi lazım. Bu kuvvette sürtünme kuvveti olabilir.

Dışarıdan başka kuvvet uygulanmadığı için cismin durması için bu aralık kesinlikle sürtünmeli olmalıdır.

- Soruda hangi aralıklarda sürtünme olabilir deseydi: Kesinlik sormadığı için K-L ve L-M aralıklarında da sürtünme olabilir diyecektik.
- Soruda cisim hangi aralıklarda yavaşlamıştır deseydi: M-N yolu sonunda durduğu için bu aralıkta kesinlikle yavaşlamıştır. L-M arası için kesin birşey yok ama, yavaşlamış olma ihtimali var. Bu aralıkta da sürtünme olabilirdi. K-L arasında ise, harekete durgun halden başladığı için kesinlikle hızlanmıştır.

Örnek 22

K noktasından v hızı ile harekete başlayan cisim, KL ve MN kısımları yatay olan şekildeki yolu izleyerek N noktasında duruyor.



Buna göre cisim,

a) Hangi aralıklarda kesinlikle yavaşlamıştır?

b) Hangi aralıklar sürtünmeli olabilir?

Çözüm 22

Sorumuzda bi kesinlik bi ihtimal var. Biz iki şık için de kesinlik ve ihtimalleri söyleyelim.

K noktasından v hızı ile harekete başlamış, N ye geldiğinde hız sıfır olmuş. Yani K den N ye kadar aralıkların hepsinde, değerini bilmesekte bir hız var.

Sondan başlayarak başa gelelim.

M-N arasında : Yatay yolda hareket eden cisim, yavaşlamak zorunda ki N ye gelince durabilsin. Dışarıdan bir kuvvet olmadığı için yatay düzlemde bu ancak sürtünme kuvvetiyle mümkün. Yani M-N aralığında kesinlikle yavaşlamış ve sürtünme var.

L-M arasında : Bu aralıkta cisim yokuş çıkıyor. KL seviyesine göre potansiyel enerji kazanacağı için, sürtünme kuvveti olmasa bile cisim kesinlikle yavaşlaması gerekir. Çünkü kinetik enerjinin bir kısmı potansiyel enerjiye dönüşüyor. Sürtünme olsaydı daha fazla yavaşlayacaktı. Yani yavaşladığı kesin, ama sürtünme kuvveti olup olmadığı kesin değil.

K-L arasında : Yatay yolda v hızı ile harekete başlayan cismin L noktasındaki hızını bilmiyoruz. Bu nedenle bu aralık için iki ihtimal var. Sürtünme varsa yavaşlamıştır, yoksa sabit hızla hareket etmiştir. Yani kesin hiç birşey yok.

L deki hızın ne olduğunu bilseydik kesin yargıya ulaşabilirdik.

Bu durumda;

a) L-M ve M-N aralıklarında kesinlikle yavaşlamıştır. L-M aralığında yokuş çıktı, M-N sonunda durdu.

b) Sürtünme kuvveti M-N aralığında kesinlikle var. K-L ve M-N aralıklarında da olabilir. Verilenlere bakarak sürtünme yok diyemeyiz.

1. Fiziksel bir büyüklükle ilgili olarak; skaler ve türetilmiş büyüklük olduğu ve biriminin joule olduğu biliniyor.

Buna göre bu fiziksel büyüklük,

- I. İş
II. Enerji
III. Güç

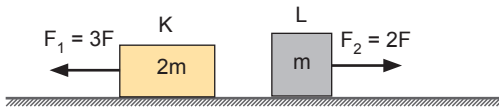
yukarıdakilerden hangileri olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2. Aşağıdaki durumların hangisinde fiziksel anlamda iş yapılmıştır?

- A) Matematik problemi çözerken.
B) Düz bir yolda, sallamadan market poşeti taşırken.
C) Spor salonunda 100 kg lık halteri havada tutarken.
D) Okulun duvarına 800 N kuvvet uygularken.
E) Market arabasını iterek ilerletirken.

3. Sürtünmesiz yatay zemindeki 2m ve m kütleli K, L cisimleri, şekildeki gibi yatay F_1 ve F_2 kuvvetleri ile kuvvetler yönünde x kadar yer değiştireyor.



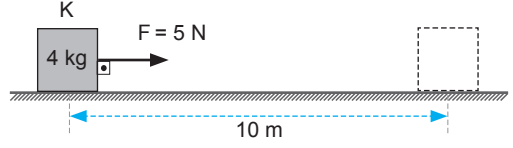
Kuvvetler şekildeki gibi olduğuna göre,

- I. F_1 kuvvetinin yaptığı iş negatiftir.
II. F_2 kuvvetinin yaptığı iş pozitifdir.
III. F_1 kuvvetinin yaptığı iş, F_2 kuvvetinin yaptığı işten daha büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

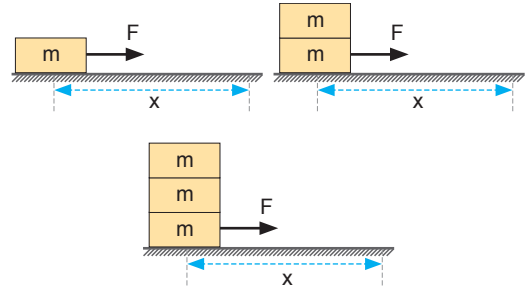
4. Kütleli 4 kg olan K cismi, sürtünmesiz yatay yolda şekildeki 5 N luk kuvvetle 10 m boyunca çekiliyor.



Buna göre, F kuvvetinin yaptığı iş kaç J dür?

- A) 50 B) 40 C) 20 D) 10 E) 8

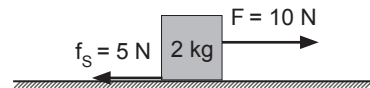
5. Sürtünmesiz yatay yolda, yola paralel F kuvveti m kütleli özdeş tuğlalardan 1, 2 ve 3 tanesini şekildeki gibi x kadar çektiğinde yaptığı işler; W_1 , W_2 ve W_3 olmaktadır.



Buna göre, W_1 , W_2 ve W_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $W_1 = W_2 = W_3$ B) $W_1 > W_2 = W_3$ C) $W_1 > W_2 > W_3$
D) $W_1 = W_2 > W_3$ E) $W_3 > W_2 > W_1$

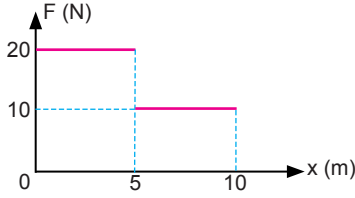
6. Yatay zemindeki 2 kg kütleli cisme şekildeki gibi yatay F kuvveti ve sürtünme kuvveti etki etmektedir.



Cisim x kadar yol aldığı anda 10 N luk F kuvvetinin yaptığı iş 80 J olduğuna göre, sürtünme kuvvetinin (f_s) yaptığı iş kaç J dür?

- A) 30 B) 40 C) 50 D) 70 E) 80

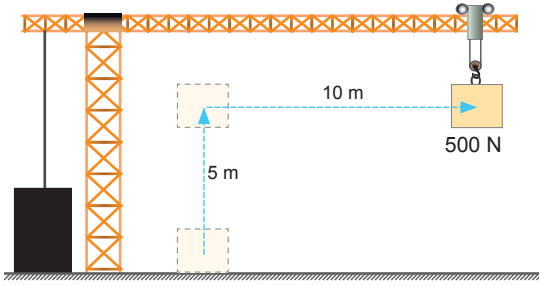
7. Bir cisme uygulanan kuvvetin yerdeğiştirmeye bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin 10 m'lik yer değiştirmesi sonunda yapılan toplam iş kaç joule'dür?

- A) 100 B) 120 C) 150 D) 160 E) 180

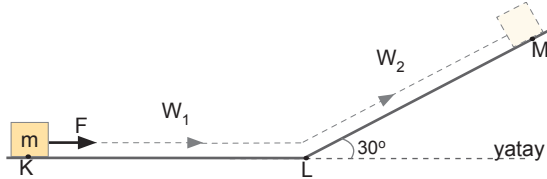
8. Şekildeki kule vinçle 500 N ağırlığındaki bir cisim, önce 5 m yükseltip, sonra yatayda 10 m sağa getiriliyor.



Vinç cismi sabit hızla hareket ettirdiğine göre yaptığı iş kaç joule'dür?

- A) 7500 B) 5000 C) 2500 D) 2000 E) 1500

9. Kütlesi m olan bir cisim sürekli yola paralel olan F kuvveti ile şekildeki KLM yolu boyunca çekiliyor.



KL = LM olduğuna göre, F kuvvetinin KL ve LM arasında yaptığı işler oranı, $\frac{W_1}{W_2}$ kaçtır?

- A) 2 B) 1 C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

10. Sürtünmesiz yatay yoldaki m kütleli cisim, v hızıyla hareket ederken kinetik enerjisi E dir.

Cismin kinetik enerjisinin 9E olabilmesi için,

- I. Kütlelerini 3 katına çıkarmak.
II. Hızını 3 katına çıkarmak.
III. Hızını 9 katına çıkarmak.

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

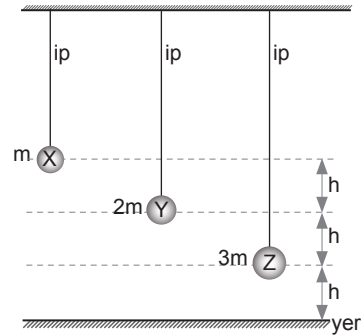
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

11. Yerden 10 m yükseklikte, yere paralel ve sabit 5 m/s hızla uçan bir model uçağın yere göre potansiyel enerjisi 200 J'dür.

Buna göre, bu model uçağın kinetik enerjisi kaç J olur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 10 B) 15 C) 20 D) 25 E) 30

12. m , $2m$ ve $3m$ kütleli X, Y ve Z cisimleri tavana iplerle şekildeki gibi asılıyor.



Buna göre X, Y, Z cisimlerinin yere göre potansiyel enerjileri E_X , E_Y , E_Z arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $E_Z > E_X > E_Y$ B) $E_Z > E_X = E_Y$
C) $E_X = E_Y > E_Z$ D) $E_X > E_Y > E_Z$
E) $E_Y > E_X = E_Z$

1. Bir market çalışanı yerde duran kolileri en üstteki rafa yerleştiriyor.

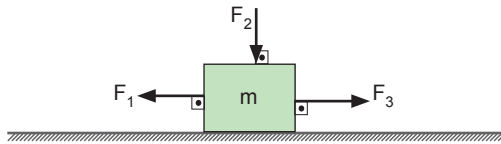
Yapılan işi hesaplamak için,

- I. Kolileri kaldırmak için uygulanan kuvvet.
- II. Kaldırma süresi.
- III. Rafın yüksekliği.

Bilgilerinden hangilerini bilmek gerekir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2.



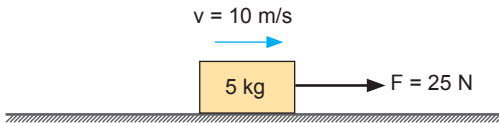
Sürtünmesiz yatay zeminde durmakta olan m kütleli cismin kinetik enerji kazanması için, şekildeki farklı büyüklükteki kuvvetlerden.

- I. Yalnız F_2 kuvvetini uygulamak.
- II. F_2 ve F_3 kuvvetini birlikte uygulamak.
- III. F_1 ve F_3 kuvvetini birlikte uygulamak.

İşlemlerinden hangileri yapılabilir?

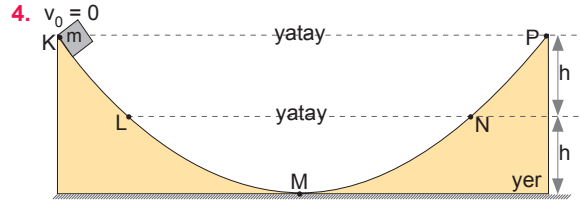
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I veya II E) II veya III

3. Yatay zemindeki 5 kg kütleli cisim, $F = 25$ N luk yatay kuvvet etkisinde şekildeki gibi 10 m/s sabit hızla hareket ediyor.



Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Sürtünme kuvveti 25 N dur.
- B) F kuvvetinin yaptığı iş pozitifdir.
- C) Sürtünme kuvveti iş yapmamıştır.
- D) Net kuvvetin yaptığı iş sıfırdır.
- E) Cismin kinetik enerjisi sabittir.



Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda, m kütleli bir cisim şekildeki K noktasından ilk hızsız bırakıldığından L, M, N noktalarından geçerek P noktasına kadar çıkabiliyor.

Buna göre,

- I. K ve P noktalarında potansiyel enerjisi eşittir.
- II. M noktasında kinetik enerjisi en fazladır.
- III. L noktasındaki mekanik enerjisi P dekinde eşittir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

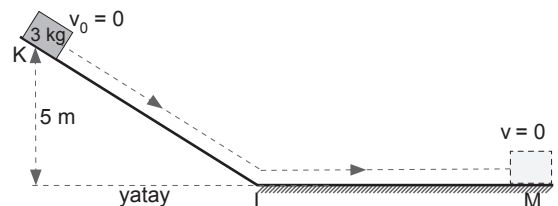
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

5. Yerdeki 50 kg kütleli koli makaralı bir sistem kullanılarak 10 m yüksekliğe çıkarılmak isteniyor.

Bunu yapmak için gerekli iş, en az kaç kJ olur? (Sürtünmeler ve makara ağırlıkları ihmal ediliyor.)

- A) 0,5 B) 5 C) 50 D) 500 E) 5000

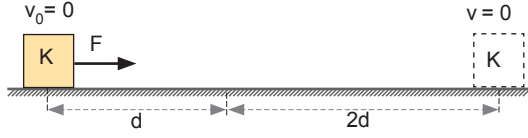
6. Şekildeki sürtünmesiz eğik düzlemin yerden 5 m yükseklikteki K noktasından ilk hızsız serbest bırakılan 3 kg kütleli cisim, sürtünmeli yatay zeminde yavaşlayarak M noktasında duruyor.



Buna göre L-M arasında, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş kaç J dır?

- A) 50 B) 100 C) 120 D) 150 E) 180

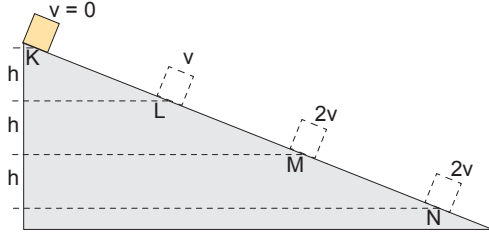
7. Tamamı sabit sürtünmeli yatay yolda duran K cisim yola paralel F kuvveti ile d yolu boyunca çekiliyor.



F kuvveti kaldırılınca cisim 2d kadar daha yol alıp durduğuna göre, cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç F dir?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

8. Şekildeki eğik düzlemin K noktasından ilk hızsız bırakılan cisim L, M, N noktalarından gösterilen hızlarla geçiyor.



Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre, hangi noktalar arası kesinlikle sürtünmelidir?

- A) Yalnız KL B) Yalnız LM C) Yalnız MN
D) KL ve MN E) LM ve MN

9. Bir apartmanın 10. katında bulunan musluktan 50 litre (500 N ağırlığında) su alan küvet 5 dakikada dolduruluyor.

Buna göre, musluktan 30 metre aşağıdaki depodan suyu pompalayan motorun gücü kaç watt'tır?

- A) 30 B) 50 C) 70 D) 100 E) 150

10. 200 N ağırlığındaki kolileri yerden 80 cm yükseklikteki araca yükleyen iki işçiden, Mehmet her bir koliyi 3 s de Kemal ise 5 s de araca yüklemektedir.

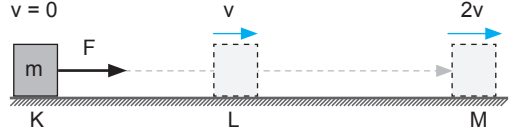
Buna göre; her bir koliyi kaldırırken,

- I. Mehmet Kemal'den daha güçlüdür.
II. Mehmet Kemal'den daha fazla iş yapar.
III. Mehmet ve Kemal'in yaptıkları işler eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

11. Sürtünmesiz yatay yolun K noktasında durmakta olan m kütleli cisim, yol boyunca yatay F kuvveti ile çekilirken hızı L noktasında v, M noktasında 2v oluyor.



Buna göre, F kuvvetinin KL ve LM arasında yaptığı işler oranı, $\frac{W_{KL}}{W_{LM}}$ kaçtır?

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{5}$

12. Bir kule vinç 200 kg lık beton bloğu 30 m yüksekliğe sabit hızla 1 dakikada çıkarıyor.

Buna göre, vincin gücü kaç kwattır?

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,5 D) 1 E) 1,5

2.

ENERJİNİN KORUNUMU

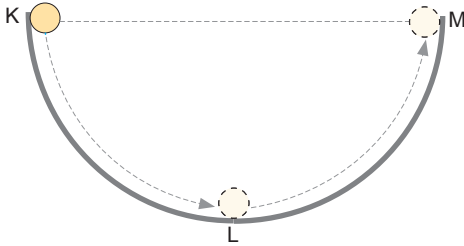
ENERJİNİN KORUNUMU

Enerji konusuna başlarken çevremizde bir çok enerji çeşiti olduğunu söylemiştik. Bunlardan Kinetik enerji, Kütle çekim potansiyel enerjisi ve Mekanik enerjiyi anlattık.

Mekanik Enerjinin Korunumu

Mekanik enerjinin Potansiyel ve Kinetik enerjinin toplamı olduğunu söylemiştik. Sürtünmelerin ihmal edildiği aşağıdaki gibi bir ortam düşünelim.

Eğrisel bir rayın K noktasından bir bilye serberst bırakılsın.



Hiç fizik dersi görmemiş birisine, bu bilye nasıl hareket eder diye sorsak; hızlanarak aşağı iner, sonra yükselir ve geri döner diyecektir herhalde.

Biz bundan biraz fazlasını söyleyelim ki Fizik dersi gördüğümüz belli olsun değil mi ☺

K noktasındaki bilyenin hızı sıfır olduğu için kinetik enerjisi yoktur. L noktasına göre yüksekte olduğu içinse potansiyel enerjisi vardır. Bırakılan bilye hızlanarak L ye doğru gelirken potansiyel enerjisi azalır, kinetik enerjisi ise artar.

L noktasında yükseklik sıfır olduğu için, potansiyel enerjisi sıfır olmuş, enerjinin tamamı kinetik enerjiye dönüşmüştür.

L den M noktasına doğru yükselirken potansiyel enerji kazanacak ve yavaşladığı için kinetik enerjisi azalacaktır.

Bilye ilk bırakıldığı seviyeye kadar yükselir. **M noktasında** ulaştığında ise bilyenin hızı sıfır olur ve bir an durur.

Hareket bu sefer ters yönde başlar ve tekrarlanır.

Gerçekten sürtünmesiz bir ortam olsa, bilye sonsuza kadar K - M noktaları arasında gidip gelecektir.

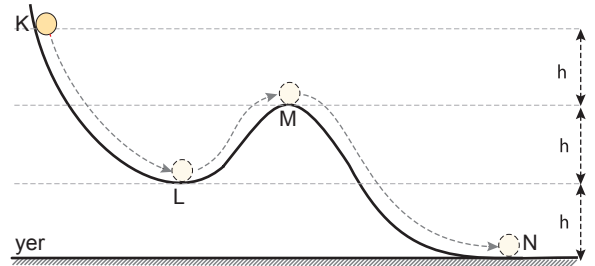
Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamlarda potansiyel enerji ve kinetik enerji toplamı, yani mekanik enerji miktarı sabittir. Birisi azalırken diğeri azalan miktar kadar artar. Buna **Mekanik Enerjinin Korunumu** diyoruz.



Barajlarda biriken durgun suyun sadece potansiyel enerjisi vardır. Kapaklar açılarak su barajdan aşağı akmaya başladığında kinetik enerji artarken, potansiyel enerjisi azalır. Sürtünmeleri ihmal edersek mekanik enerji aynı kalacak, yani korunacaktır.

Bir örnek üzerinde gösterelim.

Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda şekildeki yolun K noktasında durmakta olan m kütleli cisim harekete başlayıp gösterilen yolu izleyerek N noktasına geliyor.



Bu cismin K, L, M, N noktalarındaki Mekanik, Potansiyel ve Kinetik enerjilerini bularak karşılaştıralım.

Şekilden yükseklikleri görüyoruz. Her nokta için potansiyel enerjileri bulalım. $PE = m \cdot g \cdot h$

K de, $PE = m \cdot g \cdot 3h$

L de, $PE = m \cdot g \cdot h$

M de, $PE = m \cdot g \cdot 2h$

N de, $PE = m \cdot g \cdot 0$

Cismin K deki hızı sıfır olduğu için kinetik enerjisi de sıfırdır. Mekanik enerjisi $PE + KE$ olduğundan $ME = 3mgh + 0$

L, M, N noktalarında hızları bilmediğimiz için kinetik enerjileri hesaplayamayız. Ama sürtünmesiz sistemde mekanik enerji korunacağı için her noktada K deki ile aynı olmalı. $(3mgh)$

Bi tablo yapıp bulduğumuz değerleri yerleştirelim.

	PE	KE	ME
K noktası	3mgh	0	3mgh
L noktası	mgh	bilinmiyor	3mgh
M noktası	2mgh	bilinmiyor	3mgh
N noktası	0	bilinmiyor	3mgh

Mekanik enerji her yerde aynı olacağından K için bulduğumuz değeri hepsi için yazdık.

ME = PE + KE olacağı için bilinmeyen kinetik enerji değerlerini bulmak için mekanik enerji ile potansiyel enerji farkına bakmamız yeterli. KE = ME - PE

$$L \text{ deki } KE = 3mgh - mgh = 2mgh$$

$$M \text{ deki } KE = 3mgh - 2mgh = mgh$$

$$N \text{ deki } KE = 3mgh - 0 = 3mgh \text{ bulunur.}$$

	PE	KE	ME
K noktası	3mgh	0	3mgh
L noktası	mgh	2mgh	3mgh
M noktası	2mgh	mgh	3mgh
N noktası	0	3mgh	3mgh

Tablodan da gördüğümüz gibi sürtünmesiz ortamda mekanik enerji korunacağından, Kinetik ve Potansiyel enerjiler toplamı her konumda aynıdır.

Mekanik enerjinin korunduğu durumlarda Potansiyel ve Kinetik enerji değişimleri eşittir. $\Delta KE = \Delta PE$

Bazı yerlerde kinetik enerji hesaplarırken formül kullanmadan ΔPE den buluruz.

- Mekanik enerjinin korunumu, söylediğimiz gibi sürtünmenin olmadığı ortamlarda geçerlidir.
- Ayrıca cisim üzerine etki eden (ağırlıktan başka) net bir kuvvet varsa mekanik enerji artıp azalabilir.
- Sürtünmeli sistemlerde mekanik enerji azalır.

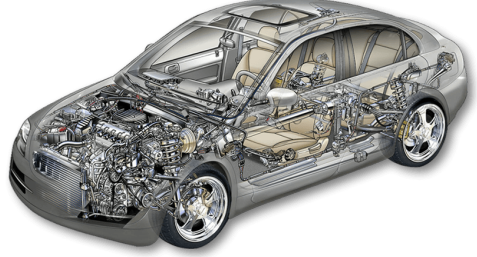
Peki sürtünmesiz bir ortam var mıdır?

Günlük hayatımızda sürtünme kuvveti ne kadar azaltılırsa azaltılsın hiç bir zaman sıfır olmaz. Bu nedenle sürekli enerji kayıpları yaşanır.

Sürtünmeden dolayı mekanik enerjinin azaldığı durumlarda bu enerji kaybolmaz. Isı enerjisine dönüşür.

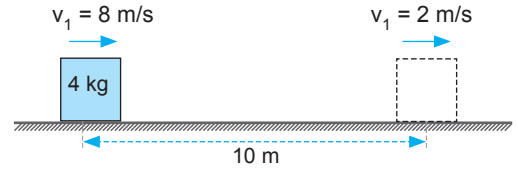
Hergün kullandığımız araçlarda, makinelerde parçaların birbiriyle teması sonucu bizim kayıp enerji dediğimiz ama aslında ısı enerjisine dönüşen bir enerji kaçağı vardır.

Örneğin bir aracın motoru yakıttan elde edilen enerjinin tamamını hareket enerjisine dönüştüremez. Bu kaybı en aza indirmek için sürtünmeyi azaltıcı yağlar ve sistemler kullanılsa da hiç bir zaman bu kayıp sıfırlanamaz.



Örnek 1

Yatay bir yolda 8 m/s hızla hareket eden şekildeki 4 kg kütleli cismin hızı 10 m sonunda 2 m/s'ye iniyor.



Buna göre, ısıya dönüşen enerji kaç J'dür?

Çözüm 1

Cismin yavaşlama sebebi cisimle yer arasındaki sürtünme kuvvetidir. Harekete ters yönde etki eden sürtünme kuvveti cisimi yavaşlatıp bir süre sonra durduracaktır.

Isıya dönüşen enerji ise cismin kinetik enerjisindeki azalma kadardır.

$$E_{\text{ısı}} = \Delta E = KE_{\text{son}} - KE_{\text{ilk}}$$

$$KE_{\text{ilk}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$KE_{\text{son}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$KE_{\text{ilk}} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (8)^2$$

$$KE_{\text{son}} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (2)^2$$

$$KE_{\text{ilk}} = 128 \text{ J}$$

$$KE_{\text{son}} = 8 \text{ J}$$

$$E_{\text{ısı}} = \Delta E = 8 - 128$$

$$E_{\text{ısı}} = -120 \text{ J}$$

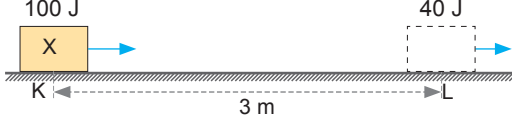
Isıya dönüşen enerjinin sürtünme kuvvetinin yaptığı iş olduğunu söylemiştik. Sonucun negatif çıkmasının sebebi de enerjinin azalmasıdır.

Bu gibi bir soruda sürtünme kuvvetinin değerini ve yolu biliyorsak, ilk ve son enerji durumlarını hesaplamadan sürtünme kuvvetinin yaptığı işi bularak ısıya dönüşen enerjiyi bulmuş oluruz.

$$E_{\text{ısı}} = f_s \cdot x \text{ Buradan da aynı enerji hesaplanabilir.}$$

Örnek 2

Şekildeki K noktasından 100 J kinetik enerjiyle geçen X cisminin 3 m uzaklıktaki L noktasında kinetik enerjisi 40 J oluyor.



Buna göre, 3 m boyunca cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N dur?

Çözüm 2

Cisim 3 m boyunca kinetik enerjisindeki azalma,

$$100 - 40 = 60 \text{ J}$$

Bu miktar sürtünme kuvveti nedeniyle ısıya dönüşen enerjidir. Yani sürtünme kuvvetinin yaptığı iş.

$$W = f_s \cdot x \quad \text{Yapılan iş 60 J, yol ise 3 m olduğuna göre,}$$

$$60 = f_s \cdot 3 \quad \text{buradan } f_s = 20 \text{ N bulunur.}$$

Konunun başında incelediğimiz rayda hareket eden bilyenin sonsuza kadar hareket etmeyeceğini hepimiz günlük hayat tecrübelerimizden biliriz.

K den bırakılan bilye aynı seviyedeki M noktasına bile çıkmaz. K - M noktaları arasında her seferinde daha az yükselerek gider - gelir ve bir süre sonra L noktasında durur. (bahsettiğim şekle tekrar bakabilirsiniz ☺)

Peki bu durumu enerjinin korunumuyla nasıl açıklaycaz? Hani enerji korunuyordu !

Bilyenin mekanik enerjisi sürtünmeden dolayı hareket boyunca ısı enerjisine dönüşür. Bu nedenle her seferinde daha az yükselmektedir.

Bu durumda mekanik enerji korunmaz ama toplam enerji yine korunmuştur.

Mekanik enerjideki azalma enerjinin kaybolduğu anlamına gelmiyor. Mekanik enerjideki azalma kadar ısı enerjisine dönüşüm olmuştur.

Bu ısı enerjisinin bir kısmı cisimde bir kısmı da sürtünmeli yüzeydedir.

Aslında burada sürtünme kuvveti nedeniyle cisimden zemine enerji aktarımı yapılmış oluyor.

Bu dönüşüm ve aktarımı birazdan anlatacaz.

Mekanik enerjideki temel kaybın sebebi, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş sonucu ısıya dönüşen enerjidir.

Ancak bazı durumlarda sürtünmeden başka sebepler de mekanik enerjinin başka enerji biçimlerine dönüşmesine yol açabilir.

Örneğin bir çekici hızlıca metal kütleye vurduğumuzda, mekanik enerjinin bir kısmı ısıya dönüşürken bir kısmı da ses enerjisi olarak ortama yayılır. Bu durumda kıvılcım çıkarsa, az da olsa enerjinin bir kısmı ışık enerjisine de dönüşür.

**DİKKAT**

Mekanik enerji korunumunu, genel olarak enerjinin korunumuyla karıştırmamak lazım. Mekanik enerjinin azalması enerjinin kaybolduğu anlamına gelmez.

Mekanik enerji gerçek hayatta mümkün olmayan, sürtünmesiz ideal sistemlerde korunur. Toplam enerji ise her durumda korunacaktır.

Enerjinin Korunumu

Enerjinin korunumu genel bir kanundur. Her çeşit enerji için geçerlidir. Elektrik enerjisi, nükleer enerji, güneş enerjisi vb. her enerji için geçerli bir kanun olan enerjinin korunumuna göre:

Enerji yoktan var edilemez ve varken yok olmaz. Ancak bir türden başka bir türe dönüşebilir.

Bir sistemin sahip olduğu enerji başka enerji biçimlerine dönüşse de, bu dönüştüğü enerjiler toplamı ilk enerjiye eşit olmak zorundadır.

Örneğin bir ampulün harcadığı elektrik enerjisinin bir kısmı ısı, bir kısmı da ışık enerjisine dönüşür. Isı ve ışık enerjileri toplamı harcanan elektrik enerjisine eşit olmalıdır.

Dünya üzerindeki tüm etkileşimlerde, hatta evrenin tamamında bu enerji dönüşümleri vardır.

Yani evrenin bütünü için var olan enerji sabit olup, farklı türlere dönüşse de artma veya azalma söz konusu değildir.

Enerjinin Aktarımı ve Enerji Dönüşümleri

Önce enerji çeşitlerinden bahsedelim.

Kinetik ve potansiyel enerjiyi anlatmıştık. Ancak bizim bahsettiğimiz kütle çekim potansiyel enerjisiydi.

Esneklik potansiyel enerjisi

Yay ve lastik gibi esnek cisimlerde depolanan enerjiye esneklik potansiyel enerjisi denir.

Sıkıştırılmış veya gerilmiş bir yay serbest bırakıldığında bu potansiyel enerji iş yapabilir. Günlük hayatta sıkça kullanılır. Gerilmiş bir lastikte aynı şekilde enerji depolar.

Isı enerjisi

Bundan sonraki ünite de ayrıntılı olarak anlatacağımız ısı enerjisi, evrende en çok görülen ve enerji dönüşümlerinde genelde enerjinin en son bulunduğu biçimdir.

Elektrik enerjisi

Elektrik akımı olarak isimlendirilen, elektrik yüklerinin hareketleri nedeniyle sahip oldukları enerjidir. En çok kullandığımız enerji çeşitlerinden birisidir. Elektrikle çalışan aletler günlük hayatımızın vazgeçilemez parçası olmuştur.

Ses enerjisi

Ses dalgalar halinde yayılır. Ve ses dalgaları oluşturmak için enerji harcanması gerekir. Oluşturulurken harcanan enerji ses dalgaları ile taşınır.

Güneş enerjisi

Dünyamızın enerji kaynağı Güneş'tir. Güneş'in yapısında bulunan hidrojenin helyuma dönüştüğü, füzyon dediğimiz atom çekirdeğindeki reaksiyonlarla açığa çıkar.

Kimyasal enerji

Kimyasal tepkimeler sonucu açığa çıkan enerjidir. Yine günlük hayatımızın her aşamasında karşımıza çıkar. Yediğimiz besinlerden vücudun enerji üretmesi kimyasal tepkimelerle olur. Fosil yakıt dediğimiz; petrol ürünleri ve doğalgaz, kömür gibi yakıtlarda bulunan enerjidir.

Bunların haricinde de bir çok enerji çeşiti bulunmaktadır.

Nükleer enerji, biyokütle ve kütle enerjisi vb.

Elektromanyetik dalgalar da enerjiye sahiptir ve ışık hızıyla enerji taşırlar.

Gördüğümüz ışık elektromanyetik dalgaların çok küçük bir kısmıdır. Mikrodalga fırınlarda, telefon ve radyo sinyallerinin taşınmasında, x-ray cihazlarında ve bir çok yerde elektromanyetik dalgalar vardır.

Güneş enerjisinin Dünya'ya ulaşması da elektromanyetik dalgalar sayesinde gerçekleşir.

Enerji aktarımının iş yaparak olabileceğini önceki konuda aktarım yönü başlığında anlatmıştık.

Enerjiyi aktarmanın iş yapmaktan başka yolları da vardır. Bunlardan bazıları ısı ve dalgalarıdır.

Ses ve deprem dalgası gibi maddesel ortamda yayılan dalgalar enerji taşır.

Elektromanyetik dalgalarla da enerji aktarılır. Güneş enerjisinin Dünya'ya bu yolla geldiğini söylemiştik. Elektromanyetik dalgalar enerjiyi aktarırken maddesel bir ortama ihtiyaç duymaz. Güneş enerjisi uzay boşluğunu geçerek bize ulaşır.

Elektrik enerjisi, elektrik santrallerinden kullanılacağı yere elektrik hatlarıyla aktarılır. Evlerde ve işyerlerinde ise kullandığımız kablolarla ihtiyaç duyulan yere ulaştırılır.

Yakın zamanda gelişen teknoloji ile artık elektrikli aletleri kabloya ihtiyaç duymadan şarj edebiliyoruz. Manyetik alan kullanan bu teknoloji, kablosuz elektrik enerjisi aktarımı sağlar.



Enerjiyi pillerde ve akülerde olduğu gibi önce depolayıp sonra bir yerden başka bir yere taşıyabiliriz.

Enerji dönüşümü sürtünmeli ortamlarda istediğimiz dışında gerçekleşerek, kullandığımız enerjinin tamamı hedeflediğimiz işe tam olarak aktıramaz.

Ama bazen de enerjiyi farklı şekillerde kullanmak için biz dönüştürürüz. Elektrik enerjisini aydınlanmak istediğimizde ışık enerjisine, veya ısınmak için ısı enerjisine dönüştürürüz.

Hayatımızda kullandığımız makinelerin bir çoğu enerjiyi ihtiyacımıza göre dönüştürmek için tasarlanmıştır.

Benzinli bir motorla yakıt-taki kimyasal enerji hareket enerjisine dönüştürülürken bazen de jeneratörle tam tersi yapılarak yakıttan elektrik enerjisine dönüşüm sağlanır.



Güneş enerjisi panelleriyle güneş enerjisi elektrik enerjisine, rüzgar tribünleriyle de hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüşür.



Şimdi bir kaç soru - çözüm yaparak konuyu pekiştirelim. Biraz tekrar olacak ama bu şekilde aklınızda kalacaktır.

Örnek 3**Aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?**

- I. Potansiyel ve kinetik enerjinin toplamı mekanik enerjiyi verir.
- II. Bir cismin mekanik enerjisi her zaman potansiyel enerjisinden fazladır.
- III. Potansiyel enerjideki azalma kinetik enerjideki artıştan fazla olabilir.
- IV. Bir cismin hem potansiyel hem kinetik enerjisi beraber artamaz.

Çözüm 3

- I. DOĞRUDUR. Mekanik enerji; cismin potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır.
- II. YANLIŞTIR. Mekanik enerji potansiyel ve kinetik enerjinin toplamıdır. Ancak durgun bir cisim için kinetik enerji sıfır olacağından mekanik enerji potansiyele eşit olabilir. Her zaman fazla değildir. (altını çizmiş, dikkatli ol diyo ☺)
- III. DOĞRUDUR. Sürtünme kuvveti varsa; sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji, kinetik enerji ve potansiyel enerji değişiminin farklı olmasına sebep olur. Sistem sürtünmesiz olsaydı birindeki azalma diğerindeki artışa eşit olurdu. Yani mekanik enerji korunurdu.
- IV. YANLIŞTIR. Cisme veya sisteme dışarıdan bir kuvvet etki ederse mekanik enerji (potansiyel ve kinetik toplamı) değişebilir demiştik. Mesela bir cisim yukarı doğru, ağırlığından büyük bir net kuvvetle çekilirse, kinetik ve potansiyel enerji beraber artar.

Örnek 4**Aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur.**

- I. Sürtünmeli yatay düzlemde hareket eden cismin mekanik enerjisi korunmaz.
- II. Eğik düzlemde sabit hızla inen cismin mekanik enerjisi azalır.
- III. Sürtünme kuvvetinden dolayı ısıya dönüşen enerjinin tamamı cisme aktarılır.
- IV. Bir cismin mekanik enerjisi sabittir, değişmez.

Çözüm 4

- I. DOĞRUDUR. Sürtünmeli yatay zeminde sürtünme kuvvetinin yaptığı iş kadar mekanik enerji azalır. Bu enerji ısı enerjisine dönüşür.

- II. DOĞRUDUR. Sabit hızla giden cismin kinetik enerjisi değişmez. Ama cisim eğik düzlemde aşağı indiği için potansiyel ve mekanik enerjisi azalacaktır.
- III. YANLIŞTIR. Sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerjinin tamamı cisme aktarılmaz. Isı sürtünen iki yüzeyde aktarılır. Yani hem cisme hem zemine ısı enerjisi aktarılır.
- IV. YANLIŞTIR. Mekanik enerji sürtünme kuvveti yoksa ve cisme dışarıdan etki eden net kuvvet yoksa sabittir. Ama sürtünme varken ve cisim üzerine net kuvvet etki ederken mekanik enerji değişir.

Örnek 5**Aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?**

- I. Evrende var olan enerji miktarı sabittir.
- II. Enerji bir çeşitten başka çeşite dönüşürken bir miktarı kaybolur.
- III. Enerji dönüşümü her zaman isteğimiz dışında olur.
- IV. Enerji aktarımı için maddesel ortam şarttır.

Çözüm 5

- I. DOĞRUDUR. En büyük sistem olan evrendeki enerji miktarı sabittir. Bu enerji farklı biçimlerde bulunur ve dönüşebilir. Ama toplam enerji değişmez.
- II. YANLIŞTIR. Enerji dönüşümünde kayıp olmaz. Fakat bu dönüşüm sırasında bizim hedeflediğimizden farklı enerjilere dönüşüm olabilir. Toplam enerji başlangıçta ve sonda aynı olacaktır. Örneğin elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüştürülmek istendiğinde, tamamı ışık enerjisine dönüşmeyip ısı enerjisine dönüşebilir. hedeflenenden başka bir dönüşüm olduğu için kayıp dense de aslında toplam enerjide kayıp yoktur.
- III. YANLIŞTIR. Genelde sürtünmeden kaynaklanan ısı enerjisine dönüşüm istek dışında olur. Ancak işlerimizi yapmak için isteyerek enerji dönüşümü yapılır. Elektrik enerjisini ısıtmak için ısı enerjisine, aydınlatmak için ışık enerjisine hatta bir bisiklette hareket enerjisine isteyerek dönüştürürüz.
- IV. YANLIŞTIR. Elektromanyetik dalgalarla boşlukta da enerji aktarımı olabilir. Güneş enerjisinin Dünya'ya gelmesi gibi.

Günlük hayatta kullanılan bazı enerji dönüşümlerini kısaca anlatalım. Bu bilgiler sorularda sıkça kullanılır.

Potansiyel enerji - Kinetik enerji dönüşümü

- Yüksekliği değişen cisimlerde potansiyel - kinetik enerji dönüşümü olur. Yükseklik artarken kinetik enerji, potansiyel enerjiye; azalırken de potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür.
- Barajda birikip akan su, rayda veya yarım dairede hareket eden cisimler vb. durumlarda bu dönüşüm vardır.
- Sürtünmeli ortamlarda potansiyel ve kinetik enerji hareket durumuna göre ısı enerjisine dönüşür.
- Hareketli cisimlerin etkileşmesi sonucu ses çıkıyorsa kinetik enerji ses enerjisine, kıvılcım çıkıyorsa ışık enerjisine dönüşür.

Güneş enerjisi

- Güneş enerjisi elektromanyetik dalgalarla yani ışıkla taşınır. Temas ettiği cisimlerde ısı enerjisine dönüşür.
- Güneş enerjisi geliştirilen güneş panelleriyle elektrik enerjisine de dönüştürülür.

Elektrik enerjisi

- Elektrik enerjisi elektrik motoru kullanılarak hareket enerjisine dönüştürülür. Bir çok elektrikli alet içinde elektrik motoru vardır.
- Elektrikli sobalarda elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüştürülür.
- Lamba ve ampullerde elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüştürülür.
- Hoparlörlerde elektrik enerjisi ses enerjisine dönüşür.

Kimyasal enerji

- Fosil yakıtlar yakılarak depolandıkları kimyasal enerji ısı ve hareket enerjisine dönüşür.
- Besinlerdeki enerji vücuttaki kimyasal reaksiyonlarla ortaya çıkar. Isı ve hareket enerjisine dönüşür.
- Patlayıcıların yapısındaki enerji kimyasal tepkime sonucunda ses, ısı ve hareket enerjisine dönüşür.

Rüzgar enerjisi

- Rüzgar tribünleriyle önce hareket, sonra elektrik enerjisine dönüşür.
- Yelkenli teknelerde hareket enerjisine dönüşür.

Nükleer enerji

- Güneş enerjisi nükleer bir reaksiyon olan füzyonla oluşur.
- Nükleer santrallerde önce ısı sonra elektrik enerjisine dönüşür.
- Atom bombasıyla ısı ve hareket enerjisine dönüşür. Ayrıca ses ve elektromanyetik dalga oluşturur ki bunlarda enerji taşır.

Örnek 6

Elektirik enerjisi üretilen santrallerle ilgili enerji dönüşümlerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Termik santrallerde kimyasal enerji önce ısı enerjisine, sonra kinetik enerjiye ve elektrik enerjisine dönüşür.
- Hidroelektrik santrallerde potansiyel enerji önce kinetik enerjiye, sonra elektrik enerjisine dönüşür.
- Rüzgar santrallerinde rüzgar enerjisi önce kinetik enerjiye, sonra elektrik enerjisine dönüşür.

Buna göre, yukarıdaki açıklamalardan hangileri doğrudur?

Çözüm 6

I. DOĞRUDUR. Termik santrallerde kömür yakılarak kimyasal enerji önce ısı ardından da hareket enerjisine dönüştürülür. Elde edilen ısı ile basınçlı su buharı oluşturularak bununla tribünler döndürülür ve elektrik enerjisi elde edilir.

II. DOĞRUDUR. Hidroelektrik santraller barajlara kurulur. Barajda depolanan suyun potansiyel enerjisi, su yüksek bir yerden akarken kinetik enerjiye dönüşür ve elektrik üreten tribünlerin hareketini sağlar.

III. DOĞRUDUR. Rüzgar enerjisi pervanelere çarparak dönmesini sağlar. Buradan aktarılan kinetik enerji de elektrik üretecek olan tribünü döndürür.



Elektrik üretmek için kullanılan yukarıdakilerden başka santrallerde vardır.

Nükleer santrallerde nükleer enerji önce ısı sonrada kinetik enerjiye dönüşür. Kinetik enerji de elektrik enerjisine.

Jeotermal santraller doğal sıcak su kaynaklarındaki ısı enerjisini önce kinetik enerjiye sonra elektrik enerjisine dönüştürür.

Bazı santrallerde yakıt olarak kömür yerine doğalgaz da kullanılır.

Elektrik üretmenin en temiz yolu yukarıda bahsedilen rüzgar santralleri ve sonraki konuda bahsedeceğimiz Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren Güneş panelleriyle kurulan tarlalardır. Gerçekten de tarla deniyo gülmeyin ☺.

Canlılarda Enerji

Canlıların hayatını devam ettirmesi için enerjiye ihtiyaçları vardır. Canlılar günlük aktiviteler ve büyüyüp gelişmek için ihtiyaçları olan enerjiyi besinlerden karşılar.

Hiç hareket etmesek, uyusak bile vücudumuzun harcadığı bir enerji vardır. Metabolizmanın yaşamı devam ettirmesi için gerekli bir alt limit bulunur. Buna **bazal metabolizma** denir.

Bunun haricinde günlük aktiviteler için de bir enerji gereklidir. Tüm bu enerji besinlerden kazanılır.

Bir insanın günlük enerji ihtiyacı kişiye ve yaşa göre değişlik gösterir.

Günlük harcanan enerji ile besinlerden aldığımız enerjinin eşit olmasına enerji dengesi diyoruz.

Fazladan alınan enerji egzersizler yardımıyla harcanması sağlıklı bir yaşam için en temel koşullardan biridir.

Tabi asıl olan ihtiyacın üzerinde enerji alacak kadar besin tüketmemektir.

İnsan vücudunun tek ihtiyacı enerji değildir. Sadece enerji veren besinler almak vücudun ihtiyacı olan vitaminler, mineralleri sağlayamadığında sağlık problemleri yaşarız. Bu nedenle dengeli beslenmemiz gerekir.

Dengeli beslenmekten kasıt vücudun ihtiyacı olan protein, karbonhidrat ve yağlardan gerektiği kadar tüketmektir. Gereğinden fazla veya eksik beslenmek çeşitli hastalıklara sebep olur.



Teknolojinin gelişmesiyle birlikte insanların yaşam tarzı da değişmiştir. Artık her işi yapan makineler ve aletlerin olması ve ulaşım için kullanılan araçlar insanların hareketliliğini son derece azaltmıştır.

Bir iki kat için bile asansör kullanılması, hemen her yere araçla gidilmesi yürümeyi bile ekstra duruma getirmiş bulunuyor.



Akıllı telefonlardaki adım sayacı uygulamaları ve bilekliklerle insanlar artık attıkları adımları sayar hale geldi.

Hareketsiz ve aktivitesiz bir yaşamın sağlıklı olması da düşünülemez.

Bunların yanında zamanımızda ortaya çıkmış bir sorun da organik olmayan ve işlenmiş besinlerdir. Alışveriş yaptığımızda aldığımız bir çok besin doğal olmadıkları için bira-kın faydayı sağlığınıza zarar vermekte ve kanserojen etki yapmaktadır.

Monosodyum Glutamat (MSG) diğer adıyla çin tuzu olarak bilinen bu madde cipten yoğurda kadar çok sayıda hazır gıdada bulunuyor.

MS hastalığına sebep olduğu ileri sürülen bu katkı maddesi beyni ürünün lezzetli olduğuna inandırıyor. Sinir sistemini tahrip ederek miyelin kılıfı eritiyor. Özellikle bulyonlarda kullanılan bu katkı, bisküvi çikolata gibi ürünlerin neredeyse % 75 inde tespit edilmiş. Aman dikkat edin.

Verim

Enerjiden ne kadar faydalanabildiğimizin ölçüsüne verim denir. İş yapmak için harcanan enerjinin ne kadar fazlası istediğimiz işe dönüşüyorsa, yani enerjinin istediğimiz dışındaki dönüşümü (genelde ısı olarak açığa çıkar) ne kadar azsa verim o kadar yüksektir.

Verimin matematiksel olarak ifadesi de yapılan işin (bizim hedeflediğimiz iş) harcanan enerjiye oranıdır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}}$$

İş ve enerjinin birimleri aynı olduğu için verim birimi olmayan bir kavramdır.

Bir sisteme verilen enerjiyle sistemin yaptığı iş veya istediğimiz türden bize verdiği enerji hiçbir zaman eşit olmaz.

Örneğin elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürmek için kullandığımız ampullerde enerjinin büyük bir kısmı, istenmediği halde ısı enerjisine dönüşür ve ışık enerjisi verilen elektrik enerjisinden az olur. Bu ampullerin yaklaşık % 10 oranında verimi vardır. Yani % 90 enerji ısıya dönüşür.



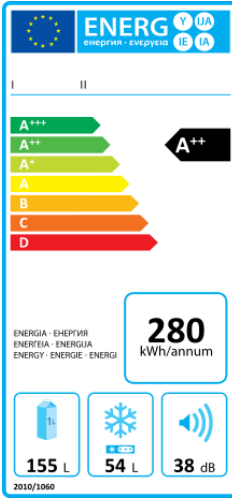
Tasarruflu dediğimiz lambalarda ısıya dönüşen enerji biraz daha azdır. Verim daha yüksektir.

Floresan lambalarda %50 ye çıkan verim, son yıllarda yaygınlaşan LED lambalarla %90 ları geçmiştir. Led lambalar elektrik enerjisini çok daha yüksek oranda ışık enerjisine çevirse de onlarda bile kayıp sıfır değildir.

Burada kayıp dediğimiz enerji, isteğimiz dışında ısı enerjisine dönüşmüştür. Yoksa enerjinin korunumunda söylediğimiz gibi enerji kaybı yoktur ve enerji her zaman korunur.

Araçlarımızda kullandığımız yakıttan elde edilen enerjinin bir kısmı, makinelerde harcanan enerjilerin bir kısmı her zaman bu şekilde sistem dışına istenmeden çıkacaktır. Bunun başlıca sebebi de sürtünme kuvvetidir.

Araç motorlarında yakıttan elde edilen enerji kinetik enerjiye dönüştürülür. Bunlardaki verim de % 20 - 25 civarındadır. Elektrik motorlarında ise verim % 80 lere çıkmaktadır.



Evlerimizde kullandığımız elektrikli aletler üzerinde verimliliğini gösteren etiketler vardır. Bu etiketler bize aletin ne kadar enerji tükettiğini ve verimliliğini gösterir.

Verimlilik A sınıfından B, C, D ye doğru gittikçe azalmaktadır.

Teknolojideki ilerlemeyle A+, A++ şeklinde verimliliğin daha yüksek olduğu ürünler geliştirilmektedir.

Kayıp dediğimiz hedeflenen dışındaki enerji türlerine dönüşen enerjiden dolayı hiç bir zaman % 100 verimle çalışan bir sistem yapılamaz.

Tarih boyunca insanlar % 100 verimle çalışan sistemler üzerine çalışmalar yapmışlar, bunlara da **devridaim makineleri** ismi verilmiştir.

Bir kere çalıştırılınca dışarıdan bir daha enerji almadan sonsuza kadar çalışması için tasarlanan bu sistemlerin hiç birisi istenilen sonucu vermemiştir.

Örnek 7

Bir aracın çalışması için yakıttan elde edilerek harcanan 2000 J enerjiye karşılık, aracın kazandığı mekanik enerji 500 J oluyor.

Buna göre, bu aracın verimi % kaçtır?

Çözüm 7

Verimin matematiksel ifadesi, $\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}}$

Burada amaç aracın hareket etmesi olduğu için, yapılan iş aracın kazandığı mekanik enerjidir. Yani 500 J

Yakıttan açığa çıkan 2000 J ise, harcanan enerjidir.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} = \frac{500}{2000} = \frac{25}{100} \text{ olacağından,}$$

Verim % 25 olur. 500 J mekanik enerji elde edilmiş, kalan 1500 J ısıya ve başka enerji türlerine dönüşmüştür.

Örnek 8

Bir iş makinesi 80 kJ enerji harcayarak iş yaptığında amaç dışında 20 kJ kayıp enerji olmaktadır.

Buna göre, iş makinesinin verimi yüzde kaçtır?

Çözüm 8

Amaç dışında enerji açığa çıktığına göre verim % 100 değil. Bunu baştan söyleyelim.

80 kJ enerji harcanmış ve bunun 20 kJ kayıp enerji olmuş. Demek ki hedeflenen iş aradaki fark, yani 60 kJ olacak.

Verimi bulurken, yapılan iş harcanan enerjiye oranlanır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} = \frac{60}{80} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ yapar.}$$

Bu da % 75 verime karşılık gelir.

Örnek 9

% 50 verimle çalışan bir vinç kullanılarak 100 kg kütleli demir, inşaatın 30 m yükseklikteki 10. katına çıkarılmak isteniyor.

Bunun için harcanması gereken enerji kaç J dır?

Çözüm 9

100 kg demirin 30 m yükseğe çıkarılması için yapılacak işi $W = F \cdot x$ bağıntısı ile bulalım.

100 kg demirin ağırlığı $G = m \cdot g$ den $G = 100 \cdot 10 = 1000$ N olacaktır. Hatırlayalım! Bir cismi yükseltmek için gerekli olan en küçük kuvvet ağırlığı kadardır.

Kuvvetimiz 1000 N yolumuz 30 m ise,

$$W = 1000 \cdot 30 \quad W = 30000 \text{ joule iş yapılacaktır.}$$

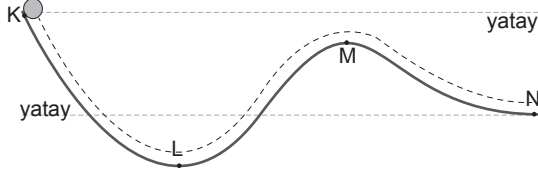
Verim % 50 ise bunun iki katı enerji harcamak gerekecektir. Gerekli enerji 60000 J veya 60 kJ

Formülden de gidebilirsiniz.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} = \frac{50}{100} = \frac{30000 \text{ J}}{\text{Harcanan enerji}}$$

Harcanan enerji = 60000 J bulunur.

1. Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda şekildeki yolun K noktasından ilk hızsız bırakılan cisim sırayla L, M, N noktalarından geçiyor.



Buna göre cisimle ilgili,

- I. K noktasında potansiyel enerjisi en büyüktür.
- II. L noktasında kinetik enerjisi en büyüktür.
- III. N noktasındaki kinetik enerjisi, M noktasındakinden büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2. Mekanik enerjinin korunumuyla ilgili,

- I. Sürtünmesiz sistemlerde korunur.
- II. Dış kuvvet etkisindeki cismin mekanik enerjisi korunmaz.
- III. Bir sistemde mekanik enerji korunuyorsa, kinetik enerji sabittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

3. Bir paraşütçü gökdelenin tepesinden atlayıp, bir süre sonra paraşütünü açıyor.

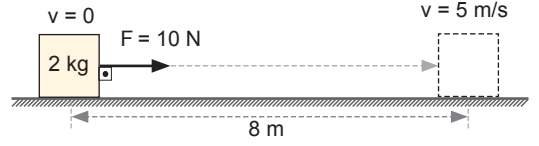
Paraşütçü yere ulaşana kadar,

- I. Potansiyel enerjisi.
- II. Kinetik enerjisi.
- III. Mekanik enerjisi.

Niceliklerinden hangileri sürekli azalmıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. Kütlesi 2 kg olan durgun haldeki bir cisim, yatay yolda şekildeki 10 N luk yola paralel kuvvetle 8 m boyunca çekiliyor.



Cismin hızı 8 m sonunda 5 m/s olduğuna göre, ısıya dönüşen enerji kaç J'dür?

- A) 60 B) 55 C) 50 D) 45 E) 40

5. Salıncakta çocuğunu sallamakta olan bir baba salıncığa kuvvet uygulamayı bırakıyor.

Buna göre,

- I. Salıncak en büyük hıza düşey konumda ulaşır.
- II. Salıncığın salınımı bir süre sonra durur.
- III. Çocuğun mekanik enerjisi sürekli azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

6. Aşağıdaki verilen enerji dönüşümlerinden hangisi yanlıştır?

- A) Jeneratör: Elektrik enerjisi → Kinetik Enerji
- B) Elektrik motoru: Elektrik enerjisi → Kinetik enerji.
- C) Güneş paneli: Güneş enerjisi → Elektrik enerjisi.
- D) Benzinli motor: Kimyasal enerjisi → Kinetik enerji.
- E) Pil: Kimyasal enerji → Elektrik enerjisi.

7. Bir CD çalardan müzik dinlemek için fişi prize taktığı-mızda kullanılan elektrik termik santralde üretilmek-tedir.

Bu süreçteki enerji dönüşümleri ile ilgili,

- I. Termik santralde kimyasal enerji elektrik enerjisi-ne dönüşür.
- II. CD çalar içindeki dirençlerde elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür.
- III. CD çaların hoparlöründe elektrik enerjisi ses enerjisine dönüşür.

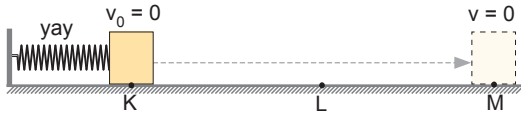
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

8. Bir otomobilde kullanılan yakıtın kimyasal ener-jisi, aşağıdaki hangi enerji çeşitine dönüşmez?

- A) Kinetik B) Biyokütle C) Isı
D) Işık E) Elektrik

9. Sıkıştırılmış esnek yay önüne şekildeki gibi konulan cisim, yay serbest bırakıldığında L noktasından ge-çerek M noktasında duruyor.



Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Yaydaki esneklik potansiyel enerjisi, cisme meka-nik enerji olarak aktarılmıştır.
- B) Cismin mekanik enerjisinin tamamı ısı enerjisine dönüşmüştür.
- C) Yaydaki potansiyel enerji, cismin L noktasındaki ki-netik enerjisinden fazladır.
- D) M noktasına geldiğinde cismin sıcaklığı artmıştır.
- E) Mekanik enerji korunmuştur.

10. Gücü 100 watt olan ampül bir süre açık kaldığında çevresine 20 kJ ısı enerjisi yaymaktadır.

Ampülün verimi %20 olduğuna göre, harcadığı elektrik enerjisi kaç kJ dır?

- A) 25 B) 50 C) 80 D) 100 E) 120

11. Bir makinenin 3000 J iş yapabilmesi için 4000 J ener-ji harcaması gerekmektedir.

Buna göre,

- I. Makinenin verimi %75 tir.
- II. 1000 J enerji, başka enerjilere dönüşmüştür.
- III. Sistemde enerji korunumu yoktur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

12. K, L ve M motorları sırasıyla; 1000 J, 1500 J ve 2000 J iş yapıyorlar.

Bu sürede motorların hepsinde 500 J enerji ama-ç dışı harcadığına göre,

- I. Motorların verimi eşittir.
- II. L motoru toplamda 2000 J enerji harcamıştır.
- III. Verimi en yüksek olan M motorudur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

1. E	2. D	3. C	4. B	5. E	6. A	7. E	8. B	9. E	10. A	11. D	12. E
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

3.

ENERJİ KAYNAKLARI

Teknolojinin gelişmesiyle enerjiye duyulan ihtiyaç sürekli artmakta bu da enerji kaynaklarını daha fazla değerli kılmaktadır.

Dünyada enerji kaynaklarını elinde tutan ülkeler gücü de ellerinde tutmuş olurlar.

Enerji tüketimi ülkelerin gelişmişlik seviyesini gösteren bir unsur olarak kabul edilir.

Varolan enerji kaynakları hem zamanla tükendiği, hem de çevreye ciddi zararlar verdiği için insanlar alternatif kaynaklar aramaya yönelmiştir.

ENERJİ KAYNAKLARI

İnsanlık tarihi boyunca enerji kullanımı her zaman olmuş ve nüfusun artışı ve bilimdeki gelişmeler bu kullanımı zamanla artırmıştır.

18. yüzyıla kadar, genelde enerji yerel olarak su ve rüzgar gücünden yararlanma, odun kömürü, bitki artıkları, odun, gübre, hayvan ve insan gücü gibi geleneksel enerji kaynaklarından tedarik edilmıştır.



18. yüzyıldan sonra gerek nüfustaki artış hızı gerekse sanayileşme süreci enerji ihtiyacını artırmıştır.

Çoğalan enerji talebini ve bu talebi karşılamak için yoğun çalışmalarını beraberinde getirmiştir. Bu talebi karşılayacak olan üreticiler, kolay elde edilebilir ve daha ucuz kaynak arayışı içine düşmüşlerdir.

Bu durum, ticari enerji kullanımında verimliliğin öneminin

gözardı edilmesine ve olumsuz çevre etkilerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.



Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarının % 80 e yakın kısmı petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Bu yakıtlar çevreye verdikleri zararın yanında sınırlı kaynaklara sahiptir.

Enerji kaynaklarını **yenilenebilir** ve **yenilenemez** enerji kaynakları olarak iki sınıfta inceleyebiliriz.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Kullanıldığında rezervleri tükenmeyen ve yerine insan ömrüne kıyasla kısa zamanda konulabilen kaynaklara denir.

Yenilenebilir enerji kaynakları doğaya zarar vermemesi yanında ülkelerin enerji bağımlılıklarını da azaltması nedeniyle tercih edilirler.

Sınırlı fosil kaynaklarında zamanla tükeneceği öngörüsüyle yenilenebilir kaynakların daha verimli kullanılması ve toplam kullanımdaki payını artırmak için ülkeler çok ciddi yatırımlar yapmaktadır.

Son yıllarda ,özellikle gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımı ciddi şekilde artış göstermektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının bazıları aşağıdaki gibidir.

- Hidroelektrik Enerji (su enerjisi)
- Güneş Enerjisi
- Biyokütle Enerjisi
- Rüzgar Enerjisi
- Jeotermal Enerji
- Dalga, Gel-Git Enerjisi (okyanus enerjisi)
- Hidrojen Enerjisi

Hidroelektrik Enerji (Su Enerjisi-Barajlar)

Hareket halindeki sudan elde edilir. Akarsulardan veya barajlarda toplanan suyun yüksek bir yerden akıtılarak hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilir. Elektrik üretiminde ülkemizde de büyük paya sahiptir.



Temiz bir enerjidir, çevre kirliliğine sebep olmaz.

Olumsuz yönleri ise, çevresinin yapısında hatta ikliminde bazı olumsuz değişiklikler olabilmektedir. Doğal dengeyi de olumsuz etkilerler. Yüksek maliyeti ve belli bir ömrü vardır. Zamanla verimlilik azalmaktadır.

Ülkemizde özellikle karadeniz bölgesinde akarsular üzerine kurulan ve HES adı verilen Hidroelektrik santralleri çevreye verdiği tahribattan dolayı eleştiriler almaktadır.

Güneş Enerjisi

Enerjisinden faydalanılan belki de en eski kaynaktır. Güneş ışığının taşıdığı enerji insanlık tarihinden beri kullanılmaktadır.

Eskiden beri en çok ısıtma amaçlı kullanılan güneş enerjisi teknolojinin ilerlemesiyle elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaktadır. Güneş enerjisini direkt elektriğe dönüştüren sistemler her geçen gün daha ucuz ve verimli hale gelmektedir.

Güneş panelleri kullanılarak elektrik üretimi yapılabilmektedir. Fakat gerekli altyapı maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle çok yaygın değildir. Maliyetlerin azalması ve verimliliğin artırılmasıyla kullanımı hızla artmaktadır.

Güneş enerjisi coğrafi konumla çok ilgilidir. Güneşli gün sayısının çok olduğu yerlerde kullanımı daha verimlidir. Ülkemiz bu açıdan çok avantajlı bir konumda bulunmaktadır.



Biyokütle Enerjisi

Verimi yüksek özel yetiştirilen bazı bitkiler, çöplerdeki organik maddeler, hayvan atıkları değerlendirilerek elde edilir. Biyokütle enerjisinde bu atıklar katı, sıvı ve gaz hallerine getirilir ve yakılmasıyla ısı ve elektrik enerjisi üretilir.



Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisinden faydalanmanın temeli yel değirmenleri ve yelkenli gemiler çok eskilere dayanır.



Günümüzde rüzgar enerji türbinleri aracılığıyla rüzgarın hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmektedir.

Yatırımı pahalı olması bir dezavantaj olsa da ülkemiz gibi rüzgar rejimi uygun olan ülkelerde hızla yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde ilk defa 1998 yılında İzmir'in Çeşme ilçesinde kurulmuştur.

Dünyanın bir çok yerinde denize kurulan türbinlerle ciddi miktarda elektrik enerjisi üretilmektedir.

Dünyada rüzgar enerjisinden elektrik üretiminde ilk üç ülke Çin, ABD ve Almanya'dır.

Ülkemiz 2014 verilerine göre, Avrupa'da; Almanya, İngiltere, Fransa ve İsveç'in ardından beşinci, dünyada ise onuncu sıradadır.

Jeotermal Enerji

Dünya'nın alt katmanlarında magma etkisiyle ısınmış suların elde edilen enerjidir. Isı ve elektrik enerjisi üretilir.

Dünyada bu enerjiyi kullanan birçok ülke vardır. Yanardağ patlamalarıyla haberlerde duyduğumuz İzlanda'da evlerin ısıtılmasında % 80 in üzerinde bu enerji kullanılmaktadır.

Ülkemiz de bu enerji açısından oldukça zengin olmasına rağmen yeterince kullanılamamaktadır. Özellikle elektrik üretiminde potansiyele göre çok geri durumdadır.



Dalga ve Gel-git Enerjisi

Gel-git olayı etkisiyle suların hergün yükselip alçalmasıyla oluşan dalgalar ve okyanus dalgaları kullanarak elektrik enerjisi üretilmektedir.

Okyanus kıyılarında kurulan tesislerin maliyeti çok yüksektir. Dünyada Güney Kore, Çin, Fransa, Rusya ve Kanada bu enerjiden faydalanan ülkelerdendir.



Hidrojen Enerjisi

Hidrojen gazından elde edilen enerjidir. Saf hidrojen yeryüzünde çok çok az miktarda bulunur.

Hidrojen enerjisi petrol yakıtlara göre 1,33 oranında daha verimlidir. Çevreye hiç bir zararı yoktur. Ancak hidrojeni elde etmek pahalı bir işlem olduğu için kullanımı henüz çok yaygın değildir.

Yenilenemez Enerji Kaynakları

Bir kez kullanıldıktan sonra yenilenmesi insan ömrüne göre çok uzun zaman alan, yani kullandıkça tükenen enerji kaynaklarıdır.

En büyük avantajları yüksek enerji yoğunluğuna sahip olup kolay taşınabilmeleridir. Ayrıca ucuz ve kullanım kolaylıkları da tercih sebebi olmaktadır.

Bu kaynakların başlıca dezavantajları ise sınırlı rezerv ve çevre kirliliğine sebep olmalarıdır.

Yenilenemez kaynakları, fosil yakıtlar ve nükleer enerji kaynakları olarak ikiye ayırabiliriz.

Fosil Yakıtlar

Milyonlarca yıl önce yeryüzünde yaşamış canlı kalıntıları'nın yüksek sıcaklık ve basınç etkisiyle dönüşümlerinden oluşmuşlardır. Yani oluşumları milyonlarca yıl sürmüştür.

Kömür, petrol ve doğalgaz en çok kullanılan fosil yakıtlardır. Bunlar içinde doğalgaz çevreye en az zarar verenidir. Ancak doğalgazın da taşınması daha maliyetlidir.

Yandıklarında açığa çıkan karbondioksit sera etkisi denilen etki sonucu küresel ısınmaya sebep olur.

Nükleer Enerji

Nükleer enerji fisyon denilen atom çekirdeğinin parçalanmasıyla açığa çıkan enerjidir. Atom bombasının yapısı da aynıdır. Bu parçalanma reaksiyonu kontrollü bir şekilde nükleer santrallerde yapılarak açığa çıkan ısı enerjisi, önce kinetik sonra da elektrik enerjisine dönüştürülür.

Bu reaksiyonlarda Uranyum ve Toryum gibi radyoaktif elementler kullanılır. Bu elementler ise zenginleştirme dediğimiz yüksek teknoloji gerektiren işlemlerden sonra kullanılabilir. Nükleer santraller son yıllarda ülkemizde de gündemdedir. Nükleer enerji santrali kullanan ülkeler arasında sayıca 104 adetle ABD ilk sırada olup elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı yaklaşık % 20 dir. Fransa ise 59 nükleer santral ile elektrik üretiminin % 73 ünü nükleer enerjiden karşılamaktadır.



Nükleer enerji yatırımı çok maliyetli olmasıyla beraber, yüksek teknoloji de gerektirir.

Nükleer enerji çok ciddi riskleri de beraberinde getirmektedir. Rusya'da 1986 yılında olan Çernobil Nükleer Santral kazasında açığa çıkan radyasyon yerel ve Dünya ölçeğinde çevre problemlerine yol açmıştır.

Yine 2011 yılında Japonya'da meydana gelen deprem ve tsunami sonrası Fukuşima nükleer santralindeki kazayla radyasyon sızıntısı hâla devam etmekte ve çok ciddi çevre sorunlarına sebep olmaktadır.



Enerji Tasarrufu

Özellikle son yüzyıldaki gelişmelerle birlikte hayatımızı kolaylaştıran ve yaşam standartımızı yükselten hemen her araç ve sistem enerji tüketmektedir.

Elektrikler kesildiği anda yaşadığımız durumu bir düşünün. Sanki dünya durmuşçasına ne yapacağımızı şaşırtıyoruz. Aydınlanmadan ısınmaya, iletişimden ulaşımaya kadar hayatımız enerji tüketimi üzerine kurulu durumda.

Hızla artan nüfus ve enerji ihtiyacı bizi daha verimli ve tasarruflu enerji tüketimine yönlendirmektedir. Bilinçsizce kullanılan enerji ciddi ekonomik kayıpların yanında yaşadığımız çevreyi de olumsuz etkilemektedir.

Bu nedenle tüm dünya yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmekle birlikte, daha verimli ve tasarruflu enerji tüketimi için eğitim ve bilinçlendirme kampanyaları yapmaktadır.

Örnek 1

- I. Güneş enerjisi
- II. Fosil yakıtlar
- III. Biyokütle enerjisi

Yukarıdaki enerji kaynaklarından hangileri yenilenebilir enerji kaynağıdır?

Çözüm 1

Güneş enerjisi ve biyokütle enerjisi yenilenebilir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtlar ise yenilenemez enerji kaynaklarıdır.

Yanıt I ve III

Örnek 2

Bir ülkede enerji politikası oluştururken,

- I. Geleceğe yönelik planlamalar yapılmalıdır.
- II. Yerli kaynaklara yönelik hazırlanmalıdır.
- III. Enerji tüketimini teşvik edici olmalıdır.

Yukarıdaki kriterlerden hangileri ülke yararına olur?

Çözüm 2

Ülke için yararlı olacak öncüller I. ve II. öncüdür.

Enerji politikaları uzun vadeli ve ileriye yönelik oluşturulmalıdır. Yerli ve milli kaynakları kullanmak dışa bağımlılığı azaltacaktır.

III. öncüldeki enerji tüketimini teşvik ise ülkeye yarar sağlayan bir durum değildir. Enerji milli servettir ve tasarruf edilmesi gerekir. Önemli olan enerjinin verimli kullanılmasıdır.

Yanıt I ve II

Örnek 3

Enerji kaynakları ile ilgili,

- I. Hidroelektrik santrallerin doğal hayata olumsuz etkileri vardır.
- II. Nükleer enerji yenilenebilir enerji kaynağıdır.
- III. Jeotermal enerjinin kaynağı Güneş'tir.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

Çözüm 3

I. DOĞRUDUR. Hidroelektrik santralleri kuruldukları bölgede ekosistemi olumsuz etkilerler.

II. YANLIŞTIR. Nükleer enerji yenilenemez enerji kaynaklarıdır.

III. YANLIŞTIR. Jeotermal enerjinin kaynağı Dünya merkezinde bulunan magmanın ısı enerjisidir.

Yanıt Yalnız I

1. Aşağıdakilerden hangisi yenilenebilir enerji kaynağı değildir?

- A) Biyokütle Enerjisi
- B) Güneş Enerjisi
- C) Nükleer Enerji
- D) Rüzgar Enerjisi
- E) Gelgit enerjisi

2. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili,

- I. Kullandıkça rezervleri tükenmez.
- II. İnsan ömrüne oranla kısa sürede yenilenebilir.
- III. Doğaya zarar vermezler.

Yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

3. Fosil yakıtlarla ilgili,

- I. Oluşumları milyonlarca yıl sürmüştür.
- II. Kullanılmaları küresel ısınmayı hızlandırır.
- III. Sınırsız bir enerji kaynağıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

4. Yenilenebilir ve yenilenemez olması bakımından aşağıdaki enerjilerden hangisi diğerlerinden farklıdır?

- A) Güneş
- B) Dalga
- C) Hidrojen
- D) Fosil yakıt
- E) Rüzgar

5. Bazı enerji çeşitleri kullanışlı olsalar da çevreye ciddi zarar verebilmektedir.

Buna göre,

- I. Fosil yakıtlar.
- II. Nükleer Enerji.
- III. Rüzgar Enerjisi.

Yukarıdaki enerji türlerinden hangileri çevre için zararlıdır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) I, II ve III

6. Bir enerji türünün bazı özellikleri aşağıdaki gibidir.

- I. Yatırım maliyeti çok yüksektir.
- II. Yüksek teknoloji gerektirir.
- III. Canlılar ve çevre açısından ciddi risk taşır.

Buna göre, bu enerji türü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Nükleer
- B) Fosil yakıt
- C) Güneş
- D) Hidroelektrik
- E) Jeotermal

7. Güneş enerjisiyle ilgili olarak,

- I. Çevreye hiçbir zarar vermez.
- II. Bir kere kurulduktan sonra bakım masrafları çok düşüktür.
- III. Dünya'nın her yerinde yüksek verimle çalışabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

8. Yenilenebilir enerji kaynakları coğrafi konuma göre bazı yerlerde ya hiç kullanılamaz ya da verimli olmaz.

Buna göre ülkemizle ilgi olarak,

- I. Güneş enerjisi için çok uygun bir coğrafi konumdadır.
- II. Gelgit enerjisi kullanılamaz.
- III. Rüzgar enerjisi için yeterince verimli değildir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

9. Aşağıdakilerden hangisi fosil yakıtlardan değildir?

- A) Taşkömürü B) Benzin C) Doğalgaz
D) Hidrojen E) Gazyağı

10. Enerji ihtiyacını karşılamak için, ülkemizde farklı enerji kaynakları kullanılmaktadır.

Buna göre,

- I. Gelgit ve dalga enerjisi
- II. Güneş enerjisi
- III. Nükleer enerji
- IV. Jeotermal enerji

Yukarıdaki enerji kaynaklarından hangileri ülkemizde kullanılmamaktadır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve IV E) I, III ve IV

11. Aşağıdakilerden hangisi bir enerji kaynağının tercih edilme sebeplerinden birisi olamaz?

- A) Maliyetinin düşük olması
B) Veriminin yüksek olması
C) Çevreye zarar vermemesi
D) Sürekliliğinin olması
E) Depolanmasının zor olması

12. Elektrikle çalışan otomobillerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Hollanda 2025 yılından sonra benzinli ve dizel araç satışını yasaklayarak sadece elektrikli araç satışına izin vereceğini duyurmuştur.

Bunların sebebi,

- I. Dünyadaki petrol rezervlerinin sınırlı olması.
- II. Petrol ürünlerinin çevreye zarar vermesi.
- III. Elektrikli otomobillerin daha güvenli olması.

Yukarıdakilerden hangileri olabilir?

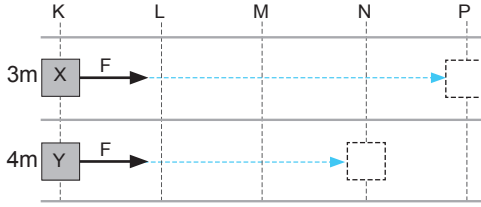
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

1. C	2. E	3. D	4. D	5. C	6. A	7. D	8. C	9. D	10. C	11. E	12. C
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) İş, skaler bir büyüklüktür.
 B) İş türetilmiş büyüklüktür.
 C) İş ve enerji birimleri aynıdır.
 D) Enerji ve güç birimleri aynıdır.
 E) Enerji birimi joule'dür.

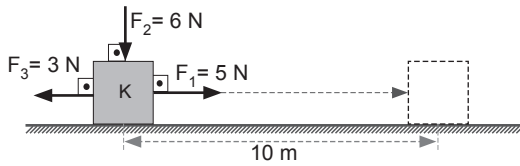
2. Şekildeki eşit bölmelere ayrılmış yatay yolun K hizasında bulunan X, Y cisimlerinin kütleleri sırayla 3m ve 4m'dir. Cisimler eşit F kuvveti ile P ve N hizalarına kadar çekiliyor.



Buna göre, kuvvetlerin yaptığı işler oranı, $\frac{W_X}{W_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) 3 E) $\frac{4}{3}$

3. K cisimi şekildeki sürtünmesiz yatay düzlemde F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri etkisinde 10 m yer değiştiriyor.

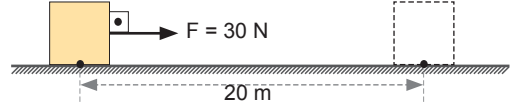


Buna göre,

- I. F_2 kuvveti iş yapmamıştır.
 II. F_1 kuvvetinin yaptığı iş pozitif ve 50 J'dür.
 III. F_3 kuvvetinin yaptığı iş negatif ve 30 J'dür.
 yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) I, II ve III

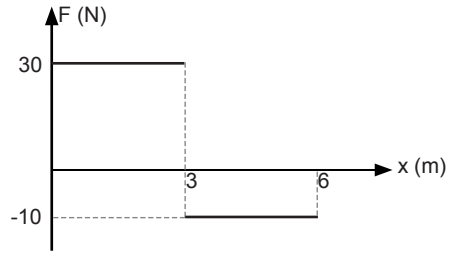
4. Sürtünme kuvvetinin 10 N olduğu şekildeki yüzeyde cisim $F = 30$ N luk kuvvetle 20 m boyunca çekiliyor.



Buna göre, cisim üzerine yapılan net iş kaç J'dür?

- A) 200 B) 300 C) 400 D) 500 E) 600

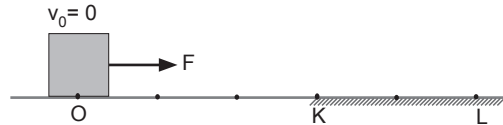
5. Bir cisme etkiyen net kuvvetin yer değiştirmeye bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, cismin 6 m'lik yer değiştirmesi sonunda yapılan net iş kaç joule'dür?

- A) 20 B) 40 C) 60 D) 80 E) 120

6. Şekildeki eşit bölmeli yolun O noktasında durmakta olan cisme, yola paralel F kuvveti K noktasına kadar etki ediyor. K noktasından sonra sürtünmeli yola giren cisim L noktasında duruyor.



Yolun O-K arası sürtünmesiz, K-L arası sabit sürtünmeli ise; cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç F'dir?

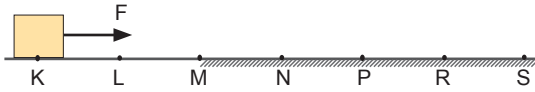
- A) $\frac{3}{2}$ B) $\frac{4}{3}$ C) 1 D) 2 E) $\frac{5}{2}$

7. 2 kg kütleli bir kutu, kitaplığın yerden 1,5 m yükseklikteki rafındadır.

Buna göre, bu kutunun yere göre çekim potansiyel enerjisi kaç J'dür? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 120

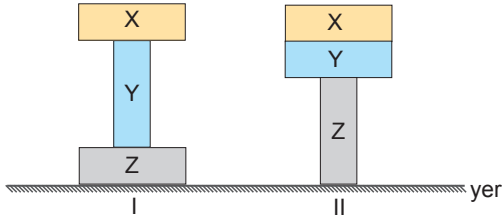
8. Eşit bölmeli yolun K noktasında durmakta olan cisim, sabit F kuvveti ile N noktasına kadar çekilip bırakılınca hareketini sürdürerek S noktasında duruyor.



Yolun yalnız M-S arası sabit sürtünmeli olduğuna göre, sürtünme kuvveti f_s kaç F 'dir?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

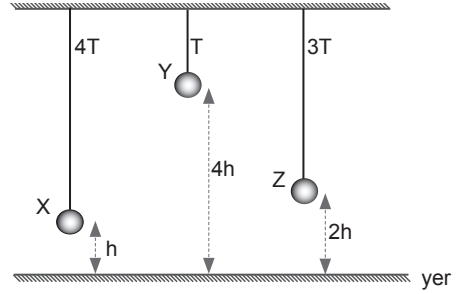
9. Boyutları aynı olan X, Y, Z cisimleri şekildeki I. durumdan II. duruma getiriliyor.



Buna göre, cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri E_X , E_Y , E_Z ilk duruma göre nasıl değişir?

- | | E_X | E_Y | E_Z |
|-------------|----------|--------|-------|
| A) Artar | Artar | Artar | Artar |
| B) Artar | Artar | Azalır | Artar |
| C) Değişmez | Artar | Artar | Artar |
| D) Değişmez | Değişmez | Artar | Artar |
| E) Artar | Değişmez | Artar | Artar |

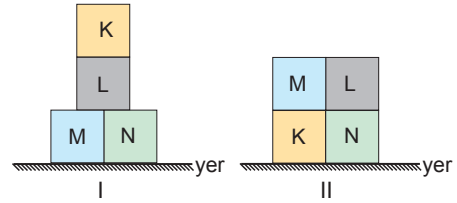
10. X, Y, Z cisimleri iplerle şekildeki gibi asıldığında ip gerilmeleri sırasıyla $4T$, T ve $3T$ olmaktadır.



Buna göre X, Y, Z cisimlerinin yere göre potansiyel enerjileri E_X , E_Y , E_Z arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $E_Z > E_X > E_Y$ B) $E_Z > E_X = E_Y$
 C) $E_X = E_Y > E_Z$ D) $E_X > E_Y > E_Z$
 E) $E_Z > E_Y > E_X$

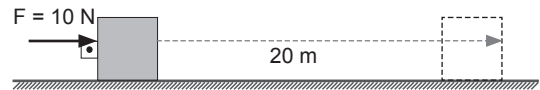
11. Özdeş ve türdeş K, L, M ve N küpleri şekildeki I konumundan II konumuna getiriliyor.



Buna göre, hangi küplerin yere göre potansiyel enerjisi artmıştır?

- A) Yalnız K B) Yalnız M C) K ve L
 D) M ve N E) L, M ve N

12. Şekildeki sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan cisim, $F = 10 \text{ N}$ kuvvet uygulanarak 20 m yolu 25 s de alıyor.



Buna göre, harcanan güç kaç watt'tır?

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 12 E) 20

1. D	2. E	3. E	4. C	5. C	6. A	7. A	8. C	9. C	10. B	11. B	12. C
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

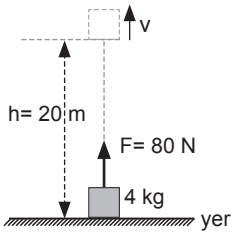
1. Sürtünmesiz yatay yolda 4 kg kütleli cisim F kuvveti ile K noktasından L noktasına çekiliyor.



Cismin K ve L noktalarındaki hızları sırayla 10 m/s ve 20 m/s olduğuna göre, F kuvvetinin yaptığı iş kaç J'dür?

- A) 200 B) 300 C) 400 D) 600 E) 800

2.

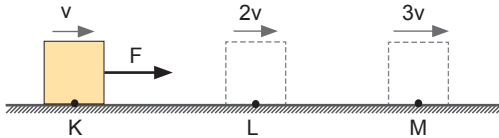


Yerdeki 4 kg lık cisim $F = 80$ N luk kuvvetle düşey doğrultuda şekildeki gibi 20 m yukarı çekiliyor.

Sürtünmeler önemsenmediğine göre, cismin bu yükseklikteki hızı kaç m/s'dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

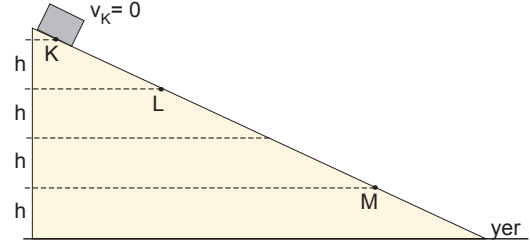
3. Şekildeki sürtünmesiz yatay yolda F kuvvetinin etkisindeki cisim K, L, M noktalarından sırayla v , $2v$, $3v$ hızlarıyla geçiyor.



F kuvvetinin K-L arasında yaptığı iş W_1 , L-M arasında yaptığı iş W_2 olduğuna göre, $\frac{W_1}{W_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{5}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{2}{3}$ E) 1

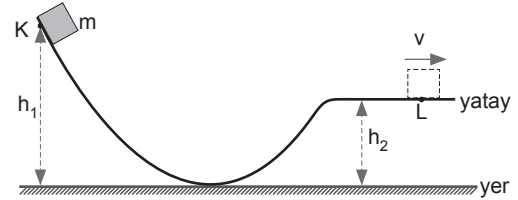
4. Sürtünmesiz eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılan cismin L noktasından geçerken yere göre potansiyel enerjisi E_L , M noktasından geçerken kinetik enerjisi E_M 'dir.



Buna göre, $\frac{E_L}{E_M}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

5. Sürtünmesiz yolun h_1 yükseklikteki K noktasından serbest bırakılan m kütleli cisim, h_2 yüksekliğindeki L noktasından v hızıyla geçiyor.



Buna göre, cismin L noktasındaki hızı; h_1 , h_2 ve m niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

- A) Yalnız h_1 B) Yalnız h_2 C) h_1 ve h_2
D) h_1 ve m E) h_2 ve m

6. Bir çocuk elindeki cismi düşey 10 m/s hızla yukarı fırlattığında, cisim yükselip tekrar aynı noktaya 5 m/s hızla dönüyor.

Buna göre,

I. Cisim yükselirken potansiyel enerjisi artar.

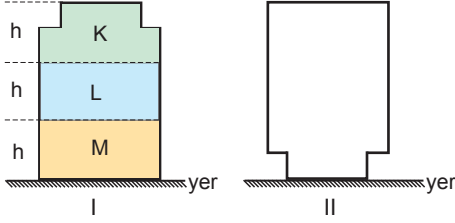
II. Cisim alçalırken kinetik enerjisi artar.

III. Hem yükselirken hem de alçalırken mekanik enerjisi azalır.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Limit hıza ulaşmıyor)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

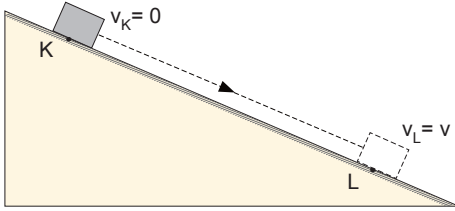
7. Düşey kesiti şekildeki gibi olan silindirik biçimli ağız kapalı kapta birbirine karışmayan K, L, M sıvılarının I. durumda yere göre potansiyel enerjileri sırasıyla E_K , E_L , E_M 'dir.



Buna göre, kap ters çevrilerek II. duruma getirilirse; E_K , E_L , E_M 'den hangileri artar?

- A) Yalnız E_M B) Yalnız E_K C) E_K ve E_L
D) E_L ve E_M E) E_K , E_L ve E_M

8. Bir cisim şekildeki sürtünmeli eğik düzlemde, K noktasından serbest bırakılınca L noktasından v hızıyla geçiyor.



Buna göre, yolun K-L bölümünde cismin,

- I. Kinetik enerjisi artar.
II. Potansiyel enerjisi azalır.
III. Sıcaklığı artar.
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

9. Sabit F kuvveti 3 kg kütleli bir cismi sabit hızla 20 m yükseltiyor.

Buna göre, bu olayda F kuvvetinin yaptığı iş kaç joule dır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$, hava sürtünmesi önemsiz.)

- A) 600 B) 500 C) 400 D) 300 E) 200

10. Aşağıda elektrik enerjisinin dönüşümleri ile ilgili verilenlerden hangisi yanlıştır?

- A) Saç kurutma makinesinde ısı ve hareket enerjisine dönüşür.
B) Televizyonda ısı, ışık ve ses enerjisine dönüşür.
C) Lambalarda ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
D) Jeneratörde hareket enerjisine dönüşür.
E) Vantilatörde hareket enerjisine dönüşür.

11. Elektrikle çalışan bir su motoru 6 m derinlikteki kuyudan 1 ton suyu çıkarmak için 100 kJ elektrik enerjisi harcıyor.

Buna göre, motorun verimi % kaçtır?

- A) 40 B) 60 C) 75 D) 80 E) 90

12. Bazı enerji kaynakları karbondioksit salınımı çok olduğu için, sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya sebep olmaktadır.

Buna göre,

- I. Fosil yakıtlar
II. Nükleer enerji
III. Jeotermal enerji

Yukardaki enerji kaynaklarından hangilerinin kullanımı küresel ısınmayı artırır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

1. D	2. B	3. C	4. C	5. C	6. E	7. E	8. E	9. A	10. D	11. B	12. A
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

ÜNİTE

5

ISI VE SICAKLIK

- ISI, SICAKLIK VE İÇ ENERJİ
- HÂL DEĞİŞİMİ
- ISIL DENGİ
- ENERJİNİN İLETİM YOLLARI VE ENERJİ İLETİM HIZI
- GENLEŞME

1.

ISI, SICAKLIK VE İÇ ENERJİ

Isı ve sıcaklık kavramları günlük hayatta sıkça kullandığımız kavramlardır. Genelde birbiri yerine de kullanılan bu kavramlar birbiriyle ilişkilidir ama fizikteki anlamları ve tanımları günlük kullanımlarından farklıdır.

SICAKLIK

Maddenin yapısında bulunan atom ve moleküller birbirine bağlı ve sürekli titreşim halindedir. Bu atom ve moleküllerin madde içindeki bu titreşim, öteleme ve dönme hareketlerinden dolayı bir enerjisi vardır. **Sıcaklık** bu kinetik (hareket) enerjisinin ortalama bir göstergesidir. **Bir enerji değildir.**

Sıcaklık skaler bir büyüklük olup birimi bilimsel çalışmalarda Kelvin kabul edilmiştir. Ancak gündelik hayatta daha çok Celsius derece (°C) ve Fahrenheit derece (°F) kullanılır. Sıcaklığı termometre ile ölçeriz.

ISI

Isı ise, farklı sıcaklıktaki maddeler arasında, verilen veya alınan enerjidir. Isı skaler bir büyüklüktür birimi de doğal olarak enerji birimi olan joule'dür. Yaygın olarak Kalori'de (cal) ısı birimi için kullanılmaktadır. 1 gram saf suyun sıcaklığını 14,5 °C' den 15,5 °C' ye çıkarmak için gerekli ısı miktarına 1 kalori denir.

1 kalori = 4,18 joule

1000 cal = 1 kcal (kilokalori)

Isı transfer edilen enerji miktarı olduğu için bir maddenin ısısından bahsedilemez. Bir fincan sıcak kahvenin ısısı şu kadardır dersek yanlış olur. Aynı şekilde maddelerin ısıları da karşılaştırılmaz.

ÖSYM bunu soru olarak sordu. "Bir bardak sıcak çayın ısısı yarım bardak çaydan fazladır" ifadesi yanlıştır.

Isı doğrudan ölçülemez. Kalorimetre kabı denilen ısıya yalıtılmış sistem yardımıyla enerji transferi (ısı) hesaplanır.

Fiziğin ısı ve sıcaklıkla ilgilenen alt dalı **Termodinamik'tir.**



DİKKAT

Isı ve sıcaklık arasındaki en temel fark, ısı bir enerjidir, sıcaklık ise enerji değildir. Sıcaklık maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinin bir göstergesidir.



İÇ ENERJİ

Maddenin yapısındaki atom ve moleküllerin sürekli titreşim halinde olduklarını söylemiştik. Aynı zamanda bu molekülleri birbirine bağlayan kimyasal bağlar vardır. Maddedeki bu bağlardan kaynaklanan potansiyel enerji ile hareketlerinden dolayı sahip oldukları kinetik enerjiler toplamına **iç enerji** denir.

İç enerji türetilmiş bir büyüklüktür ve birimi joule'dür.

Anlattıklarımızı derleyip toparlayacak olursak:

Atom ve moleküllerden oluşan bir maddenin, moleküller arası bağlardan dolayı ve moleküllerinin hareketliliğinden dolayı sahip olduğu tüm enerjiler toplamına **iç enerji** dedik.

Moleküllerin ortalama hareket enerjilerinin bir göstergesi olan **sıcaklık** kavramını tanımladık. Sıcaklığın bir enerji olmadığını öğrendik.

Maddeye dışarıdan verilen veya maddenin dışarı verdiği enerjiye **ısı** dendiğini öğrendik.

Bir maddeye dışarıdan enerji verilirse, yani madde ısı enerjisi alırsa bu enerji maddenin iç enerjisini artırır. Bunun tersi de doğrudur. Isı enerjisi veren maddenin iç enerjisi azalır.

Isı, sıcaklık ve iç enerji maddenin moleküler boyutlardaki enerjisiyle ilgili kavramlardır.

Peki iç enerjisi değişen maddede neler olur?

İleride bu durumları ayrıntılı olarak anlatacaz. Şimdilik kısaca şöyle söyleyelim.

Bir madde ısı alırsa veya verirse;

- Sıcaklık değişebilir. Isı değişimi moleküllerin kinetik enerjilerini değiştirebilir.
- Madde hâl değişimine uğrar. Moleküller arası bağları etkiler.

Yukarıda ihtimallerden bahsettik. Isı alış verişi yapan bir madde için, kesin sıcaklığı değişir ya da kesin hâl değiştirir diyemeyiz.

Maddenin cinsi, sıcaklık değeri ve ortamın basıncı gibi durumlara bağlı olarak bunu söyleyebiliriz.

Sırayla bunlardan bahsedicez.

Sıcaklığın Ölçülmesi - Termometreler

Sıcaklığı duyularımızla algıladığımızda kişilere göre farklı algılar söz konusu olabilir. Bize göre soğuk olan bir içecek bir başkasına ılık gelebilir. Hava sıcaklığından bir kişi rahatsız olurken başkaları gayet normal hissedebilir.

Herkesin aynı şeyi anlaması için sıcaklığı ölçü aletleriyle ve belli birimlerle belirtmek gerekir.

Konunun başında sıcaklığın termometre ile ölçüldüğünü söylemiştik. Günlük hayatımızda hepimiz termometre görmüşüzdür. Peki bu termometre sıcaklığı nasıl ölçüyor.

Termometrelerin çalışma prensibi maddelerin sıcaklıkla birlikte gösterdiği değişik özelliklere dayanır.

Sıcaklıkla beraber sıvı maddelerde hacim değişimi, katılarda boyut (uzunluk) değişimi ve direnç değişimi, gazlarda basınç hacim değişimleri olur. Termometrelerde bu değişimleri kullanarak ölçüm yapar.

Termometreler ölçüm yapılacak şartlara göre tasarlanır ve ölçeklenir. Mesela günlük ortam sıcaklığını ölçen sıvılı bir termometre ile yüksek ısı fırınlarındaki binlerce derece sıcaklığı ölçemeyiz.

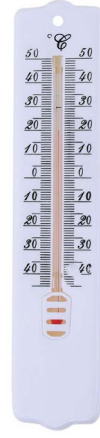
Sıvılı Termometre

Yaygın olarak kullanılan, ortam sıcaklığını ölçen termometreler sıvılı termometrelerdir. Sıcaklık değişimiyle sıvıların hacminde oluşan değişim (genleşme) özelliği kullanılarak ölçüm yapar.

Bu termometrelerde sıvı olarak genellikle cıva ve alkol kullanılır. Laboratuvarlarda ve hasta termometrelerinde gördüğünüz termometreler içindeki gri renkli sıvı cıva dır.

Ortam ölçen termometrelerde gördüğünüz kırmızı renkli sıvı ise daha rahat görünmesi için renklendirilmiş alkoldür.

Bu termometrelerle kullanılan sıvının donma ve kaynama sıcaklıkları arası ölçülebilir. Donma noktası cıva için -39°C alkol için -115°C dir. Sıcaklığın -50°C olduğu bir yerde cıvalı termometre kullanılamaz.



Sıvılı termometreler sıvının sıcaklıkla genleşmesi mantığıyla çalışır.

Termometrenin hassas ölçüm yapması için;

- Haznesi geniş olmalıdır. Yani fazla sıvı kullanılmalıdır.
- İyi genleşen sıvı kullanılmalıdır.
- Kılcal boru çok ince olmalıdır.
- Kılcal boru az genleşmelidir.
- Bölme sayısı artırılmalıdır.

Hasta termometreleri vücut sıcaklığı ölçmek için kullanılırlar. Ufak değişimleri görebilmek için daha hassas ölçeklendirilmişlerdir. 35°C ile 42°C aralığında ölçüm yapar.

Metal Termometre

Yüksek sıcaklıkları ölçmek için kullanılır. 1500°C ye kadar olan sıcaklıkları ölçebilir. Sanayide, fırınlarda kullanım için uygundur. Metalin sıcaklıkla genleşmesi esasına göre çalışır.



Gazlı Termometre

Gazlar sıvı ve katılara göre sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilenebilir. Bu nedenle hassas ölçümler yapmak için ve düşük sıcaklıkları ölçmek için kullanılır. Özellikle laboratuvar çalışmalarında gazlı termometreler tercih edilir.



Dijital Termometre

Bunların dışında kullanımı gittikçe artan dijital termometrelerde vardır. Ortam sıcaklığı ve vücut sıcaklığı ölçmek için kullanılırlar.



Pinometre



Teknolojinin gelişmesiyle birlikte geliştirilen bu cihazlar temas gerektirmeden uzak bir mesafeden bile ölçüm yapabilmektedir. Sağlık sektöründen sanayiye kadar geniş bir kullanım alanı vardır.

Maddelerin yaydığı elektromanyetik dalgalar yardımıyla ölçüm yaparlar. İnfrared (kızılötesi) termometreler olarak bilinirler.

Termometrelerin Ölçeklendirilmesi

Sıvılı termometreler ölçeklendirilirken 1 atmosfer basınçta yani deniz seviyesinde ki saf suyun donma ve kaynama noktası referans kabul edilmiştir.

İlk birimlendirilmiş termometre Alman fizikçi Fahrenheit tarafından 1700 lerin başında yapılmıştır.

Fahrenheit suyun donma noktasını 32 °F kaynama noktasını da 212 °F olarak kabul ederek bu aralığı 180 eşit aralığa bölmüştür. Burada 100 °F dereceyi sağlıklı insanın vücut sıcaklığı olarak aldığı söylenir. Ben söyleyenlerin yalancısıyım:) Wikipedi'de ağız sıcaklığı olduğunu iddia ediyor.

1742 yılında ise İsveçli **Celsius** kendi termometresini yapıp suyun donma noktasını 0 °C kaynama noktasını 100 °C olarak seçmiş ve aralığı 100 eşit parçaya bölmüştür. Küsüratları sevmeyişi belli:) Kullanım kolaylığı nedeniyle günümüzde daha yaygın kullanılmaktadır. Santigrad terimi de "Centigrade" yüz bölme anlamına gelmekteymiş.

Kelvin Termometresi

Ayrı başlık altında olması dikkatinizi çekmiştir herhalde. Kelvin termometresinin Fahrenheit ve Celsius a göre farklı bir ölçekleme mantığı var.

Şöyle bir soruyla başlayalım. Sıcaklık 10 °C den 20 °C a çıktığında iki katına çıkmış olur mu?

Evet diyenler malesef yanlış cevap vermiş oldular. Sıcaklık için kullanılan Celsius ve Fahrenheit termometrelerinde Sıcaklığı gösteren sayının iki katına çıkması sıcaklığın iki katına çıktığı anlamına gelmez.

Başka bir büyüklükle karşılaştırarak anlatmaya çalışalım. 20 gram kütle 10 gramın iki katıdır. Ve sıfır gram dediğimizde artık madde yok demektir. Yani bir oran kullanılır. Sıcaklıkta ise bu böyle değildir. Sıcaklık 0 °C ve 0 °F olduğunda moleküllerin hâla titreşimleri ve ortalama bir kinetik enerjileri vardır.

Celsius' tan yaklaşık 100 sene sonra Lord Kelvin isimli İngiliz bilim insanı şunu düşünmüş: Sıcaklık moleküllerin ortalama hareket enerjilerinin bir ölçüsü ve sıcaklık azaldıkça bu hareketlilik ve titreşim azalıyor. Peki ne zaman bu hareket biter. Yani hangi sıcaklıkta moleküller tamamen hareketsiz kalır?

Kelvin **mutlak sıfır noktası** ismini verdiği bu sıcaklığı -273,16 °C olarak belirlemiştir. Ve bu sıcaklığı 0 K olarak seçmiştir.

0 K sıcaklıkta moleküllerin ortalama kinetik enerjileri sıfırdır. Sıcaklığın Kelvin cinsinden değeriyle ortalama kinetik enerji orantılıdır.

Kelvin termometresinde suyun donma noktası 273 K, kaynama noktası ise 373 K olarak belirlenmiştir.

Bu aralığı 100 eşit bölme düşünmesinin nedeni yaygın kullanılan Celsius ölçeği ile dönüşümün kolay olmasıdır.



DİKKAT

Mutlak sıfır noktası yani 0 K, Celsius termometresinde -273,16 °C ye Fahrenheit'ta ise -459,5 °F ye karşılık gelir. Bu sıcaklıklardan daha düşük bir sıcaklık ölçülemez. Çünkü sıcaklığın tanımı molekül hareketleri üzerine yapılmıştır.

Kelvin termometresinde - negatif sıcaklık olamaz.

- 300 °C, - 500 °F, -10 K gibi bir ölçüm yanlıştır.

Sıcaklık diğer birimlerle ifade edilirken derece işareti kullanılır (°C, °F gibi). Ancak Kelvin cinsinden ifade edilirken derece işareti kullanılmaz. Bunun nedeni Kelvin in mutlak birim olmasıdır.

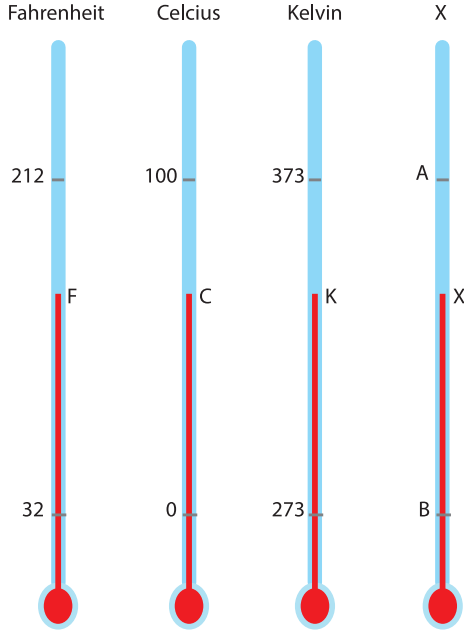
Ölçek	Birim	Suyun donma sıcaklığı	Suyun kaynama sıcaklığı
Celsius	°C	0 °C	100 °C
Fahrenheit	°F	32 °F	212 °F
Kelvin	K	273,16 K	373,16 K

Farklı termometrelerle ölçülen değerleri birbirine dönüştürmek için oran kullanırız.

Aşağıda aynı ortamda bulunan farklı ölçeklendirilmiş termometreler var. Üçünü biliyoruz, X termometresi de bizim yaptığımız bir termometre olsun.

X termometresinde suyun kaynama noktası A, donma noktası ise B olarak seçilmiş.

Kelvin termometresinde niye değerler böyle oldu diye kafasına takılanlar için açıklayalım; ondalık kısmı atarak değerleri yuvarladık :)



$$\frac{F - 32}{180} = \frac{C - 0}{100} = \frac{K - 273}{100} = \frac{X - B}{A - B}$$

Şekilde ve dönüşüm eşitliğinde gördüğümüz gibi, bir maddenin sıcaklığı farklı ölçeklendirilmiş termometrelerle farklı rakamlarla ifade edilebilir.

Bu eşitliği kullanarak birimler arasında dönüşüm yapabiliriz. (Paydaların bölme sayısını verdiğine dikkat edin)

Şimdi bu dönüşümlerle ilgili birkaç örnek görelim.

Örnek 1

İngiltere'ye seyahate giden bir kişi televizyonda hava durumunu izlerken ertesi günün hava tahmininde sıcaklığın 77° olacağını görüp şaşırır, sonra tahmin edilen sıcaklığın Fahrenheit cinsinden verildiğini hatırlar.

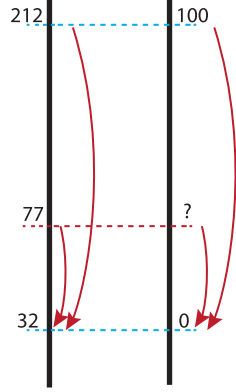
Buna göre, tahmin edilen sıcaklık Celsius cinsinden kaç derecedir?

Çözüm 1

Sorudan İngiltere'de Fahrenheit termometresi kullanıldığını anlamış oluyoruz :) Fahrenheit cinsinden verilen sıcaklığı Celsius'a çevirmemiz isteniyor.

Bu soruları çözmek için termometrelerin suyun donma ve kaynama noktalarındaki değerlerini bilmemiz gerekiyor.

Fahrenheit Celcius



Her zaman şekil çizmemize gerek yok. Ama görerek çözmek daha anlaşılır olacaktır.

Oklarla gösterilen aralıklar farklı rakamlarla ifade edilse de eşit uzunluklarda oldukları için şu eşitliği yazabiliriz.

$$\frac{77 - 32}{212 - 32} = \frac{C - 0}{100 - 0} \text{ Aradığımız değer C olsun.}$$

Bu eşitliği çözersek;

$$\frac{45}{180} = \frac{C}{100} \text{ buradan, } \frac{1}{4} = \frac{C}{100} \text{ ve } C = 25 \text{ bulunur.}$$

Yani sıcaklık ertesi gün için, 77° F = 25° C olarak bekleniyormuş.

Bu sıcaklığı Kelvin cinsinden de hesaplayalım.

Celsius ölçeğinden Kelvine geçmek çok daha kolaydır. Çünkü iki termometrede de suyun donma ve kaynama noktası arası 100 bölmedir.

Donma noktası; Celsius termometresinde 0° iken Kelvin termometresinde 273 tür.

Bu nedenle Celsius'tan Kelvine geçerken Celsius değerine 273 eklemek yeterli olacaktır.

$K = C + 273$ buna göre 25° C sıcaklık,

$K = 25 + 273 = 298 \text{ K}$ olarak bulunur.

Örnek 2

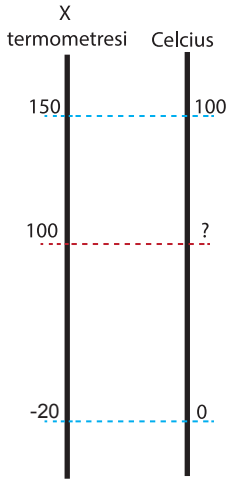
Bir termometre yapılarak bu termometrede suyun donma noktası -20 , kaynama noktası 150 olarak işaretleniyor.

Buna göre, bu termometre ile ölçülen 100 derece sıcaklık kaç $^{\circ}\text{C}$ tır?

Çözüm 2

Bu şekildeki yeni ölçekli termometre sorularını çözmek için şekil çizmek hata yapma ihtimalini azaltır ve çözümü kolaylaştırır.

Buradaki yeni termometreye X termometresi diyelim ve ölçeği çizim üzerinde gösterelim.



Şekilde görüldüğü gibi uzunluklar aynı ama farklı rakamlarla gösterilmiş.

Bu değerlere göre orantımızı yazarsak,

$$\frac{100 - (-20)}{150 - (-20)} = \frac{C - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{120}{160} = \frac{C}{100} \text{ olacaktır.}$$

sadeleştirirsek.

$$\frac{3}{4} = \frac{C}{100} \text{ buradan da } C = 75^{\circ}\text{C} \text{ bulunur.}$$

**DİKKAT**

Donma sıcaklığının negatif olduğu bu gibi sorularda çok hata yapılır. Dikkatli olmak lazım.

$$150 - (-10) = 160 \text{ olur.}$$

150 ile -10 arasında 160 bölme vardır.

Genelde bu işlem, $150 - 10 = 140$ şeklinde yazılarak yanlış yapılmaktadır.

Bu tip soruları orantı kurarak da çözebiliriz.

Şimdi orantıyla çözeceğimiz benzer bir soruya bakalım.

Örnek 3

Bir deney sırasında yapılan X termometresinde suyun donma noktası -30°X , kaynama noktası ise 120°X olarak işaretleniyor.

Buna göre, bu termometre ile 30°C olan hava sıcaklığı kaç $^{\circ}\text{X}$ olarak ölçülür?

Çözüm 3

Şimdi bu soruyu şekil çizmeden orantı kurarak çözelim.

Celsius termometresinde suyun donma ve kaynama noktaları arası 100 bölme idi. Buradaki X termometresinde ise, -30 ile 120 arasında 150 bölme var.

Demek ki Celsiusta ki her bir bölme değişiklik, X termometresinde 1,5 bölme değişikliğe karşılık geliyor.

Sıcaklık 30°C olduğuna göre termometredeki sıvı seviyesi donma noktasından 30 bölme yukarıda.

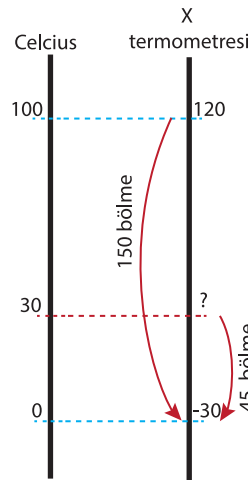
X termometresinde ise 1,5 katı olduğu için $30 \cdot 1,5 = 45$ bölme donma noktasından yukarıda olmalı.

45 i bulup sakın cevap 45 sanmayın. Sazanlar için şıklara 45 te koymuşlardır kesinlikle.)

Bulduğumuz 45 bölme sayısıdır. Sıcaklığın X değeri değil. Donma noktası olan -30 dan 45 bölme yukarı çıkarsak göreceğimiz değer $(-30 + 45) = +15$ olacaktır.

Demek ki $30^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{X}$ olacak.

İsterseniz çözümü bir de çizerek yapalım;



Bu değerlere göre orantımızı yazarsak,

$$\frac{X - (-30)}{120 - (-30)} = \frac{C - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{X + 30}{150} = \frac{30}{100}$$

buradan, $X + 30 = 45$

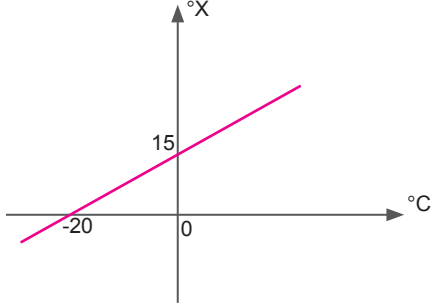
$X = 15$ bulunur.

$30^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{X}$ olur.

Hangi yoldan çözeceğiniz size kalmış. Orantı kurmak biraz daha kısa olsa da, çizim yapmak hata ihtimalini azaltır.

Örnek 4

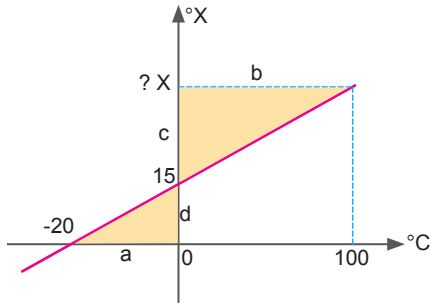
Bir X termometresi ve Celsius termometresi grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, X termometresi suyun kaynama noktasını kaç °X olarak gösterir?

Çözüm 4

İki termometrenin birbirine bağlı değişimini gösteren grafik bir doğrudur. Bu doğru üzerinde suyun kaynama noktası 100°C a karşılık gelen X değerini bulmalıyız.



Grafikte oluşan taralı üçgenler benzerdir.

Benzerlikten $\frac{a}{d} = \frac{b}{c}$ olmalıdır.

a, d, b uzunluklarını grafikten okuyup yerine koyarsak.

$$(a = 20, d = 15, b = 100)$$

$$\frac{20}{15} = \frac{100}{c} \text{ ise, } c = \frac{15 \cdot 100}{20} \quad c = 75$$

X değeri d + c olduğuna göre,

$$X = 15 + 75$$

$$X = 90^\circ\text{X bulunur.}$$

Grafikten, başka benzerlikler kurularak da aranan değer bulunabilir.

Örnek 5

Bir ortamın sıcaklığı aşağıdaki ölçümlerden hangileri olamaz?

- I. -150°C
- II. -10 K
- III. -300°C
- IV. 500 K

Çözüm 5

Sıcaklık, moleküllerin hareket enerjileri ile ilgili büyüklüktü. Ve bu titreşim hareketinin -273°C ve 0 K de tamamen bittiği kabul edildiğinden bu değerlerin altında ölçüm olmaz. Üst sınır yoktur.

II ve III olamaz.

Özısı, Isı Sığası ve Sıcaklık Değişimi

Bir maddenin ısı alması veya vermesi (iç enerjisinin değişimi) durumunda maddede hâl değişimi veya sıcaklık değişimi gözlenir demiştik.

Bir maddenin ısı enerjisi aldığı veya verdiği sıcaklığındaki değişimi nasıl olur?

Günlük hayat tecrübesiyle hepimiz biliriz ki madde miktarı sıcaklık değişimini etkiler. Aynı ocağa konulan farklı miktarlardaki suların kaynama süreleri de farklı olacaktır. Madde miktarı arttıkça gerekli ısı da artacaktır.

Peki sıcaklık değişimi sadece madde miktarına mı bağlıdır? Maddenin cinsi önemli midir?

Aynı ısı enerjisi verilen eşit kütleli farklı maddelerin sıcaklıklarındaki değişim farklı olabilir. Tıpkı özkütle, iletkenlik gibi sıcaklık değişiminde de maddelerin karakteristik davranışları vardır. Bunun için özısı ve ısı sığası kavramları kullanılır.

Özısı (Isınma Isısı)

Saf bir maddenin birim kütesinin (1 gramının) sıcaklığını 1°C değiştirmek için gerekli ısı miktarına özısı veya ısınma ısı denir.

Maddeler için ayırtedici özellik olarak kabul edilir.

Özısı **c** ile gösterilir.

Birimi; enerji (ısı) ve kütle birimlerine göre,

ısı kalori, kütle gram alındığında **cal/g.°C** veya,

ısı joule, kütle kilogram alınırsa, **J/kg.°C** olarak kullanılır.

Bazı maddelerin özısı değerleri tablodaki gibidir.

Madde	c (cal/g.°C)	c (j/kg.°C)
Su	1,00	4184
Buz	0,50	2100
Zeytinyağı	0,47	1968
Cam	0,15	600
Demir	0,11	460
Bakır	0,10	418
Kurşun	0,03	130

Isı verilen veya alınan bir maddenin sıcaklığındaki değişim; maddenin cinsine ve kütlesine bağlıdır. Bunu matematiksel modelle ifadesi yani formülü;

$$Q = m.c.\Delta T$$

şeklindedir.

Q : Isı enerjisi
c : Özısı
m : Kütle
 ΔT : Sıcaklık değişimi

Yukarıdaki tablodan da görebileceğiniz gibi maddelerin özısıları arasında ciddi farklılıklar olabilir. Suyun öz ısısı diğer maddelere göre çok yüksektir.

Bu şu anlama gelir: Aynı miktardaki maddelere aynı ısı enerjisi verildiğinde suyun sıcaklığı en az değişir.

Yaşamımızdaki en temel maddelerden olan suyun bu özelliği hayatımızı ciddi şekilde etkilemektedir. Buna ayrıca değineceğiz.

Isı Sığası (Isı kapasitesi)

Özısının kütleyle çarpımıdır. $C = m.c$

Kütlesi m olan maddenin sıcaklığını 1°C artırmak için gerekli enerji (ısı) miktarıdır.

Kütleyle bağlı olduğu için özısı gibi ayırtedici bir özellik değildir. Bir maddenin her farklı kütlesi için ısı sığası da farklı olur.



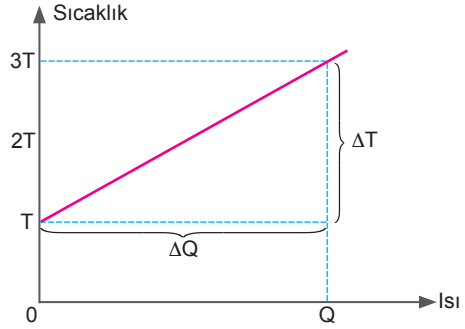
DİKKAT

- Özısı (c) ayırt edici bir özelliktir.
- Isı sığası (C) ayırt edici değildir. Kütleyle bağlıdır.

Bu iki ifade birbirine çok karıştırılır ve bu nedenle sorularda sıkça karşımıza çıkacaktır. Dikkat etmek gerekir.

Isı - Sıcaklık değişimi grafiği

Bir maddenin sıcaklığındaki değişimin ısıya bağlı grafiği karşımıza çok çıkacaktır. Grafik aşağıdaki gibidir.



Isı – sıcaklık grafiklerinde verilen değerler kullanılarak ısı sığası bulunabilir. Şekildeki grafikte, $\Delta T = 3T - T = 2T$ dir.

$$Q = m.c.\Delta T$$

$$Q = m.c.2T$$

$$\text{Isı sığası } mc = \frac{Q}{2T} \text{ dir.}$$

Cismin kütlesi biliniyorsa özısı da hesaplanabilir.

Grafikli sorularda karşılaştırma sorulduğunda kütlelere çok dikkat etmek gerekir.

Önce temel bir soru tipi çözüp grafik sorularına geçelim.

Örnek 6

Isıca yalıtılmış bir kaptaki 100 g suya 1200 kalori ısı verildiğinde sıcaklığı 50°C oluyor.

Buna göre suyun ilk sıcaklığı kaç derecedir?

$$(c_{su} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C})$$

Çözüm 6

Bu sorular işlem hatası yapmazsanız çok kolaydır.

Formülümüz;

$$Q = m.c.\Delta T \text{ idi.}$$

verilenleri yerine koyarsak,

$$1200 = 100 \cdot 1 \cdot \Delta T$$

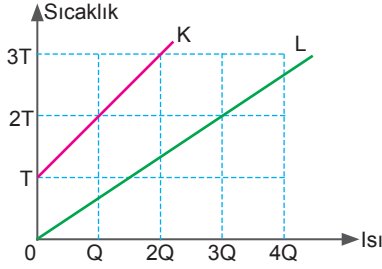
$$\Delta T = 12^\circ\text{C} \text{ dir.}$$

Son sıcaklık 50 °C ise, ilk sıcaklık;

$$50 - 12 = 38^\circ\text{C} \text{ olmalıdır.}$$

Örnek 7

Kütleleri m ve $2m$ olan K ve L maddelerinin sıcaklık - ısı grafiği şeklindeki gibidir.



Buna göre, K ve L nin özısıları oranı, $\frac{c_K}{c_L}$ nedir?

Çözüm 7

Grafikten rahatça görülebilen değerlerle K ve L için $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ formülünü yazalım. (İstediğimizi seçebiliriz.)

K için; $2Q = m \cdot c_K \cdot (3T - T)$

L için; $3Q = 2m \cdot c_L \cdot (2T - 0)$

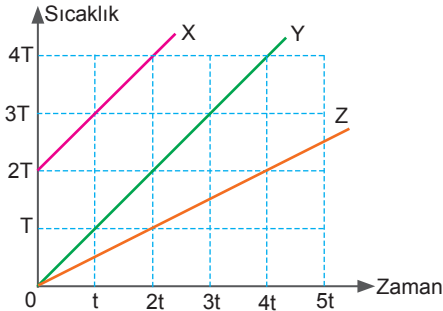
Formülleri alt alta yazarsak direkt oranlayabiliriz.

$$\frac{2Q}{3Q} = \frac{m \cdot c_K \cdot 2T}{2m \cdot c_L \cdot 2T} \text{ sadeleştirecek,}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{c_K}{2c_L} \text{ buradan, } \frac{c_K}{c_L} = \frac{4}{3} \text{ bulunur.}$$

Örnek 8

X, Y, Z maddeleri eşit sürede eşit ısı veren ısıtıcılarla ısıtılırken sıcaklık - zaman grafiği şeklindeki gibi oluyor.



Buna göre;

- I. X ve Y nin özısıları eşittir.
- II. Y nin kütlesi Z ninkine eşittir.
- III. Z nin ısı sıgası X inkinden büyüktür.

yargılarından hangileri **kesinlikle** doğrudur?

Çözüm 8

Önce şunu belirtelim. “**eşit zaman aralığında eşit ısı veren ısıtıcılar**” denildiğinde zaman eksenini ısı eksenini gibi düşünürüz.

t sürede Q verirse, $2t$ 'de $2Q$, $3t$ 'de $3Q$ ısı verir.

O zaman X, Y, Z için formülümüzü belli değerler seçerek yazalım.

$$X \rightarrow 2t \text{ anını alalım. } 2Q = m_X \cdot c_X \cdot (4T - 2T)$$

$$Y \rightarrow 2t \text{ anını alalım. } 2Q = m_Y \cdot c_Y \cdot (2T - 0)$$

$$Z \rightarrow 4t \text{ anını alalım. } 4Q = m_Z \cdot c_Z \cdot (2T - 0)$$

$$2Q = (m_X \cdot c_X) \cdot 2T$$

$$2Q = (m_Y \cdot c_Y) \cdot 2T \quad \text{Burada } 2T \text{ ler ortak olduğu için}$$

$$4Q = (m_Z \cdot c_Z) \cdot 2T \quad \text{hepsini silelim.}$$

$$(m_X \cdot c_X) = (m_Y \cdot c_Y) = 2Q$$

$$(m_Z \cdot c_Z) = 4Q$$

Z nin ısı sıgası en büyük, X ve Y nin eşittir.

Kütleleri bilmediğimiz için özısılar hakkında da kesin bir şey söyleyemeyiz. Kesinlikle doğru olan öncül III. dür.

Yalnız III.

Örnek 9

Kütleleri $2m$ ve $3m$ olan K ve L maddelerinin özısıları c ve $2c$ dir. Cisimler eşit zaman aralığında eşit ısı veren özdeş ısıtıcılarla ısıtıldıklarında sıcaklık artışları eşit oluyor.

K cismi t süre ısıtılmışsa, L cisminin ısıtılma süresi kaç t dir?

Çözüm 9

Eşit zaman aralığında eşit ısı veren ısıtıcılar dendiğinde ne yaptığımızı hatırlıyorsunuz. Zamanı Isı gibi düşünüyoruz.

Kütle ve özısılar verilmiş. Sıcaklık değişimleri (ΔT) eşitmiş.

$$K \text{ için; } Q_K = 2m \cdot c \cdot \Delta T = Q \text{ dersek,}$$

$$L \text{ için; } Q_L = 3m \cdot 2c \cdot \Delta T = 3Q \text{ olmalıdır.}$$

K, t sürede Q kadar ısı almış.

L nin $3Q$ ısı alması için $3t$ süreyle ısıtılmış olması gerekir.

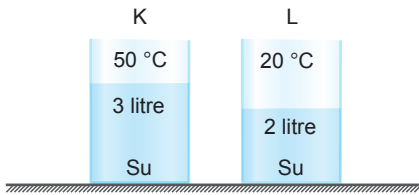
1. Isı ve sıcaklıkla ilgili,

- I. Isı bir enerji türüdür.
- II. Sıcaklık moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir.
- III. Sıcaklık maddenin cinsine bağlıdır.

yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2. Şekildeki K ve L kaplarında 50 °C ve 20 °C sıcaklıklarında 3 litre ve 2 litre su vardır.



Buna göre K kabındaki suyun,

- I. Sıcaklığı L den fazladır.
- II. Isısı L den fazladır.
- III. Isı sırası L den fazladır.

Yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

3. I. Joule
II. Kalori
III. Kelvin

Yukarıdakilerden hangileri ısı birimidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

4. Bir kaba konularak ocakta ısıtılan bir miktar suyun,

- I. Sıcaklığı
- II. İç enerjisi.
- III. Isı sırası

Niceliklerinden hangileri artar?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

5. Bir ortamın sıcaklığı ölçüldüğünde bulunan değer,

- I. – 200 °F
- II. – 300 °C
- III. – 15 K

yukarıdakilerden hangileri olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

6. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Sıcaklık termometre ile ölçülür.
- B) Aynı ortamı Celsius ve Kelvin termometreleri farklı sayılarla gösterir.
- C) Termometrede kullanılan sıvının cinsi, ölçüm yapabileceği sıcaklık aralığını belirler.
- D) Hasta termometrelerinin duyarlılığı oda termometresine göre daha fazladır.
- E) Alkol kullanılan termometreler en duyarlı olanlardır.

7. Termometre çeşitleri ile ilgili,

- I. Metal termometreler yüksek sıcaklıkları ölçmek için kullanılır.
- II. Gazlı termometreler düşük sıcaklıkları ölçmek için kullanılır.
- III. Oda sıcaklığı yalnız sıvılı termometrelerle ölçülebilir.

yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

8. K, L ve M termometrelerinde kullanılan sıvıların donma ve kaynama sıcaklıkları tablodaki gibidir.

	Donma Sıcaklığı	Kaynama Sıcaklığı
X	- 20 °C	80 °C
Y	10 °C	120 °C
Z	- 15 °C	150 °C

Buna göre, - 10 °C ile 100 °C aralığında ölçümler yapılan bir laboratuvarında hangi termometreler kullanılabilir?

- A) Yalnız X B) Yalnız Z C) X ve Y
D) X ve Z E) X, Y ve Z

9. Bir X termometresi normal koşullarda ölçeklenirken suyun donma noktası -20 °X, kaynama noktası da 100 °X olarak işaretlenmiştir.

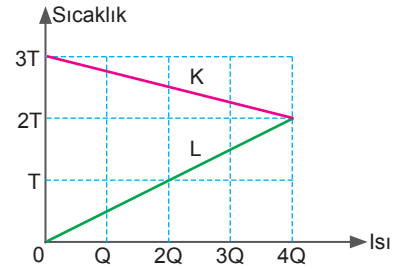
Buna göre, bu termometre kullanılarak ölçülen 40°X, kaç °C'dir?

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

10. Özısı c = 0,05 cal/g.°C olan K maddesinden yapılmış 1 kg kütleli cismin sıcaklığını 10°C den 90°C ye çıkarmak için verilmesi gereken ısı kaç kaloridir?

- A) 4000 B) 3000 C) 2500 D) 2000 E) 1500

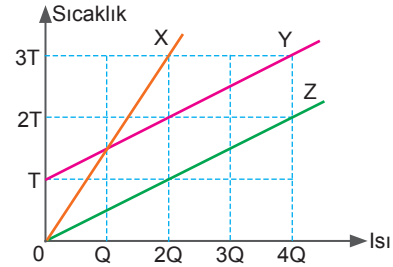
11. Kütleleri eşit olan K ve L sıvılarının sıcaklık - ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, K ve L nin özısıları oranı, $\frac{c_K}{c_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 3

12. Kütleleri farklı X, Y ve Z maddelerine ait sıcaklık - ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre,

- I. Y ve Z nin özısıları eşittir.
 - II. X in ısı sıçması Z ninkinden küçüktür.
 - III. X ve Y nin öz ısıları eşittir.
- yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

2.

HÂL DEĞİŞİMİ

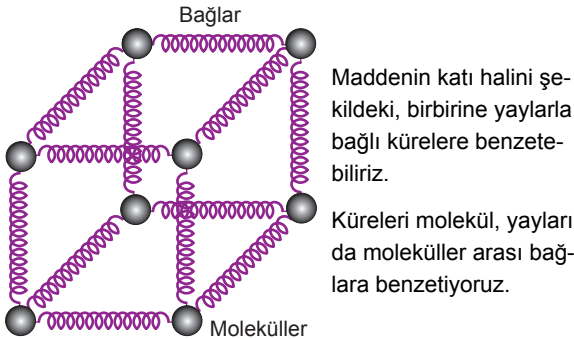
HAL DEĞİŞİMİ

Önceki konuda ısı enerjisi alan veya veren maddenin iç enerjisi değişince; sıcaklık değişimi ya da hâl değişimi olduğunu söylemiştik.

İşte bu konuda hâl değişiminin ısı ve sıcaklıkla ilgisini anlatarak nasıl gerçekleştiğini açıklıycaz.

Katı maddelerin molekülleri ve atomları birbirine sıkı sıkı bağlıdır. Sıcaklık arttıkça katı moleküllerinin titreşimleri artar. Moleküller birbirinden uzaklaşır çekim kuvvetleri azalır. Belli bir sıcaklık değerinden sonra moleküller arası bağlar daha fazla titreşime izin vermez. Verilen enerji moleküllere daha fazla titreşim enerjisi kazandırmaz ve enerji bağların kopması için harcanır.

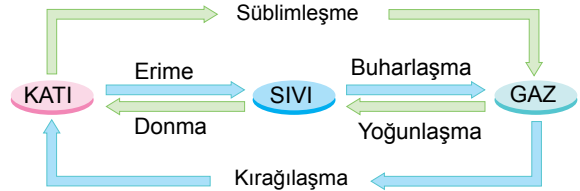
Güçlü bağları kopan madde artık katı halde kalamaz ve sıvı hale geçer. Sıvıları zayıf bağlar bir arada tutar.



Sıcaklık artışı devam ettikçe titreşim de artmaya devam eder. Fakat belli bir sıcaklıktan sonra bu zayıf bağlar da daha fazla titreşmeye izin vermez ve verilen enerjiyle sıvı molekülleri arasındaki bağlar da kopar. Moleküller tamamen bağımsız hale gelirler. Artık madde gaz haline geçmiştir.



Maddenin hallerinin birbirine geçişler; aşağıdaki gibidir.



Bazı katı maddeler sıvılaşmadan gaz haline geçebilir. Buna süblimleşme denir. En çok bilinen örneği naftalindir. Banyolarda ve odalarda kullanılan bazı kokular da katı hâlden gaz haline direkt geçebilir.

Gaz halindeyken, sıvılaşmadan katı hâle geçmeye ise kırışılma denir. Adı üzerinde sabahları bitkiler üzerinde gördüğümüz kırışığı buna örnek olarak verilebilir.

- Maddenin katı hâlden sıvı, sıvı hâlden gaz hâline geçmesi için ortamdaki ısı alır.
- Madde gaz hâlden sıvı, sıvı hâlden de katı hâle geçerken ortama ısı verir.

Peki madde ne zaman hâl değiştirir?

Isı değişiminin maddede ya sıcaklık değişimi ya da hâl değişimine sebep olacağını söylemiştik.

Erimel ve Donma

Bir maddenin katı hâlden sıvı hâle geçmesine **erime**, sıvı hâlden katı hâline geçmesine de **donma** denir.

Maddenin erime veya donmaya başlaması için maddenin cinsine ve ortam şartlarına göre değişen belli bir sıcaklık değeri vardır. Bu sıcaklığa erime ya da donma sıcaklığı denir. Bazen erime - donma noktası olarakta ifade edilir.

Bu noktanın altında veya üstündeki sıcaklıklardaki maddede ısı değişimi olursa maddenin sıcaklığı değişir. Erimenin veya donmanın başlaması için maddenin bu sıcaklığa ulaşmış olması gerekir.

- Aynı madde için erime ve donma sıcaklığı aynıdır.
- Maddenin cinsine bağlıdır.
- Ortamın basıncına bağlıdır.

Su için erime ve donma sıcaklığı deniz seviyesinde 0 °C dir. Alkol için - 117 °C , cıva içinse - 39 °C.

Erime ve Donma Isısı

Erime sıcaklığındaki 1 gram katıyı aynı sıcaklıkta 1 gram sıvı hâle getirmek için maddeye verilmesi gereken ısıya **erime ısısı** denir. L_e ile gösterilir.

Donma sıcaklığındaki 1 gram sıvının aynı sıcaklıkta 1 gram katı olurken ortama verdiği ısıya **donma ısısı** denir. L_d ile gösterilir.

Erime ısısı ve donma ısısı ayırtedici özelliktir. Maddenin cinsine bağlıdır. Aynı madde için donma ve erime ısıları eşittir. $L_e = L_d$

Su için $L_e = L_d = 80 \text{ cal/g}$ veya $334,4 \text{ J/g}$ dır.

- Hal değişimi sırasında sıcaklık sabittir, değişmez.
- Aynı maddenin erime ve donma ısısı aynıdır.
- Maddenin cinsine bağlıdır. Ayırt edici özelliktir.

Buharlaşma ve Yoğunlaşma

Bir maddenin sıvı hâlden gaz hâline geçmesine **buharlaşma**, gaz hâlden sıvı hâle geçmesine de **yoğunlaşma** denir.

Burada önemli bir noktaya değinicez. Buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşebilir. Kaynama sıcaklığı ise maddenin cinsine bağlı bir değerdir. Kaynama ve yoğunlaşma sıcaklığı aynı madde için aynıdır.

Islak çamaşırların kuruması elbiselerdeki suyun buharlaşmasıyla gerçekleşir. Üzeri açık bir bardaktaki su oda sıcaklığında bile beklese bir süre sonra tamamen buharlaşarak bitecektir.

Kaynamaya gelince; kaynama buharlaşmanın özel bir durumudur. Buharlaşma gibi her sıcaklıkta olmaz. Kaynama belirli bir sıcaklıkta ve sıvının her noktasında gerçekleşir. Buharlaşma ise sıvının üst yüzeyinden moleküllerin kopmasıyla olur.

Buharlaşma ve Yoğunlaşma Isısı

Kaynama sıcaklığındaki 1 gram sıvıyı aynı sıcaklıkta 1 gram gaz hâle getirmek için maddeye verilmesi gereken ısıya **buharlaşma ısısı** denir. L_b ile gösterilir.

Yoğunlaşma sıcaklığındaki 1 gram gazın aynı sıcaklıkta 1 gram sıvı olurken ortama verdiği ısıya **yoğunlaşma ısısı** denir. L_y ile gösterilir.

Buharlaşma ısısı ve yoğunlaşma ısısı ayırtedici özelliktir. Maddenin cinsine bağlıdır. Aynı madde için eşittir. $L_b = L_y$

Su için $L_b = L_y = 540 \text{ cal/g}$ veya 2257 J/g dır.

Hal Değişim Isısı

Donma ısısı, erime ısısı, buharlaşma ısısı ve yoğunlaşma ısısına genel olarak hâl değişim ısısı denir. L harfiyle gösterilir. Hâl değiştirme sıcaklığındaki 1 g maddenin bulunduğu hâlden geçeceği hâle dönüşürken ortamdan aldığı veya ortama verdiği ısıdır.

Hal değişimi sırasında maddenin sıcaklığı değişmez. Verilen tüm ısı (enerji) hâl değişimi için kullanılır.

Bu ısyı veren formülümüz;

$$Q = m.L$$

Q : ısı

m : kütle

L : hâl değişim ısısı

Örnek 1

Erime sıcaklığındaki 100 g buzı eritmek için gerekli ısı ile, erime sıcaklığındaki kaç gram kurşun eritilebilir?

($L_{\text{buz}} = 80 \text{ cal/g}$; $L_{\text{kurşun}} = 5,5 \text{ cal/g}$)

Çözüm 1

Buz ve kurşunun sadece hâl değişimlerine bakıcaz. Sıcaklık değişimi yok.

Hal değişimi için formülümüz, $Q = m.L$ idi.

Buz için bunu yazıp gerekli ısyı bulalım.

$$Q = 100.80 = 8000 \text{ cal ısı gerekiymiş.}$$

Şimdi bu ısı ile kaç gram kurşunu eritebileceğimizi hesaplayalım.

$$Q = m.L_{\text{kurşun}}$$

$$8000 = m.5,5 \text{ ise, } m \approx 1455 \text{ g olacaktır.}$$

Aradaki farkı gördünüz mü?

Aynı ısı ile yaklaşık 14 kat fazla kurşun eritilebiliyor.

Buzun erime ve suyun donma ısısı (ikisi de aynıdır demiştik) bir çok maddeden yüksektir.

Kışın kar yağarken hava yumuşar ve kolay kolay don olmaz. Bunun sebebi kar oluşurken ortama verilen ısıdır.

Fakat karlar erimeye başladığında, erimek için gerekli ısyı ortamdan alacağı için, hava sıcaklığı azalır.

Hal değişim ısısının büyük olması bu sıcaklık farklarında hissedilir derecede yüksek olmasına neden olur.

Örnek 2

Yoğunlaşma sıcaklığındaki m kütleli buhar yoğunlaşırken ortama Q kadar ısı veriyor.

Bu ısıyla erime sıcaklığındaki kaç m kütleli buz eritilebilir? ($L_y = 540 \text{ cal/g}$; $L_e = 80 \text{ cal/g}$)

Çözüm 2

Hal değişimi yapan maddeler için ısı formülümüz,

$Q = m \cdot L$ idi. Bunu önce buhar için, sonrada buz için yazıp aralarındaki ilişkiyi kuracağız.

Buhar için, $Q = m_{\text{buhar}} \cdot L_y$

Kütle; m, yoğunlaşma ısısı; $L_y = 540 \text{ cal/g}$ soruda veriliyor.

$Q = m \cdot 540$ olacaktır.

Buz için, $Q = m_{\text{buz}} \cdot L_e$

Burada Q yerine yukarıda bulduğumuz eşitliği yazacağız.

$Q = m_{\text{buz}} \cdot L_e$ Buzun erime ısısı $L_e = 80 \text{ cal/g}$ verilmiş.

$m \cdot 540 = m_{\text{buz}} \cdot 80$ buradan $m_{\text{buz}} = 6,75m$ bulunur.

Örnek 3

Kaynama sıcaklığındaki 10 g sıvının tamamının buharlaşması için 8550 J ısı enerjisi gerekmektedir.

Buna göre, bu sıvının buharlaşma ısısı kaç J/g dır?

Çözüm 3

Hal değişimi yapan maddeler için ısı formülü, $Q = m \cdot L$

Bize ısı (Q) ve kütle (m) verilmiş hâl değişim ısısını (L) soruyor.

Verilenleri yerine koyup bilinmeyi çekmekten başka yapacak birşey yok:) Yapalım o zaman.

$Q = m \cdot L$

$8550 = 10 \cdot L$

$L = 855 \text{ J/g}$ olacaktır.

Bizden cal/g cinsinden isteseydi; $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ olduğu için, 855 i $4,18$ e bölecektik.

Buradan da yaklaşık $L = 204,5 \text{ cal/g}$ bulunur.

Bu arada bu değer alkole ait. Sıvımız alkolmü.

Ne demiştik "hal değişim ısısı ayırt edici özelliktir."

Hal değişim grafiği

Katı hâldeki bir maddeye sürekli olarak ısı verildiğinde sıcaklığı artmaya başlar. Erime noktasına gelene kadar enerjinin tamamı sıcaklık artışı için kullanılır.

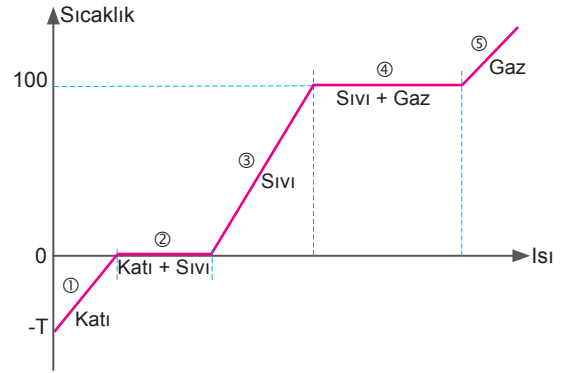
Erime sıcaklığına ulaşan madde, aldığı ısının tamamını hâl değişimi için kullanır. Erime bitene kadar sıcaklık sabit kalır.

Maddenin tamamı sıvı hâle gelince, tekrar sıcaklık artışı başlar. Sıvının sıcaklığı kaynama noktasına ulaşana kadar sıcaklık yükselir.

Kaynama sıcaklığındaki madde kaynamaya başlar. Sıvının tamamı gaz olana kadar sıcaklık sabittir.

Gaz hâlinde ısı verildikçe sıcaklık artmaya devam eder.

Su için hâl değişim grafiğini görelim.



$-T^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki buzun ısı- sıcaklık grafik şekildeki gibidir. ①, ③, ⑤ aralıklarında sıcaklığın arttığı görülüyor.

Bu aralıklarda; $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bağıntısı kullanılır.

② ve ④ aralığında ise sıcaklık sabittir. hâl değişimi var. Bu aralıklar buzun eridiği ve suyun kaynadığı aralıklardır.

Bu aralıklarda; $Q = m \cdot L$ bağıntısı kullanılır.

Örnek olarak, bizden -10°C sıcaklıktaki buz 80°C su hâline getirmemiz istenirse, bunu bir kerede hesaplayamayız.

Buradaki her bir aralık için ısılar ayrı ayrı hesaplanır ve toplanır.

Gerekli ısıya Q dersek;

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ olacaktır.

-10°C den 0°C ye kadar; $Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T$

0°C de buzun, 0°C su olması için; $Q_2 = m \cdot L$

0°C suyun 80°C ye çıkması için; $Q_3 = m \cdot c \cdot \Delta T$

Çok karışık ve zor gibi görünüyor ama, aslında gayet basit. Dikkatli olur ve işlem hatası yapmazsanız başka bir sorun çıkmaz.

Hemen bir örnek çözerek anlattığımız şeyleri uygulayalım.

Örnek 4

Isıca yalıtılmış ortamda, sıcaklığı -10°C olan 10 g kütleli buz $+80^{\circ}\text{C}$ sıcaklığında su hâline getirmek için ne kadar ısı vermek gerekir?

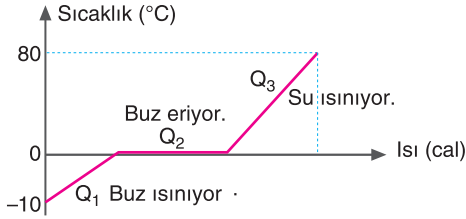
($c_{\text{buz}} = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, $L_{\text{buz}} = 80 \text{ cal/g}$)

Çözüm 4

"Isıca yalıtılmış ortam" ifadesi ısı kaybı olmayacak anlamına geliyor. Tıpkı sürtünmesiz ortam dediğimiz gibi.

Soruyu daha rahat görmek ve hata yapmamak için grafik çizmek işimizi kolaylaştırır. Buradaki gibi ayrıntılı olmasa da mutlaka bir grafik çizmenizi öneririm.

Grafikteki her aralık için ısı değerleri Q_1 , Q_2 , Q_3 bulup topluyoruz.



Buz ısınırken	Buz erirken	Su ısınırken
Sıcaklık değişimi	hâl değişimi	Sıcaklık değişimi
$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T$	$Q_2 = m \cdot L_b$	$Q_3 = m \cdot c \cdot \Delta T$
$Q_1 = 10 \cdot 0,5 \cdot 10$	$Q_2 = 10 \cdot 80$	$Q_3 = 10 \cdot 1 \cdot 80$
$Q_1 = 50 \text{ cal}$	$Q_2 = 800 \text{ cal}$	$Q_3 = 800 \text{ cal}$

Gerekli toplam ısı $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1650 \text{ cal}$ dir. Bu sorunun cevabını bizden joule olarakta isteyebilirler.

Hal değişim ısısı ve özısı joule cinsinden verilirse sonuç zaten J çıkardı.

Calori cinsinden verilince sonucu bulduktan sonra dönüşüm yapmak daha mantıklı. "c" ve "L" değerlerini ayrı ayrı calori'den joule dönüştürmek daha uzun olur.

1 cal = 4,18 joule ise; $1650 \text{ cal} = 1650 \cdot 4,18 = 6897 \text{ J}$ olur.

Sınavlarda hâl değişimiyle ilgili en çok, su-buz sistemi olan sorular karşımıza çıkacaktır. Anladınız siz onu ☺



DİKKAT

Isı konusunun işlem soruları çok zor değildir. Formülleri hatırlayıp varsa birim dönüşümlerini yaptıktan sonra gerisi temel matematiksel işlemler.

Ama yorum soruları çok dikkat ister. Konuyu iyi anlamış olmak ve olası durumları iyi değerlendirmek gerekir.

Şimdi giriş seviyesinde bi yorum sorusu çözelim :)

Örnek 5

Isıca yalıtılmış ortamlarda aynı maddeden yapılmış eşit kütleli K, L katı cisimlerine eşit miktarda ısı veriliyor.

Son durumda K nin tamamı erimişken L nin bir kısmı hâla katı hâlde bulunduğuna göre,

I. K ve L in hâl değişim ısıları farklıdır.

II. K nin ilk sıcaklığı L den fazladır.

III. K ve L nin son sıcaklıkları eşittir.

Yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

Çözüm 5

Soru cümlesinde altı çizili **kesinlikle** ifadesi kesinlikle çok önemli. Sorunun cevabını bu belirleyecek.

I. öncül kafadan yanlış. Soruda aynı cins madde demiş. Hâl değişim ısısı ayırt edici bir özellik ve maddenin cinsine bağlı olduğu için farklı olamaz.

II. öncülde ilk sıcaklıklar arasındaki ilişki soruluyor.

K ve L ikisinde erime sıcaklığında olsaydı, kütleler eşit olduğu için aynı ısı verilince aynı miktarda erime gerçekleşirdi.

Fakat K nin tamamı L nin bir kısmı erimiş. Yani L erimek için daha az enerji kullanmış. Aynı ısı verildiğine göre L cismi bu ısının birazını erimeden önce kullandı.

Yani erime sıcaklığına ulaşmak için sıcaklık artışı oldu. K nin ilk sıcaklığı da erime noktasından aşağıda olabilir. Ama tamamı eridiği için L ye göre erime sıcaklığına daha yakındır. Sonuç olarak K nin ilk sıcaklığı L den kesinlikle fazla.

II. öncül kesinlikle doğru.

III. öncülde son sıcaklıkları soruyor. L cisminin bir kısmı erimiş bir kısmı hâla katı olduğu için sıcaklığı erime sıcaklığıdır. Fakat K nin tamamı eridiğinden erime sıcaklığında veya biraz üstünde olabilir. Kesin birşey söylenemez.

III. öncül kesin değil.

Bu durumda **kesinlikle doğru olan yalnız II dir.**

Özellikle II. öncülün açıklaması sizi biraz yormuş olabilir:)

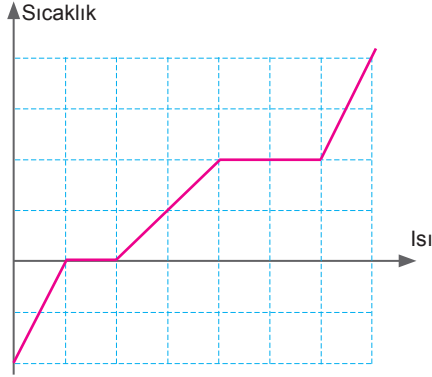
Ama bu konuyla ilgili çok göreceksiniz dediğim su - buz sistemleriyle ilgili ÖSYM nin sorduğu eski sorularda bunun gibi yorumlar yapmak gerekebiliyor.

O yüzden kafanız karıştıysa tekrar okuyun, ama mantığı anlamaya çalışın.

Su - buz karışımı sorularını sonraki ısı denge konusunda görecez. Gözünüz korkmasın çok zor değil :)

Örnek 6

Saf bir maddeye ait sıcaklık - ısı grafiği şekildeki gibidir.



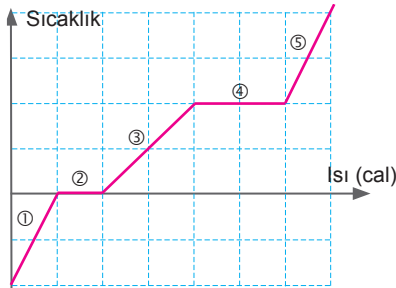
Grafikteki bölmeler eşit aralıklı olduğuna göre,

- I. Katı haldeki öz ısısı gaz halindekiine eşittir.
- II. Sıvı haldeki öz ısısı katı haldekinden büyüktür.
- III. Buharlaşma ısısı erime ısısının iki katıdır.

Yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 6

Grafiği numaralandırılabilir açıklamalar daha anlaşılır olsun.



I. öncül için ① ve ⑤ numaralı bölgelere bakıcaz. Katı ve gaz hallerdeki sıcaklık artışı bu bölgelerde oluyor.

Grafiğin iki bölgede de eğiminin aynı olması ısı sığasının aynı olduğunu gösterir. Aynı maddeye ait olduğu için de (kütle aynı) özısılar eşittir. **I. öncül doğru.**

II. öncül için ① ve ③ numaralı bölgelere bakalım. Katı ve sıvı hallerdeki sıcaklık artışı buralarda.

③ numaralı bölgede eğim daha az. Grafiğe bakarsanız, ① ve ③ teki sıcaklık artışı aynı ama yatay (ısı) ekseninde ③ daha uzun. Aynı sıcaklık artışı için sıvı halde iki kat ısı gerekmiş. Demek ki sıvı haldeki özısı daha büyük.

II. öncül doğru.

III. öncülde hâl değişim ısılarını sormuş. ② ve ④ bölgelerine bakıcaz. Yatay çizgi, yani ısı ekseninde ④ te ② ye göre iki kat daha uzun. Kütle eşit olduğuna göre, buharlaşma ısısı erime ısısının iki katı olmalı. **III. öncül doğru.**

Erime ve Donmaya Etki Eden Faktörler

Kesinlikle unutmamanız gereken ilk şey; hâl değişimi sırasında sıcaklık sabit kalır.

Sıcaklık sabit olduğu için de özkütle değişmez.

Burada şuna dikkat edicez: Buz erirken buzun kalan kısmının özkütlesi değişmez. Buzun eriyen kısmı suya dönüştüğü için artık suyun özkütlesine sahiptir.



Erime ve donma noktası maddenin ayırtedici özelliğidir. Maddenin cinsine bağlıdır. Bazı dış etkenlerden etkilenir.

Erime - donma sıcaklığı yabancı madde katılarak değiştirilebilir.

Örneğin araçlarda kullanılan antifriz, kışın yola serpilen tuz ve özel sıvılar donma noktasını düşürür.

Erime - donma sıcaklığı basınçla değişir. Su donarak buz olurken hacmi artar. Buz eriyip su olurken de hacmi azalır. Basıncın artması hacmi küçültecek yönde etki yapacağı için, erimeyi kolaylaştırır, donmayı zorlaştırır. Bu durum su ve istisna birkaç madde için geçerlidir. Maddelerin genelinde durum bunun tam tersidir.

Basıncın donma ve erimeye etkisi nedeniyle:

Karda yürürken bastığımız yerlerde ve araç tekerlerinin geçtiği yerlerde basınç etkisiyle karlar daha düşük sıcaklıkta erir.

Yüksek dağların tepesindeki açık hava basıncı az olduğu için karların geç erirler.

Buzlukta bekleyen soda şişesi açıldığında içindeki su hemen donar. Şişe içinde basınç altında sıvı halde olan su, kapak açılıp basınç azalınca katılaşır.



DİKKAT

Isı kaynağının gücü ve madde miktarı erime - donma sıcaklığını etkilemez. Erime ve donma süresini etkiler.

Buz kütlesi büyükte olsa küçükte olsa 0 °C de erir. Isı kaynağı güçlü veya zayıf olsa da erime ve donma noktası 0 °C olacaktır. Bunlar sadece süreyi değiştirebilir.

Buharlaşmaya ve Kaynamaya Etki Eden Faktörler

Buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşir. Kaynama noktası ise maddenin cinsine bağlı ayırt edici özelliktir. Buharlaşma veya kaynama maddenin ısı almasıyla gerçekleşir.

Yoğunlaşma ve donma sırasında dışarıya ısı verilir.



Buharlaşma; yüzey alanı, sıcaklık ve basınçla değişir.

Buharlaşma moleküllerin sıvı yüzeyinden kopması olduğu için yüzey alanı büyükse, daha çok molekül koparak buharlaşır. Sıcaklık büyükse moleküllerin hareket enerjileri de fazla olacağından buharlaşma da hızlı olur.

Basıncın azalması buharlaşmayı hızlandırır.

Hava akımları da buharlaşmayı hızlandırır. Rüzgarlı havalarda çamaşırların daha kolay ve hızlı kurumasının nedeni budur.

Kaynama ve yoğunlaşma noktası, yabancı maddeler sıvıya eklenirse değişir. (Tuzlu su)

Kaynama noktası basınç artınca yükselir. (Düdüklü tencere kullanılmasının nedeni budur.)

Deniz seviyesinde ağzı açık bir kapta 100°C'de kaynayan su, Erzurum'da açık hava basıncı az olduğu için daha düşük sıcaklıkta kaynar.



DİKKAT

Isı kaynağının gücü ve madde miktarı erime ve donma sıcaklığını etkilemez. Erime ve donma süresini etkiler.

Suyu kaynatırken kabı büyük ocağa da koysak, küçüğe de koysak 100 °C de kaynar. Ama süre değişir.

Yemek yaparken kaynama başlayana kadar ocak çok açılıp, kaynama başladıktan sonra altı kısılır. Çünkü aynı basınç altında ocak ne kadar çok yansa da suyun sıcaklığı 100 °C nin üstüne çıkamaz. Sadece buharlaşmayı hızlandırır. 100 °C nin üzerinde su sıcaklığına ulaşmak için basınçlı kaplar kullanılır.

Örnek 7

- I. Erime ısısı
- II. Donma sıcaklığı
- III. Buharlaşma sıcaklığı

Yukarıdaki niceliklerden hangileri maddeler için ayırt edici özelliklerdendir?

Çözüm 7

Erime ısısı, erime sıcaklığındaki bir katı maddenin 1 gramını aynı sıcaklıkta sıvı hâle getirmek için gerekli ısıydı. Madenin cinsine bağlıdır ve ayırt edici özelliktir.

Donma sıcaklığı maddenin sıvı hâlden katı hale geçtiği sıcaklık değeridir. Basınç ve yabancı maddeler katılarla değiştirilebilse de saf bir madde için ayırt edici özelliktir.

Buharlaşma sıcaklığı diye bir sıcaklık yoktur. Buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşebilir. Kaynama sıcaklığı deseydi ayırt edici olurdu.

Ayrıca buharlaşma ısısı deseydi bu da ayırt edici özellikti. Ama buharlaşma sıcaklığı ayırt edici özellik değildir.

Cevap I ve II olacak.

Örnek 8

Ağzı açık bir kaba konulan sıvının, dış ortamda tamamen buharlaşması için geçen süre,

- I. Ortamın sıcaklığı
- II. Deniz seviyesinden olan yüksekliği
- III. Sıvının cinsi

yukarıdakilerden hangilerine bağlıdır?

Çözüm 8

Ortamın sıcaklığı ne kadar çoksa sıvının sıcaklığı da yüksek olacaktır. Sıcaklığı fazla olan sıvı moleküllerin hareket enerjisi fazla olduğu için daha hızlı buharlaşır.

Deniz seviyesinden yükseklik açık hava basıncını etkileyeceği için, basıncın farklı olması buharlaşma hızını etkiler. Yüksek yerlerde basınç az olduğu için buharlaşma da hızlıdır.

Buharlaşmak için sıvının ortamdaki ısı alması gerekir. Buharlaşma ısısı büyük olan bir sıvı daha çok ısıya ihtiyaç duyar ve buharlaşma yavaş olur.

Buharlaşma ısısı maddenin cinsine bağlı olduğu için, maddenin cinsi buharlaşma süresini de etkiler.

Bu durumda cevap I, II ve III tür.

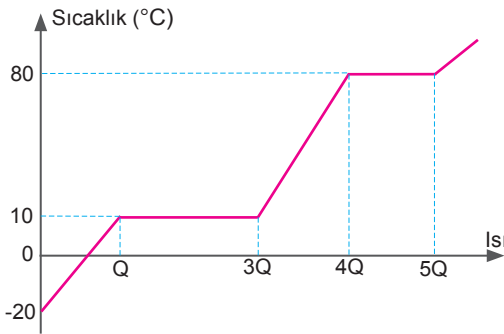
1. Erime sıcaklığındaki 1 kg buz tamamı eriyip aynı sıcaklıkta su olurken dışarıdan kaç kcal ısı alır? ($L_{\text{buz}} = 80 \text{ cal/g}$)

A) 40 B) 80 C) 400 D) 1000 E) 8000

2. 100°C sıcaklıktaki 1 litre suyun tamamını aynı sıcaklıkta buhar yapmak için gerekli ısıyla, 0°C sıcaklıktaki kaç litre suyun sıcaklığı 100°C ye çıkarılabilir? ($L_{\text{buhar}} = 540 \text{ cal/g}$; $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g}$)

A) 4 B) 0,54 C) 5,4 D) 54 E) 80

3. Saf bir maddeye ait sıcaklık- ısı grafiği şekildeki gibidir.



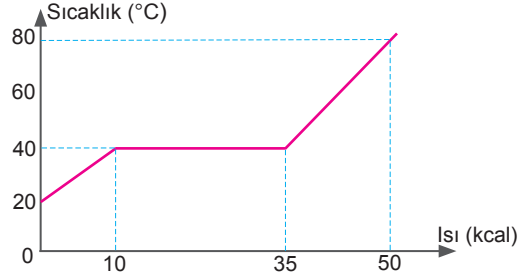
Bu maddeyle ilgili,

- I. Erime sıcaklığı 10°C dir.
 II. Kaynama sıcaklığı 80°C dir.
 III. Erime ısısı buharlaşma ısısından yüksektir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

4. 20°C sıcaklıkta katı olan 500 g kütleli bir maddenin sıcaklık - ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, bu maddenin erime ısısı kaç cal/g dır?

A) 40 B) 50 C) 75 D) 100 E) 500

5. K, L ve M maddelerinin donma ve kaynama sıcaklıkları grafikteki gibidir.

Madde	Donma sıcaklığı	Kaynama sıcaklığı
K	-20°C	90°C
L	-5°C	130°C
M	12°C	180°C

Buna göre,

- I. 0°C de K ve L katı, M sıvıdır.
 II. 80°C de üçü de sıvıdır.
 III. 150°C de K ve L gaz, M sıvıdır.

Yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) II ve III E) I, II ve III

6. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Hal değişimi sırasında sıcaklık değişmez.
 B) Erime ısısı, donma ısısına eşittir.
 C) Buharlaşma sıcaklığı, yoğunlaşma sıcaklığına eşittir.
 D) Yabancı maddeler kaynama noktasını değiştirir.
 E) Donma noktası basınçla değişir.

7. 100 °C sıcaklıktaki 20 g su buharı yoğunlaşıp, su sıcaklığı 0 °C olana kadar soğursa kaç kcal ısı verir? ($L_{\text{buhar}} = 540 \text{ cal/g}$; $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$)

A) 8,8 B) 10 C) 10,8 D) 12 E) 12,8

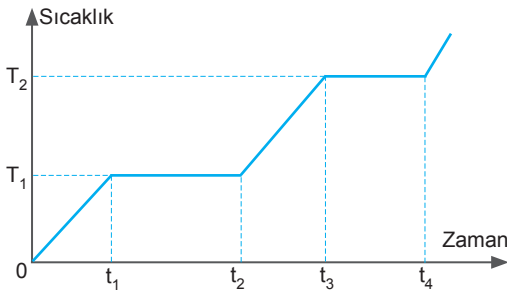
8. - 20 °C sıcaklıktaki 100 g buz 50 °C sıcaklığında su hâline getirilmek isteniyor.

Bunun için, dakikada 1000 kalori ısı veren bir ısı kaynağı kullanılırsa işlem kaç dakika sürer?

($L_{\text{buhar}} = 540 \text{ cal/g}$; $c_{\text{buz}} = 0,5 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$; $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$)

A) 14 B) 20 C) 24 D) 30 E) 42

9. Eşit sürede eşit ısı veren bir ısıtıcı ile ısıtılan saf bir maddeye ait sıcaklık - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre,

- I. $t_1 - t_2$ aralığında bir kısmı sıvı bir kısmı katı hâldedir.
- II. t_2 anında tamamı sıvı hâldedir.
- III. t_3 anında tamamı sıvı hâldedir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

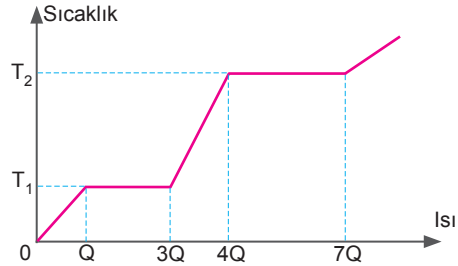
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

10. Isıca yalıtılmış ortamda bulunan 50 g kütleli X ve Y katı maddelerine eşit miktarda ısı veriliyor. Bu süre sonunda X maddesinin 10 gramı, Y nin 20 gramı hâla katı hâlde oluyor.

Başlangıçta maddeler erime sıcaklığında olduğuna göre X ve Y nin erime ısıları oranı, $\frac{L_X}{L_Y}$ kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

11. Isıca yalıtılmış bir ortamda ısıtılan saf bir maddeye ait sıcaklık - ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, maddenin erime ve buharlaşma ısıları oranı, $\frac{L_e}{L_b}$ kaçtır?

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

12. Isıca yalıtılmış ortamda içinde 0 °C sıcaklıkta su bulunan kaba, 0 °C sıcaklıkta bir parça buz atılıp ısıtılmaya başlanıyor. Bir süre sonra kaptaki buzun yarısının eridiği gözleniyor.

Buna göre bu süre içinde,

- I. Kaptaki suyun sıcaklığı artmıştır.
- II. Kaptaki buzun sıcaklığı artmıştır.
- III. Kaptaki suyun sıcaklığı değişmemiştir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

3.

ISIL DENGE

Isı ALIŞVERİŞİ

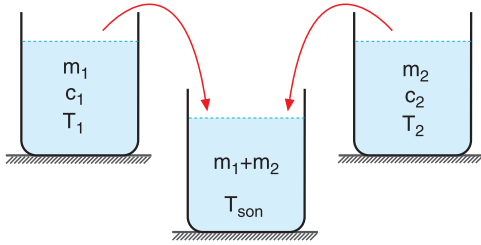
Farklı sıcaklıktaki maddeler bir araya geldiklerinde aralarında enerji transferi (ısı alışverişi) olur.

Isı alışverişi, sıcaklıklar eşitlenip denge sıcaklığına ulaşınca kadar sürer. Sıcaklığı büyük olan madde ısı verir, küçük olan ise ısı alır.

Maddeler arasındaki ısı alışverişinin bitip, denge sıcaklığına ulaşmasına **ısı denge** diyoruz.

Ortam ısıca yalıtılmış ise, enerji korunumu gereği iki madde arasında her zaman alınan ısı, verilen ısıya eşit olacaktır.

Aslında bu durumu günlük hayatımızda hepimiz sürekli olarak yaşıyor ve biliyoruz. Sıcak ve soğuk iki bardak su, bir kaba konulursa ılık olur.



Şekildeki gibi kütleleri m_1 , m_2 ; özisıları c_1 , c_2 ; sıcaklıkları T_1 , T_2 olan iki sıvıyı boş bir kaptaki bir araya getirelim.

Isı alışverişinin sadece sıvılar arasında ve $T_1 > T_2$ olduğunu kabul edersek.

Sıcaklığı T_1 olan sıvı soğuyarak ısı verir, T_2 olan ise ısı alarak ısınır. Hâl değişimi yoksa son sıcaklık T_1 ve T_2 arasında olur. T_1 veya T_2 ye kesinlikle eşit olamaz.

$$T_1 > T_{son} > T_2$$

$$Q_{verilen} = Q_{alınan}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_{son}) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_{son} - T_2)$$



DİKKAT

Δt nin negatif olmamasına dikkat edilmelidir. Yoksa sonuç yanlış çıkar.



DİKKAT

Isı alışverişi olması için maddelerin farklı sıcaklıklarda olması gerekir. Aynı sıcaklıktaki maddeler ısı denge değildir ve ısı alışverişi olmaz.

Isı geçişi her zaman sıcaklığı yüksek olandan düşük olan cisme doğru olur.

Hemen bi örnek çözelim.

Örnek 1

80°C sıcaklıktaki 5 litre su ile 0°C sıcaklıktaki 3 litre su ısıca yalıtılmış bir ortamda karıştırılıyor.

Buna göre, karışımın denge sıcaklığı kaç °C olur?

Çözüm 1

Ortam ısıca yalıtılmış, yani ısı alışverişi sadece bu iki su arasında olacak. 80°C sıcaklıktaki ısı verecek, 0°C sıcaklıktaki ısı alacak.

$$Q_{verilen} = Q_{alınan}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$

Soruda su miktarları litre olarak verilmiş. İki için de aynı cins verildiği için kütle yerine bunları kullanabiliriz.

Suyun özisısı $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Ama karışan iki madde aynı olduğunda bu değeri bilmemiz gerekmez. Eşitliğin iki tarafında sadeleşirler.

Denge sıcaklığına; T_{son} dersek.

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_{son}) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_{son} - T_2)$$

$$5 \cdot c \cdot (80 - T_{son}) = 3 \cdot c \cdot (T_{son} - 0)$$

"c" leri sadeleştirip parantezleri açalım.

$$400 - 5T_{son} = 3T_{son}$$

$$400 = 8T_{son} \quad \text{buradan,}$$

$$T_{son} = 50^\circ\text{C} \text{ bulunur.}$$

Gördüğümüz gibi denge sıcaklığı ilk sıcaklıkların arasında bir değer.

Örnek 2

20°C sıcaklıktaki 200 g suyun içine 150°C sıcaklıktaki 30 g lık demir bilye atılıyor.

Isı alış-verişi sadece bilye ve su arasında olursa, denge sıcaklığı kaç °C olur?

($c_{su} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$; $c_{demir} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$)

Çözüm 2

Ortam ısıca yalıtılmış, uzatmadan çözüme geçelim.

$$Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alınan}}$$

$$m_{\text{demir}} \cdot c_{\text{demir}} \cdot \Delta T_1 = m_{\text{su}} \cdot c_{\text{su}} \cdot \Delta T_2$$

$$m_{\text{demir}} \cdot c_{\text{demir}} \cdot (150 - T_{\text{son}}) = m_{\text{su}} \cdot c_{\text{su}} \cdot (T_{\text{son}} - 20)$$

Verilenleri yerlerine koyup biraz matematik yapıyoruz :

$$30 \cdot 0,5 \cdot (150 - T_{\text{son}}) = 200 \cdot 1 \cdot (T_{\text{son}} - 20)$$

$$15 \cdot (150 - T_{\text{son}}) = 200 \cdot (T_{\text{son}} - 20)$$

$$2250 - 15T_{\text{son}} = 200T_{\text{son}} - 4000$$

$$6250 = 215T_{\text{son}}$$

$$T_{\text{son}} = 29^\circ\text{C} \quad \text{küsüratı attım :}$$

Dikkat ettiyseniz demir çok sıcak olmasına rağmen suyun sıcaklığını sadece 9 derece artırabildi. Ama demirin sıcaklığı 141 derece azaldı. Bunun sebebi demirin kütlesinin ve özellikle özısının sudan küçük olması.

$m \cdot c$ = ısı sığası demiştik. Demekki ısı sığası büyük olanın sıcaklık değişimi az, ısı sığası küçük olanın sıcaklık değişimi çok oluyor. Aklınızda kalsın:)

**DİKKAT**

Denge sıcaklığını bulurken bazı özel durumlarda işlemleri kısaltabiliriz.

- Aynı cins maddeler bir araya gelirse;

Yani $c_1 = c_2$ ise;

$$T_{\text{son}} = \frac{m_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot T_2}{m_1 + m_2}$$

Son sıcaklık kütlesi büyük olana daha yakın olur.

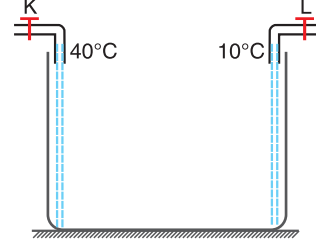
- Isı sığaları eşit maddeler bir araya gelirse;

Yani $m_1 c_1 = m_2 c_2$ ise,

$$T_{\text{son}} = \frac{T_1 + T_2}{2} \text{ dir.}$$

Örnek 3

Şekildeki boş kap 40°C ve 10°C sıcaklığında su akıtan K ve L muslukları ile dolduruluyor.



Muslukların debileri eşitse ve ısı alış-verişi sadece sular arasında oluyorsa, kaptaki suyun son sıcaklığı ne olur?

Çözüm 3

Debilerin eşit olması iki muslukta da aynı miktarda su akması demektir.

Yani kütleler eşit olacak. ($m_1 = m_2$)

İki muslukta da su akıyorsa; madde cinsleri aynı. ($c_1 = c_2$)

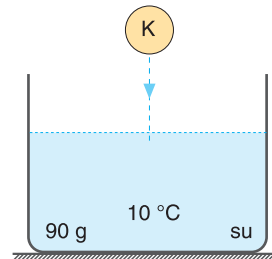
Bu durumda ısı sığaları eşit olacağından, ($m_1 c_1 = m_2 c_2$)

$$T_{\text{son}} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{40 + 10}{2} = 25^\circ\text{C} \text{ bulunur.}$$

Bu kadar basit :)

Örnek 4

İçinde 10°C de 90 g su bulunan kaba, sıcaklığı 80°C olan 20 g kütleli K cismi atılıyor.



Isı alış-verişi sadece su ve K cismi arasında olduğuna göre suyun son sıcaklığı kaç °C dir?

(Hal değişimi olmuyor. $c_{su} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, $c_K = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$)

Çözüm 4

Isı alış-verişi sadece su ve K cismi arasında olduğu için alınan ve verilen ısı miktarı eşit olmalıdır.

Sıcaklığı büyük olan K cismi, ısı verir. Sıcaklığı küçük olan su, ısı alır.

$$Q_{\text{alınan}} = Q_{\text{verilen}}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 \text{ verilenleri yerine koyarsak,}$$

$$90 \cdot 1 \cdot (T_{\text{son}} - 10) = 20 \cdot 0,5 \cdot (80 - T_{\text{son}})$$

$$9 \cdot (T_{\text{son}} - 10) = 1 \cdot (80 - T_{\text{son}})$$

$$9T_{\text{son}} - 90 = 80 - T_{\text{son}}$$

$$10T_{\text{son}} = 170$$

$$T_{\text{son}} = 17^\circ\text{C} \text{ olur.}$$

Örnek 5

30°C sıcaklıktaki X sıvısı ile 70°C sıcaklıktaki Y sıvısı bir kaptaki karıştırılıyor. Isı alışverişi yalnızca X-Y sıvıları arasında olup denge sıcaklığı 50°C dir.

Buna göre X, Y sıvılarının;

- I. sıcaklık değişimleri,
- II. özisıları,
- III. ısı enerjisi değişimleri

niceliklerinden hangileri **kesinlikle** eşittir?

Çözüm 5

Ortam ısıca yalıtılmış ve yalnızca X-Y arasında ısı alışverişi olduğuna göre

Alınan ısı = Verilen ısı olacaktır. **III. doğru.**

Denge sıcaklığı 50°C olarak verilmiş.

X sıvısı 30°C den 50°C ye çıkmış, Y 70°C den 50°C ye inmiş. Sıvıların sıcaklık değişimleri 20°C olup eşittir. **I. doğru.**

$Q_{\text{alınan}} = Q_{\text{verilen}}$ ise,

$$m_X \cdot c_X \cdot \Delta T_X = m_Y \cdot c_Y \cdot \Delta T_Y$$

$$m_X \cdot c_X \cdot (50 - 30) = m_Y \cdot c_Y \cdot (70 - 50)$$

$$20 \cdot m_X \cdot c_X = 20 \cdot m_Y \cdot c_Y$$

20 ler iki tarafta sadeleşirse, sıvıların ısı sığaları da eşittir.

$$m_X \cdot c_X = m_Y \cdot c_Y$$

Fakat kütleleri bilmediğimiz için c_X , c_Y hakkında kesin bir şey söyleyemeyiz. **II. için kesinlik yok**



DİKKAT

Isı alışverişi sırasında sıcaklık değişimleri olduğu gibi hâl değişimi de olabilir.

Isı Alışverişinde Hâl Değişimi

Farklı sıcaklıklardaki iki madde ısıca yalıtılmış bir ortamda bir araya geldiğinde sıcaklığı yüksek olan ısı verirken sıcaklığı düşük olan ısı alır demiştik.

Isı alış verişi sırasında hâl değişim sıcaklığına ulaşan madde ısı alışverişi devam ediyorsa hâl değiştirecektir.

Önceki konuda bununla ilgili su- buz sistemlerinden bahsetmiştik. ÖSYM nin de bolca soru sorduğu bir durum.

Bir örnek üzerinde ne demek istediğimizi gösterelim.

Örnek 6

Isıca yalıtılmış bir kaptaki 20 °C sıcaklıkta 100 g su vardır.

Bu kaba 0 °C sıcaklıkta 50 g buz atılıp yeterince beklenirse, denge sıcaklığı kaç °C olur?

Çözüm 6

Su ve buz farklı sıcaklıkta olduğu için aralarında ısı alışverişi olacak. Sıcaklığı büyük olan su ısı verirken düşük sıcaklıktaki buz ısı alacak.

Suyun sıcaklığı 20 °C olduğu için ısı verince sıcaklığı azalır. Ama buzun sıcaklığı 0°C. Buz erime sıcaklığında olduğu için ısınmaz. Suyun verdiği ısıyı hâl değişimi için kullanacaktır.

Burada dikkat edilecek şey, suyun vereceği ısı ile buzun tamamı eriyebilir mi?

Bu sorularda önce suyun verebileceği maksimum ısıya bakmak işimizi kolaylaştırır. Su 0°C ye inerse verebileceği maksimum ısıyı vermiş olur.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \cdot 1 \cdot (20 - 0)$$

$$Q = 2000 \text{ cal bulunur.}$$

Peki buzun tamamının erimesi için ne kadar ısı lazım?

$$Q = m \cdot L = 50 \cdot 80 \text{ Buz kütlesi 50 g, } L_e = 80 \text{ cal/g}$$

$$Q = 4000 \text{ cal.}$$

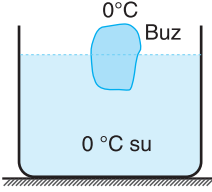
Buradan şunu anlayabiliyoruz. Suyun vereceği ısının tamamı buzun tamamının erimesi için lazım olan ısının yarısına eşit. O zaman bu ısıyla buzun 25 gramı eriyebilir.

Suyumuz bu ısıyı verince 0°C ye indi. Yarısı eriyen buzun sıcaklığı değişmedi hâlâ 0°C. Demekki denge sıcaklığı 0°C olacak.

Son durumda kaptaki 0°C de 25 gram buz, 125 gram su var.

Isıca yalıtılmış ortamdaki su dolu kaba buz atılınca olabilecek durumları toplu olarak inceleyelim.

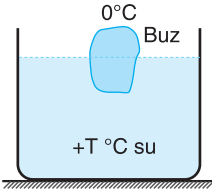
- Su ve buz 0°C ise;



Su ve buz 0°C de ısı denge-
de oldukları için aralarında ısı
alışverişi olmaz.

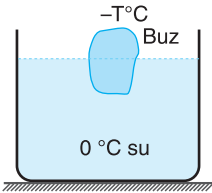
Sıcaklık ve hâl değişimi yoktur.

- Su $+T^{\circ}\text{C}$ (sıfırın üzerinde) ve buz 0°C ise;



Buz hemen erimeye başlar.
Buz kütlesi azalır.
Su kütlesi artar.
Suyun sıcaklığı azalır.

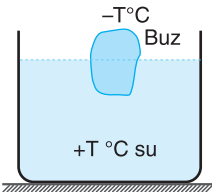
- Su 0°C ve buz $-T^{\circ}\text{C}$ (sıfırın altında) ise;



Su hemen donmaya başlar.
Buz kütlesi artar.
Su kütlesi azalır.
Buzun sıcaklığı artar.

Yukarıdaki durumda suyun sıcaklığı olabileceği en düşük
değerde yani sıfırdır. Buz ise sudan daha soğuk olduğu
için buz ısı alacak su ise daha fazla soğuyamadığı için
donarak ısı verecektir.

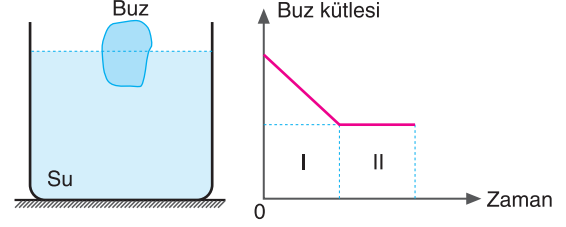
- Su $+T^{\circ}\text{C}$ (sıfırın üzerinde) ve buz $-T^{\circ}\text{C}$ (sıfırın altında) ise;



Su soğuyarak ısı verir.
Buz ısı alır ve sıcaklığı artar.
Hemen hâl değişimi olmaz.
Birinin sıcaklığı 0°C olunca
yukarıdaki durumlar gerçekleşir.

Örnek 7

Isıca yalıtılmış ortamda su bulunan kap içine bir parça buz
atılıyor.



**Buz kütlesinin zamanla değişimi grafikteki gibi oldu-
ğuna göre,**

- Buzun ilk sıcaklığı 0°C dir.
- Suyun ilk sıcaklığı 0°C nin üzerindedir.
- Denge sıcaklığı 0°C dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 7

Bu sorularda ilk dikkat edeceğimiz şey, grafikte kimin küt-
le değişiminin olduğudur.

Sırf buna dikkat etmediği için bir çok kişi bu tip soruları
yanlış çözüyor.

Burada buz kütlesini vermiş ve küt-**le hemen** azalmaya
başlıyor.

Buz **hemen** erimeye başladığına göre; **ilk sıcaklığı 0°C dir.**
I doğru.

Sıcaklık 0°C nin altında olsaydı hemen erime başlamaz,
önce erime sıcaklığına kadar sıcaklığı artardı.

Buzun erimesi için ısı alması gerekiyor.

Isıyı verecek olan su olduğu için, suyun sıcaklığı sıfırın
üzerinde olmalıdır. **II doğru.**

Grafikten buzun tamamının erimediği görünüyor.

II. aralıktaki yatay çizgi buz kütlesinin bu aralıktaki sabit ol-
duğunu gösteriyor. II. aralıktaki hâl değişimi yok.

Bunun tek nedeni olabilir.

Su artık ısı vermiyor.

Su ve buz ısı dengeye ulaşmış.

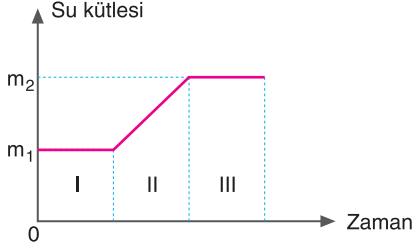
Yani denge sıcaklığı 0°C dir.

III. öncül de doğrudur.

yanıt I, II ve III

Örnek 8

Isıca yalıtılmış ortamda içinde su bulunan kaba bir parça buz atılıyor.



Kaptaki su kütlesinin zamanla değişimi şekildeki gibi olduğuna göre, I, II ve III aralıklarında su ve buz sıcaklığı için ne söylenebilir?

Çözüm 8

Başımızı en çok ağrıtabilecek olan bu soru tipi, öncüllü veya "olabilir", "kesinlikle" ifadeleriyle sorulur.

Bu soru için her aralığı inceleyelim.

İlk bakacağımız neydi? Grafik kime ait?

Burada grafiğimiz su kütlesini gösteriyor.

Buzun kütlesi için kesin olarak bildiğimiz tek şey, eriyen kütle kadar azalmasıdır. Yani buz kütlesinin tamamı eridi mi?, erimeyen varsa ne kadardır bilmiyoruz.

I. aralıkta kütle sabit. Dolayısıyla hâl değişimi yok. Su kütlesi değişmiyorsa buz kütlesi de sabittir.

Hemen kütle değişimi olmuyorsa su 0°C'nin üzerinde, buz 0°C'nin altındadır.

II. aralıkta su kütlesi arttığına göre buz eriyor. O zaman buz 0°C dir.

Buz eriyebilmek için sudan ısı alıyor. Bu durumda suyun sıcaklığı da 0°C nin üzerindedir.

I. aralıkta buzun erimeme nedeni 0°C nin altında olmasıdır. Su ısı veriyor, buz ısınarak 0°C ye gelmeye çalışıyor.

I. aralıkta buz $-T_1^\circ\text{C}$, su $+T_2^\circ\text{C}$ tır.

II. aralıkta buz erimekte olduğuna göre, sıcaklığı 0°C dir. Buzu eritecek ısıyı verdiği için **su $+T_3^\circ\text{C}$ dir.**

(Hala ısı veriyor.)

III. aralık en çok dikkat edilmesi gereken yer. Buzun erimesi durmuş.

Bunun iki nedeni olabilir:

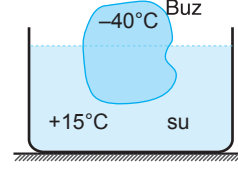
Ya kaptaki buzun hepsi eriyip su oldu.

Ya da suyun sıcaklığı 0°C ye indi. Isıl denge sağlandı.

III. aralık için kesinlik yoktur. Denge sıcaklığı 0°C veya üzerinde olabilir.

Örnek 9

İçinde -40°C de 50 g buz bulunan kaba $+15^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 200 g su konuluyor.



Isı alışverişi sadece su-buz arasında olduğuna göre son durumda kapta ne bulunur?

($c_{\text{buz}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $L_{\text{buz}} = 80 \text{ cal/g}$)

Çözüm 9

Bu sorularda ilk önce ısıyı verecek olan suyun 0°C ye kadar soğursa ne kadar ısı verebileceğini bulalım. Bu kullanabileceğimiz enerjiyle buzda gerçekleşebilecek değişikliklere bakacağız.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow 15^\circ\text{C su } 0^\circ\text{C ye inse;}$$

$$Q = 200 \cdot 1 \cdot 15$$

$$Q = 3000 \text{ cal ısı verebilir.}$$

Buz önce ısınıp 0°C olmak ister;

$$Q = m \cdot c_{\text{buz}} \cdot \Delta T \rightarrow -40^\circ\text{C den } 0^\circ\text{C ye}$$

$$Q = 50 \cdot 0,5 \cdot 40$$

$$Q = 1000 \text{ cal ısı ile } 0^\circ\text{C buz olur.}$$

Suyun vereceği 3000 cal nin 1000 cal kısmı buzı erimeye hazır hâle getirir. Elimizde kalan 2000 cal dir.

50 g buzı eritmek istesek,

$$Q = m \cdot L_{\text{buz}}$$

$$Q = 50 \cdot 80 = 4000 \text{ cal gerekli.}$$

Fakat bizde 2000 cal ısı kaldı. O zaman 2000 cal ile ne kadar buz eritebiliriz, ona bakalım.

$$Q = m \cdot L_{\text{buz}}$$

$$2000 = m \cdot 80 \text{ buradan, } m = 25 \text{ g buz eriyebilir.}$$

Son durumda su kütlesi 25 g artar, buz 25 g azalır.

O hâlde, son durumda kapta 225 g su ve 25 g buz ısı dengede yani 0°C dedir.

Örnek 10

Isıca yalıtılmış bir kaptaki 85 °C sıcaklıktaki m_1 kütleli su içine m_2 kütleli buz atıldığında denge sıcaklığı +10 °C oluyor.

Buna göre, su ve buz kütleleri m_1 , m_2 arasındaki ilişki nedir? ($c_{\text{buz}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $L_{\text{buz}} = 80 \text{ cal/g}$)

Çözüm 10

Bu sorunun benzerini zamanında ÖSYM sordu. Gerçekten güzel bir soru. Biraz yorum istiyor.

Suyun ilk sıcaklığı 85 °C, ama buzun ilk sıcaklığını bilmiyoruz. Ama 0 °C veya altında olacağı kesin. Yoksa buz olmazdı :)

Denge sıcaklığı 10 °C olduğuna göre.

Buz 0 °C ise, önce eriyecek, sonra sıcaklığı artacak. Bunun için gerekli ısıyı ise su soğuyarak verecek.

$$Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alınan}}$$

$$m_1 \cdot c \cdot \Delta T = m_2 \cdot L_{\text{erime}} + m_2 \cdot c \cdot \Delta T$$

$$m_1 \cdot 1 \cdot (85-10) = m_2 \cdot 80 + m_2 \cdot c \cdot (10-0)$$

$$75 \cdot m_1 = 80 \cdot m_2 + 10 \cdot m_2$$

$$75 \cdot m_1 = 90 \cdot m_2$$

$$\text{Sadeleştirirsek } 5m_1 = 6m_2 \text{ olur.}$$

Su kütlesi buzunkinden büyüktür.

Bu eşitliği buzun ilk sıcaklığını 0 °C kabul ederek bulduk. Eğer buzun ilk sıcaklığı sıfırın altında olursa, erime sıcaklığına gelene kadar da ısı alması gerekecekti. Bu da buz kütlesinin daha da küçük olması demektir.

Soruda istenen de kütlelerin oranı değil. Aralarındaki ilişki.

Cevap : Suyun kütlesi buzdan büyüktür.

Örnek 11

Isıca yalıtılmış bir ortamda üst üste konulan K ve L katı cisimlerinden K nin sıcaklığı L den fazladır.

Buna göre, cisimler ısı dengeye ulaşana kadar,

I. K nin sıcaklığı azalır.

II. K ve L nin sıcaklık değişimleri eşittir.

III. L nin sıcaklığı değişmez.

Yargılarından hangileri doğru olabilir?

Çözüm 11

K ve L nin sıcaklıkları farklı olduğu için sıcaklığı büyük olan K ısı verecek, düşük olan L ısı alacaktır.

Isıca yalıtılmış ortamda bulundukları için, sadece K ve L arasında ısı alışverişi olacaktır. Isı değişimleri **kesinlikle** eşittir.

$$Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alınan}}$$

Isı değişimi yaşayan maddenin (ısı alması veya vermesi durumunda) hâl değişimi mi, sıcaklık değişimi mi olacağını kesin olarak söylemek için katı hâldeki maddelerin erime ve donma sıcaklığını bilmemiz gerekir.

Daha açık söyleyelim:

Bir maddenin dışarı ısı verebilmesi için, ya sıcaklığı azalmalı ya da hâl değiştirmelidir.

K katı hâlde olduğu için hâl değiştirerek ancak sıvı olabilir. Bu durumda da ısı vermez alır. O hâlde **K ısı verirken kesinlikle sıcaklığı azalacaktır. I. öncül doğru.**

Dışarıdan ısı alan madde ise ya sıcaklığını artırır ya da hâl değiştirir.

L katı hâlde olduğu için aldığı ısı ile eriyip sıvı hâle de geçebilir, sıcaklığında artırabilir. Bunun hakkında kesin bir şey söylemek için sıcaklığını ve erime noktasını bilmemiz gerekir.

L için kesinlik yok, iki ihtimal var. Ya sıcaklığı artacak ya da aynı sıcaklıkta eriyecek. Tabi ki önce biraz sıcaklığını artırıp ısı alması devam ediyorsa sonra erimesi de mümkün.

Soruda bize olabilecekleri soruyor. **III. öncül doğru**

II. öncülde söylenen sıcaklık değişimleri eşittir yargısı şartlara göre doğru olabilir. K ve L nin ısı sığaları eşitse ve hâl değişimi olmazsa sıcaklık değişimleri de eşit olur.

Başka ihtimallerde söz konusu ama, soruda olabilir dediği için tek ihtimal bile yeterlidir. **II. öncül doğru.**

Bu durumda cevap I, II ve III olacaktır.

1. Eşit kütleli 90 °C ve 10 °C sıcaklığındaki sular ısıca yalıtılmış bir kap içinde karıştırılırsa denge sıcaklıkları kaç °C olur? ($c_{su} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$)

A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

2. 100 °C sıcaklıktaki 90 g suyun içine 0 °C sıcaklıktaki 10 g kütleli demir bilyelerden 10 tane atılıyor.

Isı alışverişi sadece su ve demir bilyeler arasında olduğuna göre, denge sıcaklığı kaç °C dir?

($c_{su} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $c_{demir} = 0,1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$)

A) 20 B) 30 C) 50 D) 80 E) 90

3. Isıca yalıtılmış ortamdaki sıvı dolu bir kaba katı bir cisim atılıp ısı dengeye ulaşması bekleniyor.

Isıl denge sağlanana kadar katı cismin sıcaklığının azaldığı ve ortamda hâl değişimi yaşanmadığına göre,

I. Sıvının sıcaklığı artmıştır.

II. Katı cisim ısı vermiştir.

III. Katı ve sıvının sıcaklık değişimleri eşittir.

Yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

4. Eşit debili K ve L musluklarından sırasıyla 10 °C ve 90 °C sıcaklıkta su akmaktadır. Boş bir kabın ilk yarısını sadece K, ikinci yarısını K ve L muslukları beraber dolduruyor.

Isı alışverişi sadece sular arasında olduğuna göre, tamamen dolduğunda kaptaki su sıcaklığı kaç °C dir?

A) 15 B) 20 C) 25 D) 30 E) 40

5. İlk sıcaklıkları farklı olan K, L ve M katı cisimleri ısıca yalıtılmış bir kaba konulup ısı denge sağlandığında, K nin sıcaklığının değişmediği L ve M nin ise sıcaklığının azaldığı gözleniyor.

Buna göre,

I. L ve M ısı vermiştir.

II. K hâl değiştirmiştir.

III. K nin aldığı ısı L ve M nin verdikleri ısı toplamına eşittir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

6. Isı alışverişi ve ısı dengeyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Isı alışverişi farklı sıcaklıklardaki maddeler arasında gerçekleşir.
B) Isısı büyük olan madde ısı verir.
C) Sıcaklıkları aynı maddeler ısı alışverişi yapmaz.
D) Isı alan maddenin sıcaklığı değişmeyebilir.
E) Isı veren madde hâl değiştirebilir.

7. İçinde 2m kütleli su bulunan ısıca yalıtılmış kaba m kütleli buz atıldığında buz kütlesi hemen artmaya başlıyor.

Buna göre,

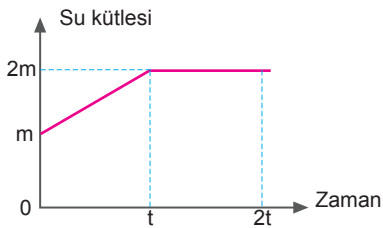
- I. Buzun ilk sıcaklığı 0°C nin altındadır.
 II. Suyun ilk sıcaklığı 0°C dir.
 III. Denge sıcaklığı 0°C olur.

Yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

($L_e = 80 \text{ cal/g}$; $c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$; $c_{\text{buz}} = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

8. Isıca yalıtılmış kaptaki su içine bir parça buz atıldıktan sonra kaptaki su kütlesinin zamanla değişim grafiği şekildeki gibi oluyor.



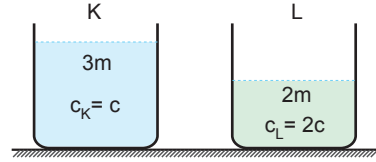
Buna göre,

- I. Buzun ilk sıcaklığı 0°C dir
 II. Buzun tamamı erimiştir.
 III. Denge sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$ dir

Yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

9. Kütleleri 3m ve 2m olan K, L sıvılarının özısıları c ve 2c dir. Sıcaklığı 60°C K sıvısı ile sıcaklığı bilinmeyen L sıvısı bir kaptaki karıştırılıyor.



Karışımın denge sıcaklığı 20°C olduğuna ve hâl değişimi olmadığına göre, L sıvısının ilk sıcaklığı kaç $^{\circ}\text{C}$ dir?

(Isı alışverişi sadece K-L sıvıları arasında olmaktadır)

- A) -10 B) 0 C) 5 D) 10 E) 15

10. Isıca yalıtılmış bir kaptaki 29°C sıcaklıktaki 100 g su içine -25°C de 40 g buz atılıyor.

Buna göre, ısı denge sağlandığında kaptaki su ve buz kütlesi ne olur?

($L_e = 80 \text{ cal/g}$; $c_{\text{buz}} = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)

	Su Kütlesi	Buz Kütlesi
A)	100 g	40 g
B)	110 g	30 g
C)	120 g	20 g
D)	125 g	15 g
E)	130 g	10 g

ENERJİ İLETİM YOLLARI

Isının tanımını yaparken maddeler arasında alınıp verilen enerji olduğunu söylemiştik.

Peki maddeler arasındaki bu enerji transferi nasıl gerçekleşir. enerji bir maddeden diğerine nasıl gider gelir?

Maddeler arasında ısı alışverişi üç yolla gerçekleşir.

İletim (Elden ele)

Konveksiyon (Taşıma- Adrese teslim)

Radyasyon (Işıma Işınlanarak)

1. İletimle Isının Yayılması

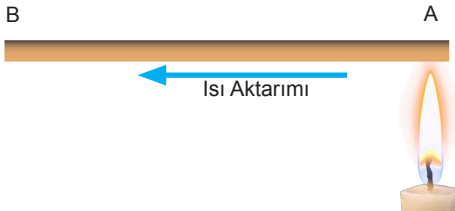
Bu yayılma şekli genelde katı maddelerde (sıvılarda çok azdır.) gözlenir. Isı alan moleküllerin hareket (titreşim) enerjileri arttığında; moleküller birbirine sıkı bağlarla bağlı olduğundan yer değiştiremez ve çarpışmalarla çevresindeki diğer moleküllerin de titreşimini artırır.

Yani enerjiyi komşulara iletir. Bu şekilde moleküller enerjiyi madde içinde elden ele iletirler.

Bu iletimin hızı maddenin moleküler yapısına, yani cinsine bağlıdır. Yapısında serbest elektronları olan maddelerin elektriksel olarak iyi iletken olduklarını biliyoruz. Bu serbest elektronlar ısı iletkenliğini de artıracak etki yaparlar.

Bu nedenle altın, gümüş bakır demir gibi metallerin geneli iyi birer ısı iletkenidir. Tahta, kağıt gibi maddeler ise kötü bir iletken, iyi bir yalıtkandır. Isı yalıtımından ilerde bahsedicez.

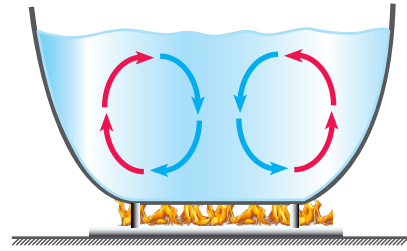
Bir demir çubuğu ateşe tuttuğumuzda ucundan elimize hızla ısı iletilir ve elimiz yanar. Fakat bir kibritin ucu alev alev yanarken tuttuğumuz diğer uç ısınmaz.



A ucundan mumla ısıtılan bakır çubuk içinde, B noktasına doğru ısı aktarımı olur.

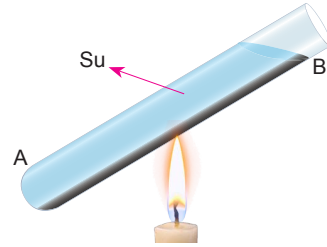
2. Konveksiyonla (Taşıma) Isının Yayılması

Isının moleküllerin yer değiştirmesiyle aktarılması ve taşınmasıdır.



Sıvılarda ve gazlarda ısının yayılma şekli konveksiyondur. Isınan sıvı ve gazların özkütlesi azalır ve özkütle farkıyla sıvı ve gaz içinde yer değiştirmeler olur.

"Isınan hava yükselir" ifadesini hepimiz duymuşsunuzdur. Hareket eden bu moleküller ısıyı da beraberinde taşır ve karşılaştıkları diğer moleküllere aktarırlar. K kaloriferle ısınma en bilinen örneğidir. Yerden ısıtmanın mantığı da budur.



Su dolu cam tüp ortasından mumla ısıtılırsa, ısınıp özkütlesi azalan su yükseleceği için B noktasının sıcaklığı A'dan fazla olur.

3. Radyasyonla (Işıma) Isının Yayılması

Güneşin Dünyayı ısıtması en güzel örneğidir. Güneş ile Dünya arasında maddesel bir ortam yoktur. Isı Güneş'ten iletimle gelemmez. Uzay boşluğunda madde olmadığı için Güneşin ortamı ısıtıp Dünya'nın da bu ortamdan ısı alması söz konusu değil. Peki enerji uzayı geçip nasıl bize ulaşır?

Işık hızıyla geliyor :)

Aynen söylediğimiz gibi. Enerji, ışınlar (ışık) yoluyla taşınarak bize ulaşır.

Isının elektromanyetik dalgalarla taşınmasına ışıma yoluyla yayılma diyoruz.

En önemli özelliği ışıma ile yayılmada maddesel ortam gerekmemesidir.

İnsan gözünün görmediği ışınlar yoluyla da enerji taşınır. Kızılötesi kameralar çıplak gözle görünmeyen bu ışınları görüntüye çevirir. Yani çevremizdeki herşey aynı zamanda ışıma ile ısı alışverişi yapmaktadır. Elektrikli infrared sobalar bunun örneklerindendir. Termosların iç yüzeylerinin parlak, ayna gibi olması da bu yolla ısı kaybını önlemek içindir.



DİKKAT

İşıma ile taşınan enerji maddesel ortamla etkileşim sonucu cisme aktarılır. Koyu renkli cisimler bu ısıyı daha çok emer. Açık renkler ise yansıma çok olduğu için az ısı emerler. Kışın koyu, yazın açık renk kıyafet giyilmesinin sebebi de budur.

Örnek 1

Aşağıdaki durumların hangisinde ısı aktarımı diğerlerinden farklıdır?

- Güneş'in Dünya'yı ısıtması
- Kaloriferin odayı ısıtması
- Tenceredeki suyun ocağın üzerinde ısınması

Çözüm 1

Güneş'in Dünya'yı ısıtması ışıma yoluyla gerçekleşir.

Kaloriferin odayı ısıtması konveksiyonla olur.

Tenceredeki suyun ocakta ısınması konveksiyonla olur.

Tencerenin ısınması iletimle gerçekleşir, ama bize suyun ısınması diyor.

Bu durumda II. ve III. konveksiyon yoluyla akatarım olduğu için farklı olan I. yani ışımayla yayılmadır.

Örnek 2

İçinde soba yanan bir odada bulunan insanlara ısının ulaşması,

- İşıma
- Konveksiyon
- İletim

yollarından hangisiyle gerçekleşir?

Çözüm 2

Bu soruya bir çok kişi hemen konveksiyon diyecektir ve doğrudur. Soba çevresindeki hava ısınır ve özkütle farkıyla oda içinde sıcak ve soğuk hava yer değiştirir. İnsanlar yer değiştiren sıcak havayla ısınırlar.

Ancak burada ışıma da gerçekleşmektedir. İnsan gözü elektromanyetik dalgaların çok az bir kısmını görebilir. Bu görünen kısmına biz ışık diyoruz. Ama göremediğimiz elektromanyetik dalgalarla da enerji taşınmaktadır. Sıcak olan soba çevresine ışıma yoluyla da enerji aktarır.

İletim yoluyla olabilmesi için sobaya dokunmamız, ya da mesela bir demir parçasını bir ucundan tutup diğer ucunu sobaya dokundurmamız gerekir :)

Bu durumda doğru cevap, ışıma ve konveksiyon; I ve II olur.

ENERJİ İLETİM HIZI

Isının hangi yollarla aktarıldığını gördük. Şimdi de bu aktarımın hızından bahsedicez.

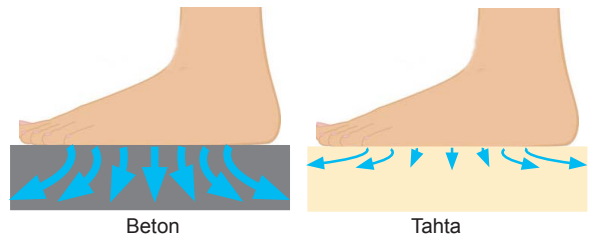
İşıma yoluyla ısı iletimi elektromanyetik dalgalarla gerçekleştiği için ışık hızındadır.

Katı maddelerde ise ısının iletim hızının madde cinsine, serbest elektron sayısına bağlı olduğunu söylemiştik.

Günlük hayatta iletim hızındaki farkı hep hissediyoruz aslında. Odada bulunan metal bir cisme ve tahta bir yüzeye dokunduğumuzda metali daha soğuk hissederiz. Bunu sebebi metalin ısı iletkenliğinin tahtadan fazla olmasıdır.

Olay şöyle gerçekleşir. Vücut sıcaklığımız 36°C civarındadır. Bundan daha soğuk bir cisme dokunduğumuzda elimizle cisim arasında ısı transferi gerçekleşir. Dokunduğumuz cisim metal ise dokunulan yere elimizden ısı akışı olur, iletim hızı iyi olan metal bunu hemen yakın bölgesine dağıtır. Sıcaklığı elimizin sıcaklığından düşük olduğu sürece de ısı transferi devam eder. Çok ısı verdiğimiz için soğuk hissederiz.

Evde büyükleriniz betona basma diye sürekli sizi de uyarmıştır :) Betonda ısı iletkenliği yüksektir. Çıplak ayakla betona bastığımızda soğuk olan beton ayağınızdan ısı çekerek ısınmaya çalışır. Ama aldığı ısıyı her yere hızlıca iletmediği için ayağınızla ısı dengeye ulaşması çok uzun sürecektir.

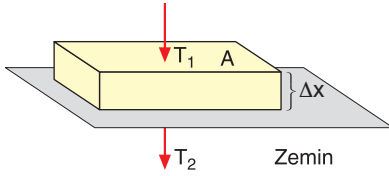


Ayağınızla sadece bastığınız bölge değil, neredeyse bina-
nın tamamı ısı dengeye ulaşmaya çalışır. Bu nedenle hep
soğuk hissederiz. Ama tahta zeminin ayağınızdan aldığı
ısı birkaç mm kadar ancak iletildiği için ısı dengesi hemen
olur.

Tahta cisme dokunduğumuzda da vücudumuz daha sıcak
olduğu için ısı transferi olur. Tahta kötü bir iletken olduğu
için aldığı ısı çok küçük bir bölgede kalır ve hızlıca elimizle
ısı dengeye ulaşır. Isı transferi hemen bittiği için de soğuk
hissetmeyiz.

Isı iletim hızı sadece maddenin cinsine bağlı değildir. İki
nokta arasındaki sıcaklık farkı ve maddenin boyutları da
bu hızı etkiler.

Aşağıdaki gibi dikdörtgen şeklinde bir maddeyi ele alalım.



Dikdörtgenin üst kısmından zemine aktarılan ısıнын aktarı-
m hızı, öncelikle maddenin cinsine ve

A: kesit alanına

Δx : kalınlığına

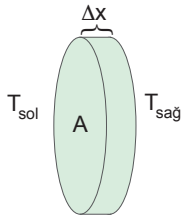
$\Delta T = T_1 - T_2$: sıcaklık farkına bağlıdır.

Alan arttıkça aktarım hızı artar.

Kalınlık arttıkça aktarım hızı azalır.

Sıcaklık farkı büyükse aktarım hızı da büyük olur.

Örnek 3



Şekilde verilen cismin bir tarafından diğer tarafına ısı
aktarımı yapılmak isteniyor.

Bu aktarımın daha hızlı yapılabilmesi için,

- A: yüzey alanını artırmak.
- Δx : Kalınlığı azaltmak.
- Isı iletkenliği daha iyi bir madde kullanmak.

İşlemlerinde hangileri yapılabilir?

Çözüm 3

Aktarılabacak enerjiyi araçlar gibi düşünün A noktasından B
noktasına ulaşmaya çalışan bir sürü araç var.

I. öncülde dediği gibi, yüzey alanını artırmak aktarım hızını
artırır. Aktarılan toplam enerji artacağı için birim zamanda
aktarılan enerji de artmış olur. Yol ne kadar genişse daha
çok araç hareket edebileceği için ulaşan araç sayısı artar.

II. öncülde kalınlığı azaltmak diyor. Yine yola dönelim:) Yol
uzadıkça araçların ulaşma süresi artacaktır. Yani kalınlığın
artması aktarım hızını olumsuz etkiler azaltır. Kalınlık azal-
ırsa aktarım hızı da artar.

III. öncül kullanılan maddeyle ilgili. Yol benzetmemizi ha-
tırlayın. Yol otobansa araçlar çok daha hızlı gidecektir. Bo-
zuk bir yolda ise mecburen yavaşlayacaktır.

Maddenin cinsine göre aktarım hızı değişir. Isı iletkenliği
daha iyi olan madde kullanmak hızı artırır.

Soruda söylememiş ama aktarım yapılacak iki taraf ara-
sındaki sıcaklık farkının büyük olması da hızı artırıyordu.

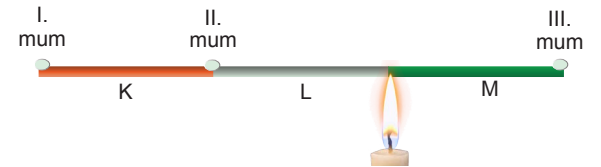
Yol benzetmemizde bunu neye benzeticez diyenleri duyar
gibiymiş:)

Sıcaklık farkını araçların gideceği yolun yükseklik farkına
benzetelim. Yokuş aşağı gitmek daha hızlı olacaktır.

Var mı anlaşılmayan bir yer :)

Örnek 4

Aynı boyutlardaki K, L ve M metal çubukları şekildeki gibi
birleştirilip şekildeki noktalara mumlar konuyor.



Çubuklar L ve M nin ek yerinden ısıtılmaya başlayınca 3. s
de II. mum, 4. s de III. mum ve 5. s de I. mum eriyor.

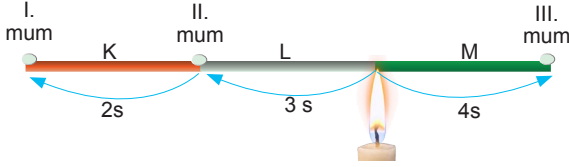
**Buna göre K, L ve M metallerinin ısıyı iletim hızları ara-
sındaki ilişki nedir?**

Örnek 4

Isı L ve M çubuklarının ek yerinden iki yöne doğru yayılma-
ya başlayacak. II. ve III. mumlar bu noktaya eşit uzaklık-
larda. Önce II. mum eridiğine göre L metalinde M ye göre
daha hızlı yayılmıştır. Bu apaçık görünüyor.

I. muma ısıнын ulaşması için önce L sonra K metalini geçip
muma ulaşması lazım. Bundan sonrasını daha iyi anla-
mak için şekil üzerinde süreleri yazalım.

Arka sayfaya geçtiğimiz için şekli burada çizelim ki dönüp bakmak zorunda kalmayın. Görüyorsunuz sizi nasıl düşünüyorum:)



Şekilde ısının mumlara ulaşırken metallerde geçen süreleri gösterdik.

Isı I. muma 5 s de ulaştığına göre, 5 s nin 3 s si L de kalan 2 s si de K de geçmiş olmalı. L ve K de geçen süreleri böldük.

Buradan cevap hemen görünüyor zaten. Çubuklar aynı boyda olduğuna göre hız geçen sürelerle ters orantılı olmalı. K de en hızlı, M de en yavaş.

$v_K > v_L > v_M$ şeklinde hızları sıralayabiliriz.

Isı Yalıtımı ve Enerji Tasarrufu

Isı iletim hızını ve nelere bağlı olduğunu anlattık.

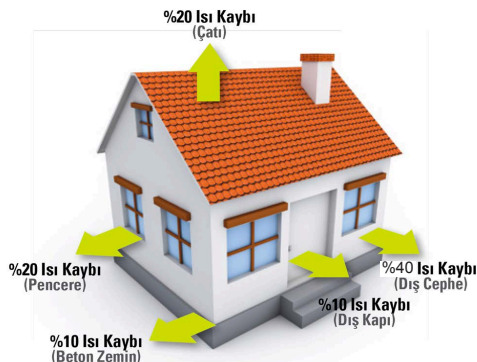
Peki ısı iletimini iyi olması mı, yoksa kötü olması mı bizim için daha iyidir?

Cevap yerine göre ikisinde iyidir. Tabi yerine göre.

Bir ısıyı bir yerden bir yere veya bir maddeye aktarmak istiyorsak ısı iletiminin iyi olmasını isteriz.

Örneğin ocakta suyu ısıtmak için kullanacağımız kabın ısıyı iyi iletmesi lazım ki amacımız olan suyu ısıtma işlemi çabuk olsun. Kabı ısıtmak için boşuna uğraşmayalım.

Ama ısı iletiminin kötü yani az olması da bazen işimize yarar. Evimizi ısıtırken kullanılan peteğin ısıyı iyi iletmesi gerekir ki içindeki sıcak suyun ısısıyla ev ve biz hemen ısınalım. Bu ısıdan maksimum faydalanmak için de ısının evden dışarı hemen kaçmaması gerekir.



Duvarlar ve camlardan soğuk olan dış ortama ısının hemen gitmemesi için önlemler almamız gerekir. Buna ısı yalıtımı diyoruz.

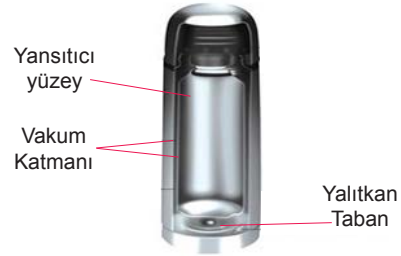
Evlerin yalıtımında kullanılan malzemeler ısı iletkenliği kötü olan maddelerdir. Pencereelerde çift cam kullanılması, gözenekli tuğlalar; bunlar hep ısı yalıtımı için kullanılır.

Evlerde yapılan mantolama işleminde ısı iletkenliği çok az olan strafor kullanılır.

Doğada üşüyünce tüylerini kabartan kuşlar da ısı yalıtımı yapar.

Kışın yün giysilerin sıcak tutmasının sebebi; yünün ısı iletiminin kötü olmasıdır. Unutmayın elbiseler bizi ısıtmaz. Vücut ısıımızın dışarı kaçmasını engeller.

Termoslarda ısı yalıtımı amacıyla tasarlanmıştır. Birbirine temas eden noktaları çok az olacak şekilde tasarlanan iç içe iki kaptan oluşur. Bu iletimle ısı kaybını azaltır. Termos- ta iki kap arasındaki hava mümkün olduğu kadar vakumlanır. Bu da ısının hava yoluyla iletilmesini engellemek içindir.



Dikkat edenler mutlaka vardır. Termosların içi parlaktır. İç ve dış yüzeyi ayna kadar parlak yapmanın sebebi de ısı- ma yoluyla olacak ısı kaybını azaltmaktır.

Enerji günümüzde Dünyadaki en önemli ihtiyaçların başında gelmektedir. Bu nedenle savaşlar çıkmakta krizler yaşanmaktadır. Bu nedenle ülkemiz dahil tüm dünyada enerjinin verimli kullanılması yönünde çalışmalar ve araştırmalar yapıyor.

Evlerimiz için yapılan yalıtım gibi çözümler sadece bizi ilgilendiren, faturamızı azaltacak bir tedbir değildir. Ülkemizi de ilgilendiren bir durumdur.

Bunun için Dünyanın bir çok ülkesinde ciddi yaptırımlarda bulunmaktadır. İnsanlar parasıyla değil mi deyip bilinçsizce enerji tüketmemelidir.

Bu en başta insan olarak, görevimizdir. Yaşadığımız Dünyanın yaşanabilir kalması için enerjiyi bilinçli tüketmeliyiz.

Lüzumsuz yanan bir ampülü kapatmaktan damlayan musluğu kapatmaya kadar, ufacık görünen ama toplamda ciddi sonuçları olan tasarruf tedbirleri hepimiz için gereklidir.

Hissedilen ve Gerçek Sıcaklık

Aynı sıcaklık değerini insanlar farklı algılayabilirler. Birine göre hava çok sıcakken başka birisi bu sıcaklığı normal karşılayabilir. İnsanların algıları öznedir.

İnsanların uzun süre yaşadıkları ortamlarında bunda etkisi vardır. Vücut zamanla ortama adapte olur. İstanbula Erzurumdan gelen birisi yazın çok bunalırken, Adanadan gelen birisi İstanbulun havasını çok sevebilir.

Çok bilinen bir deney vardır. Sağ elinizi sıcak bir suda sol elinizi soğuk bir suda bir süre beklettikten sonra iki elinizde ılık bir suya sokarsanız aynı sıcaklıktaki ılık suyu, bir eliniz sıcak hissederken diğeri soğuk hissedecektir. Algılar insanı yanıltabilir.

Eskiden yoktu ama artık hava tahminlerinde hissedilen sıcaklık diye bir değerden bahsediliyor. Bu nedir?

Hava tahmin raporlarında bahsedilen hissedilen sıcaklık kişiye göre değişen bir durum değıl.



Meteorolojinin söylediğı hissedilen sıcaklık değeri sabit kriterlere göre hesaplanır.

Termometrelerin gösterdiği değere gerçek sıcaklık diyoruz. Ama bu termometrelerin canı yok :)

Hava sıcaklığı aynı olan iki ortamdaki nem rüzgar gibi etkenler bu sıcaklığı insanların farklı algılamasına sebep olur. Özellikle nem oranı fazlaysa terlemenin etkisi azalacağı için insanlar sıcaklığı gerçek değerinden fazla hisseder. Daha çok bunalırlar.

Terlemek insan vücudunun klima sistemidir. Sıcaklığı artıran vücut ter salgılar. Bu ter de buharlaşırken vücuttan ısı alarak sıcaklığı azaltır. Nemin yüksek olması durumunda buharlaşma zorlaşacağı için de klima sistemi verimli çalışmaz.

Ölçülen sıcaklık ve bağıl nem oranına göre hissedilen sıcaklığın hesaplamalarıyla ilgili internette çizelgeler bulabilirsiniz.

Hava sıcaklığının 30°C olduğu iki farklı şehirden birinde bağıl nem % 20 diğesinde % 90 olsun. Hissedilen sıcaklık ilkinde 28 °C iken nemin yüksek olduğu şehirde 41 °C olur.

Küresel Isınma

Güneş'ten gelen ısınn elektromanyetik dalgalar tarafından taşındığını söylemiştik. Bu dalgalar uzaydan geçerken maddesel ortam olmadığı için enerjilerini aktarabileceğı bir durum yoktur.

Ama Dünya'mızın atmosferine ulaştıklarında atmosferde bulunan moleküllerle etkileşime girerek enerjisini aktarmaya başlar. Atmosferde bulunan yeryüzüne ulaşana kadar bir kısım enerjiyi atmosfer soğurur. Dünyanın asıl ısınması ise yeryüzüne ulaşp yansıyan ışınlarla gerçekleşir.

Bu yansıyan ışınlar başta karbondioksit, metan ve su buharı olmak üzere atmosferde bulunan gazlar tarafından tutulur, böylece dünya ısınır. Işınların bu gazlar tarafından tutulmasına **sera etkisi** denir. Atmosferde bu gazların miktarının artması Yerküre'de ısınmayı büyük oranda artırır.



Günümüzde tehlikenin sebebi, karbondioksit ve diğeri sera gazlarının miktarındaki artışın bu doğal sera etkisini şiddetlendirmesinden kaynaklanmaktadır.

Binlerce yıldır dengede olan bu durum, insan nüfusunun artması ve sanayileşme sonucunda olması gerekenden fazla gaz salınımı (özellikle fosil yakıtların kullanımı) nedeniyle bozulmaya başlamıştır.

Bunun yanında ormanların yok oluşu, aşırı tarım yapılması, atmosfere büyük miktarlarda karbondioksit ve diğeri sera gazlarının salınmasına sebep olmaktadır.

Küresel ısınma, sera etkisiyle atmosferin periyodik olarak sıcaklığının artarak ısınması ve Dünyanın ısı dengesinin değişmesidir.

Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinden bazıları:

- İklimlerde kayma ve değişiklikler.
- Tarım alanlarının yok olması ve veriminin azalması.
- Kutuplardaki buzulların erimesi.
- Suların yükselmesi ve kıyı şeritlerinde toprak kayıpları.
- Çölleşme ve kuraklıkların oluşması.
- Kasırga, sel ve taşkın gibi doğal afetlerin artması.
- Canlı türlerinin yok olması, ekosistemin zarar görmesi.

1. Evlerimizde kullandığımız kombilerin çalışma prensibi kısaca şöyledir: Doğalgazı yakılarak açığa çıkan ısı enerjisi, içinde su olan bakır boruları ısıtarak suyun ısınmasını sağlar. Isınan su ise eve döşenen kalorifer sistemiyle peteklerde dolaşarak soğudukça tekrar kombiye gelerek ısınır.

Buna göre, bu sistemdeki ısı aktarımıyla ilgili,

- I. Bakır borularda iletim yoluyla gerçekleşir.
 II. Su içinde konveksiyonla gerçekleşir.
 III. Peteklerden ortama konveksiyonla gerçekleşir.
yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

2. Kışın soğuk bir günde merdiven korkuluklarına dokunduğumuzda ahşap olan parçaların demir olanlardan daha sıcak olduğunu hissederiz.

Bunun nedeni,

- I. Demir kısmın sıcaklığının ahşaptan daha düşük olması.
 II. Demirin ısı iletkenliğinin ahşaptan fazla olması.
 III. Ahşap olan kısmın ısıısının daha yüksek olması.

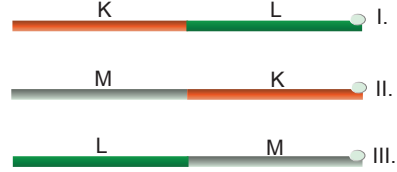
Yukarıdakilerden hangisidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) II ve III

3. Aşağıdaki olaylardan hangisi ısı iletim hızıyla ilgili **değildir**?

- A) Tencere saplarının bakalitlen yapılması.
 B) Evlerde zemine tahta döşenmesi.
 C) Pencerelerde çift cam kullanılması.
 D) Duvarlar arasına strafor yerleştirilmesi.
 E) Yazın açık renk kıyafetler giyilmesi.

4. Aynı boyutlardaki K, L ve M metal çubukları ikiye bölünebilir birleştirilerek birer uçlarına mum konulup diğer uçlarından özdeş ısıtıcılarla ısıtılıyor.



Mumlardan sırayla, önce I sonra II ve en son III numaralı olan eridiğine göre, metallerin ısı iletim hızları arasındaki ilişki nedir?

- A) $v_K > v_L > v_M$ B) $v_L > v_K > v_M$ C) $v_K > v_M > v_L$
 D) $v_K > v_L = v_M$ E) $v_K = v_L > v_M$

5. Hissedilen sıcaklıkla gerçek sıcaklık hakkında,

- I. Hissedilen sıcaklık gerçek sıcaklığa bağlı değildir.
 II. Bağıl nem hissedilen sıcaklığı artırır.
 III. Hissedilen sıcaklık her zaman gerçek sıcaklıktan yüksektir.

yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

6. Aşağıdakilerden hangisi küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirlerden biri **değildir**?

- A) Elektrikli ev aletlerinde az enerji tüketenleri tercih etmek.
 B) Ağaçlandırmayı artırmak.
 C) Fosil yakıtların tüketimini azaltmak.
 D) Yenilenebilir enerji kaynakları kullanmak.
 E) Sanayileşmeyi artırmak.

1.E

2.B

3.E

4.A

5.B

6.E

GENLEŞME

Sıcaklığı artan maddenin moleküllerinin titreşimleri arttığı için aralarındaki uzaklık artar ve boyutlarında değişim gözlenir. Buna **genleşme** diyoruz. Bu durumun tersine de **büzülme** denir. Olay iki yönlüdür.

Katı Maddelerin Genleşmesi

Öncelikle şunu iyi bilmemiz lazım. Genleşme her zaman üç boyutludur. Yani genleşen tüm maddelerin hacminde artış meydana gelir.

Fakat madde tel, çubuk gibi şekle sahipse genleşme boydaki değişim olarak, levhalarda yüzey alanındaki artış olarak gözlenir.

Aslında levhanın ve çubuğun kalınlığı da artacaktır ama bu artışlar çok az olduğundan gözlenen, boydaki ve yüzey alanındaki artış olur.

Katılarda genleşmeyi, üç alt başlıkta inceliyoruz.

1. Boyca (çubuk ve tellerde)
2. Yüzeyce (levhalarda)
3. Hacimce (üç boyutlu cisimlerde)

1. Boyca Genleşme (Tek boyutta)

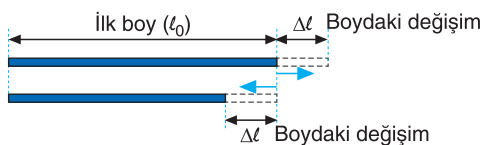
Bir çubuğun boyundaki genleşme (uzama) çubuğun ilk boyuna, sıcaklık değişimine ve maddenin cinsine bağlıdır.

Kütlesine, kesit alanına bağlı değildir.

Maddenin cinsine bağlı olmasını genleşme katsayısıyla ifade edilir. Genleşme katsayısı (λ) ile gösterilir.

Genleşme katsayısı; birim uzunluğun 1°C sıcaklık farkındaki değişimidir. λ nın büyük olması, sıcaklık değişiminden çok etkileneceği anlamına gelir.

Isınınca çok uzayan madde, soğutulunca da çok kısalır.



İlk boyu l_0 olan tel ΔT kadar ısınınca, Δl artış oluyorsa; ΔT kadar soğuduğunda da Δl kadar boyunda azalma gözlenir.

Boydaki değişimin matematiksel ifadesi, artık müfredatımızda yok. Bu nedenle formülü kullanmıyoruz.

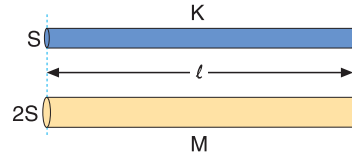
Ama sorularda sıralama ve karşılaştırma için genleşme miktarının nelere bağlı olduğunu iyi bilmemiz lazım.

Genleşme miktarı:

- Maddenin cinsi, yani genleşme katsayısı (λ) ile doğru orantılı.
- Boyuyla doğru orantılı.
- Sıcaklık değişimiyle (ΔT) doğru orantılı.

Örnek 1

Aynı maddeden yapılmış l uzunluğundaki K, M tellerinin kesit alanları S ve 2S dir.



Tellerin sıcaklığı eşit miktarda artırılırsa, boylarındaki artışlar Δl_K ve Δl_M arasındaki ilişki ne olur?

Çözüm 1

Basit ama önemli bir örnek.

Uzama miktarının maddenin ilk boyuna, cinsine ve sıcaklık değişimine bağlı olduğunu söylemiştik. K ve L için hepsi aynı olduğu için uzama miktarları da aynı olmak zorunda.

"Ama M daha kalınn". Diyenlere hatırlatalım. Kesit alanına yani kalınlığa bağlı değil demiştik.

Kesit alanlarının S ve 2S olması sonucu değiştirmiyor.

Bunların kafamızı karıştırmaması lazım.

Bize aynı sıcaklık değişimi (ΔT) demişse kesitlerin bir anlamı olmaz.

Şimdi kafanızın karışma sebebine geelim :)

M daha kalın demiştiniz değil mi?

M daha kalın olduğu için kütlesi de L den daha fazladır. Yani aynı sıcaklık değişimi (ΔT) sağlayabilmek için kalın olana daha fazla ısı vermek gerekecektir. Şimdi oldu mu :)

- Soruda "maddelere aynı ısı veriliyor" deseydi.

Bu durumda kesit önemliydi. Sıcaklık değişimini vermiyor, eşit ısı diyorsa ΔT leri biz bulcaz.

Kesiti S olanın kütlesi m ise, 2S olanın 2m olur.

$$\left. \begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta T_K \\ Q &= 2m \cdot c \cdot \Delta T_M \end{aligned} \right\} \Delta T_K \text{ iki kat fazla olurdu.}$$

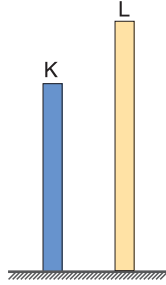
İki kat fazla sıcaklık değişimi de iki kat fazla uzamaya sebep olurdu.

Örnek 2

İlk boyları şekildeki gibi olan K ve L metal çubukları aynı boya getirilmek isteniyor.

Buna göre,

- I. K yi ısıtmak
- II. L yi soğutmak
- III. İkisinin de eşit miktarda sıcaklığı-
nı artırmak



Yukarıdaki işlemlerden hangileri tek başına yapılabilir?

Çözüm 2

K nin boyu L den kısa olduğu için K yi ısıtmak uzamasını sağlar. **Olabilir.**

L yi soğutmak kısalmasını sağlar. **Olabilir.**

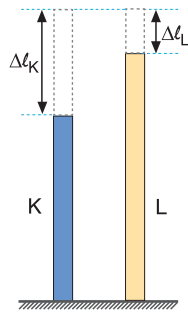
K ve L nin sıcaklığını eşit miktarda artırmak ise, her zaman değil ama belli şartlarda olabilir.

Aynı boya gelebilmeleri için K nin L ye göre daha fazla uzaması gerekiyor.

K nin ilk boyu da kısa olduğu için K nin genleşme katsayısı L ninkinden büyükse ($\lambda_K > \lambda_L$) bu mümkün **olabilir.**

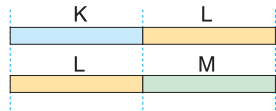
Dolayısıyla üç işlem de yapılabilir.

Cevap I,II ve III olacak.



Örnek 3

Aynı boyutlarda ve sıcaklıktaki K, M ve iki tane L çubuğuyla elde edilen şekildeki KL ve LM cisimlerinin sıcaklığı aynı miktarda artırıldığında son boyları yine eşit olmaktadır.



Buna göre K, L ve M nin genleşme katsayıları λ_K , λ_L ve λ_M için ne söylenebilir?

Çözüm 3

Isınıp genleştikten sonra da KL ve LM çiftlerinin boyları eşit olduğuna göre boy artışları aynı olmalıdır.

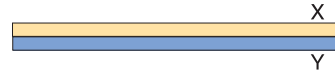
İki cismin de içinde (ikisinin yarısı) L çubuğu olduğu için, iki cisim için de aynı uzamayı yapacaktır. O halde K ve M aynı miktarda uzamalı ki son boyları eşit olabilsin.

Bu durumda $\lambda_K = \lambda_M$ olmalıdır.

L nin genleşme miktarı ve λ_L hakkında kesin birşey söyleyemeyiz. K ve M ye eşit de olabilir, büyük ya da küçük de olabilir. İki cisme de aynı katkıyı yapar.

Örnek 4

Aynı sıcaklıktaki birbirine perçinli X, Y metal çubuklarının sıcaklığı ΔT kadar artırılıyor.



X in genleşme katsayısı Y den büyük göre, metal çiftin görünümü nasıl olur?

Çözüm 4

Zamane gençleri bilmeyebilir :) perçin; genelde metalleri birbirine tutturmak için kullanılan bir yapıştırma yöntemidir.

Şimdi soruya geçebiliriz.

Sıcaklığın Δt kadar artırılmasıyla iki çubuğun da boyu artacaktır. Metaller perçinli oldukları için ayrı ayrı uzayamazlar. Genleşme katsayısı büyük olan X metali daha fazla uzayacağından, XY metal çifti, X'in boyu daha uzun olacak (dışta kalacak) şekilde bükülür.



İki metalin de boyu, ilk boyuna göre daha uzundur. X, Y den uzun olması için dış kısımda kalacaktır.

Bu perçinli sorular bir zamanlar feysbuk kadar meşhurdur. Bunlarla ilgili ÖSYM sınavlarda epey soru sordu.

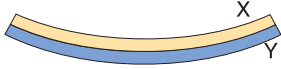
Şimdi soruyu tersten inceleyelim. Çubukların sıcaklığı artırılmayıp azaltılsaydı ne olurdu?

Ne demiştik. Genleşme katsayısının (λ) büyük olması, sıcaklık değişiminden çok etkileneceği anlamına gelir.

Isınınca çok uzayan madde, soğutulunca da çok kısalır.

Çubukların sıcaklığı artırılmayıp ΔT kadar azaltılsaydı, bu sefer X daha çok kısalacaktı.

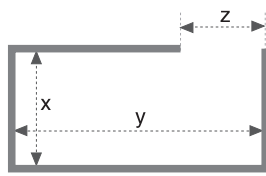
Bu nedenle metal çift yine bükülür. Bu bükülmelerde dışta kalanın boyu daha uzun olacaktır.



İkisi de kısalmıştır. Fakat X'in genleşme katsayısı büyük olduğu için daha çok kısalacaktır. X, Y den daha kısadır.

Örnek 5

Türdeş bir telin bükülmesiyle oluşturulan şekildeki cisim sürtünmesiz zemindedir.



Telin sıcaklığı artırıldığında x, y, z uzunlukları nasıl değişir?

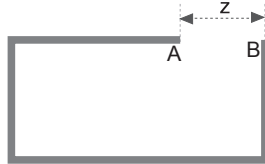
Çözüm 5

Isınan maddenin genleşerek boyutları artar. Eğer bir sınırlandırma (ya da sabitleme) yoksa genleşme merkezden dışa doğrudur.

Şekilde x ve y uzunluklarının artacağı ilk etapta herkes tarafından söylenebilir.

Fakat Z genelde azalacak zannedilir.

Bunun nedeni; üst kenardaki çubuk uzayacağı için A ucu B ye doğru yaklaşacak gibi hissedilmesidir. Fakat alt kenar ve y mesafesi daha çok arttığı için z de artacaktır.



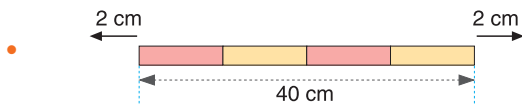
Bu sorularda bu şekilde düşünmeye gerek kalmadan basit bir şekilde ne olacağını anlayabiliriz.

Eğer tek cins madde varsa ve sınırlama yoksa; genleşmeyi fotokopik büyüme gibi düşünürüz.

Bir resmin fotokopiyle büyütülmesi halinde resmin her yeri aynı oranda büyür.

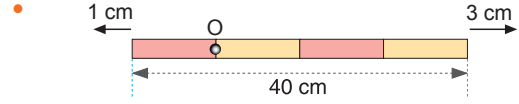
Bu soruda da genleşme olunca **x, y ve z'nin hepsi aynı oranda artacaktır.**

Sabitlenen Cisimler



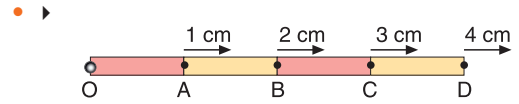
Şekildeki eşit bölmeli çubuk sürtünmesiz zemindeyse ve ısınırsa, uzama iki tarafa da aynı miktarda olup merkezden dışa doğrudur.

Her bölmenin 10 cm, çubuk uzunluğunun da 40 cm olduğunu kabul edelim. Isınınca da boyu 44 cm olsun. Her bölme 1 cm uzamış olur. Şekildeki çubuk da 2 cm sağa 2 cm sola uzar.



Çubuk O noktasından sabitlenirse uzama bu noktadan dışarı sağa, sola doğru olur.

1 cm sola, 3 cm sağa.

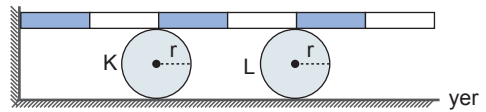


O noktasını buradaki gibi uçta seçersek çubuk 4 cm sağa uzar. Çubuk üzerindeki noktaların her biri O dan uzaklığıyla orantılı yer değiştirir.

A: 1cm , B: 2cm , C: 3cm , D: 4 cm sağa uzar.

Örnek 6

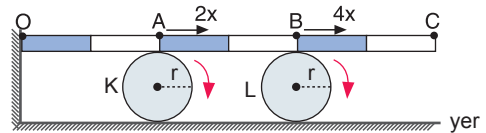
Eşit bölmeli, duvara sabitlenmiş metal çubukla zemin arasına yerleştirilen eşit yarıçaplı K, L silindirleri şekildeki gibidir.



Metal çubuğun sıcaklığı bir miktar artırıldığı zaman K, L silindirlerinin ilerleme miktarları ve tur sayıları için ne söylenebilir? (Silindirler genleşmiyor.)

Çözüm 6

Isınan çubuk uzayacaktır. Bir ucu duvara sabitlendiği için uzama duvardan itibaren sağa doğru olur.



K silindiri OA kısmındaki uzama miktarı, L silindiri OB kısmının uzama miktarından dolayı dönerek ilerler.

Uzama miktarı, sabitlenen noktaya olan uzaklıkla doğru orantılı olacaktır.

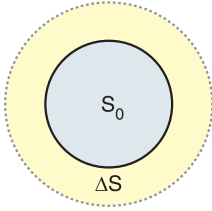
Eşit bölmelerden her birinin uzaması x kadar dersek, A noktası $2x$, B noktası $4x$ kadar sağa doğru ilerler.

Uzayan çubuk; K silindirini $2x$ kadar, L yi de $4x$ kadar itecektir. Bu durumda L nin ilerleme miktarı da tur sayısı da K den 2 kat fazla olacaktır.

BC uzunluğunun K ve L için hiçbir anlamı yoktur. Silindir için sabitlenen noktadan kendisine kadar olan uzaklık önemlidir. K için OA uzunluğunu, L için OB uzunluğunu bilmek yeterli.

Uçta kalan fazlalık kısım dönme ve ilerlemeyi etkilemez

2. Yüzeyce Genleşme (İki Boyutta)



Yüzey alanı S_0 olan levha ısı alıp sıcaklığını artırırsa yüzey alanı ΔS kadar artar.

Buradaki artış boyca uzamada olduğu gibi ilk alana (S_0), sıcaklık değişimine (ΔT) ve maddenin cinsine (genleşme katsayısı) bağlıdır.

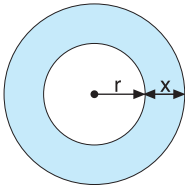
Yüzeyce genleşme katsayısı a , α ... gibi değişik ifadelerle de gösterilebilir.

Ama boyca uzama katsayısı λ olan bir metalden yapılmış levha için yüzeyce genleşme katsayısı 2λ dır.

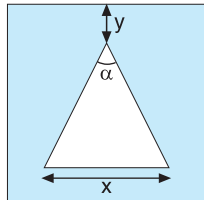


DİKKAT

Genleşme merkezden dışa doğrudur. Oyulmuş, kesilmiş cisimlerde genleşme ve büzülmede fotokopik olarak her uzunluk aynı oranda artar veya azalır. Açı varsa açı değeri aynı kalır, değişmez.

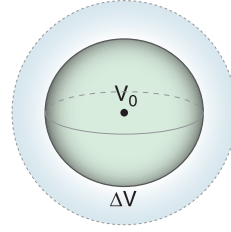


Isınırsa r ve x artar.
Soğursa r ve x azalır.
İçe doğru genleşme olmaz.



Isınırsa x ve y artar.
Soğursa x ve y azalır.
İki durumda da α açısı değişmez.

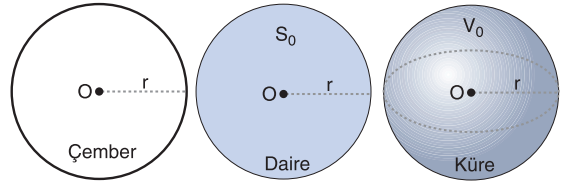
3. Hacimce Genleşme (Üç Boyutta)



Hacmi V_0 olan bir cisim ısınınca hacminde meydana gelen artışa ΔV dersek; bu artış yine ilk hacim, sıcaklık değişimi ve maddenin cinsine bağlıdır.

Boyca uzama katsayısı λ olan bir metalden yapılmış cisim için hacimce genleşme katsayısı 3λ dır.

Genleşme yine merkezden dışa doğrudur.



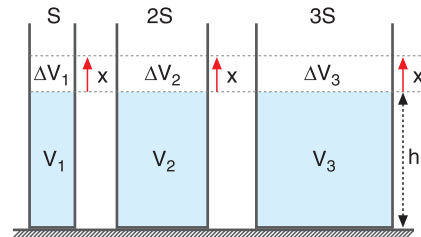
Şekildeki çember, daire ve küre aynı maddeden yapılmışlarsa; sıcaklıkları aynı miktarda artarsa yarıçaplarındaki artış eşit olur.

Çünkü cisim tek boyutlu, iki boyutlu veya üç boyutlu olsa da r (yarıçap) bir uzunluk olduğu için r deki artış bulunurken boyca uzama olarak düşünülür.

Sıvı Maddelerin Genleşmesi

Sıvıların sıcaklığı arttığında hacimce genleşme gerçekleşir.

Düzgün kaplardaki sıvıların sıcaklığı eşit miktarda artırılırsa (ΔT ler aynı), boyca genleşme gibi uzunlukla (yükseklik) orantılı şekilde sıvı seviyesi yükselir.



Kesitleri S , $2S$, $3S$ olan kaplarda aynı cins ve aynı sıcaklıkta sıvı varken sıcaklıkları eşit miktarda artırılırsa (ΔT ler eşit), sıvıların yükselme miktarları da aynı olur.

Hacimler ilk hacimle orantılı artar. Kaplar da aynı oranda genişliğe sahipse artışlar eşittir.

- Bu kaplardaki sıvıların her birine aynı miktarda ısı enerjisi verilirse (Q lar eşit olsaydı);

Bu durumda ΔT ler farklı olurdu.

Miktarı en az olan 1. kaptaki için ΔT en fazla, 3. kaptaki kütlesi çok olan için ΔT en az olurdu.

$$Q = m.c.\Delta T_1$$

$$Q = 2m.c.\Delta T_2$$

$$Q = 3m.c.\Delta T_3$$

Sıcaklık değişimleri (ΔT), kütleyle ters orantılı olacak.

$$\Delta T_1 > \Delta T_2 > \Delta T_3$$

Dolayısıyla 1. kaptaki sıvı en fazla, 3. kaptaki sıvı ise en az yükseldi. 2. kaptaki ne olur diye soran yok inşallah :)

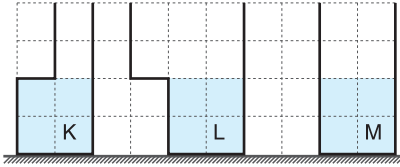
Sorularda buna çok dikkat etmek gerekir. Sıcaklık değişimleri (ΔT) mi aynı, enerji (ısı, Q) değişimleri mi.

Buna göre cevap da değişir.

Şimdi biraz örnek çözerek olayı pekiştirelim.

Örnek 8

Düşey kesitleri şekildeki gibi olan kaplarda aynı sıcaklıkta K, L, M sıvıları vardır.



Sıvıların genleşme katsayıları aynı olduğuna göre eşit miktarda sıcaklık artışında sıvı seviyeleri h_K , h_L , h_M arasındaki ilişki ne olur?

Çözüm 8

Bu tip soruları çözmek için mantık kurmak en kolaydır. Madde miktarı ile genleşme (hacimdeki artış) orantılı olacaktır.

$\Delta V = V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ üç sıvı içinde veriler aynı olduğu için hepsinin hacmindeki artış aynı olmalıdır.

K sıvısının yükseleceği bölüm alt kısma göre daha dar, L ninki daha geniş olduğu için, aynı hacim artışı kesit alanlarıyla ters orantılı yükseklik artışı yapar.

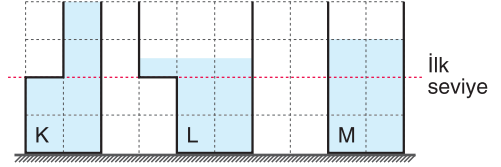
Yani dar olan daha çok yükselecektir.

Bu artışlarında kabın şekline göre ne kadar hacim kaplayacağını, ne kadar yükseleceğini bakarak görmemiz gerekiyor.

Mesela sıvılar 2 bölme genişsin ve 1 kare yükselsin.

Bu hacim için K sıvısı 2 kare yükselir. L ise 1 kareden daha az yükselir.

$$h_K > h_M > h_L \text{ olur.}$$



Sıvının genleşeceğini varsaydığımız miktar abartılı olabilir. Gerçekte yukarıdaki gibi ilk hacmin yarısı kadar genişlen sıvı yoktur.

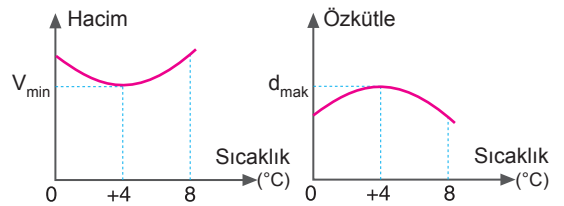
Ama bu tip sorularda sayısal bir değer sorulmadığı için, karşılaştırma yapmayı kolaylaştıracak bir miktar kabul etmek işimizi kolaylaştırır.

Su için Özel Durum



Normalde sıcaklık arttıkça hacim artarken su için özel bir durum söz konusudur. $+4^\circ\text{C}$, su için özel bir sıcaklıktır.

Suyu, en düşük sıcaklığı 0°C den itibaren ısıtmaya başlarsak $+4^\circ\text{C}$ ye kadar suyun hacminin artması beklenirken azalır. $+4^\circ\text{C}$ den sonra ise diğer sıvılar gibi artmaya devam eder.



Bu nedenle $+4^\circ\text{C}$ de suyun hacmi en küçük, özkütlesi ise en büyük değerini alır.

Bu özel bir durum olup su içindeki canlılığında devam etmesini sağlayan bir istisnadır.

Ayrıca su donarak buz olurken hacminde artış meydana

gelir. Bu sebeple buz, su içinde batmadan yüzer.

Kendi sıvısında yüzebilmesi de su için özel bir durumdur.

Bir kaç istisna madde dışında genelde tam tersi olur.

Bu özel durumlar deniz ve göllerde, su içindeki canlılığın devam etmesini mümkün kılar.

Bunu kısaca açıklayalım:

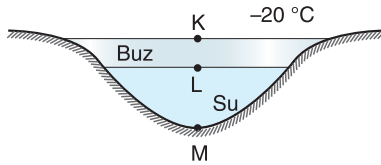
Su bu özelliği nedeniyle üstten donar. Özkütlesi sudan küçük olan buz batmayıp yüzer.

Yüzeyde oluşan buz tabakası soğuk dış ortamdan yalıtım sağlarken özkütlesi en büyük olan $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ deki su dibe çöker.

Yani yüzeyi buz tutmuş bir göl tabanında su sıcaklığı $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ bile olabilir.

Örnek 9

Dış ortam sıcaklığının $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu bir yerde yüzeyi buz tutan su birikintisi şeklindeki gibidir.



Buna göre, şekilde gösterilen K, L, M noktalarının sıcaklıkları için ne söylenebilir?

Çözüm 9

Şekildeki durumda kesin olan tek şey su - buz temas noktası olan L noktasının sıcaklığı $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dir. (Normal şartlar olduğunu düşünüyoruz.)

Bu nokta suyun donmakta ya da buzun erimekte olduğu noktadır. K noktası dış ortamla temas eden yer olduğu için sıcaklığı $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ya da bu sıcaklığın üzerinde $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında bir değer olabilir. (Buz içinde ısı aktarımı var.)

Tabandaki M noktasında sıvı halde olduğu için $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve üzerinde, hatta $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ bile olabilir.

Çünkü yoğunluğun en büyük olduğu bu değerdeki su dibe çöker.

Ama kesinlikle $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ dir diyemeyiz.

Gazların Genleşmesi

Katı ve sıvılarda genleşme katsayısı ayırt edici bir özellikken, gazlarda ayırtedici değildir.

Isınan gazların molekülleri de hareket enerjileri arttığı için geniş bir hacme dağılıp genleşirler. Bu gazın cinsine bağlı değildir ve her gaz için aynıdır.

Genleşen gazın özkütlesi azalır.



Gazların genleşmesinden faydalanılarak sıcak hava balonları yapılmıştır.

Alt kısmı açık olan balona sıcak haca verilir. Isınca yoğunluk azalacağı için sıcak havayla dolan balon gökyüzüne yükselir.

Benzer şekilde içine yanan mum konulan kağıt fenerler de özkütlenin azalması sayesinde uçabilirler.

Özellikle uzakdoğuda festivallerde kutlamalarda çok kullanılır.



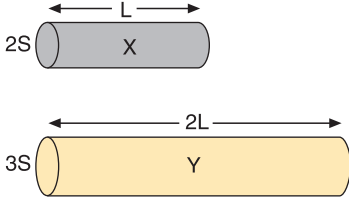
Esnek bir balon içindeki gaz genleştiğinde gazla beraber balonun hacmi de artar.

Gaz kapalı bir kaptan genleşemeyecektir.

Sıcaklığı artan gazın genleşemeyince, basıncı artacaktır.

Not: Gazlar sabit basınç altında genleşir. Basıncın değiştiği durumlarda genleşme olmayabilir.

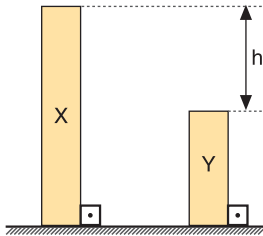
1. Aynı maddeden yapılmış X ve Y metal tellerinin boy ve kesit alanları sırayla L, 2L ve 2S, 3S dir.



Tellerin sıcaklığı eşit miktar artırılırsa, boylarındaki artışlar oranı, $\frac{\Delta L_X}{\Delta L_Y}$ kaç olur?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{4}$

2. Şekildeki X ve Y metal çubuklarının boyları arasındaki fark (h) kadardır.



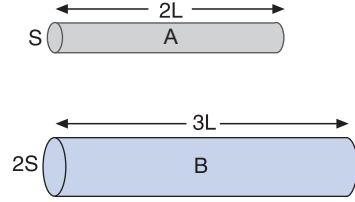
Buna göre (h) mesafesinin azalması için;

- I. yalnız X i ısıtmak,
II. X ve Y yi ısıtmak,
III. X ve Y yi soğutmak

işlemlerinden hangileri kesinlikle yapılamaz?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

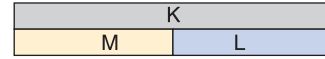
3. Aynı maddeden yapılmış A ve B metal tellerinin boy ve kesit alanları sırayla 2L, 3L ve S, 2S dir.



Buna göre, tellere eşit ısı verilirse, boylarındaki artışlar oranı, $\frac{\Delta L_A}{\Delta L_B}$ kaç olur?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) 2 E) $\frac{3}{2}$

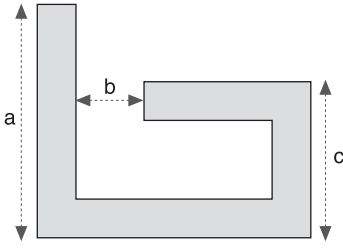
4. Boyca genleşme katsayıları λ_K , λ_L , λ_M olan aynı sıcaklıkta birbirine perçinlenmiş şekildeki K, L, M metal çubukları bir miktar ısıtılıyor.



$\lambda_M > \lambda_K > \lambda_L$ olduğuna göre, çubukların son durumu aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

- A) B) C) D) E)

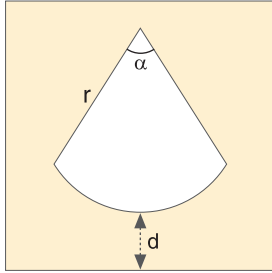
5. Türdeş bir levhadan kesilerek oluşturulan şekildeki cisim sürtünmesiz zeminde.



Cismin sıcaklığı artırıldığında a , b , c uzunlukları nasıl değişir?

a	b	c
A) Artar	Artar	Artar
B) Artar	Azalı	Artar
C) Azalı	Artar	Azalı
D) Artar	Değişmez	Artar
E) Artar	Azalı	Azalı

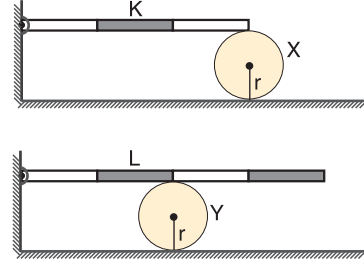
6. Türdeş bir metal levhanın iç kısmında şekildeki gibi boşluk bulunmaktadır.



Buna göre, levha bir miktar ısıtılırsa r ve d uzaklığı ile α açısı nasıl değişir?

r	d	α
A) Artar	Artar	Artar
B) Artar	Azalı	Artar
C) Azalı	Azalı	Değişmez
D) Artar	Artar	Değişmez
E) Azalı	Artar	Artar

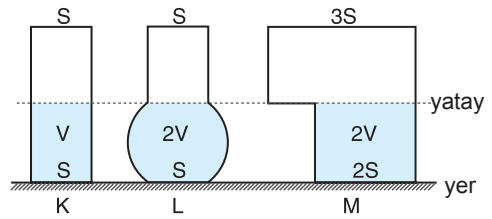
7. Aynı maddeden yapılmış ve duvarlara sabitlenmiş olan eşit bölmeli K, L metal çubukları ile zeminler arasında özdeş X ve Y tahta silindirler şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Buna göre, çubukların sıcaklığı eşit miktar artırılırsa X ve Y silindirlerinin tur sayıları oranı, $\frac{n_X}{n_Y}$ kaç olur?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{4}{3}$ E) 2

8. Düşey kesitleri şekildeki gibi olan kaplarda aynı sıcaklıkta V, 2V, 2V hacimli K, L, M sıvıları bulunmaktadır.



Sıvıların genleşme katsayısı aynı olduğuna göre, sıvıların sıcaklığı eşit miktar artırıldığında kollarındaki yükselme miktarları h_K , h_L , h_M ilişkisi nasıl olur?

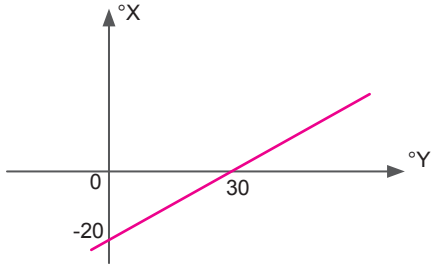
- A) $h_K > h_L > h_M$ B) $h_M > h_L > h_K$
 C) $h_K = h_L > h_M$ D) $h_M > h_K = h_L$
 E) $h_L > h_K > h_M$

1. Bir kaptaki suyun sıcaklığı Fahrenheit termometresi ile 86°F ölçülüyor.

Buna göre, suyun sıcaklığı Celsius termometresi ile kaç $^{\circ}\text{C}$ ölçülür?

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

2. X, Y termometreleri ilişkisini gösteren grafik şekildedir.



Buna göre, 120°Y sıcaklığı kaç $^{\circ}\text{X}$ tir?

- A) 20 B) 40 C) 60 D) 80 E) 100

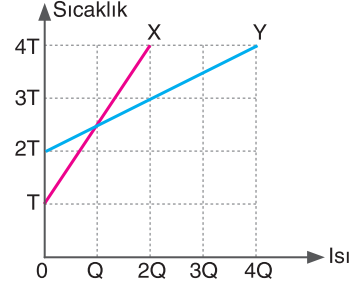
3. Sıcaklığı 20°C olan 60 g kütleli suya 3000 kalori ısı veriliyor.

Buna göre, suyun son sıcaklığı kaç $^{\circ}\text{C}$ dir?

($c_{\text{su}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)

- A) 20 B) 40 C) 50 D) 70 E) 90

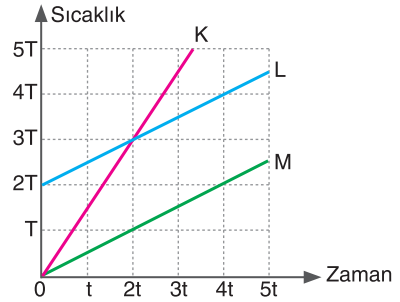
4. Eşit kütleli X, Y sıvılarının sıcaklık-ısı grafiği şekildedir.



Buna göre, sıvıların özısıları oranı, $\frac{c_X}{c_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 3

5. K, L, M sıvıları eşit sürede eşit ısı veren ısıtıcılarla ısıtılırken sıcaklık - zaman grafiği şekildedir gibi oluyor.



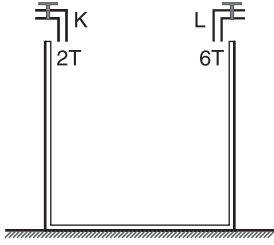
Buna göre;

- I. K nin özısıısı M ninkinden büyüktür.
II. L nin özısıısı M ninkine eşittir.
III. K nin ısı sığası L den küçüktür.

İfadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

6. Kesiti şekildeki gibi olan silindirik kap 2T ve 6T sıcaklığında su akıtan K, L muslukları ile dolduruluyor.

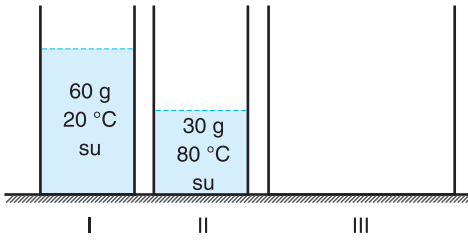


Muslukların debileri eşit olduğuna göre, kaptaki suyun son sıcaklığı kaç T dir?

(Isı alışverişi sadece sular arasında olmaktadır.)

- A) $\frac{5}{2}$ B) 3 C) $\frac{7}{2}$ D) 4 E) $\frac{9}{2}$

7. Şekildeki I ve II kaplarında kütle ve sıcaklık değerleri verilen sular bulunmaktadır.



Bu sular, boş olan III. kaba tamamen boşaltılırlarsa karışımın denge sıcaklığı kaç °C olur?

- A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

8. 20 °C sıcaklıktaki K sıvısı ile 60 °C sıcaklıktaki L sıvısı karıştırılıyor. Isı alışverişi yalnızca K, L sıvıları arasında olup denge sıcaklığı 40 °C dir.

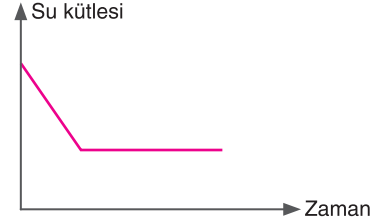
Buna göre K, L sıvılarıyla ilgili;

- I. Isı değişimleri eşittir.
II. Sıcaklık değişimleri eşittir.
III. Isı sığaları eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

9. Deniz seviyesinde ısıca yalıtılmış bir ortamda, içinde su bulunan kap içine bir parça buz atılıyor.



Su kütlesinin zamanla değişimi grafikteki gibi olduğuna göre;

- I. Suyun ilk sıcaklığı 0 °C dir.
II. Buzun ilk sıcaklığı 0 °C nin altındadır.
III. Denge sıcaklığı 0 °C dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

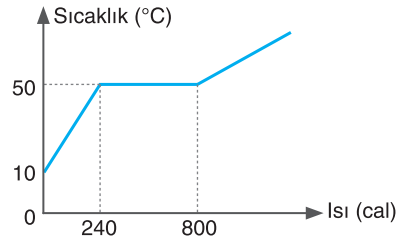
- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

10. Sıcaklığı -40 °C olan 20 g kütleli buz, +60°C sıcaklığında su haline getirmek için kalori ısı vermek gerekir?

($c_{\text{buz}}=0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $c_{\text{su}}=1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $L_{\text{buz}}=80 \text{ cal/g}$)

- A) 3200 B) 2800 C) 2000
D) 1600 E) 1200

11. Özısı c = 0,6 cal/g°C olan sıvının sıcaklık-ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, sıvının buharlaşma ısı kaç cal/g dır?

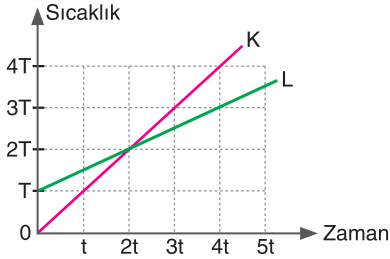
- A) 30 B) 36 C) 48 D) 56 E) 64

1. Bir X termometresi normal koşullarda ölçeklenirken suyun donma noktası -30°X , kaynama noktası da 120°X olarak işaretlenmiştir.

Buna göre, bu termometreyle ölçülen 60°X , kaç $^\circ\text{C}$ 'dir?

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

2. Şekilde özdeş ısıtıcılarla ısıtılan K, L cisimlerine ait sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir. Cisimlerin kütleleri sırasıyla m_K , m_L ve özısılları c_K , c_L 'dir.



$\frac{m_K}{m_L} = \frac{2}{3}$ olduğuna göre, $\frac{c_K}{c_L}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

3. Özısılları eşit olan X, Y, Z sıvılarının sıcaklıkları sırasıyla 20°C , 50°C ve 80°C dir. Sıvılardan eşit kütlelerde alınıp ısıca yalıtılmış bir kapta karıştırılıyor.

Isıl denge sağlandıktan sonra, X, Y, Z sıvılarının ilk sıcaklıklarının değişip değişmediği hakkında ne söylenebilir?

X	Y	Z
A) Artmıştır	Artmıştır	Azalmıştır
B) Artmıştır	Azalmıştır	Azalmıştır
C) Artmıştır	Değişmemiştir	Azalmıştır
D) Artmıştır	Azalmıştır	Değişmemiştir
E) Değişmemiştir	Değişmemiştir	Değişmemiştir

4. Isıca yalıtılmış kaptaki suyun içine bir parça buz atılıyor. Yeterli bir süre beklendiğinde, kaptaki su ve buz kütlelerinin değişmediği görülüyor.

Buna göre, başlangıçtaki;

- I. Suyun kütlesi buzunkine eşittir.
II. Buzun hacmi suyunkinden büyüktür.
III. Suyun sıcaklığı buzunkine eşittir.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) I ve II B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. Isıca yalıtılmış kapalı bir kaba konan X sıvısı ile Y katı maddesi yalnız birbiriyle ısı alışverişi yapıyor. Bu durumda X'in sıcaklığı değişmezken, Y'nin sıcaklığı artıyor.

Buna göre;

- I. Başlangıçta X'in sıcaklığı Y'ninkinden büyüktür.
II. Isı alışverişi sırasında X sıvısı donmuştur.
III. Isı alışverişi sırasında X sıvısı buharlaşmıştır.

Yargılarından hangileri kesinlikle yanlıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

6. 0°C deki 50 şer g lık üç adet buz parçası aşağıda sıcaklık ve kütlesi verilen suların bulunduğu ısıca yalıtılmış kaplara ayrı ayrı konuluyor.

	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	Kütle (g)
I.	80	40
II.	70	60
III.	60	60

Buna göre, hangi kaplara konulan buzların tamamı erir? ($c_{su} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $L_{buz} = 80 \text{ cal/g}$)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

7. 10°C sıcaklıktaki K sıvısı içine 50°C sıcaklıktaki L katı cismi atılıyor. Isı alışverişi yalnızca K sıvısı ile L cismi arasında olup denge sıcaklığı 25°C dir.

Buna göre,

- I. K sıvısıyla L katısının ısı değişimleri eşittir.
- II. Sıvının ısı sığası katıdan büyüktür.
- III. L katısının öz ısısı K sıvısından büyüktür.

yargılarından hangileri **kesinlikle** doğrudur?

- A) I ve II B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

8. Yazın güneş altında kalan çocuk parkındaki oyun-cakların metal kısımları plastik kısımlara göre daha sıcak hissedilir.

Bunun nedeni,

- I. Demir kısımların ısısının daha yüksek olması.
- II. Demir kısımların sıcaklığının daha yüksek olması.
- III. Demirin ısı iletkenliğinin daha yüksek olması.

yukarıdakilerden hangisidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

9. Farklı sıcaklıklardaki X ve Y maddeleri ısıca yalıtılmış ortama konuluyor. Isıl denge sağlanana kadar X maddesinin sıcaklığı sürekli artarken Y nin sıcaklığının değişmediği gözleniyor.

Buna göre,

- I. X hâl değiştirmemiştir.
- II. Y hâl değiştirmektedir.
- III. Y donma sıcaklığında bir sıvıdır.

yargılarından hangileri **doğru** olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

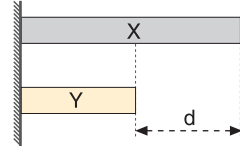
10. Isıma yoluyla ısının yayılmasıyla ilgili olarak;

- I. Yalnızca çok sıcak cisimlerde gerçekleşir.
- II. Maddesel ortama ihtiyaç yoktur.
- III. Temas gerektirmez.

yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) I ve II B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

11. Aynı maddeden yapılmış X, Y çubuklarının boyları sırasıyla $2l$ ve l dir. Çubuklar uçları arasındaki uzaklık d olacak biçimde duvara şekildeki gibi sabitlenmiştir.

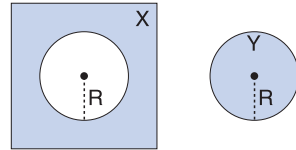


Çubukların sıcaklığı ΔT kadar artırıldığında boyları farkı d_1 , ΔT kadar azaltıldığında ise d_2 oluyor.

Buna göre d , d_1 , d_2 arasındaki ilişki nedir?

- A) $d = d_1 = d_2$ B) $d > d_1 = d_2$
C) $d_1 = d_2 > d$ D) $d_1 > d_2 > d$
E) $d_1 > d > d_2$

12. Düzgün, türdeş, metal bir levhadan dairesel bir parça kesilip çıkarılarak ile X, Y cisimleri elde ediliyor.



Buna göre, Y cisminin X'in içindeki boşluktan geçebilmesi için;

- I. X ve Y'yi ΔT kadar soğutma,
- II. X'i ısıtıp Y'yi soğutma
- III. X'i soğutup, Y'yi ısıtma

işlemlerinden hangileri **tek başına** yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÜNİTE 6

BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

- BASINÇ
- KALDIRMA KUVVETİ

1.

BASINÇ

BASINÇ

Kuvveti biliyorsunuz. Kuvvet hareket ünitesinde anlatmış-tık. Kitaplarda hep okla gösteriyoruz ama kuvvetin bir şekli olmaz. Bir cisme kuvvet uygularken kuvveti uygulayanla kuvvetin uygulandığı cismin etkileştiği yüzey büyük ya da küçük olabilir.

Şöyle anlatayım; yerde duran masaya kuvvet uygulayarak iticez. Masaya kuvvet uygularken parmağınızın ucuyla da itebilirsiniz, avuç içinizin tamamını masaya dokundurarakta.

İki durumda da aynı kuvveti uygulamış olsanız bile parmak ucunuzda ve avuç içinizde hissededeceğiniz etki aynı olmayacaktır. Denemek bedava :)

Kuvvet uygularken temas eden yüzeye bu kuvvet dağılır. Parmak ucunuzla ittiğimizde tüm kuvvet ufak bir noktaya uygulandığı için parmak ucunuz acır. Fakat avuç içinin tamamı temas ederse kuvvet tüm yüzeye dağılır ufak parçalara ayrılmış olur.

İşte birim yüzeye dik olarak etki eden bu kuvvete **basınç** denir. Kuvvet vektörel bir büyüklüktür ama basınç skaler büyüklüktür.

Basıncın matematiksel ifadesi (yani formülü)

$$\text{Basınç} = \frac{\text{Yüzeye dik etkiyen kuvvet}}{\text{Yüzey alanı}}$$

Basınç P ile gösterilir. Kuvvet: F, Yüzey alanı: S dersek,

$$P = \frac{F}{S}$$

Kuvveti Newton, yüzey alanını m² alırsak,

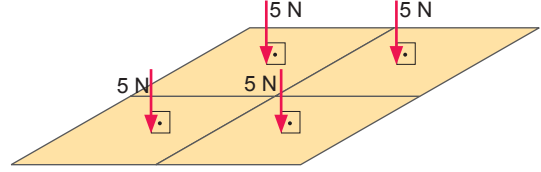
basıncın birimi $\frac{N}{m^2}$ olur. Bu birime Pascal (Pa) denir.

Basınç kuvveti

Yüzeyin tamamına dik olarak etki eden kuvvete **basınç kuvveti** denir. Yüzeydeki basınçlar toplamı da diyebiliriz.

Basınç birim yüzeydeki kuvvet iken, basınç kuvveti tüm yüzeye etki edendir. (Dik olmak şartıyla)

Kafanızda tam olarak canlandırmanız için bi şekil çizelim.



Şekildeki her birim kareye etki eden kuvvet 5 N ise, burada basınç 5, basınç kuvveti $4 \times 5 = 20$ N dur.

"*Birim yüzeye etki eden kuvvet (F)*" şeklinde bir ifade varsa bu basınçtır. Parantez içindeki F ye aldanmayın.

"*Yüzeyin tamamına etki eden basınç (P)*" diyorsa bu da basınç kuvvetidir. Burda da parantez içindeki P ye aldanmayın.

ÖSYM aynen bu şekilde F ile gösterip, "*birim yüzeye etki eden kuvvet*" diyerek basınçları sıralamasını sordu.

Başka bir zaman da P ile göstererek "*yüzeyin tamamına etki eden basınç*" deyip, basınç kuvvetlerinin sıralamasını sordular. İfadeleri iyi okumak ve anlamak lazım.

ÖSYM deki amcalar dikkat ölçmek için böyle şaşırtmacalar yapıyorlar.

Ama biz dikkat edip hata yapmıycaz :)

Basıncı; katı basıncı, sıvı basıncı, açık hava ve gaz basıncı olarak ayrı ayrı inceleyelim.

Katılarda Basınç

Cisimler ağırlığından dolayı bulunduğu zemine kuvvet uygular ve basınç yaparlar.

Kendimizden örnek verelim. Ayakta dururken zemine ağırlığımız kadar kuvvet uyguluyoruz.



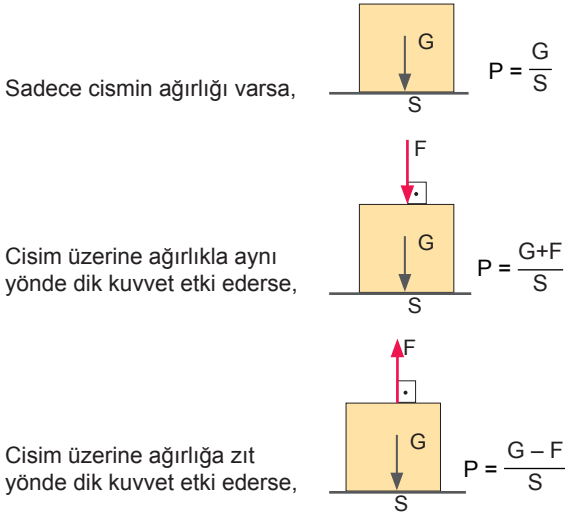
Ağırlığımız yere etki eden basınç kuvvetidir.

Ağırlığımızın, ayağımızın yerde temas ettiği yüzeye bölünmesiyle bulacağımız değer (birim yüzeye etki eden kuvvet) ise basınç olur.

Tek ayak üzerinde veya balerinler gibi parmak ucumuzda durmaya çalışırsak ayağımız - parmağımız acır.

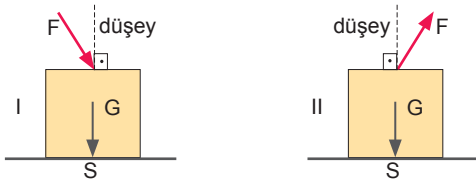
Bunun sebebi aynı ağırlığın daha küçük yüzeye dağılmasıdır. Yani birim yüzeydeki kuvvetin (basıncın) artması.

Ağırlığı G , yerle temas alanı S olan katı bir cismin farklı durumlarda yere yapacağı basınçlar aşağıdaki gibi olur.



Yukarı yöndeki kuvvet ağırlığa eşit olursa basınç sıfır olur. Ağırlıktan büyük olursa zaten cisim uçar :)

- Cisme dışarıdan etki eden kuvvet dik olmazsa, bu kuvvetin tamamı değil yüzeye dik olan kısmı basınç hesabına katılır. Yani etkisi F den az olur.



Kuvveti bileşenlerine ayırma 11. sınıf konusu olduğu için sayısal işlemlere girmiycez. Ama şunu söyleyebiliriz.

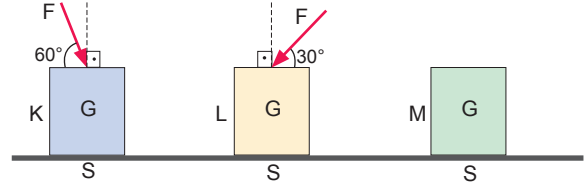
- I. durumdaki basınç; $\frac{G}{S}$ den büyük, $\frac{G+F}{S}$ den küçüktür.
- II. durumdaki basınç; $\frac{G}{S}$ den küçük, $\frac{G-F}{S}$ den büyüktür.

Dışarıdan uygulanan kuvvet düşeye ne kadar yakınsa basınca etkisi de o kadar fazla olur. Basınç yapacak kuvvetin yüzeye dik olması gerekir.

Hemen bir örnek üzerinde görelim.

Örnek 1

Özdeş K , L ve M cisimlerinden K ve L ye F büyüklüğündeki kuvvet şekildeki gibi etki etmektedir.



Buna göre, cisimlerin yere yaptıkları basınçlar P_K , P_L ve P_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 1

Cisimler özdeş oldukları için ağırlık ve yere temas yüzeyleri eşit olacaktır. Şekilde de zaten göstermiş.

Bizden sayısal bir değer istemediği için işlemlerle uğraşmıycaz. Mantık kullanıp, yorum yaparak çok rahat cevabı bulabiliriz.

Basınç formülümüz, $P = \frac{F}{S}$ Cisimlerin hepsinde ağırlık ve yüzey alanı aynı.

Yüzeye dik bastıran kuvvetin büyük olduğu yerde basınçta büyük olacaktır.

Öncelikle her cismin ağırlığı var.

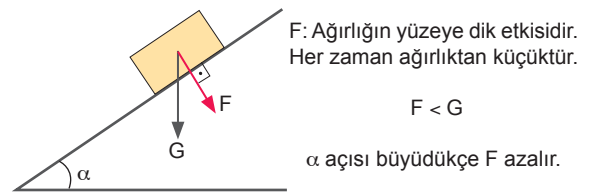
Fakat K ve L cisimlerine ağırlıqla beraber aynı büyüklükteki F kuvveti farklı açılarla etki etmiş.

Bu kuvvetler yüzeye dik olsaydı, yüzeye bastıran dik kuvvet olarak $G+F$ derdik. Ama kuvvetler açı yapıyor.

K ye etki eden daha dik olduğu için bunun yüzeye dik etkisi de fazla olacaktır. L de yine kuvvet var ama K ye göre daha az etkili. M de sadece ağırlık var.

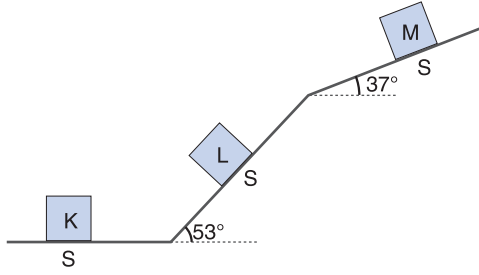
Bu durumda sıralama, $P_K > P_L > P_M$ olmalıdır.

- Cisim eğik düzlem üzerinde olursa ağırlığın tamamı yüzeye dik olarak etki edemez.



Eğik düzlem yataya ne kadar yakınsa ağırlığın yüzeye dik etkisi o kadar büyük olur. Ama her durumda ağırlıktan küçüktür.

Örnek 2



Ağırlıkları ve yüzey alanları aynı olan K, L, M cisimlerinin şekildeki durumlarda zemine yaptıkları basınçlar P_K , P_L , P_M arasındaki ilişki nedir?

($\cos 53^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

Çözüm 2

Bu da bir sıralama sorusu. L ve M nin basınçlarını sorsaydı ağırlıkları eğik düzlemem dik ve paralel bileşenlerine ayırıp, yüzeye dik olarak etki eden kuvvetleri bulmamız gerekirdi. Sıralama sorduğu için buna gerek yok.

Aynı ağırlık ve yüzey alanına sahip cisimler için basınç yüzeye dik etki eden kuvvetlerle orantılı olmalıdır.

K yatay zeminde olduğu için ağırlığının tamamı yüzeye diktir. L ve M ise eğik düzlem üzerindeler. Yüzeye dik olan kuvvetler (ağırlığın dik etkisi) kesinlikle ağırlıktan küçüktür. Bu nedenle en büyük basınç K de oluşur.

M cisminin bulunduğu eğik düzlem L ye göre yataya daha yakın. Daha küçük açı yapmış. Bu yüzden M nin yüzeye dik uyguladığı kuvvet L den fazladır. Bu durumda,

$P_K > P_M > P_L$ olacaktır.

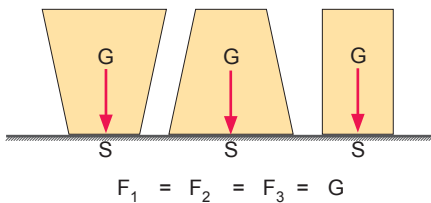
Oran sormadan sıralama sorduğu için işlem yapmadan; yatay zemindeki en büyük, eğimi fazla olan eğik düzlemdeki en küçük diyebiliriz.

Katılarda Basınç Kuvveti

Basınç kuvveti yüzeye etki eden basınçların toplamıdır.

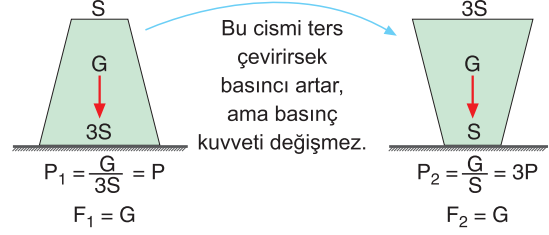
Basınç formülü, $P = \frac{F}{S}$ ise $F = P \cdot S$ olacaktır.

Yerde duran cisimler için basınç kuvveti her zaman ağırlığa eşittir. Yüzey alanı ve şekil önemli değil.



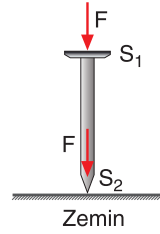
$$F_1 = F_2 = F_3 = G$$

- Katı cisim hangi yüzeyi üzerinde durursa dursun basınç kuvveti her zaman ağırlığı kadardır. Yüzey alanı basıncı etkiler, basınç kuvvetini etkilemez.



Günlük hayattan bir örnek verelim. Baskül üzerinde tartılırken ayağınızın birini kaldırdığınızda gösterdiği değer yarıya iner mi? Tabi ki inmez. İşte basınç kuvveti terazinin gösterdiği değer gibidir.

- Katılar, üzerine etki eden kuvveti yönü ve şiddeti değişmeden aynen iletirler. Basıncı iletmezler.



Çivinin tepesindeki basınç $= \frac{F}{S_1}$

Çivinin ucundaki basınç $= \frac{F}{S_2}$ olur.

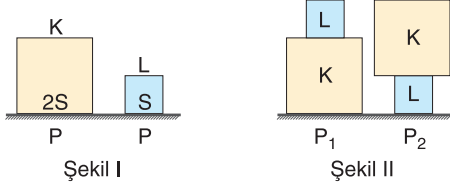
S_1 büyük, S_2 çok küçük (sivri uç) olduğu için uçtaki basınç büyük olur ve çivi zemine saplanır.

Katı basıncıyla ilgili günlük hayatta karşılaştığımız bazı durumlardan bahsedelim. Bunlar sorularda da kullanılır.

- Yukarıda da bahsedildiği gibi çivilerin ucu sivri yapılıdır ki sivri uça büyük basınç oluşup zemine saplansın.
- Yine raptiyelerin elimizi bastırdığımız yüzeyi genişletilerek elimize yaptığı basınç azaltılır.
- Bıçakların iyi kesmesi için bilenmesi, yüzeyinin küçültülerek basıncın artmasını sağlamak içindir.
- Ördeklerin ayakları perdeli olduğundan tavuklara göre yumuşak zeminlerde daha az batarlar.
- Kar paletleri ayakkıbdan daha geniş yüzeye sahip olduğu için basıncı azaltarak kara batmayı engeller.
- Kumsalda terlik ve geniş tabanlı ayakkabı ile daha rahat yürünür. Topuklu ayakkabı giyildiğinde yüzey küçüleceği için basınç artacak ve ayak kuma batacağıdır.
- Canlıların yapılarında da basınç etkisini bazen artıracak bazen azaltacak şekilde gelişmiş kesimler vardır. Yırtıcıların dişlerinin sivri, develerin ayak tabanının büyük olması gibi.

Örnek 3

Yerdeki K ve L küplerinin yüzey alanları sırasıyla 2S ve S, yere yaptığı basınçlar ise eşit ve P dir.



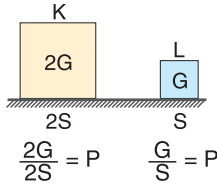
Cisimler Şekil II deki gibi üst üste konulunca yere yaptıkları basınçlar P_1 ve P_2 kaç P olur?

Çözüm 3

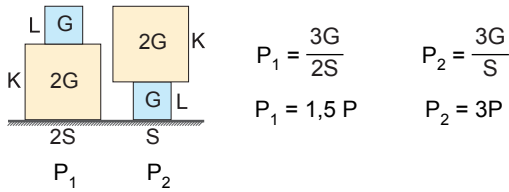
Katılar basıncı iletseydi herbiri P basınç yapan iki cisim Şekil II deki gibi üst üste konulunca toplamda 2P basınç yaparlardı. Bakalım öyleymiş.

Küçük olan L nin ağırlığına G dersek;

İki kat yüzeyi olan K nin aynı basıncı yapması için ağırlığı 2G olmalıdır. (Yüzeylerle orantılı ağırlık değeri verdik.)



Katılar kuvveti aynen iletecekler. II. Şekildeki durumda toplam kuvveti (ağırlıkları) yere temas eden yüzeye böleceğiz.



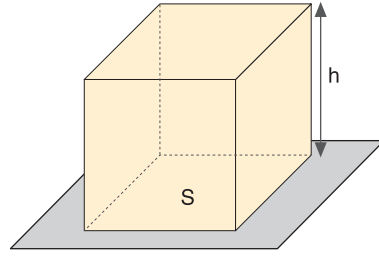
- Katılarla ilgili bilmemiz gereken önemli bir durum daha...

Tabanı üzerinde düzgün yükselen bir katı cismin basıncı

$$P = h \cdot d \cdot g \text{ dir.}$$

h : yükseklik d : özkütle g : yerçekimi ivmesi

Bu nedenle düzgün cisimler (silindir, küp, dikdörtgen prizma gibi) düşey şekilde kesilirlerse her parçanın basıncı yine aynı olur.



$$P = \frac{G}{S}$$

$$G = V \cdot d \cdot g$$

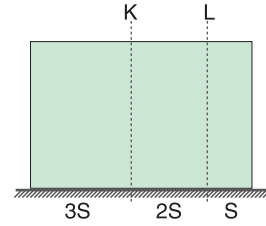
↓
Hacim

Hacim = S.h (taban alanı x yükseklik)

Hacmi yerine koyarsak, $G = S \cdot h \cdot d \cdot g$ olur.

$$P = \frac{G}{S} \text{ ise, } P = \frac{S \cdot h \cdot d \cdot g}{S} \text{ buradan,}$$

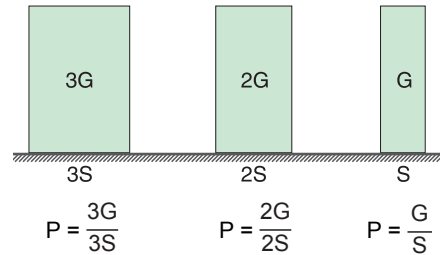
$P = h \cdot d \cdot g$ bulunur. Bu da ispatı:))

Örnek 4

Şekildeki dikdörtgenin bütün halinde ve K, L düşey çizgileri üzerinden kesildiğinde zemine yapacağı basınçları karşılaştırm.

Çözüm 4

Ağırlık hacimlerle orantılı olacağından ağırlıklar yüzey alanıyla da orantılıdır.



İlk durumdaki basıncına da bakalım.

$$P_{\text{ilk}} = \frac{3G + 2G + G}{3S + 2S + S} = \frac{6G}{6S} = P \text{ aynı basıncı bulduk.}$$

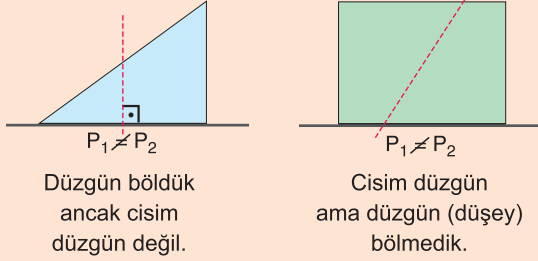


DİKKAT

Yukarıda bahsettiğimiz durum için cismin;

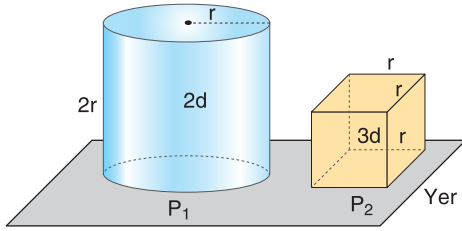
1. Tabanı üzerinde düzgün yükselmesi.
2. Düşey doğrultuda bölünmesi gerekir.

Aşağıdaki durumlarda iki şart beraber sağlanmıyor.



Örnek 5

Şekildeki yarıçapı r , yüksekliği $2r$ olan dik silindirin özkütlesi $2d$, bir kenarı r olan küpün özkütlesi de $3d$ dir.



Buna göre, cisimlerin yere yaptıkları basınçların oranı,

$$\frac{P_1}{P_2} \text{ nedir?}$$

Çözüm 5

Klasik çözümde önce hacimleri hesaplayıp, bunu yoğunlukla çarparak ağırlıklar bulunur. Bulunan ağırlık yere temas yüzeylerine bölünür. Basınçlar oranlanır.

Biz anlattığımız şekilde çözelim.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{h_1 \cdot d_1 \cdot g}{h_2 \cdot d_2 \cdot g} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{2r \cdot 2d \cdot g}{r \cdot 3d \cdot g} = \frac{4}{3}$$

İnanmayan üstteki tarife göre çözüp kontrol edebilir. 😊

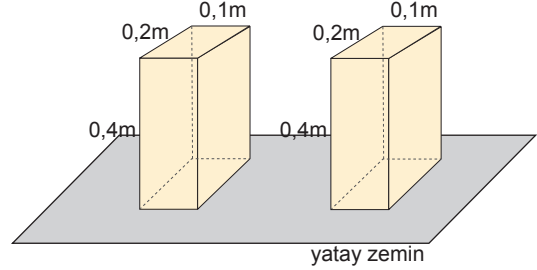
Piezo elektrik : Bazı malzemeler (özellikle kemik gibi bazı kristaller) üzerlerine basınç uygulandığında elektriksel potansiyel fark yani voltaj oluşur. Bu olaya piezo-elektrik olay denir.

Günlük hayatımızda kullandığımız; ocaklardaki çakmaklar, mikrofön ve ses kayıt cihazları, teraziler gibi bir çok alet Piezoelektrik etkiyle çalışmaktadır.

Katı basıncı ile ilgili 2016 YGS de gelen bir soruyu çözüp sıvıların basıncına geçelim artık.

Örnek 6

Bir inşaatda kullanılan şekildeki 5 kg kütleli tuğlaların boyutları $0,1 \times 0,2 \times 0,4$ m dir.



Bu tuğlalardan birisi veya ikisi kullanılarak yere uygulanacak basınç değeri neler olabilir?

Çözüm 6

YGS de bu soruyu aşağıdakilerden hangisi olamaz diye sormuş. Yani elimizdeki bu iki tuğlayı kullanarak elde edilebilecek basınç değerlerini bulucuz.

$$\text{Katı basıncı ağırlığın yüzeye oranıydı. } P = \frac{G}{S}$$

Tuğlaların tekini ya da ikisini kullanabileceğimiz için kuvvet $G = m \cdot g = 5 \cdot 10 = 50$ N veya $2G = 100$ N olacak.

Yüzey alanı ise kenar uzunluklarından,

1. $0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ m}^2$
2. $0,1 \times 0,4 = 0,04 \text{ m}^2$
3. $0,2 \times 0,4 = 0,08 \text{ m}^2$ bu üç durumdan birisi olabilir.

Şimdi **tek tuğlanın** yapabileceği basınçları bulalım.

$$P_1 = \frac{50}{0,02} = 2500 \text{ Pa veya } 2,5 \text{ kPa (kilopascal)}$$

$$P_2 = \frac{50}{0,04} = 1250 \text{ Pa veya } 1,25 \text{ kPa (kilopascal)}$$

$$P_3 = \frac{50}{0,08} = 625 \text{ Pa veya } 0,625 \text{ kPa (kilopascal)}$$

İki tuğlanın yapabileceği basınçları ise,

$$P_1 = \frac{100}{0,02} = 5000 \text{ Pa veya } 5 \text{ kPa (kilopascal)}$$

$$P_2 = \frac{100}{0,04} = 2500 \text{ Pa veya } 2,5 \text{ kPa (kilopascal)}$$

$$P_3 = \frac{100}{0,08} = 1250 \text{ Pa veya } 1,25 \text{ kPa (kilopascal)}$$

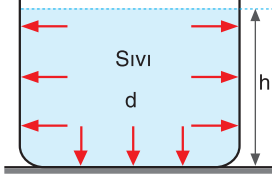
Bu değerlerin hepsini elde edebiliriz. En az ya da en fazla diye sorarsa herşeyi hesaplamaya gerek yok.

Maksimum için en büyük kuvvet en küçük yüzey, minimum içinse en küçük kuvvet en büyük yüzeyi kullanmak yeter.

Durgun Sıvılarda Basınç

Durgun dememizin sebebi hareket halindeki (boruda akan) sıvıların basınçlarında farklı durumlar olmasıdır. İleride bundan da bahsedeceğiz.

Sıvılar ağırlıkları nedeniyle, içinde bulunduğu kapta temas ettikleri her yere basınç uygular.



Bu basınç değeri sıvının özkütlesine ve açık yüzeye uzaklığına (derinliğine) bağlıdır. (Tabi bir de yerçekimi ivmesine). Sonuçta basınç yapan kuvvet, sıvının ağırlığıdır.

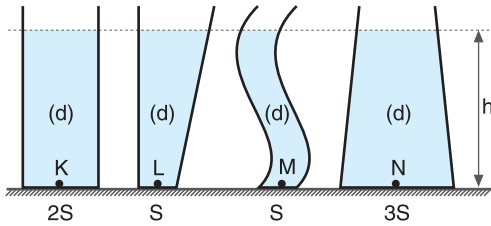
Sıvı basıncının matematiksel ifadesi,

$$P = h \cdot d \cdot g$$

h : derinlik d : özkütle g : yerçekimi ivmesi

h 'nin açık yüzeye olan düşey uzaklık olduğunu unutmayalım.

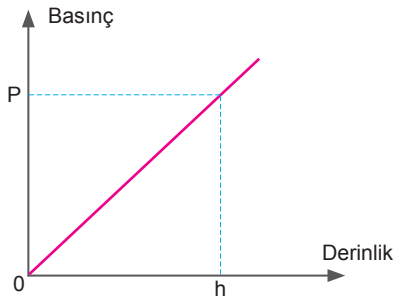
Kaptaki sıvı miktarı, kabın şekli önemli değildir.



Yukarıda farklı şekillerdeki kapların tabanında bulunan K, L, M, N noktalarındaki sıvı basınçları hepsi için eşit ve

$P = h \cdot d \cdot g$ kadardır.

- Basıncın sıvı derinliğine bağlı grafiği aşağıdaki gibi olur.



Gördüğümüz gibi derinlik ve basınç doğru orantılıdır.

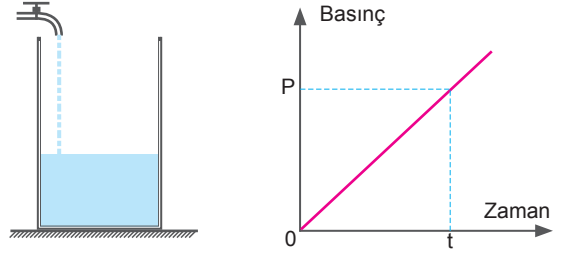
Bu grafik kabın şekline bağlı değildir.

- Basıncın zamana bağlı değişim grafiği kabın şekline ve musluktan akan suyun debisine bağlıdır.

Soruların hemen hepsinde sabit debili musluk kullanılır. Bu, eşit zaman aralıklarında eşit miktarda su akan musluk demektir.

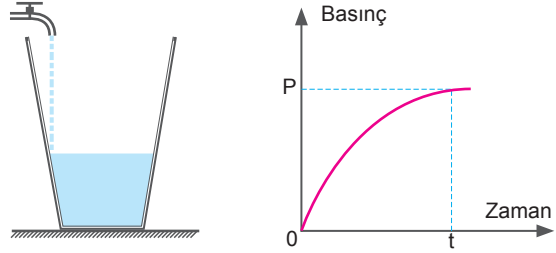
Sabit debili muslukla kullanılarak;

- Düzgün yükselen kap doldurulursa



Basınç zamanla doğru orantılı olarak artar.

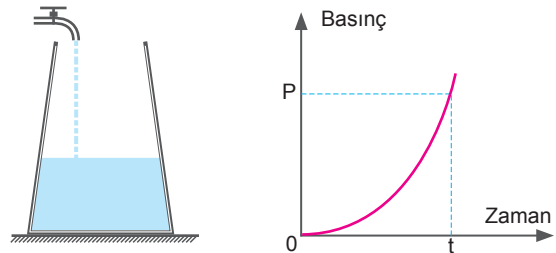
- Yukarı doğru genişleyen kap doldurulursa



Artışta zamanla azalma olur.

Basınç azalmaz! Musluk açık kaldığı sürece basınç artacaktır ama, yukarı doğru genişlediği için yükseklik ve basınç önce hızla artarken zamanla artış yavaşlar.

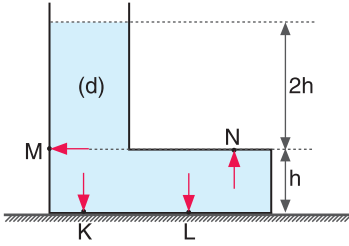
- Yukarı doğru daralan kap doldurulursa



Artışta zamanla hızlanır.

Basıncın artışı da zamanla artar. Kap daraldığı için birim zamandaki yükseklik ve basınç artışı bir öncekinden hep daha fazla olacaktır.

Şekildeki kaptaki K, L, M, N noktalarına etki eden sıvı basınçlarını yazalım.



$$P_K = 3h \cdot d \cdot g$$

$$P_L = 3h \cdot d \cdot g$$

Genelde L noktası için yükseklik h alınır ve yanlış yapılır. En üst seviyeye göre düşey mesafeye bakmalıyız. Bu da K ve L için eşit ve 3h kadardır.

$$P_M = 2h \cdot d \cdot g$$

$$P_N = 2h \cdot d \cdot g$$

N noktasının üzerinde sıvı yokmuş gibi görsek de bu nokta sıvının üst açık düzeyinden 2h aşağıdadır.

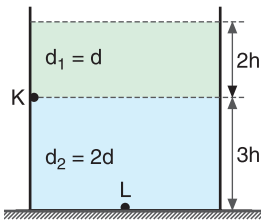
K ve L nin, M ve N nin basınçları eşit bulundu.

Burada söyleyeceğimiz özellik soru çözerken hep kullanacağımız bir özelliktir.

Aynı sıvı içinde, aynı seviyedeki noktaların basıncı her zaman eşittir. (Bu cümleyi sakın unutmayın.)

Şekildeki oklardan anlamışsınızdır ama yine de belirtelim. **Basınç her noktada yüzeye dik etki eder.**

- Kaptaki karışmayan farklı sıvılar varsa;



Şekildeki kaptaki d ve 2d özkütleli karışmayan sıvılar varken K ve L noktalarının basıncını bulalım.

K nin üzerinde sadece d1 özkütleli sıvı var.

$$P_K = 2h \cdot d \cdot g$$

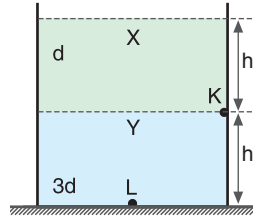
L için üzerindeki her sıvının basıncını yazıp toplayacağız.

$$P_L = \underbrace{2h \cdot d \cdot g}_{d_1 \text{ in yaptığı}} + \underbrace{3h \cdot 2d \cdot g}_{d_2 \text{ nin yaptığı}}$$

$$P_L = 8hdg \text{ dir.}$$

Demek ki ne yapıyoruz? **Bize sorulan nokta üzerindeki her sıvının basıncını yazıp topluyoruz.**

Örnek 7



Şekildeki kaptaki eşit hacimde d ve 3d özkütleli karışmadan duran sıvılar vardır.

Sıvıların türdeş karışması sağlanırsa K ve L deki sıvı basınçları nasıl değişir?

Çözüm 7

Soru ilk bakışta zor gibi görünebilir. Ama burada çok işimize yarayacak bir şey öğreneceğiz. Biraz sabredin.

Önce ilk basınçları bulalım.

$$P_K = h \cdot d \cdot g$$

$$P_L = \underbrace{h \cdot d \cdot g}_{X'den} + \underbrace{h \cdot 3d \cdot g}_{Y'den} = 4hdg$$

Sıvılar eşit hacimde karışırsa karışımın özkütlesi,

$$d_{XY} = \frac{d + 3d}{2} \text{ olacaktır.}$$

$$d_{XY} = 2d \text{ bulunur.}$$

Şimdi karışımın özkütlesini kullanarak K ve L noktalarındaki yeni basıncı bulalım.

$$P_K' = h \cdot 2d \cdot g = 2hdg$$

$$P_L' = 2h \cdot 2d \cdot g = 4hdg$$

Gördüğümüz gibi K deki basınç "hdg" iken artarak "2hdg" oldu (2 katı). L deki basınç ise iki durumda da "4hdg" değişmedi.

Şimdi dikkatli dinleyin! (ya da okuyun :)

Silindirik dikdörtgen prizma gibi düzgün yükselen kaplardaki basınç, sorulan nokta üzerindeki ağırlıkla orantılıdır.

Yani kap tabanındaki basınç (P_L), sıvılar karışmadan önce de sonra da aynı olmalı.

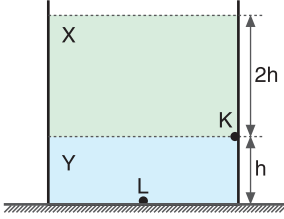
Çünkü iki sıvının toplam ağırlığı karışınca değişmedi.

K noktası üzerindeki ise, karışımın sonradan kütle bir kısmı yükseldiği için arttı.

Bunu bir soruda daha göstereyim.

ÖSS'de çıkmış bir soru olsun hatta...

Örnek 8



Eşit kütleli X ve Y karışmayan sıvıları bulunan şekildedeki kaptaki K ve L noktalarının sıvı basınçları oranı, $\frac{P_K}{P_L}$ kaçtır?

Çözüm 8

Soruda özkütleler verilmemiş ama kütlelerin eşit olduğu söyleniyor. Biz kütlelere m diyelim.

Kap düzgün olduğu için hacimler yükseklikle orantılı olmalı.

Y için V dersek; X'in hacmi 2V olmalı.

Kütleler eşitti. (m)

Y nin kütlesi = $m = V \cdot d_Y$

X in kütlesi = $m = 2V \cdot d_X$

Bu durumda $d_X = d$ dersek $d_Y = 2d$ olmalıdır.

Şimdi basınçları yazalım.

K için, $P_K = 2h \cdot d \cdot g$

L için, $P_L = 2h \cdot d \cdot g + h \cdot 2d \cdot g = 4hdg$

$$\frac{P_K}{P_L} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

Biraz önce söylediğimiz duruma bakalım. X ve Y nin kütleleri eşit denmiş. (kütlelere m dersek)

Kap düzgün olduğu için K noktasından yukarıda (m) kadar kütle varsa; L noktası, yani taban üzerinde toplam 2m kütle var. (X + Y nin kütlesi)

$$\text{Bu durumda, } \frac{P_K}{P_L} = \frac{\text{X'in ağırlığı}}{\text{X + Y nin ağırlığı}} = \frac{mg}{2mg} \quad \frac{P_K}{P_L} = \frac{1}{2}$$

Gördüğümüz gibi daha kolay ve kısa bir yol.

Ama unutmayalım. Bu durum, düzgün yükselen kaplardaki sıvılar için geçerlidir.

Kap daralarak ya da genişleyerek yükseliyorsa bu durum geçerli olmaz. Dikkatli olmak lazım.

Sıvılarda Basınç Kuvveti

Sıvılarda basınç kuvveti katılardan biraz daha farklı. Katılarda her zaman ağırlık kadardır ve cismin şekline bağlı değildir.

Sıvı basınç kuvvetini bulmak için; $F = P \cdot S$ 'den dolayı

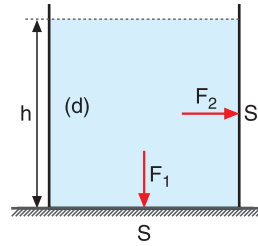
$F = hdg \cdot S$ yazabiliriz.

hdg: Basınç,

S: Yüzey alanı

Bu formülden bulduğumuz değer düzgün kaplarda sıvının ağırlığı kadardır. Ama kabın şekline göre, sıvı ağırlığından büyük ya da küçük de olabilir.

Sıvılarda katıdan farklı olarak yan yüzeylere de basınç kuvveti etki eder.



d özkütleli sıvıyla dolu olan şekildeki kaptaki tabana etki eden F_1 ve yan yüzeye etki eden F_2 basınç kuvvetlerini yazalım.

$F = P \cdot S$ ise, $F = hdg \cdot S$ olacaktır.

Tabandaki her noktanın derinliği ve basıncı aynı.

$F_1 = hdg \cdot S$ olacaktır.

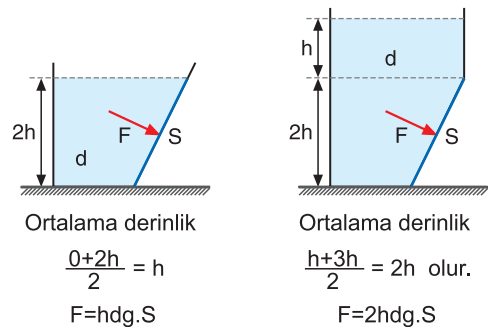
Yan yüzeyde ise her noktanın derinliği ve basıncı farklıdır. Bu durumda yan yüzeydeki noktaların ortalama derinliği yani ortalama basıncıyla yüzey alanı çarpılır.

Ortalama derinlik bulurken yan yüzeyin üst ve alt noktasındaki su seviyelerini toplayıp ikiye bölüyoruz.

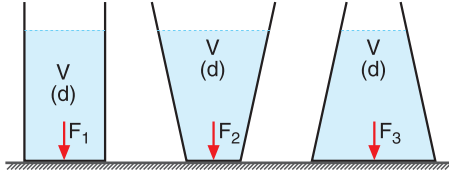
$$\frac{0+h}{2} = \frac{h}{2} = \text{ortalama derinlik.}$$

$$F_2 = \frac{h}{2} \cdot d \cdot g \cdot S \quad F_2 = \frac{1}{2} \cdot h \cdot d \cdot g \cdot S \text{ bulunur.}$$

Yan yüzeyler için ortalama derinliği aşağıdaki gibi buluruz.

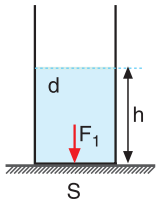


Örnek 9



Şekildeki kaplara eşit hacimde d özkütleli sıvılar doldurulduğunda kap tabanındaki sıvı basınç kuvvetleri F_1 , F_2 , F_3 arasındaki ilişki ne olur?

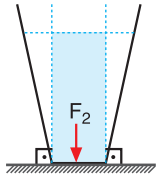
Çözüm 9



Formülden $F_1 = hdg \cdot S$ dir.

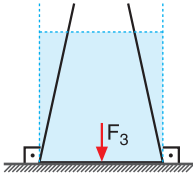
Bize soruda yüzey alanları arasındaki ilişki verilmemiş. Kap tabanı üzerinde düzgün yükseldiği için F_1 , sıvının ağırlığı G kadardır.

$$F_1 = G$$



Yukarı doğru genişleyen kaplarda basınç kuvveti tabandan çizilen dik çizgiler arasındaki sıvı ağırlığı kadar olur. (Taralı hacim) Bu da toplam sıvı ağırlığı G 'den azdır.

$$F_2 < G$$

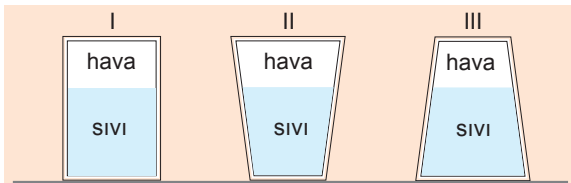


Yukarı doğru daralan kaplarda da basınç kuvveti yine tabandan çizilen dik çizgiler arasındaki sıvı ağırlığı kadardır.

Taralı hacim toplam sıvıdan da fazla olduğu için F_3 sıvı basınç kuvveti, ağırlıktan büyük olur. $F_3 > G$

Bu durumda eşit hacim ve ağırlıktaki sıvılar için;

$$F_3 > F_1 > F_2 \text{ bulunur.}$$



Sıvı basınç kuvveti kabın şekline bağlı demiştik.

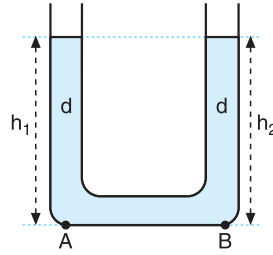
Şekildeki içinde sıvı bulunan kaplar ters çevrilirse, I. kap tabanındaki sıvı basıncı ve basınç kuvveti değişmez.

Ama II. ve III. kaptakiler değişir.

Kapların zemine yaptığı katı basınç kuvveti ise değişmez.

Katılarda basınç kuvveti ağırlığa eşittir.

U Borusu



İki ucu açık U şeklindeki boruda tek tip bir sıvı varken iki koldaki sıvı seviyesi eşit olmalıdır. Şekilde gösterdiğimiz A ve B noktası aynı sıvı içinde ve aynı seviyede

Unutmayın dediğim bir cümle vardı. **Aynı sıvı içinde, aynı seviyedeki noktaların basıncı her zaman eşittir.**

Bu durum da $P_A = P_B$ olmalıdır.

$$h_1 \cdot d \cdot g = h_2 \cdot d \cdot g \text{ ise, } h_1 = h_2 \text{ olacaktır.}$$

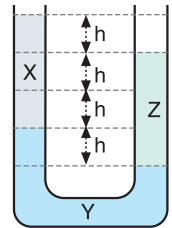
Bu borunun içine karışmayan farklı sıvılar konulursa seviye farkı olur. Bu durumda; bize verilen noktaların basınçlarının karşılaştırması ya da sıvıların özkütleleri ilişkisi sorulur. **Yapacağımız tek şey aynı sıvıda, aynı seviyeden çizgi çizip basınçları eşitlemek.**

Kafanız karışmasın, örnekle daha iyi anlayacaksınız.

Örnek 10

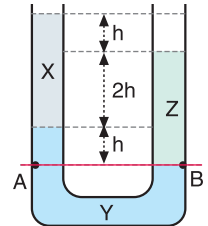
Şekildeki U borusunda, karışmayan X, Y, Z sıvıları şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, sıvıların özkütleleri d_X , d_Y ve d_Z arasındaki ilişki nedir?



Çözüm 10

Önce yatay çizgimizi çizeceğimiz yeri bulalım. Tabandaki Y sıvısından iki kolda da aynı sıvı olacak şekilde en üst seviyeyi seçmek en mantıklısıdır. Bu hizadaki A ve B noktalarında basınçlar eşit olmalı. (kırmızı çizgi)



$$P_A = 3h \cdot d_X \cdot g + h \cdot d_Y \cdot g$$

$$P_B = 3h \cdot d_Z \cdot g$$

$$P_A = P_B \text{ olmalıydı.}$$

$$3h \cdot d_X \cdot g + h \cdot d_Y \cdot g = 3h \cdot d_Z \cdot g \quad (h \text{ ve } g \text{ leri sadeleştirelim})$$

$$3d_X + d_Y = 3d_Z \text{ olur.}$$

$3d_x + d_y = 3d_z$ ise, Z nin özkütlesi X'ten büyük olmalıdır.

$$d_z > d_x$$

Y tabanda olduğuna göre özkütlesi zaten en büyüktür.

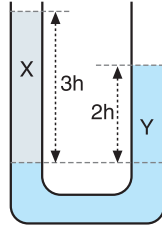
$$d_y > d_z > d_x \text{ bulunur.}$$

Biraz karışık geldiyse daha sade ve sayısal bir örnek çözelim. Panik yok:)

Örnek 11

Özküteleri d_x , d_y olan X ve Y sıvıları şekildeki gibi U borusunda dengededir.

Buna göre, sıvıların özküteleri oranı, $\frac{d_x}{d_y}$ kaçtır?



Çözüm 11

Yatay çizgimizi iki kolda aynı sıvı olacak şekilde mümkün olan en üst seviyeden çizelim. (kırmızı çizgi)

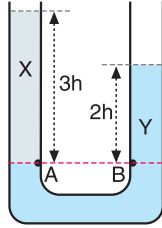
Burası X ve Y yi ayıran çizgi olacaktır.

A ve B aynı sıvıda aynı seviyede oldukları için

$$P_A = P_B \text{ olmalıydı.}$$

$$3h \cdot d_x \cdot g = 2h \cdot d_y \cdot g \quad (h \text{ ve } g \text{ leri sadeleştiren})$$

$$3d_x = 2d_y \text{ buradan, } \frac{d_x}{d_y} = \frac{2}{3} \text{ bulunur.}$$



DİKKAT

Katılar üzerine etki eden kuvveti aynen iletiyordu. Bu nedenle aynı kuvvet farklı yüzeylerde farklı basınç oluşturur demiştik. Çivi örneğini hatırlayın.

- Sıvılar ise üzerine etki eden basıncı her noktaya aynen iletir. Bu nedenle farklı yüzeylerde farklı kuvvetler oluşur.

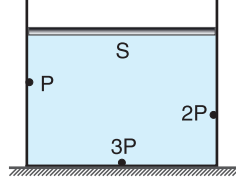
Sıvıların basıncı aynen iletmesini yukarıda üst üste olan sıvıların basıncını hesaplarken zaten kullandık. Herbirinin yaptığı basıncı tek tek bulup topluyorduk.

Sıvıların bu özelliğine **PASCAL PRENSİBİ** denir.

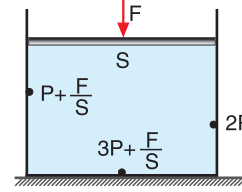
Pascal Prensibi

Pascal prensibi sıvının basıncı her noktaya aynen iletildiğini söylüyordu.

Şimdi bunu örnek üzerinde biraz daha açıklayalım.



Ağırlığı önemsiz pistonla kapalı kap içindeki 3 farklı noktanın sıvı basıncı P, 2P, 3P olsun.



Piston üzerine F kuvveti uygulanırsa, pistonun hemen altındaki basınç $\frac{F}{S}$ olur.

(S piston yüzey alanı)

Her noktanın basıncı da $\frac{F}{S}$ kadar artar.

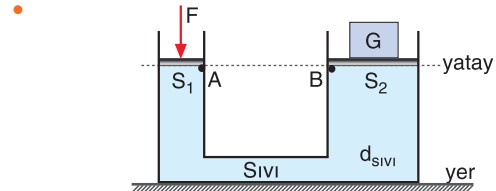
F nin yaptığı basınç her noktaya aynen iletildi.

Bu prensipten faydalanarak günlük hayatta kullandığımız bir çok sistem geliştirilmiştir. Araçların direksiyon ve fren sistemlerindeki gibi. Bunlara Hidrolik sistemler denir.

Su Cenderesi

Su cenderesi dediğimiz sistemlerde pascal prensibiyle çalışır. Basit makinelerdeki gibi kuvvetten kazanç sağlayan bu sistemlerde küçük kuvvetlerle ağır cisimler dengelenebilir.

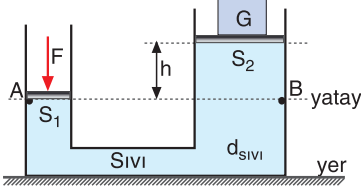
Piston ağırlıklarının ve sürtünmelerin önemsenmediği aşağıdaki durumları inceleyelim.



Pistonlar aynı hizadaysa pistonların hemen altındaki A ve B noktalarının basınçları eşit olmalıdır. (Aynı sıvıda aynı seviyede)

$$P_A = P_B \text{ ise, } \frac{F}{S_1} = \frac{G}{S_2} \text{ eşitliği yazılabilir.}$$

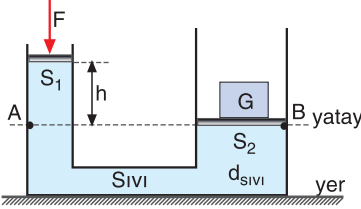
Bu durumda sıvı özkütlesi önemsizdir.



F kuvveti ile küçük piston bir miktar itilirse sıvı diğer piston-
daki G yükünü yükseltir. Arada h kadar seviye farkı oluşur.
Şekildeki konumda A ve B noktalarındaki basınçlar eşit ola-
caktır. (Aynı sıvıda aynı hizadalar.)

$$P_A = P_B \text{ ise, } \frac{F}{S_1} = \frac{G}{S_2} + hdg \text{ olur.}$$

Bu durumda sıvı özkütlesi önemlidir.

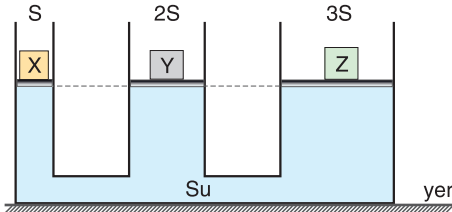


$$P_A = P_B \text{ ise, } \frac{F}{S_1} + hdg = \frac{G}{S_2} \text{ olur.}$$

Bu durumda sıvı özkütlesi önemlidir.

**Yukarıdaki tüm durumlarda eşitlikler piston ağırlıkları-
rı ihmal edilerek yazılmıştır. Pistonların ağırlığı ihmal
edilmezse; ağırlıklar kuvvete ve yüke dahil edilir.**

Örnek 12



**X, Y, Z cisimleri şekildeki sistemde (su cenderesi) den-
gede olduğuna göre, cisimlerin ağırlıkları G_X , G_Y , G_Z
arasındaki ilişki nedir?**

(Piston ağırlığı ve sürtünmeler önemsiz.)

Çözüm 12

Pistonların hepsi aynı seviyede olduğuna göre;

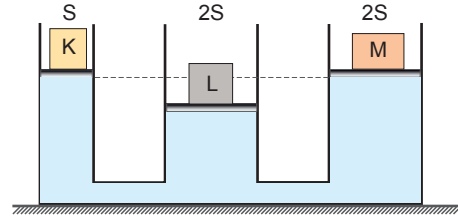
$$\frac{G_X}{S} = \frac{G_Y}{2S} = \frac{G_Z}{3S} \text{ olmalıdır.}$$

$$G_X = G \text{ dersek } G_Y = 2G \quad G_Z = 3G \text{ olmalı.}$$

Pistonlar aynı seviyede olduğu için, sıvı özkütlesi önemsiz.

Örnek 13

K, L ve M cisimleri sürtünme ve ağırlıkları önemsiz su cen-
deresinde şekildeki gibi dengededir.



**Buna göre, cisimlerin ağırlıkları G_K , G_L , G_M arasındaki
ilişki nedir?**

Çözüm 13

Bu soruyu işlem yapmadan çözelim.

Pistonların seviyesi soruda görünüyor. K ve M nin bulun-
duğu yanlardaki pistonlar aynı seviyede.

Buna göre **K nin ağırlığına G dersek**, iki kat büyük piston-
da bulunan M nin aynı seviyede olması (yani aynı basıncı
yapması) için **M nin ağırlığı 2G** olmalıdır.

L ve M nin bulunduğu pistonlar aynı büyüklükte.

Eğer L ve M aynı ağırlıkta olsaydı pistonlarda aynı seviye-
de olurdu. L daha ağır olmalı ki bulunduğu pistonu M ye
göre aşağı itsin.

Yani **L cisminin ağırlığı M den (2G) den fazla** olmalıdır.

$$G_L > G_M > G_K$$

Sayısal bir sonuç istemediği zaman işleme gerek kalma-
dan mantıkla da bu tür soruları çözebiliriz.

Bu sorunun zor halini de söyleyelim.

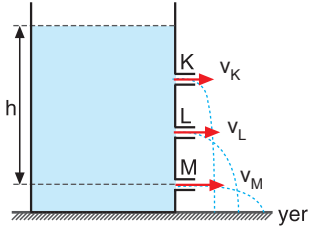
K ve M aynı seviyede ortadaki (L cisminin olduğu piston)
daha yüksek seviyede olsaydı?

Yine K cisminin ağırlığı G ise M'nin ki 2G derdik.

L cismi bu durumda M den hafif olmalıdır. $G_M < 2G$

Ama K ile L arasında kesin birşey söylenemezdi. 2G den
küçük. Ama G den küçük, büyük ya da eşit olabilir.

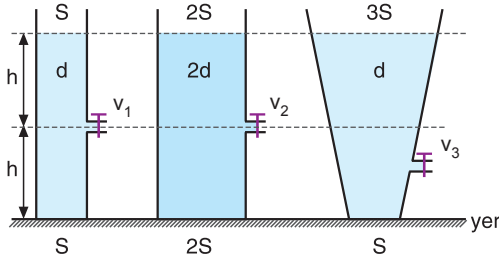
Musluktan Çıkan Sıvının Hızı



Sıvı dolu kabın yan yüzeyindeki musluktan veya delikten sıvı çıkış hızı, musluğun sıvının üst seviyesine olan uzaklığına (yani derinliğine) bağlıdır. Şekilde $v_M > v_L > v_K$ olacaktır.

M den çıkan sıvının hızlı olmasının sebebi, sanıldığı gibi, bu noktadaki basıncın büyük olması değildir. Kaptaki sıvı özkütlesi farklı olsa da çıkış hızları aynı olurdu. Sıvının çıkış hızı yüksekliğin (h) karekökü ile doğru orantılıdır.

Örnek 14



Şekildeki kaplarda d, 2d ve d özkütleli sıvılar vardır.

Şekilde gösterilen özdeş musluklar açıldığında sıvıların çıkış hızları v_1 , v_2 ve v_3 arasındaki ilişki ne olur?

Çözüm 14

Çıkış hızı sıvı yoğunluğuna bağlı olmadığı için özkütlelere bakmıyoruz. Kapların şekilleri de sıvı hızını etkilemeyecektir.

Önemli olan musluklardan sıvının üst düzeyine olan uzaklıklardır.

1. ve 2. kaptaki musluk üzerinde h yüksekliğinde 3. kaptaki ise h den fazla sıvı olduğu görünüyor.

Bu durumda hızlar arasındaki ilişki;

$$v_3 > v_1 = v_2 \text{ olacaktır.}$$

- Bu hızlar sıvıların ilk akış hızlarıdır. Bir süre sonra kaptaki sıvı boşaldıkça bu hızlar azalacaktır. Sıvı seviyesine göre de hızlar arasındaki ilişki değişebilir.

Kapalı Kaplarda Gazın Basıncı

Gazlar sıvılardan farklı olarak konuldukları kabın hem şeklini hem de hacmini alır ve sıkıştırılabilirler. Bir gazın hacmi, bulunduğu kabın hacmi kadardır.



Katı ve sıvılar ağırlıklarından dolayı basınç yapıyordu. Gazların yoğunlukları çok küçük olduğu için, bir kabın içindeki gazın ağırlığı basınca etkisi ihmal edilecek kadar azdır.

Peki gaz basıncı nasıl oluşuyor?

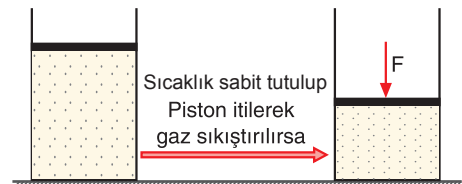
Gaz molekülleri katı ve sıvılardan çok daha hareketlidir. Bu moleküller bulundukları kabın yüzeyine sürekli çarparak kuvvet uygular. İşte gaz basıncının sebebi moleküllerin çarpışmalar sonucu uyguladığı bu kuvvettir.

Basıncın sebebi moleküllerin çarpışması ise, basıncın büyüklüğü de bu çarpışmaların ne kadar çok ve şiddetli olduğuna bağlı olmalı. Bunu etkileyen değişkenlere bakalım.

- Bir kabın içinde ne kadar çok molekül varsa bu çarpışmalarda o kadar fazla olacaktır. Yani **basınç madde miktarıyla doğru orantılı** olmalı. Madde miktarı artarsa basınçta artar.
- Moleküllerin hareket enerjisi ne kadar fazlaysa çarpışmalar o kadar sık ve şiddetli olacaktır. Hareket enerjisini belirleyen şey ise gazın sıcaklığıdır. **Basınç sıcaklıkla doğru orantılı** olmalı. Sıcaklık artarsa basınçta artar.
- Bir kabın içindeki molekülleri daha küçük bir hacme sıkıştırırsak, yani hacmi azaltırsak; belli bir yüzeye çarpan molekül sayısı artacaktır. **Basınç hacimle ters orantılı** olmalı. Hacim artarsa basınç azalır, hacim azalırsa basınç artar.

Basınç formüllerine girmeden, bu bilgilerle sıralama ve karşılaştırma sorularını çözebiliriz.

Şekilde kapalı bir kap içindeki gaz pistonla sıkıştırılıyor.



Sıcaklık sabit, kaptaki gaz miktarı aynı olduğundan, 2. durumda hacim azaldığı için basınç artar.

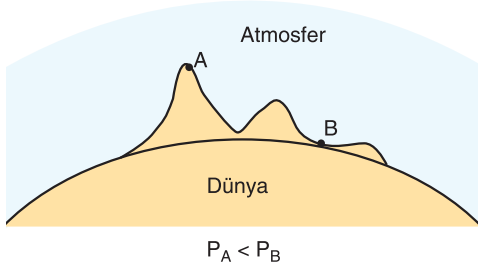
Açık Hava Basıncı (Atmosfer Basıncı)

Hava bildiğimiz gibi bir gaz karışımıdır. Peki açık hava basıncını gaz basıncından neden ayırıyoruz?

Kapalı kaplardaki gazlar ağırlıklarından dolayı basınç yapmazlar çünkü gazların yoğunluğu ve ağırlığı çok azdır. Bu yüzden ihmal edilir demiştik.

Atmosferi düşündüğümüzde ise o kadar çok gaz kütlesi var ki bunu ihmal etmemiz mümkün değil.

Yani açık hava basıncını kapalı kaplardaki gaz basıncı gibi değil, daha çok sıvı basıncına benzeterek düşünmemiz gerekir.



Dünya yüzeyindeyken üzerimizdeki atmosfer tabakasının ağırlığı bu basıncı oluşturur. Bu nedenle atmosfer basıncı yükseklikle değişir.

Yükseklere çıktıkça açık hava basıncı azalır. Deniz seviyesinde en yüksek değeri alır.

Torichelli deneyi

Torichelli, açık hava basıncını, cıva dolu cam bir tüpü, cıva dolu kaba ters bir şekilde batırarak cam tüp içindeki cıva basıncı cinsinden hesaplamıştır.

Aynı sıvı içinde aynı seviyede basınçlar eşit demiştik.

Buna göre, şekildeki A ve B noktalarının basınçları eşittir.

A noktasındaki basınç (P_0) açık hava basıncıdır. B deki ise cam tüpteki cıva sütununun yaptığı basınçtır.

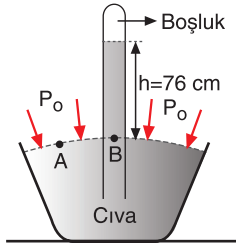
$$P_A = P_B \text{ ise } P_0 = h \cdot d \cdot g \quad d_{\text{cıva}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$$

$$P_0 = 76 \cdot 13,6 \cdot 10$$

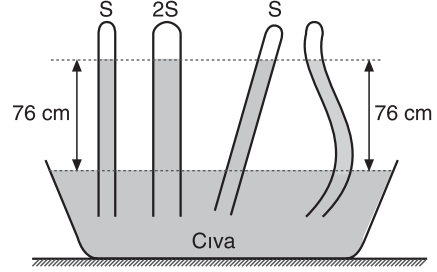
$$P_0 = 10336 \text{ bulunur.}$$

Bu basınç, yaklaşık 10 m yüksekliğindeki suyun basıncı kadardır.

Cıva basıncı cinsinden açık hava basıncı; 0 °C de deniz seviyesinde $P_0 = 76 \text{ cmHg}$ (santimetre-cıva) dır.



Torichelli deneyinde kullanılacak tüpün veya kabın şekli, sıvı yüksekliği etkilemez.



Yuakrındaki şekilde tüplerin hiçbirinde hava sıkışmamıştır. Hepsinin ucunda boşluk vardır. Bu nedenle açık hava basıncı sadece cıva basıncıyla dengelenmiştir.

Tüpün ucunda hava veya herhangi bir gaz olursa cıva seviyesi daha az olmalıdır. Aşağıda bununla ilgili bir sorumuz var :)

Şunu da belirteyim; tüpte bulunan cıva sütununun uzunluğu değil seviye farkı önemlidir.

Tüp düşey konumda değilse, cıva sütununun uzunluğu seviye farkından fazla olacaktır. Yanlışlıkla buna bakarak yorum veya işlem yapmayın sakın.



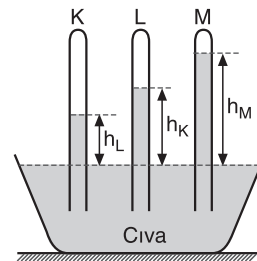
DİKKAT

- . Açık hava basıncı;
- Ortamın sıcaklığına,
- Deniz seviyesinden yüksekliğe,
- Ortamın nemine ve rüzgâra da bağlıdır.

Soğuk havada basınç daha fazla olur.

Örnek 15

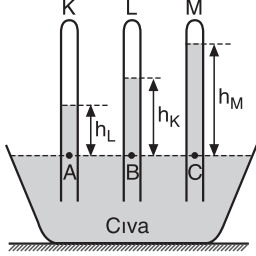
Cıva dolu kaptaki bulunan özdeş K, L, M tüplerinin denge durumu şekildeki gibidir.



Buna göre, hangi tüplerde kesinlikle gaz sıkışmıştır?

Çözüm 15

Boruların özdeş olması önemli değil. Kesitleri farklı da olsa sadece cıva yüksekliklerine bakıcaz. Tüpler aynı ortamda olduklarına göre aynı açık hava basıncını dengelerler.



A, B, C noktalarındaki basınçlar eşit ve P_0 (açık hava) basıncına eşit olmalıdır.

Tüplerdeki basınçlar da aynı basıncı dengelemek için eşit olmalıdır.

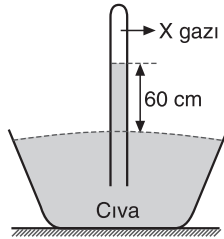
K ve L deki cıva yüksekliği M den daha az olduğu için M ye göre K ve L de bu farkı kapatmak için kesinlikle gaz sıkışmış olmalıdır.

Fakat M yi kıyaslayabileceğimiz bir durum olmadığı için M nin durumunda kesinlik yoktur. M nin üzerinde gaz sıkışmış da olabilir. Boşluk da olabilir. Kesin olan K ve L dir.

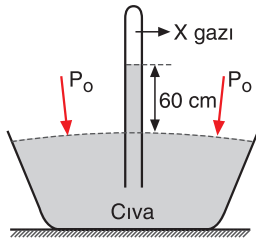
Örnek 16

Açık hava basıncının 75 cmHg olduğu bir yerde, içi cıva dolu kap ve tüp şeklindeki gibi dengededir.

Buna göre, tüpte sıkışmış X gazının basıncı nedir?



Çözüm 16



X gazı ve cıva sütununun birlikte yaptığı basınç $P_0 = 75 \text{ cm-Hg}$ olan açık hava basıncını dengeliyor.

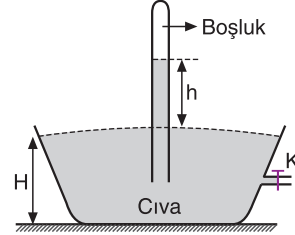
$$P_0 = h + P_X$$

$$75 = 60 + P_X$$

$$P_X = 15 \text{ cmHg basıncıdır.}$$

Örnek 17

Şekildeki gibi cıva dolu kaptaki cıva dolu olan cam tüp ucunda boşluk varken dengededir.



Kaptaki K musluğu açılıp biraz sıvı boşalırsa, kaptaki sıvı seviyesi H ve borudaki cıva seviye farkı h nasıl değişir?

Çözüm 17

Musluk açılınca kaptaki sıvı seviyesi H azalır. Borudaki sıvı yüksekliği h, açık hava basıncını tek başına dengelemektedir. (Ucunda sıkışmış gaz yok demiş)

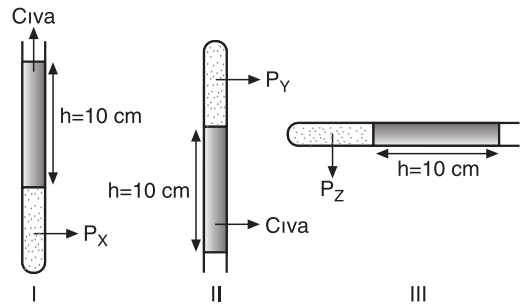
Kaptaki sıvı yüksekliği H azalsa da açık hava basıncı aynı olduğu için borudaki sıvı yüksekliği (kaptaki sıvı seviyesinden olan yükseklik) değişmemelidir.

Kaptaki sıvı seviyesi H ne kadar azalırsa borudaki sıvı da aynı miktarda aşağı iner. h değişmez çünkü $P_0 = h$ değişmemeli.

Tüpün ucunda gaz olsaydı P_0 açık hava basıncını h kadar cıva ve gaz basıncı birlikte dengeleyecekti.

Örnek 18

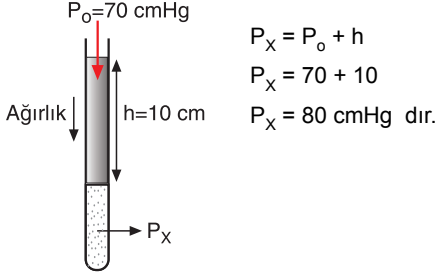
Açık hava basıncının 70 cmHg olduğu ortamdaki tüplerde X, Y, Z gazları tüp içindeki $h = 10 \text{ cm}$ cıva ile şekildeki gibi dengededir.



Buna göre P_X , P_Y , P_Z gaz basınçları arasındaki ilişki ne olur?

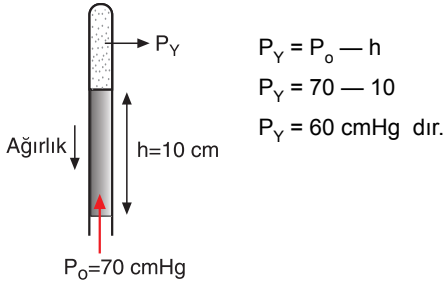
Çözüm 18

I. Şekilde açık hava basıncı ve h yüksekliğindeki cıva basıncını X gazı dengeliyor.

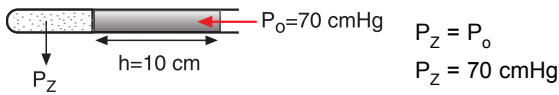


II. Şekilde P_0 açık uçtan yukarı doğru etki eder, cıva ise ağırlığından dolayı aşağı doğru etki yapar.

Cıva ve P_0 ters etki yapıyor.



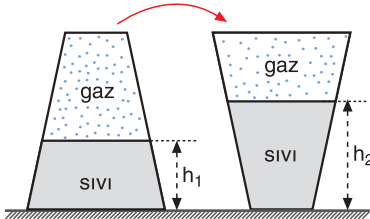
III. Şekilde cıva ağırlığı ne gaz üzerine etki eder, ne de P_0 'a ters yöndedir. Tüpteki cıvanın ağırlığı cam tüp tarafından dengelenir.



Bu durumda $P_x > P_z > P_y$ olur.

Örnek 19

Şekildeki kaptaki h_1 yüksekliğinde sıvı ve sıvı üzerinde bir miktar hava vardır.



Buna göre kap ters çevrildiğinde; kaptaki gaz basıncı, kap tabanındaki sıvı basıncı ve kabın yere yaptığı basınç nasıl değişir?

Çözüm 19

İçinde sıvı ve gaz bulunan kapalı bir kap, ters çevrilir veya konumu değiştirilirse içindeki sıvının şekli ve yüksekliği değişebilir. Burada da kap dar olan yüzey üzerine konulduğu için çevrilince sıvı yüksekliği artacak.

Sıvı basıncı yükseklik ve özkütleyle bağlı olduğundan yüksekliği artan aynı sıvının kap tabanına yaptığı **sıvı basıncı artar**.

Kabın belli bir hacmi vardır. Şekli ve yüksekliği değişse de sıvının kap içinde kapladığı hacim sabittir. Dolayısıyla gazın hacmi de kapla sıvının hacimleri farkı kadar olur. Kapalı kaptaki sıcaklık sabitse gaz basıncı sadece hacme bağlıdır. Bu durumda **gaz basıncı değişmez**.

Kabın yere yaptığı basınç katı basıncıdır. İkinci durumda yere temas eden yüzey küçüldü. Kabın toplam ağırlığı değişmediği için küçülen yüzeydeki **katı basıncı artar**.

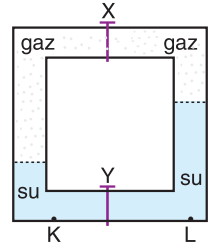
Bileşik ve musluklu kaplar

Bunu bir soru üzerinde göstermek daha anlaşılır olacak:)

Örnek 20

Düşey kesiti şekildeki gibi olan ve içinde su ile gaz bulunan kaplar X, Y musluklarıyla birbirinden ayrılmıştır.

Bu durumda kap tabanlarındaki K ve L noktalarındaki toplam basınç eşit olduğuna göre;



I. yalnız X musluğu açılırsa,

II. yalnız Y musluğu açılırsa,

III. X ve Y muslukları birlikte açılırsa

K ve L noktalarındaki toplam basınçlar nasıl değişir?

Çözüm 20

Şekildeki gibi gaz ve sıvıların musluklarla ayrıldığı sorular genelde zor soru olarak görülürler.

Fakat kesinlikle öyle büyütülecek ve yapılamayacak şeyler değil ve ekstra bilgi gerektirmiyor.

Panik yapmadan bildiklerimizi uygularsak bunların da sıradan sorulardan farkları yok.

Şimdi soruya dönüp görelim ne kadar zormuş 😊

K ve L deki toplam basınçların eşit olduğunu söylüyor. Yani sıvı ve gaz basınçları toplamı aynı olmalı. K nin üzerindeki sıvı yüksekliği az olduğu için K üzerinde, sol taraftaki gaz basıncı daha büyük olmalı.

I. durumu inceleyelim,

X musluğu açılırsa iki taraftaki gaz birleşecek ortak bir basınca ulaşacaktır. Soldaki gaz basıncı büyük, sağdaki küçük olduğu için ortak gaz basıncı ikisi arasındaki bir değer alır.

K noktası üzerindeki gaz basıncı azalmış, sağ taraftaki L noktası üzerindeki gaz basıncı artmış olur. Dolayısıyla gazlardaki değişimden, **K noktasındaki toplam basınç azalır, L deki artar.**

II. durumu inceleyelim,

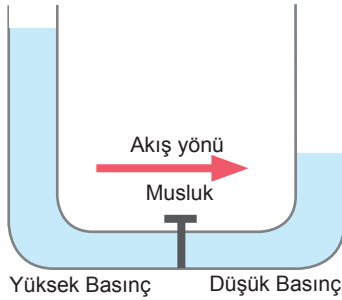
Y musluğu açılırsa musluğun iki tarafındaki basınca bakarız. Sıvı, basınç farkından dolayı yüksek basınçtan düşük basınca doğru hareket eder. K ve L noktalarındaki basınçlar eşit olduğu için Y musluğu açılınca sistemde değişen bir şey olmaz.

III. durumu inceleyelim,

X açılınca K deki basıncın azalıp L dekinin artacağını söylemiştik. Şimdi alttaki Y musluğu da açıldığı için basıncı büyük olandan küçük olana doğru su akışı olur. Basınçlar eşitlenince bu akış duracaktır. X açıldığı için iki sıvı üzerindeki gaz basınçları eşittir. Tabandaki basınç eşitliği için su yükseklikleri de eşitlenecektir. K ve L deki basınçlar aynı olur.

Akışkanların Basıncı

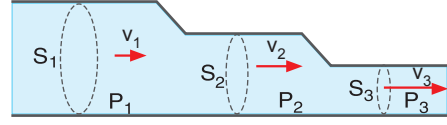
Sıvı ve gazlara akışkanlar diyoruz. Akışkanlar basınç farkından dolayı basıncın büyük olduğu yerden küçük olduğu yere doğru hareket ederler.



Şekildeki musluk açılırsa sol koldaki basınç büyük olduğu için, musluğun iki tarafındaki basınç farkından dolayı ok yönünde sıvı akışı olur. Bu akış basınçlar eşitlenene kadar devam eder.

Akışkanların bulunduğu boruda kesit alanı azaldığında hız artar (Hortumla bahçe sularken ucunu sıkığımızda fışkırması gibi) ve bu bölgelerde borunun yan yüzeyine yapılan basınç azalır.

Benzetme biraz garip gelebilir ama olayı anlamak için faydası olur. Sıvı hızlandıkça yüzeye daha az muhatap oluyor ve daha az basınç uyguluyor.



S : kesit alanı , v : hız , P : basınç ise,

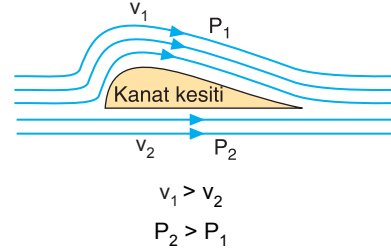
$$S_1 > S_2 > S_3$$

$$v_3 > v_2 > v_1 \quad \text{kesit azalınca hız artar.}$$

$$P_1 > P_2 > P_3 \quad \text{hız artınca basınç azalır.}$$

Bu durum aslında gayet basit bir mantığa dayanıyor. Borudan birim zamanda geçen sıvı miktarının eşit olabilmesi için sıvı geniş bölümde yavaş dar olan yerde hızlı hareket etmek zorundadır. Yoksa geçen madde miktarı eşit olmaz. Bu olaya **Bernoulli İlkesi** denir.

Uçak kanatlarının tasarlanmasında da bu özellikten faydalanılır. Kanadın üst kısmı şekil olarak daha uzun olduğu için hava üst kısımdan daha hızlı geçer ve üstteki basınç azalır.



$$v_1 > v_2$$

$$P_2 > P_1$$

Altta basınç daha büyük olduğu için kanada yukarı doğru kuvvet etki eder.

Günlük hayatta bu karşılaştığımız bir çok durumun sebebi Bernoulli ilkesidir. Bunlardan bazılarını söyleyelim.

- Araç hareket halindeyken sigara içen şoför yan camı biraz açtığında, dumanın tamamı bu aralıktan dışarı çıkar. Bunun sebebi hareket halindeki aracın dış yüzeyinde hızla geçen hava aracının hemen çevresindeki basıncı azaltır. Aracın içindeki basınç büyük olduğu için de içerideki hava açık kısımdan dışarı çıkar. Tabi dumanda beraberinde gider. Bu arada sigaranın ne kadar kötü ve zararlı bir şey olduğunu hatırlatmaya bile gerek yok sanırım. Siz akıllı insanlarsınız.
- Fabrika bacalarının uzun ve yüksek olmasının sebebi budur. Bacanın ucundan hızla geçen hava akımı (rüzgar, esinti) bacanın uç kısmındaki basıncı azaltır. Duman yüksek basınçtaki iç kısımdan yukarı doğru yükselir.
- Musluğu biraz açıp akan suya bakarsanız aşağı doğru suyun incelendiğini görürsünüz. Bu da suyun hızlandıkça kesit alanının azalmasının sonucudur.

- İki fotokopi kağıdı ya da test kağıdınızı birbirine paralel tutup araya üflerseniz bu kağıtlar birbirine yaklaşır. Üfleterek aradaki hareket eden havanın basıncını azalttığımız için yanlarda büyük olan hava basıncı kağıtları birbirine yaklaştırır. Benzer durumu şişirilmiş ve yakın duran iki balon arasına üflediğinizde de görebilirsiniz.
- Aynı şekilde yollarda hızlı bir şekilde birbiri yanından geçen araçlar (daha çok otobüs ve tırlar) arasında basınç azaldığı için araçlar bu geçişler sırasında sallanır.
- Yarış arabalarında uçak kanadının tersi etki yapacak şekilde kanatlar takılarak yüksek hızlarda aracı yola bastırarak basınç oluşturması sağlanır.



- Rüzgarlı havalarda açık pencere önündeki perdeler dışarı doğru savrulur. Bunun nedeni ise, evin hemen dışında rüzgardan dolayı basıncın azalması ve içerdeki yüksek basınç dolayısıyla dışarı doğru hava akımı olmasıdır.

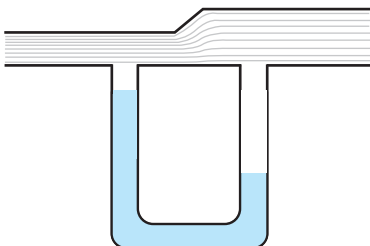
Uçakların hızının nasıl ölçüldüğünü hiç düşündünüz mü?

Arabalarda tekerlerin dönmesiyle aldığı yol ve süreye göre düzenlenen mekanizma hızı gösterir. Uçaklar için sakın pervanenin dönme hızıyla ilgili demeyin :(

Pitot tüpü denilen bir düzeneğin yardımıyla uçakların hızı ölçülür.



Bu akışkan basıncı mantığıyla çalışan düzeneğin kabaca şekildiği gibidir.



Borunun içinden hızla geçen hava kalınlık farkından dolayı basıncı değiştirir. Hız ne kadar fazlaysa sıvıların seviye farkı da o kadar fazla olur.

Basınç Etkisiyle Çalışan Ölçme Araçları

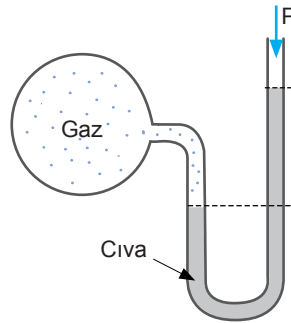
Barometre: Açık hava basıncını ölçtüğümüz aletlere barometre denir. Toriçelli deneyindeki düzeneğe barometre cıvalı barometre düzeneğidir.

Metal barometreler Aneroid (havalı) barometre olarakta bilinir. Atmosfer basıncına bağlı olarak daralan ve genişleyen, daralma-genişleme miktarını da rakamlı bir düzeneğin sayesinde ölçek üzerinde işaret eden metal bir kutudur. Aneroid sözcüğü "sıvısız" anlamına gelir.



Manometre: Kapalı kaplardaki gaz basıncını ölçen aletlere manometre denir. Cıvalı ve metal barometreler vardır.

Cıvalı manometreler şekildiği gibidir.



Şekildeki gibi ucu açık olan manometreler genelde yüksek basınç ölçmek için kullanılır. Daha düşük basınçlar için kapalı uçlu manometre tercih edilir.

Borunun açık olan ucundan açık hava basıncı etki edecektir. Gazın bulunduğu koldaki cıva daha aşağıda olduğuna göre, gaz basıncı açık hava basıncından (P_0) h yüksekliğindeki cıva basıncı kadar fazladır.

$$P_{\text{gaz}} = P_0 + P_{\text{cıva}}$$

Borunun ucu kapalı olduğu durumda ise, açık hava basıncının etkisi yoktur. Gazın basıncı h yüksekliğindeki cıva basıncı kadar olur.

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{cıva}}$$



DİKKAT

Cıvalı barometre ve manometrelerin hassasiyeti sıvının özkütlesine bağlıdır.

Boru kalınlığına bağlı değildir. Termometrelerle sakın karıştırmayın.

Metal manometreler tansiyon aleti gibi tıbbi cihazlarda, benzinliklerdeki lastik basıncı ölçen aletlerde, sanayide basınçlı kapların basıncını ölçmek için kullanılır.

Bunların yanında dijital göstergeliye sahip manometrelerde vardır.



Altimetre: Yükseklik ölçmek için kullanılan aletlere denir. Hava araçlarında bulunulan yüksekliği gösteren alet altimetredir.

Altimetrenin içinde bir barometre vardır.(Aneroid barometre) Deniz seviyesinden yükseldikçe açık hava basıncı azalır. Altimetre bu basınç değişimini yükseklik olarak gösteren bir düzeneğe sahiptir.

Dijital altimetrelerde vardır. Dağcıların kullandıkları özel saatler de bu özellik vardır. Yine basınç farkını kullanarak yüksekliği ölçer.

Size bununla ilgili bir olay anlatayım. Üniversite yıllarında pilot olmayı çok isteyen bir arkadaşım vardı. Uçak yolculuğunu çok severdi. Bu yükseklik ölçen saatler ilk çıktığında gidip almış. Uçakta yolculuk yaparken yüksekliği ölçecek kendince. Neyse, biniyor uçağa gözü saatte. Uçak havalanıyor saat hâla 15 - 20 m yükseklik gösteriyor.

Saatin bozuk olduğunu düşünüyor tabi. Ama asıl sebep uçaklardaki kabin basıncı deniz seviyesine göre ayarlanıyor ve sabit. Uçağın dışındaki hava basıncından farklı.

Saat yüksekliği basınç farkından faydalanarak ölçtüğü için uçak 10 bin metrede olsa da kabin basıncına göre, 10 m gösteriyor.

Batimetre: Göl ve denizlerde su derinliğini ölçmek için kullanılan aletlere batimetre denir.

Sıvı basıncı derinlikle orantılı olduğu için derine indikçe basınç artacaktır. Batimetre de basıncı derinliğe çeviren bir düzenek sayesinde basınçtan faydalanarak derinliği ölçer.

Basıncın Hâl Değişimine Etkisi

Bundan ısı ve sıcaklık konusunda bahsetmiştik. Maddelerin hâl değişim sıcaklıkları maddenin cinsine bağlı ve ayırtedici bir özellikti. Ama basınç gibi bazı dış etkiler bu sıcaklığı etkileyebilir.

Donma - Erime

Hal değişimi sırasında maddelerin hacminde de değişiklik gözlenir. Sıvılar donarak katı hâle geçerken genelde hacimleri azalır.

Su ve birkaç maddenin ise donarken hacmi artar.

- Eğer madde donarken hacmi azalıyorsa, basınç hacmi küçültecek yönde etki yapacağı için basıncın artması donmayı hızlandırır. Dolayısıyla erimeyi zorlaştırır.
- Su gibi donarken hacmi artan maddelerde, basınç artışı bu hacim artışına engel olmak isteyeceğinden basıncın artması donmayı zorlaştırıp, erimeyi kolaylaştıracaktır.
- Normalde 0°C de eriyen buz, basıncın etkisiyle daha düşük sıcaklıklarda (mesela -2°C, -4°C) eriyebilir. Karda araçların lastiklerinin altında kalan kısım, veya ayağımızı bastığımız kar erir.
- Yüksek dağların zirvesindeki karların erimeden bahara hatta yaza kadar kaldığını herkes görmüştür. Bunun nedeni sadece hava sıcaklığının yüksekte az olması değildir. Açık hava basıncının yükseklerde düşük olması da karların erimesini zorlaştırır.



Buharlaştırma - Kaynama - Yoğunlaşma

Kaynama noktası da maddenin cinsine bağlıydı. Kaynama olayı, sıvının buhar basıncının açık hava basıncına eşitlenmesiyle gerçekleşiyordu.

- Açık hava basıncının azalması kaynama noktasını düşürür. Artması da yükseltir. İstanbulda 100°C de kaynayan su Erzurumda yaklaşık 94°C de kaynar. Çünkü Erzurumda açık hava basıncı daha azdır.

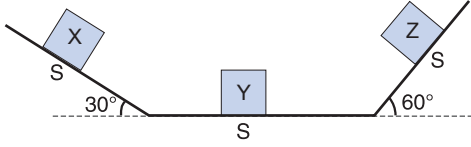
Suyun Dünya'da normal şartlarda sıvı olmasının sebebi atmosferdir. Atmosferi olmayan bir gezegende su (en azından sıvı hâlde) olamaz. Aya giden astronot bir şişe suyu kraterin içine doldurmak istese :) kapağını açtığı anda şişedeki suyun tamamı buharlaşır ve uçar.

Atmosfer olmasaydı deniz ve okyanuslardaki su buhar olup uzaya karışırdı.

- Dödüklü tencerelerde kabin içindeki basınç arttığı için kaynama noktası 110°C nin üzerinde olur.



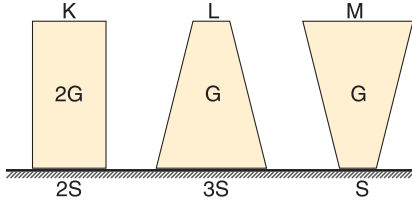
1.



Ağırlıkları ve yüzey alanları aynı olan X, Y, Z cisimlerinin şekildeki durumlarda zemine yaptıkları basınçlar; P_X , P_Y , P_Z arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $P_X > P_Y > P_Z$ B) $P_Z > P_Y > P_X$
 C) $P_Y > P_X > P_Z$ D) $P_Y > P_Z > P_X$
 E) $P_Y > P_X = P_Z$

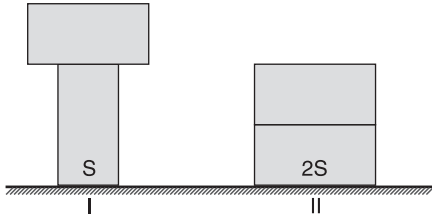
2. Ağırlıkları sırayla $2G$, G , G olan K, L, M cisimlerinin taban alanları $2S$, $3S$, S dir.



Buna göre, cisimlerin tabana yaptığı basınç kuvvetleri F_K , F_L ve F_M arasındaki ilişkisi nasıldır?

- A) $F_K > F_L > F_M$ B) $F_M > F_L > F_K$
 C) $F_M > F_K > F_L$ D) $F_K = F_M = F_L$
 E) $F_K > F_L = F_M$

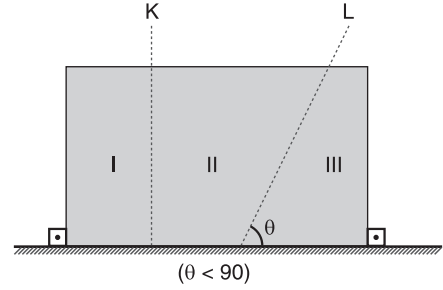
3. Yüzeylerinin alanı S ve $2S$ olan dikdörtgenler prizması şeklindeki özdeş iki cismin zemine yaptığı basınçlar şekildeki I durumunda P_1 , II durumunda ise P_2 dir.



Buna göre basınçlar oranı, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3

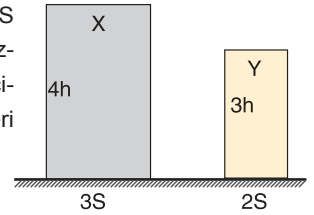
4. Dikdörtgenler prizması şeklindeki türdeş cisim K ve L çizgileri üzerinden kesilerek üç parçaya ayrılıyor.



Buna göre, parçaların zemine yaptığı basınçlar arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $P_1 > P_2 > P_3$ B) $P_3 > P_2 > P_1$
 C) $P_2 > P_1 > P_3$ D) $P_2 > P_3 > P_1$
 E) $P_1 > P_3 > P_2$

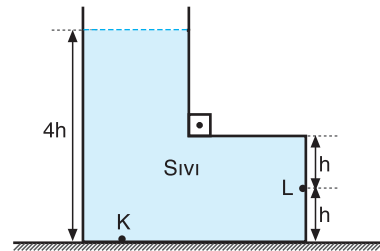
5. Taban alanları $3S$ ve $2S$ olan dikdörtgenler prizması şeklindeki X, Y cisimlerinin yükseklikleri $4h$ ve $3h$ dir.



Cisimler aynı maddeden yapıldığına göre, zemine yaptıkları basınçlar oranı, $\frac{P_X}{P_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 3

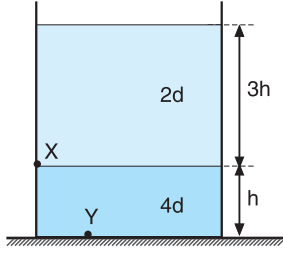
6.



Şekildeki sıvı dolu kabın K ve L noktalarındaki sıvı basınçları oranı, $\frac{P_K}{P_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) 4

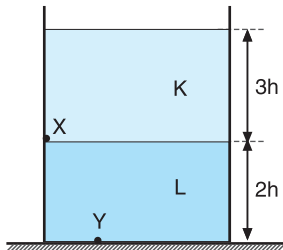
7. Şekildeki kaptaki yükseklikleri $3h$ ve h olan $2d$, $4d$ öz-kütleli sıvılar karışmadan durmaktadır.



Buna göre, kabın X ve Y noktalarındaki sıvı basınçları oranı, $\frac{P_X}{P_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{4}{5}$

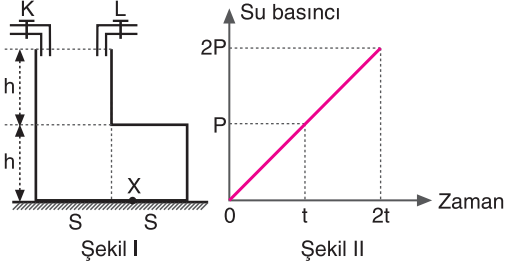
8. Şekildeki kaptaki kütleleri m ve $2m$ olan K, L sıvıları karışmadan durmaktadır.



Sıvıların yükseklikleri $3h$ ve $2h$ olduğuna göre, X ve Y noktalarındaki sıvı basınçları oranı, $\frac{P_X}{P_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) 2

9. Düşey kesiti Şekil I'deki gibi olan küp şeklindeki eşit bölmelerden oluşan kap, özdeş K ve L musluklarından sabit ve eşit debilerle akan suyla $2t$ sürede ağzına kadar dolduruluyor.



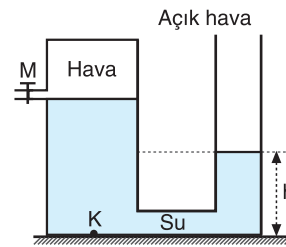
Bu süreçte kabın X noktasındaki su basıncının zamana bağlı değişim grafiği Şekil II'deki gibi olduğuna göre;

- I. 0-t zaman aralığında bir musluk açıktır.
II. 0-t zaman aralığında iki musluk açıktır.
III. t-2t zaman aralığında bir musluk açıktır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

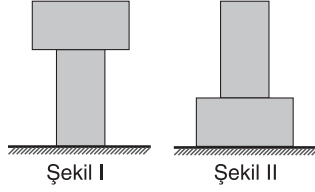
10. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kaptaki M musluğu kapalı iken hava ve su denge durumundadır.



Buna göre, M musluğu açılınca K noktasındaki toplam basınç P_K ve ucu açık koldaki su yüksekliği h nasıl değişir?

- A) P_K artar, h azalır.
B) P_K azalır, h artar.
C) P_K artar, h artar.
D) P_K azalır, h azalır.
E) P_K değişmez, h artar.

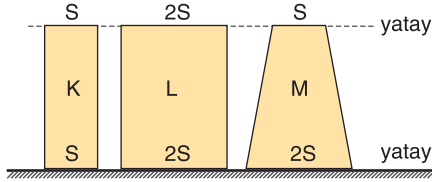
1. Türdeş ve özdeş iki tuğlanın Şekil I'de zemine yaptığı basınç P , basınç kuvveti F 'dir.



Tuğlalar Şekil II'deki gibi düzenlendiğinde P ve F değerleri nasıl değişir?

P	F
A) Artar	Azalı
B) Azalı	Artar
C) Artar	Değişmez
D) Azalı	Değişmez
E) Değişmez	Azalı

2. Aynı maddeden yapılmış türdeş ve yükseklikleri eşit olan K, L, M cisimlerinin alt ve üst yüzey alanları şekilde belirtildiği gibidir.

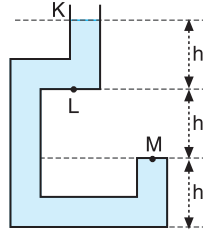


Buna göre, cisimlerin yere uyguladığı basınçlar P_K , P_L , P_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $P_K > P_L = P_M$ B) $P_K = P_L > P_M$
 C) $P_K > P_L > P_M$ D) $P_L = P_M > P_K$
 E) $P_M > P_K = P_L$

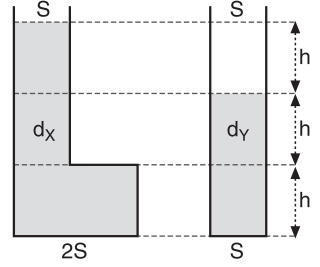
3. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kap, K düzeyine kadar sıvı ile doludur.

L noktasındaki sıvı basıncı P ise, M noktasındaki sıvı basıncı kaç P dir?



- A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

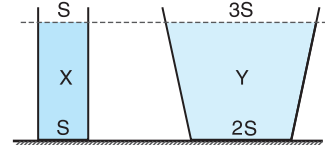
4. Düşey kesitleri şekildeki gibi olan kaplardan birinde d_x , diğerinde d_y özgül ağırlığı olan sıvılar bulunmaktadır. Kapların alt ve üst yüzey alanları ile sıvıların yüksekliği şekilde belirtildiği gibidir.



Kapların tabanlarına etki eden sıvı basınç kuvvetlerinin büyüklükleri eşit olduğuna göre, $\frac{d_x}{d_y}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 1 E) 3

5. Şekildeki kaplarda alt ve üst yüzey alanları belirtilen, aynı yükseklikteki X, Y sıvıları bulunmaktadır.



Sıvıların kapların tabanına uyguladığı basınç kuvvetleri eşit olduğuna göre;

I. X sıvısının özgül ağırlığı Y'ninkinden büyüktür.

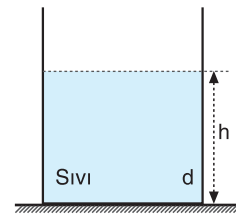
II. X sıvısının ağırlığı Y'ninkinden küçüktür.

III. X sıvısının kap tabanına yaptığı basınç Y'ninkinden büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
 D) II ve III E) I, II ve III

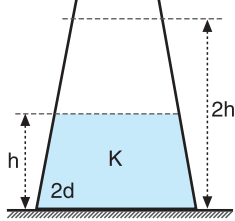
6. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kapta özgül ağırlığı d , hacmi $3V$ olan sıvı varken kap tabanındaki sıvı basıncı P 'dir.



Bu kabın içine, hacmi V , özgül ağırlığı $2d$ olan bir cisim konulduğunda sıvının kap tabanına yaptığı basınç kaç P olur? (Kaptan sıvı taşmıyor. Cismin tamamı sıvıya batıyor.)

- A) $\frac{4}{3}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{5}{3}$ D) 2 E) $\frac{5}{2}$

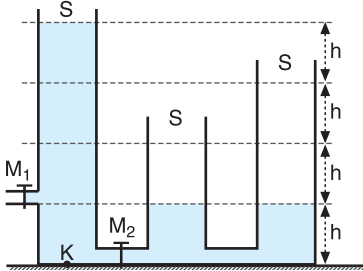
7. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kesik koni biçimli kabın içinde h yüksekliğinde $2d$ özkütleli K sıvısı varken, kabın tabanındaki sıvı basıncı P oluyor. Kaptaki sıvıya yükseklik $2h$ oluncaya kadar d özkütleli L sıvısı ekleniyor.



Sıvılar karışım yapmadığına göre, son durumda kabın tabanındaki sıvı basıncı kaç P olur?

- A) $\frac{3}{2}$ B) 2 C) $\frac{5}{2}$ D) 3 E) $\frac{7}{2}$

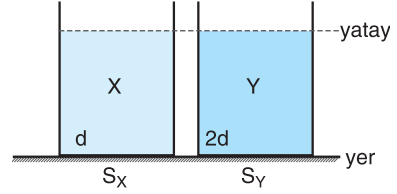
8. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kabın kollarının kesit alanı eşittir. M_1 ve M_2 muslukları kapalı iken kabın kollarındaki su düzeyleri şekildeki gibidir. Bu durumda K noktasındaki su basıncı P 'dir.



Buna göre, yalnız M_1 musluğu ve yalnız M_2 musluğu açılıp denge sağlandıktan sonra K noktasındaki su basıncı ne olur?

	M_1 açıldığında	M_2 açıldığında
A)	$\frac{P}{2}$	$\frac{P}{4}$
B)	$\frac{P}{3}$	$\frac{P}{2}$
C)	$\frac{P}{4}$	$\frac{P}{2}$
D)	$\frac{P}{4}$	$\frac{P}{4}$
E)	$\frac{P}{4}$	$\frac{P}{3}$

9. Şekildeki dik silindirik biçimindeki kaplarda bulunan aynı yükseklikteki X, Y sıvılarının özkütelleri sırayla d ve $2d$ 'dir. Sıvıların kütleleri m_X , m_Y ve kapların taban alanları S_X , S_Y 'dir.



Sıvıların kapların tabanına yaptığı basınçlar P_X ve P_Y olduğuna göre;

I. $P_Y = 2P_X$

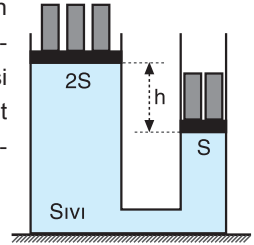
II. $m_Y = 2m_X$

III. $S_X = 2S_Y$

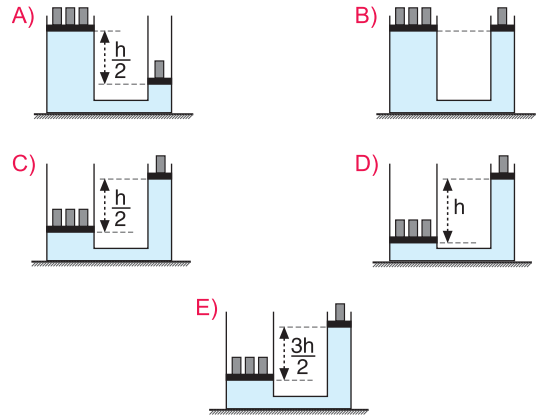
eşitliklerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

10. Düşey kesiti şekilde verilen denge durumundaki sistemde, ağırlığı ve sürtünmesi önemsiz pistonların kesit alanları $2S$ ve S , sıvı düzeyleri arasındaki fark h dir.



Pistonlar üzerinde bulunan cisimler özdeş olduğuna göre, kesit alanı S olan piston üzerindeki cisimlerden bir tanesi alınırse yeni denge durumu aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



2.

KALDIRMA KUVVETİ

DURGUN AKIŞKANLARIN KALDIRMA KUVVETİ

Sıvı ve gazlara akışkan dendiğini artık biliyoruz. Bunların akmadığı duruma da durgun akışkan deniyor :)

Peki bu kaldırma kuvveti neyin nesî?

Yeryüzünde kütlesi olan her cismin etkisinde kaldığı kuvvet yerçekimi kuvvetiydi. Yani cismin ağırlığı.

Bu kuvvet karada, denizde ve havada her zaman cisimleri Dünyanın merkezine doğru çeker. Ama çevremizde bu duruma karşı koyan, sanki protesto eden bazı olaylar gerçekleşiyor.

Mesela uçan balon dediğimiz balonlar, yerçekimine zıt yönde gökyüzüne yükseliyor.

Bir taş suya attığımızda batarak yerçekimi kuvveti yönünde hareket ederken, suyun içine batırılmış bir tahta parçası bırakılınca su yüzeyine doğru hareket ediyor.

Yoksa bazı cisimlere yerçekimi kuvveti etki etmiyor mu?

Tabiki de hayır.

Kütlesi olan her cisim yerçekimi kuvveti etkisindedir. Fakat yerçekiminden daha büyük ve zıt yönde bir kuvvet cisimlere etki ederse, bu cisimler yerçekimi kuvvetine zıt yönde hareket ederler.

Bu kuvvet durgun akışkanlar tarafından cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetidir.



Kaldırma kuvvetinin arkasında ise basınç vardır.

Bir cisim akışkan (sıvı veya gaz) içerisindeyken cisme etki eden basınç kuvvetlerinin bileşkesi (vektörel olarak toplamı) kaldırma kuvvetini oluşturur. Bunu sıvı ve gazlardaki durumu incelerken anlatacaz.

Önce sıvılardaki kaldırma kuvvetini, sonra da gazlardaki kaldırma kuvvetini sırasıyla görelim.

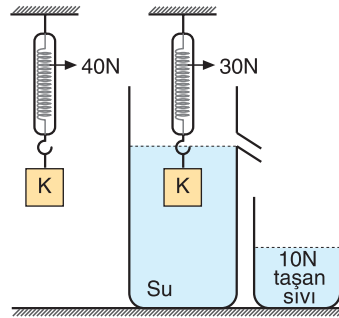
Sıvıların Kaldırma Kuvveti (Arşimed Prensibi)

Denizde veya havuzda yüzerken ağırlığımızı daha az hissederiz. Aynı şekilde bir cismi havada tarttığımızda daha büyük, su içinde daha küçük ölçeriz.

Cisimlerin sıvı içinde hafiflemesinin nedeni sıvının gösterdiği kaldırma kuvvetidir.

Maddenin ortak özelliklerinden birisi de hacimdi. Aynı hacmi aynı anda iki farklı madde dolduramaz.

Bir cisim kısmen veya tamamen sıvı içine batacak olursa, batan hacim kadar sıvının yeri değişecektir. Sıvının bulunduğu kapta yeterince yer varsa sıvı yükselir, tamamen doluyorsa da taşar.



Şekilde havada tartıldığında 40 N olan K cismi, sıvı içinde tartıldığında 30 N olmaktadır.

Cisimden dolayı taşan sıvı ağırlığı da ölçümlerin farkı kadar olur.

Cismin ağırlığındaki azalma taşıdığı suyun ağırlığı kadar.

Aynı hacmi aynı anda iki madde dolduramayacağı için, cisim sıvı içine girince batan hacmi kadar sıvı yer değiştirir.

Sıvılar içindeki cisimlere, cisimden dolayı yerdeğiştiren sıvının ağırlığı kadar kaldırma kuvveti uygularlar.

Sıvının özkütlesi d ise, yerdeğiştiren sıvı ağırlığı;

Ağırlık = Hacim x Özkütle x Yerçekimi ivmesi

$F_{\text{kaldırma kuvveti}} = \text{Yer değıştiren sıvı ağırlığı}$

$F_k = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$ şeklinde hesaplanır.



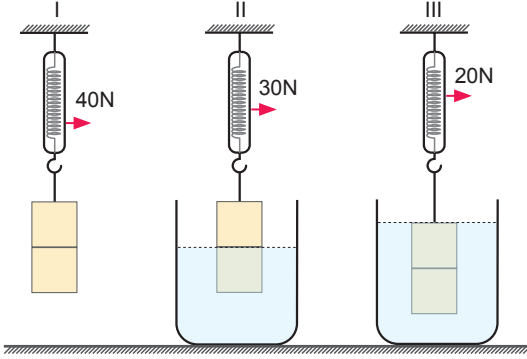
DİKKAT

Sıvılar sadece yüzen cisimlere değil, **sıvı içinde hacmi olan her cisme batmış olsa bile kaldırma kuvveti uygular**. Cisim bazen yüzer, bazen batar. Bazen de askıda kalır. Bu kaldırma kuvveti ve ağırlık arasındaki ilişkiye bağlıdır.

Kaldırma kuvvetinin formülünü çok kullanmayız.

Bunun için nelere bağlı olduğunu çok iyi kavramamız lazım. Sorularda yorum ve karşılaştırma yaparken lazım olacak.

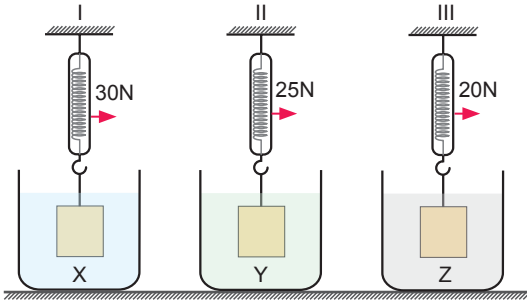
- Sıvının cisme uygulayacağı kaldırma kuvveti cismin sıvı içinde kalan hacmine bağlıdır.



- durumdaki ölçümde görünen 40 N cismin havadaki ağırlığını gösterir.
- durumda iki eşit bölmesi olan cismin bir bölmesi sıvı içindeyken ölçülen değer 30 N olmuş.
- durumda cismin tamamı (iki bölme) sıvı içindeyken ölçüm 20 N.

Ölçümdeki azalmalar cisme etki eden kaldırma kuvvetiyle oluşur. Görüldüğü gibi cismin sıvı içindeki hacmi arttıkça etki eden kaldırma kuvveti de doğru orantılı olarak artıyor.

- Kaldırma kuvveti cismin içinde bulunduğu sıvının özkütlesine bağlıdır.



Aynı cisim üç farklı sıvı içinde ayrı ayrı tartıldığında farklı değerler okunması kaldırma kuvvetinin sıvının cinsine (özkütlesine) bağlı olduğunu gösteriyor.

Cisim üç sıvıda da havadakine göre daha hafif ölçülmüştür. Havadaki ağırlığı en büyük ölçüm olan I. durumdaki 30 N dan daha fazladır.

I. kaptan en az hafifleme olmuştur. En çok ise III. kaptan hafiflemiştir. Demek ki Z sıvısının uyguladığı kaldırma kuvveti en büyük. Z'nin özkütleside X ve Y den büyüktür.

- Kaldırma kuvveti cisimden dolayı yer değiştiren sıvının ağırlığına eşit olduğu için yerçekimi ivmesi "g" ye de bağlıdır.

Kaldırma kuvvetiyle ilgili bilmemiz gereken bir kaç özelliği de burada sıralayalım.

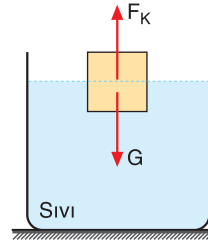
- Kaldırma kuvveti her zaman düşey yukarı (Ağırlığın tersi) yönde olur.
- Kaldırma kuvvetinin yeri batan hacmin ortasıdır.
- Bir cismin yüzmesi veya batması ağırlığına bağlı değildir. Tonlarca ağırlıktaki bir gemi suda yüzerken minik bir çivi veya taş batar.

Yüzme, batma veya askıda kalma, sıvı ile cismin özkütlesi arasındaki ilişkiye bağlıdır.

Şimdi bu durumları inceleyelim.

1. $d_{\text{cisim}} < d_{\text{sıvı}}$ ise cisim yüzer.

Yüzmekten kastettiğimiz; cismin hacminin bir kısmının sıvı dışında kalmasıdır.



Cismi sıvı içine bıraktığımızda bir kısmı sıvı içinde bir kısmı da dışarıda kalacak şekilde dengelenir.

Cismin ağırlığını dengelemek için eşit ve zıt yönlü olarak etki eden kuvvet, kaldırma kuvvetidir.

$$G = F_K$$

Cismin tamamı sıvı içinde olmadığı için cisimden dolayı yer değiştiren sıvının hacmi cisim hacminden küçüktür.

$$G = F_K$$

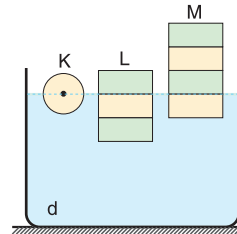
Cismin ağırlığı = Kaldırma Kuvveti

$$V_{\text{cisim}} \cdot d_{\text{cisim}} \cdot g = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$$

Batan hacim cismin hacminden küçük olduğu için,

$$d_{\text{cisim}} < d_{\text{sıvı}} \text{ olmalıdır.}$$

- Yüzen cisimlerin özkütlesini sıvı cinsinden bulmak için formül falan kullanmaya gerek yok. Orantı kurarak rahatça bunu söyleyebiliriz. Şekle bakın.



$$K \text{ nin } \frac{1}{2} \text{ si sıvı içinde, } d_K = \frac{1}{2} \cdot d$$

$$L \text{ nin } \frac{2}{3} \text{ ü sıvı içinde, } d_L = \frac{2}{3} \cdot d$$

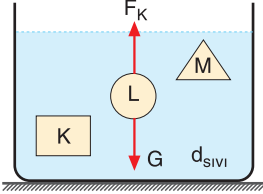
$$M \text{ nin } \frac{1}{4} \text{ ü sıvı içinde, } d_M = \frac{1}{4} \cdot d$$

Bu kadar basit. Cismin kaçta kaç batmış ona bakarız.

Çok lazım olmayacak ama, unutursanız ya da karışırsa denge durumundan, $F_{\text{Kal}} = G$ yazıp açarsanız yine çıkar.

2. $d_{\text{cisim}} = d_{\text{sivi}}$ ise cisim askıda kalır.

Askıda kalmak günlük hayatta pek karşılaştığımız bir durum değil. Cismin tamamı sıvı içinde, serbest ve dengede olmalı. Cisim kap tabanına değmemeli. Sıvı içindeki yeri önemli değildir.



Askıda kalan cisim tamamı sıvı içinde olacak şekilde bıraktığımız yerde dengede kalır.

Cisme etki eden ağırlığı dengeleyen eşit ve zıt yöndeki kaldırma kuvvetidir.

$$G = F_K$$

Cismin ağırlığı = Kaldırma Kuvveti

$$V_{\text{cisim}} \cdot d_{\text{cisim}} \cdot g = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sivi}} \cdot g$$

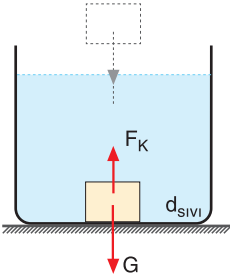
Cismin hacmi ve batan hacim eşit olduğu için,

$$d_{\text{cisim}} = d_{\text{sivi}} \text{ olmalıdır.}$$

$$d_K = d_L = d_M = d_{\text{sivi}}$$

3. $d_{\text{cisim}} > d_{\text{sivi}}$ ise cisim batar. (Dibe çöker)

Kaldırma kuvveti cismin ağırlığından küçükse, dengeleyemez ve cisim kap tabanına kadar iner. Tabana inen cisim zemine kuvvet uygular.



Cisim dışarıdan sıvı içine girerken batan hacim arttıkça kaldırma kuvveti de artar.

Hacmin tamamı sıvı içindeyken kaldırma kuvveti en büyük değerini almıştır. Ama bu kuvvet ağırlıktan küçükse cisim batarak dibe çöker.

$$G > F_K$$

Cismin ağırlığı > Kaldırma Kuvveti

$$V_{\text{cisim}} \cdot d_{\text{cisim}} \cdot g > V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sivi}} \cdot g$$

Cismin hacmi ve batan hacim eşit olduğu için, "V" lerle "g" leri sadeleştirirsek.

$$d_{\text{cisim}} > d_{\text{sivi}} \text{ olmalıdır.}$$

Kaldırma kuvveti cismin yüzmesini sağlayamasa da hafiflemesini sağlar.

Cismin kap tabanına uygulayacağı kuvvet, ağırlıkla kaldırma kuvvetinin farkı kadardır.



DİKKAT

İki önemli uyarı yapalım.

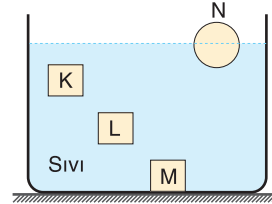
- Günlük hayatta batmayan (dibe çökmeyen) cisimler yüzüyormuş gibi düşünülür. Askıda kalma durumuna dikkat edilmelidir. Hacminin birazı bile dışarıda olmazsa cisim yüzüyor diyemeyiz. Fizikte böyle.)
- Kaldırma kuvveti sadece yüzen cisimlere etki eder sanılır. Ama cisim sıvı içine girdiyse batsa bile kaldırma kuvveti vardır. Cismi yüzdüremese de hafiflemesine sebep olur.

Konu anlatım kısmı bu kadar :)

Bu konu soru çözerek anlaşılır. O yüzden şimdi sorulara geçelim. Bazı özel durumları soru çözümlerinde yeri geldikçe vericez.

Örnek 1

Sıvı yüzeyinden serbest bırakılan K, L, M, N cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildeki gibidir.



Buna göre, K, L, M, N cisimlerinin özkütleleri arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 1

M cismi sıvı tabanına çöktüğüne (battığına) göre, $d_M > d_{\text{sivi}}$

N cisminin hacminin bir kısmı sıvı dışında kaldığına göre, $d_N < d_{\text{sivi}}$ olmalıdır. (Yüzüyor.)

K ve L farklı derinliklerde olsalar da tamamı sıvı içinde ve dibe çökmediklerine göre,

$d_K = d_L = d_{\text{sivi}}$ olmalıdır. (Askıda kalmıştır.)

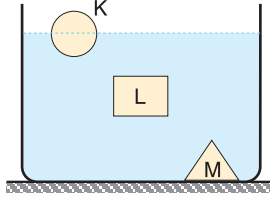
Soruda belirtmedik ama aslında söylemek gerekir. Bu cisimleri içleri dolu olarak kabul ediyoruz.

Bir cismin içinde boşluk olursa yapıldığı maddenin özkütlesi sıvıdan büyük olsa bile yüzme ihtimali olabilir. Bunu ileride "metalden yapılmış gemiler nasıl yüzer?" diye anlatacaz.

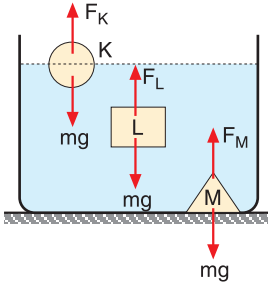
Örnek 2

Sıvı içindeki denge durumları şeklindeki gibi olan K, L, M cisimlerinin kütleleri eşittir.

Buna göre, cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri F_K , F_L , F_M arasındaki ilişki nedir?

**Çözüm 2**

Bu tip sorularda formülü hiii düşünmeden bildiğimiz denge şartlarına bakalım.



Cisimlerin kütleleri eşitse aynı zamanda ağırlıklar da eşit olacaktır. (mg)

K ve L de kaldırma kuvvetleri bu ağırlıkları dengelediğine göre ağırlığa eşit, mg kadar olmalılar.

M cisminin de ağırlığı aynı (mg) olduğu halde F_M kaldırma kuvveti dibe çökmesini engelleyememiş; O halde, kaldırma kuvveti ağırlıktan az olmalı. $mg > F_M$

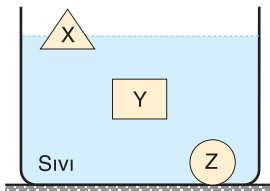
$$mg = F_K = F_L > F_M$$

Kaldırma kuvveti formülünü hiç kullanmadan basit bir mantıkla denge kurallarına göre yorum yaptık.

Bu şekilde dengeden çözmeye alıştırsanız diğer sorularda da kolaylık sağlayacaktır.

Örnek 3

Eşit hacimli X, Y, Z cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şeklindeki gibidir.



Buna göre, cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri arasındaki ilişki nedir?

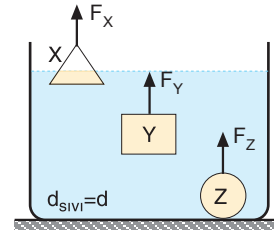
Çözüm 3

Yine formül kullanmadan çözelim.

Kaldırma kuvveti, cisimden dolayı yer değiştiren sıvının ağırlığı kadar olacaktır.

Her cisim aynı hacimde. Y ve Z nin tamamı batmış, X'in bir kısmı sıvı dışında.

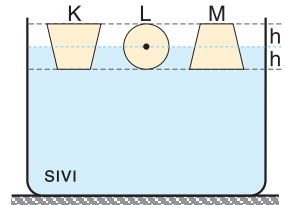
Bu durumda Y ve Z aynı X bunlardan daha az sıvının yerini değiştirir (taşırır). Kaldırma kuvveti de bu batan hacimle orantılı olduğuna göre; $F_Z = F_Y > F_X$ tir.



Batan hacim ne kadar büyükse, kaldırma kuvveti de o kadar fazla olur. Tamamı sıvı içindeyse cismin yeri önemli değildir.

Örnek 4

K, L, M cisimleri sıvı içinde şeklindeki gibi yarı yüksekliklerine kadar batarak dengelenmiştir.



Buna göre, cisimlerin öz-kütelleri arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 4

Bu soruda ilk akla gelen ve en çok yapılan hata, hepsi eşit demek olur. Hepsinin yarı yüksekliğine kadar battığı doğru, fakat hacim olarak yarılari batmış değil.

Cisimlerin ne kadar battığına bakıp özkütle yorumlarken **her cismi kendine göre düşüneceğiz.**

K nin, üst yarısının hacmi alttan fazla, yarısından azı batmış.

L nin, tam yarısı batmış.

M nin, sıvı içindeki hacmi daha fazla, yarısından çoğu batmış.

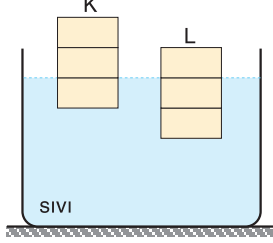
Yani oran olarak en çok M en az K batmış.

$d_M > d_L > d_K$ olmalı.

Bu arada sıvı özkütlesi hepsinden fazla çünkü yüzüyorlar.

Örnek 5

Eşit hacim bölmeli K ve L cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildeki gibidir.



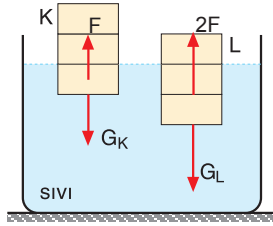
Buna göre, cisimlerin kütleleri oranı, $\frac{m_K}{m_L}$ nedir?

Çözüm 5

Cisimler dengede olduğuna göre her bir cisme etki eden kaldırma kuvveti cismin ağırlığı kadar olmalıdır.

Formülle işimiz yok.

Kaldırma kuvvetinin cisimden dolayı taşan (yerdeğiştiren) sıvı ağırlığına eşit olduğunu bilmek yeterli.



Cisimler eşit hacim bölmeli ve bu bölmelerden K'nin bir L'nin iki bölümü sıvı içinde.

Yani K ne kadar sıvı taşımışsa L bunun iki katını taşırır.

K ye etki eden kaldırma kuvvetine F dersek, L ye etki eden 2F olmalıdır.

Cisimlerin ağırlıkları bu kaldırma kuvvetleri ile dengelendiğine göre;

$$\begin{aligned} G_K &= F \\ G_L &= 2F \end{aligned}$$

Cisimlerin ağırlıkları ile kütleleri oranı eşit olacağından;

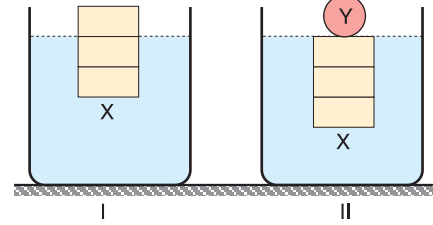
$$\frac{G_K}{G_L} = \frac{m_K}{m_L} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

Bu tip sorularda bize kütlelerin, kaldırma kuvvetinin değerlerini sormuyor. Karşılaştırma ve oran sorduğu için mantık ve oran- orantı kullanmak yeterli olacaktır.

Formülü bilseniz bile formülle çözmek daha uzun ve karışık olur. Zaten müfredatta formül yok :)

Örnek 6

Eşit hacim bölmeli X cismi I. kapta şekildeki gibi dengede iken üzerine Y cismi konulduğunda II. kaptaki gibi dengede kalıyor.



Buna göre, X ve Y cisimlerinin kütleleri oranı, $\frac{m_X}{m_Y}$ nedir?

Çözüm 6

Aynı mantıkla çözeceğimiz kesinlikle çok kolay bir soru.

Bize X cisminin eşit hacim bölmeli olduğunu söylemiş.

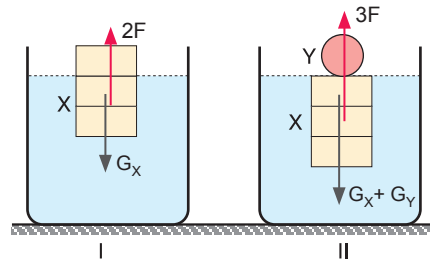
Şekilden de sıvı içinde ne kadar battığını görüyoruz.

O halde biz iki durumda etki eden kaldırma kuvvetlerinin kaç olduğunu bilmesek bile birbiri cinsinden ne olacağını çok rahat söyleyebiliriz.

Sıvının içindeki her bölme için F kadar kaldırma kuvveti uyguladığını düşünelim.

I. durumda iki bölme batmış, kaldırma kuvveti 2F olur.

II. durumda üç bölme batmış, kaldırma kuvveti 3F olur.



I. kapta kaldırma kuvveti (2F) sadece X cisminin ağırlığını dengelerken II. kaptaki kaldırma kuvveti (3F) X ve Y nin toplam ağırlığını dengeliyor.

$$\text{I. kaptaki durum, } 2F = G_X$$

$$\text{II. kaptaki durum; } 3F = G_X + G_Y$$

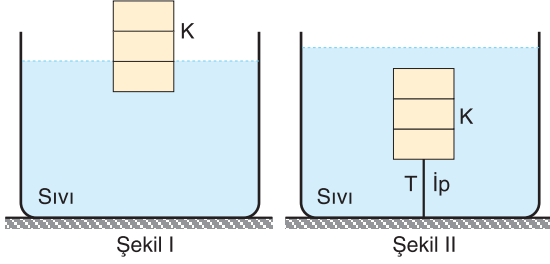
G_X yerine konulursa, $3F = 2F + G_Y$ buradan $G_Y = F$ olur.

$$\frac{G_X}{G_Y} = \frac{2F}{F} = 2 \text{ bulunur.}$$

Şöyle de düşünebiliriz. X'in kendi ağırlığı için 2 bölme batmıştı. Y konulunca 1 bölme daha battı. 2 ye 1 :)

Örnek 7

Sıvı içinde Şekil I deki gibi dengede olan K cismi, bir iple kap tabanına Şekil II deki gibi bağlanıyor.



K cisminin ağırlığı 10 N olduğuna göre, ipte oluşan T gerilme kuvveti kaç N olur?

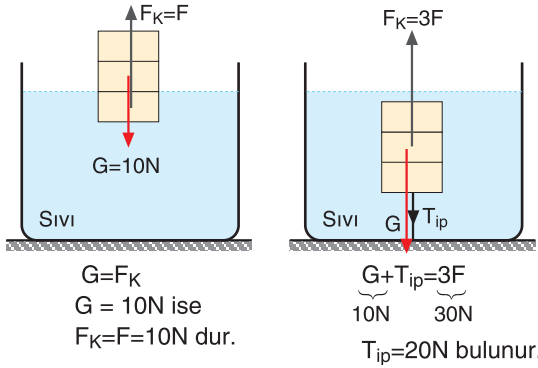
Çözüm 7

I. şekilde dengede olan cisme etki eden iki kuvvet var. Ağırlığı ve Kaldırma Kuvveti.

II. şekilde bunlara ip gerilmesi de katıldı. Burada iki durum için denge şartlarını yazmadan önce kaldırma kuvvetlerini bulalım.

I. şekilde batan hacim 1 bölmeyken 2. durumda batan hacim 3 bölme olmuş.

1 bölmeye etki eden kaldırma kuvvetine F dersek 2. durumdaki 3F olacaktır. Batan hacimle orantılı.



II. yol olarak şöyle de düşünebiliriz:

Ağırlığı ($G = 10\text{ N}$) dengelemek için cisim 1 bölme batmış. Demek ki her bölmeye etki eden kaldırma kuvveti 10 N.

İp, cisim ilk durumdakine göre 2 bölme daha fazla batmaya zorlamış.

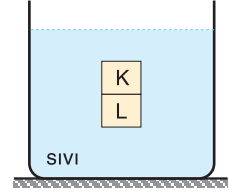
Yani ipten dolayı sıvıya giren hacim 2 bölme.

Her bölmeye etki eden kaldırma kuvveti 10 N ise, iki bölme için $T = 20\text{ N}$ olacaktır.

Hangi yolu sevdiyseniz öyle çözün :)

Örnek 8

K, L cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildedir.



Cisimler yapışık olmadığına göre;

I. K'nin özkütlesi sıvıdan küçüktür.

II. L'nin özkütlesi sıvıdan küçüktür.

III. L'nin özkütlesi sıvıdan büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle yanlıştır?

Çözüm 8

Bu soru tipinde ilk dikkat edilecek şey cisimlerin yapışık olup olmamasıdır.

K ve L'nin yapışmadan şekildeki gibi dengede olmasını sağlayacak durumlar;

- İkisinin de özkütlesi sıvıya eşit askıdalar.
- K sıvıdan büyük, L sıvıdan küçük

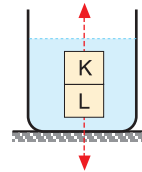
Yani K batmak isterken L yukarı çıkmak isteyerek onu dengeliyor.

Kesinlikle olamayacak durum ise;

K'nin özkütlesinin sıvıdan küçük olması; L'ninkinin de sıvıdan büyük olmasıdır.

Öyle olsaydı K, L'ye yapışık olmadığı için K yüzeye yükselirdi.

L de sıvıdan büyük olsaydı dibе çökerdi. K'ye yapışık olmadığı için L'nin batmasını engelleyen birşey olmazdı.



Cisimlerden birisi sıvıya eşit, diğeri sıvıdan farklı olmaz. Sıvıya eşit özkütlesi olan cisim kendi dengede kalır ama diğeri hiç bir etkisi olamaz.

Mesela K sıvıya eşit olsa L yukarı çıkmak istediğinde onu tutamaz.

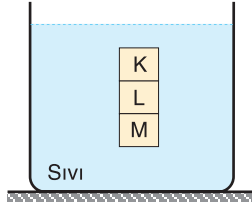
Bu söylediklerimize göre kesin olarak yanlış olan yargılar

I ve III. tür.

Örnek 9

Birbirine yapışık olmayan K, L, M cisimleri sıvı içinde şekildeki gibi dengededir.

Cisimlerin özkütleleri için ne söylenebilir?

**Çözüm 9**

Bir önceki soruda olduğu gibi burada da cisimlerin yapışık olup olmaması çok önemli.

Yapışık değilse, ilk ihtimal:

$$d_K = d_L = d_M = d_{\text{sıvı}}$$

Hepsi sıvıya eşit ve askıdadırlar.

Özkütleleri sıvıdan farklıysa, kesinlikle K nin ki sıvıdan küçük olamaz. Öyle olsa sıvı yüzeyine doğru hareket ederdi. M ninki de kesinlikle sıvıdan büyük olamaz, yoksa dibe çökerdi.

Fakat L için kesin bir şey söylenemez. Bu durumdaki L nin özkütlesi sıvıdan büyük, küçük ve eşit de olabilir. K ve M nin arasında kaldığı için kesinlik yok.

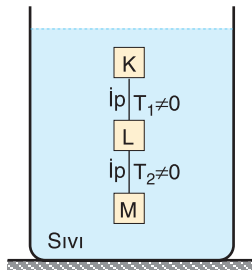
Bu sorunun bir de iplerle bağlı olanını inceleyelim.

K, L, M cisimleri iplerle bağlanarak şekildeki gibi dengelenmişse ve ip gerilmeleri sıfırdan farklıysa.

$d_K < d_{\text{sıvı}}$ (yüzmek istiyor)

$d_M > d_{\text{sıvı}}$ (batmak istiyor)

d_L ise sıvıdan büyük, küçük ya da eşit olabilir.



L nin durumunu iplerde oluşan gerilme kuvvetlerine bakarak anlayabiliriz.

İplerdeki kuvveti bilmiyorsak kesinlik yok.

L nin özkütlesi sıvıya eşitse; $T_1 = T_2$ olur.

L nin özkütlesi sıvıdan büyükse; batmak ister, üstteki ipi daha çok gerer. $T_1 > T_2$ olur.

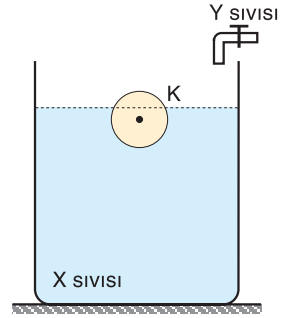
L nin özkütlesi sıvıdan küçükse yüzmek ister, alttaki ipi daha çok gerer. $T_1 < T_2$ olur.

İp gerilmeleri sıfır olsaydı; $d_K = d_L = d_M = d_{\text{sıvı}}$ olurdu.

Örnek 10

X sıvısı bulunan bir kaptaki K cisminin denge durumu şekildeki gibidir.

Musluktan kaba X ile karışabilen daha büyük özkütleli bir Y sıvısı akarsa, K ye etki eden kaldırma kuvveti F_K ve sıvı içindeki hacmi, V_{batan} nasıl değişir?

**Çözüm 10**

Çok güzel ve önemli bir soru tipi.

X sıvısı Y ile karıştığında karışımın özkütlesinin ne olacağına bakalım.

Gelen sıvı (Y), X ten daha büyük özkütleli olduğundan karışımın özkütlesi artacaktır.

Burada şunu görmek istiyoruz. **K cismi batmak mı isteyecek, yüzmeye devam mı edecektir?**

$d_{\text{karışım}} > d_{\text{cisim}}$ olacağından yüzmeye devam edecektir.

Cisim yüzdüğü sürece aşağı çeken ağırlık aynı olduğundan bunu dengeleyecek kaldırma kuvveti de bu ağırlığa eşit olmalıdır.

Kaldırma kuvveti (F_K) değişmez.

Kaldırma kuvveti, cisimden dolayı yer değiştiren sıvının ağırlığı kadardır.

Batan hacimle ve sıvının özkütlesi ile doğru orantılı olduğunu söylemiştik.

Kaldırma kuvveti sabit kalacağı için özkütle artınca batan hacmin azalması gerekir.

Sıvı içinde kalan hacim (V_{batan}) azalır.

- Eklene sıvı daha küçük özkütleli olsa ve karışımın özkütlesi azalsaydı. Bu sefer; denge için batan hacim artardı.

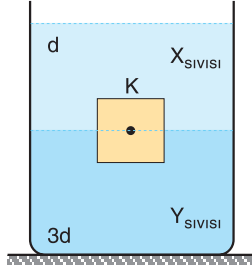
Ama cismin dışarıda kalan hacminin tamamı sıvıya girdikten sonra, batan hacim artamayacağı için; özkütle azalmaya devam ederse cisim dibe çöker.

Yani kaldırma kuvveti cisim batmasını tamamlayana kadar ağırlığa eşit, sonra daha az olurdu.

Örnek 11

Bir K cismi karışmayan ve farklı özkütleli X, Y sıvılarının bulunduğu kapta şekildeki gibi dengededir.

Cismin iki sıvı içindeki hacmi eşit ve sıvıların özkütlesi $d_x = d$, $d_y = 3d$ ise, K nin özkütlesi hakkında ne söylenebilir?

**Çözüm 11**

Formül kullanıp işlem yapmıycaz. Sadece yorum.

K cisminin özkütlesi X ten küçük olsaydı yüzerdi.

X e eşit olsaydı hacminin tamamı X sıvısı içinde kalırdı.

Y ye eşit olsaydı, Y sıvısı içinde askıda kalırdı.

Y den büyük olsa da dibe çökerdi.

O zaman tek ihtimal kaldı. K cisminin özkütlesi X ten büyük, Y den küçüktür.

$$d_Y > d_K > d_X \text{ veya } 3d > d_K > d$$

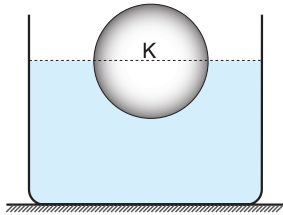
Bu durumu genelleleyebiliriz.

Bir cisim iki sıvı arasında dengedeysen özkütlesi de kesinlikle ikisi arasındadır. Hangi sıvı içindeki hacmi büyükse onun özkütlesine daha yakındır.

Yukarıdaki gibi tam ortadaysa iki sıvının özkütlesinin aritmetik ortalamasına eşittir. Yani $2d$ dir.

Örnek 12

Özkütlesi 4 g/cm^3 olan metalden yapılan bir küre şeklindeki gibi hacminin yarısı su içinde kalacak şekilde dengededir.



Buna göre cismin hacmi 80 cm^3 ise, içindeki boşluğun hacmi kaç cm^3 tür?

Çözüm 12

İşte geldik gemilerin nasıl yüzdüğüne :)

Tonlarca ağırlıktaki metalden yapılan gemiler aynı bu sorudaki cisim gibi yüzyor. Yani içlerindeki boşluk sayesinde.

Yüzme veya batma durumu cisim ile sıvının özkütlesi arasındaki ilişkiye bağlıydı. Özkütlesi sıvıdan küçük olan cisimler sıvıda yüzer demistik.

Özkütlesi 4 g/cm^3 olan cisim nasıl yüzyor o zaman?

Sıvı, cismin görünen hacmine bakar.

Cisim sıvıyı kaldırıyor. Hacmini olduğundan büyük göstererek, sanki özkütlesi daha küçükmüş gibi davranıyor.

Şekle baktığımızda cismin hacminin yarısı batmış. Suyun özkütlesi 1 g/cm^3 olduğuna göre, suda yarı hacmine kadar batmış cismin özkütlesi $0,5 \text{ g/cm}^3$ olmalı.

Cisim 4 g/cm^3 olan hacmini içindeki boşluk sayesinde $0,5 \text{ g/cm}^3$ gibi gösteriyor. Yani gerçeğin $1/8$ i kadar.

Bunu yapmanın yolu da kütle değişmeyeceği için hacmi olandan 8 kat fazla göstermek.

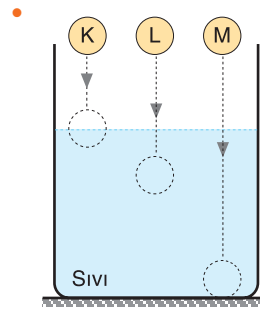
Gerçek hacim görünen hacmin $1/8$ i kadar olmalı.

Görünen hacim 80 cm^3 olduğuna göre, gerçek hacim 10 cm^3 tür. Kalan 70 cm^3 ise cismin içindeki boşluktur.

Gelelim ağırlaşma miktarı sorularımıza

Zor veya karmaşık görünen bu sorular aslında sanıldığı kadar aksine gayet kolaydır. Yeterki mantığını iyi anlayalım.

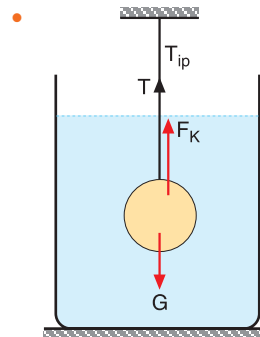
Ağırlaşma = Gelen - Giden

1. Kaptan sıvı taşmıyorsa

Özkütlesi farklı K, L, M cisimlerini kaba bıraktığımızda K yüzsün, L askıda kalsın, M batsın.

Cismin denge durumu ne olursa olsun dışarı sıvı taşmamışsa kap gelen cismin ağırlığı kadar ağırlaşır.

Gelen var, giden yok. Artış, gelen kadar olacaktır.



Cisim atılmadan iple sarkıtılırsa, ipteki gerilme kuvveti cismin ağırlığından (kaldırma kuvveti kadar) az olacaktır.

İşte ipteki bu azalma miktarı kaptaki artışa dönüşür.

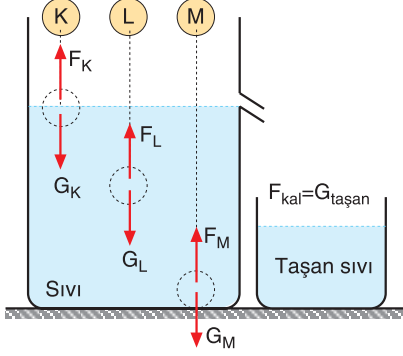
(Dışarıdan biri gelip cismi taşımadığına göre aradaki fark kabın ağırlığına katılır.)

Yani cismimiz kaldırma kuvveti kadar ağırlaşma yapar.

Bunu şu şekilde de ifade edebiliriz:

Sarkan cismin ağırlığı ve özkütlesi ne olursa olsun. Yerini değiştirdiği (V_{batan}) sıvının ağırlığı kadar ağırlaşmaya neden olur.

2. Kaptan sıvı taşıyorsa



Farklı özkütleli K, L, M cisimleri taşıma seviyesine kadar sıvı dolu kaba bırakılınca K yüzüyor, L askıda kalıyor, M batıyor olsun.

Kaldırma kuvvetini cisimden dolayı yerdeğiştiren sıvının ağırlığı diye tanımlamıştık. Kap tamamen doluysa, bu yerdeğiştiren sıvı, taşan sıvı olacaktır.

Kaldırma kuvvetleri K ve L için ağırlıkları kadardır.

K geldi, F_K gitti (Gelen = Giden)

L geldi, F_L gitti (Gelen = Giden)

M geldi, F_M gitti (Gelen > Giden)

M battığına göre, etki eden kaldırma kuvveti ağırlığından daha azdır.

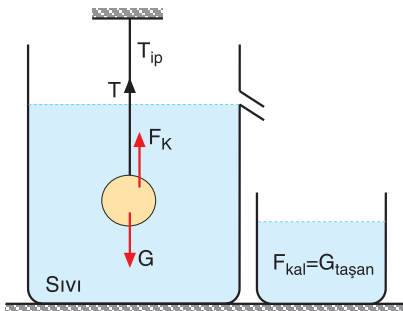
K ve L için kaldırma kuvveti ağırlığa eşit ve dengedeler. Yani (gelen = giden) bu nedenle, K ve L ağırlaşma yapmaz.

M ye etki eden kaldırma kuvveti M nin ağırlığından azdır. (Zaten bu yüzden battı) O zaman M kabı ağırlaştırır.

Miktar olarakta:

$$\text{Ağırlaşma} = \text{Gelen} - \text{Giden} \quad \text{Ağırlaşma} = G_M - F_{\text{Kaldırma}}$$

Tek cins sıvı bulunan taşıma kabına atılan cisim sadece dibe çökerse (batarsa) ağırlaşma yapar. Yüzer ya da askıda kalırsa ağırlaştırmaz.



İple sarkıtılan cisimlerde sıvı taşmadığı zaman F_K kadar ağırlaşma yapıyordu.

Cisim taşıma kabına sarkıtılınca batan hacim kadar sıvı taşıacağı için ağırlaşma olmaz.

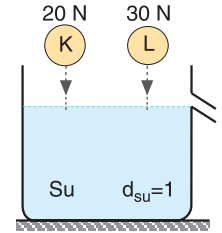
Peki ip kesilirse ne olur?

Sıvı taşsın veya taşmasın ip kesilirse; kaplar, ip gerilmesi kadar ağırlaşır.

Örnek 13

Özküteleri sırasıyla $0,8 \text{ g/cm}^3$ ve $1,5 \text{ g/cm}^3$ olan K, L cisimlerinin ağırlığı 20 N ve 30 N dur.

Bu cisimler şekildeki taşıma seviyesine kadar su dolu taşıma kabına atılırsa kap ne kadar ağırlaşır?



Çözüm 13

Suyun özkütlesi $d_{\text{su}} = 1 \text{ g/cm}^3$ olduğu için K cismi yüzer ve ağırlığı kadar su taşırır ağırlaşma yapmaz.

L cisminin özkütlesi sudan büyük olduğu için batarak ağırlaşma yapar.

$$\text{Ağırlaşma} = \underbrace{\text{Gelen}}_{30 \text{ N}} - \underbrace{\text{Giden}}_{F_{\text{kal.}}}$$

L nin hacminin tamamı kadar sıvı taşar.

Özkütlesi $1,5 \text{ g/cm}^3$ olan L cisminin ağırlığı 30 N ise,

Aynı hacimdeki, özkütlesi 1 g/cm^3 olan suyun ağırlığı, yani kaldırma kuvveti 20 N olur. (Orantı kurduk)

$$\begin{aligned} \text{Ağırlaşma} &= G_L - F_K \\ &= 30 - 20 \\ &= 10 \text{ N ağırlaşma olur.} \end{aligned}$$

Gazların Kaldırma Kuvveti

Sıvılarda kaldırma kuvvetini gördük, sıra gazların kaldırma kuvvetine geldi.

Gazlardaki kaldırma kuvveti sıvılardakinin aynısıdır.

Yani; cismin hacmi, gazın özkütlesi ve yerçekimi ivmesine bağlıdır ve düşey doğrultuda yukarı yöndedir.

Havanın özkütlesi çok küçük olduğu için her zaman farke dilmez. Uçan balonları hepimiz görmüşsünüzdür.

Bu balonlar özkütlesi havadan daha küçük olan Helyum ile şişirildiği için yerçekimi kuvvetine zıt yönde yükselirler.

Bir dönem çok meşhur olan zeplinler de Helyum gazı ile doldurularak uçmaları sağlanmıştır.



Sıcak hava balonları da ısınınca genişleyerek özkütlesi azalan hava sayesinde yükselir.

Eğer hava olmasaydı günümüzde kullandığımız hava taşıtları çalışamaz gökyüzünde hareket edemezlerdi.

Gazlardaki kaldırma kuvvetinin sıvıdakilerle aynı olduğunu söyledik.

Kaldırma kuvveti cismin ağırlığından büyük olduğunda cisim yükselir, eşit olduğunda askıda kalır.

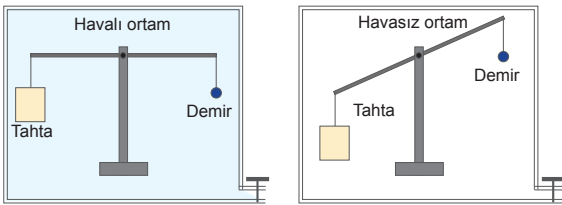
Kaldırma kuvveti ağırlıktan küçükse cisim yere düşer. Ya da zaten yerdeyse yükselmez :)

Sıvılar sadece yüzen cisimlere değil sıvı içindeki tüm cisimlere kaldırma kuvveti uyguluyordu. Kaldırma kuvveti cismin yüzmesine yetmese bile batan cisimlerin hafiflemesine sebep olur.

Aynı şekilde gazlar da bir cismin yükselmesini sağlayamazlar da hafiflemesine sebep olurlar.

Çevremizi saran hava sayesinde gördüğümüz her cisim, kendi bedenimiz dahi havanın kaldırma kuvveti etkisindedir. Bu nedenle aslında ölçülen ağırlıklarımız gerçek değerinden havanın uyguladığı kaldırma kuvveti kadar daha azdır.

Gerçek ağırlık için havası boşaltılmış ortamda ölçüm yapmak gerekir.



Şekilde havalı ortamda tahta ve demir cisimler birbirini dengelemektedir. Günlük hayatta buna bakarak kütleler eşittir deriz.

Ama burada iki cisme de hava kaldırma kuvveti uyguluyor. Hacmi büyük olan tahtaya etki eden kaldırma kuvveti de daha büyüktür.

Kütleler eşit gibi gözükse de; tahta demire göre daha çok hafiflediği için gerçek kütlesi demirden fazladır.

Yandaki şekilde ortamın havası boşaltılırsa denge durumu şekildeki gibi bozulur.

Yukarıda anlattığımız durumu ÖSYM bir zamanlar sınavda şöyle sormuştu.

İlk şekildeki gibi hava ortamında dengede olan demir ve tahta; havası boşaltılmış ortama giderse ve suya batırılırsa denge durumu nasıl değişir?

Havasız ortamda nasıl olacağını gösterdik ve açıkladık. Suyu batırılırsa bu sefer tahta yükselip demir alçalacak şekilde denge bozulur.

Çünkü hacmi büyük olan tahtaya suda etki edecek kaldırma kuvveti demire etki edecek olandan, havadaki duruma göre çok daha fazla olacaktır.

Eskiden çok sorulan bir soru vardı.

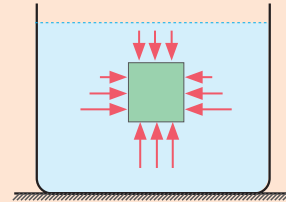
1 kg demir mi, 1 kg pamuk mu ağırdır?

Bu soruya doğru cevap verebilmek için nerede tartılmışlar demek gerekir. Havasız ortamda ikisi de 1 kg tartılmışsa eşittir. Ama hava ortamında tartılmışlarsa hacmi büyük olan pamuk daha çok kaldırma kuvveti etkisinde daha çok hafifleyeceği için gerçekte daha ağırdır.



DİKKAT

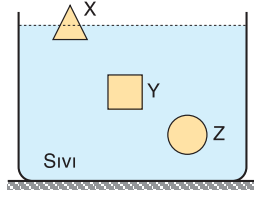
Akışkanlardaki kaldırma kuvvetinin sebebi; cisim üzerine etki eden basınç kuvvetleridir. Cisme etki eden basınç kuvvetlerinin vektörel toplamı yerçekimi kuvvetine ters yönde oluşur. Şekil üzerinde daha iyi anlaşılır.



Cismin tüm yüzeylerine basınç kuvveti etki ettiğinde yan yüzeydekiler birbirini gengeler. Ama üst ve alt yüzeydekilerin büyüklükleri farklı olacağından yukarı doğru net bir kuvvet oluşur. Bu kuvvet, kaldırma kuvvetine eşittir.

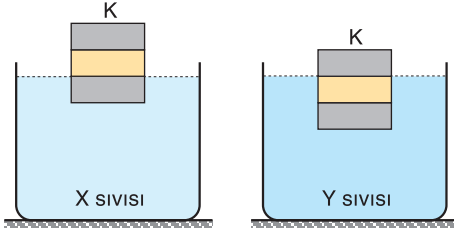
1. X, Y, Z cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildeki gibidir.

Buna göre, cisimlerin özkütleleri arasındaki ilişki nasıldır?



- A) $d_X > d_Y > d_Z$ B) $d_Z > d_Y > d_X$
C) $d_X > d_Y = d_Z$ D) $d_Y = d_Z > d_X$
E) $d_X = d_Y = d_Z$

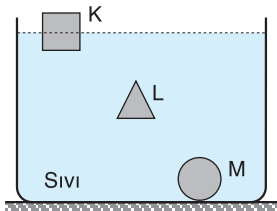
2. K cisminin X ve Y sıvılarındaki denge durumu şekildeki gibidir.



Buna göre, sıvıların K cismine uyguladığı kaldırma kuvvetleri oranı, $\frac{F_X}{F_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 1 E) 2

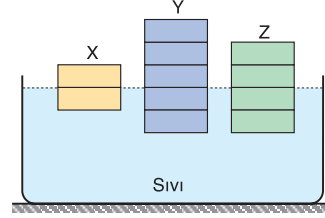
3. Sıvı içindeki denge durumları verilen K, L, M cisimlerinin batan hacimleri eşittir.



Buna göre, cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri F_K , F_L , F_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $F_K > F_L > F_M$ B) $F_M > F_L > F_K$
C) $F_K = F_L = F_M$ D) $F_L = F_M > F_K$
E) $F_K = F_L > F_M$

4. V hacimli özdeş bölmelerden oluşan X, Y, Z cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildeki gibidir.

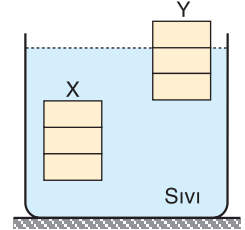


Buna göre, cisimlerin özkütleleri arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $d_X > d_Y > d_Z$ B) $d_Z > d_Y > d_X$
C) $d_Y > d_Z > d_X$ D) $d_Y > d_X = d_Z$
E) $d_X = d_Z > d_Y$

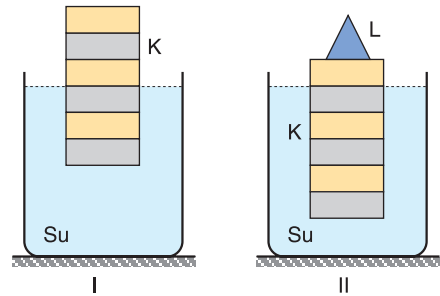
5. Eşit hacim bölmeli X ve Y cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildeki gibidir.

Buna göre, cisimlerin kütleleri oranı, $\frac{m_X}{m_Y}$ kaçtır?



- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

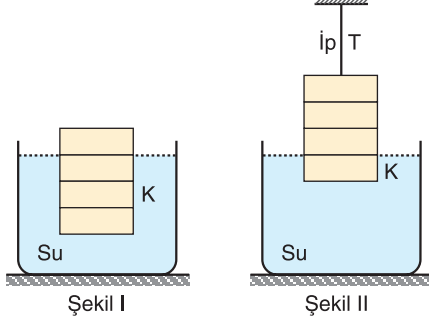
6. Eşit hacim bölmeli K cismi I. kaptaki şekildeki gibi dengede iken üzerine L cismi konulduğunda II. kaptaki gibi dengede kalıyor.



Buna göre, K ve L cisimlerinin kütleleri oranı, $\frac{m_K}{m_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 2

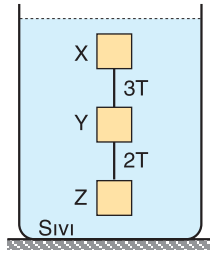
7. Eşit bölmeli K cismi Şekil I ve II deki gibi dengededir.



K cisminin ağırlığı 30 N olduğuna göre, ipteki gerilme kuvveti T kaç N dur?

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 60

8. X, Y, Z cisimlerinin sıvı içindeki denge durumu şekildeki gibidir. X-Y arasındaki ip gerilmesi 3T ve Y-Z arasındaki ip gerilmesi 2T olduğuna göre;

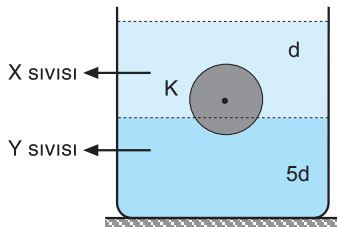


- I. $d_{\text{sıvı}} > d_X$
II. $d_Y > d_{\text{sıvı}}$
III. $d_Z > d_Y$

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

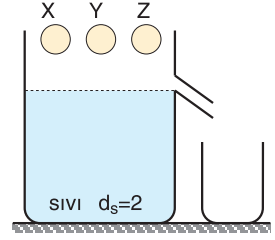
9. Eşit bölmeli K cismi karışmayan, d ve 5d özkütleli X, Y sıvılarının bulunduğu kaptaki hacminin büyük kısmı X sıvısında olacak şekilde dengededir.



Buna göre, K cisminin özkütlesi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) d B) 2d C) 3d D) 4d E) 5d

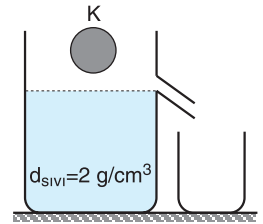
10. Özküteleri sırasıyla 1,5 g/cm³, 2 g/cm³ ve 3 g/cm³ olan X, Y, Z cisimleri öz-kütlesi 2 g/cm³ olan sıvıya ayrı ayrı bırakılıyor.



Cisimlerin **kütleleri eşit** olduğuna göre, taşındıkları sıvı kütleleri m_X , m_Y , m_Z arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $m_X = m_Y = m_Z$ B) $m_X = m_Y > m_Z$
C) $m_Z > m_X = m_Y$ D) $m_X > m_Y > m_Z$
E) $m_Z > m_Y > m_X$

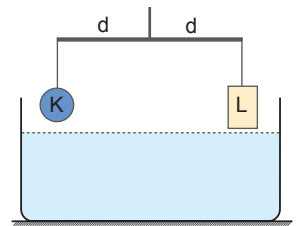
11. 60 gram kütleli K cismi öz-kütlesi 2 g/cm³ olan sıvı ile dolu taşma kabına atılınca tamamen batıyor ve kabtaki kütle artışı 30 gram oluyor.



Buna göre, K cisminin özkütlesi kaç g/cm³ tür?

- A) $\frac{5}{2}$ B) 3 C) $\frac{7}{2}$ D) 4 E) 5

12. K ve L cisimleri düzgün bir çubuğa iplerle bağlanarak şekildeki gibi dengeleniyor.



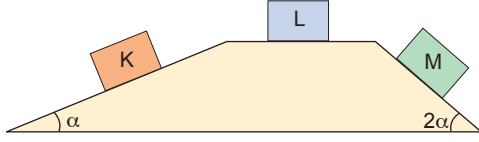
Cisimler su dolu kaba batırıldığında K cismi aşağıda olacak şekilde denge bozulduğuna göre,

- I. K nin özkütlesi L den büyüktür.
II. L nin hacmi K den büyüktür.
III. Cisimler havası alınmış ortama götürülürse, L aşağı inecek şekilde denge bozulur.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

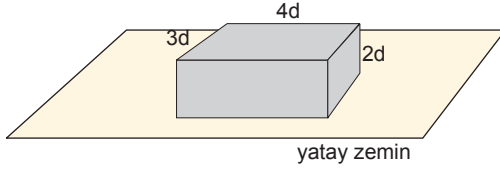
1. Şekildeki K, L ve M cisimlerinin boyutları ve bulundukları zemine yaptıkları basınçlar eşittir.



Buna göre cisimlerin ağırlıkları G_K , G_L ve G_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $G_K > G_L > G_M$ B) $G_M > G_L > G_K$
 C) $G_M > G_K > G_L$ D) $G_K = G_L > G_M$
 E) $G_K = G_L = G_M$

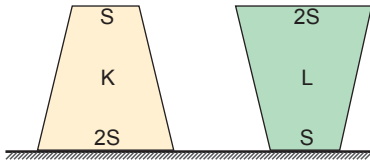
2. Boyutları $2d \times 3d \times 4d$ olan şekildeki dikdörtgen prizması şeklindeki cismin yatay zemine uygulayabileceği en küçük basınç P dir.



Buna göre, bu cismin aynı yatay zemine uygulayabileceği en büyük basınç kaç P dir?

- A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 2,5 E) 3

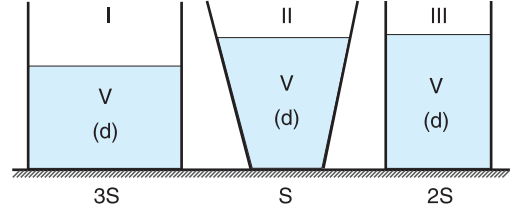
3. Boyutları aynı olan şekildeki K ve L cisimlerinin yere yaptıkları basınçlar eşit ve P kadar, L nin yere uyguladığı basınç kuvveti de F kadardır.



Buna göre, K cismi L nin üzerine konulursa, L nin yere yaptığı basınç ve basınç kuvveti ne olur?

	Basınç	Basınç Kuvveti
A)	P	F
B)	2P	3F
C)	3P	2F
D)	3P	3F
E)	4P	3F

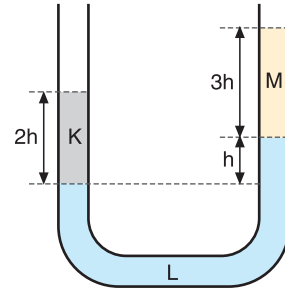
4. Şekildeki taban alanları $3S$, S , $2S$ olan kaplara eşit hacimde d özkütleli sıvılar doldurulduğunda kap tabanındaki sıvı basınç kuvvetleri F_1 , F_2 , F_3 olmaktadır.



Buna göre, F_1 , F_2 , F_3 arasındaki büyüklük sıralaması nasıldır?

- A) $F_1 > F_2 > F_3$ B) $F_2 > F_1 > F_3$
 C) $F_2 > F_3 > F_1$ D) $F_1 = F_3 > F_2$
 E) $F_2 > F_1 = F_3$

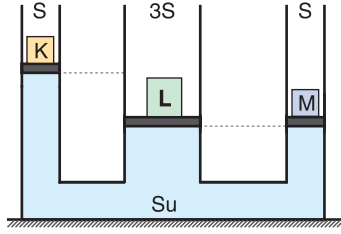
5. Bir U borusunda karışmayan K, L, M sıvıları şekildeki gibi dengededir.



Buna göre, sıvıların özkütleleri d_K , d_L , d_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $d_K > d_L > d_M$ B) $d_L > d_K > d_M$
 C) $d_L > d_M > d_K$ D) $d_M > d_L > d_K$
 E) $d_K > d_M > d_L$

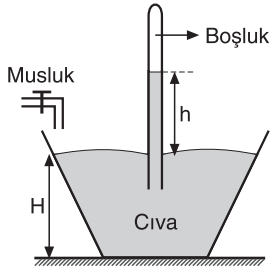
6.



K, L, M cisimleri piston ağırlıkları ve sürtünmelerin önemsenmediği su cenderesinde dengede olduğuna göre, cisimlerin ağırlıkları G_K , G_L , G_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $G_K > G_L = G_M$ B) $G_K = G_M > G_L$
 C) $G_L = G_M > G_K$ D) $G_L > G_M > G_K$
 E) $G_L > G_K > G_M$

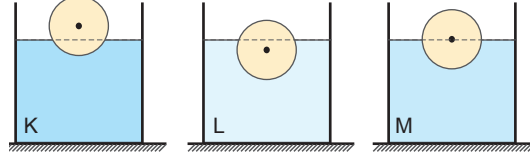
7. İçinde bir miktar cıva bulunan kapta ucunda boşluk bulunan cam tüp şeklindeki gibi dengededir.



Buna göre, musluk açılıp kaba bir miktar cıva eklenirse kaptaki cıva seviyesi H ve cam tüpteki cıva seviyesi farkı h nasıl değişir?

- | H | h |
|-------------|----------|
| A) Artar | Artar |
| B) Artar | Azalar |
| C) Artar | Değişmez |
| D) Değişmez | Artar |
| E) Değişmez | Değişmez |

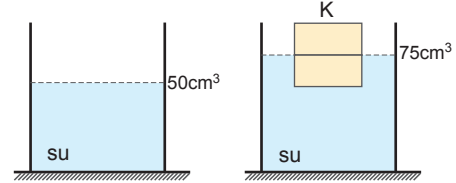
8. Bir cismin K, L, M sıvılarındaki denge durumu şekildedir.



Buna göre, cisme bu sıvılar tarafından uygulanan kaldırma kuvvetleri F_K , F_L , F_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $F_K = F_L = F_M$ B) $F_K > F_M > F_L$
 C) $F_L = F_M > F_K$ D) $F_L > F_M = F_K$
 E) $F_L > F_K > F_M$

9. İçerisinde 50 cm^3 su bulunan kaba; eşit hacim bölmeli K cismi atıldığında, denge durumu ve yeni su seviyesi şekildedir.



Buna göre, K cisminin kütlesi ve hacmi kaçtır? (suyun özkütlesi = 1 g/cm^3)

	Kütle(g)	Hacim (cm^3)
A)	25	25
B)	25	40
C)	25	50
D)	30	50
E)	50	50

10. Sıvıların kaldırma kuvveti hakkında aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Batan cisimlere de kaldırma kuvveti uygulanır.
 B) Cismin batan hacmine bağlıdır.
 C) Cismin özkütlesine bağlıdır.
 D) Sıvının özkütlesine bağlıdır.
 E) Yerçekimi ivmesine bağlıdır.

1.C

2.C

3.D

4.D

5.B

6.D

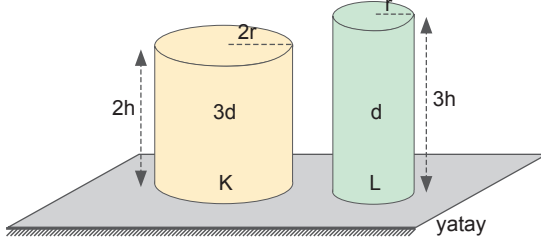
7.C

8.A

9.C

10.C

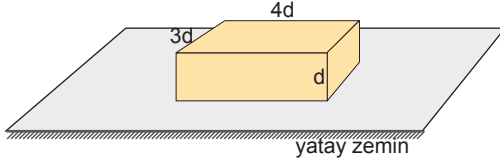
1. Boyutları şekilde verilen $3d$ ve d özkütleli maddelerden yapılmış K ve L silindirlerinden L nin zemine yaptığı basınç P kadardır.



Buna göre, K silindirinin yatay zemine yaptığı basınç kaç P dir?

- A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 2,5 E) 3

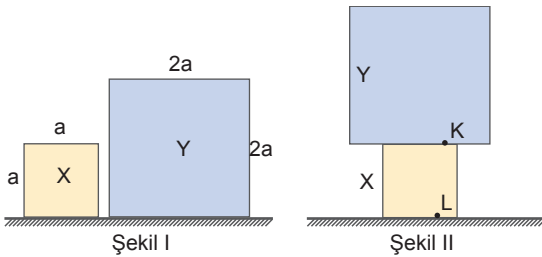
2. Boyutları $d \times 3d \times 4d$ olan şekildeki dikdörtgen prizması şeklindeki cismin yatay zemine uygulayabileceği en büyük basınç P dir.



Buna göre, yere uygulanacak basınç yine P olacak şekilde bu cisimlerden en fazla kaç tanesi üst üste konulabilir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

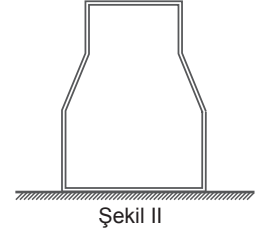
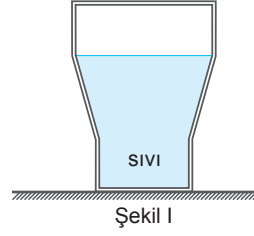
3. Boyutları a ve $2a$ olan şekil I deki X ve Y küplerinin yere yaptıkları basınçlar eşit ve P kadardır.



Cisimler şekil II deki gibi üst üste konulursa K ve L noktalarındaki basınçlar oranı, $\frac{P_K}{P_L}$ kaç olur?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{4}{5}$

4. Şekil I deki ağız kapalı kabın tabanındaki sıvı basıncı $P_{Sıvı}$, sıvı basınç kuvveti $F_{Sıvı}$; kabın yere yaptığı basınç $P_{katı}$, yere uygulanan basınç kuvveti $F_{katı}$ dir.

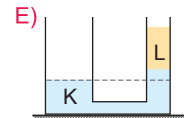
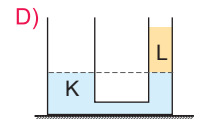
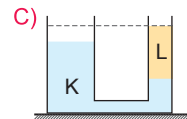
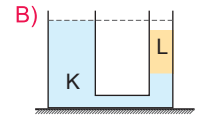
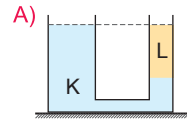


Kap şekil II deki gibi ters çevrilirse, $P_{Sıvı}$, $F_{Sıvı}$, $P_{katı}$ ve $F_{katı}$ nasıl değişir?

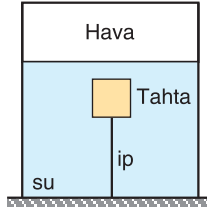
	$P_{Sıvı}$	$F_{Sıvı}$	$P_{Katı}$	$F_{Katı}$
A)	Artar	Artar	Azalır	Değişmez
B)	Değişmez	Değişmez	Değişmez	Artar
C)	Azalır	Değişmez	Azalır	Artar
D)	Azalır	Artar	Azalır	Değişmez
E)	Azalır	Azalır	Artar	Değişmez

5. Birbirine karışmayan farklı özkütleli K ve L sıvıları bileşik bir kaba konuluyor.

Sıvıların özkütleleri arasında $d_K > d_L$ ilişkisi olduğuna göre, kaptaki denge durumları aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



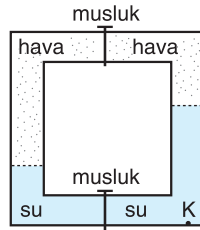
6. İçinde su ve hava bulunan kapalı bir kabın tabanına gergin bir iple bağlı tahta parçası dengededir. Bu durumda kaptaki havanın basıncı P_h , kabın tabanına uygulanan su basıncı da P_{su} 'dur.



İpin kopmasıyla ulaşılan son durumda, P_h ve P_{su} değerleri için ne söylenebilir?

- A) P_h artar, P_{su} azalır
B) P_h azalır, P_{su} azalır
C) P_h değişmez, P_{su} artar
D) P_h değişmez, P_{su} azalır
E) P_h azalır, P_{su} değişmez

7. Düşey kesiti şekildeki gibi olan ve içinde hava ile su bulunan kaptaki musluklar kapalıdır.



Buna göre, musluklar beraber açıldığında K noktasındaki toplam basınç ile ilgili;

- I. artar,
II. azalır,
III. değişmez

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

8. Ağızına kadar suyla dolu bir kaba, hacmi V olan bir cisim konulduğunda kaptan, cismin ağırlığı kadar su taşıyor.

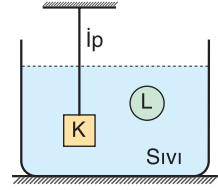
Kaptan taşan suyun hacmi V' olduğuna göre;

- I. $V' > V$
II. $V' = V$
III. $V' < V$

bağıntılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

9. Bir ipile bağlı K ve L cisminin sıvı içindeki denge konumu şekildeki gibidir.



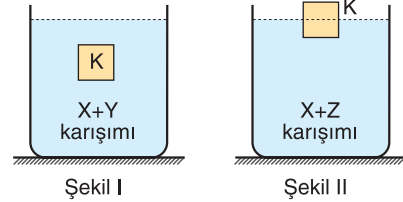
K ipine bağlı ip gerilmesi sıfırdan farklı olduğuna göre;

- I. K'nin özkütlesi L'ninkinden büyüktür.
II. K'nin kütlesi L'ninkinden büyüktür.
III. Cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

10. K cismi Şekil I'de X ve Y sıvılarından, Şekil II'de ise X ve Z sıvılarından eşit hacimlerde oluşturulmuş türdeş karışımında dengede kalıyor.



Sıvıların özkütleleri birbirinden farklı olduğuna göre,

- I. K cisminin özkütlesi X sıvısınıninkine eşittir.
II. K cisminin özkütlesi Y sıvısınıninkine eşittir.
III. Z sıvısının özkütlesi Y sıvısınıninkinden büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

11. Ağızına kadar suyla dolu bir kap tartıldığında toplam kütle 400 g geliyor. Kaba 150 g kütleli içi dolu metal bir bilye konduğunda suyun bir kısmı taşıyor.

Kap, içinde kalan su ve bilyeyle birlikte tartıldığında toplam kütle 500 g geldiğine göre, bilyenin özkütlesi kaç g/cm^3 tür? (Suyun özkütlesi: $1 g/cm^3$)

- A) 1,5 B) 2 C) 2,5 D) 3 E) 3,5

ÜNİTE

7

ELEKTRİK ve MANYETİZMA

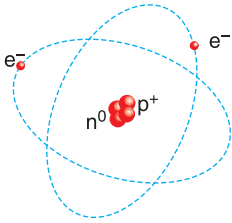
- ELEKTRİK YÜKLERİ
- AKIM, POTANSİYEL FARK, DİRENÇ
- ELEKTRİK DEVRELERİ
- MİKNATISLAR

1.

ELEKTRİK YÜKLERİ

ELEKTRİK YÜKLERİ

Maddeleri oluşturan atom içinde proton, nötron, elektron denilen parçacıklar vardır. Proton ve nötron atomun çekirdeğinde bulunurken elektronlar çekirdek çevresinde dolanırlar.



Bu parçacıklardan; nötron yüksüzken, protonlar pozitif (+), elektronlar negatif (-) yüklü kabul edilmiştir.

Elektron yükü en küçük yüktür ve elektron ile protonun yük miktarları eşittir.

Bir maddenin yüklü olup olmadığına, yükünün cinsine atomun yapısındaki bu parçacıkların sayısına göre karar veriyoruz.

Çevremizdeki cisimlerin atomlarında genel olarak elektron sayıları, proton sayılarına eşittir. Bu şekilde sayıların eşit olduğu cisimlere, **nötr (yüksüz) cisim** diyoruz.

Eğer cisimdeki elektron sayısı, proton sayısından fazla ise, cisme (-) **negatif yüklü cisim**; elektron sayısı, proton sayısından az ise (+) **pozitif yüklü cisim** diyeceğiz.

- Yüksüz cisim deyince hiç yükü olmayan cisim diye düşünmeyin. Yapısında yük olmayan bir cisim olamaz.
- Negatif ve pozitif yüklü olunca da sadece (+) veya (-) yüklere sahip oldukları anlamına gelmiyor. İsimlendirirken fazla olan yük cinsine bakıyoruz.
- Buradaki (+) ve (-) yi matematikteki ile karıştırmayın. Yüklerin (+) ve (-) olması sadece farklı özelliklere sahip olduğunu gösterir. Miktarı anlatmaz. Matematikteki eksik - fazla anlamında değildir.

Elektrik yükünün birimi "coulomb" dur. "C" ile gösterilir.

Yükü ise, q (Q) harfiyle gösteririz.

+q , - q aynı miktarda zıt cins yük demektir.

+q > - q diyemeyiz.

Maddelerdeki (+) yükler yani protonlar çekirdekte bulunur ve bunların yeri sabittir. (Çekirdeği bölerseniz atom bombası olur. ☺) (-) yükler yani elektronlar ise hareket edebilir. Atomlar arasında elektron alışverişi gerçekleşebilir.

Maddeler arasındaki yük alışverişi elektron alışverişi şeklindedir.

Elektrostatik

Elektrostatik; durgun elektrik anlamına gelir. Durgunluktan kastedilen hareketsiz anlamında değil, bir elektrik devresinde olmayan yükler anlamındadır.



Elektriklenme (Yükleme) Çeşitleri

Maddeler elektron alışverişi yaparak yük miktarlarını değiştirebilirler.

Yüklüyken nötr, nötr iken (+) veya (-) yüklü olabilirler.

Bu olaya elektriklenme veya yüklenme denir, üç yolla gerçekleşir.

1. Sürtünmeyle Elektriklenme

Genelde yalıtkan cisimlerde görülür.

Bazı maddeler elektron verme, bazıları ise elektron alma eğilimindedir. Uygun iki madde birbirine sürtünürse biri elektron verirken diğeri elektron alır.

Elektron veren (+), alan ise (-) yüklenir.

Bunlardan en çok bilinenler ve sorulanlar :)

Yün kumaşa sürtünen ebonit (plastik)
(+) (-)

İpek kumaşa sürtünen cam
(-) (+)

Aklınızda tutmak için şöyle düşünebilirsiniz:

İçinde "e" harfi olanlar (ipek, ebonit) eksi (-); ona sürtünen cisim ise, artı (+) yüklenir.



DİKKAT

- Başlangıçta nötr iki cisim sürtünmeyle elektriklenirse mutlaka işaretleri zıt, miktarları eşittir. Birisi $+q$ olursa, diğeri $-q$ olur.
- Sürtünmeyle elektriklenmede cisimlerin boyutu önemli değildir!

Günlük hayatımızda plastik tarakla saçlarınızı tararken, yün kazaklarınızı giyip çıkarırken sürtünmeyle elektriklenen cisimleri görebiliriz. Çocuk balonları da çok kolay elektriklendikleri için bir çoğunuz saçınızı çeken kıyafetlerinize yapışan balonları görmüşsünüzdür.

Örnek 1

Nötr iki yalıtkan cisim birbirine sürtünerek elektrikleniyor.

Buna göre,

- Cisimlerin yük değişimleri eşittir.
- Cisimlerin son yük miktarları aynıdır.
- Cisimlerin yük cinsleri aynıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 1

Sürtünerek elektriklenen cisimlerde birinden diğerine elektron geçişi olur. Elektron veren cisim pozitif (+), alan ise negatif (-) yüklenir.

- Öncül doğrudur. Alınan verilen elektron sayısı eşittir.
- Öncül doğrudur. Başlangıçta ikisi de nötr olduğu için son yük miktarları da eşit olacaktır.
- Öncül yanlıştır. Cisimlerin birisi pozitif diğeri negatif yüklenmiştir.

Yanıt: I ve II

2. Dokunmayla Elektriklenme

İletkenlerde daha iyi gözlemlenir.

Yüklü iletken iki cisim birbirine dokunur ya da iletken telle birleştirilirse, toplam yükü aralarında paylaşırlar.

Biz sorularda hep küreleri dokunduracağız. Çünkü küreler için hesap yapmamız daha kolaydır.

Dokundurulan cisimler toplam yükü paylaşıırken boyutu büyük olan daha çok yük alacaktır. Küreler dokununca toplam yük miktarı yarıçaplarla (r) orantılı olarak paylaşılır.

Dokunarak elektriklenen kürelerde; önce yükler toplanıp, bu toplam yük iki cisim arasında yarıçaplarla (r) doğru orantılı paylaşılır.



DİKKAT

Son durumda mutlaka iki cisim de aynı cins yüklü olmalıdır. Birisi pozitifken diğeri negatif olamaz.

Cisimlerden birisi nötr ise diğeri de mutlaka nötrdür.

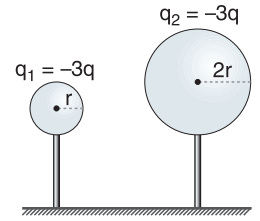
Son yük miktarları da yarıçaplarla orantılı olur.

- Son yüklerin cinsi başlangıçta yükü büyük olanın cinsindendir.

Örnek 2

Yalıtkan ayaklar üzerindeki r ve $2r$ yarıçaplı iletken kürelerin yükleri eşit ve $-3q$ dur.

Küreler birbirine dokundurulursa son yükleri ne olur?



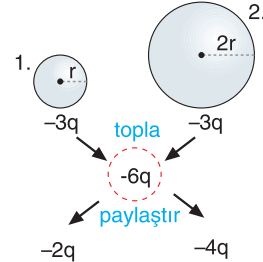
Çözüm 2

İlk işlemiz başlangıç yüklerini toplamak

$$q_{\text{Top}} = q_1 + q_2 \quad q_{\text{Top}} = (-3q) + (-3q) \\ q_{\text{Top}} = -6q \text{ olur.}$$

Bu durumda toplam (-) olduğu için son yükler iki cisim için de (-) olmalı.

Sıra yükleri paylaşmaya geldi.



Yarıçaplar r ve $2r$ olduğu için r olana ne verirse $2r$ ye 2 katı verilmeli.

$-6q$ üçe bölünürse

- ye $-2q$,
- ye bunun iki katı $-4q$ düşer.

Yarıçaplar oranı neyse, son yükler oranı da aynı olmalıdır. Şekilden kontrol ederseniz bunu görürsünüz.

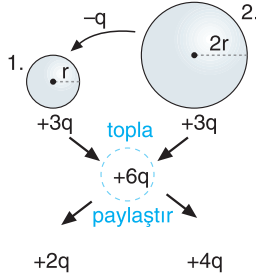
Hemen şunu da belirtelim.

Kimden kime ne kadar yük geçişi oldu?

(+) yüklerin hareket etmediğini, alınıp verilenlerin (-) yükler olduğunu biliyoruz.

Yarıçapı r olanın ilk yükü $-3q$ iken $-2q$ olduğuna göre 1. den 2. ye $-q$ gitti.

Bu soruda ilk yükler $-3q$ değil de $+3q$ olsaydı;



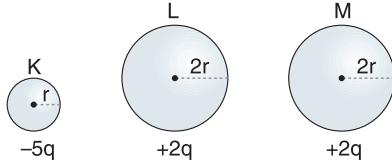
Aynı işlemler sonucunda aynı sonucu bulucuz.

Miktar olarak değişen birşey yok. Ama bu durumda $2r$ yarıçaplı olandan r yarıçaplıya $-q$ geçmiş olur.

Yükün geçiş yönü değişiyor.

Sorularda bu ayrıntılara dikkat etmek gerekir.

Örnek 3



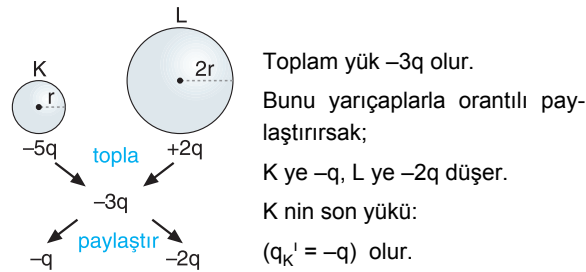
Yarıçapları r , $2r$, $2r$ olan K, L, M iletken kürelerinin ilk yükleri $-5q$, $+2q$, $+2q$

Önce K küresi L ye, sonra da L küresi M küresine dokunursa, son yükler q_K' , q_L' , q_M' ne olur?

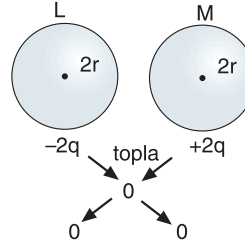
Çözüm 3

Hepsinin ilk durumu bilindiği için verilen sırayla işlemleri yapalım.

Önce K ve L dokunsun:



L yeni yüküyle M ye dokunacak.



L $-2q$, M $+2q$ yüklü olduğu için toplam yük 0 olur.

(Paylaşacak birşey kalmadı.)

($q_L' = 0$) ($q_M' = 0$) olacaktır.

- Kürelerin ilk yükleri toplamı, son yükleri toplamına eşit olmalıdır. Buna **yüklerin korunumu** denir.

$$q_{TOP} = -5q + 2q + 2q$$

$$= -q$$

İlk durumda
üç yükün toplamı

$$q_{TOP} = -q + 0 + 0$$

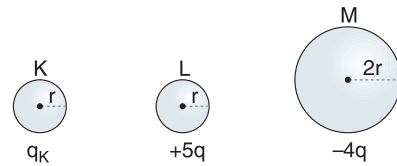
$$= -q$$

Son durumda
üç yükün toplamı

Yüklerin Korunumu

Elektriklenme hangi yöntemle gerçekleşirse gerçekleşsin (sürtünme, dokunma veya etkiyle) önceki ve sonraki durumdaki yükler toplamı sabittir, değişmez. Buna yüklerin korunumu kanunu denir.

Örnek 4



Yarıçapları sırasıyla r , r , $2r$ olan K, L, M kürelerinin ilk yükleri q_K , $+5q$ ve $-4q$ dur.

L küresi önce K, sonra M ye dokununca M nin son yükü $-2q$ oluyor.

Buna göre K nin ilk yükü q_K nedir?

Çözüm 4

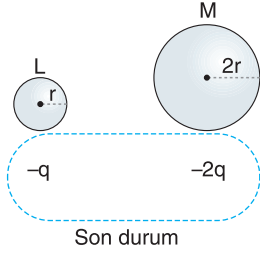
Bu tip sorularda son durumu verip ilk durumla ilgili birşey sorulduğunda, olayları en son durumdan başlayarak incelemeliyiz.

Yani geriye sarıyoruz.

En son L ve M dokundular

M nin ilk durumu soruda verilmiş. M nin bu son duruma nasıl geldiğini anlamaya çalışacağız.

II. Dokunma



M nin dokunma sonrası yükü $-2q$ ise L nin yükü $-q$ olmalı. (r ' lerle orantılı)

L ve M toplam yükü paylaştığı için L ve M için toplam yük $-3q$ olmalı.

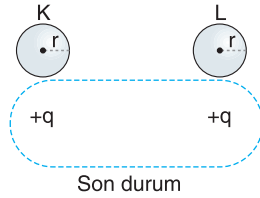
Dokunmadan önce $q_L + (-4q) = -3q$ ise

L M'ye dokunmak için geldiğinde yükü, $q_L = +q$ olmalı.

(L nin, K ye dokunduktan sonra sahip olduğu yük)

L küresi ilk K ye dokundurulmuştu ve bu dokunma sonrası yükü $+q$ olmuş.

I. Dokunma



L, K ye dokununca son yükü $+q$ ise, aynı yarıçaplı K de $+q$ yüklü olmalı.

Demek ki K ve $+5q$ yüklü L nin yükleri toplamı $+2q$ karmış.

$+q$, $+q$ paylaşmışlar.

İlk yükler

$q_K + 5q = +2q$ olmalı. Buradan;

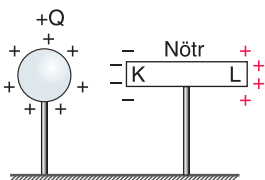
$q_K = -3q$ bulunur. Bu da K nin ilk yüküdür.

3. Etkiyle Elektriklenme

Aynı cins yükler birbirini iter, zıt cins yükler birbirini çeker.

Bu nedenle yüklü cisimler birbirine yaklaşırsa, dokunmadan da bu kuvvet etkisiyle cisim içinde yükler hareket ederek belli uçlarda birikirler.

Yüklü bir cismi nötr cisme değmeden yaklaştırsak;

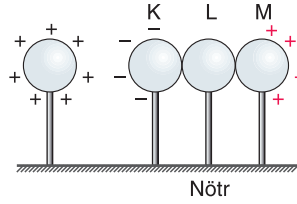


(+) yüklü bir cisim nötr başka bir iletkene yaklaşıncaya kendi tarafında (-) zıt yükleri çeker. Diğer uç (+) yüklenir.

$K = -q$ ise, $L = +q$ olur.

K ve L uçlarındaki yük miktarları birbirine eşittir ve yaklaşan cismin yükünden azdır.

$$Q > q_K = q_L \quad (\text{Yük miktarları ilişkisi})$$

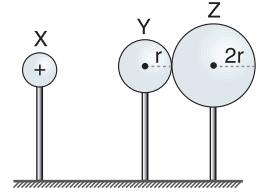


Birbirine dokunan nötr ve iletken K, L, M cisimlerine yüklü bir cisim yaklaşıncaya, yakın olan K (-), diğer uçta bulunan (en uzak) M (+) yüklenir.

İletken cisimler birbirine dokunduğunda tek bir cisim gibi düşünülür. İki uçta yükler toplanır, aradakiler nötr olur.

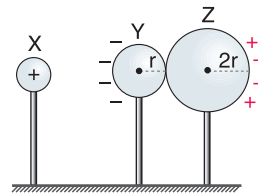
Örnek 5

(+) yüklü X cismi birbirine değmekte olan r ve $2r$ yarıçaplı nötr Y, Z kürelerine yaklaştırılıyor.



Cisimler bu durumdayken Y ve Z yalıtkan ayaklarından tutulup birbirinden ayrılırsa son yükleri ne olur?

Çözüm 5



Y ve Z nötr iletken cisimleri üzerlerindeki toplam (+), (-) sayıları eşittir. (+) yüklü X, Y ye yaklaşıncaya Y üzerine (-) ler çekilir.

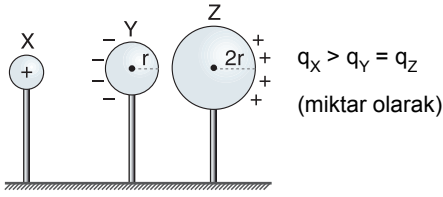
Y nin X tarafındaki (-) sayısı kadar (+) yük X'e en uzak taraf olan Z nin sağındadır. Toplamda Y ve Z nin nötr olması için Y ve Z deki yük miktarları eşit, işaretleri terstir.

$$Y = -q \text{ ise, } Z = +q \text{ olur.}$$

Yarıçapların r ve $2r$ olması bu durumu etkilemez.

Etkiyle elektriklemede boyuta bakılmaz.

- Y ve Z birbirinden ayrılmadan X'i uzaklaştırsak Y ve Z deki ayrılmış yükler yine karışır nötr olurlar.
- X'in etkisi varken Y, Z ayrılırsa üzerlerindeki yüklerle ayrılmış olur.



X in yükü ikisinden de fazladır.

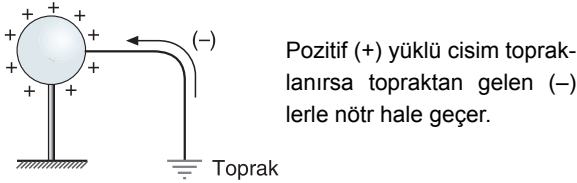
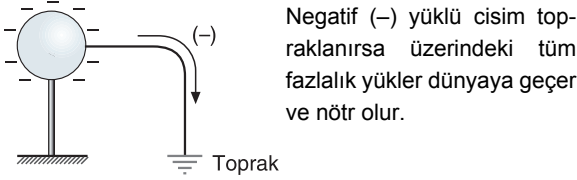
Y ve Z nin yükü eşit miktarda zıt cinstir.

Y = -q ise, Z = +q olur.

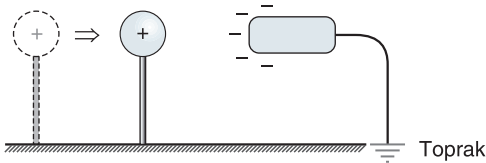
Topraklama

Yüklü cisimler dünyaya dokunduğunda ya da bir iletkene bağlandığında yükünü kaybederek nötr olur.

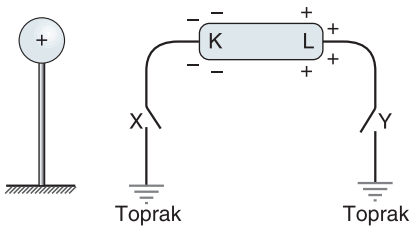
Dünyayı çok büyük ve nötr bir küre olarak düşünürsek dokunan her cisim de dünyanın bir parçası olarak nötr olmak zorundadır.



- Topraklanmış bir cisme yüklü bir cisim yaklaşırsa, yaklaştığı tarafa zıt cins yük çeker, diğer taraflar nötr olur.



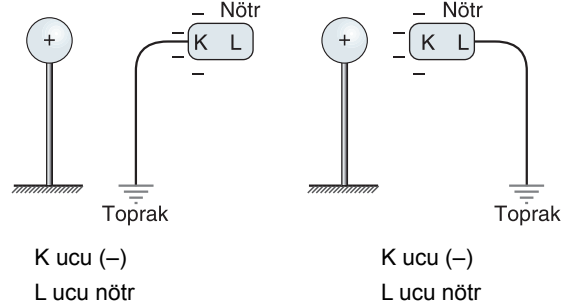
- Etkiyle elektriklenmiş bir cisim herhangi bir yerinden topraklanırsa;



(+) yüklü cisim tarafından etkiyle elektriklenmiş KL cisminin K ucu (-), L ucu (+) yüklüdür.

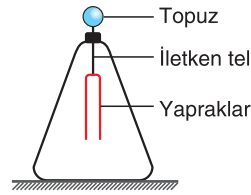
(+) yüklü cisim uzaklaştırılmadan, X veya Y anahtarı kapatılarak KL cismi topraklanırsa iki durumda da L ucu nötr olur.

(+) yüklü cisim K ucuna (-) leri çekmiş ve bu (-) ler cismnin koruması altında. L ucundaki (+) yükler istenmeyen yükler, **toprak istenmeyenleri nötr yapar**. Yaklaşan yüklü cismnin korumasındaki (kendi tarafına çektiği) yükler nötrlenmez.



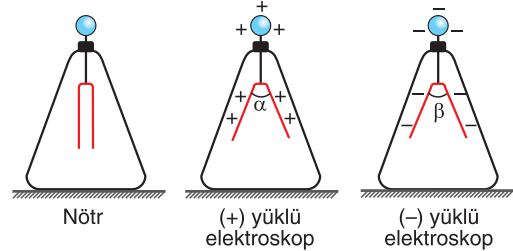
Elektroskop

Bir cismin yüklü olup olmadığını ya da yüklüyse yük cinsini anlamamızı sağlayan alettir. Basit bir düzenden oluşur.



Topuzda yük olursa bu yük iletken telle bağlı olan yapraklara da geçer ve aynı cins yüklü yapraklar birbirini iterek açılır.

- Yaprakları açık elektroskop yüklü, yaprakları kapalı elektroskop nötrdür.



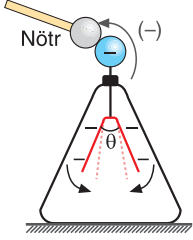
- Yüklü elektroskopun yaprakları açıktır. Aradaki açı büyükse yükte büyüktür, ama doğru orantılı değildir. Yani; q yüklü olanın yaprakları arasındaki açı θ ise, 2θ açı olanın yükü $2q$ diyemeyiz. Sadece daha çok yük olduğunu biliriz.
- Yapraklar arası açıksa elektroskopun yüklü olduğunu biliriz. Ama yükünün cinsini (+) mı (-) mi, ne olduğunu bilemeyiz.

Elektroskoba bir cismi dokundurduğumuzda veya yaklaştırdığımızda dokunarak ve etkiyle elektriklenme meydana gelir.

Önce dokunma durumlarını inceleyelim.

Sıkılmadan inceliyoruz. ☺

- Elektroskop yüklü, cisim nötr ise;

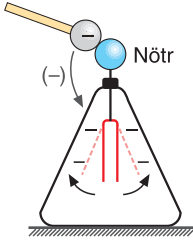


Elektroskop yükünün bir kısmını nötr cisme verir.

Elektroskoptaki yük miktarı azalacağı için **yapraklar biraz kapanacak, açılacaktır.**

Tamamen kapanma olmaz.

- Elektroskop nötr, cisim yüklü ise;

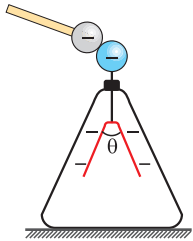


Bu sefer de cismin yükü elektroskopla paylaşılır.

Cismin yükü azalır. Elektroskop cisimle aynı cins yüklenir.

Yapraklar açılır.

- Elektroskop ve cisim, aynı cins yüklü ise;



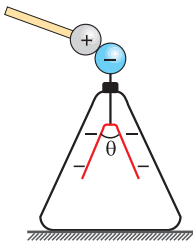
Dokunmayla elektriklenmede olduğu gibi toplam yük ikisi arasında paylaşılır.

Son durumda yapraklar;

- Aynı kalabilir.
- Biraz açılabilir.
- Biraz kapanabilir.

Tamamen kapanamaz.

- Elektroskop ve cisim, zıt cins yüklü ise;



Toplam yük bulunur. Hangisinin yükü büyükse onun cinsinde ikisi de toplam yükü paylaşır. Toplam sıfır ise ikisi de nötr olur.

Son durumda yapraklar;

- Biraz kapanabilir.
- Tamamen kapanabilir.
- Kapanıp tekrar açılabilir.

Önce açılıp, sonra kapanamaz.

- Kapanıp tekrar açılmak işaret değiştirmekle olur. Dokunan cismin yükü daha fazlaysa elektroskopun yük cinsi değişir. Son durumdaki açı, eskisiyle aynı, daha büyük veya küçük olabilir.

Elektroskoba cisim yaklaşması durumunu inceleyelim.

Cisim elektroskoba dokunmadan yaklaşırsa, bu durumda etkiyle elektriklenme gerçekleşir.

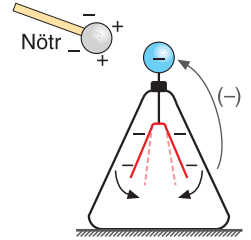
Elektroskop bir ucu topuz bir ucu yapraklar olan bir çubuk gibi düşünülür.

Elektroskopun toplam yükünde bir değişiklik olmaz.

Yaklaşırlan cisim uzaklaşırsa eski haline döner.

- Elektroskop yüklü, cisim nötr ise;

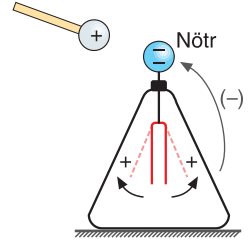
Topuz, yaklaşan cismin kendi tarafını zıt, diğer tarafını kendiyle aynı cins yükler. Elektroskopun topuzu cisimdeki yükleri çekerken, onlar da topuzdakileri çeker.



Yapraklar biraz kapanır.

- Elektroskop nötr, cisim yüklü ise;

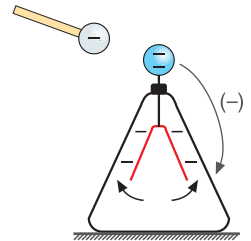
Yaklaşan cisim, elektroskopun topuzuna kendine zıt yükleri çekerek topuzun ve yaprakların birbirine zıt cins elektriklenmesini sağlar.



Yapraklar açılır.

- Elektroskop ve cisim, aynı cins yüklü ise;

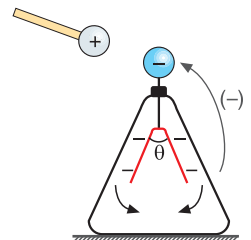
Aynı cins yükler birbirini iteceğinden topuzdan itilen yükler yapraklara gider ve yapraklardaki yük miktarı artar.



Yapraklar biraz daha açılır.

- Elektroskop ve cisim, zıt cins yüklü ise;

Yaklaşan cisim topuza yük çekecektir. Çektiği yükler yapraklardan geleceği için bunların miktarına göre, yapraklar



- Biraz kapanabilir.
- Tamamen kapanabilir.
- Kapanıp tekrar açılabilir.

- Kapanıp tekrar açılma durumunda yapraklar işaret değiştirir. Son açılma durumundaki açı ilkinden büyük, küçük ya da eşit olabilir.

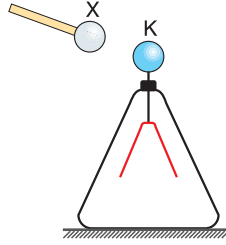
Şimdi bu yazılanlara bakıp "bunların hepsini nasıl ezberleyeceğiz. ☹" diye üzülmeyin.

Bunları ezberlemiyoruz.

Dokunma ve etkiyle elektriklenmeyi hatırlayarak çözüceiz.

Örnek 6

Yüklü X cismi, yüklü K elektroskopuna şekildeki gibi dokunmadan yaklaştırılınca yapraklar biraz kapanıyor.



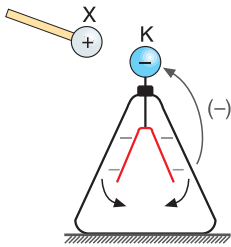
Buna göre;

- X ve K aynı cins yüklüdür.
- X ve K zıt cins yüklüdür.
- X in yükü K den fazladır.

yargılarından hangileri **kesinlikle** doğrudur?

Çözüm 6

İlk şunu düşünelim. Yapraklar kapanmışsa yapraklardaki yük miktarı ne olmalı? Tabiki azalmalı. Elektroskoba dokunan cisim yok. Yani yükler yapraktan topuza gelmiştir.



Elektroskobu (-) kabul edersek X (+) olmalı

Elektroskopun yaprağındaki yükleri topuza çekmesi için X cisminin yükünün elektroskoba zıt olması gerekir.

II. doğru, I. yanlıştır.

İtme veya çekme için yük miktarı değil yük cinsi önemlidir. O yüzden X in yük miktarının K den büyük veya küçük olduğu bilinemez. Kesinlik yoktur.

III. yanlış

- Gördüğünüz gibi çözerken etki ile elektriklenme kurallarını hatırlamamız yetiyor. Aynı cins yüklerin birbirini ittiğini, zıt cins yüklerin birbirini çektiğini hatırlamak yeterli olacaktır. Sonraki sorularda da bunu göreceksiniz. Moral bozmadan devam edelim.

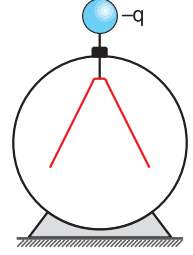
Örnek 7

Elektrik yükü $-q$ olan şekildeki elektroskopun yaprakları açıktır.

Yaprakların tamamen kapanması için,

- $+q$ yüklü iletken küreyi yaklaştırmak,
- $+q$ yüklü iletken küreyi dokundurmak,
- $+2q$ yüklü iletken küreyi dokundurmak

işlemlerinden hangileri yapılabilir?



Çözüm 7

Yaprakların tamamen kapanması için sadece yaprakların nötr olmaları yeter. Yapraklar nötr iken topuzun yüklü olması buna engel değildir. I. madde de söylendiği gibi $+q$ yüklü cisim $(-)$ yükleri topuza doğru çeker ama yaprakları nötr yapacak kadar, tüm $(-)$ leri çekemez.

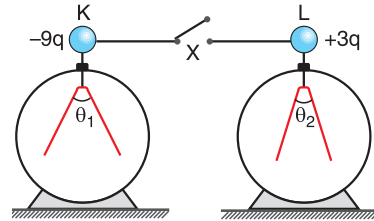
Etkiyle elektriklenmede bahsetmiştik: Cisimler kendi yükü kadar yükü çekemezler. Yaklaşan cismin yükü $+q$ dan fazla olsa çekebilirdi. **I. yanlış**

II. maddedeki gibi $+q$ yüklü cisim dokunursa toplam yük bulunup paylaştırılacaktır. $+q$ ve $-q$ toplamı sıfır olduğu için cisim de elektroskopa nötr olur. Yapraklar tamamen kapanır. **II. doğru**

III. madde de söylenen $+2q$ yüklü cisim dokunursa toplam yük $+q$ olur ve bunu paylaşırlar. Elektroskop son durumda $(+)$ yüklüdür. Yapraklar kapanıp tekrar açılır. **III. yanlış**

Örnek 8

Şekildeki özdeş K ve L elektroskoplarından K de $-9q$, L de $+3q$ elektrik yükü varken yapraklar arasındaki açılar θ_1 ve θ_2 dir.



X anahtarı kapatılarak elektroskoplar iletken telle birleştirildiğinde ikisinin de yaprakları arasındaki açı θ oluyor.

Buna göre θ_1 , θ_2 , θ arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 8

İletken telle dokundurulan K ve L, yüklerin toplamını eşit miktarda paylaşırlar. (Özdeş oldukları için.)

$$q_{\text{top}} = -9q + 3q$$

$$q_{\text{top}} = -6q \Rightarrow \text{K'ye } -3q, \text{ L'ye } -3q \text{ yük düşer.}$$

Yapraklar arasındaki açı yük miktarı ile orantılı olacaktır.

$$\begin{array}{ll} \text{K için; } -9q \rightarrow \theta_1 & \text{L için; } +3q \rightarrow \theta_2 \\ -3q \rightarrow \theta & -3q \rightarrow \theta \end{array}$$

Bu durumda $\theta_1 > \theta_2 = \theta$ olacaktır.

K nin yaprakları biraz kapanmış, L nin yaprakları kapanıp tekrar eskisi kadar açılmıştır.

Yapraklar arasındaki açı yükün miktarıyla ilgilidir. Cinsi önemli değildir.

Örnek 9

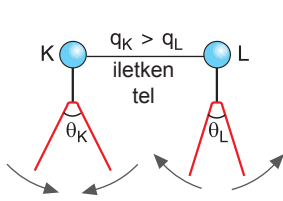
Özdeş K, L elektroskopları farklı miktarlarda yüklüdür. K'nin yaprakları arasındaki θ_K açısı, L'nin yaprakları arasındaki θ_L açısından büyüktür.

Elektroskopların topuzları birbirine dokundurulursa θ_K ve θ_L için son durumda ne söylenebilir?

Çözüm 9

Şekil yok diye canınızı sıkmayın. Soruda şekil yoksa biz çizeriz. 😊

Yüklerin farklı miktarda olduklarını ve K nin yükünün fazla olduğunu $\theta_K > \theta_L$ ifadesinden anlıyoruz. Fakat aynı cins mi zıt cins mi bilmiyoruz.



İkisinin de aynı cins yüklü olması durumunda; toplam yükü paylaşınca işaret değiştiren olmaz.

Elektroskoplar özdeş olduğu için son yükler ve açılar eşit olacaktır. K'nin

yükü ve açısı biraz azalırken, L'nin yükü ve açısı artar.

Yüklerin farklı cins olma durumunda ise; K'nin yükü büyük olduğu için son (toplam) yük K cinsinden ve daha azdır. Bu yük eşit paylaşılsa K nin son yükü kesin daha azdır ve θ_K azalır.

L nin son yükünün miktarı kesin bilinemez. L işaret değiştirerek kapanıp tekrar açılır. Son yük miktarı eskisine eşit, büyük ya da küçük olabilir. L için tek kesin şey; yük cinsinin değişeceği.

Bu söylediklerimizden sonra her iki durumda da kesin olan şeyler:

- K nin yükü ve açısı (θ_K) azalır.
- Son yük miktarları ve cinsleri eşittir.
- Son açılarda eşittir.

İlk yükler farklı miktarda olduğu için nötr olamazlar.

İletken ve Yalıtkanlarda Yük Dağılımı

Önce iletken ve yalıtkanın tanımını yapalım. Kısaca elektrik yüklerinin hareket edebildiği maddeler iletken, hareket edemediği cisimlere yalıtkan denir.

Metaller genel olarak iyi iletkenlerdir. Bunun dışında insan vücudu da iletendir. Saf su yalıtandır, ama içinde iyonlar bulunduğunda iletken hale geçer. Bunlardan ileride bahsedicez.

Elektriklenme sorularında iletken küreleri birbirine dokundururken hep yalıtkan saplar kullanırız. İnsan vücudu iletken olduğu için yalıtkan malzeme kullanmadan elimizle tuttuğumuzda, elimizden toprağa yük geçişleri olur ve beklediğimiz sonuçları gözleyemeyiz.

Yalıtkan bir cisim üzerindeki yükler hareket edemediği için cismin bir bölgesi yüklü iken başka bir bölgesi yüksüz olabilir. Mesela bir tarağı saçımıza sürerken hep belli bir bölümünü sürterek sadece sürtünen yerde yüklenme olur. Diğer kısımları hâla nötrdür.

İletkenlerde ise yükler cisim üzerinde dağılır. Aynı cins yüklerin birbirini ittiklerini biliyoruz. Bu nedenle yükler bir arada olmak yerine cisim üzerinde dağılır. İç yüzeylerde yükler bir arada duramayacağı için cismin dış yüzeyine (sınırlarına) doğru birbirlerini iterler.

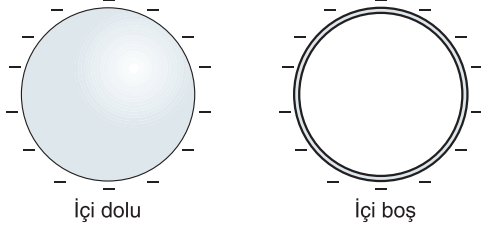
Cismin düzgün bir şekli yoksa, sivri uçlu kısımlarda yükler daha yoğun olur.



Yıldırım düşmesi dediğimiz olay Dünya ile bulutlar arasındaki yük akışıdır.

Bu nedenle yeryüzündeki sivri uçlu cisimler üzerine (ağaçlar, yüksek direkler, paratoner direkleri gibi) daha çok yıldırım düşer.

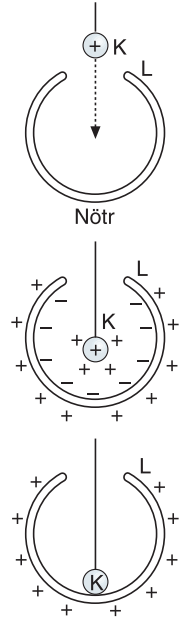
Küresel Cisimlerde Yük Dağılımı



Küresel bir iletken cisim üzerinde yük varsa bu yükler cismin yüzeyine düzgün şekilde dağılır. Cismin içi dolu da olsa boş da olsa tüm yük (fazlalık olanlar) dış yüzeye yayılır **iç kısım nötr olur.**

Aynı cins yükler birbirini ittiği için iletkenlerde iç kısımda yanyana olamazlar. En uzak yerlere (dış yüzeye) itilirler.

İçten Dokunma

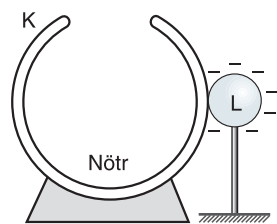


Nötr L küresine ucundaki açıklıktan (+) yüklü K cismi dokunmadan sarkıtılırsa, L nin iç yüzeyinde, gelen K cisminin yükü kadar (-) toplanır. Dış yüzeyinde ise aynı miktarda (+) olur. Bu durumda K (+), L toplamda hâlâ nötrdür. Fakat iç yüzeyi (-), dış yüzeyi (+) elektrikle yüklüdür.

$$q_K = q_{L_{iç}} = q_{L_{dış}} \text{ (miktar olarak)}$$

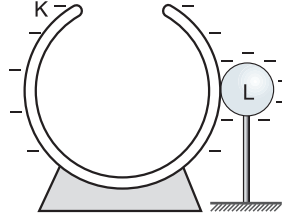
K cismi L küresine içten dokunursa kendisi iç yüzeyle beraber nötr olur. L nin dış yüzeyi (+) yüklüdür. L nin dışındaki (+) yük miktarı K nin ilk yükü kadardır. **İçe dokunan K, tüm yükünü L ye verir.**

Dıştan Dokunma



(-) yüklü L küresi nötr K küresine dıştan dokunursa; bildiğimiz dokunmayla elektriklelenme gerçekleşir. L nin yükünü K ve L aralarında yarıçaplarla orantılı paylaşırlar.

Son durumda K ve L ikisi de (-) yüklüdür.

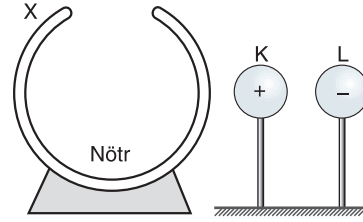


K küresinin yarıçapı L den büyükse son durumda K nin yükü de L den fazla olacaktır. **Dıştan dokunan L, yükünü K ile paylaşır.**

- Ucu açık küresel nötr cisme, yüklü bir cisim; **İçten dokundurulursa tüm yükünü aktarır.** **Dıştan dokundurulursa yükünü paylaşır.**

Örnek 10

Şekildeki içi boş iletken X küresi nötr, özdeş K ve L iletken küreleri +q ve -q yüklüdür.

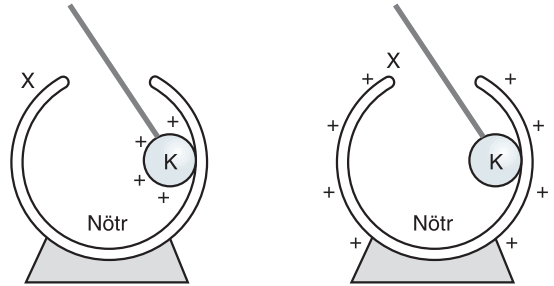


- K küresi X'e önce içten, sonra da L küresi dıştan dokunursa,
- X küresine önce L küresi dıştan, sonra da K küresi içten dokunursa,
- X küresine K içten, L dıştan aynı anda dokunursa

Kürelerin son yükleri ne olur?

Çözüm 10

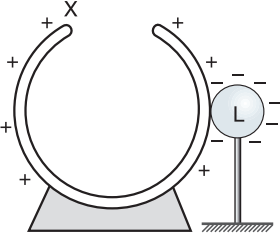
- Önce K içten, sonra L dıştan X e dokunursa;



K, X küresine içten dokunursa tüm yükünü X'e verir. K'nin kendisi nötr olur. X tüm yükü alır ve +q yüklü olur.

K nötr, X +q yüklü ve tüm (+) yükler X in dış yüzeyindedir.

Şimdi L yi X'e dıştan dokundurursak ne olacağına bakalım.



X ve L dıştan dokunursa normal dokunmayla elektriklenme gerçekleşir. Toplam yükü X ve L arasında paylaşacağız.

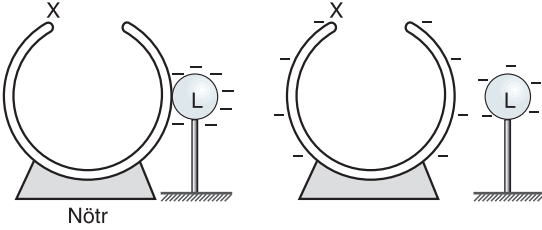
$q_X = +q$, $q_L = -q$ olduğundan, toplam yük $q_{\text{Top}} = 0$ olur.

Yani paylaşacak bir şey kalmadı.

K zaten nötr olmuştu, son dokunmayla X ve L de nötr olur.

Herkes nötr.

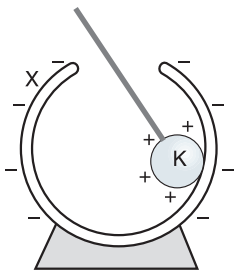
b) Önce L dıştan, sonra K içten dokunursa;



X nötr, L (-q) yüklü. Toplam yükü (-q), X ve L paylaşırlar.

L ve X ikisi de (-) yüklü ve herbirinin yük miktarları (-q) dan az.

Şimdi X'e K'yi içten dokunduralım.



+q yüklü K X'e içten dokunursa tüm yükünü X'e verip kendisi iç yüzey gibi nötr olur.

X'in yükü (-) ve q dan az olduğu için, K nötr olurken X'in son yükü (+) olur. (K deki (+) lar X'teki (-) lerden çok)

Son durumda K nötr, X (+), L (-) yüklü olacaktır.

- İki durumda da K içten, L dıştan dokundu. Ama son durumlar farklı. **Yani dokundurulma sırası önemli.**

c) K içten L dıştan aynı anda dokundurulursa;

K içten dokunduğu için tüm yükünü verip nötr olur. Yükü alan X (+q) yüklü ve dıştan dokunan L (-q) yüklü olduğu için toplam yük sıfır olur.

Paylaşacak yük kalmadı. X, K, L hepsi birden nötr olur.

Faraday Kafesi

Faraday kafesi, iletken metal ile kaplanmış veya iletkenler ile ağ (kafes) biçiminde örülmüş yapıdır.

İngiliz Fizikçi Michael Faraday'ın buluşu olduğu için "Faraday kafesi" diye adlandırılmıştır.



Çalışma mantığı biraz önce anlattığımız iletkenin içinde yük bulunmamasına dayanır. Dolayısıyla kafes içerisi dışardaki elektrik olaylarından korunmuş, arındırılmış olur.

Mesela yıldırımlar gibi statik elektrik boşalmaları iletkenlerden geçer ve içeri sıçramaz. Uçakların yıldırım düşmesi sırasında zarar görmemelerini Faraday kafesi sağlar.

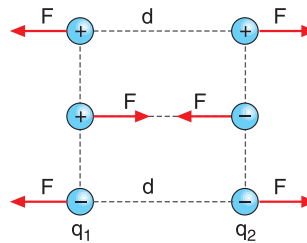
Kafesin yapısına göre elektromanyetik dalgalardan da yalıtım sağlanabilir. Yüksek güvenlik gerektiren laboratuvar ve özel alanlar Faraday kafesi ile korunur.

Elektrostatik Kuvvet (Coulomb Kuvveti)

Yüklü cisimler birbirine elektriksel kuvvet uygular. Bu kuvvet yük miktarlarına ve cisimler arası uzaklığa bağlıdır.

Aynı cins yükler birbirini iter.

Zıt cins yükler birbirini çeker.



Kuvvet her zaman iki cisim için de aynı büyüklüktedir.

Yüklerin farklı miktarda olması önemli değil.

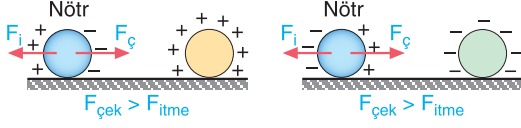
Elektriksel kuvvetin matematiksel ifadesi;

$$F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad k: \text{sabit, } q: \text{yük, } d: \text{uzaklık}$$

Matematiksel işlemlere girmeyeceğimiz için, bu formülü pek kullanmıycaz. Ama şunları bilmemiz lazım:

- Elektriksel kuvvet yüklerle doğru, uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.
- İki cisme etki eden kuvvet her zaman eşit şiddette ve zıt yönlüdür. Yani biri diğerini çekerse o da diğerini çeker, iterse de iter.

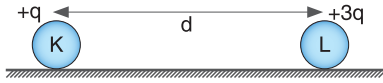
- Yüklü cisimler nötr cisimlere de kuvvet uygular. İletken bir nötr cismi, (+) veya (-) yüklü cisimler çekerler.



Yüklü cisim nötr cismin kendine yakın kısmını zıt, diğer tarafını aynı cins yüklenecek şekilde etkiler. Nötr cisim üzerindeki (+) ve (-) ler aynı miktardadır. Ama zıt yükler yüklü cisme daha yakın olduğu için çekme kuvveti daha fazla olur. Kuvvetler toplamında nötr cisim çekilir.

Örnek 11

Yalıtkan zemin üzerine sabitlenmiş $+q$ ve $+3q$ yüklü ve yarıçapları eşit K, L küreleri şekildeki gibidir.



Cisimlere etki eden elektriksel kuvvetle ilgili;

- L ye etki eden daha büyüktür.
- K nin yükü artarsa sadece K ye etki eden kuvvet artar.
- Aralarındaki uzaklık azalırsa ikisine de etki eden kuvvet artar.

Çözüm 11

Elektriksel kuvvet iki cismin etkileşimiyle gerçekleşir ve yük büyüklükleri ne olursa olsun (farklı da olsa) her zaman eşit şiddette zıt yönlüdür.

K ve L ye etki eden kuvvetler aynı büyüklüktedir. **I yanlış**

Cisimlerden birinin yükü artarsa ikisine de etki eden kuvvet artar. Zaten kuvvetler hep eşit olmalıdır. **II yanlış**

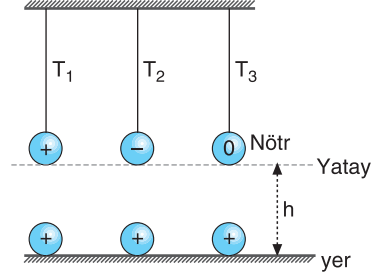
Elektriksel kuvvet uzaklıkla ters orantılı olduğu için, uzaklık azalırsa iki cisme etki eden kuvvette artar. **III doğru**

Söylediğimiz gibi işlemlere çok girmiycez, ama elektriksel kuvvetin yüklerin çarpımıyla doğru, uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu da bilmekte fayda var.

Uzaklık iki katına çıkarsa kuvvet dörtte birine iner. Uzaklık yarıya inerse de kuvvet dört katına çıkar.

Örnek 12

Ağırlıkları aynı iletken kürelerden 3 tanesi $(+q)$ yüklü olup yere sabitlenmiştir.

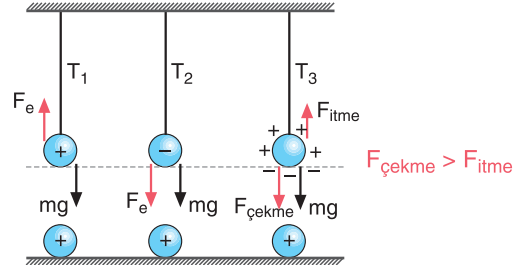


Yükleri $+q$, $-q$ ve nötr olan diğer üç küre ise yalıtkan iplerle şekildeki gibi tavana asıldığında iplerde oluşan T_1 , T_2 , T_3 gerilme kuvvetleri arasındaki ilişki ne olur?

Çözüm 12

Aynı cins yükler birbirini iter, zıt cins yüklerse çeker.

Nötr cismi (+) ve (-) yüklü cisimlerin ikisinin de çektiğini anlatmıştık. Şimdi kuvvetleri şekilde gösterelim.



Hepsinin ağırlığını gösterdik.

1. sinde (+) ve (+) birbirini iter T_1 kuvveti iki kuvvetin farkıdır. $T_1 = mg - F_e$

2. sinde (+) ve (-) birbirini çeker T_2 kuvveti iki kuvvetin toplamıdır. $T_2 = mg + F_e$

3. sünde yerdeki (+) yük etkiyle elektrikleştiği nötr küreyi hem iter hem çeker. Fakat çekme kuvveti daha büyük olduğu için toplamda çekecektir.

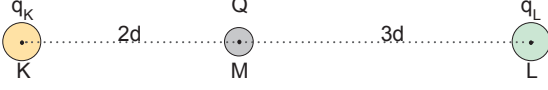
$T_3 = mg + F_e$ Fakat burdaki çekme kuvveti 2. deki kadar güçlü olamaz. $T_2 > T_3 > T_1$ olacaktır.

Şekilde göstermedik fakat yerde duran kürelere de kuvvet etki etmektedir. 1. küre ağırlığı yönünde itilirken 2. ve 3. küre ağırlığına ters yönde yukarı yönde çekilirler.

Bu nedenle yerdeki kürelerin zemine uyguladıkları kuvvetler de ağırlıklarından farklı olur. Sorulursa aklınızda bulunsun ☺

Örnek 13

Yalıtkan ve yatay bir zeminde sabitlenmiş K ve L iletken kürelerinin yükleri q_K ve q_L dir.



Bu cisimler arasına şekildeki gibi K ye daha yakın olacak şekilde konulan Q yüklü M küresi dengede kalıyor.

Buna göre,

- I. K ve L nin yükü aynı cinstir.
- II. M nin yükü en küçüktür.
- III. L nin yük miktarı K den büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

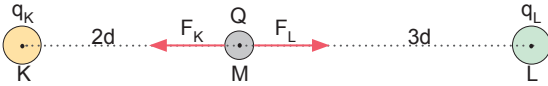
Çözüm 13

Çok karşılaşacağınız güzel bir soru tipi.

Bu soruyu çözerken benzer soruları nasıl çözeceğimizi de anlatıcaz. O yüzden çok dikkatli takip edin.

M cisminin K ve L kuvvet uygulayacak. Dengede kalması için bu kuvvetlerin eşit şiddette zıt yönlü olması gerekir.

Bu durumda iki ihtimal var. Arada olan M cismini ya ikisi de çekecek, ya da ikisi de itecek. Başka türlü kuvvetler zıt yönlü olamaz.



Cisimlerin hiçbirinin yük cinsini bilmiyoruz. K-M ve L-M etkileşiminde ortak olan M nin yükünün cinsi ve ne kadar olduğu önemli değil.

M (+) ise;

İkisinin de çekmesi için K ve L (-), itmesi için K ve L (+)

M (-) ise;

İkisinin de çekmesi için K ve L (+), itmesi için K ve L (-)

Her durumda K ve L nin aynı cins yüklü olması gerekiyor. Farklı cins yüklü olsalar; biri iterken diğeri çekecekse iki kuvvet aynı yönlü olur denge sağlanamaz. **I doğrudur**

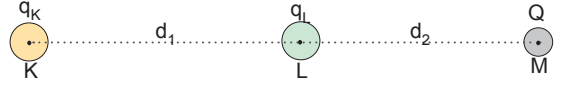
M nin durumunu yukarıda anlattık. Yükünün cinsi ve miktarı hakkında kesin birşey söyleyemeyiz. **II yanlış**

M cismi K ye L den daha yakın mesafede olduğundan aynı büyüklükte kuvvet uygulayabilmesi için, uzak olan L nin yük miktarı K den kesinlikle büyük olmalıdır. **III doğru**

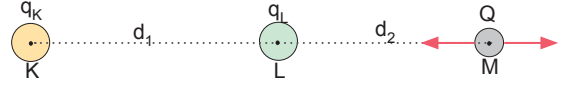
Bu sorularda genelde, denge durumu için yüklerin oranını veya bu şekilde yükler hakkında yorum sorulur. Müfredatın dışında kaldığı için işlem sorularına girmeden yorum soruları çözücez.

Benzer denge durumunu cisimler arasına değilde, dışına konulan cisim için de sorulur. Şekilden daha iyi anlayacaksınız.

K ve L yine sabitlenmiş. M cismi de şekildeki gibi cisimler arasına değilde dışına bir noktada dengede olsun.



M cismi iki cisminde (K ve L) sağında olduğu için, ikisi de çeker ya da ikisi de iterse dengede kalamaz. Birisinin iterken diğeri çekmesi lazım.



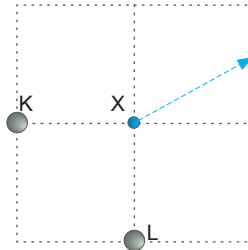
M nin arada olduğu durumdaki gibi kuvvetlerden birisi K-M diğeri L-M etkileşimiyle oluşacaktır. İkisinde de M ortak olduğu için denge durumunu belirlemede M nin etkisi olmaz.

M nin yük miktarı ve cinsi için hiçbir kesinlik yoktur.

K ve L cisimleri ise; birisi iterken diğeri çekmesi gerektiği için ikisi kesinlikle farklı cins yüklü olmalıdır. Ama hangisi (+) hangisi (-) bunu bilemeyiz.

Yani K ve L nin yük cinsi kesinlikle farklı M için kesinlik yok.

Yük miktarlarına gelince; M için kesinlik olmadığını söylemiştik. Dengeyi belirleyecek olan K ve L nin aynı büyüklükte kuvvet uygulaması için, uzak olan K nin daha büyük yüke sahip olması gerekir. Kuvvet uzaklıkla ters orantılıydı.

Örnek 14

Eşit bölmeli yalıtkan düzlemdeki yüklü cisimlerden K ve L sabit tutulurken serbest bırakılan X cismi şekilde okla gösterilen doğrultuda hareket ediyor.

Buna göre,

- I. K ve L aynı cins yüküdür.
- II. K nin yükü L ninkinden büyüktür.
- III. X in yükü K ve L ninkinden küçüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

Çözüm 14

Ok yönünden K ve L nin X cismini ittiğini anlıyoruz.

İkisi de ittiği için K ve L aynı cins yüklüdür. **I doğru**

Doğrultu tam köşegen olmayıp K-X doğrultusuna yakın olduğu için K daha büyük kuvvet uygulamış olmalı. Bölmeler eşit aralıklı olduğu için aynı mesafeden büyük kuvvet uygulayan K nin yükü de büyük olmalıdır. **II doğru**

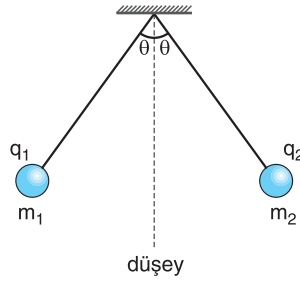
X cismin hem K hem de L ile etkileşimde olduğu için belirleyici değildir. Yük miktarı hakkında kesin birşey söylenemez.

X cisminin yükünün büyük ya da küçük olması etki edecek kuvvetlerin büyüklüğünü aynı oranda değiştirir. Hareket doğrultusunu değiştirmez. **III yanlış**

Çözeceğimiz bu soru tipi de çok önemli aman dikkat.

Örnek 15

m_1 ve m_2 kütleli iki cismin yükleri q_1 ve q_2 dir. İplerle bağlanan cisimler şekildeki gibi düşeyle eşit açılar yaparak dengelenmiştir.



Buna göre cisimlerin;

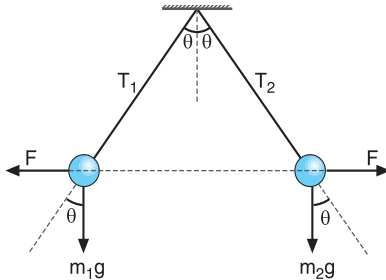
- I. Yükleri eşittir.
- II. Kütleleri eşittir.
- III. Etki eden elektriksel kuvvetler aynı büyüklüktedir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

Çözüm 15

Cisimlerin birbirini ittiği ve aynı cins yüklü olduğunu şekilden anlıyoruz. Cisimlere etki eden elektriksel kuvvetler yük miktarları farklı da olsa hep eşit şiddette olurlar.

III. doğru



Cisimlere etki eden kuvvetleri şekildeki gibi gösterirsek elektriksel kuvvetler ve ağırlıkların bileşkesi aynı açı yapacak şekildedir. Aynı açı olabilmesi için yana çekenler eşitse aşağı çeken ağırlıklar da eşit olmalıdır.

F elektriksel kuvvetler eşit olduğuna göre ağırlıklar da eşit olmalıdır. $m_1 = m_2$ **II. doğru**

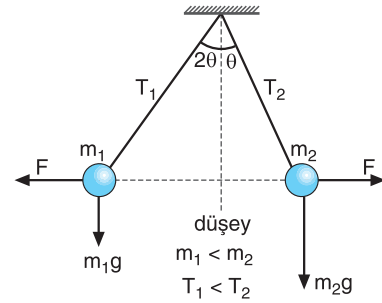
Yükler farklı da olsa elektriksel kuvvetler her zaman eşit şiddette olacaktır. Bunu daha önce de söylemiştik. Etkileşim kuvvetleri her zaman eşit şiddette zıt yönlüdür.

Bu nedenle q_1 ve q_2 yükleri için kesinlik yoktur.

Eşitte olabilirler farklı da olabilirler. **I. kesin doğru değil**

- Bu şekildeki denge durumlarında iplerin düşeyle yaptığı açıları F ile mg (ağırlık) beraber belirler. Açılar eşitse her zaman kütleler de eşit olmalıdır.

- Kütlelerin farklı olduğu durumlarda kütlesi küçük olan daha büyük açı yapar.



Şöyle düşününce mantıklı gelecektir:

Marketten alışveriş yaptınız ve iki poşeti iki ayrı elinize aldınız. Kollarınızı yana açmak istediğinizde hangi kolunuzu daha yukarı kaldırebilirsiniz?

Tabi ki hafif olan poşeti taşıyan kolunuz :)

Aynı yatay F kuvveti küçük kütleli olana daha büyük açı yaptırır. Ve bu durumda açının küçük olduğu ipteki gerilme kuvveti daha büyük olur.

Günlük Hayatımızda Elektrostatik

Elektrostatik teknolojinin gelişmesiyle hayatımızda daha çok yer almıştır.

Ama biz çok eskilerden beri insanların hayatında olan kısımdan başlayalım.

Yıldırım ve şimşek olayı Dünyanın var olduğundan beri gerçekleşen olaylardır. Ve tamamen elektostatiktir.

Bulutlar hareketleri sırasında elektrikle yüklenirler. Yüklü olan bu bulutlar yeryüzüne yeterince yaklaşırlarsa Dünya yüzeyinde etkiyle yükleri hareket ettirir ve uygun koşullar oluşunca buluttan yere bazen de yerden buluta yük akışı gerçekleşir. Bu olay **yıldırımdır**.

Bazen de yüklü bulutlar arasında yük akışı olur ki buna da **şimşek** denir.

Konunun başında da bahsetmiştik. Yıldırım genelde yüksek bina ve cisimler üzerine düşer. Bunun sebebi elektrik yüklerinin sivri uçlarda daha fazla olması ve buluta daha yakın olmasıdır.

Yıldırımdan korunmak için yüksek binalar ve riskli yapılar da **paratoner** denilen sistem kullanılır. Sivri uçlu iletken en yüksek noktaya takılarak iletken bir kablo ile toprağa bağlanır.

Böylece elektrik yükü yapıya zarar vermeden iletilmiş olur.



Termik santraller gibi bacalarından kül ve zararlı maddelerin çıktığı yapılar çevrelerine ciddi zararlar verir.

Bu zararları en aza indirmek ve bacadan atılan kül gibi maddeleri tutmak için elektrofiltreler kullanılır.

Çalışma mantığı elektostatik olan bu filtrelerde küllerin hareketleri sırasında çarpılarak yüklenebileceği ağ

benzeri teller vardır. Filtre yüzeyi ise yüklenen bu parçaları çekmesi için zıt cins yüklenir. Böylelikle küller ve zararlı parçacıklar elektostatik yardımıyla tutulmuş olur.

Elektostatikten boyamada da faydalanılır. Püskürtülen boya nın tamamının boyanacak yüzeye ulaşip boya israfını engellemek ve daha kaliteli boyama yapabilmek için, boyalar negatif yüklenerek püskürtülür. Boyanacak yüzey ise pozitif yüklenerek boya taneciklerinin daha etkili bir şekilde yüzeye yapışması sağlanır.

Tabi bunu bir ahşabı boyarken yapmak mümkün olmaz. İletken olan metal parçaların boyanmasında kullanılır. Otomobiller, beyaz eşyalar gibi.

Fotokopi makineleri ve yazıcılar gibi dijital baskı sistemlerinde de elektostatikten faydalanılır.



Normalde zayıf bir iletken iken, ışığa maruz kaldıklarında iyi bir iletken dönüşen maddelere fotoiletken denir.

Fotokopi makinelerinin içinde, üzeri bu fotoiletkenle kaplı bir tabaka bulunur. Kopyalama sırasında, bu tabaka

elektostatik olarak yüklü hale getirilir ve sonra kopya edilecek sayfa üzerinden şiddetli ışık geçer. Kopyalanacak sayfanın beyaz ve siyah kısımları tabakaya çarptığında,

plakada ışık alan bölgeler fotoiletken maddeden dolayı iletken hale gelir ve siyah yerler yüklü olarak kalır.

Böylece tabakadaki yüklü bölgelerde, kopya edilecek olan kağıdın elektostatik olarak görüntüsü çıkar.

Toner denilen bir yüklü toz boya, bu yüklü bölgeler tarafından çekilir ve oluşan görüntü kağıda aktarılır.

Elektrik Alan

Aynı cins yüklerin birbirini ittiğini, zıt cins yüklerinse birbirini çektiğini biliyoruz. Bu kuvvetlere elektostatik kuvvet (coulomb kuvveti) dendiğini de öğrendik.

Elektostatik kuvvetin yüklerin çarpımıyla doğru uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu da anlattık.

Peki iki elektrik yükü arasında bu kuvvet nasıl oluşuyor? Yüklü bir cisim yakınındaki başka yüklü cismin varlığını nereden biliyorda ona kuvvet uyguluyor? Zor sorular :)

Kuvvet hareket konusunda temas gerektirmeyen kuvvetlerden bahsetmiştik. Kütle çekim kuvveti de coulomb kuvveti gibi temas gerektirmeyen bir kuvvetti.

Temas gerektirmeyen kuvvetler için alan kuvveti diye bir tanım kullanılır. Bu kuvvetlerin daha iyi anlaşılması için alan kavramı geliştirilmiş.

Şöyle düşünüyoruz:

Elektrik yüklü cisim çevresinde bir etki alanı oluşturur buna **elektrik alan** ismini vericez.

Bu alana giren başka bir yüklü cisim olduğunda alanın yapısında değişiklik oluşur ve yüklü cisimler etkileşime geçerek elektriksel kuvvet oluşturulur.

Yüklü cisimden belli bir uzaklıktaki elektrik alanın büyüklüğü o noktadaki +1br lik yüke etki eden elektriksel kuvvet kadardır diyoruz.

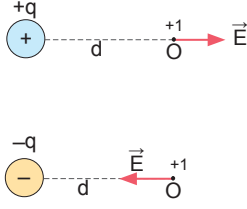
Kuvvet üzerinden bir tanımlama yapıldığı için elektrik alan da kuvvet gibi vektörel bir büyüklüktür.

Elektriksel kuvvet formülümüz,

$$\vec{F} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2} \text{ olduğuna göre, elektrik alan formülü,}$$

$$\vec{E} = \frac{k \cdot q \cdot (+1)}{d^2} \text{ buradan}$$

$$\vec{E} = \frac{k \cdot q}{d^2} \text{ olur.}$$



O noktasında +1 birim yük olduğunu kabul ettiğimizde (+) yüklü mavi cisim bu noktadaki +1'i iteceği için E sağa doğru, (-) yüklü sarı cisim +1'i çekeceği için E sola doğrudur.

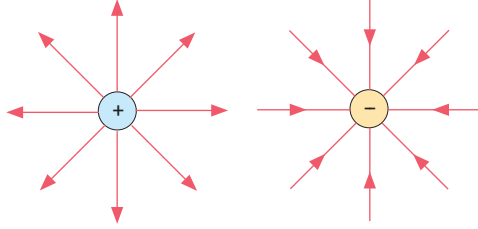
Elektriksel kuvvet ve elektrik alan formüllerindeki benzerliği görüyorsunuz. Arada sadece "q" farkı var. Bu durumda;

$$F = q \cdot E \text{ yazabiliriz.}$$

Bu formül; E şiddetindeki elektrik alanda bulunan q yüküne etki eden elektriksel kuvveti verir.

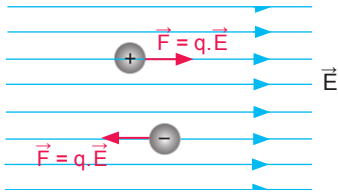
Elektriksel kuvvetin birimi de bu formülden Newton/coulomb (N/C) olur.

Elektrik alan daha iyi anlaşılması için modellenirken yüklü cisim çevresindeki çizgilerle gösterilir.



Elektrik alan çizgilerin sık olduğu yerde büyük, seyrek olduğu yerde zayıftır.

Düzgün elektrik alan şiddeti her yerde aynı olan elektrik alan demektir ve paralel çizgilerle gösterilir.



Elektrik alan içindeki (+) yüklü cisim elektrik alan (E) yönünde, (-) yüklü cisim ise E ye ters yönde kuvvet etkisinde kalır.

Örnek 16

Elektrik yükleri q ve 3q olan K ve L cisimleri 2E ve E şiddetindeki düzgün elektrik alan içindedir.

Buna göre, cisimlere etki eden elektriksel kuvvetlerin

oranı, $\frac{F_K}{F_L}$ kaçtır?

Çözüm 16

Elektrik alan içindeki yüklü cisme etki eden kuvvet, elektrik alan şiddeti ve yükü doğru orantılıydı. $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

İki cisim için de verilen değerleri yazarsak;

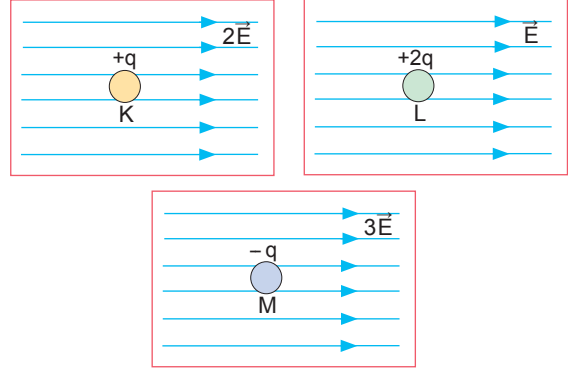
$$K \text{ için, } \vec{F}_K = q \cdot 2\vec{E}$$

L için, $\vec{F}_L = 3q \cdot \vec{E}$ olacaktır. Buradan kuvvetlerin oranı,

$$\frac{\vec{F}_K}{\vec{F}_L} = \frac{2}{3} \text{ bulunur.}$$

Örnek 17

K, L, M cisimlerinin yükleri ve bulundukları elektrik alanlar şekildeki gibidir.



Buna göre, cisimlere etki eden elektriksel kuvvetler F_K, F_L, F_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 17

Bir önceki sorunun aynısı. Orada yazılı olarak verdiği değerleri burada şekilde göstermiş.

Elektriksel kuvvet elektrik alan şiddeti ve yük miktarıyla doğru orantılı olacak. Yükün işareti yani cinsi, kuvvetin büyüklüğünü değil sadece yönünü etkiler.

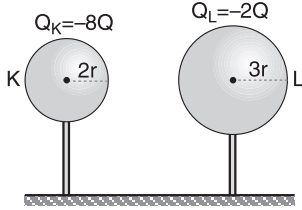
$$K \text{ için, } \vec{F}_K = q \cdot 2\vec{E}$$

$$L \text{ için, } \vec{F}_L = 2q \cdot \vec{E}$$

$$M \text{ için, } \vec{F}_M = q \cdot 3\vec{E} \text{ olur.}$$

Bunları sıralaması ise, $F_M > F_K = F_L$ olacaktır.

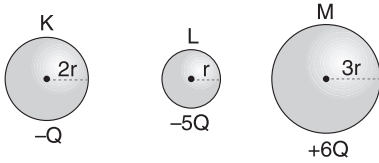
1. Yalıtkan ayaklar üzerindeki $2r$ ve $3r$ yarıçaplı iletken K, L kürelerinin yükleri $-8Q$ ve $-2Q$ dur.



Küreler birbirine dokundurulursa K'nin son yükü kaç Q olur?

- A) -2 B) -3 C) -4 D) -5 E) -6

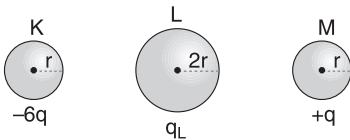
2. Yarıçapları $2r$, r , $3r$ olan K, L, M iletken kürelerinin ilk yükleri $-Q$, $-5Q$, $+6Q$ dur. L küresi önce K'ye sonra M'ye dokundurulup ayrılıyor.



Buna göre, M'nin son yükü nedir?

- A) $-3Q$ B) $-2Q$ C) $+Q$ D) $+2Q$ E) $+3Q$

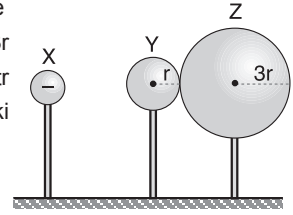
3. Yarıçapları sırayla r , $2r$, r olan K, L, M kürelerinin ilk yükleri $-6q$, q_L , $+q$ dur. K küresi önce L ye sonra M ye dokundurulup ayrılınca K'nin son yükü $-2q$ oluyor.



Buna göre, L'nin ilk yükü q_L aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $-9q$ B) $-6q$ C) $-3q$ D) $+3q$ E) $+6q$

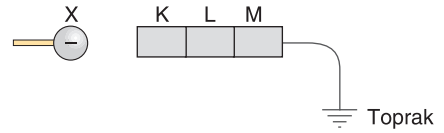
4. $(-)$ yüklü X cismi birbirine değmekte olan r , $3r$ yarıçaplı iletken ve nötr Y, Z kürelerine şekildeki gibi yaklaştırılıyor.



Cisimler bu durumdayken Y ve Z yalıtkan ayaklarından tutulup birbirinden ayrılırsa son yükleri oranı, $\frac{q_Y}{q_Z}$ kaç olur?

- A) $-\frac{1}{3}$ B) -1 C) $+\frac{1}{3}$ D) $+1$ E) $+3$

5. $(-)$ yüklü X cismi birbirine değmekte olan iletken K, L, M cisimlerine şekildeki gibi yaklaştırılıyor.



M cismi bir ucundan toprağa bağlı olduğuna göre, cisimlerin bu durumdaki yük işaretleri nasıldır?

	K	L	M
A)	-	-	-
B)	-	0	+
C)	+	0	0
D)	+	+	0
E)	-	-	0

6. Şekildeki X cismi, $(-)$ yüklü K elektroskobuna dokunmadan yaklaştırılınca yapraklar biraz kapanıyor.

Buna göre, X cisminin yük işareti için;

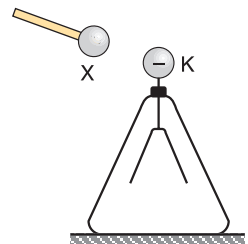
I. $(-)$

II. $(+)$

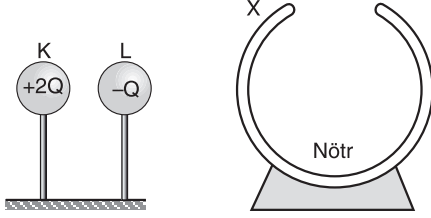
III. Nötr

hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III



7. Şekildeki iletken K ve L cisimlerinin yükleri $+2Q$ ve $-Q$, içi boş X küresi ise nötrdür. K cismi X küresine içten, L ise dıştan aynı anda dokunduruluyor.

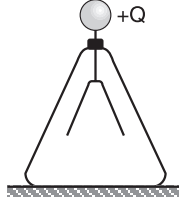


Buna göre, son durumdaki yük işaretleri aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	K	L	M
A)	+	+	+
B)	+	-	0
C)	0	-	-
D)	0	+	+
E)	0	-	+

8. Şekildeki $+Q$ yüklü elektroskopun yapraklarının biraz daha açılması için;

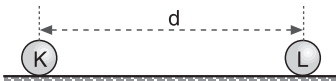
- I. $+Q$ yüklü bir cismi yaklaştırmak
 II. $+2Q$ yüklü özdeş bir elektroskopu dokundurmak
 III. $-Q$ yüklü bir cismi yaklaştırmak



işlemlerinden hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

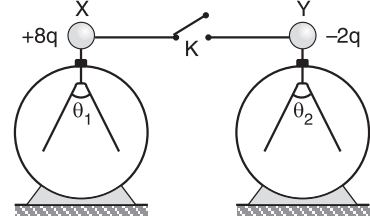
9. Yalıtkan zemin üzerine sabitlenmiş aralarında d uzaklığı olan $+2q$, $-q$ yüklü K, L kürelerinin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvet F dir.



Küreler arası uzaklık $2d$ ve L nin yükü $-3q$ yapılırsa cisimler arasındaki elektriksel kuvvet kaç F olur?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{3}{2}$

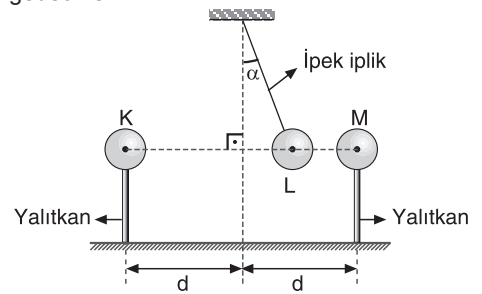
10. Şekildeki özdeş X, Y elektroskoplarından X $+8q$, Y $-2q$ yüküne sahipken yaprakları arasındaki açılar sırayla θ_1 ve θ_2 dir. K anahtarı kapatılarak yük alışverişi tamamlandığında yapraklar arasındaki açılar eşit ve θ_3 oluyor.



Buna göre $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ B) $\theta_1 > \theta_3 > \theta_2$
 C) $\theta_2 > \theta_3 > \theta_1$ D) $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$
 E) $\theta_1 > \theta_2 = \theta_3$

11. İletken metal K, L, M kürelerinden K ve M yalıtkan ayaklar üzerinde, L ipek iplik ile asılıyken şekildeki gibi dengededirler.



Kürelerin elektrik yükleri (+) olduğuna göre;

- I. K'nin yükü M'den fazladır.
 II. L'nin yükü K'den azdır.
 III. L ve M nin yükü eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

12. Nötr iki cam çubuktan birisi nötr ipek kumaşa, diğeri nötr yün kumaşa sürtünüyor.

Buna göre,

- I. İpek kumaşa sürtünen cam (+) yüklenir.
- II. Yün kumaşa sürtünen cam (-) yüklenir.
- III. İpek kumaş (-) yüklenir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

13. İletken X, Y, Z kürelerinin üçü de elektrik yüklüdür. X küresi önce Y'ye dokundurulup ayrılıyor, sonra da Y küresi Z'ye dokundurulup ayrılıyor.

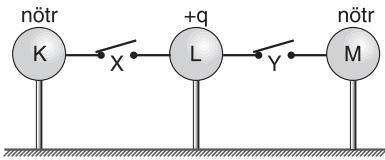
Bu işlemlerden sonra, kürelerin elektrik yükleri için;

- I. Üçü de yüksüzdür.
- II. Y ve Z yüksüzdür.
- III. Yalnız X yüksüzdür.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

14. Eşit yarıçaplı iletken K, L, M kürelerinden L +q yüklü, K ve M nötrdür. Yalıtkan ayaklar üzerindeki küreler şekildeki gibi iletken tellerle bağliyen anahtarlar açıktır.



Önce X anahtarı kapatılıp açıldıktan sonra, Y anahtarı kapatılıp açılırsa;

- I. Kürelerin hepsi (+) elektrik yüklüdür.
- II. L ve M'nin yük miktarları eşittir.
- III. K'nin yük miktarı en fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

15. İletken K ve L kürelerinden K (+) elektrik yüklü, L ise (-) elektrik yüklüdür.

K ve L küreleri birbirine dokundurulup bir süre sonra ayrıldığında,

- I. İkisi de nötr olur.
- II. İkisi de (+) yüklü olur.
- III. Birisi (-) yüklü, diğeri nötr olur.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

16. Özdeş ve elektrikle yüklü K, L elektroskoplarının yaprakları arasındaki açı eşit ve θ 'dir.

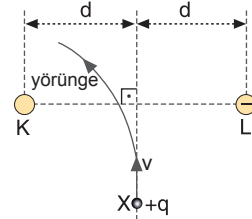
Elektroskopların topuzları birbirine dokundurulup ayrılırsa,

- I. İkisinin de yaprakları tamamen kapanır.
- II. Yapraklar arasındaki açılar değişmez.
- III. Yapraklar kapanıp, yine θ açısı yapacak şekilde tekrar açılır.

yargılarından hangileri gerçekleşebilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

17. Sürtünmesiz yalıtkan ve yatay düzlemde v hızı ile atılan +q yüklü X cismi K ve L küreleri arasından şekildeki yörüngeyi izleyerek geçiyor.



L küresi (-) elektrikle yüklü olduğuna göre,

- I. K, (+) elektrikle yüklüdür.
- II. K, (-) elektrikle yüklüdür.
- III. K'nin yük miktarı L den fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

2.

AKIM, POTANSİYEL FARK, DİRENÇ

ELEKTRİK AKIMI

Maddeleri, içindeki serbest yüklerin hareket edebilmelerine göre iletken ve yalıtkan olarak isimlendiriyorduk.

İletkenlerde serbest yükler hareket edebilirlerken, yalıtkanlarda hareket edemezler.

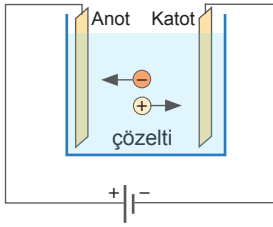
Bir iletkenin içindeki yüklerin hareketli olmaları durumunda elektrik akımından söz edilir. Bu hareket öteleme hareketi olabileceği gibi titreşim hareketi de olabilir.

Metaller iyi iletkenlerdir. Plastik, cam gibi maddeler ise yalıtkandır. Su, içinde iyonlar varken iletken, fakat saf su yalıtkandır.

Elektrik akımı metallerde (katılarda) serbest elektronlarla sağlanır. Sıvılarda (+) ve (-) iyonlar, gazlarda ise (+), (-) iyonlarla beraber serbest elektronlar akım oluşturur.

Elektrik yükünün hareketini en güzel gözlemleyeceğimiz durumlardan birisi elektroliz kabıdır.

Elektrolizin kısaca; elektrik akımı yardımıyla, bir sıvı içinde çözünmüş kimyasal bileşiklerin ayrıştırılmasına denir.



Çözeltilerde yük hareketini (+) ve (-) iyonların sağladığını söylemiştik. Çözeltiye elektrik akımı verilirse, (+) yüklü iyonlar negatif (-) kutba bağlı katoda, (-) iyonlar ise pozitif (+) kutba bağlı anoda doğru hareket eder.

Kimyadan biliyorsunuzdur ama biz de söyleyelim; çözelti içindeki anot, katod dediğimiz iletken çubuklara **elektrot** denir.

İletken bir teldeki akım sadece serbest elektronlarla yani (-) yüklerin hareketiyle gerçekleşeceğinden teldeki yük hareketi pilin (+) kutbuna doğru olur.

Elektrik akımının yönü pilin (+) ucundan çıkıp (-) ucu-na gidecek şekilde kabul edilmiştir.

Yani elektron hareketine zıt yönde.

Akım Şiddeti (i)

Bir iletkenin herhangi bir kesitinden birim zamanda (1s) geçen toplam yük miktarına akım şiddeti denir. Genelde "i" harfiyle gösterilir. Bazen de "I"

$$\text{Akım şiddeti} = \frac{\text{Elektrik yükü}}{\text{zaman}}$$

$$i = \frac{q}{t}$$

q : Yük miktarı (Coulomb)

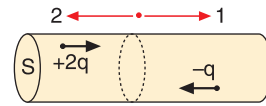
t : Zaman (saniye)

i : Akım şiddeti (Coulomb/saniye)

Akımın birimi, $\frac{\text{Coulomb}}{\text{saniye}} = \text{amper (A)}$ dir.

Elektrik akımı Ampermetre denilen ölçü aletiyle ölçülür. Elektrik devrelerini anlatırken Ampermetrenin özelliklerinden ve nasıl kullanıldığından bahsedicez.

Örnek 1



Şekildeki kesitten t sürede +2q ve -q yükleri gösterilen yönlerde geçiyorlarsa, oluşan akımın büyüklüğü ve yönü nedir?

Çözüm 1

İlk şunu söyleyelim, (+) ve (-) zıt yönlerde geçtiği için **sakın birbirini nötrler demeyin.**

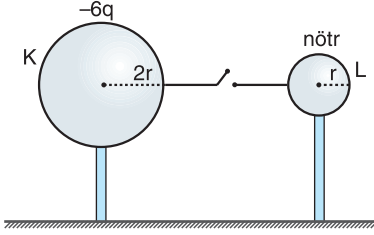
Bizim için (+), (-) önemli değil. Geçen yük miktarına bakarız; yönüne ve işaretine değil. O halde toplam 3q yük geçmiş.

$$i = \frac{q}{t} \text{ idi. Bu durum için; } i = \frac{3q}{t} \text{ olur.}$$

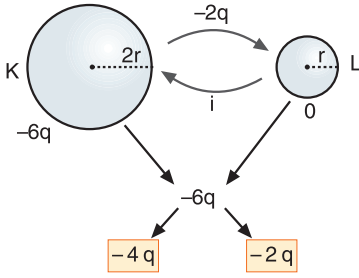
Akımın yönü olarak (+) yüklerin hareket yönünü kabul ediyoruz. İlk kabul bu şekilde olduğu için, sadece (-) yüklü elektronların hareket ettiği durumlarda da akım yönü hep (-) lerin hareket yönünün tersi kabul edilir.

Bizim sorudaki şeklimizde de bu yön 1 yönüdür.

Yüklü iletken küreleri birbirine dokundurduğumuzda yük alışverişi sırasında da akım oluşur.



Yükü $-6q$ olan $2r$ yarıçaplı iletken K küresi r yarıçaplı iletken ve nötr L küresine aradaki anahtar kapatılarak dokunursa; toplam yükü, ikisi arasında yarıçaplarla orantılı paylaşıyorlardık.



K den L ye $-2q$ yük geçmiştir. Yük dengesinin sağlanması için geçen süreye t dersek, $i = \frac{2q}{t}$ olur.

Akımın yönü ise L den K ye doğrudur. Yani $(-)$ lerin hareket yönünün tersi.

Örnek 2

Bir ampulden 0,2 A akım 1 saat süreyle geçerse, bu sürede devreden geçen yük kaç coulomb olur?

Çözüm 2

Tanım gayet basit ve net. Birim zamanda geçen yük miktarı akımı verir. $i = \frac{q}{t}$

Biz akımı ve süreyi biliyoruz. Formülde bunları yerine koyduğumuzda yükü buradan hesaplayabiliriz.

Amaaa, süreyi saniye cinsinden, akımı da Amper cinsinden yazmamız lazım. Akım burada A olarak verilmiş zaten. Süre, 1 saat = 60 dk, 1 dk = 60 s ise, $60 \cdot 60 = 3600$ s yapar.

$$0,2 = \frac{q}{3600} \text{ ise, } q = 720 \text{ C olur.}$$

Bu tip sorularda bazen geçen elektron sayısı sorulur. Değişen hiç birşey yok. 1 elektron yüküne elementer yük denir. $1e.y = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C tur.

Bizim sorumuzdaki yük 720 C bulunmuştu.

Kaç tane elektron bu yükü sağlar onu bulucuz.

$$720 = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \quad n: \text{elektron sayısı.}$$

$$n = \frac{720}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 450 \cdot 10^{19} = 4,5 \cdot 10^{20} \text{ tane.}$$

Milyon kere, milyon kere, milyondan daha fazla.

Eee elektron ufak bişi... :)

Katılarda, Sıvılarda ve Gazlarda Akım

Konunun girişinde kısaca bahsetmiştik biraz daha açalım.

Katıların bir kısmı yalıtkan (plastik, cam vb.) bir kısmı iletkenler (metaller). Bazı özel katılar ise bu sınıflandırmaya girmedikleri için yarı iletken olarak isimlendirilir. Özellikle elektronikte önemli kullanım alanları vardır.

Metallerin iletkenliği; serbest elektron sayısına, bu elektronların atomla yaptığı bağın kuvvetine ve sıcaklığa bağlıdır. Maddelerin çoğunda sıcaklık arttıkça iletkenlik azalır.

En iyi iletkenler gümüş, altın ve bakırdır. Maliyet sebebiyle elektrik tesisatlarında bakır kullanılır.

Sıvılarda iletkenliği (+) ve (-) yüklü iyonlar oluşturur. Elektronu protonla karıştırmayın sakın :) İyonların boyutları elektronlara göre çokook büyüktür.

Saf suyun yalıtkan olduğunu söylemiştik. Çünkü içinde iyon bulunmaz. Günlük hayatımızda kullandığımız musluktan akan, damacanadan doldurduğumuz su içinde bir çok iyon olduğu için iletkenler.

Sıcaklığın artması katıların aksine sıvı iletkenliğini artırır.

Bu arada şunu da unutmayın, saf suya tuz atarsak iletken olur, ama şeker katınca iletken olmaz.

Saf su içine asit, baz, tuz katılırsa yani sıvı çözelti oluşturulursa iletken olur.

Gazlar normalde yalıtkanlardır. Havayı düşünün, iletken olsaydı hepimizi elektrik çarpardı :)

"Ama yıldırım havada ilerliyor hocaam" diyenler iki satır üstü tekrar okusun. Normalde yalıtkan dedim. Bazı özel durumlarda gazlar iletken hale geçer.

Gazlarda iletkenliği (+) ve (-) iyonlarla beraber serbest elektronlar sağlar. Gazlarda iletkenlik sıcaklıkla doğru basınçla ters orantılıdır.

Yeterince ısınan gazda iyon sayısı artarak belli bir değere ulaşırsa iletken hale geçer.

Basıncın azalmasıda iletkenlik sağlar.

Yıldırım olayına gelirsek; yüksek gerilim geçici süre gazları iletken yapabilir.

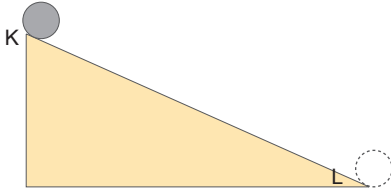
Potansiyel Fark

Gerilim olarak da bilinen potansiyel farkın aslında ayrıntılı ve güzel bir tanımı var. Ama kafanızı karıştırmamak için ben kısaca anlatayım.

Belli bir hacimdeki elektron sayıları farklı olan noktalar ya da cisimlerin elektriksel potansiyelleri farklıdır. mesela (+) ve (-) yüklü iki cismin arasında potansiyel farkı vardır.

Elektrik yükleri birbirlerini nötrleştirmeye eğilimlidir. Eğer bir noktada elektronlar diğer bir noktaya göre fazlalık oluşmuşlarsa, o bölgede bir gerilim oluşur. Bu gerilim, elektron sayısı farklı olan bölgeler arasındaki potansiyel farkı ifade eder.

Olayı mekaniğe bezeterek anlamaya çalışalım.



K noktasındaki bir cismin L noktasına göre potansiyel enerjisi vardır. K den serbest bırakılırsa L ye doğru, yani potansiyel enerjisinin az olacağı noktaya doğru hareket eder.

Aynen böyle de elektrik yükleri farklı elektriksel potansiyele (gerilime) sahip noktalar arasında hareket eder.

Bir pilin üzerinde yazan 1,5 volt pilin uçları arasında elektriksel potansiyel farkın değeridir. Pil içinde bu farklı potansiyeldeki noktalar arasında yük geçişi engellenmiştir. Biz bir iletkenle bu iki ucu birleştirirsek iletken içinde elektrik alan oluşur ve yükler (elektronlar) potansiyel fark kalmayınca kadar hareket eder. İletkenimizden de akım geçmiş olur. Akımın durması (yani pilin bitmesi) potansiyel farkın kalmadığı anlamına gelir.



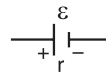
Bir diğer tanım: Elektrik devresinde birim yükün devreyi dolanması için gerekli enerjiye **potansiyel fark** (gerilim) denir.

"V" harfiyle gösterilir. Birimi volt'tur.

Potansiyel farkı ölçmek için voltmetre denen aletler kullanılır. Bunu da elektrik devrelerinde ampermetreyle beraber anlatıcaz.

Üreteçler (Piller)

Üreteçler, devrede potansiyel farkı oluşturup akım geçmesini sağlarlar. Yani devreye enerji verirler. Genellikle kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler. Araçlarda kullanılan aküler de bir çeşit pildir.

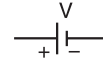
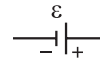


Pillerin üzerinde yazan ve oluşturabileceği potansiyel farkını ifade eden değere **elektromotor kuvveti (e.m.k)** denir. Birimi Volt'tur. ϵ ile gösterilir.

Gerçekte her pilin birde iç direnci (r) vardır. Pil şeklindeki gibi gösterilir ve yanında ϵ ve r değerleri verilir.

Genelde sorularda bu iç direnç ihmal edilir ve ϵ değeri pilin uçları arasındaki potansiyel farkına eşit olur.

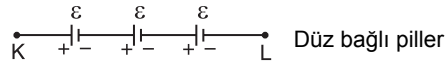
Sorularda pillerde ϵ yerine genelde V de kullanılır.



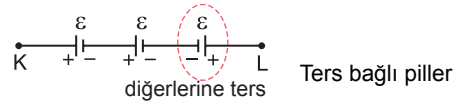
Üreteçlerin Bağlanması

1. Seri Bağlama

Üreteçler düz ve ters olarak seri bağlanabilirler. Düz bağlandıklarında birbirlerini güçlendirirken, ters bağlanınca birbirlerinin etkisini azaltırlar.



K-L arasındaki potansiyel fark her bir pilinki toplanarak bulunur. $\epsilon_{KL} = 3\epsilon$ dir.



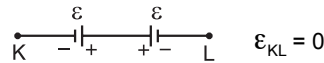
K-L arasındaki potansiyel fark;

$$\epsilon_{KL} = \epsilon + \epsilon - \epsilon$$

$$\epsilon_{KL} = \epsilon \text{ olur.}$$

Ters bağlamayı görmek için (+), (-) uçlara dikkat etmeliyiz.

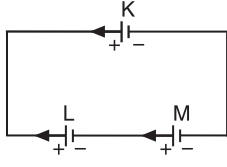
Özdeş iki pil ters bağlanırsa potansiyel fark sıfır olur.



Seri bağlı üreteçlerden (düz veya ters) her zaman aynı akım geçer.

Akım üreticinin içinden de geçer bunu sakın unutmayın! Bir ucta başlayıp diğerinde son bulmaz!

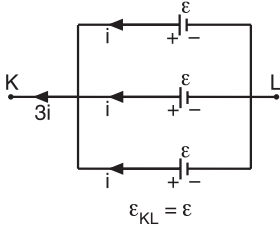
- Akım pilin (+) ucundan (kutbundan) çıkar devreyi dolaşır. Ters bağlı üreteçleri görmek için buna da bakılabilir.



Şekildeki gibi (+) uçlardan ok gösterirsek K'nin L ve M'ye ters bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

2. Paralel Bağlama

Pillerin artı (+) uçlarını bir yerden (–) eksi uçlarını bir yerden bağlarsak paralel bağlı olurlar.



Özdeş, iç direnci önemsiz piller şekildeki gibi paralel bağliyken K-L arasındaki toplam potansiyel fark, bir pilinki kadardır. Her birinden akım çıkar ve bunların toplamı anakoldan geçer.



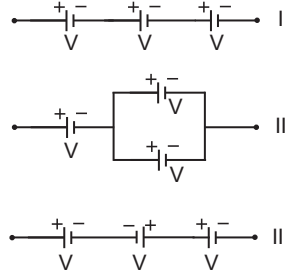
DİKKAT

Pillerde seri bağlama; daha büyük potansiyel fark oluşturmak için, paralel bağlama ise daha uzun süre akım vermesini sağlamak için yapılır. Mesela 3 voltla çalışan bir el fenerini çalıştırmak için 1,5 V'luk iki pil seri bağlanır. El fenerinden uzun süre ışık almak istersek 3 V'luk pilleri paralel bağlamak gerekir.

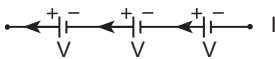
Örnek 3

Herbirinin potansiyel farkı V olan özdeş pillerle oluşturulmuş şekildeki I, II ve III durumlarındaki toplam potansiyel farkları V_I , V_{II} ve V_{III} tür.

Buna göre, V_I , V_{II} ve V_{III} arasındaki ilişki nedir?

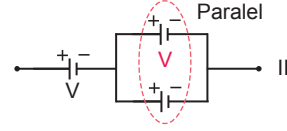


Çözüm 3

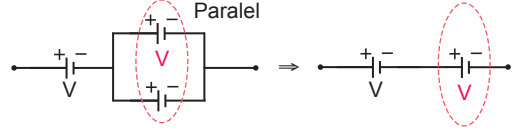


I. durumdaki üreteçler seri ve düz bağlanmış. Her birinin sol tarafındaki kutup (+) sağ taraftaki (–). Bu durumda üreteçler birbirini güçlendirir. Toplam potansiyel farkı 3V olur. $V_I = 3V$

II. durumdaki üreteçlerin ikisi paralel en soldaki ise bunlara seri bağlı.



Paralel bağlı pillerin toplam potansiyeli birininkine eşit olacaktır. Diğer pil de buna seri bağlı olduğu için bu ikisini toplarız. Uçtan uca toplamda 2V yapar.



$$V_{II} = 2V$$

III. durumdaki üreteçler seri ama ortadaki yandakilere ters bağlanmış. (+) ve (–) uçlara bakarsanız görebilirsiniz.

Bu durumda $V_{III} = V - V + V = V$ olur.

Sıralama ise, $V_I > V_{II} > V_{III}$ olacaktır.

Elektrik devrelerini anlatırken pillerin durumuna yine bakıcaz. Şimdilik bu kadar yetsin.

Direnç (R)

Akıma karşı gösterilen zorluğa direnç denir. Birimi ohm (Ω) dur. R harfiyle gösterilir. Akımı hiç geçirmeyen maddelerin direnci ∞ (sonsuz) dur. Bunlara yalıtkan diyoruz.

İletken maddelerin iletkenliklerinin farklı olması dirençten kaynaklanır. En iyi iletken bile akıma karşı bir direnç oluşur.

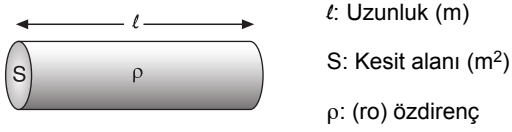
Direnç (R) maddenin cinsine ve şekline bağlıdır. Uzunluk arttıkça direnç artar, kesit alanı (kalınlık) arttıkça azalır.

Direncin nelere, nasıl bağlı olduğunu aslında deneyler yaparak görmek daha kalıcı bir öğrenme olacaktır. Ama şimdi size buradan deney yaptırma imkanımız olmadığı için söylediklerime güvenmek durumundasınız:)

Basit bir elektrik devresi kurarak iletken telin aynı kalınlıkta farklı uzunluklarını devreye bağladığımızda uzunluk arttıkça akımın azaldığı görülür. Bu da direncin arttığı anlamına gelir.

Yine aynı maddeden eşit uzunluklarda farklı kalınlıktaki telleri kullanırsanız bu sefer kalınlık azaldıkça akımında azaldığını görürüz. Bu da yukarıda söylediğim:

Direnç uzunlukla doğru, kesit alanı (kalınlıkla) ters orantılı olduğu anlamına gelir. Aynı boyutlardaki farklı tellerle deneyi tekrarladığımızda ise maddenin cinsi değiştiğinde akımın yani direncin değiştiğini gözleriz.



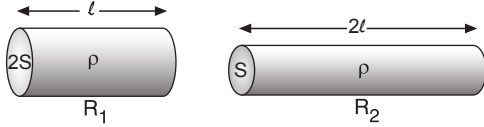
Direncin matematiksel ifadesi:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Özdirenç (ρ):

Birim uzunluk ve kesitin direncidir. Özdirenç ayırt edici bir özelliktir. Maddenin cinsine bağlıdır.

Örnek 4



Kesitleri ve uzunlukları şekildeki gibi olan iletkenler aynı maddeden yapılmıştır.

Buna göre, dirençleri R_1 ve R_2 arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 4

Aynı maddeden yapıldıkları için özdirençleri eşittir,

$$R_1 = \rho \frac{l}{2S} \quad R_2 = \rho \frac{2l}{S} \quad \text{olur.}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \cdot l}{2S} \cdot \frac{S}{\rho \cdot 2l} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4} \quad \text{bulunur.}$$



DİKKAT

Sorularda kesit alanları değil de yarıçaplar verilirse. Kesitleri r^2 ile orantılı almayı unutmayın.

$S = \pi r^2$ olduğu için;

$$r \longrightarrow S$$

$$2r \longrightarrow 4S$$

$$3r \longrightarrow 9S$$



Dirençler elektrik devrelerinde akımın büyüklüğünü kontrol etmek için kullanılır.

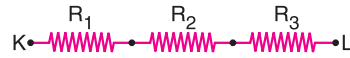
Görünümleri yandaki gibidir.

Devredeki gösterimi ise şeklindedir.

Bu gösterimler ise direncin ayarlı (değiştirilebilir) olduğunu gösterir ve **reosta** denir.

Dirençlerin Bağlanması

a) Seri Bağlama



Şekildeki gibi birer uçları ortak olacak şekilde bağlamaya seri bağlama denir.

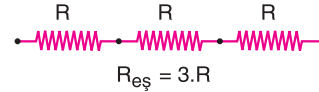
KL noktaları arasındaki toplam (eşdeğer) direnç;

$$R_{es} = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{şeklinde bulunur.}$$

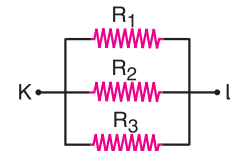
Seri bağlı dirençlerin eşdeğeri, en büyük olandan da büyüktür. Seri direnç bağlandıkça eşdeğer direnç artar.

• Özdeş dirençler seri bağlıysa, $R_{es} = n \cdot R$ dir.

n : direnç sayısı



b) Paralel Bağlama



Dirençler iki ucu da ortak olacak şekilde bağlanırsa buna paralel bağlama denir.

Her birinin bir ucu K, diğer ucu L dir.

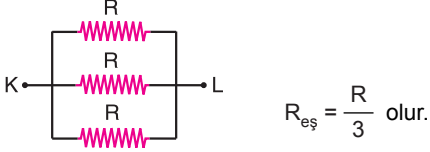
Bu durumda KL arasındaki toplam (eşdeğer) direnç;

$$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{şeklinde bulunur.}$$

Paralel bağlı dirençlerin eşdeğeri, direnci en küçük olandan da daha küçüktür.

Paralel direnç bağlandıkça eşdeğer direnç azalır.

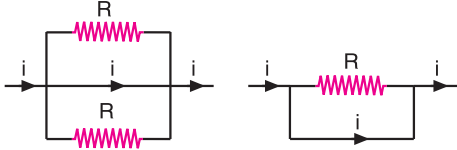
- Özdeş dirençler paralel bağlanırsa, $R_{eş} = \frac{R}{n}$ dir.
n: direnç sayısı



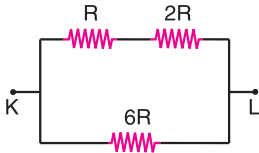
- Farklı değerdeki iki direnç paralel bağliken, eşdeğer direnci; $R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ şeklinde de bulabiliriz.
- İki den fazla direnç olması durumunda da ikiye ikiye bu şekilde eşdeğer direnç bulunabilir.

Kısa Devre

Bir elektrik devresinde akım dirençsiz yolu tercih eder. İki nokta arasında paralel bağli kollarda direncin bulunmadığı yolu tercih eder ve dirençler üzerinden akım geçmez.

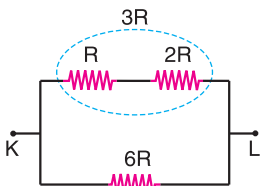


Örnek 5

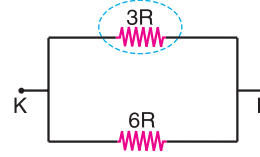


Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç R dir?

Çözüm 5



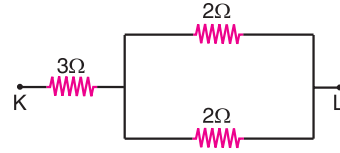
Önce yanyana olan R ve 2R nin toplamı bulunur. Seri oldukları için; $R + 2R = 3R$



Bu durumda 6R ve bulduğumuz 3R paralel olduğu için;

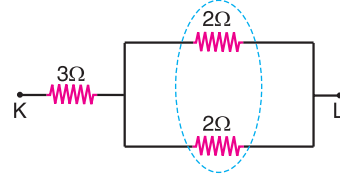
$$R_{KL} = \frac{3R \cdot 6R}{3R + 6R} = \frac{18R^2}{9R} = 2R \text{ bulunur.}$$

Örnek 6



Şekildeki devrede K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm dur?

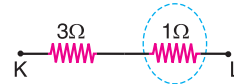
Çözüm 6



Bunun gibi durumlarda ilk olarak paralel olanları toplarız. 2Ω luk dirençler paralel ve aynı değerde olduğu için;

$$(R_{eş} = \frac{R}{n}) \quad R_{eş} = \frac{2}{2} = 1\Omega \text{ olur.}$$

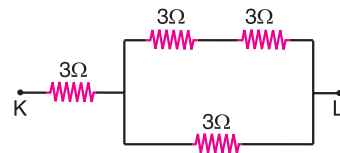
Yeni şeklimiz,



Bu iki direnç seri olduğu için, $R_{KL} = 3\Omega + 1\Omega$

$R_{KL} = 4\Omega$ bulunur.

Örnek 7



Herbiri 3Ω olan dirençlerle kurulan şekildeki devrede K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω (ohm) dur?

Çözüm 7

Aslında bu soruda bundan önceki iki soruyu birleştirmiş olduk. Karışık devreler bu şekilde basit parçaların bir araya gelmesiyle oluşur.

Devreyi anlaşılır hale getirmek çözmemizi kolaylaştırır.

Bunun için de harflendirme dediğimiz bir yöntem kullanıcaz.

Harflendirme yöntemi çok basit.

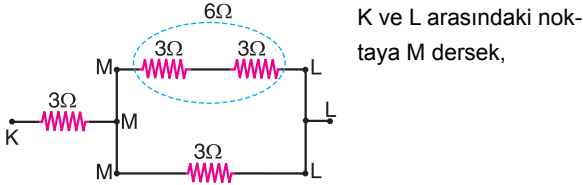
Devredeki dirençlerin uçlarını bir harfle göstereceiz. Dikkat etmemiz gereken şey; düz bir tel boyunca her noktaya aynı harfi vermek.

Araya direnç girmediği sürece telin her noktasını aynı harfle gösteririz.

Bu şekilde dirençler birbirine paralel mi, seri mi bağlı daha rahat görürüz.

Son olarakta devreyi daha anlaşılır şekilde çizip, çözüyoruz.

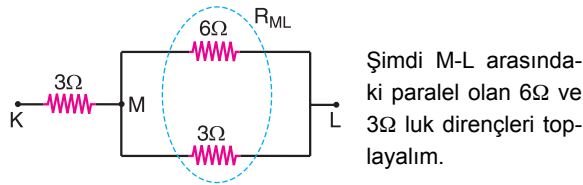
Bu soru için çok gerekli olmasa da öğrenmek için bu yöntemi uygulayalım.



Şekildeki M-L noktaları arasındaki dirençler birbirine paralel olurlar.

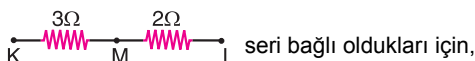
Fakat üst koldaki iki direnç birbirine seri, önce onların toplamını bulalım. **(Bu şekilde yanyana iki direnç seri bağlarken araya harf vermek işleri zorlaştırır.)**

Yeni şekil;



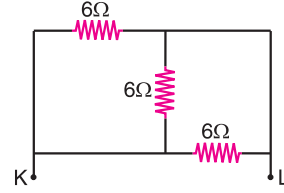
$$R_{ML} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

Son durumda;



$$R_{KL} = 3 + 2 = 5\Omega \text{ olur.}$$

Örnek 8



Şekildeki gibi bağlanmış 6Ω (ohm) luk üç direncin eşdeğeri R_{KL} kaç Ω dur?

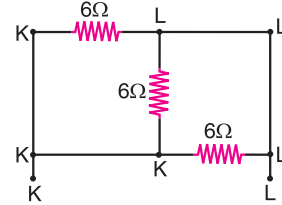
Çözüm 8

Dirençlerin seri mi, paralel mi olduğunu anlamanın en kolay yollarından biri harflendirmektir.

Düz tel boyunca her noktaya aynı harfi yazıyoruz. Dirençler karşılaşırsak diğer tarafa başka harf veriyoruz.

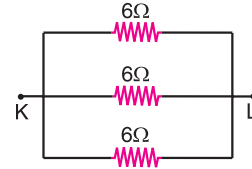
Önce zaten var olan K ve L noktalarını düz (boş) teller boyunca taşıyalım.

Öyle gördüğünüz her yere harf yazmayın sakın. Mümkün olduğu kadar az harf vermek işimizi kolaylaştırır.



Her direncin bir ucu K, bir ucu L olduğu için üçü de paralel olurlar. Ucu boş direnç kalmadığı için, yeni bir harf vermeye gerek kalmadı.

Şimdi hepsini paralel olacak şekilde tekrar çizelim.

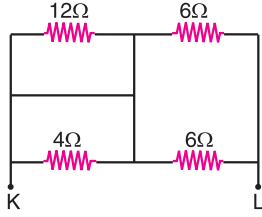


Özdeş üç direnç paralel olduğu için,

$$R_{eş} = \frac{R}{n} \text{ 'den}$$

$$R_{KL} = \frac{6}{3} = 2\Omega \text{ olur.}$$

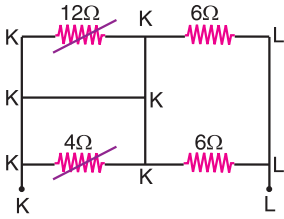
Örnek 9



Şekildeki dirençlerle kurulan devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm dur?

Çözüm 9

İlk olarak verilen K ve L noktalarından başlayıp nerelere aynı harfleri verebileceğimizi görelim.



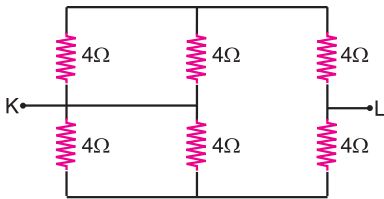
K ve L harflerini boş (dirençsiz) tellere şekildeki gibi dağıtınca, yeni bir harf vermemize gerek kalmadı.

12Ω ve 4Ω luk dirençlerin iki ucu da aynı harf oldu (K). Bu durumda bu dirençler kısa devre olmuştur. Toplam direnç hesabına katılmaz.

6Ω luk iki direncinde bir ucu K, bir ucu L olduğu için bu ikisi paraleldir. Eşit dirençler paralel ise,

$$R_{\text{eş}} = \frac{R}{\text{Direnç sayısı}} \quad R_{\text{KL}} = \frac{6}{2} = 3\Omega \text{ olur.}$$

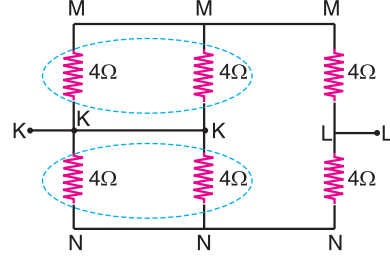
Örnek 10



4Ω luk dirençlerle kurulu şekildeki devrede K-L uçları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω (ohm) dur?

Çözüm 10

Yine ilk olarak verilen harfleri nerelere taşıyabileceğimize bakalım.



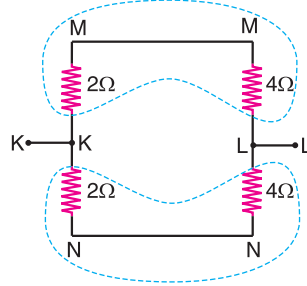
K noktasının üst ve altına arada direnç olduğu için K diyemeyiz. Yine aynı şekilde L nin üst ve altında da dirençler olduğu için L de diyemeyiz.

Bu durumda üst tarafa M, alt tarafa N diyelim.

M-K arasındaki 4Ω luk dirençler ve K-N arasındaki 4Ω luk dirençler paraleldir ve iki tane 4Ω paralel ise,

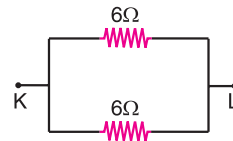
$$R_{\text{KM}} = \frac{4}{2} = 2\Omega \quad R_{\text{KN}} = \frac{4}{2} = 2\Omega \text{ olur.}$$

Devrenin yeni şekline bakalım.



Bu durumda da üst taraftaki ve alt taraftaki 2Ω ve 4Ω luk dirençler seridir. Her ikisi de $2 + 4 = 6\Omega$ olur.

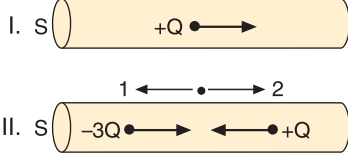
Son durumda 6Ω değerinde iki direncimiz kaldı ve ikisi de K-L arasında yani paraleldir.



Paralel bu iki direncin eşdeğeri de;

$$R_{\text{KL}} = \frac{6}{2} = 3\Omega \text{ olur.}$$

1. Şekilde I. tüpün kesitinden t sürede $+Q$ yükü geçince oluşan akım i oluyor.



II. tüpten $2t$ sürede belirtilen yönlerde $-3Q$ ve $+Q$ yükü geçtiğine göre oluşan akımın yönü ve büyüklüğü nedir?

- A) 1 yönünde i
 B) 2 yönünde i
 C) 1 yönünde $2i$
 D) 2 yönünde $2i$
 E) 2 yönünde $4i$

2. Elektrik yüklerinin hareket edebildiği maddelere iletken denir.

Buna göre iletkenlikle ilgili,

- I. İletken katılarda (+) yük hareketi yoktur.
 II. İletken sıvılarda hem (+) hem de (-) yükler hareket ederler.
 III. İletken gazlarda sadece elektron hareketi olur.
- yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) I, II ve III

3. İletken bir telden geçen akım değeri 500 mA (mili-ampere) dir.

Buna göre, bu telden 1 dakikada geçen yük miktarı kaç coulomb olur?

- A) 0,3 B) 3 C) 30 D) 300 E) 3000

4. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Sıcaklık artışı metallerde iletkenliği azaltır.
 B) Gazlar yüksek sıcaklık ve basınçta iletken olur.
 C) Sıvıların iletkenliği sıcaklıkla artar.
 D) Sıvı çözeltilerde derişim iletkenliği etkiler.
 E) Gazlar yüksek gerilimle iletkenlik kazanabilir.

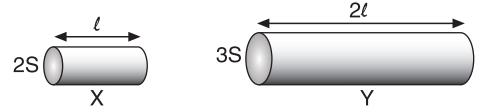
5. Üreteçlerle ilgili olarak,

- I. Elektrik devresinde potansiyel fark oluşturarak yüklerin hareketini sağlar.
 II. Elektrik devresine enerji sağlar.
 III. (+) uçtan çıkan akım, (-) uçta son bulur. Üreteç içinden akım geçmez.

Yukardakilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) II ve III E) I, II ve III

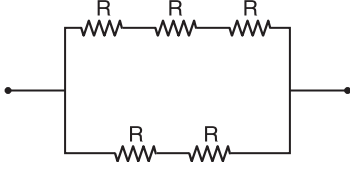
- 6.



Kesit alanları ve uzunlukları şekilde verilen aynı maddeden yapılmış X, Y iletkenlerinin dirençleri oranı, $\frac{R_X}{R_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

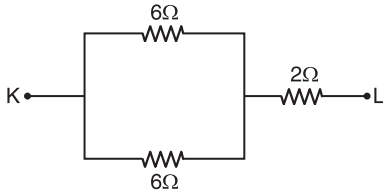
7. Şekildeki devre parçasında tüm dirençler özdeş olup büyüklüğü R 'dir.



Buna göre, eşdeğer direnç kaç R 'dir?

- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{4}{5}$ C) $\frac{5}{6}$ D) $\frac{6}{5}$ E) $\frac{5}{4}$

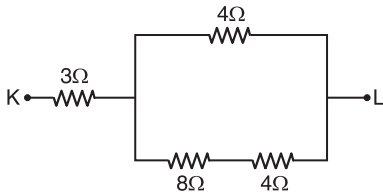
8.



Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohmdur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

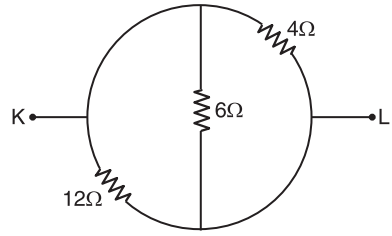
9.



Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohmdur?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

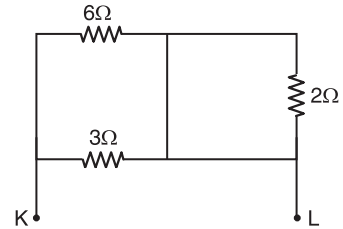
10.



Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohmdur?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 8

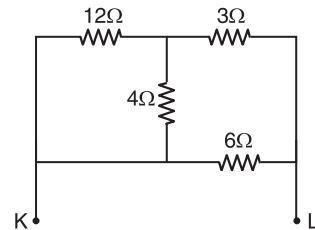
11.



Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohmdur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

12.



Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohmdur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

1.C

2.D

3.C

4.B

5.C

6.C

7.D

8.E

9.D

10.A

11.B

12.C

3.

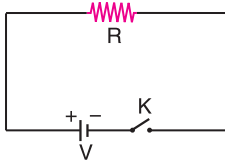
ELEKTRİK DEVRELERİ

Ohm Kanunu

Şu ana kadar akım, potansiyel fark ve direnci öğrendik. Şimdi de bu kavramlar arasındaki ilişkiden bahsedicez.

Bir iletkenin akım geçmesi için iletkenin uçları arasında potansiyel fark olması gerekir. Bunu önceki konuda anlattığımız gibi üreteç sağlar. Akım, yüksek potansiyelden düşük olana doğru geçer.

Basit bir elektrik devresi aşağıdaki gibidir.



Devredeki direnç, pil, anahtar gibi parçalara devre elemanları denir.

direnç; pil (üreteç); anahtar

Pilin uçları arasında V kadar gerilim (potansiyel fark) var. Anahtar açıkken pil devreye girmez. Anahtar kapatıldığında devreye bağlanan pil R direncinin uçları arasında potansiyel farkı oluşturur ve devreden akım geçer.

Bağlantılar için kullanılan tellerin direncini sıfır kabul ediyoruz.

İşte böyle bir devrede uygulanan potansiyel farkının, geçen akıma oranı sabit olup devreye bağlı dirence eşittir.

Devredeki pilin potansiyel farkını artırırsak aynı dirençten daha büyük akım geçer.

Bunu matematiksel olarak ifade edersek;

$$\text{Direnç} = \frac{\text{Potansiyel fark}}{\text{Akım şiddeti}}$$

$$R = \frac{V}{i}$$

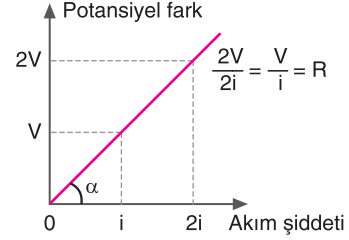
$$V = i \cdot R$$

V : Gerilim (Volt)

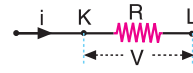
i : Akım şiddeti (Amper)

R : Direnç (Ohm)

Potansiyel fark (gerilim), akımla doğru orantılı artar. Bunu grafik üzerinde de görelim.



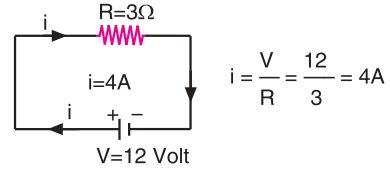
Elektrik devresinden bir parçayı inceleyelim.



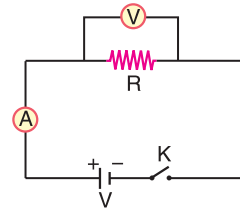
R direncinin iki ucu arasındaki potansiyel fark V kadar, üzerinden geçen akım da i kadar olsun.

Bu durum için ohm kanunu, $i = \frac{V_{KL}}{R}$ dir.

Bunu basit bir devre üzerinde uygulayalım. Üretecimizin gerilimi 12 V, direncimiz de $R = 3$ ohm olsun.



Elektrik devrelerinde iki nokta arasındaki potansiyel farkını ve telden geçen akımı ölçmek için voltmetre ve ampermetre dediğimiz ölçü aletleri kullanılır. Bunlardan kısaca bahsetmiştik. Şimdi biraz ayrıntıya girelim.

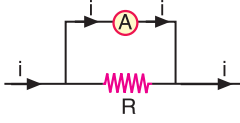


Ampermetre: Akım şiddeti ölçer.

Voltmetre: Potansiyel farkı ölçer.

Ampermetre: Devreye seri bağlanır ve üzerinden geçen akımı ölçer. İç direnci sıfırdır.

Yani dirençsiz düz tel gibi düşünülür.

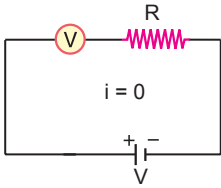


Şekildeki gibi paralel bağlanırsa **direnci kısa devre yapar**. Tüm akım Ampermetreden geçer.

- Harflendirme yaparken Ampermetrenin iki ucuna da aynı harf verilir. (Düz tel gibi)

Voltmetre: İki nokta arasındaki potansiyel farkını ($i \times R$) ölçer. Devreye paralel bağlanır, iç direnci sonsuz büyük kabul edilir. Voltmetre olan telden akım geçmez.

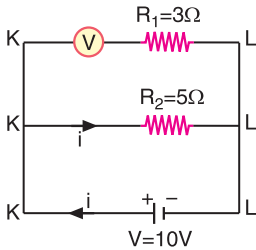
Harflendirirken iki ucuna farklı harf konulur.



Şekildeki gibi voltmetre devreye seri bağlanırsa bağlı olduğu kolda açık anahtar varmış gibi davranır.

Devreden akım geçmez.

Biraz daha iyi anlaşılması için bir örnek gösterelim.



Şekildeki gibi bağlı voltmetre- nin bağlı olduğu koldan (R_1 üzerinden) akım geçmez.

Buradaki voltmetre R_2 uçları arasındaki veya pilin uçları arasındaki potansiyel farkını ölçer.

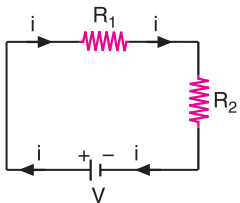
$$\text{Devredeki akım } i = \frac{V}{R_2} = \frac{10}{5} = 2A \text{ olur.}$$

ⓧ Voltmetrenin ölçtüğü değer $V = i \cdot R_2$ dir.

Buradaki R_1 hiç hesaba katılmaz.



Elektrik devresinde akım (i) dirençten geçerken (+) uçtan akıp devreyi dolaşarak (-) uca doğru giderken azalmaz.

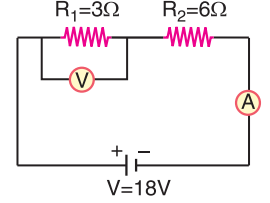


Pilden de i akımı geçer, R_1 ve R_2 den de i akımı geçer.

Akım (+) uçta başlayıp (-) uçta bitmez.

Örnek 1

İç direnci önemsiz üreteç, 3Ω ve 6Ω luk dirençlerle kurulu şekildeki devrede Ampermetre ve Voltmetrenin gösterdiği değerler nedir?

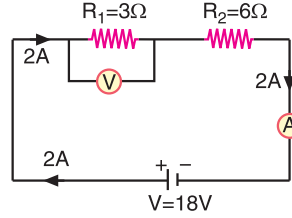


Çözüm 1

Önce pilin devreye vereceği akımı bulalım. Devrede tek bir pil var ve 18 Volt. Devredeki dirençler toplamı ise;

$$R_1 + R_2 = 3 + 6 = 9\Omega \text{ dur. Buradan,}$$

$$i = \frac{V}{R_{\text{es}}} = \frac{18}{9} = 2A \text{ olacaktır.}$$



Ampermetre üzerinden 2A akım geçer.

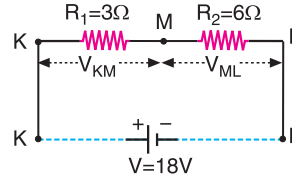
Voltmetre 3Ω luk direncin uçlarına bağlı ve bu dirençten 2A akım geçiyor.

$$V = i \cdot R \text{ den } V_1 = 2 \cdot 3 \text{ olup } V = 6 \text{ Volt ölçer.}$$

Sorulmadı ama R_2 üzerindeki potansiyel farkını da bulalım. Akım 2A ve direnç 6Ω olduğu için, $V_2 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ V}$

İki direncin uçlarındaki potansiyel farkları toplamı,

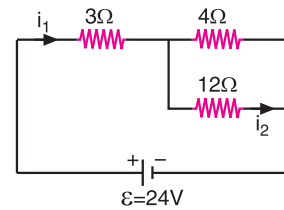
$$V_{KM} + V_{ML} = V_{KL} \quad 6 + 12 = 18 \text{ Volt}$$



Bu değer pilin potansiyel farkıdır.

Örnek 2

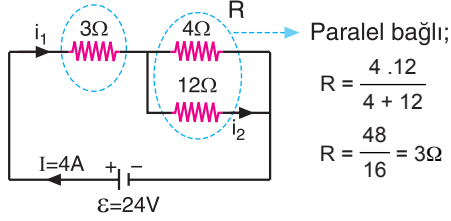
Şekildeki devrede üreticinin iç direnci önemsiz ve elektromotor kuvveti 24V tur.



Buna göre, 3Ω ve 12Ω luk dirençlerden geçen i_1 ve i_2 akımları kaç A dir?

Çözüm 2

Devredeki toplam direnci hesaplayıp pilden çıkan akımı bulalım.

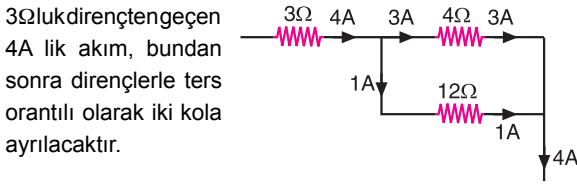


Devredeki 3Ω ve bulduğumuz 3Ω luk dirençler seri bağlı.

$$R_{es} = 3 + 3 = 6\Omega$$

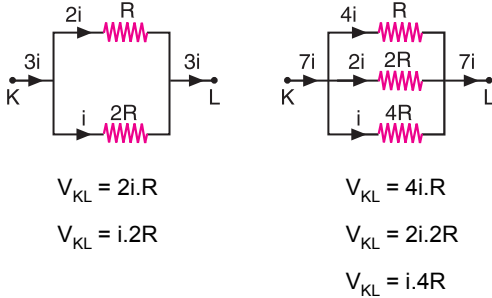
$$\text{Pilden çıkan akım } i = \frac{V}{R_{es}} = \frac{24}{6} = 4A \text{ olur.}$$

Pilden çıkan akım i_1 akımıdır. $i_1 = 4A$

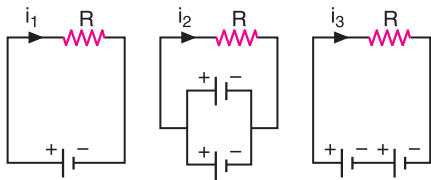


12Ω, 4Ω luk direncin 3 katı olduğu için 4Ω luk dirençten geçen akım 12Ω dan geçenin 3 katıdır. $i_2 = 1A$ olur.

- Akım kollara ayrılacağı zaman paralel kollaraki potansiyel farkı eşit olacağı için dirençlerle ters orantılı olarak kollara ayrılır. Toplam akım değeri korunur.

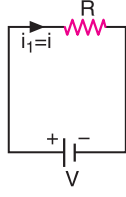


Örnek 3



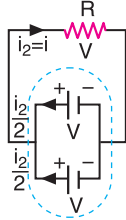
Özdeş üreteç ve dirençlerle kurulu şekildeki devrelerde dirençlerden geçen i_1 , i_2 , i_3 akımları arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 3



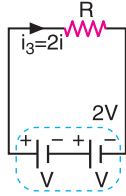
Devrede tek direnç ve üreteç var.

$$V = i_1 \cdot R \text{ dir. Bu akıma } i \text{ diyelim. } i_1 = i$$



Devrede iki üreteç (pil) var ve bunlar paralel bağlı. Toplam potansiyel fark bir pilinkine eşit olur. $V = i_2 \cdot R$ dir. Bu durumda $i_2 = i$ olur.

Fakat her pilden bu akımın yarısı $\frac{i}{2}$ geçer.



İki pil seri bağlanmış. Toplam potansiyel farkı iki katına çıkar. $2V = i_3 \cdot R$ dir. $i_3 = 2i$ olur.

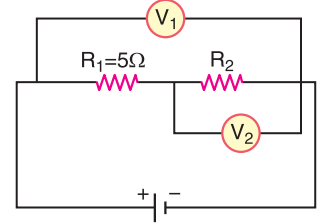
Pillerin ikisinden de aynı akım geçer.

Sonuç olarak $i_3 > i_2 = i_1$ olur.

Örnek 4

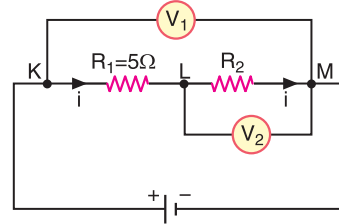
Şekildeki devrede $R_1 = 5\Omega$, $V_1 = 50$ Volt, $V_2 = 40$ Volt tur.

Buna göre, R_2 direnci kaç ohm dur?



Çözüm 4

Dirençlerin uçlarına K, L, M harfleri koyalım.



$$V_{KL} + V_{LM} = V_1 = 50 \text{ V ve } V_{LM} \text{ yani } V_2 = 40 \text{ V ise;}$$

bu durumda, $V_{KL} = 10 \text{ V}$ olur.

Dirençler seri bağlı olduğu için ikisinden de aynı akım geçer.

$$V_{KL} = 10 \text{ V tan akımı bulup, } V_{LM} \text{ de yerine koyalım.}$$

$$V_{KL} = i \cdot R_1$$

$$10 = i \cdot 5$$

$$i = 2A \text{ dir.}$$

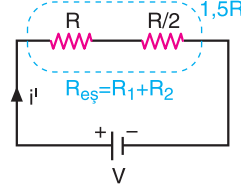
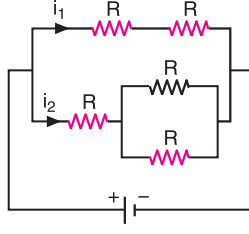
$$V_{LM} = i \cdot R_2$$

$$40 = 2 \cdot R_2$$

$$R_2 = 20 \Omega \text{ olur.}$$

Örnek 5

İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş beş dirençle kurulu şekildeki devrede i_1 ve i_2 akımları oranı, $\frac{i_1}{i_2}$ kaçtır?



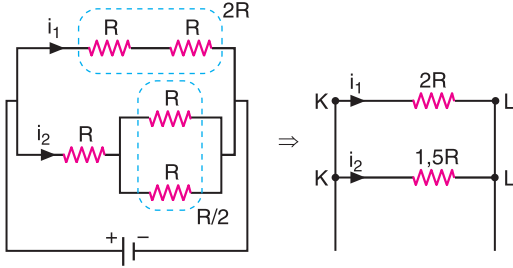
Devrenin eşdeğer direnci

$$R_{es} = 1,5R \text{ ve } i' = \frac{V}{1,5R} \text{ olur.}$$

$$\frac{i'}{i} = \frac{\frac{V}{1,5R}}{\frac{V}{2R}} \quad \frac{i'}{i} = \frac{2R}{1,5R} \cdot \frac{1}{1}$$

$$\frac{i'}{i} = \frac{2}{1,5} = \frac{4}{3} \quad i' = \frac{4}{3}i \text{ bulunur.}$$

Çözüm 5



i_1 akımı geçen koldaki toplam direnç $2R$, i_2 akımı geçen koldaki toplam direnç $1,5R$ dir. Bu iki koldaki potansiyel fark eşit olmalı.

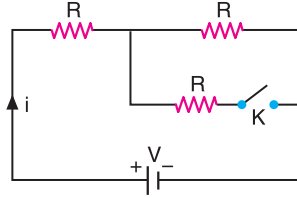
$$V_{KL} = V_{KL}$$

$$i_1 \cdot 2R = i_2 \cdot 1,5R$$

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{1,5R}{2R} = \frac{3}{4} \text{ olur.}$$

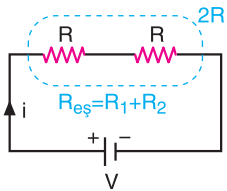
Örnek 6

İç direnci önemsiz üreteç ve R dirençleriyle kurulu şekildeki devrede K anahtarı açıkken devreden geçen akım i dir.



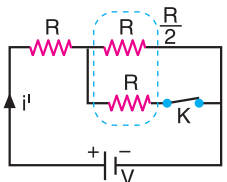
Anahtar kapatılınca devreden geçen akım kaç i olur?

Çözüm 6



Anahtarın açık olduğu durumda devre şekildeki gibidir. İki direnç seri bağlı $R_{es} = 2R$ ve

$$i = \frac{V}{2R} \text{ olur.}$$



Anahtar kapatılınca R direnci ikinci dirence paralel olarak bağlanır. Devrenin durumu şekildeki gibi olur.

Üreteçler (Piller)

Günlük hayatta kullandığımız elektrik enerjisi bir taraftan üretilirken bir taraftan harcanır, depolanamaz. Elektrik santrallerinde üretilen enerjinin depolanacağı bir sistem yoktur. Mesela bir şehirde akşam saatlerinde çok elektrik harcanacak diye gündüzden fazladan elektrik üretim hazır olma gibi bir durum yoktur. Eş zamanlı olarak bir taraftan üretilerek şebekeye aktarılan enerji diğer taraftan harcanır.

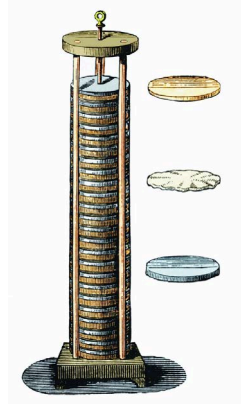
Pilleri elektrik enerjisinin depolandığı sistemlere benzetebiliriz ama tam olarak öyle değildir. Piller içinde kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Ama günümüzdeki tekrar doldurulabilen pillerle kimyasal reaksiyon tersine çalışır ve pilde elektrik bir bakıma depolanmış olur.

Bugün kullandığımız pillere kuru pil deniyor. Demek sulu-su da varmış:)

İlk pil Alessandro Volta tarafından 1800 yılında bulunmuştur. Enteresant bir hikayesi var.

Olayı başlatan, Luigi Galvani adındaki hem doktor hem fizikçi olan bilim insanıdır. Ölmüş bir kurbağa bacağındaki sinirlerin kesilirken bacağın kasılmasını görerek bunun üzerinden bir teori ortaya attı: "Hayvansal elektrik"

Buna göre, canlıları oluşturan hücreler elektrik içermektedir. Ve bu elektrik sürtünmeyle elde edilen statik elektrikten farklıdır.



Alessandro Volta bu teorelin yanlış olduğunu düşünüyordu. Kurbağa bacağındaki kasılmaların, farklı iki metalden kaynaklandığını düşünür. Volta'ya göre, bacağın uyarılması, iki farklı metalden ve hücre içindeki sıvıdan kaynaklanıyordu.

Elektrik elde edebilmek için iki farklı metale ve sıvıya ihtiyaç olduğunu düşündü. Bakır ve çinko madenleri alarak aralarına tuzlu

suya batırılmış süngerler yerleştiren Volta, elektrik akımını elde etmeyi başardı. Böylece Volta Pili adı verilen en ilkel pil bulundu.

Elektrikle ilgili bilgiler milattan önceki dönemlere kadar uzanır. Ancak bilimsel çalışmalar 17.yy da başlamıştır.

Önceleri sadece statik elektrikle ilgili (sürtünmeyle elde edilen, yıldırımlarda gözlenen vb.) bilgiler varken 19. yy da buna elektrik akımı da eklenmiştir.

Statik elektrik olaylarında anlık elektrik yüklenme ve boşalmaları olurken. Pilin icadıyla birlikte akımın kesintisiz ve uzun süreli elde edilmesi de bulunmuş oldu.



Piller devrelere sürekli akım sağlayan devre elemanlarıdır. Günümüzde kullanım amaçlarına göre farklı piller üretilmektedir.

En çok kullanılan kalem piller ise 1,5 V luktur.

Bu pilleri kullanım yerlerine göre paralel ve seri bağlayarak oluşturulan sistemlere batarya denir.

Bazen daha yüksek potansiyel farkı oluşturmak için seri bağlanan piller bazen de uzun ömürlü olması için paralel bağlanırlar. Paralel ve seri bağlama kurallarını önceki konumuzda anlatmıştık.

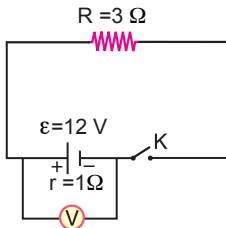
Pillerin devrede gösterimi şekildeki gibidir.

Buradaki "ε" pilin uçları arasındaki potansiyel farkı, "r" ise pilin iç direnci demiştik.

Bu iç direnç soruların genelinde ihmal edilecek ama biz burada kısaca anlatalım.

Devreye bir pil bağlanıp akım geçtiğinde, bu akımın pil üzerinden de geçeceğini anlattık. Pilin yapısından dolayı akıma karşı koyan dirence iç direnç denir.

İç direncin ihmal edilmediği bir durumda pilin uçları arasındaki potansiyel farkı bir voltmetre ile ölçülürse akım geçen ve geçmezken bu değer farklı olur.

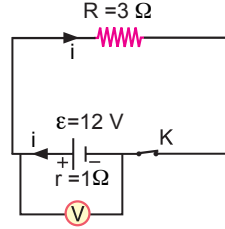


Anahtar açıkken devreden ve pilden akım geçmez. Bu durumda;

$$V = \varepsilon$$

$$V = 12 \text{ V}$$

Anahtar kapatılıp devreden akım geçerse, pilin iç direnci de hesaba katılacaktır. Bu hem devreden geçen akımı, hemde pilin uçlarındaki potansiyel farkını etkiler.



Anahtar kapanıp devreden ve pilden akım geçerse ölçülen değer, ε den daha az olur.

$$V = \varepsilon - i \cdot r$$

$$V = 9 \text{ V}$$

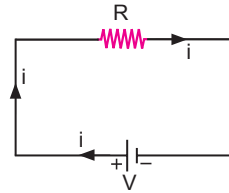
Yukarıda 9 V nasıl bulduk diye düşünmeyin. Bu işlemlere girip kafanızı karıştırmayalım.

Bilmeniz gereken; iç direnci olan bir pilden akım geçerse uçları arasındaki potansiyel fark üzerinde yazan değerden daha küçük olur. Enerjinin bir kısmı bu iç direnç tarafından harcanır. Mekanikteki sürtünme gibi düşünün. Sürtünmeyi ihmal ettiğimiz gibi pillerin iç direnci de çoğu soruda ihmal edilecek.

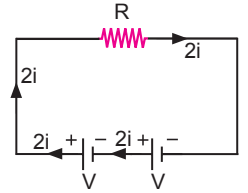
Pillerin seri ve paralel bağlandığı durumlarda devrede neler oluyor bir bakalım.

• Seri bağlı piller:

Piller seri bağlandıklarında potansiyel farkları artar. Herbirinin potansiyel farkı V olan özdeş iki pil seri bağlanırsa toplam potansiyel fark 2V olur. Böylece devreden ve piller üzerinden geçen akım artar.



$$V = i \cdot R$$



$$2V = 2i \cdot R$$

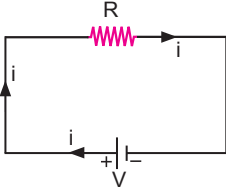
Akım 2i olunca herbir pilden i kadar akım gelmez. İkisinden de 2i akım geçer.

Seri bağlama daha büyük potansiyel fark oluşturmak için kullanılır.

Mesela 6 V ile çalışan bir radyoyu çalıştırmak için 4 tane 1,5 voltluk pil seri bağlanır. Herbir pilden aynı akım geçer.

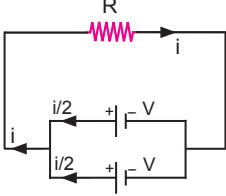
• Paralel bağlı piller:

Özdeş pillerin paralel bağlanması potansiyel farkını değiştirmez. Herbirinin potansiyel farkı V olan pillerden 2 tane ya da 3 tanesini paralel bağlarsak toplam potansiyel fark yine V kadar olur.



$$V = i \cdot R$$

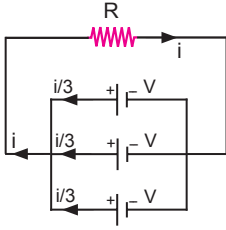
Devreden ve pilden i kadar akım geçer.



$$V_{\text{toplam}} = V$$

$$V = i \cdot R$$

Devreden i akımı geçer.
Pillerin herbirinden i/2 kadar.



$$V_{\text{toplam}} = V$$

$$V = i \cdot R$$

Devreden i akımı geçer.
Pillerin herbirinden i/3 kadar.

Şekillerdeki gibi piller paralel bağlanınca ana koldan, dirençten geçen akım değişmedi. Ama pillerden geçen akım azaldı. Tek pil varken i kadar akım geçiyordu, pil sayısı 2 olunca i/2, 3 olunca i/3 akımı geçiriyor.

Paralel bağlama pillerin çalışma süresini uzatmak için kullanılır. Bu durumda pillerin tükenme süresi kullanılan pil sayısı kadar uzar.

Pillerin Ömrü

Pillerin belli bir ömrü yani kullanım süresi olduğunu biliyoruz. Pil içinde depolanan enerji tükenince pil biter.

Pillerin fiziksel özellikleri ömrünü etkiler. Kumandalarda kullanılan ince kalem piller, normal kalem pilden daha kalın piller hepsi 1,5 V luktur. Ama iç yapıları birbirinden farklı olduğu için ömürleri daha farklıdır. Kalın olanlarda kimyasal reaksiyon daha uzun süre devam eder.

Bundan sonraki konuda elektrik enerjisini anlatıcaz, ama burada şu kadarını söyleyelim. Elektrik enerjisi akımla doğru orantılıdır. Pilden çekilen akım büyükse enerjisi çabuk biter, az akım çekilen pil ise daha uzun süre devreye akım verir.

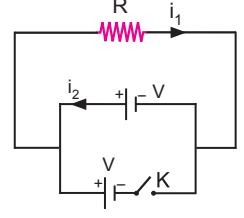
Özdeş pillerde pil ömrü pilden çekilen akımla ters orantılıdır.

Yukarıda anlattığımız paralel bağlama durumunda pillerin sayısı kaç olursa olsun toplam gerilim bir pilinkine eşittir. Devreden geçecek ana akım aynı olacaktır. Paralel bağlı piller bu akımı paylaşarak beraber sağlarlar.

Örnek 7

İç dirençleri ihmal edilen özdeş üreteçlerle kurulu şekildeki devrede R direncinden geçen akım i_1 , pilden geçen akım i_2 dir.

Buna göre, K anahtarı kapatılırsa i_1 ve i_2 akımları nasıl değişir?



Çözüm 7

Anahtarın açık olduğu durumda devrede tek üreteç ve tek direnç vardır. Devreyi tek akım dolaşacaktır.

Ohm kanununu yazarsak, $V = i \cdot R$ den

i_1 ve i_2 akımları birbirine eşit ve i kadar olur. $i_1 = i_2 = i$

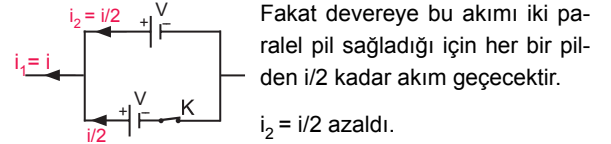
Anahtarı kapattığımızda üretece özdeş bir üretici paralel bağlamış oluruz.

Toplam potansiyel fark yine V kadar olur.

$V = i \cdot R$ değişmez.

Burada bulduğumuz akım; anakol akımıdır.

Yani dirençten geçecek olan i_1 akımı, $i_1 = i$ değişmedi.

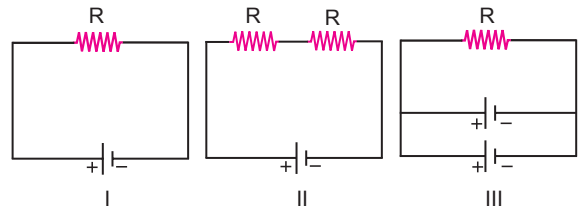


Fakat devreye bu akımı iki paralel pil sağladığı için her bir pilden i/2 kadar akım geçecektir.
 $i_2 = i/2$ azaldı.

İlk durumda anahtar açıkken tek pilin devreye akım verme süresi t kadar ise; anahtar kapalı iken, 2t olur.

Örnek 8

Şekildeki devreler iç direnci önemsiz özdeş üreteç ve dirençlerle kurulmuştur.



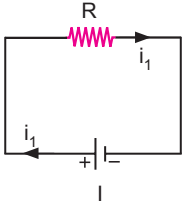
Buna göre, devrelerdeki üreteçlerin tükenme süreleri t_I , t_{II} ve t_{III} arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 8

Pilin tükenme süresi için pil üzerinden geçen akıma bakıcaz.

I. ve II. şekilde pilden geçen akımla devrede dolaşan akım aynı olacaktır. Piller özdeş herbirinin potansiyel farkına V diyelim.

I. şekilde bir pil ve bir direnç var.

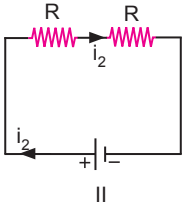


$V = i_1 \cdot R$ den dirençten geçen akım,

$$i_1 = \frac{V}{R} \text{ olur.}$$

Bu akım aynı zamanda pilden de geçer.

II. şekilde bir pil, seri bağlı iki direnç var; $R_{es} = 2R$ olur.

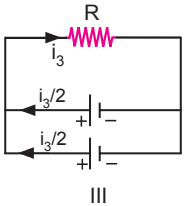


$V = i_2 \cdot 2R$ den dirençten geçen akım,

$$i_2 = \frac{V}{2R} \text{ olur.}$$

Bu akım aynı zamanda pilden de geçer.

III. şekilde bir direnç, paralel bağlanmış iki pil var. Piller paralel olduğundan toplam potansiyel fark bir pile eşittir. $V_{top} = V$



$V = i_3 \cdot R$ den dirençten geçen akım,

$$i_3 = \frac{V}{R} \text{ olur.}$$

Pillerin herbirinden bu akımın yarısı geçer. Bizim aradığımız akım $i_3/2$

Dirençlerden geçen akımlar,

I. de $i_1 = \frac{V}{R}$

↓

$2i$

II. de $i_2 = \frac{V}{2R}$

↓

i

III. de $i_3 = \frac{V}{R}$

↓

$2i$

Pillerden geçen akım I. ve II. de dirençten geçenle aynıken III. de dirençten geçen yarısı olur.

Bu durumda **pillerden geçen akım sırayla $2i$, i ve i olur.**

Sürelerde bu akımlarla ters orantılı olacağından I. nin tükenme süresine t dersek II. ve III. $2t$ olur.

Süreler arasındaki ilişki; $t_{II} = t_{III} > t_I$ olacaktır.

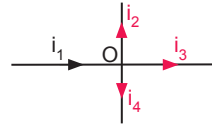
Kirchoff'un Akımlar ve Gerilimler Kanunu

Ohm kanunu temel ve basit elektrik devrelerini çözerken yeterli olurken, daha karmaşık devrelerde yeterli olmayabilir. Karışık elektrik devreleri için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan en çok bilineni de Krichoff yöntemidir.

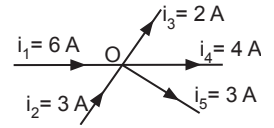
Krichoff yönteminde iki temel kural vardır. Bunlar akım kanunu ve gerilim kanunudur.

1. Akım Kanunu

Herhangi bir düğüm noktasına gelen akımlar toplamı ile çıkan akımlar toplamı eşit olmalıdır.



O noktasına gelen akım i_1
çıkan akımlar ise; i_2, i_3, i_4
Akım kanununa göre,
 $i_1 = i_2 + i_3 + i_4$

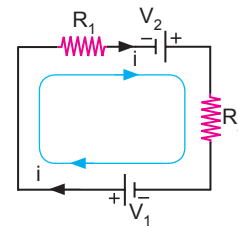


Gelen akımlar i_1 ve i_2
çıkan akımlar ise; i_3, i_4, i_5
Akım kanununa göre,
 $i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$
 $6 A + 3 A = 2 A + 4 A + 3 A$
 $9 A = 9 A$

2. Gerilim Kanunu

Bir devrede kapalı bir çevrede sağlanan (üretilen) gerilimlerin toplamı, harcanan gerilimlerin toplamına eşittir.

Daha anlaşılır olması için şöyle de söyleyelim. Kısaca, kapalı bir devre boyunca, potansiyel farklarının cebirsel toplamı sıfırdır.



Mantık gayet basit. Enerjinin korunumu sağlanmalı.

Üretilen gerilim ile tüketilen gerilim eşit olmalıdır.

Kutu içinde bir yön seçiyoruz. (Şekilde mavi renkli olan)

Kapalı yol boyunca;

$$V_{toplaml} = (i \cdot R)_{toplaml}$$

$$V_1 + V_2 = i \cdot R_1 + i \cdot R_2$$

Üreteçlerin oluşturacağı potansiyel fark, dirençlerin üzerindeki gerilimlerin toplamına eşit olmalı.

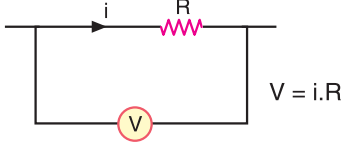
Akımlar kanunu ve gerilimler kanununa göre yazılan denklemler ortak olarak çözülerek devredeki akımlar hesaplanır. Ayrıntıya ve işleme girmiyoruz. Rahat olun ☺

Elektrik Enerjisi ve Güç

Elektrik Enerjisi

Enerji çeşitlerinden birinin de elektrik enerjisi olduğunu söylemiştik. Elektrik enerjisi günlük hayatta en çok kullandığımız enerji türlerinden birisidir. Elektrik enerjisi genelde diğer enerji türlerine dönüştürülerek kullanılır.

Elektrik enerjisi elektrik motorunda mekanik enerjiye, lambalarda ise ısı ve ışık enerjisine dönüşür.



Bir direnç üzerinden t süreyle i akımı geçerse, ısı enerjisi-ne dönüşen elektrik enerjisinin matematiksel ifadesi;

$$E = i^2 \cdot R \cdot t$$

$V = i \cdot R$ olduğu için, bu ifadeyi;

$E = V \cdot i \cdot t$ ve $E = \frac{V^2}{R} \cdot t$ şekillerinde de yazabiliriz..

V : Volt, i : Amper, t : Saniye, R : Ohm ise,

Enerji birimi jouledür.

Güç (P)

Gücün mekanikteki tanımını biliyoruz. Birim zamanda açığa çıkan (harcanan) enerjidir. Burada da birim zamanda açığa çıkan elektriksel enerjiye elektriksel güç diyeceğiz.

$P = \frac{E}{t}$ olduğuna göre;

yukarıdaki enerji formülleri zamana (t) bölünürse,

$$\left. \begin{aligned} P &= i^2 \cdot R \\ P &= V \cdot i \\ P &= \frac{V^2}{R} \end{aligned} \right\} \text{ Bu formüller; elektrikle çalışan bir aletin gücünü, yani birim zamanda harcadığı elektrik enerjisini gösterir.}$$

Gücün birimi Watt'tır. 1000W = 1 kW(kilowatt)



DİKKAT

Güç formülü; $P = \frac{E}{t}$

Buradan enerji $E = P \cdot t$ olduğu için, enerji birimi olarak;

"watt.saatt" te kullanılır. Daha yaygın kullanımı ise,

"kilowatt.saatt" tir. Kısaca kWh olarak yazılır.

Evlerimize gelen faturalarda enerji bu birimle gösterilir.

Örnek 9

Elektrikli bir ısıtıcının direnci 50Ω dur.

Bu ısıtıcı 200 voltluk doğru akım kaynağına bağlanarak 5 dakika çalıştırıldığında; kaç J ısı enerjisi verir?

Çözüm 9

Bizden sadece 5 dakikada açığa çıkacak ısı enerjisini istiyor. Enerji formülünü üç farklı şekilde yazarken aklınıza bunlardan hangisini kullanıcaz diye gelmiş olabilir. Gelmediyse de artık duydunuz. Pardon okudunuz :)

Cevap veriyorum: İşimize hangisi gelirse onu kullanıcaz.

Yani en az işlem yapmak için uygun olanı kullanıcaz.

Burda bizden akım istemediği için ($E = i^2 \cdot R \cdot t$) formülünü kullanmak akıllıca olmaz. Çünkü akımı hesaplamamız gerekir. Bilinenler; R , V ve t .

O zaman ($E = \frac{V^2}{R} \cdot t$) formülünü kullanmak daha mantıklı.

$E = \frac{V^2}{R} \cdot t$ verilenleri yerine koymadan zamanı saniyeye çevirelim. 5 dakika = $5.60 \text{ s} = 300 \text{ s}$

$$E = \frac{(200)^2}{50} \cdot 300 = \frac{40000 \cdot 1800}{50} = 800 \cdot 300$$

$E = 240000 \text{ joule} = 240 \text{ kJ}$ bulunur.

Soruda istenmemiş ama biz ısıtıcının gücünü de bulalım.

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ ise, } P = \frac{(200)^2}{50} \text{ olur. Bu da } 800 \text{ watt olur.}$$

Devreden geçen akımı da bulalım mı? İstemiyorsanız bulmayalım. Yeter ki siz istemeyin.

Örnek 10

Gücü 55 W olan bir ampul 220 volt doğru akım kaynağına bağlıyken üzerinden kaç A akım geçer ve 1 saatte kaç J enerji harcar?

Çözüm 10

Hangi formülü kullanacağımızı anlamak için verilenlere bakıyoruz. P , V ve t .

Dirençten hiç bahsetmediği için içinde R olan formüllerden uzak duralım:)

$P = V \cdot i$ ise, $55 = 220 \cdot i$ den $i = 0.25$ A bulunur.

$E = V \cdot i \cdot t$ veya $E = P \cdot t$ de bilinenleri yerine koyalım.

Zamanı saniyeye çevirmeyi unutmayın. 1 saat = 3600 s

$E = 55 \cdot 3600$ buradan, $E = 198000$ J = 198 kJ yapar.

Acaba diğer formülden de aynı şey çıkacak mı?

Önce direnci bulalım.

$V = i \cdot R$ den $220 = 0,25 \cdot R$ ise, $R = 880 \Omega$ bulunur.

$E = i^2 \cdot R \cdot t$ de yerine koyalım.

$E = (0,25)^2 \cdot 880 \cdot 3600$

$E = 198000$ J Evet aynısı çıkıyormuş.

Örnek 11

Bir evde kullanılan çamaşır makinesinin gücü 500 W tır. Bu evde haftada 2 kere 2 saat çamaşır makinesi çalışıyor.

Elektriğin kWh fiyatı 0,5 TL olduğuna göre, çamaşır makinesinin aylık masrafı kaç TL dir. (bir ay 4 hafta kabul edilecek)

Çözüm 11

Ayda 4 hafta varsa makine haftada 2 ayda 8 kere çalışacaktır. Her çalışması 2 saat ise toplamda 16 saat çalışmış olur.

$E = P \cdot t$

$E = 500 \cdot 16 = 8000$ Watt.saat 8 kWh yapar.

kWh fiyatı 0,5 TL ise toplamda $0,5 \cdot 8 = 4$ TL yapar.

Lamba Parlaklığı

Lamba sorularında bahsedilen lambalar, içinde direnç olan araçlardır (Florosan veya led değil). Bir lambadan akım geçince, direnç üzerinde elektrik enerjisi ısı ve ışık enerjisine dönüşür.

Lambaların parlaklığı lambanın gücüyle orantılıdır.

Gücü büyük olan lamba daha parlak ışık verir.

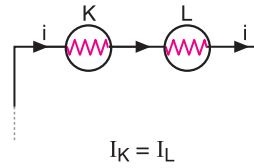
Özdeş lambalardan bahsedilince direnci eşit olan lambalar kastedilir.

Lamba sorularının neredeyse tümünde özdeş lambalar kullanıldığından dirençler aynı olur.

Güç formülleri; $P = i^2 \cdot R$ ve $P = \frac{V^2}{R}$

Lambalar özdeş yani R'ler aynı olunca, güç ve parlaklık için akıma (i) veya potansiyel farkına (V) bakmak yeterli olur.

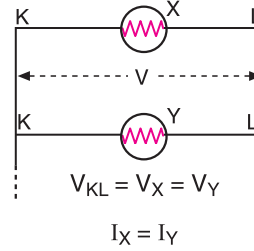
• Seri bağlı lambalar:



Özdeş K ve L lambalarından aynı akım geçecektir (Seri bağlı). Bu durumda parlaklıklarda eşittir.

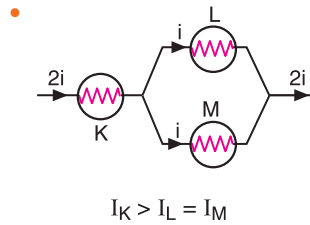
(I: Lamba parlaklığı)

• Paralel bağlı lambalar:



Özdeş X ve Y lambaları aynı KL noktaları arasına bağlandı. Potansiyel farkları eşit olduğundan (paralel bağlı) parlaklıklarda eşittir.

(I: Lamba parlaklığı)

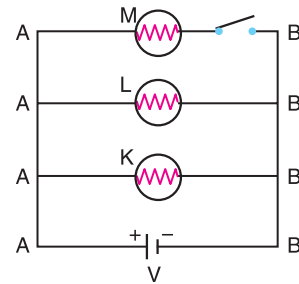


K lambası üzerinden geçen akım iki kola eşit ayrılır. Paralel L ve M'den, K'den geçen yarısı kadar akım geçer.

K nin parlaklığı L ve M nin 4 katıdır.

Güç akımın karesi ile doğru orantılıdır.

Evde bir odanın lambası açıkken diğer odalarinki de açılırsa parlaklıklar azalmaz. Çünkü evdeki tüm lamba ve elektrikli aletler birbirine paralel bağlıdır.



Şekildeki devrede anahtar kapatılıp K ve L ye paralel M lambası da eklenirse K ve L nin parlaklığı değişmez.

M de aynı şiddetle ışık vermeye başlar.

Her lambanın uçları arasındaki potansiyel farkı

$V_{AB} = V$ olur.

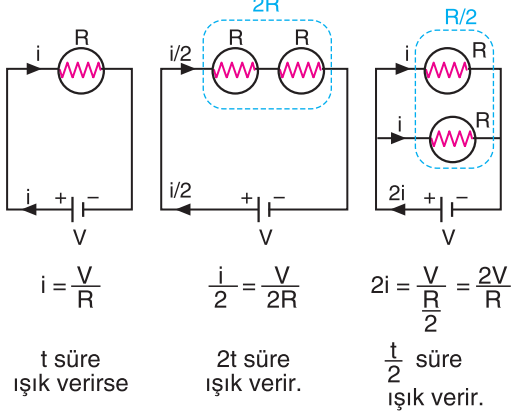
Toplam parlaklık arttığı için bu kârlı bir işmiş gibi gelebilir. Fakat malesef öyle olmaz!

Enerjinin korunumundan dolayı. Daha fazla parlaklık, daha fazla enerji harcamak demektir.

Devreye paralel lamba bağladıkça diğer lambalar üzerinde aynı akım geçmeye devam eder. Ama pilden geçen (çıkan) akım artar. Pil daha kısa sürede tükenir.

Bir devredeki pilin tükenme süresinin üreteç (pil) lerden geçen akımla ters orantılı olduğunu söylemiştik.

Lambaların olduğu aşağıdaki devrelerde pillerin tükenme ya da lambaların ışık verme sürelerini görelim.

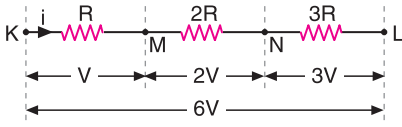


Pillerden çıkan akımlarla ters orantılı olarak süreleri bulduk.

- Lamba parlaklığı sorularında özdeş lambalar için akım ve potansiyel farkından yararlanacağız demiştik.

Akımı kollara ayırmadan bahsettik ve dirençlerden geçen akımları bulmayı öğrendik.

Şimdi dirençlere (lambalara) potansiyel farkını nasıl paylaştıracağımızı öğrenelim.



Şekildeki devre parçasında R , $2R$, $3R$ dirençleri seri bağlı olduğu için hepsinin üzerinden i akımı geçer. Her direnç üzerindeki potansiyel farkı, akımla direncin çarpımı kadardır.

$$V_{KM} = i \cdot R = V \text{ ise}$$

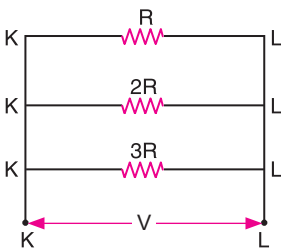
$$V_{MN} = i \cdot 2R = 2V$$

$$V_{NL} = i \cdot 3R = 3V \text{ olur.}$$

Seri dirençlerde potansiyel farkı dirençle doğru orantılıdır.

$$V_{KL} = V_{KM} + V_{MN} + V_{NL} \text{ dir.}$$

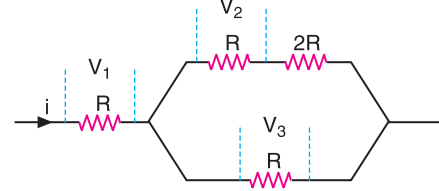
$$V_{KL} = V + 2V + 3V \text{ ise, buradan } V_{KL} = 6V \text{ olur.}$$



Aynı noktalar arasında olan dirençlerin (paralel bağlı olanlar) değerleri ne olursa olsun, uçları arasındaki potansiyel farkı eşittir.

Örnek 12

Şekildeki i akımı geçen devre parçasında, R dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkları V_1 , V_2 , V_3 tür.

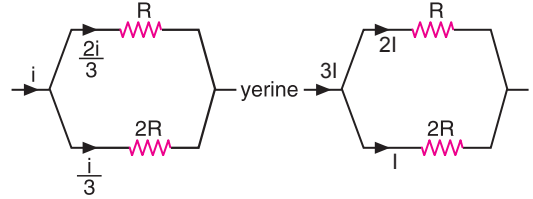


Buna göre, V_1 , V_2 , V_3 arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 12

Önce şunu söyleyelim. Bize soruda sayısal değer sorulmayıp, karşılaştırma veya oran sorulursa; yani V kaç voltur diye değilse, $\frac{V_1}{V_2}$ oranı nedir? V_1 , V_2 arasındaki ilişki nedir? diye sorulursa, potansiyel paylaştırılırken veya akımı kollara ayırırken, kesirli sayılarla uğraşmamak için en küçük olana bir değer verip, katları cinsinden gidilmesi daha iyidir.

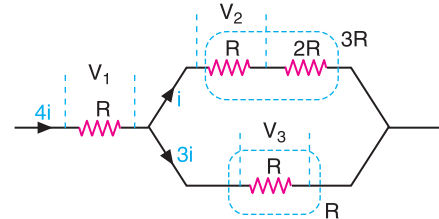
Mesela;



i akımını R ve $2R$ 'ye paylaştırmak için 3 'e bölüp; $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$ demek yerine;

Büyük direnç $2R$ 'den geçecek akım küçük olacağı için, $2R$ den geçene I deyiş, R ye $2I$, toplamada $3I$ denir.

Şimdi soruda ve bize verilen i akımını yok sayalım.



Paralel olan kısımdan başladık. Üst koldaki toplam direnç $(R + 2R) = 3R$ daha büyük olduğu için buradan geçen akıma i dersek, alt koldaki R den geçen akıma ters orantılı olarak $3i$ akımı verdik.

Kollardaki akımlar toplamı gelen akım olacağı için gelene $4i$ dedik. Bu durumda;

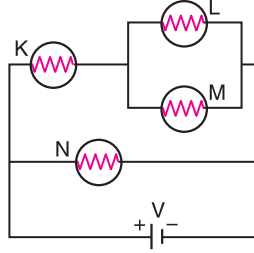
$$\begin{aligned} V_1 &= 4i \cdot R & V_2 &= i \cdot R & V_3 &= 3i \cdot R \\ V_1 &= 4V & V_2 &= V & V_3 &= 3V \end{aligned}$$

$V_1 > V_3 > V_2$ bulunur.

Örnek 13

İç direnci önemsiz üreteçle kurulu şekildeki devrede lambalar özdeşdir.

Buna göre, lamba parlaklıkları I_K , I_L , I_M , I_N arasındaki ilişki nedir?

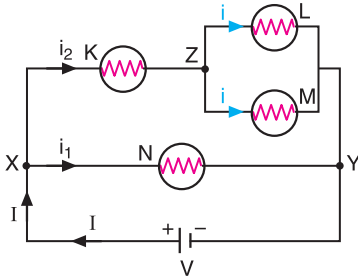


Çözüm 13

Sorudaki lambalar özdeş oldukları için hepsinin dirençleri eşittir. Parlaklık gücü orantılıydı.

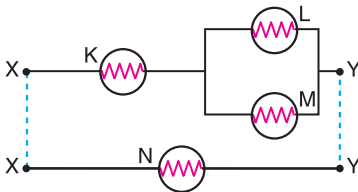
$P = i^2 \cdot R$ ve $P = \frac{V^2}{R}$ den, R'ler aynı olduğu için akıma bakarak veya lambaların uçları arasındaki potansiyel farkına bakarak çözebiliriz.

Önce akımdan çözelim;



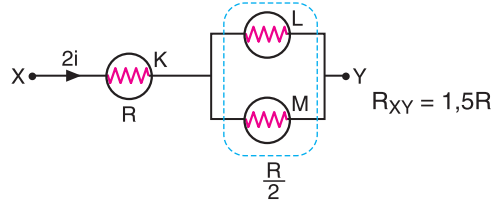
Pilden çıkan akım X noktasına gelince iki kola ayrılır. Sonra i_2 akımı Z noktasına gelince tekrar ikiye ayrılır. Pilden çıkan I akımını kollara ayılırken bölmek yerine L ve M den geçecek akımlara i diyerek başlayalım.

L ve M özdeş ve paralel oldukları için K lambasından gelen akım eşit olarak L ve M ye ayrılır. Bu durumda K den geçen $i_2 = 2i$ olmalıdır.



K, L, M lambalarının olduğu üst kol ve N nin bulunduğu kol aynı noktalar arasında, yani paraleldir.

Her lambanın direncine R dersek K, L, M'nin bulunduğu kolun eşdeğer direnci $1,5R$ olur. Şekilden kontrol edin.



i_2 akımının geçtiği koldaki $R_{eş} = 1,5R$

i_1 akımı geçen kolda sadece N lambası yani R var.

Bunlar paralel olduğu için, $V_{XY} = V_{XY}$

$i_2 \cdot 1,5R = i_1 \cdot R$ olmalıdır.

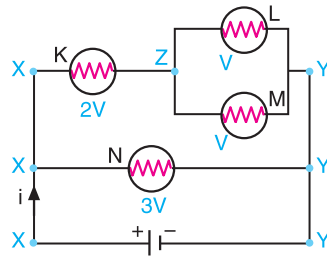
i_2 'ye $2i$ demiştik, bu durumda;

$2i \cdot 1,5R = i_1 \cdot R \Rightarrow i_1 = 3i$ olur. (N den geçen akım)

$P = i^2 \cdot R$ olduğu için, en büyük akım geçen N en parlaktır. Sonra $2i$ geçen K gelir.

L ve M den i akımı geçtiği için bunlar eşit parlaklıkta olurlar. $I_N > I_K > I_L = I_M$ dir.

Şimdi de potansiyel farkından çözelim.



L nin potansiyeline V dersek paralel olan M de V olur.

Z-Y arasında eşdeğer direnç $R/2$ ve potansiyel V iken K'nin uçları arasındaki potansiyel $2V$ dir.

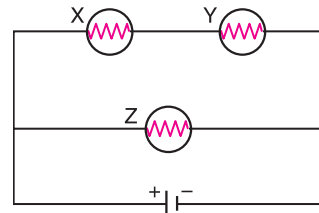
$V_{XY} = V_{XZ} + V_{ZY}$ ise, $V_{XY} = 2V + V$ den $V_{XY} = 3V$ olur.

Bu N nin de potansiyelidir.

$P = \frac{V^2}{R}$ den, $I_N > I_K > I_L = I_M$ olacaktır.

Örnek 14

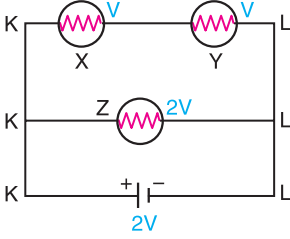
İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş X, Y, Z lambalarıyla kurulan şekildeki devrede lambaların parlaklıkları I_X , I_Y , I_Z dir.



Buna göre, I_X , I_Y , I_Z arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 14

Özdeş lambaların direnci eşit.



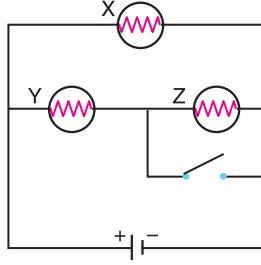
Şekildeki gibi harflendirince pilin potansiyeli (K-L arasındaki) X ve Y arasında paylaşılırken, Z bunun tamamını alır (Direkt pile paralel).

Bu durumda, $P = \frac{V^2}{R}$ olduğu için; $I_Z > I_Y = I_X$ olur.

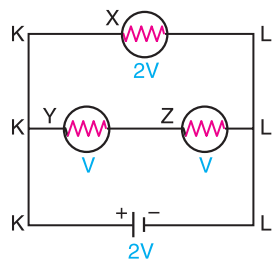
Örnek 15

Şekildeki özdeş lambalar ve iç direnci önemsiz üreteçle kurulan devrede anahtar açıkken tüm lambalar ışık vermektedir.

Buna göre, anahtar kapatılırsa lambaların parlaklığı nasıl değişir?

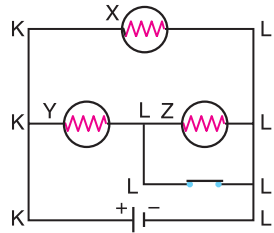


Çözüm 15



İlk durumda pilin potansiyeli X tarafından tek başına kullanılırken, Y ve Z aynı potansiyeli paylaşıyorlar. Bu durumda parlaklıklar arası ilişki

$X > Y = Z$ dir.



Anahtar kapatılırsa Z kısa devre olur ve söner. Y nin uçları K-L olduğu için potansiyeli tek başına kullanır. X'in durumunda bir değişiklik olmaz.

X, aynı parlaklıkta (değişmez)

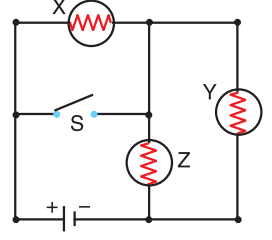
Y, potansiyeli arttı (daha parlak)

Z potansiyeli sıfır oldu (Kısa devre; söner)

Örnek 16

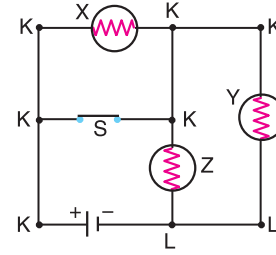
Özdeş lambalar ve iç direnci önemsiz üreteçle kurulmuş şekildeki devrede tüm lambalar ışık vermektedir.

S anahtarı kapatılırsa lambaların hangileri ışık vermeye devam eder?



Çözüm 16

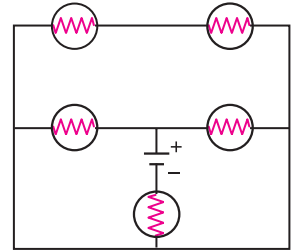
Kısa devre yaparak sönen lamba olup olmadığını görmek için harflendirelim.



İki ucu aynı harf olan lamba kısa devredir. Bu durumda X lambası söner. Y ve Z ışık vermeye devam eder.

Örnek 17

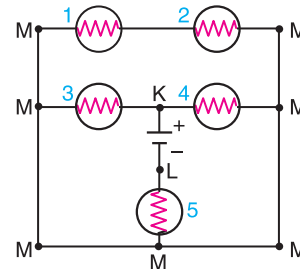
Özdeş lambalarla kurulu şekildeki devrede kaç lamba ışık verir?



Çözüm 17

Benzerlerini ÖSYM nin de sorduğu çok bilinen bir lamba sorusu. Biraz ayrıntılı anlatıcaz, dikkatli takip edin.

Harflendirerek kısa devre var mı bakalım.



Pilin bir ucuna K diğer ucuna L dersek. Şekilde başka K ve L diyecek yer olmadığını görürüz.

L noktasının altındaki 5. lambanın altındaki noktaya M dersek düz tel boyunca her yere M harfi gelir. 3, 4, 5 lambalarının

uçları farklı harflerle gösterildiği için ışık verirler.

İki ucu aynı harfle gösterilen lamba kısa devre olur ışık vermez.

Dikkat etmemiz gereken şey 1 ve 2 lambaları arasına harf vermemek. Seri olan 1 ve 2 nin uçları M olduğu için 1 ve 2 beraber kısa devre olurlar (Işık vermez).

Uçları aynı harflerle gösterilen 3 ve 4 (K-M arası) aynı parlaklıkta yanar.

5 lambası pilin bağlı olduğu tel üzerinde olduğu için pil ve 5 numaralı lambadan aynı akım geçer. 5 en parlak yanar.

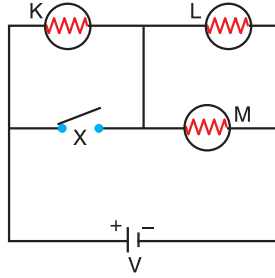
Bu durumda ışık veren lamba sayısı 3

Bu lambalardan 5 en parlak, 3 ve 4 eşit parlaklıktadır.

Örnek 18

İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş lambalarla kurulu şekildeki devrede X anahtarı açıktır.

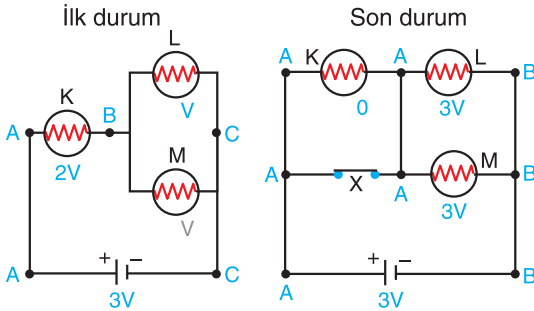
Buna göre, X anahtarı kapatılırsa lamba parlaklıkları nasıl değişir?



Çözüm 18

Devrenin ilk durumu değiştirilince eşdeğer direnç ve pilden çıkan akım da değişir. Bu tip sorularda akımdan gitmemek daha mantıklıdır. Potansiyellere bakalım.

İki durumu ayrı ayrı çizsek

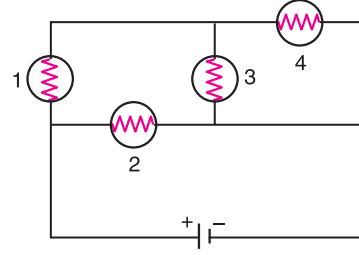


İlk durumda: Pilin verilen V değerine bakmadan paralel L ve M'ye V dersek, K 2V olur. Bu durumda pili 3V kabul etmiş oluruz.

Son durumda: Önce pili 3V göstereceğiz. Aynı pil olduğu için farklı değer veremeyiz. Harflendirdiğimizde X anahtarı kapatılınca K lambasının kısa devre olduğunu görürüz.

L ve M nin uçları pile doğrudan bağlı olur. Bu durumda L'de, M'de 3V'dir. **K söner, L ve M nin parlaklığı artar.**

Örnek 19



İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş lambalarla kurulu devrede;

I. Parlaklığı en fazla olan 2 dir.

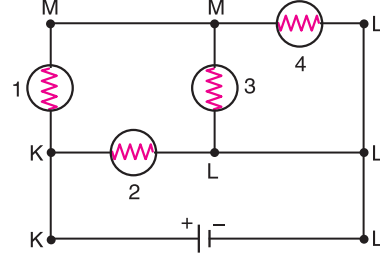
II. 1 ve 3 ün parlaklığı eşittir.

III. 3 ve 4 ün parlaklığı eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

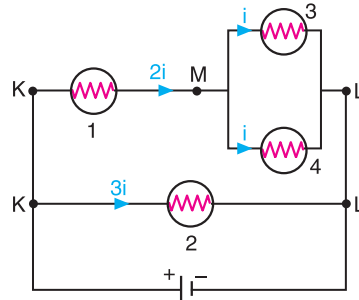
Çözüm 19

Devrede değişiklik yapılmadığı için akımdan da çözebiliriz, potansiyelden de. Önce devreyi harflendirek daha iyi anlayabileceğimiz hale getirelim.



Pilin bir ucuna K diğerine L deyip diğer noktalara taşıdık. Boş kalan yere M dedik.

2. Lamba K-L arasında, yani pile doğrudan bağlı, bu durumda potansiyelin tamamını alır. Devreyi çizerek görelim.



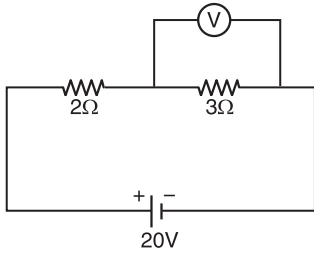
2. lamba en parlak demiştik. 3 ve 4 paralel ve eşit parlaklıktadır. 1. ise bu ikisinden daha parlaktır.

2 en parlak **I. doğru,**

3 ve 4 eşit parlaklıkta **III. doğru,**

1'den geçen akım 3'ten geçenden fazla **II. yanlış.**

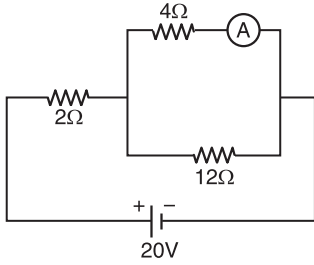
1.



İç direnci önemsiz üreteç ve 2Ω , 3Ω luk dirençlerle kurulmuş şekildeki devrede voltmetrenin gösterdiği değer kaç voltur?

- A) 4 B) 8 C) 12 D) 16 E) 20

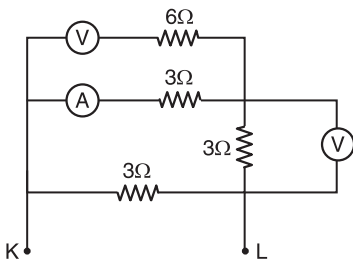
2.



Şekildeki devrede ampermetrenin gösterdiği değer kaç amperdir? (Pilin iç direnci önemsizdir.)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

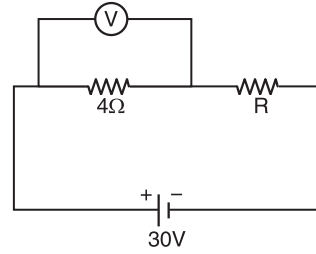
3.



Şekildeki devrede K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm'dur?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 12

4. Şekildeki devrede voltmetrenin gösterdiği değer 12 voltur.

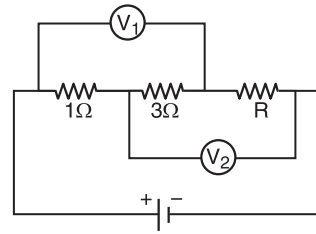


Buna göre, R direnci kaç ohm'dur?

(Pilin iç direnci önemsizdir.)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

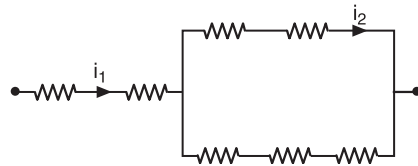
5.



Şekildeki devrede $V_1 = 12$ volt, $V_2 = 15$ volt olduğuna göre, R direnci kaç ohm'dur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

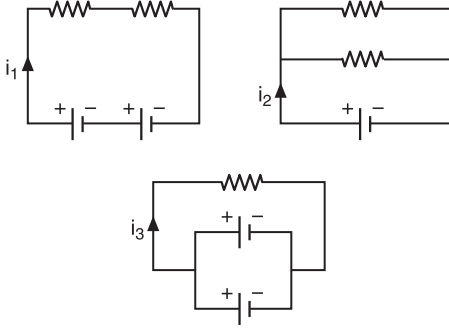
6.



Özdeş dirençlerden oluşan şekildeki devre parçasında i_1 ve i_2 akımları oranı, $\frac{i_1}{i_2}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{5}{4}$ D) $\frac{5}{3}$ E) $\frac{5}{2}$

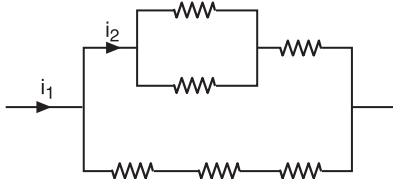
7.



Özdeş üreteç ve dirençlerle kurulan şekildeki devrelerde belirtilen noktadaki akımlar i_1 , i_2 , i_3 arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $i_1 > i_2 > i_3$ B) $i_1 = i_2 > i_3$
 C) $i_1 = i_3 > i_2$ D) $i_2 > i_1 = i_3$
 E) $i_3 > i_1 > i_2$

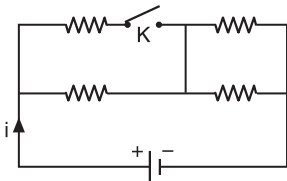
8.



Özdeş dirençlerden oluşan şekildeki devre parçasında i_1 ve i_2 akımları oranı, $\frac{i_1}{i_2}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3

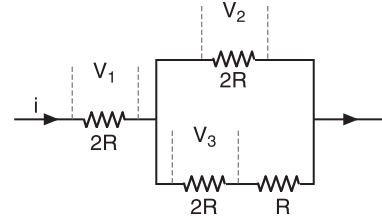
9. İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş dirençlerle kurulan şekildeki devrede K anahtarı açıkken devreden geçen akım i dir.



Buna göre, anahtar kapatılırsa ana koldan geçen akım kaç i olur?

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3

10.

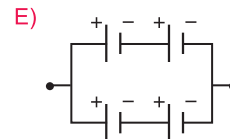
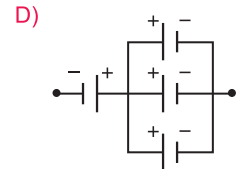
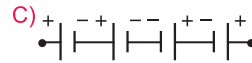
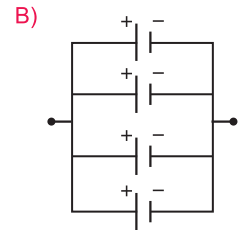
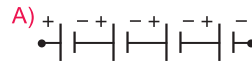


Şekildeki i akımı geçen devre parçasında $2R$ dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkları V_1 , V_2 ve V_3 arasındaki ilişki nasıldır?

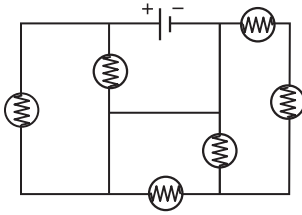
- A) $V_1 > V_2 > V_3$ B) $V_1 > V_3 > V_2$
 C) $V_3 > V_1 > V_2$ D) $V_1 = V_2 > V_3$
 E) $V_1 = V_2 = V_3$

11. 12 volt ile çalışan bir radyo için 6 voltluk dört adet pil kullanılmıştır.

Buna göre, pillerin bağlanma şekli aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



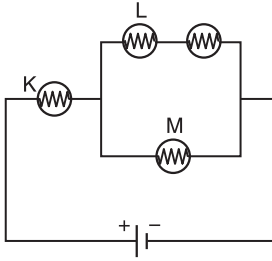
12.



Özdeş lambalarla kurulan şekildeki devrede kaç lamba ışık verir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

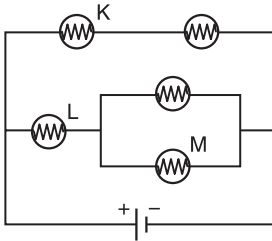
13.



Özdeş lambalarla kurulmuş şekildeki devrede K, L, M lambalarının parlaklıkları arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $K > L > M$ B) $K > M > L$
 C) $M > L > K$ D) $K > L = M$
 E) $L = M > K$

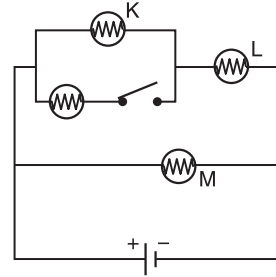
14.



Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede K, L, M lambalarının parlaklıkları arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $K > L > M$ B) $K > M > L$
 C) $M > K > L$ D) $L > K > M$
 E) $L > M > K$

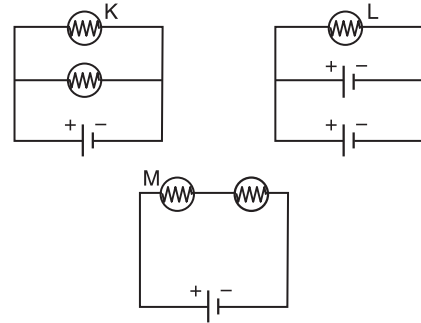
15. Şekildeki özdeş lambalar ve iç direnç önemsiz üreteçle kurulan devrede anahtar açıkken K, L, M lambaları ışık vermektedir.



Buna göre, anahtar kapatılırsa lambaların parlaklığı nasıl değişir?

- | | K | L | M |
|----|-------|-------|----------|
| A) | Artar | Artar | Artar |
| B) | Azalı | Azalı | Azalı |
| C) | Artar | Artar | Değişmez |
| D) | Azalı | Azalı | Değişmez |
| E) | Azalı | Artar | Değişmez |

16.



İç direnci önemsiz özdeş üreteç ve özdeş lambalarla kurulan şekildeki devrelerde K, L, M lambalarının ışık verme süreleri arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $t_K > t_L > t_M$ B) $t_L > t_K > t_M$
 C) $t_M > t_K > t_L$ D) $t_K > t_L = t_M$
 E) $t_L = t_M > t_K$

MıKNATIS VE MANYETİZMA

Demir, nikel, kobalt gibi maddeleri çeken maddelere **mıknatıs** denir. Mıknatısla ve mıknatıslık etkisiyle ilgili olayları inceleyen fiziğin alt alanına da **manyetizma** denir.

Mıknatıs doğada demirin bir oksiti (Fe_3O_4) olarak bulunabileceği gibi insanlar zamanla yapay mıknatıslar da olabileceğini görmüşler. Günümüzde doğal mıknatıslardan daha güçlü yapay mıknatıslar üretilmektedir.

Mıknatısın çektiği demir, nikel, kobalt gibi maddeler sürtünmeyle, etkiyle ve dokunmayla mıknatıslık özelliği kazanabilir.

Ayrıca üzerinden akım geçen bir iletken çevresinde de mıknatıslık etkisi oluşur. (Bu mıknatıslık etkisine manyetik alan denir.) Konunun ilerleyen kısmında akımın manyetik etkisinden ayrıca bahsedeceğiz.

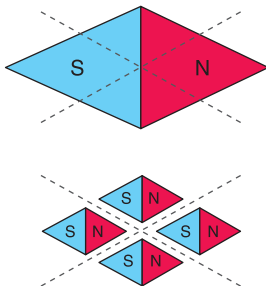


Pusulaların içinde de mıknatıs vardır. Buna pusula iğnesi diyoruz.

Tam orta noktasından asılan bir çubuk mıknatıs kuzey – güney doğrultusunda dengede kalır. Mıknatısın kuzeyi gösteren ucu N, güneyi gösteren ucu da S harfiyle gösterilir ve bunlara mıknatısın manyetik kutupları denir. (İngilizce kuzey – güney anlamında)

Kutuplar mıknatıslık etkisinin en güçlü olduğu yerlerdir.

Bir mıknatısı ne kadar küçük parçalara bölersek bölelim tek kutuplu bir mıknatıs elde edemeyiz en küçük parçada bile N, S kutupları bulunur.



Dört parçaya ayıralım.

İlk parçanın hangi tarafı N ise küçük parçalarında o tarafı N olur. Tabi biz çevirmezsek 😊

Peki mıknatısı diğer maddelerden ayıran nedir? Yani neden ve nasıl mıknatıslık etkisi gösterir?

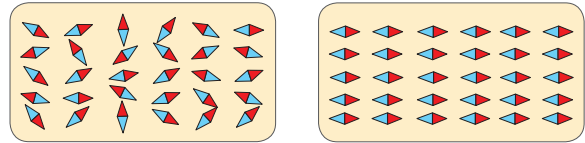
Çok ayrıntıya girmeden kısaca anlatalım.

Mıknatısı böldüğümüzde her bir parçanın yine N-S kutuplu mıknatıs olacağını, parçalar ne kadar küçülürse küçülsün tek kutuplu bir mıknatıs elde edilemeyeceğini söyledik. Bu bölme atom boyutlarına kadar indiğinde de sonuç değişmez.

Mıknatıslığın sebebi atomun yapısında bulunan yüklü taneciklerin (elektron) hareketine kadar gider.

Maddelerin içinde moleküler boyutta minik mıknatıslar olduğunu düşünün. Maddenin cinsine göre bunların kuvvetleri de farklıdır.

Bu moleküler mıknatıscıklar madde içinde rastgele dağıldığından birbirlerinin etkilerini yok ederler.



Mıknatıs etkisi olmayan demir.

Mıknatıs

Mıknatıs içindeyse bu minik mıknatıslar hepsi aynı yönde dizildikleri için birbirlerinin etkilerini güçlendirir ve çevrelerinde mıknatıslık etkisi (manyetik alan) oluştururlar.

Bazı maddelerde de bu minik mıknatıscıkların etkileri çok zayıftır. Bazılarında ise güçlü olsalar da rastgele dağılım nedeniyle toplam etki sıfır olur.

Mıknatısların çektiği demir, nikel, kobalt gibi maddelere manyetik maddeler denir. Bu maddeler aynı zamanda uygun şartlarda mıknatıslık özelliği kazanabilen maddelerdir.

Bir etki ile manyetik maddeler içindeki moleküler boyutlardaki mıknatıscıklar aynı yönde yönlendirilirse geçici olarak mıknatıslık özelliği kazanmış olurlar.

Bu etki bazen bir mıknatısa yaklaşma, bazen sürtme, bazen dokunma olur.

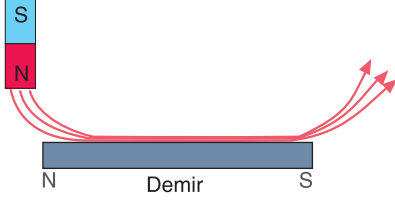
Hatta döverek bile mıknatıslanma gerçekleşebilir 😊

Gülmeyin anlatıcım nasıl olduğunu.

Yapay Mıknatıslar

Sürtünmeyle Mıknatıslanma

Bir demir çubuğa mıknatıs boydan boya ve sürekli aynı yönde sürtülürse demir çubuk mıknatıslanır.



Burada önemli olan mıknatısın tek yönde sürtünmesidir. İleri geri sürtünürse olmaz.

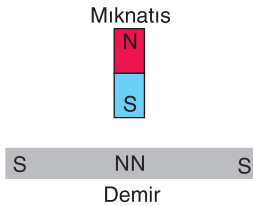
Mıknatısın demire ilk dokunan tarafı dokunan kutupla aynı cins, son dokunan tarafı zıt cins kutuplanır.

Etkiyle Mıknatıslanma

Bir mıknatısın yeterince yakınına demir (veya mıknatısın çektiği nikel, kobalt) yaklaştırılıp tutulursa demirin mıknatısa yakın ucu zıt kutuplu olacak şekilde mıknatıslanır.

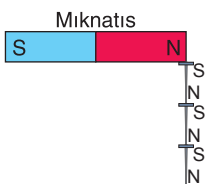


Mıknatıs demir bir çubuğun orta noktasına yaklaşırsa bu sefer karşısındaki orta nokta zıt kutup, uçlar aynı kutup olacak şekilde aşağıdaki gibi mıknatıslanır.



Dokunmayla Mıknatıslanma

Bir mıknatısa dokunan demir gibi maddelerde mıknatıslanır. Mıknatısa yapışan toplu iğne veya çivilerinde mıknatıs gibi birbirini çektiğini görmüşsünüzdür.



Mıknatısa yapışan raptiyelerin N ye yapışan tepe kısmı S, ucu N kutubu olur. Yani dokunan nokta zıt kutup, diğer uç aynı kutup olur.

Şimdi döverek mıknatıslama olayına takılan arkadaşları rahatlatalım. Döverek nasıl mıknatıslanma oluyor.

Demir gibi manyetik bir maddeyi bir elimizle sıkıca tutup, ucuna çekiçle birkaç kez sert bir şekilde vurursak bu demir zayıfta olsa mıknatıslanır.

Demirin içinde rastgele dağılmış minik (molekül, atom bo-yutlarında) mıknatısçıklar olduğunu hatırlıyorsunuz. Bun-lar rastgele dağıldıkları için birbirlerinin etkisini yok ediyor-lardı. Çekiçle vurulduğu zaman bunlar anlık sarsıntılarla aynı yönde yönelmeye başlayarak beraber bir manyetik etki oluşturur.

Aynı yönde yönelmelerini sağlayan ise, ileride anlatacağı-mız Dünyanın manyetik alanı içinde olmalarıdır.

Manyetik Alan

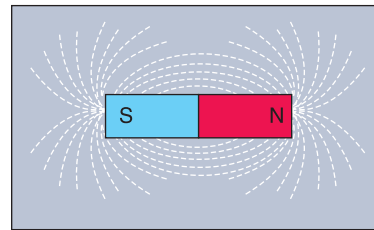
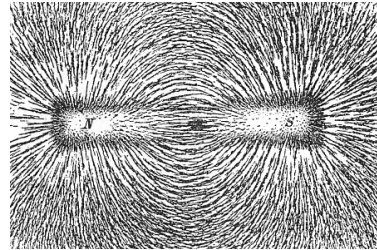
Temas gerektirmeyen kuvvetlere alan kuvvetleri dendiğini anlatmış ve Elektrik alandan bahsetmiştik.

Bir mıknatısın çevresinde mıknatıslık etkisi (itme - çekme) gösterdiği etki alanına manyetik alan denir. Bu alanda bu-lunan manyetik maddelerle mıknatıs arasında etkileşim olur ve temas etmese de kuvvet uygulanır.

Bu manyetik alanı ve şiddetini çizgilerle gösteririz.

İlkokuldan beri gösterilen bir deneyi herkes bilir. (En azın-dan ben öyle düşünüyorum.)

Bir kağıdın veya camın altına mıknatıs koyup üzerine de-mir tozu dökülürse demir tozları dağınık bir şekilde de-ğil-de belli çizgiler halinde dizilirler.

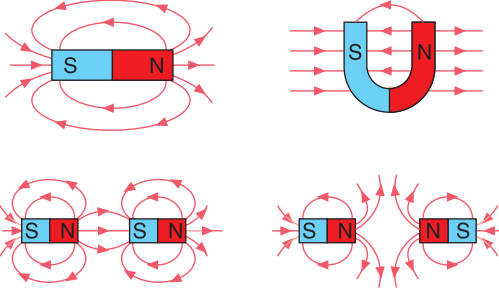


Demir tozlarının konumlarını belirleyen bu hayali çizgilerle manyetik alan çizgileri denir.

Manyetik alan çizgileri üzerine ok işareti de koyuyoruz. Oklar N'den dışarı S'den içeri doğru çizilir.

- Manyetik alan çizgileri birbirini kesmez.
- Manyetik alan çizgileri kapalı eğrilerdir.

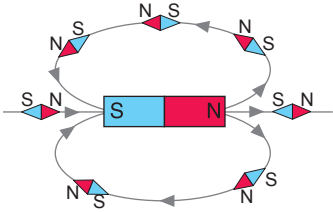
N'den başlayıp S'de bitmez. İçeride de devam ederler.



Manyetik alan "B" ile gösterilir. Vektörel bir büyüklük olduğu için yönü vardır. Bu yön "N" den "S" ye doğrudur.

Manyetik alan çizgisinin eğrisel olduğu durumlarda ise, bir noktadaki manyetik alan vektörü eğriye o noktada teğet olacak doğru üzerinde olur.

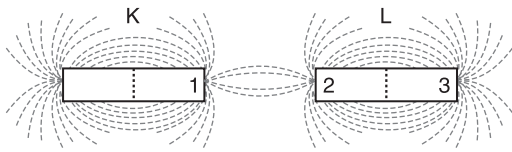
- Bir mıknatıs çevresine pusula iğneleri yerleştirilirse pusulalar manyetik alan çizgilerine teğet konumlanırlar.



Pusula iğnesinin N ucu manyetik alan yönünü gösterir.

Örnek 1

Özdeş K, L mıknatısları yatay düzlemde tutularak üzerine cam levha konuluyor.



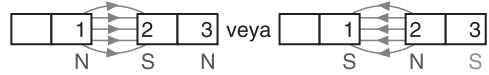
Levha üzerine dökülen demir tozlarının dizilişi şekil-deki gibi olduğuna göre, mıknatısların 1, 2, 3 numaralı kutupları ne olabilir?

Çözüm 1

Demir tozlarının dizilişi manyetik alan çizgileri üzerinde olacak şekildedir.

Ayrıca manyetik alan çizgilerini gösterirken çizdiğimiz oklar demir tozlarında görünmez.

1 ve 2 numaralı kutuplar arasındaki demir tozlarının birinden diğerine giden çizgi oluşturması bu kutupların zıt cins olduğunu gösterir.



Okların kimden kime doğru olduğunu bilmediğimiz için ya 1. kutup N, 2. kutup S olacaktır.

Ya da 2.kutup N, 1. kutup S olacaktır.

3 numaralı kutup her durumda 2.nin tersi olmalıdır. Aynı mıknatısın iki kutpuda aynı olamaz.

Bu durumda;

1	2	3
I. N	S	N
II. S	N	S

iki ihtimalde olabilir.

Manyetik Geçirgenlik

Manyetik alan çizgilerinin paralel ve doğrusal olduğu yerde düzgün manyetik alan vardır. Çizgilerin sıklığı manyetik alan şiddetini gösterir.

Kutup noktalarında çizgilerin sıkışık olması manyetik alanın güçlü olduğunu gösterir.

Manyetik alan çizgilerinin sıklığını (şiddetini) manyetik alanın kaynağı olan mıknatıs belirler. Ancak bu çizgiler mıknatısın bulunduğu ortamdan da etkilenir.

Maddesel ortamlarda bu alan çizgileri bazen sıklaşırken bazende seyrelir. Maddelerin bu özelliğine **manyetik geçirgenlik** denir.

Bir maddenin manyetik geçirgenliğinin boşluğun manyetik geçirgenliğine oranına bağlı manyetik geçirgenlik denir.

μ : maddenin manyetik geçirgenliği

μ_0 : boşluğun manyetik geçirgenliği ise,

bağıl manyetik geçirgenlik; $\mu_b = \frac{\mu}{\mu_0}$ olur.

Bunlara çok takılmayın. Bizi ilgilendiren asıl kısım maddelerin manyetik geçirgenliklerine göre sınıflandırılması.

Maddeler bağlı manyetik geçirgenliklerine göre üçe ayrılır.

1. Diyamanyetik maddeler

Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1 den biraz küçüktür. Manyetik özellikleri zayıftır. Manyetik alan içine konulduklarında zayıf ve ters olarak mıknatıslanırlar.

Manyetik alan çizgilerini seyrekleştirirler.

Civa, Altın, Bakır, Bizmut, Elmas, Gümüş, Kurşun, Silikon v.s diyamanyetik maddelerdir.

2. Paramanyetik maddeler

Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1 den biraz büyüktür. Manyetik alan içine konulduklarında zayıf ve manyetik alanla aynı yönde mıknatıslanırlar.

Bu nedenle manyetik alan çizgilerini sıklaştırırlar.

Sodyum, magnezyum, kalsiyum, baryum, alüminyum, krom, platin v.s paramanyetik maddelerdir.

3. Ferromanyetik maddeler

Bağıl manyetik geçirgenliği 1 den çok büyük olan maddelerdir. Manyetik alan içinde paramanyetik maddeler gibi alan yönünde ama daha güçlü mıknatıslanırlar ve manyetik alanı güçlendirirler.

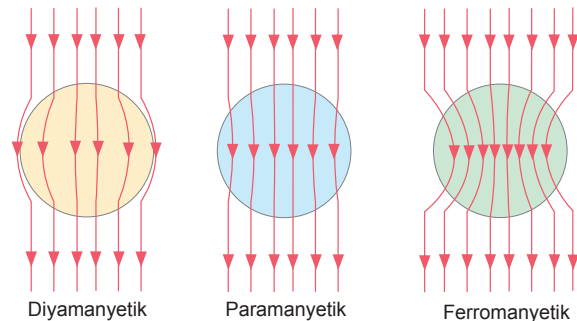
Çizgileri paramanyetik maddelere göre çok daha fazla sıklaştırılır.

Demir, nikel, kobalt ve bunların alaşımları da ferromanyetik maddelerdir.

Ferromanyetik maddeler kolayca mıknatıslık özelliği kazanabilirler. Paramanyetik cisimler manyetik alan içindeyken manyetik etki gösterirler.

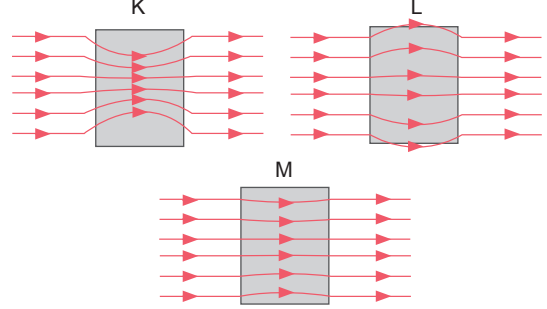
Diyamanyetik cisimlerse manyetik etki göstermez, manyetik alandan etkilenmezler.

Yapay mıknatıslarda ve manyetik etkiyle çalışan aletlerde Ferromanyetik maddeler tercih edilir.



Örnek 2

Düzgün manyetik alanlara konulan K, L, ve M cisimleri manyetik alan çizgilerini şekildeki gibi etkiliyorlar.



Buna göre, bu cisimlerden hangileri ile yapay bir mıknatıs yapılabilir?

Çözüm 2

Yapay mıknatıslar manyetik alandan çok etkilenen ferromanyetik cisimlerden yapılır. Şekle baktığımızda manyetik alan çizgilerini sıklaştıran K cismi ferromanyetik bir cisim olduğu için kullanılabilir.

L cismi manyetik alan çizgilerini seyrekleştirmiş. Demek ki manyetik alanlardan etkilenmeyen diyamanyetik bir cisim.

Diyamanyetik cisimler mıknatıslık özelliği kazanamaz.

M cismi ise manyetik alan çizgilerini çok az sıklaştırmış. Buradan M cisminin paramanyetik bir cisim olduğunu anlıyoruz. Manyetik alan içindeyken manyetik etki gösterebilir ancak yapay mıknatıs yapılamaz.

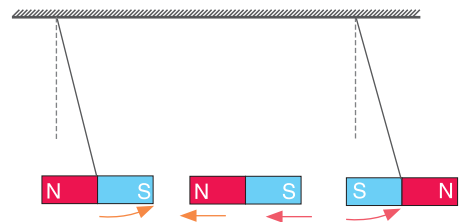
Yanıt Yalnız K

Manyetik Kuvvet

Mıknatısların aynı cins kutupları birbirini iter, zıt cins kutupları ise birbirini çeker. **Demiri N kutubu da S kutubu da çeker. Demir itilmez.**

Mıknatısların uyguladığı bu itme – çekme kuvvetine manyetik kuvvet denir.

Tıpkı kütle çekim kuvveti (Dünya – Güneş arasındaki) gibi bu kuvvette temas gerektirmeyen kuvvettir.



Peki bu kuvvet nelere bağlıdır?

Mıknatısların birbirini itmesi ve çekmesi oluşturdıkları manyetik alandan kaynaklanır ve etkileşim kuvvetlerinde olduğu gibi eşit şiddette zıt yönlüdür.

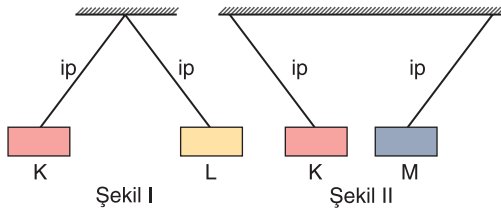
Yani büyük veya küçük olması farketmez, mıknatısla mıknatıs veya mıknatısla demir arasındaki etkileşimde iki cisim de eşit şiddette zıt yönlü kuvvet etki eder.

Mıknatısın gücünü ifade etmek için "kutup şiddeti" ifadesi kullanılır.

Manyetik kuvvet; kutup şiddetlerinin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

Örnek 3

K, L, M cisimleri iplerle bağlanarak şekil I ve şekil II deki gibi dengelenmiştir.



Buna göre, cisimlerden hangileri **kesinlikle** mıknatıstır?

Çözüm 3

Mıknatıslar birbirini çeker veya iter. Aynı kutuplar birbirini iterken zıt kutuplar çeker.

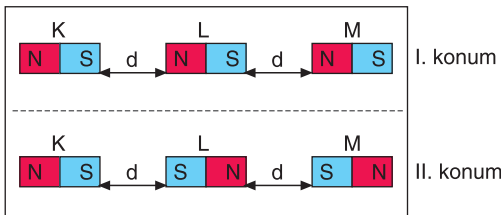
Demiri ise mıknatıslar sadece çekerler, itemezler.

Şekil I deki K ve L birbirini ittikleri için kesinlikle ikisi de mıknatıstır. Şekil II de K ve M birbirini çekmiş, K kesin mıknatıstır (Şekil I'den).

Bu durumda K'nin M'yi çekmesi için M demir de, mıknatısta olabilir. M hakkında kesinlik yoktur.

Örnek 4

Özdeş K, L, M mıknatıslarını sürtünmesiz yatay düzlemde aralarında d uzaklık olacak şekilde I. ve II. konumlarda tutarken L mıknatısı serbest bırakılıyor.



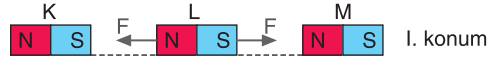
Bu konumlarda L mıknatısının hareketi nasıl olur?

Çözüm 4

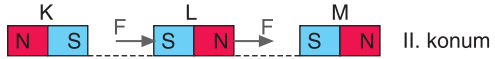
Mıknatıslar özdeş ve aralarındaki mesafeler eşit (d) olduğu için birbirlerine uygulayacakları kuvvetler eşit şiddette olacaktır.

Aynı cins kutuplar birbirini iter, zıt cins kutuplar birbirini çekerdi.

Buna göre L mıknatısına etki eden kuvvetleri I. ve II. konum için gösterelim. Kuvvete F dersek;



Bu durumda eşit zıt yönlü kuvvetler etkisinde kalan L hareket etmez dengede kalır.

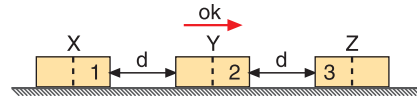


L mıknatısını, K iterken (aynı cins kutup) M çekecektir (zıt cins kutup).

Bu durumda sağa doğru iki kuvvet etkisinde kalan L mıknatısı M'ye doğru hareket eder.

Örnek 5

Sürtünmesiz yatay zeminde şekildeki konumlarda tutulmakta olan özdeş X, Y, Z mıknatıslarından Y serbest bırakılırsa ok yönünde hareket ediyor.



Buna göre X, Y, Z mıknatıslarının 1, 2, 3 numaralı kutupları ne olabilir?

Çözüm 5

Mesafeler eşit ve mıknatıslar özdeş olduğuna göre $X - Y$ ve $Y - Z$ arasındaki kuvvetler aynı büyüklükte olacaktır.

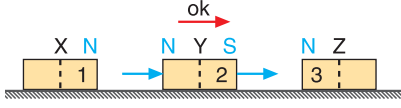
Bu yüzden Y mıknatısını X ve Z ikisi de çekse veya ikisi de itse denge bozulmaz.

Y'nin ok yönünde hareket etmesi için X'in itmesi Z'nin çekmesi gerekir.

Bu durumda $X - Y$ nin birbirine yakın kutupları aynı cins, $Y - Z$ nin yakın kutupları zıt cins olmalıdır.

Bu tip sorularda genelde iki ihtimal olur. Numaralı kutuplardan birini N veya S seçip buna göre diğerlerine uygun olan kutup işareti verilir.

Önce 1'e N diyerek başlayalım.



1'e N dersek Y nin X tarafındaki kutbu itilmesi için N, diğer kutbu yani 2, S olmalı. Z nin Y yi çekmesi için de 3 ve 2 zıt cins yani 3. N olmalıdır.

Bu durumda 1 – 2 – 3 sırayla N – S – N olur.

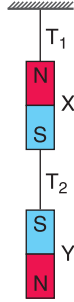
1'e S diyerek başlasaydık tam tersi olurdu.

1 – 2 – 3 sırayla S – N – S olurdu.

Örnek 6

Özdeş iki mıknatıs iplerle birbirine ve tavana şekildeki gibi bağlandığında iplerde oluşan gerilme kuvvetleri T_1 ve T_2 oluyor.

Mıknatısların ağırlığı G olduğuna göre T_1 , T_2 ve G arasındaki ilişki nedir?

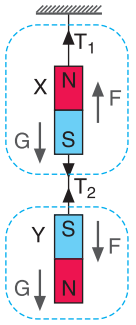


Çözüm 6

Bu sorular elektrostatikteki soru tipine çok benzer.

Önce mıknatıslara etki eden tüm kuvvetleri gösterelim.

Mıknatısların birbirine yakın kutupları aynı cins olduğu için birbirlerini iterler. (Şekli inceleyin)



Mıknatısların birbirine uyguladıkları kuvvete F dersek;

$$T_1 = G + T_2 - F$$

$T_2 = G + F$ dir. Bunu T_1 için yerine koyarsak

$$T_1 = 2G \text{ olur.}$$

Elektrostatikte de olduğu gibi tavana bağlı ipteki gerilme kuvveti cisimler arasındaki itme veya çekme kuvvetinden etkilenmez

(Hem itip hem çekeceği için, toplam etki = 0).

T_1 her zaman cisimlerin ağırlıkları toplamı kadardır.

T_2 ise, mıknatıslar birbirini ittiği için Y mıknatısının ağırlığından F kadar daha büyüktür.

Yani T_1 ve T_2 G 'den daha büyüktür.

F nin büyüklüğünü bilmeden T_2 nin T_1 den büyük mü, küçük mü olduğunu bilemeyiz. $T_2 = G + F$ dir.

- Eğer mıknatıslar birbirini çekecek şekilde asılsalardı T_1 yine $2G$ ye eşit olurdu. T_2 ise bu sefer;

$$T_2 = G - F \text{ kadar yani ağırlıktan az olurdu.}$$

Örnek 7

Uzunlukları $2d$ ve d olan X, Y çubuk mıknatısları sürtünmesiz yatay zeminde iplerle bağlanarak şekildeki gibi dengelenmiştir.



Bu durumda; d ve $2d$ uzunluğundaki iplerde oluşan gerilme kuvvetleri T_1 ve T_2 arasındaki ilişki nedir?

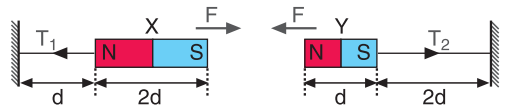
Çözüm 7

Çok benzeri ÖSYM tarafından da sorulan bu soruda iki önemli durum sorgulanıyor.

Birincisi; bir ipteki gerilme kuvveti ipin uzunluğuna bağlı değildir.

İkincisi; mıknatısların biri büyük ve güçlü, diğeri küçük ve zayıfta olsa birbirlerine uyguladıkları kuvvetler aynı şiddette ve zıt yönlü olurlar. Birine daha büyük kuvvet etki etmez.

Şimdi kuvvetleri gösterelim: Karşılıklı kutuplar zıt cins olduğu için birbirini çekerler.



$$X\text{'in dengesi için; } T_1 = F$$

$$Y\text{'nin dengesi için; } T_2 = F$$

$$T_1 = T_2 \text{ olmalıdır.}$$

İp uzunlukları önemli değil.

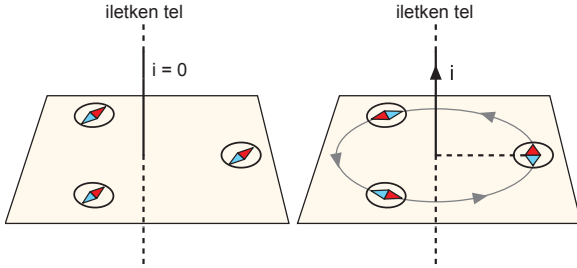
Elektrik Akımının Manyetik Etkisi

Mıknatıslığın temel sebebinin atomun yapısındaki elektron hareketinden kaynaklandığını söylemiştik.

Bir iletkenin akım geçmesi de elektron hareketi anlamına geleceği için; üzerinden akım geçen teller çevresinde manyetik alan oluşur.

Bir masa içinden, masa düzlemine dik iletken bir tel geçecek şekilde hazırlanan aşağıdaki şekilde telin çevresine pusulalar yerleştirilmiştir.

İlk durumda telden akım geçmiyorken pusulaların hepsi aynı doğrultuda kuzeyi gösterir.



Telden ikinci durumdaki gibi bir akım geçerse, pusula iğneleri şekildaki gibi konum alarak sanki bir çember çiziyormuş gibi yönelirler.

Bunun nedeni akım geçen tel çevresinde oluşan dairesel manyetik alan çizgileridir. Pusula iğnelerinin manyetik alan çizgilerine teğet olacak şekilde yöneldiklerini söylemiştik.

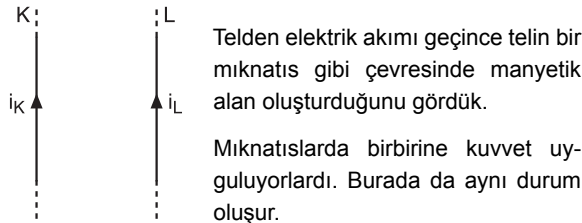


DİKKAT

Düz bir telden akım geçerse sanki orada bir mıknatıs varmış gibi çevresinde manyetik alan oluşur. Telin yakınında bir pusula varsa pusulada sapma gözlenir.

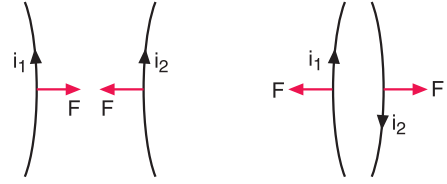
Akım geçen tel etrafında oluşan manyetik alan çizgileri tel boyunca ve tele dik düzlemde.

Tel çevresinde oluşan manyetik alanın şiddeti geçen akımla doğru, tele olan uzaklıkla ters orantılıdır.



Akım geçen iki tel birbirine yakın yerleştirilirse birbirlerinin manyetik alanında kalırlar ve manyetik kuvvetle birbirlerini iter veya çekerler.

İtme veya çekme durumu akımların yönüne bağlıdır.



Aynı yönde akım geçen teller birbirini çekerken, zıt yönde akım geçen teller birbirini iterler.

Bu kuvvetin büyüklüğü iki tel için de eşit şiddette ve zıt yönlüdür.

Kuvvetin büyüklüğü tellerden geçen akımla doğru, aralarındaki uzaklıkla ters orantılıdır.

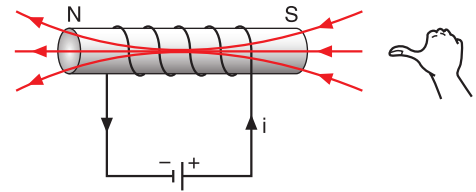
Elektromıknatıs

Düz telden geçen akımın manyetik etkisini anlattık. Ama tel düz olmasa bile akım geçen her tel çevresinde manyetik alan oluşur.

Bobin şeklinde sarılı telde oluşan manyetik alan bobin içinde düzgün şekilde oluşur.

İletken tel bobin şeklinde bir demir çevresine sarılarak, iletken telden akım geçerse demir, mıknatıs özelliği kazanır.

Burada demir kullanılmasının sebebi demirin ferromanyetik bir madde olmasıdır. İçerde oluşan manyetik alan demir sayesinde şiddetlenir.



Sağ elimizi şekildaki gibi tutup dört parmağımız akımı gösterecek şekilde demiri avucumuzun içine almış gibi yaparsak açtığımız başparmak yönü N kutbu olur.

Akımın yönü değişirse kutupların cinsi de değişir.

İletken telden geçen akımın şiddeti ve sarım sayısı mıknatıslanma gücünü belirler. Akım ve sarım sayısı arttıkça mıknatıslık etkisi de artar.

Elektromıknatısın Kullanım Alanları

Elektromıknatısların çevremizde geniş bir kullanım alanı vardır. En büyük avantajı istendiği zaman mıknatıs etkisi elde edilebilmesi ve manyetik etkinin şiddetinin akımla kontrol edilebilmesidir.

Hoparlörlerde, kapıları otomatik açan sistemlerde, elektrikli aletlerin otomatik açma kapama sistemlerinde, araba

hurdalıklarındaki vinçlerde de kullanılır. Akım kesilince mıknatıs etkisi de biter.

Hızlı trenler ve elektrik ölçüm araçlarında elektromıknatıslar dan faydalanır.

Örnek 8

Bir elektromıknatısın çevresinde oluşturduğu manyetik alan şiddetini artırmak için;

- I. Akım şiddetini artırmak
- II. Akım yönünü ters çevirmek
- III. Sarım sayısının artırmak

işlemlerinden hangileri yapılabilir?

Çözüm 8

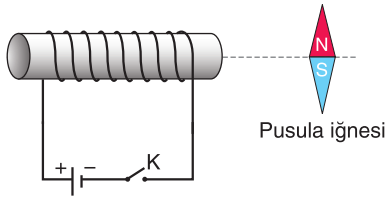
Elektromıknatısın oluşturacağı manyetik alan şiddeti akım şiddetine ve sarım sayısına bağlı ve doğru orantılıydı. Bu nedenle akım şiddetini artırmak ve sarım sayısını artırmak manyetik alan şiddetini artırır. I ve III yapılabilir.

Akımın yönünü değiştirmek elektromıknatısın manyetik kutuplarının yerini değiştirir ama akım şiddeti aynı kaldığı için manyetik alanı artırmaz. II yapılamaz.

Yanıt I ve III

Örnek 9

Silindirik bir demir çevresine sarılmış bobin ve yakınındaki pusula iğnesi şeklindeki gibidir.



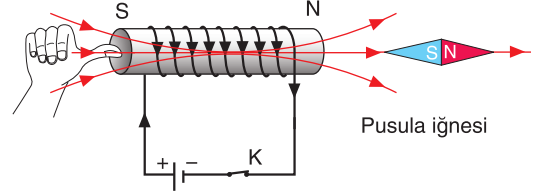
Buna göre, K anahtarı kapatılıp bobinden akım geçmesi sağlanırsa pusula iğnesinin denge konumu nasıl olur?

Çözüm 9

Pusula iğnesi manyetik alan çizgilerine teğet konumlanır. Yönü de N kutbu alan yönünde olacak şeklindedir.

Önce anahtarı kapatınca bobinden geçecek akımın yönünü ve çevresinde oluşacak manyetik alan çizgilerinin yönünü bulalım.

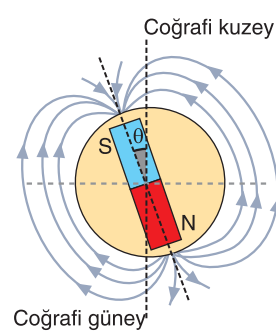
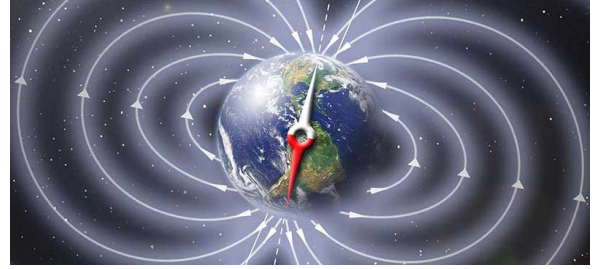
Bobin avuç içinde kalacak şekilde sağ elimizi tutup dört parmağımızla akım yönünü gösterirsek başparmağın yönü manyetik alan çizgilerinin yönünü gösterir. (Şekilden inceleyin mutlaka) Buna sağ el kuralı deniyordu.



Şekildeki gibi manyetik alan çizgilerini çizersek pusula iğnesi bu çizgilere teğet ve N kutbu manyetik alan yönünü gösterecek şekilde dengede kalır.

Dünyanın Manyetik Alanı

Pusulanın Kuzeyi göstermesinin, çubuk mıknatısların Kuzey – Güney doğrultusunda yönelmesinin sebebi dünyanın manyetik alanıdır. Dünyanın sanki merkezinde bir mıknatıs varmış gibi çevresinde manyetik alan bulunur.



Dünyanın içinde sanki bir mıknatıs varmış gibi manyetik alan oluşur demiştik. Kuzey kutbunda bu mıknatısın S ucu, güney kutbunda ise N ucu bulunur. Pusula iğnesinin kuzeye yönelmesinin sebebi kuzey kutbundaki S ucudur.

Coğrafi kuzey – güneyle manyetik kuzey – güney çakışık değildir. Arada bir miktar fark vardır.

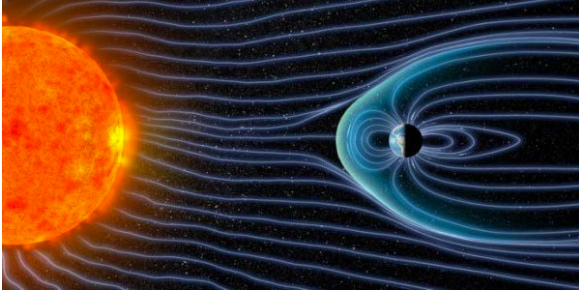
Doğrultular arasındaki açığı (θ) sapma açısı denir.

Yani pusulanın gösterdiği yönde hep kuzeye gidersek, coğrafyadaki meridyenlerin kesiştiği kuzey kutbundan biraz farklı bir yere çıkarız.

Manyetik kutuplar çok azda olsa zamanla kayma göstermektedir. Hatta Dünya'nın oluşumundan günümüze kutuplar defalarca yer değiştirmiştir.

Dünya çevresindeki bu manyetik alan pusulalarla yön bulmamızı sağladığı gibi uzaydan gelen zararlı ışın ve radyasyonunda belli bir kısımdan dünyayı korur. Bir çeşit kalkan gibi davranır.

Çok şiddetli Güneş patlamaları sonucu dünyaya gelen bir çok etki bu manyetik alan sayesinde azalarak dünyaya ulaşır.

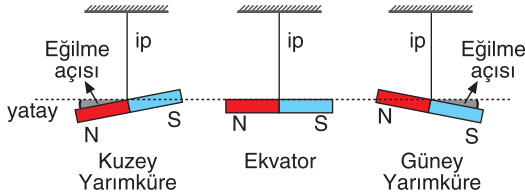


Kutup bölgelerinde gözlenen aurora dediğimiz gökyüzündeki ışık oyunlarının sebebi de manyetik alanın kutuplarda daha güçlü olmasıdır.

Pusula iğnesinin Kuzeyi göstermesinin sebebi; serbest halde dönebilen mıknatısların çevrelerinde var olan manyetik alan çizgilerine teğet olacak şekilde dengelenmesiydi.

Dünyanın manyetik alan çizgileri yeryüzüne paralel değildir. Kutuplarda çizgiler dünyaya daha yakın oldukları için, iple asılan bir çubuk mıknatıs veya pusula iğnesi yere paralel konumlanmaz.

Alan çizgilerine teğet olacakları için, dünya üzerindeki konuma göre eğilme gözlenir.



Manyetik alan çizgileri dünya yüzeyine paralel olarak sadece ekvatordan geçer.

Kuzey yarım kürede N ucu aşağı, Güney yarım kürede S ucu aşağı eğilir. Kuzey yarım kürede N, Güney yarım kürede de S daha güçlü çekilir diye de düşünebiliriz. (Kutuplara daha yakın olduğu için.)

Bir soruda yukardakine benzer şekilde mıknatıs konumları verilip bunların dünya üzerindeki konumlarla eşleştirilmesini isterlerse aklınıza bu şekli getirin. Hangi yarım küredeyse o kutup aşağı eğilecek şekilde dengede kalır.

Yüksek Gerilim Hatları

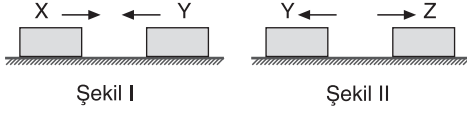
Elektrik santrallerinde üretilen elektriklerin şehirlere getirilmesi için kurulan sistemdir. Büyük kocaman direkleri ve bir sürü kabloyu herkes görmüştür.

Bu kablolarda 100 binlerce voltluk gerilimle elektrik enerjisi taşınmaktadır. Dolayısıyla bu kablolar çevresinde çok şiddetli manyetik alanlar oluşur.



Yapılan araştırmalar insan sağlığını olumsuz etkileyen bu hatların kanser ve beyin tümörü oluşumunu artırdığını iddia ediyor.

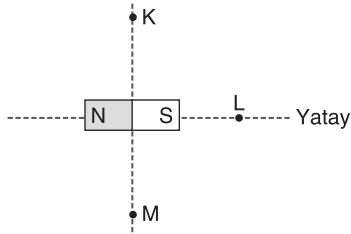
1. Sürtünmesiz yatay zeminde Şekil I ve Şekil II deki gibi tutulan X, Y, Z cisimleri serbest bırakıldığında oklar yönünde harekete başlıyor.



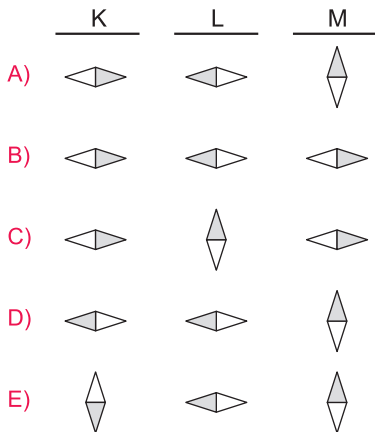
Buna göre X, Y, Z cisimlerinden hangileri **kesinlikle** mıknatıstır?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
D) X ve Z E) Y ve Z

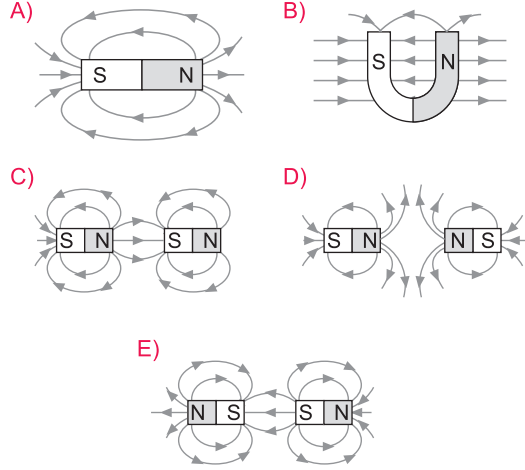
2. Yatay düzleme şekildeki gibi yerleştirilen çubuk mıknatıs çevresindeki K, L, M noktalarına pusula iğneleri yerleştiriliyor.



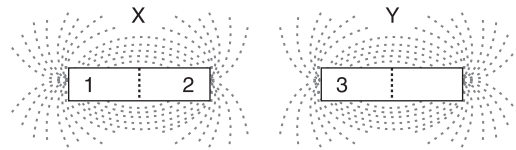
Buna göre, pusula iğnelerinin denge durumu aşağıdakilerden hangisi gibi olur? (N \blacktriangleleft S)



3. Mıknatısların çevresinde oluşan manyetik alan çizgileri, aşağıdakilerden hangisinde **yanlış** çizilmiştir?



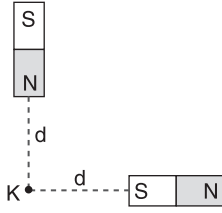
4. Özdeş X, Y mıknatısları yatay düzleme konulup üzerine cam bir levha yerleştiriliyor.



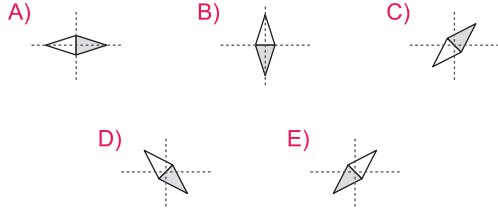
Levha üzerine dökülen demir tozlarının dizilimi şekildeki gibi olduğuna göre; 1, 2, 3 numaralı kutupların kutup işareti aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

	1	2	3
A)	N	S	N
B)	S	S	N
C)	S	N	N
D)	S	N	S
E)	N	N	N

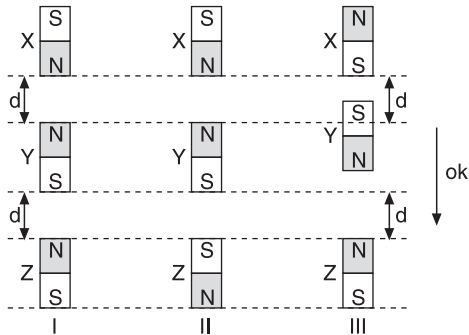
5.



Şekildeki gibi yatay düzleme yerleştirilen özdeş mıknatıslar şekildeki konumdayken K noktasına yerleştirilen pusula iğnesinin görünümü nasıl olur? (N \blacktriangleleft S)



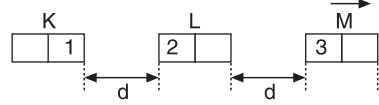
6. Özdeş X, Y, Z mıknatısları sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki I, II, III konumlarında tutulmaktadır.



Y mıknatısı serbest bırakılırsa hangi konumlarda ok yönünde harekete başlar?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

7. Sürtünmesiz yatay zeminde şekildeki konumlarda tutulmakta olan K, L, M mıknatısları özdeşdir.



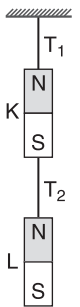
L mıknatısı serbest bırakıldığında dengede kalmakta, M serbest bırakıldığında ok yönünde hareket etmektedir.

Buna göre, mıknatısların 1, 2, 3 numaralı kutup işaretleri aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

	1	2	3
A)	N	N	N
B)	S	S	N
C)	N	S	S
D)	S	N	N
E)	N	S	N

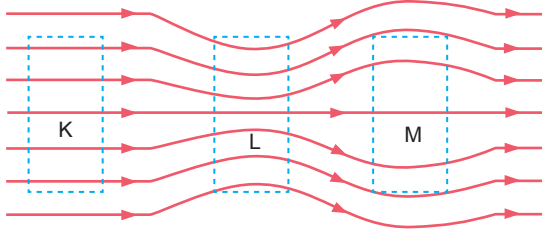
8. Özdeş K, L mıknatısları birbirine ipe bağlanarak şekildeki gibi asılmıştır.

İplerin boyları değişmeden K mıknatısı ters olarak bağlanırsa, ip gerilmeleri T_1 ve T_2 nasıl değişir?



- A) İkisi de değişmez.
B) T_1 değişmez, T_2 artar.
C) T_1 değişmez, T_2 azalır.
D) T_1 azalır, T_2 artar.
E) T_1 artar, T_2 azalır.

9. Düzgün bir manyetik alan kesikli çizgiyle gösterilen K, L ve M bölgelerinde şekildeki görünümü alıyor.



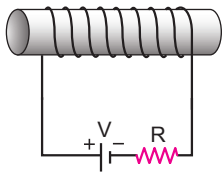
Buna göre,

- I. K bölgesinde hava vardır.
- II. L bölgesinde demir veya nikel vardır.
- III. M bölgesinde paramanyetik bir madde vardır.

Yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

10. Bir bobin potansiyel farkı V olan üreteç ve R direncine şekildeki gibi bağlanarak elektromıknatıs oluşturulmuştur.



Buna göre, elektromıknatısın kutup şiddetlerini artırmak için,

- I. Üretecin V gerilimini artırmak,
- II. Üretece, özdeş bir üreteci paralel bağlamak,
- III. R direncini azaltmak,

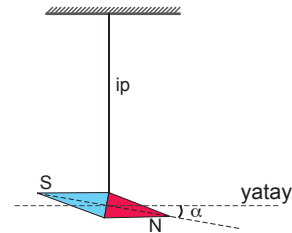
işlemlerinden hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) I, II ve III

11. Dünyanın manyetik alanıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Pusulayla yön bulmamızı sağlar.
- B) Dünyayı uzaydan gelen zararlı ışımalardan korur.
- C) Kutup ışıkları denilen auroraların oluşma sebebidir.
- D) Coğrafi kuzeyle manyetik kuzey farklıdır.
- E) Alan çizgileri Dünya çevresini küre şeklinde sarar.

12. İple bağlanarak asılan bir pusula iğnesi şekildeki konumda dengeleniyor.



Buna göre,

- I. Pusula iğnesi kuzey yarım kürededir.
- II. α sapma açısıdır.
- III. S kutbu coğrafi güneyi gösterir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

1. İçi dolu homojen bir metal küp, elektriksel olarak yükleniyor.

Bu metal küpteki yüklerin dağılımıyla ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) Küpün tüm yüzeyine homojen olarak dağılır.
 B) Küpün yan yüzeylerine dağılır.
 C) Tamamı küpün merkezinde toplanır.
 D) Küpün tüm hacmine homojen olarak dağılır.
 E) Köşelerde daha yoğun olacak şekilde dış yüzeyine dağılır.

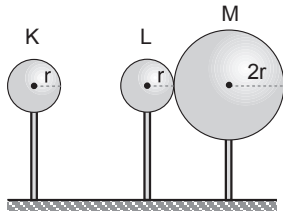
2. Nötr iletken bir cismi elektrikle yüklemek için,

- I. Yüklü iletken bir cisme dokundurmak.
 II. Nötr iletken bir cisme sürtmek.
 III. Cismi topraklayıp, yüklü iletken başka bir cismi dokundurduktan sonra topraklamayı kesmek.

İşlemlerinden hangileri hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

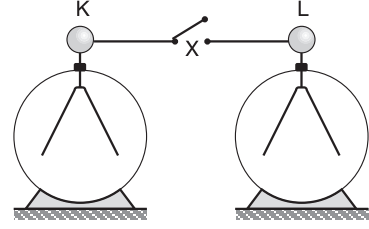
3. Şekildeki r yarıçaplı $(+)$ yüklü K küresi birbirine değmekte olan r , $2r$ yarıçaplı nötr L, M kürelerinden L küresine dokundurulup ayrılıyor.



Daha sonra L ve M küreleri yalıtkan ayaklarından tutulup birbirinden ayrılırsa son yükleri oranı, $\frac{q_L}{q_M}$ kaç olur?

- A) $-\frac{1}{2}$ B) -1 C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

4. Şekildeki özdeş K, L elektroskopları arasındaki X anahtarı kapatılınca K elektroskopunun yaprakları biraz kapanıyor.



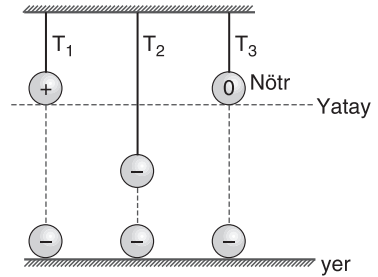
Buna göre, L elektroskopunun yaprakları için;

- I. Biraz açılır.
 II. Önce kapanır sonra tekrar açılır.
 III. Tamamen kapanır.

İfadelerinden hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

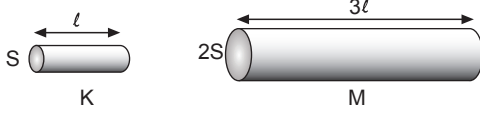
5. Ağırlıkları aynı iletken kürelerden üç tanesi $-q$ yüklü olup zemine sabitlenmiştir.



Yükleri $+q$, $-q$ ve nötr olan diğer üç küre yalıtkan iplerle şekildeki gibi tavana asıldığında, iplerde oluşan gerilme kuvvetleri T_1 , T_2 , T_3 arasındaki ilişki nasıl olur?

- A) $T_1 > T_2 > T_3$ B) $T_2 > T_1 > T_3$
 C) $T_1 > T_3 > T_2$ D) $T_2 > T_3 > T_1$
 E) $T_1 = T_2 > T_3$

6. Kesit alanları ve uzunlukları şekilde verilen K ve M iletken cisimlerinden K'nin direnci R dir.



M cisminin yapıldığı maddenin öz direnci K'nin iki katı olduğuna göre, M'nin direnci kaç R dir?

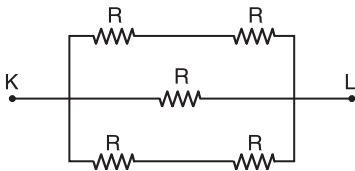
- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

7. Bir iletkenin kesitinden 2 dakika boyunca toplam 30 coulomb yük geçiyor.

Buna göre, iletkenden geçen akım kaç mA (mili-amper) dir?

- A) 0,25 B) 2,5 C) 25 D) 250 E) 2500

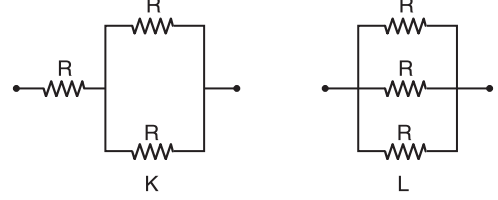
8. Her birinin direnci $R = 1\Omega$ olan 5 direnç şekildeki gibi bağlanmıştır.



Buna göre, K ve L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω 'dur?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 3 E) 5

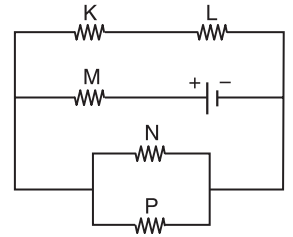
9. Özdeş dirençlerle oluşturulan şekildeki K ve L devre parçalarının eşdeğer dirençleri R_K ve R_L dir.



Buna göre, $\frac{R_K}{R_L}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{3}{4}$ C) 1 D) $\frac{9}{2}$ E) $\frac{9}{4}$

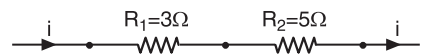
10. Özdeş K, L, M, N, P dirençleriyle kurulu şekildeki elektrik devresinde K, M, P dirençlerinden i_K , i_M , i_P akımları geçiyor.



Buna göre i_K , i_M , i_P akım şiddetleri arasındaki ilişki nedir? (Üretecin iç direnci önemsizdir.)

- A) $i_K > i_M > i_P$ B) $i_M > i_P > i_K$
C) $i_P > i_K > i_M$ D) $i_M = i_P > i_K$
E) $i_K = i_P > i_M$

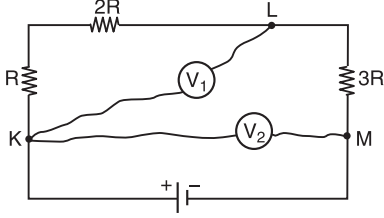
11. Şekildeki devre parçasında i elektrik akımı geçen $R_1 = 3\Omega$ 'luk dirençte harcanan güç 12 watt oluyor.



Buna göre $R_2 = 5\Omega$ 'luk direncin uçları arasındaki potansiyel farkı kaç voltur?

- A) 8 B) 10 C) 12 D) 14 E) 18

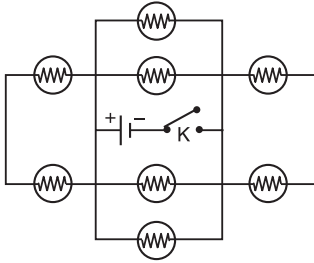
12. Şekildeki elektrik devresinde V_1 voltmetresi K, L noktaları arasındaki; V_2 voltmetresi ise K, M noktaları arasındaki potansiyel farkı ölçüyor.



Voltmetreler özdeş olduğuna göre, gösterdikleri değerler oranı, $\frac{V_1}{V_2}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

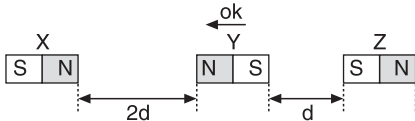
13.



Özdeş lambalarla kurulmuş şekildeki elektrik devresinde K anahtarı kapatılırsa en çok kaç lamba ışık verebilir? (Üretimin iç direnci önemsizdir.)

- A) 2 B) 4 C) 5 D) 6 E) 8

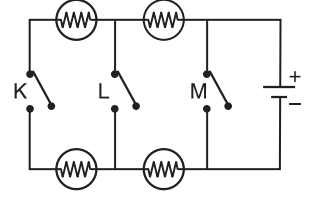
14. Özdeş X, Y, Z çubuk mıknatısları, sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki konumlarda hareketsiz tutuluyor.



Mıknatısların hepsi aynı anda serbest bırakılırsa hangileri ok yönünde harekete başlar?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
D) X ve Y E) Y ve Z

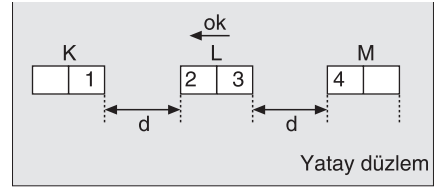
15. Özdeş lambalarla kurulu şekildeki elektrik devresinde K, L, M anahtarları açıktır.



Bu anahtarlardan hangileri kapanırsa tüm lambalar ışık verir?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M
D) K ve L E) L ve M

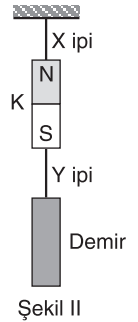
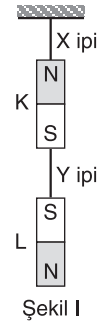
16. Özdeş K, L, M mıknatısları sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki konumlarda tutuluyor. L mıknatısı serbest bırakıldığında ok yönünde kayarak K'ye yapışıyor.



K mıknatısının 1 numaralı kutup işareti N olduğuna göre, L ve M'nin 2, 3, 4 numaralı kutup işaretleri sırasıyla nedir?

- A) S-N-S B) S-N-N C) S-S-N
D) N-N-N E) N-S-N

17. Özdeş K, L mıknatısları tavana Şekil I deki gibi asıldığında X, Y iplerindeki gerilme kuvvetlerinin büyüklüğü T_X ve T_Y oluyor.



L mıknatısı alınıp, yerine aynı ağırlıkta ve boyutlarda demir çubuk Şekil II deki gibi bağlanırsa T_X , T_Y değerleri için ne söylenebilir?

- A) İkisi de artar
B) T_X artar, T_Y değişmez
C) İkisi de azalır
D) T_X değişmez, T_Y azalır
E) İkisi de değişmez

1.E 2.A 3.C 4.C 5.C 6.A 7.D 8.A 9.D 10.B 11.B 12.C 13.B 14.D 15.A 16.B 17.D

1. Nötr bir çubuk yine nötr olan bir kumaşa sürtünerek negatif (–) elektrik yükleniyor.

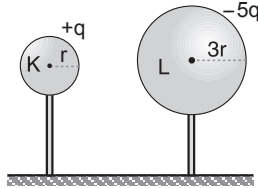
Buna göre,

- I. Çubuk ve kumaşın yük miktarları eşittir.
- II. Kumaş pozitif (+) elektrik yüklenir.
- III. Çubuktan kumaşa (+) yük, kumaştan çubuğa (–) yük geçişi olmuştur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2. Yalıtkan ayaklar üzerindeki r ve 3r yarıçaplı iletken K, L kürelerinin yükleri – q ve +5q dur.



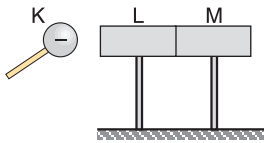
Küreler yalıtkan ayaklarından tutularak birbirine dokundurulup ayrılırsa,

- I. K'nin yük miktarı değişmez.
- II. K'den L'ye +2q yük geçer.
- III. L'den K'ye – 2q yük geçer.

yargılarından hangileri doğru olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

3. Şekildeki (–) yüklü K küresi, birbirine değmekte olan nötr ve iletken L, M cisimlerine dokunmadan yaklaştırılıyor. K küresi uzaklaştırılmadan L cismi yalıtkan ayaktan tutularak K'ye dokunuyor.



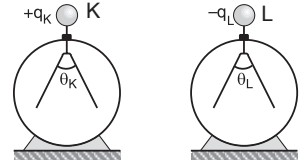
Bu işlemlerden sonra cisimlerin yükleriyle ilgili;

- I. K, (–) yüklüdür.
- II. M, (–) yüklüdür.
- III. L, nötrdür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

4. Şekildeki özdeş K, L elektroskoplarının yükleri $+q_K$ ve $-q_L$ 'dir. Bu durumda elektroskopların yaprakları arasındaki açılarda θ_K ve θ_L olmaktadır.



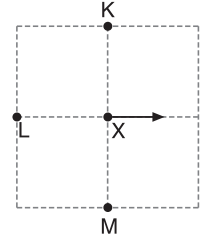
$\theta_K > \theta_L$ olduğuna göre, iletken bir telle elektroskopların topuzları birbirine dokundurulursa;

- I. K'nin yaprakları biraz kapanır.
- II. L'nin yaprakları kapanıp tekrar açılır.
- III. L'nin yaprakları arasındaki son açı θ_L 'den küçük olur.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

5. Eşit bölmeli yalıtkan düzlem üzerinde bulunan yüklü cisimlerden K, L, M sabit tutulurken X serbest bırakılıyor.



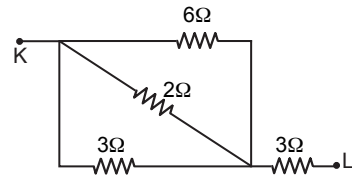
Bu durumda X cismi ok yönünde hareket ettiğine göre;

- I. K'nin yükü M'nin kine eşittir.
- II. L'nin yükü X'inkinden büyüktür.
- III. L ve M'nin yük işareti aynıdır.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

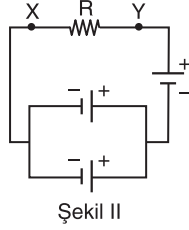
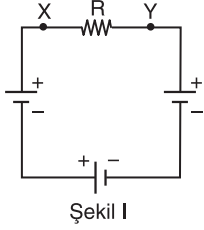
6.



Şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohmdur?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

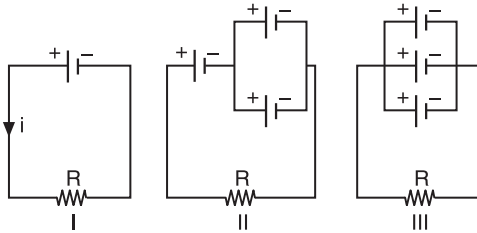
7. İç direnci önemsiz üreteçlerle kurulu Şekil I deki devrede R direncinden geçen akım şiddeti i oluyor.



Aynı üreteçlerle Şekil II deki gibi devre kurulursa R direncinden geçen akımın büyüklüğü ve yönü ne olur?

	Büyüklüğü	Yönü
A)	$3i$	X'ten Y'ye
B)	$2i$	X'ten Y'ye
C)	$2i$	Y'den X'e
D)	i	Y'den X'e
E)	i	X'ten Y'ye

8. Özdeş üreteç ve R dirençleriyle kurulu I, II, III devrelerinden I. devrede R direncinden i şiddetinde akım geçiyor.

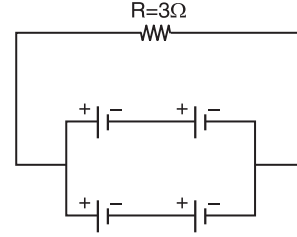


Buna göre, II ve III. devrelerde R dirençlerinden geçen akım şiddeti kaç i dir?

(Üreteçlerin iç dirençleri önemsizdir.)

	II. devrede	III. devrede
A)	2	3
B)	1	3
C)	1	1
D)	2	1
E)	3	2

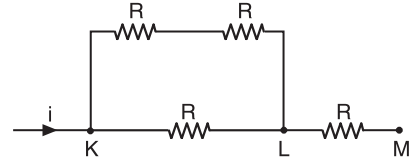
9. İç direnci önemsiz herbirinin elektromotor kuvveti 9 volt olan 4 özdeş üreteç ve 3Ω 'luk R direnci ile şekildeki devre kuruluyor.



Buna göre, R direncinden geçen akım şiddeti kaç amperdir?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 9

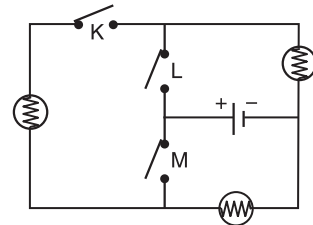
10. Özdeş dirençlerle kurulu şekildeki devre parçasında K-L noktaları arasındaki potansiyel farkı $V_{KL} = 8$ voltur.



Buna göre, L-M noktaları arasındaki V_{LM} potansiyel farkı kaç voltur?

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 12 E) 16

11. Özdeş lambalar ve iç direnci önemsiz üreteçle kurulan şekildeki devrede tüm lambaların ışık vermesi isteniyor.

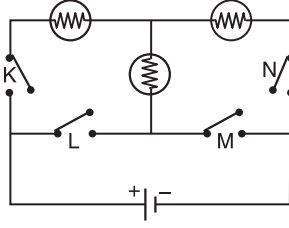


Bunun için açık olan K, L, M anahtarlarından hangilerinin kapatılması gerekli ve yeterlidir?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) K ve M
D) L ve M E) K, L, M

12. Özdeş lambalarla kurulu şekildeki elektrik devresinde K, L, M, N anahtarları açıktır.

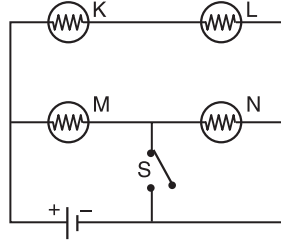
Buna göre, tüm lambaların ışık vermesi için hangi anahtarlar kapatılmalıdır?



- A) K ve M B) L ve N C) K, L ve M
D) K, L ve N E) L, M ve N

13. Özdeş lambalarla kurulu şekildeki devrede S anahtarı açıkken tüm lambalar ışık vermektedir.

S anahtarı kapatılırsa;

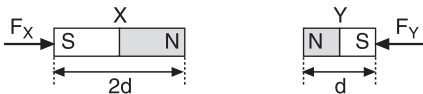


- I. N ışık vermez.
II. M nin parlaklığı artar.
III. K nin parlaklığı değişmez.

yargılarından hangileri doğru olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

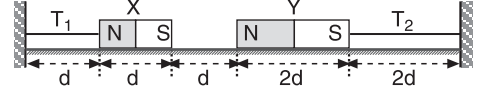
14. Sürtünmesiz yatay düzlemde $2d$ ve d uzunluğundaki X ve Y çubuk mıknatısları şekildeki gibi F_X ve F_Y kuvvetleriyle dengede tutuluyor.



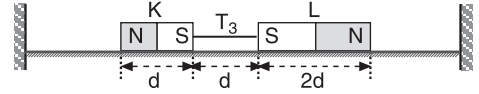
Buna göre, bu kuvvetlerin oranı, $\frac{F_X}{F_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

15. Sürtünmesiz yatay zeminlerdeki d ve $2d$ uzunluğundaki K ve L çubuk mıknatısları Şekil I ve Şekil II de iplerle bağlanarak dengelenmiştir.



Şekil I



Şekil II

Buna göre, ip gerilmeleri T_1 , T_2 , T_3 arasındaki ilişki nedir?

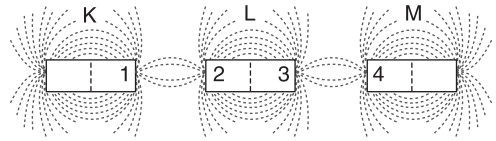
- A) $T_1 > T_2 > T_3$ B) $T_1 > T_2 = T_3$
C) $T_1 = T_2 = T_3$ D) $T_3 > T_2 > T_1$
E) $T_3 > T_1 = T_2$

16. Elektrik enerjisinin 1 kilowatt-saat'i 0,5 TL dir.

Buna göre, gücü 500 watt olan ve günde 10 saat çalışan bir buzdolabı 7 günde kaç TL'lik elektrik enerjisi tüketir?

- A) 15 B) 17,5 C) 20 D) 22,5 E) 30

17. Aynı yatay, düzlemdeki K, L, M mıknatısları üzerine cam levha konulup bu levha üzerine demir tozu dökülünce demir tozlarının dizilişi şekildeki gibi oluyor.



Buna göre, mıknatısların 1, 2, 3, 4 numaralı kutuplarının işareti aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	1	2	3	4
A)	N	N	S	N
B)	S	N	S	S
C)	S	S	N	S
D)	N	N	N	S
E)	N	S	N	S

ÜNİTE

8

DALGALAR

- DALGA HAREKETİ
- SU DALGALARI
- SES DALGALARI
- DEPREM DALGALARI

1.

DALGA HAREKETİ

DALGALAR

Titreşimin ne olduğunu bilmeyen yoktur herhalde. Hastalandığında veya soğuk bir havada hepimiz titremişsinizdir.

Titreşim bir hareket türüdür. Bir denge noktası etrafındaki mekanik salınım hareketine **titreşim** denir. Daha anlaşılır ifadesiyle bir nokta etrafındaki git-gel hareketi.

Sallanan bir salıncak ve saatin sarkacının yaptığı hareket titreşim hareketidir. Titreşim bazen düzenli bazen de düzensiz olabilir.



Esnek bir ortamda oluşturulan ve ortamda yayılan titreşim hareketine **dalga hareketi** denir.

Dalganın yayıldığı ortama göre dalganın ismi değişir.

Suda yayılan titreşim hareketi (dalga) için su dalgası, esnek yayda yayılana yay dalgası v.s denir.

Titreşim oluşturmak için enerji harcamak gerekir.

Enerji harcayarak titreşimi oluşturan kaynağa, dalga kaynağı diyoruz. Suya bir taş attığımızda oluşan dalgalar için dalga kaynağı taşır.

Dalga hareketiyle ilgili bilmemiz gereken en önemli şey;

- Dalga hareketinde iletilen ve yayılan titreşimi oluşturan enerjidir.
- Madde iletimi yoktur. İletimi sağlayan tanecikler titreşim yaparak enerjiyi aktarırlar.

Stadlarda yapılan Meksika dalgasını bilirsiniz.

Uzaktan bakınca ilerleyen bir dalga görünse de gerçekte insanlar sadece bulundukları yerde eğilip kalkmaktadır.

Dalga hareketini tanımlamak ve incelemek için bazı kavramları bilmeliyiz.

Atma

Esnek ortamda oluşturulan anlık sarsıntıya (titreşime) atma denir. Aslında dalga hareketinin bir parçasıdır. Dalga hareketini anlamak için konunun ilerleyen kısımlarında (yay dalgaları, su dalgaları) bazı özellikleri atmalar üzerinden anlatacaz.

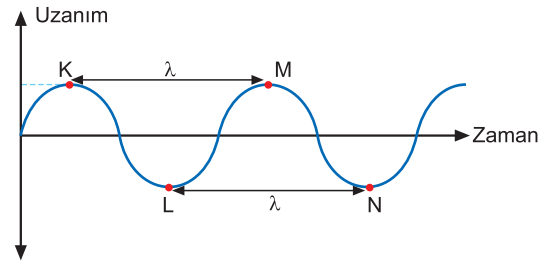
Şimdi dalga hareketinin temel değişkenlerini öğrenelim.

Dalgaboyu (λ)

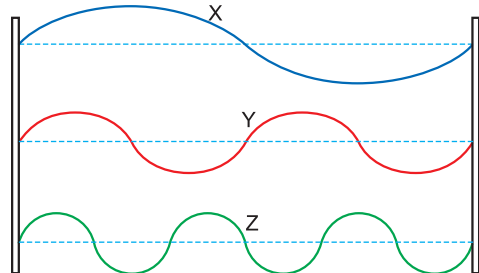
Dalga üzerindeki aynı özellikte titreşen en yakın iki nokta arasındaki uzaklıktır.

Daha çok bilinen ifadesiyle, ardışık iki tepe veya iki çukur noktası arası uzaklıktır.

λ (lamda) harfiyle gösterilir. Birimi metredir.



Yukarıdaki şekilde zaman eksenini denge konumudur. K ve M noktaları dalganın tepe, L ve N noktaları çukur noktalarıdır. K-M arası ve L-N arası uzaklık dalga boyudur.



Aynı uzaklıktaki noktalar arasında X dalgasının bir dalga boyu, Y dalgasının iki dalga boyu, Z dalgasının üç dalga boyu bulunmaktadır.

$$\lambda_X > \lambda_Y > \lambda_Z$$

Periyot (T)

Bir tam dalga oluşması için geçen süredir. T ile gösterilir. Birimi saniye (s)'dir.

Dalga üzerindeki bir nokta 1 periyotluk sürede bir dalga boyu (λ) kadar yol kateder.

Periyodun büyük olması, bir tam dalga oluşması için uzun süre gerektiğini gösterir.

Frekans (f)

Birim zamanda (1 s'de) oluşan tam dalga sayısı. Ya da bir noktadan 1 s'de geçen dalga sayısıdır. Birimi s^{-1} veya Hertz (Hz)'dir.

Frekansın büyük olması kaynağın hızlı titreştiğini gösterir. **Birim zamandaki titreşim sayısı azaldıkça frekans azalır, periyot artar.**

Periyot (T) - frekans (f) arasındaki ilişki; **$T \cdot f = 1$** dir.

Örneğin bir kaynak saniyede 4 dalga üretiyorsa;

frekansı $f = 4 s^{-1}$ dir. Periyodu da, $T \cdot f = 1$ den,

$$T \cdot 4 = 1 \quad T = \frac{1}{4} \text{ s olur.}$$

Bir tam dalganın oluşması $\frac{1}{4}$ s sürer.

Genlik

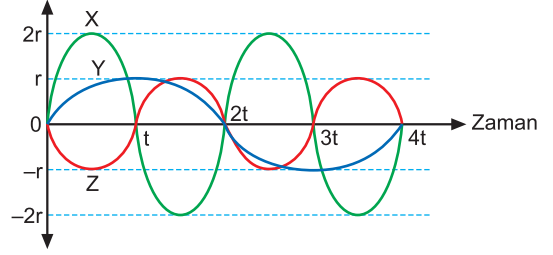
Dalga hareketinde titreşen noktanın denge konumundan maksimum uzaklaşma miktarıdır.

Başka bir ifadeyle de tepe noktasıyla çukur noktası arası düşey uzaklığın yarısıdır.



Aynı ortamda yayılan dalgalardan genliği büyük olanın enerjisi de fazladır. Genlik dalganın taşıdığı enerjinin bir göstergesidir.

DİKKAT! İki kat genlik iki kat enerji anlamına gelmez.

Örnek 1

Şekilde gösterilen X, Y, Z dalgalarının dalgaboyu, frekansı ve genliklerini karşılaştırınız.

(Dalgalar aynı ortamda oluşturulmuştur.)

Çözüm 1

Şekli incelersek dalgaboyu en büyük olan mavi renkli Y dalgasıdır. Tam bir dalga oluşması $4t$ sürmüştür. Yeşil renkle gösterilen X ve kırmızı renkli Z'nin dalga boyları ise, eşit ve Y'nin yarısı kadardır. Bu durumda,

$$\lambda_Y > \lambda_X = \lambda_Z$$

Frekans birim zamanda oluşan tam dalga sayısıydı ve periyodun tersiydi. Bir tam X dalgası ve Z dalgası $2t$ sürede, Y dalgası ise $4t$ sürede oluşmuş. Bu durumda periyotlar;

$$T_Y > T_X = T_Z \text{ olur.}$$

Frekans ise bunun tersidir. $f_Y < f_X = f_Z$ dir.

Genlik ise; denge konumundan olan maksimum uzaklıktır.

X'in genliği $2r$, Y'ninki r ve Z'ninki r kadardır. $r_X > r_Y = r_Z$ dir.

Dalga Hızı (v):

Bildiğimiz hızın aynısıdır. Yani birim zamandaki yerdeğiştirme. Birimi yine hız birimi: metre/saniye (m/s) dir.

Bir periyotluk (T) sürede dalga üzerindeki bir nokta dalga boyu (λ) kadar yol alır.

O halde hızın matematiksel ifadesi;

$$v = \frac{\text{Dalga boyu}}{\text{Periyot}} \text{ ise, } v = \frac{\lambda}{T} \text{ şeklinde yazabiliriz.}$$

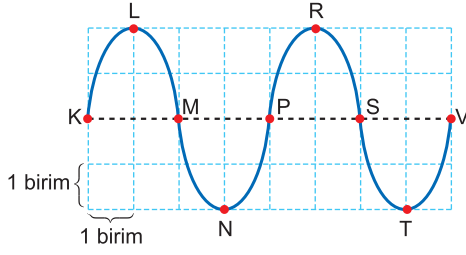
$$\lambda = v \cdot T, \quad \lambda = v \cdot \frac{1}{f} \text{ ve } v = \lambda \cdot f \text{ olarak kullanılır.}$$

Dalga hareketinde hızdan bahsediyorsak; ilk akla gelmesi gereken şey ortamdır.

Dalganın hızı ortama, ortamın özelliklerine bağlıdır.

Frekans ise sadece kaynağa bağlıdır.

Örnek 2



Eşit kare bölmeli düzlemde gösterilen şekildeki dalganın;

- Dalgaboyu ne kadardır?
- Genliği ne kadardır?
- K noktasının S noktasına ulaşması 6 s sürüyorsa dalganın yayılma hızı kaç birim/s dir?

Çözüm 2

a) İki tepe noktası veya iki çukur arası uzaklığa dalga boyu diyoruz. Başka bir ifadeyle dalga boyu, aynı özellikteki iki nokta arası uzaklıktır.

L ve R noktaları birbirine en yakın tepe noktaları veya N ve T en yakın çukur noktaları arası uzaklık, yani 4 birim uzunluk dalgaboyudur.

Ayrıca K-P arasıda (λ) dalgaboyu kadardır. $\lambda = 4$ birim.

b) Genlik; dalganın denge konumundan maksimum uzaklığıydı. Ya da en üst ve en alt düşey mesafenin yarısı. K, M, P, S, V noktalarının bulunduğu seviye denge konumudur.

Buna göre genlik 2 birimdir.

Ya da en üst L ile en alt N arasındaki düşey mesafenin (4 birim) yarısıdır. Genlik (y) = 2 birim.

c) Hız birim zamanda alınan yol demektir. K- S noktaları arası şekilden sayarsak 6 birim. Süre de 6 s ise;

$$\text{hız} = \frac{6}{6} = 1 \text{ birim/s olur.}$$

Biraz önce hızla ilgili verdiğimiz matematiksel ifadeyi kullanarak çözelim. $v = \frac{\lambda}{T}$ demiştik.

Bunun için λ ve T yi bilmemiz gerekiyor.

Sorunun a şıkkında $\lambda = 4$ birim bulmuştuk. T de bir tam dalga için geçen süreydi.

Dalga K noktasından S noktasına 6 s de ulaşmış. K-S arası uzaklık 6 birim ve $\lambda = 4$ birim olduğuna göre, 4 birim

ilerlemesi için geçen süre periyot (T) tur.

K-S arası 6 birim uzaklığı 6 s de alıyorsa 4 birim için gerekli süre 4 s dir.

6 birimi 6 s'de alıyorsa

4 birimi T de alır.

İçler dışlar çarpımıyla $T = 4$ s dir.

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ den } (\lambda = 4 \text{ birim, } T = 4\text{s})$$

$$v = \frac{4}{4} \quad v = 1 \text{ birim/s bulunur.}$$

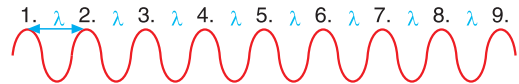
Örnek 3

Periyodik bir dalgada 9 tepe noktası arası 40 cm ve kaynağın frekansı 2 s^{-1} ise dalgaların yayılma hızı nedir?

Çözüm 3

Bu sorularda şekil çizmek işimizi biraz kolaylaştırır. Fakat iki tepe arası uzaklık bir dalgaboyu (λ) olacağından kaç λ uzaklık olduğunu tepe veya çukur sayısının 1 eksiği olarakta hemen söyleyebiliriz.

9 tepe arası 8λ uzunluktadır.



$$8\lambda = 40 \text{ cm ise}$$

$$\lambda = 5 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \text{ ise,} \quad v = \lambda \cdot f$$

$$v = 5 \cdot 2 \quad v = 10 \text{ cm/s bulunur.}$$

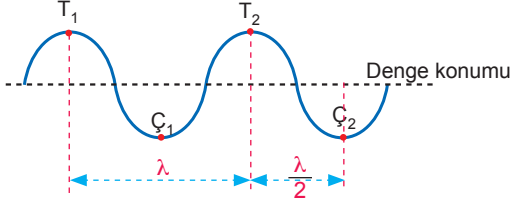
Örnek 4

Periyodik dalga üzerindeki bir noktadan 3 s de art arda iki dalga çukuru ve iki dalga tepesi geçiyor.

Buna göre, dalganın frekansı kaç Hz tir?

Çözüm 4

Basit bir şekil çizmek her zaman çözümü kolaylaştırır.



Art arda gelen tepe ve çukur noktaları şekildeki gibi olacaktır. İlk noktadan son noktaya uzaklık ise yine şekilde gösterdiğimiz gibi $\lambda + \frac{\lambda}{2}$ kadar olur.

Peşpeşe gelen iki tepe veya iki çukur arası λ , bir tepe bir çukur arası $\frac{\lambda}{2}$ kadardır.

Bu şu anlama geliyor: 1,5 tam dalga için geçen süre 3 s dir.

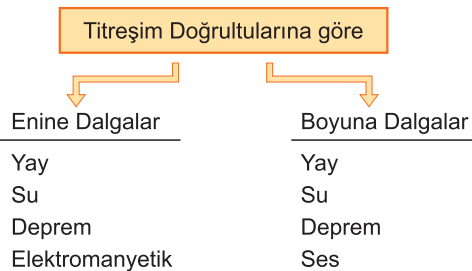
Bir tam dalganın oluşması için geçen süreye periyot, 1 s de oluşan dalga sayısına ise frekans diyorduk.

Bizden frekan sorulmuş. Orantı kurucuz.

$$\begin{array}{lcl} 3 \text{ s de} & 1,5 \text{ dalga oluşmuş} & \\ 1 \text{ s de} & f \text{ kadar oluşur.} & \\ \hline 3.f = 1.1,5 & & \\ f = 0,5 \text{ bulunur.} & & \end{array}$$

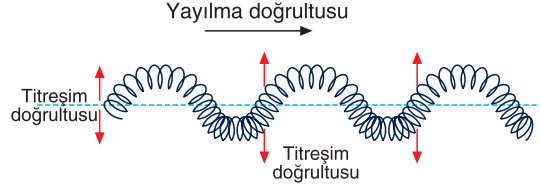
Dalgaların Sınıflandırılması

Dalgalar titreşim doğrultularına göre; enine dalgalar ve boyuna dalgalar, taşıdıkları enerjiye göre ise, mekanik ve elektromanyetik dalgalar olarak isimlendirilir ve sınıflandırılır.



Enine Dalgalar

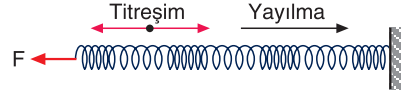
Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna dikse bu dalgalara enine dalgalar denir.



Yay, su, deprem ve elektromanyetik dalgalar enine dalgalara örnektir.

Boyuna Dalgalar

Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna paralelse bu dalgalara, boyuna dalga denir.



Yay, su, deprem ve ses dalgaları boyuna dalgalara örnektir.

Yay, deprem ve su dalgası hem enine, hem de boyuna dalga olabilir.

Ses dalgası her zaman boyuna dalga, elektromanyetik dalgalar ise her zaman enine dalgadır.



Mekanik Dalgalar

Dalgaların enerji taşıdığından bahsetmiştik.

Yay, su, ses ve deprem dalgaları gibi maddesel ortamlarda yayılan dalgalara **mekanik dalgalar** denir.

Bu dalgaları oluşturmak için iş yaparak enerji harcamak gerekir. Bu enerji dalgaya aktarılır ve dalgayla maddesel ortamda yayılırken enerji de taşınır.



Deniz ve okyanuslarda oluşan su dalgaları çok büyük enerjiler taşıyabilir. Kıyıya ulaşan bu dalgalar büyük yıkımlara da sebep olurlar. Tusunamileri biliyorsunuz.

Yaylarda da dalga oluşturmak için yayın bir ucu yukarı aşağı hareket ettirilir.

Daha büyük dalga oluşturmak için elimizi de daha çok kaldırırız. Yani dalgayı oluştururken yapılan iş ve dalganın taşıdığı enerji artar.

Ses dalgalarında hava moleküllerin titreşimleriyle oluşur ve havada yayılır. Şiddetli ses dalgaları camları bile kırabilir. Bu da sesin enerji taşıdığını gösterir.

Dalganın enerjisi genlikle ilgilidir. Genliği anlatırken enerjinin göstergesi olduğunu söylemiştik. Aynı ortamda oluşturulan dalgalardan genliği büyük olanın enerjisi de büyüktür.

Elektromanyetik Dalgalar

Elektrik yüklü taneciklerin ivmeli hareketiyle oluşan dalgalardır. Yayılmaları için maddesel ortama ihtiyaç yoktur.

Boşlukta da yayılır. Işık olarak isimlendirdiğimiz elektromanyetik dalgalar dışında gözle görünemeyen elektromanyetik dalgalar da vardır. Radyodalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi, morötesi ışınlar, X ışınları ve gama ışınları elektromanyetik dalgaların çeşitleridir.

- Mekanik dalgalar moleküllerin birbirlerine yakın olduğu ortamlarda daha hızlıdır.
- Elektromanyetik dalgalar moleküllerin (maddenin) az olduğu ortamda daha hızlı yayılırlar. Boşluktaki hızları ışık hızıdır. (300.000 km/saniye)

YGS müfredatında elektromanyetik dalgalarla ilgili ayrımı bulunmamakla birlikte; bu dalgalar günlük hayatımızda hep çevremizde oldukları için genel kültür ve günlük yaşam - fizik ilişkisi bağlamında biraz bahsedelim.

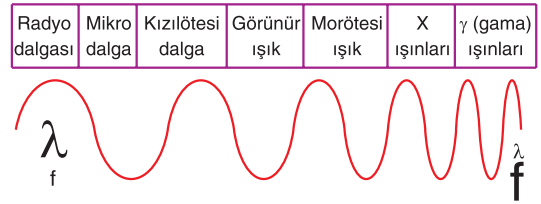
Gözümüzle göremediğimiz ama her an çevremizde olan TV yayınları, radyo dinlememizi sağlayan radyodalgaları, cep telefonlarımızın sinyallerini taşıyan dalgalar, vazgeçemediğimiz Wi-fi, bluetooth, kumandalarımızdaki kızılötesi

ışınlar, solaryum cihazlarındaki morötesi ışınlar, röntgen çektiğimizde ve güvenlik bölgelerindeki X ışınları, hep elektromanyetik dalgalardır.

Bunların sınıflandırılması dalgaboyu, frekans aralıklarına ve oluşma şekillerine göredir.

Radyodalgaları en büyük dalgaboyuna ve en küçük frekansa sahiptir. Enerjisi en az olanlardır. Dalga boyları km boyutlarında olabilir.

Gama (γ) ışınları ise atomun çekirdek kısmında oluşan tepkimelerle oluşur ve en yüksek enerji ve frekansa sahiptir. Dalgaboyu ise moleküller arasından geçebilecek kadar küçüktür.



Örnek 5

Dalgalarla ilgili;

- Dalga bir titreşim hareketidir.
- Her titreşim hareketi dalgadır.
- Her dalga enerji taşır.

yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

Çözüm 5

Konunun mini bir özeti diyebiliriz.

Dalga bir titreşim hareketidir. I. öncül doğru. Ancak her titreşim hareketi dalga hareketi olmaz. Dalga hareketi olması için maddesel bir ortamda titreşimin yayılması gerekir.

Örneğin sallanan bir salıncak titreşim hareketi yapar ama, dalga hareketi yapmaz. II. öncül yanlıştır.

Dalgayı oluşturmak için enerji harcamak gerekir. Harcanan bu enerji (her zaman tamamı olmayabilir) dalgaya aktarılır ve ortamda dalgayla taşınır.

Bu mekanik dalgalar için de elektromanyetik dalgalar içinde geçerlidir.

III. öncül doğru

Yanıt I ve III

YAY DALGALARI

Yay dalgaları mekanik dalgalardır. Titreşimlerine göre de yaylarda hem enine hem de boyuna dalgalar oluşabilir.

Biz daha çok enine dalgaları inceliyoruz.

Konunun girişinde "atma"yı tanımlamıştık. Esnek ortamda oluşturulan anlık sarsıntıya deniyordu ve dalganın anlık görüntüsüydü.

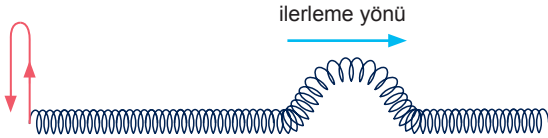
Eğer dalga kaynağı düzenli ve sürekli olarak titreşirse peş-peşe oluşan dalgalara **periyodik dalgalar** denir.

Yay dalgalarının özelliklerini periyodik dalgalar yerine atmalar üzerinde göstereceğiz. Çizdiğimiz şekiller böylece daha az karışık olacak.

Sarmal yayın dışında, tel ve iplerde oluşan dalgalarda aynı özellikleri gösterdiğinden; anlatımlarda tel, ip geçince ve şekiller yay değilse bunlara ait olunca "hani yay dalgası anlatılıyordu" diye panik yapmayın. Değişen bir şey yok.

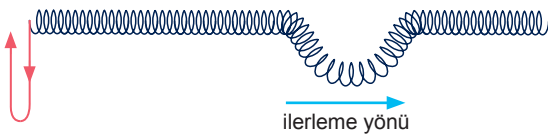
Şimdi bir atma oluşturalım.

Gergin yayın bir ucundan tutarak yayın ucunu denge konumundan yukarı kaldırıp denge konumuna indiriyoruz.



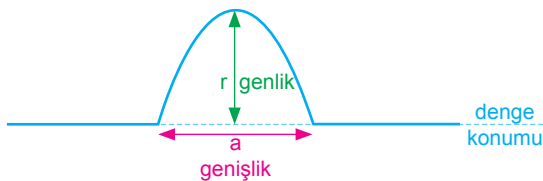
Bu oluşan atmaya **baş yukarı atma** denir.

Tuttuğumuz ucu ters yönde hareket ettirsek;



Bu durumda oluşan atmaya da **baş aşağı atma** diyeceğiz.

Şimdi atma'yı biraz inceleyelim.



Genlik şeklindeki gibi başyukarı atmada tepe noktasının, başaşağı atmada çukur noktasının denge konumuna uzaklığıdır.

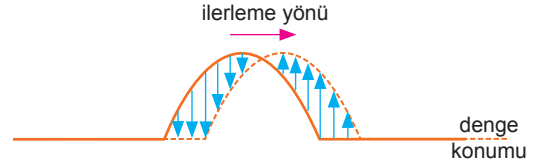
Genişlik ise atmanın başlangıç ve bitiş noktası arasındaki mesafedir.

İlerleme Yönü

Bir atmanın hareketini izlediğimizde ilerleme yönünü de görürüz. Fakat anlık görüntüsüne bakarak atmanın hareket yönünü anlayamayız.

Enine atmalarda ilerleme ve titreşim yönü birbirine diktir.

Sağa doğru ilerleyen bir atma düşünelim. Atmanın kısa süre sonraki durumunu da kesikli çizgi ile gösterelim.



Atma üzerindeki noktaların hareketi düşey doğrultuda ilerleme yönüne diktir.

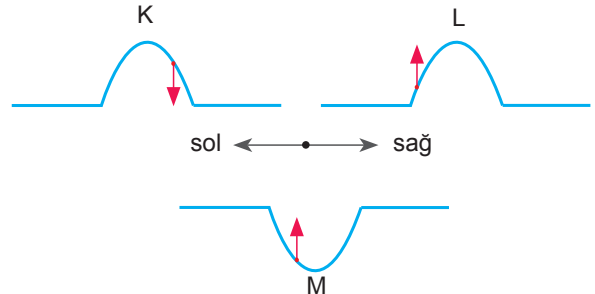
Atmanın ön ucunun ulaştığı her nokta sırayla yükselip, sonra tekrar denge konumuna gelecektir. İlerleme yönündeki ilk yarısı üzerindeki noktaların hareket yönü yukarı, arka kısımda kalan ikinci yarı üzerindeki noktaların hareket yönü ise aşağı (denge konumuna) doğrudur.

O zaman; atma üzerindeki bir noktanın hareket (titreşim) yönü verilirse atmanın ilerleme yönünü anlayabiliriz.

Hemen bir örnek üzerinde gösterelim.

Örnek 6

Şekilde verilen K, L, ve M atmaları üzerindeki noktaların hareket yönleri gösterildiği gibidir.



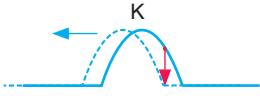
Buna göre, atmaların ilerleme yönleri nasıldır?

Çözüm 6

Bununla ilgili değişik yöntemler var. Ben bir tane en basit olanı söyleyim size.

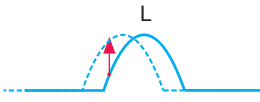
Şöyle düşünüyoruz. Atma bir uçtan oluşturuldu ilerliyor. Ulaştığı noktalar ne yapacaktı? Önce denge konumundan

uzaklaşıp sonra denge konumuna geri dönecek. Bilmeniz gereken bu kadar. K ye bakalım o zaman.



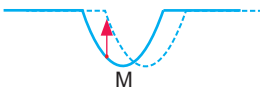
Verilen noktadaki ok denge konumuna doğru. Yani yükselmiş ve geri dönüyor. O zaman atma buradan geçmiş gidiyor.

Atmanın çok olan kısmı solda olduğuna göre K sola doğru ilerliyor.



L için bakalım. Noktamız (kırmızı ok) denge konumundan uzaklaşıyor. Yani atma buraya yeni gelmiş. Atmanın çok olan kısmı sağda, o zaman atma sola gidiyor.

M için bakalım. Başaşağı olanlarda biraz dikkat lazım.



Ok yukarı doğru ama denge konumuna yaklaşıyor. Çünkü atma ters verilmiş. Denge konumuna yaklaşıyorsa; her nokta önce denge konumundan uzaklaşıp sonra geri döneceği için, atma buraya gelmiş ve gidiyor.

Çok olan kısım nerede? Okun sağında. O zaman atma sağa doğru ilerliyor.

yanıt K ve L sola, M sağa ilerliyor.

Böyle uzun uzun anlattık diye zor olduğunu düşünmeyin. Anlaştıysın diye biraz uzattık :)



DİKKAT

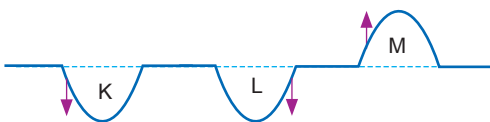


Bir atmanın tepe noktasının titreşim yönü her zaman denge konumuna doğrudur. Bu noktaya bakarak atmanın sağa veya sola doğru ilerlediğini anlayamayız. İki ihtimal de mümkündür. Baş aşağı atma içinde aynı durum var.

Bi örnekle daha pekiştirelim.

Örnek 7

Esnek bir yayda oluşturulan K, L ve M atmaları ve üzerlerindeki noktaların titreşim yönleri şekildeki gibidir.



Buna göre, hangi atmalar aynı yönde ilerler?

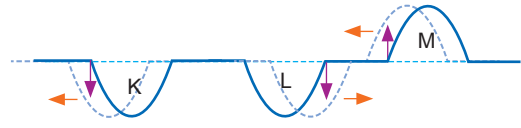
Çözüm 7

Aynı yöntemle çözelim. Her nokta önce denge konumundan uzaklaşıp, sonra geri dönecekti.

Burada yükselip alçalacaktı demiyoruz. Çünkü atma baş aşağı ise o zaman önce alçalıp sonra yükselir. Dikkat referans denge konumu.

Oklara bakarsanız hepsi de denge konumundan uzaklaşacak yöndeler. (K ve L de aşağı, M de yukarı)

Bu durumda her okun olduğu yere atma yeni ulaşmış. Tepe veya çukur noktası okun olduğu yere gelecek şekilde hareket etmeli.



Bu durumda K sola, L sağa, M ise sola doğru ilerliyordur.

Aynı yönde ilerleyenler K ve M

yanıt K ve M

Sabit ve Serbest Uçtan Yansıma

Esnek bir yayın, telin veya ipin bir ucundan oluşturulan atma diğer uca ulaştığında ne olur?

Cevap: Atma uç kısımdan, geldiği ortama (yay, tel veya ip) geri döner. Buna **yansıma** diyoruz.

Atmanın yansıdıktan sonra nasıl davranacağına ve ne olacağına bu ucu durumuna göre karar vericez.

Bu uç kısım için iki durum var.

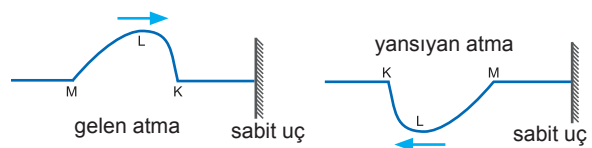
Sabit Uç : Yayın ucu bir noktaya bağlanmış (sabitlenmiş) ve hareket edemiyordur.

Serbest Uç : Uç kısım serbesttir ya da halka veya başka bir düzenele hareket edebilecek şekilde tutturulmuştur.

Sabit Uçtan Yansıma

Sabit uca gelen atma; baş yukarı ise baş aşağı, baş aşağı ise baş yukarı atma olarak yansır. Yani ters döner.

Sönümlenmeler ihmal edildiğinde (hep edilecek) atmanın genliği, genişliği ve hızı (sürati) değişmez.

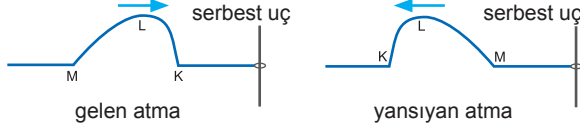


K noktası uca gelirken de, yansıdıktan sonra da önde olur.

Serbest Uçtan Yansıma

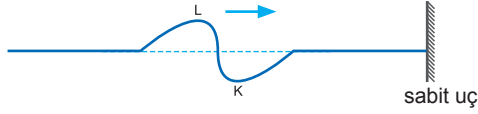
Serbest uca gelen atma geldiği gibi yansır. Baş yukarı ise, yansıdıktan sonra yine baş yukarı, baş aşağı ise yine baş aşağı olur.

Sönümlenmeler ihmal edildiğinde (hep edilecek) atmanın genliği, genişliği ve hızı (sürati) değişmez.

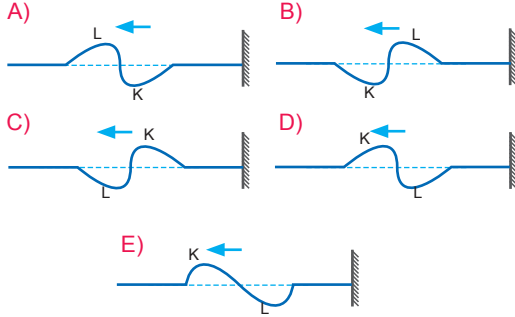


K noktası uca gelirken de, yansıdıktan sonra da önde; M noktası iki durumda da arkada olur.

Örnek 8



Şekilde verilen atmanın sabit uçtan yansıdıktan sonraki görünümü nasıl olur?



Çözüm 8

Bu soruları çözerken ilk yapılacak iş şıklara bakmak ve kesinlikle olamayacakları elemektir. Bu sayede soruyu çözmek çok kolaylaşır. Hatta yanlışları atınca cevap hemen ortaya çıkar. Bu yüzden bu soruya şık koyduk :)

Elemeye başlayalım.

İki temel kural var.

1. Engele giderken önde olan, yansıdıktan sonra da önde olur.

2. Sabit uçtan yansıyan ters döner. (baş yukarı ise baş aşağı olur)

Buna göre bakalım.

Engele ilk ulaşan K olmalı. Giderken sağda olan K yansıdıktan sonra solda olmalıdır.

A ve C şıkında L önde olduğu için bunları eledik.

Giderken L baş yukarı K baş aşağı, yansıdıktan sonra bunun tam tersi olmalı.

B şıkında K baş aşağı olduğu için bunu da eledik.

Kaldı D ve E şıkları. İkisinde de K önde ve yukarıda buradan seçim yapamıyoruz. O zaman şekle bakıcaz.

Soruda verilen ilk şekle bakarsanız K ve L atmaları sağlı sollu simetrik değil.



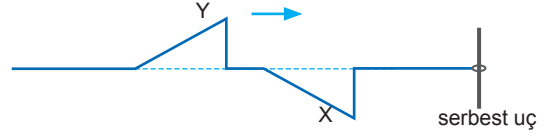
Bu şekilde olsalardı D ve E şıklarını ayıramazdık.

Bizim şeklimiz böyle. Yani uç kısımlarda eğim daha az. İki atma arasında daha dik.

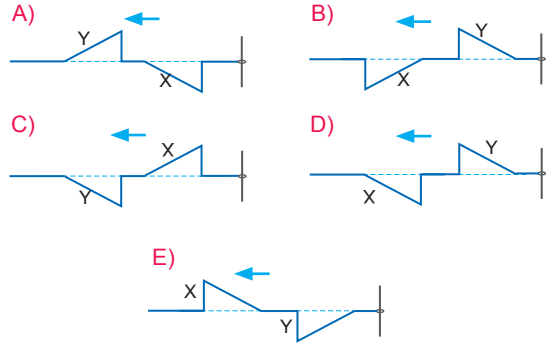
Bu durumda E şıkkı olamaz.

yanıt D

Örnek 9



Şekilde verilen atmanın serbest uçtan yansıdıktan sonraki görünümü nasıl olur?



Çözüm 9

Yine şıklardan gidicez. Önce yansıdıktan sonra kim önde kim geride olacak onu belirleyelim.

X serbest uca giderken önde olduğu için ilk o yansıyacaktır. Dönüşte de X önde yani solda olmalı. A ve C şıklarını başka hiçbir şeye bakmadan Y önde olduğu için eleyebiliriz.

İkinci bakacağımız durum ters dönüp dönmeyeceği.

Serbest uçtan yansıyacağı için oldukları gibi yansımaları lazım. Yani gelirken baş yukarı ise yansıyınca da baş yukarı olmalı.

Uca gelirken Y üstte X altta o zaman yansıyınca da aynısı olmalı. E şıkkında X üstte Y altta olduğu için E yi de attık.

Kaldı B ve D şıkkı. Burada yukardaki söylediklerimiz aynı. O zaman atmanın şekline bakarız. Atmalar dik üçgen şeklinde bize bu şekil yardımcı olacak.

B ve D de Y nin şekli aynı olduğu için X i inceleyelim.

Atmalar engele gelirken X in dik kenar önde gidiyor. O zaman yansıyınca da önde giden X dik üçgeninin dik kenarı olmalı. Bunu sağlayan da B şıkkı.

yanıt B

Yay Dalgasında Hız

Girişte bahsetmiştik yay dalgası diyoruz ama gergin bir tel veya iplerde de aynı durumlar söz konusu. Aynı özellikler var. Biz yay desekte siz teller ve ipler içinde aynısı olduğunu anlayın :)

Şunu söyleyerek başlayalım. Sadece yay dalgası değil, dalgaların hepsinde hız için en önemli şey ortamdır. Dalganın yayılacağı ortam hızı belirler.

Yay dalgaları da yay boyunca yayılacağı için yayın yapısı hızı karar verir. Yaylarda hızı belirleyen iki değişken var.

1. Yayı geren kuvvet.
2. Yayın birim uzunluğunun kütlesi.

Yayı geren kuvvet artarsa atmanın denge konumuna gelme süresi kısalar ve yayılma hızı artar.

Hız kütleyle de bağlıdır. Soru çözerken ve anlatırken dalga ve atma; ağır olan yayda yavaş, hafif yayda hızlı ilerler diyeceğiz. Ama buradaki ağır ve hafif ifadesi yayın birim uzunluğu içindir.

İnce bir yaydan 3 m uzunluğunda alırsak kalın ama 1 m lik bir yaya göre 3 m olan daha ağır olabilir. Bu nedenle birim uzunluğun kütlesine bakarız. Bunu da kütle / uzunluk tan buluruz.

Bu hızın matematiksel ifadesine YGS için girmiycez. Ama hızı nelerin nasıl etkilediğini de bilmemiz lazım.

Özetlersek; Yayı geren kuvvet büyüdükçe hız artar. Yayın birim uzunluğunun kütlesi arttıkça hız azalır. Bu artma ve azalma kuvvet ve birim uzunluk kütlesinin kareköküyle orantılıdır.

Sorularda karşılaştırma için, birim uzunluk kütlesi küçük olanlara ince veya hafif, büyük olanlara da kalın veya ağır denir.

Hız, dalganın genliğine, şekline, frekans ve periyoduna bağlı değildir.

Ortam Değiştirme (İletilen ve Yansıyan Atma)

Atmanın yayıldığı ortamın yay olduğunu söylemiştik.

Ortam değiştirme de atmanın bir yaydan başka bir yaya geçmesi anlamına geliyor.

Birbirine bağlı farklı özelliklerdeki yaylardan birinde bir atma oluştursak; bu atma ek noktasına geldiğinde atmanın bir kısmı diğer yaya geçerken bir kısımda geldiği ortama döner. Yani atma ikiye bölünür.

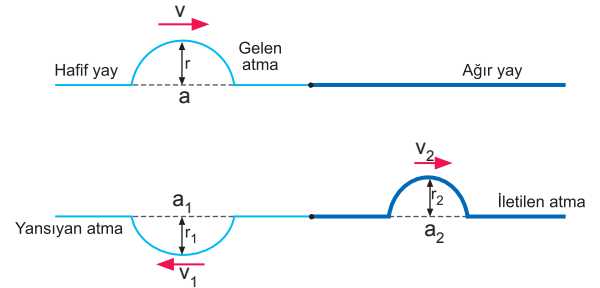
Diğer yaya geçene, **iletilen atma**; geri dönene **yansıyan atma** diyoruz.

Birbirine bağlı yaylar için yayı geren kuvvet aynıdır. Ama yayların birim uzunluklarının kütlesi farklı olabilir.

Karşımıza iki ihtimal çıkıyor. İnceden (hafiften), kalına (ağıra) geçiş veya tam tersi. Bunları inceleyelim.

Hafif Yaydan Ağır Yaya Gönderilen Atma

Hafif bir yayda oluşturulan atma ek yerine ulaşınca bir kısmı ağır yayda iletilirken bir kısmı da yansıyarak geldiği yaya (hafif) geri dönecektir.



- İletilen atma ağır olan yaya geçerken geldiği gibi; baş yukarı ise baş yukarı olacak şekilde iletilir.
- Yansıyan atma ters dönerek baş yukarıyken baş aşağı olacak şekilde yansır. **Kalın yayın bağlantı noktasını sabit uç gibi düşünün.**

Bu sorularda gelen atma, yansıyan ve iletilen atma için üç temel değişkeni karşılaştırıyoruz. Hız (v), genişlik (a) ve genlik (r).

Hızlar: Yaylar birbirine bağlı olduğu için geren kuvvet aynı. Hızı belirleyen birim uzunluğun kütlesi olacak. Hafif olan yayda hız büyük, ağır olan da küçük olmalı.

Gelen ve yansıyan atma aynı yayda olacağı için, hızları aynı olmalı. İletilen atma daha ağır yayda ilerlediği için hızı küçük olmalı. $v = v_1 > v_2$

Genişlikler: Genişlik atmanın ilk ve son noktası arası mesafedir. Atmanın oluşma süresi ve hızına bağlıdır.

Atmanın oluşumundan bahsetmiyor. O zaman genişlik için sadece hızı bakacağız. Genişliklerle hızlar doğru orantılıdır. Genişlik sıralaması hız sıralamasının aynısı olmalıdır.

$$a = a_1 > a_2$$

Genlikler: Genlik atmanın enerjisini gösterir demiştik. Genlik büyükse enerji de büyüktür.

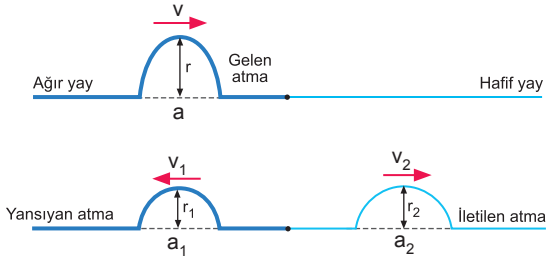
Bu durumda tek bir gelen atma eklem noktasında ikiye bölünerek iletilen ve yansıyan iki atmaya dönüştüğü için gelen atmanın enerjisi iletilen ve yansıyan arasında paylaşılır. Gelen atmanın enerjisi en büyük olmak zorundadır.

İletilen ve yansıyanın bu enerjileri nasıl paylaşacaklarını bilemeyiz. iletilen ve yansıyan arasında kesinlik yok.

Bu durumda, $r > r_1$ ve $r > r_2$ olmalıdır.

Ağır Yaydan Hafif Yaya Gönderilen Atma

Ağır bir yayda oluşturulan atma ek yerine ulaşınca bir kısmı hafif yayda iletilirken bir kısmı da yansıyarak geldiği yaya (ağır olan) geri dönecektir.



- İletilen atma hafif olan yaya geçerken geldiği gibi; baş yukarı ise baş yukarı olacak şekilde iletilir.
- Yansıyan atma da geldiği gibi yansır. Baş yukarı geldi yansıyınca da baş yukarı olacaktır. **İnce yayın bağlantı noktasını serbest uç gibi düşünün.**

Atmaların ters dönüp dönmeme durumunu genelleylim: İletilen atma ister kalına geçsin, isterse inceye; her zaman geldiği gibi yoluna devam eder. Yansıyan ise ağır yaydan yansıırken ters döner (sabit uç), hafif yaydan yansıırken geldiği gibi yansır (serbest uç).

Hızlar: Yine aynı durum var. Hafif olan yayda hız büyük, ağır alan da küçük olmalı.

Gelen ve yansıyan atma aynı yayda olacağı için, hızları aynı olmalı. İletilen atma daha hafif olan yayda ilerlediği için hızı daha büyük olmalı. $v_2 > v_1 = v$

Genişlikler: Genişlikler için hızlara bakıyorduk. Hızı büyük olanın genişliği de büyük olacak. Genişlik sıralaması hızdaki sıralamanın aynısı olmalıdır. $a_2 > a_1 = a$

Genlikler: Genlik enerjiyle orantılı olacak. Enerji büyükse genlikte büyüktür.

Gelen atma eklem noktasında ikiye bölünerek iletilen ve yansıyan iki atmaya dönüştüğünden enerjisini iletilen ve yansıyan atma paylaşırlar.

Gelen atmanın enerjisi toplam enerji olacağından en büyük olmak zorundadır.

İletilen ve yansıyanın bu enerjileri nasıl paylaşacaklarını yine bilemiyoruz. Kesin bir şey söyleyemeyiz.

Bu durumda kesin olan tek durum,

$r > r_1$ ve $r > r_2$ olacaktır.



DİKKAT

Gelen atmanın yayların bağlantı noktasında ikiye bölünüp hem iletilen hem yansıyan iki atmaya ayrılmasının sebebi; iki yayın ağırlıklarının farklı olmasıdır.

İki yay özdeş olsaydı (tek bir yay gibi davranırdı); atma normal ilerlemesine devam ederdi. Yani hepsi iletilir, yansıyan olmazdı.

O halde şunu söyleyebiliriz: Yaylar arasındaki ağırlık (kalınlık) farkı azaldıkça iletilen atma büyür, yansıyan küçülür. Fark arttıkça da iletilen azalır yansıyan artar.

Hatta ikinci yay çok ağır olursa iletilen hiç olmaz. Yayın ucu sanki duvara sabitlenmiş gibi olur.

Örnek 10

X ve Y noktalarından birbirine bağlanmış K, L ve M yaylarından K en hafif, L en ağır olanıdır.



Buna göre, K yayından şekildeki gibi bir atma gönderilirse;

- X ten iletilen baş yukarı, yansıyan baş aşağıdır.
- Y den iletilen baş yukarı, yansıyan baş aşağıdır.
- L deki atmanın hızı M dekinden küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 10

Kurallar belli, geçişlerin inceden kalına mı, kalından inceye mi olduğuna dikkat ettikten sonrası kolay.

Atma X noktasına ulaşınca daha kalın (ağır) L yayına geçeceği için ters dönerek yansır. Başyukarı gelmişti, baş aşağı yansiyacak. L yayına iletilen atma Y noktasına gelince M daha hafif olacağı için geldiği gibi yansiyacak, baş yukarı geldiği için yansiyanda baş yukarı.

Baş yukarı geldiğini nereden mi biliyoruz:) Güzel soru.

İletilen atmalar yayların kalınlığına bakmaksızın her zaman gelen gibi olur demiştik ya oradan biliyoruz. İlk atma baş yukarı ise, iletilenlerin hepsi baş yukarı olacaktır.

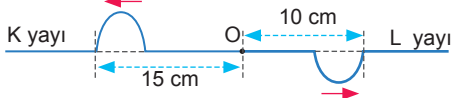
Bu durumda I. öncül doğru. II. öncülün ilk kısmı doğru ama ikinci kısmı yanlış. Y noktasına gelen atma daha ince yaya çarpacağı için ters dönmez geldiği gibi yansır.

Yayların hepsi için kuvvetler aynı. Hız için kalınlığa bakmaz. L, M den kalın (ağır) olduğu için L deki hız M dekinden küçük olur. Hatta en ince K olduğu için hız K de en büyüktür. I ve III doğru II yanlış.

yanıt I ve III

Örnek 11

O noktasından birbirine bağlı K ve L yaylarından K de oluşturulan atmanın O noktasında ilk iletilen ve yansıyanları şeklindeki gibidir.



Buna göre,

- I. K de oluşturulan ilk atma baş aşağıdır.
- II. Yansıyan atmanın genişliği iletilenden büyüktür.
- III. Atmaların K ve L deki hızları oranı, $\frac{3}{2}$ dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 11

Bu soru tipi önemli. Son durumu vererek yorum yaptırıyor. Bu sorularda başlangıç noktamız iletilen atma olmalı.

Çünkü ister inceden kalına, isterse kalından inceye geçiş olsun iletilen her zaman gelen atma gibi olacaktır. L yayındaki iletilen atma baş aşağı olduğuna göre; K de oluşturulan ilk atma baş aşağı olmalıdır. I doğru

Yansıyan atma baş yukarı olduğuna göre, sabit uca ulaşmış gibi davranmış. Yani kafayı sert bir yere çarpacak. O zaman L yayı K den daha ağır olmalıdır.

Bu durumda K yayındaki hız ve genişlik L dekilerden mutlaka büyüktür. Genişlikler arasındaki ilişki her zaman hızla aynı oluyordu. II. doğru

Bu soruda iletilen ve yansıyan atmanın O noktasından uzaklıkları da verilmiş. Atma O noktasına ulaştığı anda iletilme ve yansıma aynı anda başlar. Atmaların O dan uzaklıkları hızlarıyla doğru orantılıdır.

$$K \text{ ve } L \text{ deki hızların oranı, } \frac{15}{10} = \frac{3}{2} \text{ olur. III. doğru}$$

yanıt I, II ve III

Karşılaşan Atmalar

Aynı yayda oluşturulan atmalar aynı yönde ilerlerken aralarındaki uzaklık hep sabit kalır. Çünkü aynı yayda aynı hızla ilerleyeceklerdir.

Fakat karşılıklı iki atma varsa, bunlar karşılaşır ve karşılaştıklarında birbiri içinden geçip giderler. Geçip gittikten sonra ilk şekillerinin aynısını korurlar.

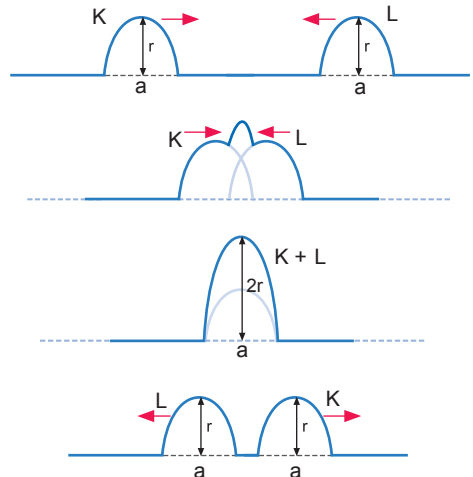
Peki tam karşılaşma anında neler olur?

Atmalar aynı noktaya ulaşmaları durumunda birbirleriyle **girişim** yaparlar. Birbiri içinden tamamen geçip gidene kadar, geçici bir şekil değişikliği oluşur. İki atmanın beraber oluşturduğu bu yeni şekle **bileşke atma** denir.

Bu bileşke atmanın şekline iki atma beraber karar verirler. Bir noktanın denge konumundan uzaklığı; iki atmanın aynı uzaklıkları (uzanımları) toplamı kadar olur.

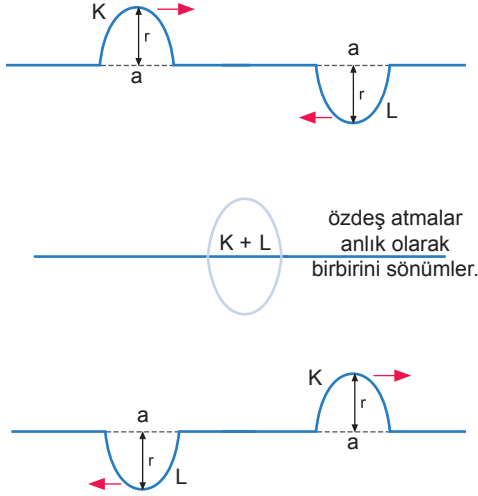
Mesela; iki tane baş yukarı atma karşılaşrsa birbirini güçlendirir, bir baş yukarı atma ile baş aşağı atma karşılaşrsa da birbirinin etkisini azaltır (sönümler)

- Özdeş iki atmanın baş yukarı karşılaşması



Atmaların tepe noktaları çakışınca toplam genlik, ikisinin genlikleri toplamı kadar olur. Genişlikler aynı olduğu için ikisinden birine eşittir. Sonra birbiri içinden geçerek ilk şekilleri gibi giderler.

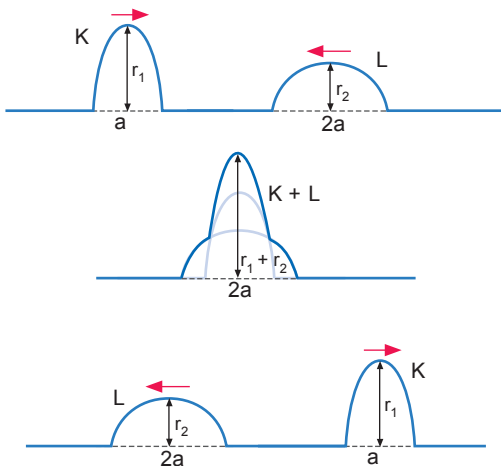
- Baş yukarı ve baş aşağı özdeş iki atmanın karşılaşması.



Atmaların tepe noktaları aynı hizaya gelince özdeş oldukları için birbirini tamamen sönmürl.

Anlık olarak yay üzerinde hiçbirşey gözlemlenmez. Sonra birbiri içinden geçip eski şekillerinde yollarına devam ederler.

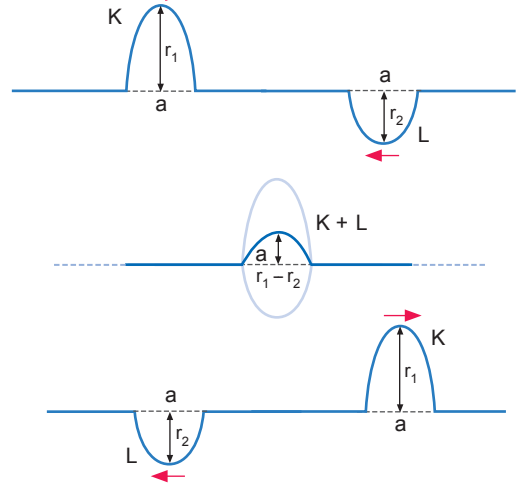
- Atmaların genlik ve genişlikleri farklı olursa.



Girişim deseninde genliği bulurken iki atmanın genliklerinin toplamını alıyoruz. $r = r_1 + r_2$

Genişlik ise atmalardan genişliği büyük olanın genişliği kadar olacaktır bizim şeklimizde $2a$ kadar.

- Farklı genliğe sahip atmaların birisi baş yukarı birisi baş aşağı olursa. ($r_1 > r_2$)



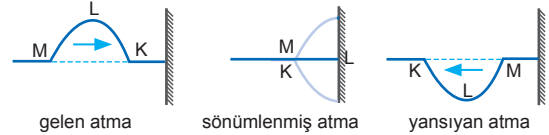
Girişim deseninde genliği bulurken bu sefer iki atmanın genliklerinin farkını alıyoruz. $r = r_1 - r_2$

Yay üzerindeki bir noktanın durumunu bulmak için iki atmanın o noktadaki genliklerini toplarız. Alt kısmını (-) almayı unutmadan tabi ki.

- Tek bir atma kendisiyle de girişim yapabilir. Nasıl mı :) Eğer atmanın bir ucu sabit veya hareketliyse, bu uçtan atmanın bir kısmı yansıyor engelle hâla ulaşmamış kısmı ile girişim yapar.

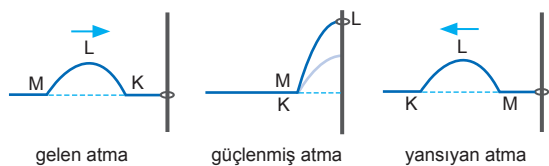
Hemen şekil üzerinde görelim.

Sabit uçta:



L noktası sabit uca ulaştığı anda atmanın yansıyan kısmı (K-L arası) ters döneceği için engelle gelmekte olan kısmını (L-M arası) sönmüleyecektir. Atmanın L ye göre sağ ve solu simetrik olmazsa tam bir sönmülenme olmaz.

Serbest uçta:

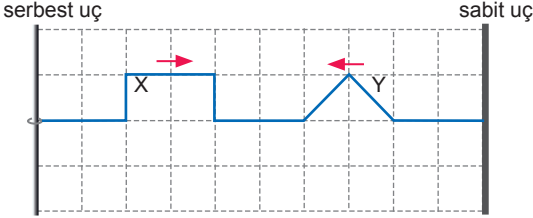


L noktası serbest uca ulaşınca iki yarı birbirini güçlendirir.

Anlık olarak genlik iki katına çıkar.

Örnek 12

X ve Y atmaları şekildeki gibi bir ucu sabit, diğeri serbest olarak gerilmiş yayda verilen yönlerde ilerlemektedir.



Buna göre, atmaların ilk ve ikinci karşılaşmalarında girişim şekilleri nasıl olur? (Bölmeler eşit aralıklıdır)

Çözüm 12

Bu soru test sorusu olduğunda, aşağıdakilerden hangisi gibi olur diye sorardı. Biz cevabı nasıl bulacağımızı öğrenelim, doğru şıkkı işaretlersiniz artık :)

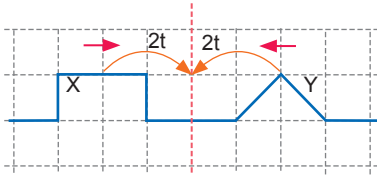
Bu sorudan bir kaç soru daha çıkarırız :)

Kitapta az soru var demeyin sonra!

- Atmalar t sürede bir bölme ilerliyorsa kaç t süre sonra karşılaşılır?

Başka sorularda da lazım olacağı için ilk şunu belirteyim. Aynı yaydaki atmaların hızları mutlaka eşittir. Bunun için, eşit sürelerde eşit yollar alırlar.

O zaman bu atmaların tam olarak nerede karşılaşması lazım? Tabi ki tam ortada.

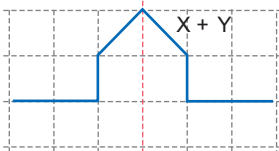


Orta yeri kırmızı çizgiyle gösterelim. Atmaların orta noktalarının bu hiza ya uzaklıkları 2 birim.

Herbiri iki birim ilerlediğinde tam olarak karşılaşmış olurlar. O zaman karşılaşma süresi $2t$ olacaktır.

Karşılaşan atmaların ikisi de baş yukarı olduğu için X ve Y birbirini güçlendirir. İkisinin genliklerini toplarız.

Görünüm aşağıdaki gibi olur.



- Atmaların ikinci karşılaşmaları ilkinden kaç t süre sonra olur?

Burada soruyu iyi okumak lazım. Bazen ilk durumdan kaç t sonra diye de sorabilir.

Bize ilk karşılaşmadan kaç t sonra diye soruyor.

İlk karşılaşma anında iki atma da sabit ve serbest uçların (toplam 10 bölme var) tam ortasındalar.

Bu durumda iki atma orta noktadan uçlara gitmek için 5, tekrar aynı yere dönmek için 5 bölme daha yol alacaklardır. Her bölme t sürede alınıyorsa, 10 bölme $10t$ sürer.

Yani ikinci karşılaşma, ilkinden $10t$ sonra olacak.

Baştan itibaren sorsaydı; $2t$ de önceden süre geçtiği için toplam $12t$ olurdu.

Şimdi gelelim bu ikinci karşılaşmada görüntünün ne olacağına. İki ihtimal var.

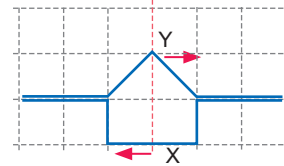
Ya yine birbirini güçlendirecekler, ya da zayıflatacaklar. Bu baş yukarı mı baş aşağı mı olacaklarına bağlı.

X sağa doğru ilerliyordu, yani sabit uca. Bu durumda baş aşağı yansır.

Y ise sola, serbest uca ulaştınca yine baş yukarı yansır.

(Sorudaki şekilden mutlaka takip edip, görün)

Yeni karşılaşma durumunda atmaların ayrı ayrı durumları aşağıdaki gibi olacaktır.

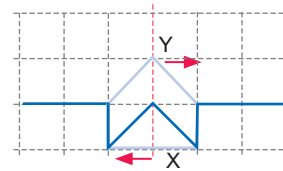


Atmalar birbirinin etkisini azaltacaklar. İki atma aynı şekilde olmadığı için tam bir sönümlenme olmaz.

Tam orta noktaları iki atma da denge durumundan bir bölme kadar uzaklaştırmak istediği için orta nokta denge konumunda olur.

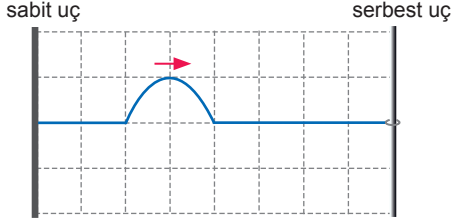
Diğer noktalar içinde üst ve alt kısmın farkını alıyoruz.

Ve cevap aşağıdaki gibidir.



Örnek 13

Bir ucu serbest, diğeri sabit uca bağlı yay üzerindeki atma şekilde verilen yönde t sürede 1 bölme ilerlemektedir.



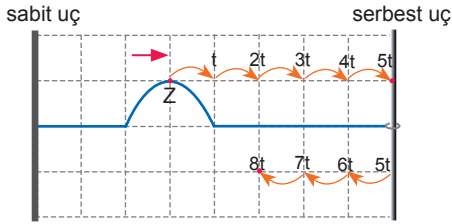
Buna göre,

- Atmanın $5t$ ve $8t$ süre sonraki görünümünü nasıldır?
- Atma kaç t süre sonra sönümlenir?

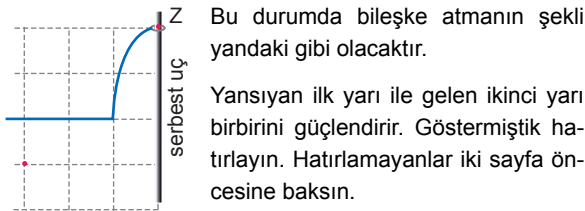
Çözüm 13

Bu sorularda atma üzerinde bir nokta belirleyip bu noktayı verilen yönde adım adım sayarak ilerleticez.

- Ben atmanın orta noktasını seçiyorum ve buraya Z diyorum. Zafer'in Z si :) Siz başka bir nokta seçebilirsiniz, ama dikkatli sayın.



$5t$ anında Z noktası serbest uca ulaşıyor.



Bu durumda bileşke atmanın şekli yandaki gibi olacaktır.

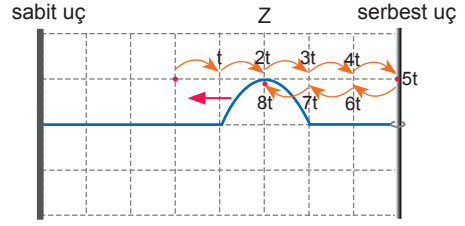
Yansıyan ilk yarı ile gelen ikinci yarı birbirini güçlendirir. Göstermiştik hatırlayın. Hatırlamayanlar iki sayfa öncesine baksın.

Sıra geldi $8t$ anındaki görüntüye. Saydığımız şekle bakarsanız $8t$ anındaki konumu görürsünüz.

Z noktası burada olacak şekilde atmayı çizicez. Ben orta noktayı seçtiğim için bunun sağına ve soluna doğru birer birim çizerim.

Eğer siz uçlardan birini seçmişseniz geriye doğru mu, ileri doğru mu çiziceğinize çok dikkat edin. Şekil aynı çıkabilir ama yeri yanlış olur sonra.

Niye ortayı seçtiğim anlaşıldı mı :) Daha garanti...



Serbest uçtan yansıyan atma, geldiği gibi baş yukarı yansır. Görünüm de yukarıdaki şekildeki gibi olur.

b) Atmanın kaç t sonra sönümleneceğini sormuş.

Sönümleneceğinden emin yani :)

Tepe noktasına göre sağ ve solu simetrik olan bir atma, sabit uçtan yansırken; tepe noktası uca ulaştığında anlık olarak sönümlenir.

O zaman yapmamız gereken tek şey Zafer'in Z noktasının sabit uca ne zaman geleceğini bulmak.

İlk konumdaki atma sağa (serbest uca) doğru ilerliyor. Buradan yansıyıp sabit uca gelecek.

Z noktasının serbest uca ulaşması $5t$ sürdü. Yayın tamamı 8 bölme olduğuna göre, diğer uca ulaşmak için $8t$ daha ilerleyecektir. (her bölmeyi t sürede geçiyordu)

İlk konumdan itibaren toplam süre $5t + 8t = 13t$ olur.

Sayarak bulmak isteyenler buyursun. Ben sıkıldım...

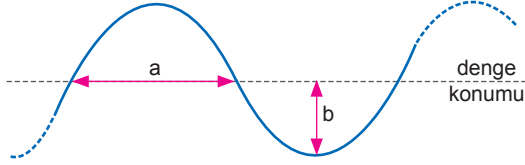
Şunu söyleyim sadece; $8t$ deki konumu bulmuştuk ya. Buradan ok yönünde sayarsanız da oluyor. (8 e ilave ederek)

1. I. Ses dalgası
II. Radyo dalgası
III. Deprem dalgası
IV. Su dalgası

Yukarıdakilerden hangileri mekanik dalgadır?

- A) I ve II B) I ve III C) III ve IV
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

2. Şekildeki periyodik dalga üzerinde bazı uzunluklar gösterilmiştir.



Buna göre,

- I. Dalganın genişliği "a" dır.
- II. Dalganın genliği "b" dir.
- III. Dalga boyu "2a" dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

3. Dalgalarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Taşıdığı enerjiye göre dalgalar; mekanik ve elektromanyetik dalgalar olarak ikiye ayrılır.
- B) Sadece mekanik dalgalar enerji taşır.
- C) Bir ortamda titreşim oluşturmak için enerji gerekir.
- D) Dalgaların genliği büyükse enerjisi de büyüktür.
- E) Aynı ortamdaki dalgaların hızları eşittir.

4. Dalgalar titreşim doğrultularına göre; enine ve boyuna dalgalar olarak ikiye ayrılır.

- I. Yay dalgaları
- II. Su dalgaları
- III. Mikrodalgalar

Buna göre, yukarıdaki dalgalardan hangileri hem enine hem de boyuna titreşim yapabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

5. I. Kaynağa bağlıdır.
- II. Bir noktadan art arda iki tepe geçmesi için gerekli süredir.
- III. Birimi saniye dir.
- IV. Titreşimin birim sürede aldığı yoldur.

Yukarıdakilerden hangileri periyoda ait bir tanımdır?

- A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

6. 4 dalga tepesi arası uzaklığı 60 cm olan dalganın dalga boyu kaç cm'dir?

- A) 15 B) 20 C) 30 D) 40 E) 60

7. Periyodik dalgalarda hızın matematiksel ifadesi; $v = \lambda \cdot f$ dir.

Buna göre,

- I. Frekans artarsa, dalga boyu azalır.
- II. Hız artarsa dalga boyu artar.
- III. Frekans artarsa hız artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

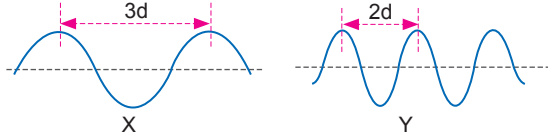
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

8. Dalga boyu 12 cm olan periyodik bir dalganın hızı ortam boyunca sabittir.

Buna göre, dalganın periyodu 4 s ise, hızı kaç m/s dir?

- A) 1 B) 3 C) 6 D) 7 E) 9

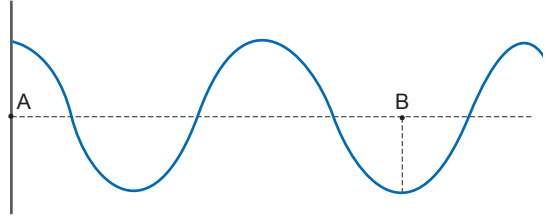
9. Şekildeki X ve Y dalgalarının frekansları sırasıyla $4f$ ve $2f$ dir.



Buna göre, X ve Y dalgalarının yayılma hızları oranı, $\frac{v_X}{v_Y}$ kaçtır?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

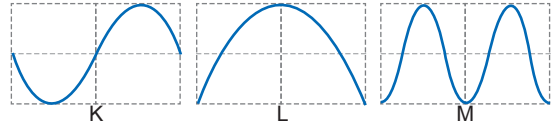
10. Şekildeki periyodik dalgalardan dakikada 90 tane üretilmektedir.



A-B arası 30 cm olduğuna göre, dalgaların yayılma hızı kaç m/s dir?

- A) 40 B) 30 C) 20 D) 10 E) 5

11. Eşit bölmeli düzlemlerdeki K, L ve M dalgaları şekildedir.



Dalgaların frekansları aynı olduğuna göre, yayılma hızları v_K , v_L ve v_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $v_K > v_L > v_M$ B) $v_L > v_K > v_M$ C) $v_M > v_L > v_K$
D) $v_K = v_L > v_M$ E) $v_K > v_M > v_L$

12. Esnek bir yay da oluşturulan atmanın hızı;

- I. Yayı geren kuvvet
- II. Yayın uzunluğu
- III. Yayın kütlesi

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

1.D

2.E

3.B

4.C

5.C

6.B

7.C

8.B

9.A

10.B

11.B

12.E

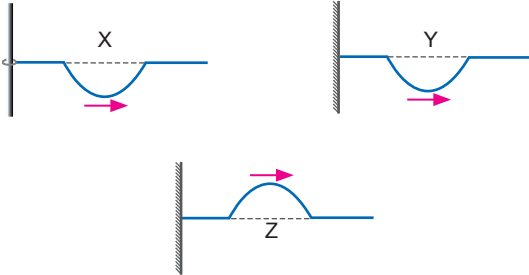
1. Türdeş bir yayda oluşturulan atma için;
- I. Atmanın genliği taşıdığı enerjiyle doğru orantılıdır.
 - II. Yayın yapıldığı maddenin cinsi yayılma hızını etkiler.
 - III. Atmanın genişliği yayılma hızına bağlıdır.
- yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2. Gergin bir teldeki atmanın hızını artırmak için;
- I. Telin kalınlığını artırmak.
 - II. Teli geren kuvveti artırmak.
 - III. Telin uzunluğunu artırmak.
- İşlemlerinden hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

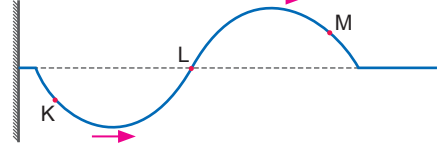
3. Esnek yaylarda oluşturulan X, Y ve Z atmalarının ilk yansımaları şekildeki gibidir.



X atması serbest, Y ve Z atmaları sabit uçtan yansıdığına göre, hangi atmalar yansımadan önce baş aşağıdır?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) X ve Y
D) X ve Z E) X, Y ve Z

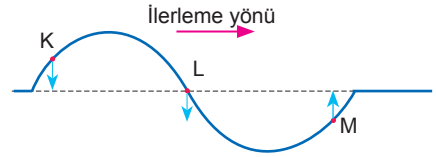
4. Esnek yayda oluşturulan atmalar verilen yönde ilerlemektedir.



Buna göre, atmalar üzerindeki K, L ve M noktalarının hareket yönleri aşağıdakilerden hangisi gibidir?

	K	L	M
A)	↓	↓	↑
B)	↓	↑	↓
C)	↑	↓	↓
D)	↑	↓	↑
E)	↓	↓	↓

5. Esnek yayda oluşturulan atmalar ok yönünde ilerlemektedir.



Buna göre, atmalar üzerinde verilen K, L, M noktalarından hangilerinin titreşim yönü doğru gösterilmiştir?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) K ve L
D) K ve M E) L ve M

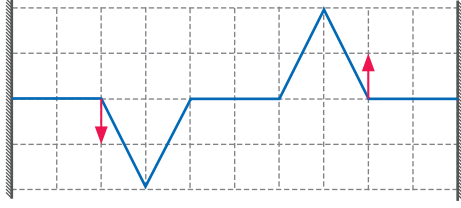
6. Kendi içinde türdeş yaylarda eşit sürelerde oluşturulan K ve L atmaları şekildeki gibidir.



Şekilde verilenlere göre, K ve L atmalarının hızları oranı, $\frac{v_K}{v_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{4}{5}$ E) 1

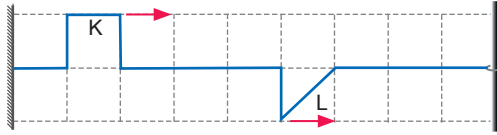
7. Sabit noktalar arasına gerilmiş esnek yayda oluşturulan özdeş atmalar üzerindeki noktaların titreşim yönleri $t = 0$ anında şekildeki gibidir.



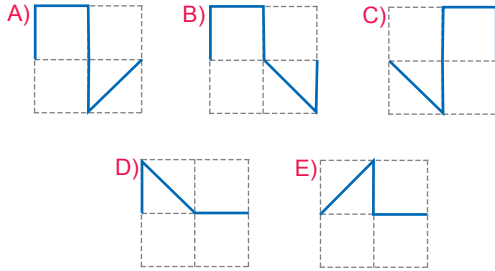
Atmalar t sürede iki bölme ilerlediklerine göre, kaç t süre sonra birbirlerini sönmürler?

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 12

8. Bir ucu sabit, diğeri serbest olan esnek yaydaki K ve L atmalarının hareket yönleri şekildeki gibidir.



Atmalar saniyede 1 bölme ilerlediklerine göre, şekildeki konumdan 5 s sonraki görünüşleri aşağıdakilerden hangisi gibidir?



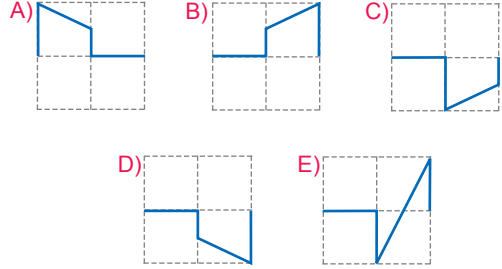
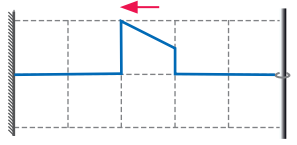
9. Uç uca eklenmiş farklı kalınlıktaki yaylardan birinde oluşturulan atma diğerine geçerken iletilen ve yansıyan atmalar oluşuyor. Gelen, yansıyan ve iletilen atmalarla ilgili;

- I. Gelen atma baş yukarı ise iletilen de baş yukarıdır.
- II. Gelen ve iletilen atmanın hızları farklıdır.
- III. Gelen ve yansıyan atmanın genişlikleri eşittir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

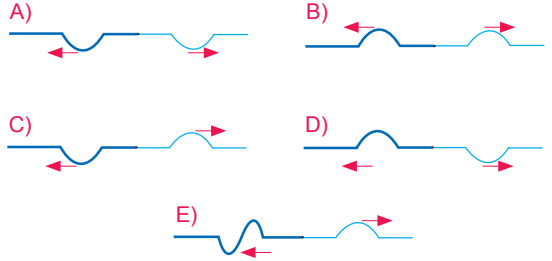
10. Esnek yayda oluşturulan şekildeki atma t sürede 1 bölme ilerliyorsa $8t$ süre sonunda görünümü nasıl olur?



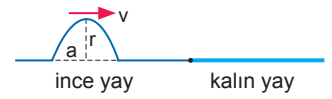
11. Ağır ve hafif iki yay birleştirilerek ağır olandan şekildeki gibi bir atma gönderiliyor.



Buna göre, iletilen ve yansıyan atma aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



12. Birbirine bağlı yaylardan ince olanda oluşturulan şekildeki atmanın genişliği a , genliği r , hızı v dir.



Bu atma ek noktasında yansıyan ve iletilen olarak iki atmaya dönüştüğünde;

- I. İletilenin genliği r den küçük olur.
- II. Yansıyanın genişliği yine a kadar olur.
- III. İletilenin hızı v den küçük olur.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

1.E	2.B	3.D	4.D	5.A	6.D	7.B	8.B	9.E	10.C	11.A	12.E
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

2.

SU DALGALARI

SU DALGALARI

Adı üzerinde suda oluşan ve yayılan dalgalara su dalgası diyoruz. Çok açıklayıcı oldu farkındayım :) Ama tanım bu!

Öncelikle su dalgaları mekanik dalgadır. Yayılması için maddesel ortama ihtiyaç vardır. Bu ortam da su oluyor.



Dalgaları bir de titreşim doğrultusuna göre sınıflamıştık. Enine ve boyuna dalgalar olarak iki dalga şekli vardı.

Su dalgası bu iki titreşimi beraber yapıyor. Yani hem enine, hem de boyuna dalga.

Şunu unutmayın! su dalgası suyun yüzeyinde oluşur. Derinlerde dalga yoktur. Üst kısımdaki su tanecikleri düşey titreşimin yanında dairesel şekilde hareket ederek boyuna dalga gibi ilerleme doğrultusunda da titreşim yaparlar.

Dış ortamda su dalgalarını incelemek daha keyifli de olsa laboratuvar ortamında deneyler yapmak ve dalgaları incelemek için **dalga leğeni** denilen bir düzenek kullanılır.

Dalga leğeni basit tabanı camdan yapılmış bir kaptır. Akvaryumun çok derin olmayanını düşünün. Üst kısmına bir ışık kaynağı konularak üstten aydınlatılır.

Bunun sebebi dalgaları daha iyi gözlemlemektir. Aydınlıkta daha iyi görüneceği için değil :) Yanlış anlamayın.

Su saydam bir madde olduğu için şekiller tam algılanamayabilir. Dalga şekillerini daha iyi görebilmek için; tabanı cam olan dalga leğeni üstten aydınlatıldığında, leğenin alt kısmında ışığın kırılmalarından dolayı aydınlık karanlık çizgiler oluşur.

Bunlara çok takılmadan olayımıza geçelim.

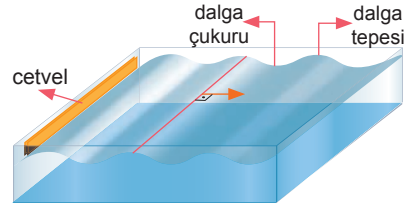
Dalgalardaki temel nicelikler su dalgaları içinde geçerlidir.

Dalga boyu, periyot ve frekans tsu dalgalarında da var. Hızla ilgili matematiksel ifade; $v = \lambda \cdot f$ yine aynı.

Su dalgalarını doğrusal ve dairesel olarak ikiye ayırıyoruz. Bu ayrım hem oluşumları hem de görünüşleriyle ilgili.

Doğrusal Su Dalgaları

Dalga kaynağı olarak düz bir çubuk veya cetvel kullanırsak oluşan dalgalar doğrusal olur.



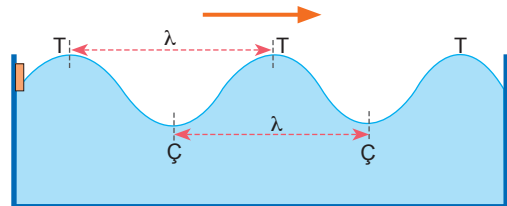
Oluşan doğrusal su dalgalarının tepe ve çukurları doğrusal çizgiler oluşturur. Bu çizgilere tepe ve çukur çizgileri diyoruz.



Dalganın ilerleme doğrultusu bu çizgilere her zaman dik olur. (şekilden kontrol edin lütfen)

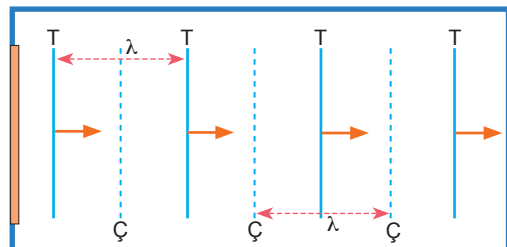
Her seferinde böyle üç boyutlu şekillerle uğraşmıycaz.

Yukardaki şekile yandan baktığımızda göreceğimiz şey;



Sorularda ise daha çok üstten görünüm verilir.

Üstten görünümü çizerken dalga tepelerini düz çizgi, çukurlarını ise kesikli çizgiyle göstereceiz. Bazen sadece tepe çizgileri verilir. Hemen bakalım aşağıdaki şekle.



T: tepe; Ç: çukur; soldaki turuncu çubuk dalga kaynağı.



DİKKAT

Buraya kadar anlatılanlardan en önemli olan bilgi:

Dalga tepeleri ve çukurların oluşturduğu çizgi her zaman yayılma doğrultusuna diktir.

Bu durum dairesel, su dalgaları için de geçerli.

Dairesel Su Dalgaları

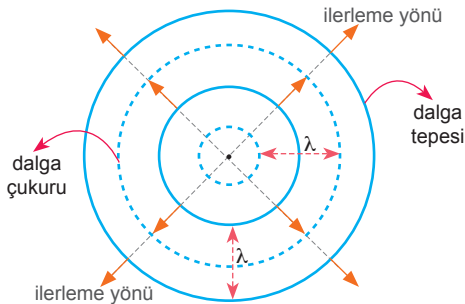
Noktasal bir kaynak kullanırsak oluşan su dalgaları aynı merkezli iç içe daireler şeklinde oluşur. Mesela parmak ucuyla veya kalem gibi sivri uçlu bir cisimle oluşturursak.



Dalgaların tam bir daire oluşturması için su derinliğinin her yerde aynı olması gerekir. Yoksa tam daire olmaz.

Kaynağın suya dokunduğu noktadaki titreşim her yönde yayılmaya başlar. İlerleyen bu titreşimler aynı hızla kaynaktan uzaklaştıklarında oluşan şekil daire ya da çember olur.

Dalga tepeleri ve çukurları aynı merkezli çemberler şeklinde olacaktır. Tepe çizgilerini düz çizgi, çukur çizgilerini de kesikli çizgiyle göstererek üstten görünümü çizersek;



Dairesel su dalgalarının üstten görünümü yukarıdaki gibi olur. Şekilde turuncu renkle gösterdiğimiz ilerleme doğrultusu ve yönü her zaman tepe çizgilerine dik olur.

Çembere nasıl dik çizicez :)

Uzantısı dairenin merkezinden geçiyorsa bu doğrultu çember çizgisine diktir.

Dalgaların yansımaları, kırılması konularını anlatırken bu bilgiyi kullanacağız.

Su Dalgalarında Hız

Yaya dalgalarında hız yayı geren kuvvete ve yayın birim uzunluğunun kütlesine bağlıydı. Yani titreşimin yayılacağı ortamın özelliklerine.

Su dalgalarında da hızı ortamın özellikleri belirler. Diğer değişkenler ve matematiksel ifadeye girmiyoruz. Bilmemiz gereken kısım sadece şu:

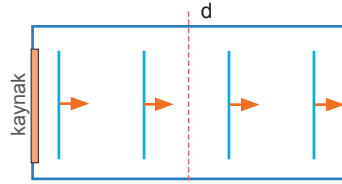
Su dalgaları derin ortamda hızlı, sığ ortamda yavaş ilerler.

Derinlik değiştikçe hız da değişir. $v_{\text{derin}} > v_{\text{sığ}}$

Dairesel su dalgalarının tam daire şeklinde oluşması için neden derinliğin her yerde eşit olması gerektiğini anlamışsınızdır sanırım:)

Kaynakta oluşan titreşimin yayılma doğrultularında derinlik farklı olursa merkezden uzaklıklar da değişeceği için farklı şekiller oluşur.

Örnek 1



Şekildeki dalga leğeninde sabit frekanslı kaynak doğrusal su dalgaları üretiyor.

İki dalga tepesi arası uzaklık 3 cm ve d doğrusu üzerinden 5 s de 16 tane dalga tepesi geçtiğine göre,

a) Dalgaların periyodu kaç s dir?

b) Dalgaların yayılma hızı kaç cm/s dir?

Çözüm 1

Aslında bu soruların yay dalgalarında çözdüklerimizden hiç farkı yok. Ama "burda hoca örnek çözmemiş" demeyin diye bir tane çözelim. Hem tekrardan zarar gelmez ☺

$v = \lambda \cdot f$ veya $v = \frac{\lambda}{T}$ formülü dalgaların her çeşiti için geçerlidir.

Aslında hareket konusundaki hız formülünün aynısı. Uzunluğu dalgaboyu (λ), zamanı da periyot (T) alıyoruz.

Peki periyot neydi? Bir tam dalga oluşması için geçen süre, ya da iki dalga tepesi (veya iki çukur) arasında geçen süre.

Bizim soruda bir noktadan 5 s de 16 dalga tepesi geçmiş.

Sakın tutupta $\frac{5}{16}$ veya $\frac{16}{5}$ gibi bir işlem yapmayın.

Çünkü 16 tane tepe arasında 16 dalga boyu olmaz.

Dalga boyu sayısı çizgi sayısının 1 eksigidir. Çizip görün.

O zaman 5 s de 16 değil, 15 dalga geçmiş.

1 s de geçen dalga sayısı yani frekans ise; $f = \frac{15}{5} = 3$ olur.

$f = 3 \text{ s}^{-1}$ Frekans periyot arasındaki ilişki, $T.f = 1$ ise;

Periyot; $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3} \text{ s}$ olur. $T = 1/3 \text{ s}$

b şıkında hızı soruyor. Soruda iki dalga tepe arası 3 cm olarak verilmiş. Bu dalga boyudur. ($\lambda = 3 \text{ cm}$)

Periyot ve frekansı da biliyoruz. Hız formülüne bakalım.

$$v = \lambda.f$$

$$v = 3.3 \quad v = 9 \text{ cm/s bulunur.}$$

Su Dalgalarının Yansıması

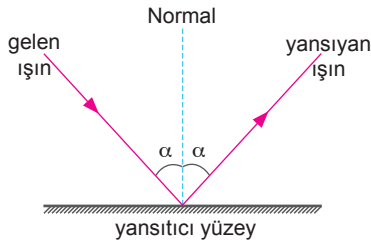
Bir engele çarptığında yön değiştirme veya geri dönmeye yansıma denir.

Işığın yansıması nasılsa, dalgaların yansıması da ona benzer. Bunun için, su dalgalarının yansımasını ışığın yansımasına benzeterek açıklaycaz.

Dalgalar doğrusal ve dairesel olabileceği gibi yansımaya sebep olan engelde doğrusal ve parabolik olabilir.

Herbir durum için farklı durumlar gözlemlense de yansıma; temel yansıma kurallarına göre olacaktır. Yani mantık aynıdır.

Yansıma Kanunları



Hertürlü yansıma olayında yansıma kanunları geçerlidir.

Sadece düzlem yüzeylerde değil, eğrisel yüzeyde de yansıma varsa, yansıma kanunlarına göre olacaktır.

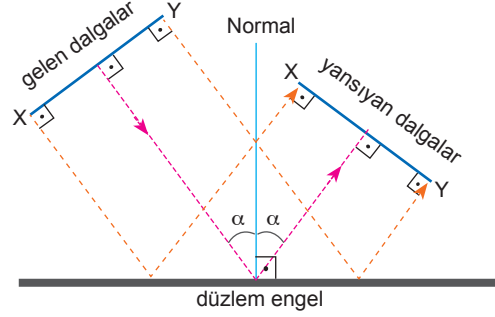
1. Gelen ışın, normal ve yansıyan ışın aynı düzlemedir.
2. Gelen ışının normalle yaptığı açı, yansıyanın normalle yaptığı açıya eşittir.

Normal ışının yüzeye değme noktasında, yüzeye çizilen dik doğrultudur. Yüzey ve normal her zaman dik olur.

Düzlem Engelde Yansıma

Doğrusal Dalganın Düzlem Engelde Yansıması

Doğrusal su dalgası düzlem engelde yansımasını ışığın düzlem aynada yansımasına benzetiyoruz. Tepe çizgisinin ilerleme yönünü ışık ışını gibi düşünerek engelden yansıtırız. Gelen ve yansıyan dalga bu doğrultuya dik olacak şekilde çizilir.



X-Y noktaları arasındaki **lacivert** çizgi dalganın tepe çizgisi.

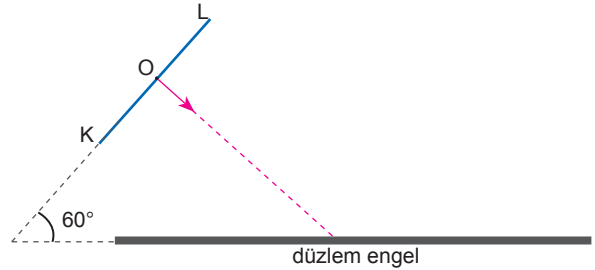
Kırmızı kesik çizgiyle gösterilen dalganın ilerleme doğrultusu.

Turuncu ile X ve Y noktalarından çizilen kesik çizgiler ise, bu noktaların ilerleme ve yansıma doğrultuları.

Hemen bir örnek üzerinde tekrar edelim.

Örnek 2

Şekilde KOL atması ok yönünde ilerlemektedir.



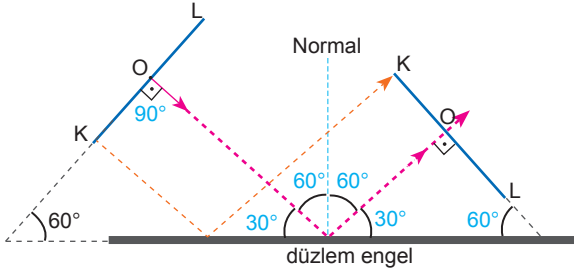
Buna göre, atmanın düzlem engelden yansıdıktan sonraki görünümü nasıl olur?

Çözüm 2

İlk yapacağımız şey ilerleme yönünde bir ışık ışını göndererek engelden yansıma kanunlarına göre yansıtmak. Sonra bu doğrultu üzerine K-O-L atmasını dik olacak şekilde yerleştirecez.

Bunu yaparken,

1. Açılara dikkat ediyoruz.
2. K, O, L noktalarının yerlerine dikkat ediyoruz.



Birazcık geometri bilgisi gerekiyor. Ama çokta ileri seviye değil rahat olun :)

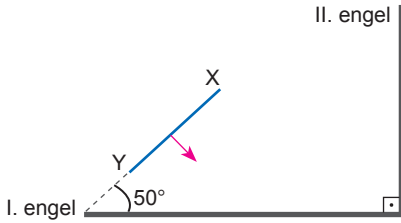
K noktasının hangi uca olacağını bulmak için K den kesikli turuncu çizgiyle gösterdiğimiz bir çizgi çizerek aynı şartlarda yansıtıyoruz.

Bunun için tekrar açılarla uğraşmanıza gerek yok. Göz kararı, kırmızı çizgiye paralel olarak çizerseniz yaklaşık olarak hangi uç olduğunu buluruz.

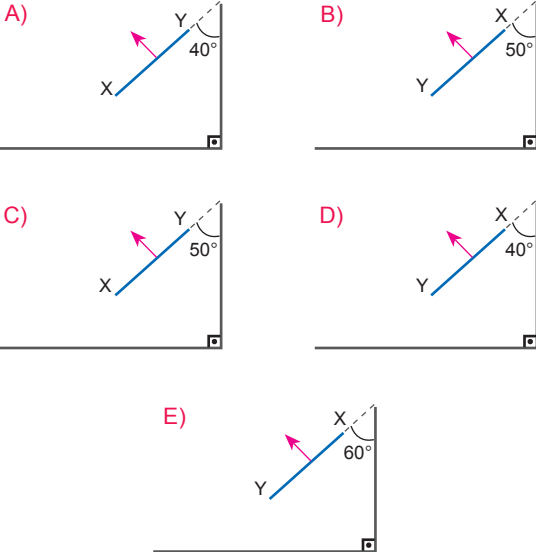
Bu sorularda "şıklardan hangisine benzer" diye sorulur ve şıklarda olmayanları eleyerek cevaba ulaşılır.

Örnek 3

Şekildeki X-Y atması verilen yönde I.engele doğru ilerlemektedir.



Buna göre, atmanın II. engelden yansıdıktan sonraki görünümü nasıl olur?

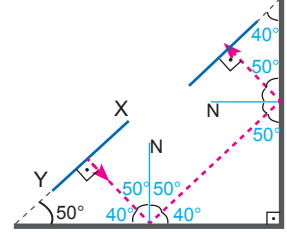


Çözüm 3

İlk yapacağımız işlem yine ilerleme doğrultusu üzerinden ışın gönderip yansımaları yaptıktan sonra bu doğrultu üzerine atmayı dik şekilde yerleştirmek.

Dediklerimizi yapıp açıları dikkatlice bulursak, sonuç şekildeki gibi olur.

Şekil çok karışmasın diye II. duvardan yansımada bazı açıları yazmadık.

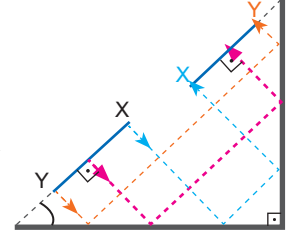


Buradan II. yansımayı yapan atmanın düşeyle yaptığı açı 40° olarak görünüyor. Şıklara bakarsanız, bu bilgiyle 3 şık birden elenir.

Sadece A ve D şıkkı bu açıyı sağlıyor.

Bunlardan hangisi olacağını ise, X ve Y noktasının yeri belirleyecek.

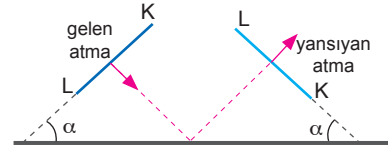
X ve Y noktalarından ilerleme doğrultusuna paralel çizgiler çizilerek yansımaları yapılsa bu noktaların yeri belli olur.



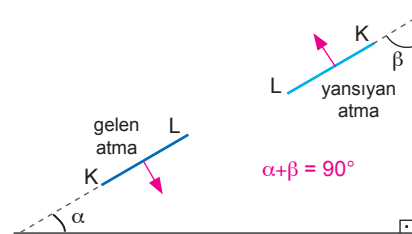
Buradan D şıkkı da elenir. Sadece A kalır.

yanıt A

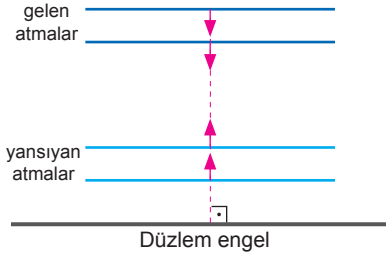
- Düzlem bir engelle gelen dalganın gelme açısı ile yansıma açısı eşit olur.



- Birbirine dik engellerden sırayla yansıyan atma, ilk geliş doğrultusuna paralel olarak yansır. 3. örnekteki gibi.

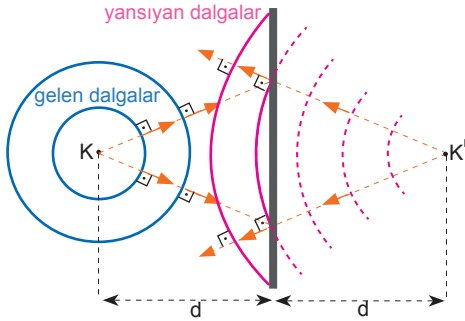


- Yüzeye dik olarak gelen dalga kendi üzerinden geri yansır.



Dairesel Dalganın Düzlem Engelde Yansıması

Farklı bir şey yok. Dalganın ilerleme doğrultusunu ışık ışını gibi yansıtıp, yansıyanlar üzerine dik olacak şekilde dalganın tepe çizgisini yerleştiriyoruz.

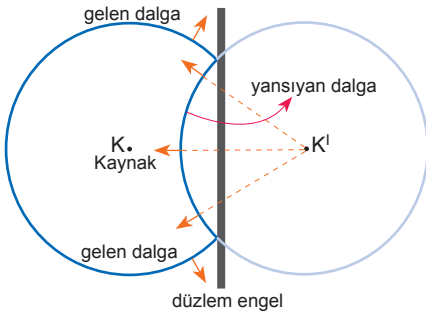


Şekilde mavi renkli olanlar gelen dalgaları, kırmızı renklerde ise yansıyan dalgaları gösteriyor.

K noktasından oluşturulan dalgalar, iç içe daireler şeklinde engele yaklaşırken yansıyanlar sanki engelin arkasındaki K' noktasından oluşan dairesel dalgaların parçası gibi olurlar.

Burada düzlem engel düzlem ayna gibi düşünülürse, K' noktası K noktasının bu aynadaki görüntüsü gibidir.

K' ve K noktaları düzlem engele göre simetrikler. Şekilden de bu noktaların engele uzaklıklarının eşit olduğunu görebilirsiniz.



Burada ve diğer tüm yansımalarda engele ilk çarpan nokta ilk yansır.

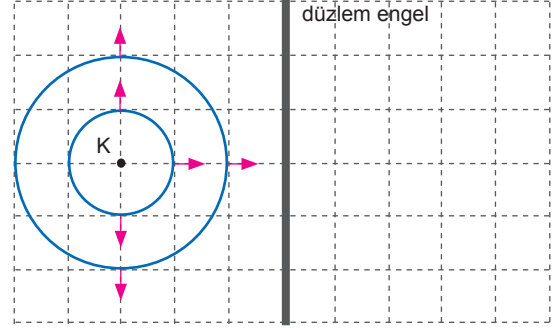


DİKKAT

Yansıma olayında engel ve dalganın şekli ne olursa olsun, yansımadan sonra dalgaboyu, periyot, frekans ve hız kesinlikle değişmez.

Örnek 4

Eşit bölmeli düzlemde sabit derinlikle dalga leğeninde K noktasında üretilen iki dairesel atmanın $t = 0$ anında görünümü şeklindeki gibidir.



Atmalar t sürede 1 bölme ilerlediğine göre,

- İlk atma t süre sonra engele ulaşır.
- İkinci atma $5t$ süre sonra K noktasına ulaşır.
- İkinci atma engele ulaştığında ilkinin yarıçapı 4 birimdir.

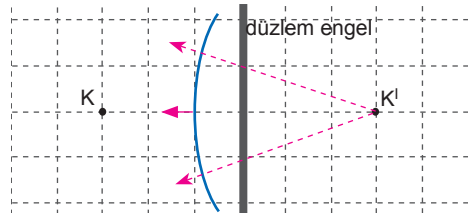
yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 4

Atmalar t sürede 1 bölme ilerliyorlarsa yakın olan atma t süre, uzak olan $2t$ süre sonra engele ulaşır yansımaya başlar. **I doğru**

İkinci atma $2t$ süre sonra engele ulaşır, yansıdıktan sonra K noktasına 3 birim uzaklıkta olduğu için K'ye ulaşması $3t$ sürer. Toplamda K'ye ulaşması $5t$ sürer. **II doğru**

Atmalar arası uzaklık sabit kalacağı için, ikincisi engele ulaştığında ilk atma yansıyıp engelden 1 birim uzaklaşmıştır. Yansıyan atmalar K noktasının engele göre simetrik olan noktadan geliyor gibi yansıyacağı için;

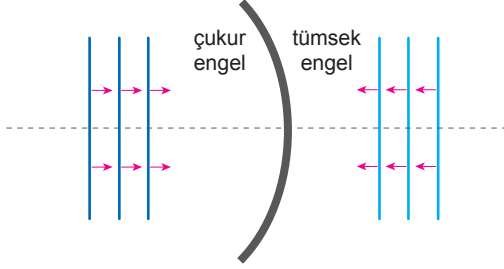


şekildeki gibi yarıçap 4 birim olur.

yanıt I, II ve III

Parabolik Engelde Yansıma

Parabolik engel dediğimizde küre kapağı şeklinde engeli düşüneceğiz.



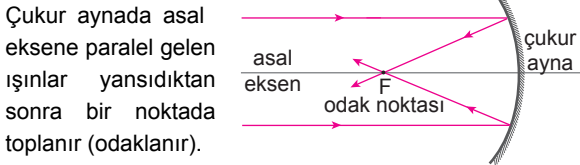
Aynı engel dalgaların geliş yönüne göre, çukur veya tümsek engel olarak isimlendirilir.

Bu engele gelen doğrusal ve dairesel dalgaların yansımalarını çizerken de optikteki çukur ve tümsek aynalarda ışığın yansımından faydalaniyoruz.

Sırayla görelim bakalım yansımalar nasıl olacaktı.

Doğrusal Dalganın Çukur Engelde Yansıması

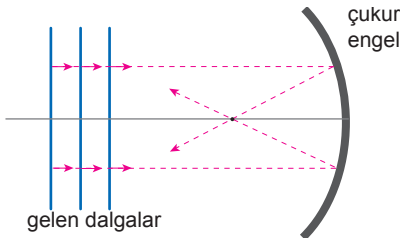
Önce çukur aynadaki yansımaya hatırlayalım.



Bu noktaya aynanın odağı denir.

Doğrusal dalgaların ilerleme doğrultusu çukur engele paralel gelen ışınlar gibidir.

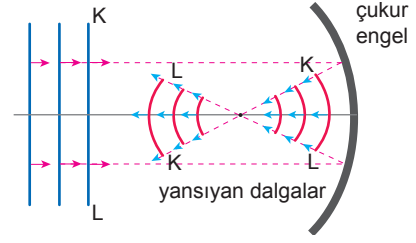
Bunları yansıtıp, yansıyan ışınların üzerine yansıyan dalgaları yerleştireceğiz.



Çukur engele çarpan dalgalar yansıdıktan sonra şekildaki gibi bükülürler.

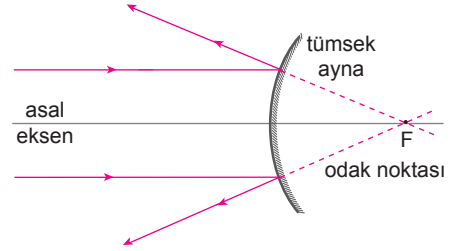
Dalgalar odak noktasında toplanıp tekrar buradan yayılır.

Aşağıdaki şekilde, gelen ve yansıyan dalgaların üzerindeki K ve L noktalarının izlediği yolu inceleyin.



Doğrusal Dalganın Tümsek Engelde Yansıması

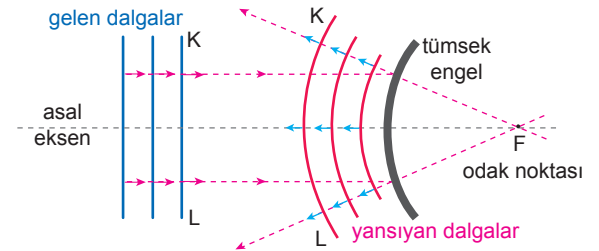
Tümsek aynadaki yansımaya hatırlayalım.



Tümsek aynaya asal eksene paralel olarak gelen ışınlar yansıdıktan sonra uzantıları aynanın arkasındaki odak noktasında toplanır (odaklanır).

Yine dalgaların ilerleme doğrultusunu gelen ışınlar olarak düşünüp yansıtaç.

Yansıma doğrultuları üzerine de dik olarak yansıyan dalgaları çizicez.



Yansıyan dalgalar, engelin arkasındaki odak noktasında oluşmuş dairesel dalgalar gibidir.



DİKKAT

Çukur ve Tümsek engelden yansıyan doğrusal dalgalar, yansıdıktan sonra dairesel dalgalara dönüşür.

Çukur engelde yansıyanlar bir noktada odaklanır. Tümsek engelde yansıyanlarda odaklanma olmaz.

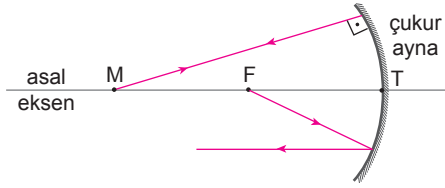
Dairesel Dalganın Çukur Engelde Yansıması

Yine optik benzetmesi yapıcak. Dairesel dalgalar bir nokta kaynaktan yayılıyordu. Burada da bir noktadan çıkıp çukur aynaya giden ışınlara benzetiyoruz.

Bu durumda noktanın (yani kaynağın) yerine göre yansımalar farklı şekillerde oluşur.

Çukur aynada en önemli noktalar, odak (F) ve merkez (M) noktalarıdır.

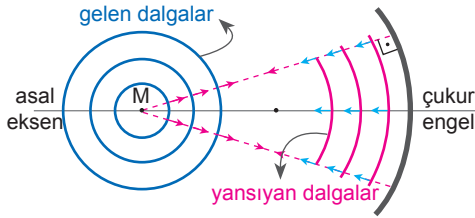
Merkez noktası aynaya, çukur aynanın yarıçapı uzaklığındadır; odak ise bunun yarısı kadar uzaklıktadır.



Merkezen çıkan ışınlar ayna yüzeyine dik çarpacağı için kendi üzerinden yansır. Odaktan çıkan ışınlar ise asal eksene paralel olarak yansır. Buna göre;

Kaynak merkezde ise

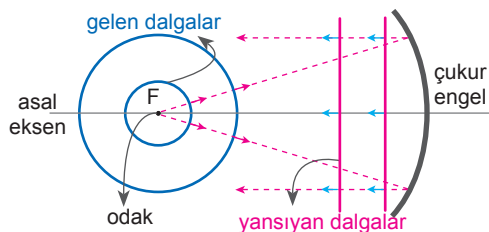
Dalgaların ilerleme doğrultusu engel yüzeyine dik çarpıp kendi üzerinden geri yansır. Aşağıdaki gibi.



Yansıyan dalgalar tekrar merkezde toplanır (odaklanır).

Kaynak odakta ise

Odaktan yayılan dalgaların ilerleme doğrultuları, odaktan gelen ışınlar gibi asal eksene paralel yansır. Bu yansıyanlar üzerine yansıyan dalga çizgileri dik olarak yerleştirilirse; yansıyan dalgaların doğrusal dalgalara dönüştüğü görülür.

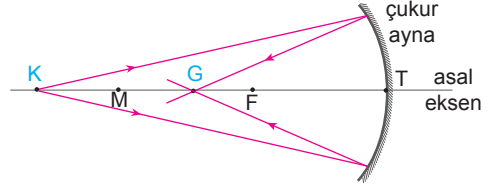


Dairesel dalgalar, doğrusal dalgalara dönüşür.

Dalga boyu, frekans, periyot ve hız değişmez.

- Peki kaynak merkez ya da odakta başka yerde olursa? Bunun cevabı için optikteki karşılığını düşüncü.

Asal eksen üzerinde merkezin dışındaki bir noktadan çıkan ışınlar yansıdıktan sonra merkezle odak arasından geçer.

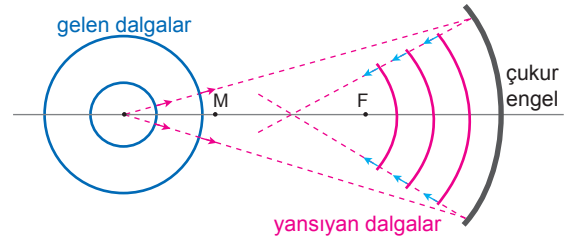


Bunun tam tersi de doğrudur.

Asal eksen üzerinde, merkezle odak arasından çıkan ışınlar yansıdıktan sonra merkezin dışında asal eksen üzerinde aynı noktada kesişir.

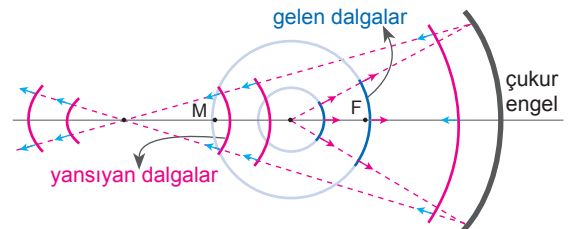
Kaynak merkezin dışında ise

Dalgalar yansıdıktan sonra, merkezle odak arasında bir noktada toplanır, buradan tekrar yayılır.



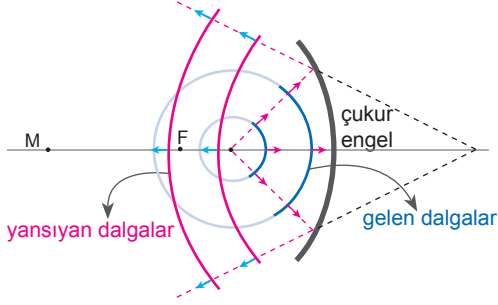
Kaynak merkezle odak arasında ise

Dalgalar engelde yansıdıktan sonra merkezin dışında bir noktada toplanır ve buradan tekrar yayılır.



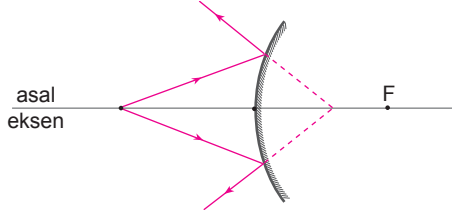
Kaynak odakla engel arasında ise

Yansıyan dalgalar sanki engelin arkasındaki bir noktada oluşmuş gibidir.

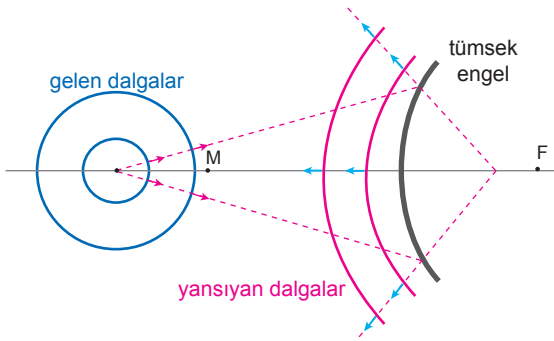
**Dairesel Dalga'nın Tümsek Engelde Yansıması**

Optiğe devam:)

Tümsek aynada ışığın yansımasına benzeticez.



Kaynaktan çıkan dalgalar tümsek engelde yansıdıktan sonra sanki engel arkasındaki bir noktada oluşmuş gibi yansır.



Kaynak (dalga'nın geldiği nokta) ne kadar uzakta olursa olsun; yansıyan dalga'nın uzantılarının engelin arkasında kesiştiği nokta her zaman odakla engel arasındadır.

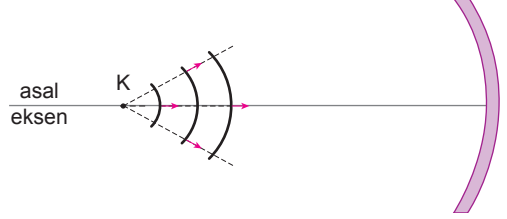
Bu yansıma düzlem engeldeki yansıma benzer. Sakın karıştırmayın. Peki nasıl ayıracağız?

Düzlem engelde, engele göre kaynak ve kaynağı gibi davranan nokta (uzantıların kesiştiği yer) simetriktir. Yani engelden aynı uzaklıktadır.

Tümsek engelde ise, engelin arkasındaki nokta hep daha yakındır.

Örnek 5

Sabir derinlikli dalga leğeninde çukur engelin önündeki K noktası asal eksen üzerinde olup, bu noktada oluşturulan dairesel dalgalar şekildeki gibi engele doğru ilerlemektedir.



Buna göre,

- I. K noktası odakta ise, yansıyan dalgalar doğrusal olur.
- II. K noktası merkezde ise, dalgalar kendi üzerlerinden geri yansır.
- III. K noktası merkezle odak arasında ise, dalgalar yansıdıktan sonra tekrar odaklanır.

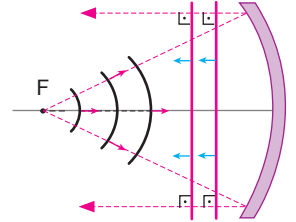
yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 5

Çözümleri optik gibi düşünerek yapıyorduk. Optikteki ışık ışınları yerine burada dalga'nın ilerleme doğrultusunu kullanıyorduk. Sonra da yansıyan ışınlar üzerine dalga'nı dik olarak çiziyoruz. Hepsisi bu :)

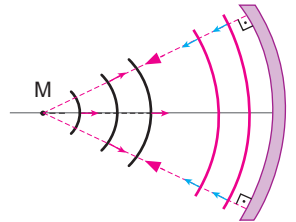
- I. de kaynak odaktaymış. Odaktan çıkan ışınlar asal eksene paralel yansır.

Bu ışınlar üzerine dik çizilen dalga tepeleri ise doğrusal olur. **I doğru**



- II. de kaynak merkezde. Merkezden çıkan ışınlar engele dik çarpacağı için kendi üzerinden geri yansır.

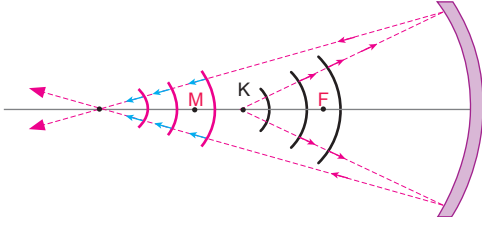
Dolayısıyla bunlar üzerine çizilen dalgalarda kendi üzerinden geri yansır. **II doğru**



- III. öncülde kaynağın odakla merkez arasında olması halinde, yansıyan dalga'nın tekrar odaklanacağını söylüyor.

Odaklanma sorusu en çok sorulanlardandır. Yansıdıktan sonra odaklanma olup olmayacağını anlamak için, optikteki gibi ışınları gönderiyoruz. Yansımadan sonra ışınlar bir noktada kesişiyorsa odaklanma olacaktır. Yoksa olmaz.

Şekilde göreceğiniz gibi, ışınlar yansdıktan sonra merkezin dışında kesişiyorlar. Bu durumda dalgalar yansıyıp, bu noktada odaklanarak tekrar yayılırlar. **III doğru**



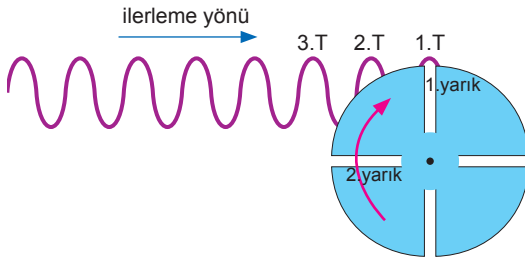
yanıt I,II ve III

Stroboskop

Dalgaların hızı büyük olduğunda sayısını belirlemek zor olur. Önümüzden saniyede bir iki dalga geçtiğinde sayabiliriz. Ama saniyede geçen dalga sayısı 10 tane olursa saymak epeyce zorlaşır.

Stroboskop dalga sayısını belirlemek (dolayısıyla hızını hesaplamak) için geliştirilmiş basit bir düzendir. Tabi gelişmiş olanları da var ama, biz temel düzeneği ve çalışma mantığını anlatacaz.

Stroboskop üzerinde yarıklar olan daire şeklinde bir cisimdir. Stroboskop döndürülerek üzerindeki yarıklardan arka tarafta geçen dalgalara bakıyoruz.



Amaç; arkada ilerleyen dalgaları hareketsiz görmeye çalışmak. Dalgalar yarıklardan görüneceği için, iki yarık peş peşe gözümüzün önünden geçerken bu aralığa hep dalga tepesi denk gelirse dalga duruyormuş gibi gözlenir.

Şekilde 1. yarık arkasında 1. tepe görünüyor. Stroboskop dönerken 2. yarık 1. nin konumuna gelince 2. dalga tepesi de 1. tepenin yerine gelirse dalgalar duruyormuş gibi görülür.

Stroboskopun tur sayısı (frekansı) bilindiğinde dalganın frekansı da buradan hesaplanabilir.

Şekildeki durumda stroboskop üzerinde 4 yarık olduğu için her bir tam turda 4 kere arkayı görecek. Her baktığımızda burda tepe varsa; yani dalgalar duruyor gibi görünüyorsa dalganın frekansı stroboskopun 4 katıdır. (yarık sayısı kadar katı)

Bunu matematiksel olarak şöyle ifade ediyoruz.

$$f_d = n \cdot f_s$$

f_d : dalganın frekansı

n : yarık sayısı

f_s : stroboskopun frekansı

Şimdi size hepinizin büyük ihtimalle yaşadığı bir durumu anlatayım:)

Odanızda ders çalışıyorsunuz. Hiç ara vermeden 40 dakika çalışmışsınız, telefona bir mesaj geliyor ve alıp bakarken kapı açılıyor.

Anneniz çay getirme bahanesiyle kontrole gelmiş ve elinizde telefon :) Bişey demeden gidiyor. Hemen derse devam ediyorsunuz yarım saat sonra telefonu elinize aldığınız anda anneniz boş bardağı alma bahanesiyle yine odada ve elinizde yine telefon :)

Bırak artık şu telefonu da biraz ders çalış diye çıkışıyor:)

Telefonla iki dakika bile uğraşmadığınız halde görüntü elinde telefon, ders çalışmayan çocuk:))

İşte stroboskopta dalgaların duruyor gibi görünme durumu da bu. İlk yarıktan tepe görülürken stroboskop dönüp ikinci yarık gelene kadar dalga arkada ilerliyor. İkinci yarıkla sonraki tepe aynı anda gözünüzün önüne gelince duruyormuş gibi görünüyor.

Hatta ikinci yarıktan görüş açılana kadar arkadan birden çok tepe noktası bile geçmiş olabilir. Bu durumda dalganın frekansı olduğundan küçük hesaplanır.

Bu durumdan bahsedince, önce bir iki soru çözelim.

Örnek 6

Bir dalga leğeninde ilerleyen periyodik su dalgalarına frekansı 5 Hz olan 4 yarıklı bir stroboskopta bakıldığında dalgalar duruyormuş gibi görünür.

Buna göre, ardışık iki tepe noktası arası 2 cm ise dalgaların yayılma hızı kaç cm/s dir.

Çözüm 6

Aslında bildiğimiz hız bağıntısını kullanacağız. $v = \lambda \cdot f_d$

İki tepe arası, yani dalga boyu 2 cm olarak verilmiş. Frekansı ise stroboskop yardımıyla bulacağız.

Yarık sayısı 4, stroboskopun frekansı ($f_s = 5$ Hz)

$f_d = n \cdot f_s$ den $f_d = 4 \cdot 5 = 20$ Hz veya 20 s^{-1} dir.

Bu durumda dalgaların hızı; $v = \lambda \cdot f_d$

$v = 2 \cdot 20 = 40 \text{ cm/s}$ bulunur.

Örnek 7

Bir dalga leğenindeki doğrusal su dalgalarının dalga boyu 0,5 cm, yayılma hızları ise 8 cm/s dir.

Bu dalgalar 8 yarıkli bir stoboskoplak bakıldığında duruyormuş gibi görüldüğüne göre, stroboskopun frekansı kaç s⁻¹ dir?

Çözüm 7

Hız bağıntımız: $v = \lambda \cdot f_d$

Hızı ve dalga boyunu bildiğimize göre, dalganın frekansını bulabiliriz.

$$v = \lambda \cdot f_d$$

$$8 = 0,5 \cdot f_d \text{ buradan } f_d = 16 \text{ s}^{-1} \text{ bulunur.}$$

Yani bir noktadan saniyede 16 tane dalga tepesi geçiyor.

Stroboskoplak bakıldığında dalgalar duruyormuş gibi görüldüğüne göre, yarıklar 1s de 16 kez görüş sağlamalı. Stroboskop üzerinde 8 yarık olduğuna göre, frekansı 1 olsaydı arkadan geçen her dalga tepesini göremezdik. 16 dalga tepesi geçerken biz 8 kere arka tarafı görecektik. Ama frekans 2 s⁻¹ olursa, yani saniyede 2 tam tur atarsa, üzerinde 8 yarık olduğu için 1s de 16 kez arkayı görmüş oluruz. Yani her dalga tepesi geçtiğinde bu hizaya bir yarık gelir.

Hep bu şekilde yorum yapmaya gerek yok. Olayın mantığını anlayın diye uzattım.

Çok daha kısa şekilde formülle de bulabiliriz.

$$f_d = n \cdot f_s$$

$$16 = 8 \cdot f_s$$

$$f_s = 2 \text{ s}^{-1} \text{ bulunabilir.}$$

Hepsi bu kadar işte.

- Peki, stroboskop frekansı 1 olsaydı? O zaman 16 dalga tepesinden 8 tanesini görürdük. Geçen tepe sayısı yarık sayısının tam katı olduğu için dalgalar yine duruyor gibi görüldü. Ama her iki dalga tepesinden sadece biri görüneceği için, dalganın frekansını 16 değil 8 sanırdık.

Bu durumda frekans olduğunun yarısı ölçüleceğinden, $v = \lambda \cdot f_d$ formülünden, hızı kullanarak dalga boyunu hesaplamak istediğimizde dalga boyu gerçek değerinin iki katı hesaplanırdı.

Dalga boyunu bilip hızı hesaplamaya kalksaydık, bu durumda da hız gerçek değerinin yarısı olarak hesaplanırdı.

Bu nedenle sorularda dalga boyunun gerçek değerinde ölçüldüğü belirtilir. Yani, sorularda; λ olan dalga boyu, λ olarak ölçülüyor dediği zaman; ardışık yarıklardan ardışık dalga tepeleri görünüyor demek ister.

Yoksa bulunan değerler kesin değil, ihtimallerden birisi olur.

- Stroboskoplak dalgalar gözlenirken hareket eden dalgalar, duruyormuş gibi göründükleri sırada; stroboskop hızlanacak olursa dalgalar geriye doğru, yavaşlayacak olursa ileri doğru hareket ediyor gibi görülür.
- Stroboskoplarla ölçüm yapılacağı sırada gerçek değeri bulmak için; stroboskop önce çok hızlı döndürülür ve yavaşlarken ilk kez duruyormuş görüntüsü elde edildiğinde değer kullanılır.

Örnek 8

Bir dalga leğenindeki doğrusal su dalgalarının dalga boyu 3 cm ve frekansı 20 s⁻¹ dir. Bu dalgalar s de 2 kez dönen stroboskoplak bakıldığında duruyormuş gibi görüldüğüne dalga boyları 6 cm ölçülüyor.

Buna göre, stroboskopun yarık sayısı kaçtır?

Çözüm 8

Dalga boyu gerçekte 3 cm iken stoboskoplak 6 cm hesaplanmış. Yani, λ iken 2λ .

$$\text{Formülümüz, } v = \lambda \cdot f_d$$

Hız belliyken dalga boyunun iki kat büyük ölçülmesi, frekansın yarısı kadar bulunmasından kaynaklanır.

$$v = 2\lambda \cdot \frac{f_d}{2}$$

Dalğanın gerçek frekansı 20 s⁻¹ ise, hesaplanan 10 s⁻¹ dir.

Stroboskop formülümüz;

$$f_d = n \cdot f_s \text{ bidiklerimizi yerine koyarsak,}$$

$$10 = n \cdot 2 \text{ den, } n = 5 \text{ bulunur.}$$

Su Dalgalarının Kırılması

Optikte kırılma; ışığın bir ortamdan başka bir ortama geçerken doğrultu ve yön değiştirmesine deniyordu.

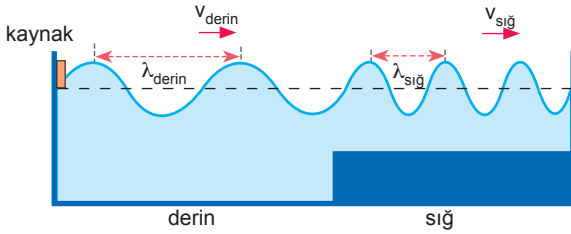
Yay dalgaları için farklı kalınlıktaki yaylar nasıl farklı ortamlarsa, su dalgaları için de; su derinliğinin farklı olduğu durumları kastediyoruz.

Su dalgalarının hızı derinliğe bağlıdır. Derin ortamda dalga hızlı ilerlerken, sığ ortamda dalga hızı azalır. $v_{\text{derin}} > v_{\text{sığ}}$

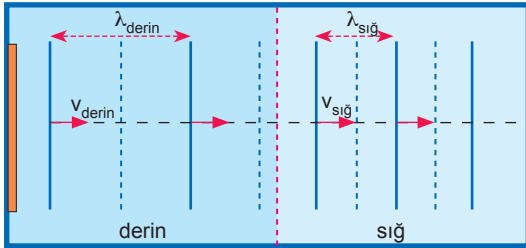
Dalganın frekansı kaynağa bağlıdır. Bu nedenle derinlik değişince frekans değişmez.

Frekans sabitken, $v = \lambda \cdot f$ bağıntısına göre, hız azalırsa dalga boyu da aynı oranda azalır.

Kaynaktan çıkan dalgaların, derin ortamdan sığ ortama geçişlerinde görünüm aşağıdaki gibi olur.



Üstten görünümü de çizelim. Düz çizgiler dalga tepelerini kesikli çizgiler çukurları gösteriyor.

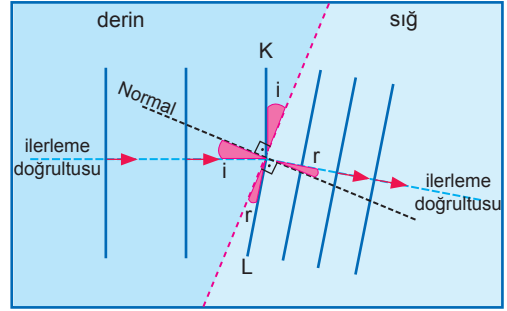


Dalgalar farklı ortama geçerken; ilerleme doğrultusu iki ortamı ayıran sınıra dik, tepe çizgileri de paralel olduğu için doğrultu aynı kalır değişmez.

Ortam değiştiren dalgaların hızı ve dalga boyu değişir. Frekans ve periyot kaynağa bağlı olduğu için değişmez.

- Dalgalar iki ortamı ayıran kesite paralel değilse, yani ilerleme doğrultusu bu sınıra dik değilse açıyla gelirse; dalga diğer ortama geçerken hızıyla beraber ilerleme doğrultusunu da değiştirir.

- Derin ortamdan sığ ortama geçiş.



Dalga derin ortamda ilerlerken sığ ortama ilk olarak L ucu ulaşır. Sığ ortama geçen noktaların hızı azalır.

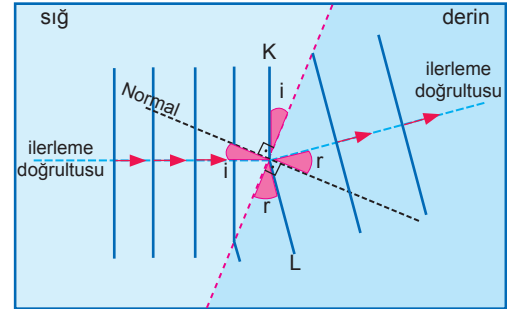
Dalganın K ucu hâla derin ortamda hızlı ilerlerken L ucu yavaşladığından ilerleme doğrultusu değişmiş olur.

Tamamı sığ ortama geçen dalgalar; daha yavaş, daha küçük dalga boyuyla ve farklı doğrultuda ilerlerler.

Anlattığımız bu olaya su dalgasının kırılması denir.

"i" açısı gelme açısı, "r" açısı kırılma açısıdır. Derin ortamdan sığ ortama geçen dalga normale yaklaşarak kırılır. r açısının i açısından küçük olması bunu gösteriyor.

- Sığ ortamdan derin ortama geçiş.



Sığ ortamda ilerleyen dalganın ilk olarak L ucu derin ortama geçer. Bu uç K ucuna göre daha hızlı ilerleyerek, dalganın ilerleme doğrultusunun normalden uzaklaşacak şekilde değişmesine sebep olur. Şekilde r kırılma açısının, gelme açısı i den daha büyük olduğu görünüyor.

Burada da derin ortama geçen dalganın hızı ve dalga boyu artar. Doğrultu değişmiştir.



DİKKAT

Kırılma olayında; hız ve dalga boyu her zaman değişir. İlerleme doğruyu ayırma çizgisine dik değilse yayılma doğrultusu da değişir. Ama **frekans değişmez**.

Kırılma olayında dalganın frekansının değişmediğini bolca tekrar ederek söyledik. Frekans sadece kaynağa bağlıdır.

Kırılma frekansı değiştirmiyor, anladık.

Peki frekans kırılmayı etkiler mi?

Evet etkiliyor. Kaynağın frekansının artması kırılmayı azaltır. Şöyle söylersek daha iyi anlaşılır.

Gelme açısı "i", kırılma açısı "r" olsun.

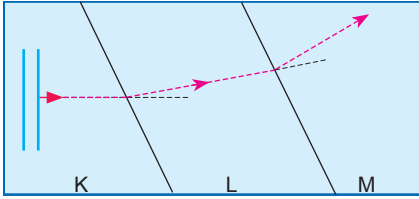
Şiş ortama geçerken normale yaklaşılacağı için r açısı i den küçük olur.

Derin ortama geçerken de normalden uzaklaşacağı için r açısı i den büyük olur.

İşte frekansın artmasıyla kırılmanın azalması i ve r açıları arasındaki farkın azalması demek. Kırılınca açı küçülüyorsa daha az küçülecek, artıyorsa daha az artacaktır. Yani doğrultu daha az değişir. Bu olaya **ayrılma** denir.

Örnek 9

K, L ve M bölgelerinden oluşan bir dalga leğeninde K bölgesinde oluşturulan doğrusal dalgalar şekilde gösterilen doğrultuda ilerlemektedir.



Buna göre, bu bölgelerin derinlikleri h_K , h_L ve h_M arasındaki ilişki nedir?

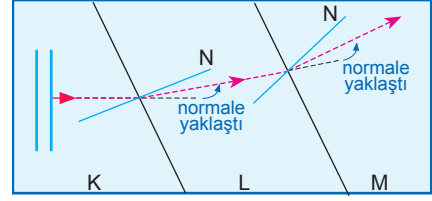
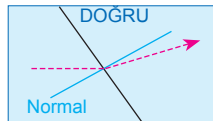
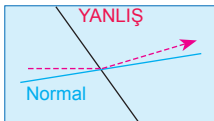
Çözüm 9

Soruyu çözmek için kırılma kurallarını bilmek yeterli.

Şiş ortama geçerken dalga normale yaklaşır, derin ortama geçerken normalden uzaklaşır. Bunu görmek için şekilde ortamların ayırım yüzeylerine normal çizeriz.

Normal iki ortamı ayıran sınır doğrultusuna çizilen diktir. Cetvel ve gönye kullanamayacağımız için normali çizerken dikkat etmemiz lazım. Tam dik olması şart değil.

Dikkat etmemiz gereken şey, yaklaşık dik çizerken ilerleme doğrultusunun gelen ve kırılan kısmı normalin iki farklı tarafında olmasıdır.



Şekilde görebileceğiniz gibi, ayırım yüzeylerine normaleri çizdik. Gelen dalganın ilerleme doğrultusu iki geçişte de normale yaklaştı.

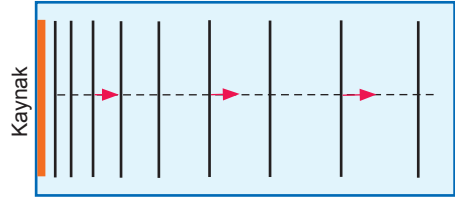
Yani iki geçişte de dalga daha şiş bir ortama geçmiştir.

Bu durumda K en derin M ise en şiş ortamdır.

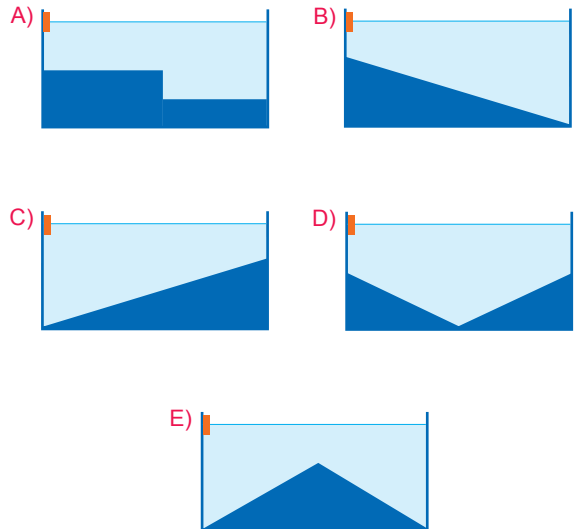
$h_K > h_L > h_M$ olur.

Örnek 10

Sabit frekanslı bir dalga kaynağından üretilen doğrusal su dalgalarının tepe çizgileri üstten şekildeki gibi görünüyor.

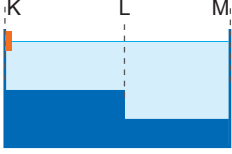


Buna göre, dalga leğeninın düşey kesiti aşağıdakilerden hangisi gibidir?



Çözüm 10

Bu soruyu özellikle şıklar olacak şekilde sordum. Çünkü her bir şık sorularda karşımıza çıkacak olan durumlar. Yani bu soruyu 5 soru olarak düşünebilirsiniz :)

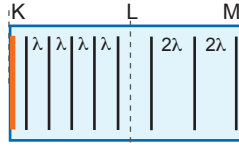


A şıkta zemindeki yükselti iki parça halinde ve kendi içlerinde düzgün. Dalga leğeninin KL arası sığ, LM arası daha derin.

KL arasında hız ve dalga boyu LM arasına göre daha küçük olur.

Ancaaaak. KL aralığındakiler ve LM aralığındakiler kendi içlerinde birbirine eşit olmalıdır.

Yandaki şekilde olduğu gibi.



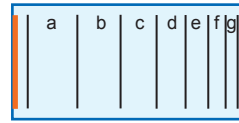
B şıkta kaynaktan sağa doğru tabandaki yükselti azalıyor. Yani su derinliği artıyor. Derinlik her yerde farklı olduğu için bu durumda her tepe çizgisi arası uzaklık (dalga boyu) farklı olacaktır.

Sağ tarafa doğru derinlikle birlikte hız ve dalga boyu da artar. Tıpkı bizim soruda olduğu gibi :)

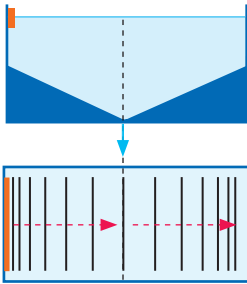
Doğru cevap B şıkkı olmalı.

Cevabı bulduk, ama diğer şıkları da inceleyeceğiz.

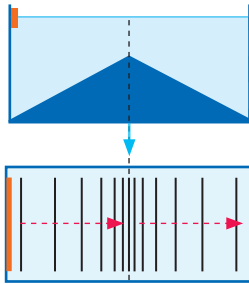
C şıkkı B'nin tersi. Kaynağa yakın kısım derin. Sağa ilerledikçe derinlik azalıyor. Dalgaların görünümü B'dekinin tam tersi olmalı.



D ve E şıklarındaki durum B ve C'dekinin birleştirilmiş hali ne benzer. Leğenin orta hizasına göre simetrik olurlar.



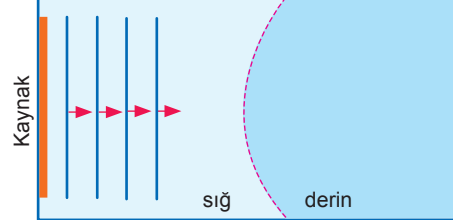
Hız ve dalga boyu önce artar, ortadan sonra tekrar azalır.



Hız ve dalga boyu önce azalır, ortadan sonra tekrar artar.

Örnek 11

Sabit frekanslı kaynaktan çıkan dairesel dalgalar sığ bölgeden derin olan bölgeye şekildeki gibi ilerlemektedir.



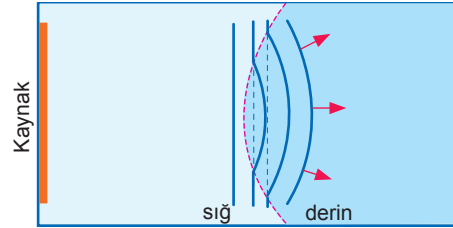
Sığ ve derin kısmı ayıran yüzey kesikli çizgi ile gösterildiği gibi eğrisel olduğuna göre, derin bölgeye geçen dalgaların şekli nasıl olur?

Çözüm 11

Sığ ve derin ortamı ayıran sınıra ilk olarak dalgaların orta noktası ulaşır.

Derin bölgeye geçince hız artacağı için; orta nokta hızlanarak kenar noktalara göre daha çok yol alır.

Kenarlar geride, orta kısım önde olacak şekilde dalgalar bükülür.



Derin ortama geçen dalgaların doğrusalılığı bozulur. Parabolik dalgalara dönüşürler.

Bu dalgaların hızıyla birlikte dalga boyları da artar. Ama frekans ve periyot değişmez.

1. Derinlikleri aynı iki dalga leğeninden birinde f frekanslı, diğesinde $2f$ frekanslı doğrusal dalgalar oluşturuluyor.

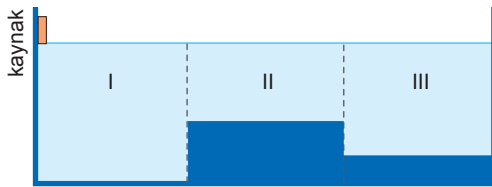
Bu dalgalarla ilgili,

- I. Dalga boyları aynıdır.
- II. Frekansı f olanın hızı daha büyüktür.
- III. Frekansı f olanın periyodu daha büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2. Düşey kesiti şekildeki gibi olan dalga leğeninin I, II ve III bölgeleri farklı derinliklerdedir.



Kaynağın frekansı sabit olduğuna göre, I, II ve III bölgelerinde dalganın hızları v_1 , v_2 , v_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $v_1 > v_2 > v_3$ B) $v_2 > v_1 > v_3$ C) $v_3 > v_2 > v_1$
D) $v_2 > v_3 > v_1$ E) $v_1 > v_3 > v_2$

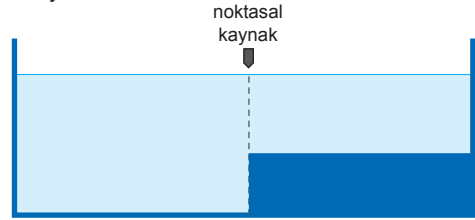
3. Derinliği düzgün azalan bir ortamda ilerleyen su dalgasıyla ilgili,

- I. Frekansı azalır.
- II. Dalgaboyu azalır.
- III. Hızı azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

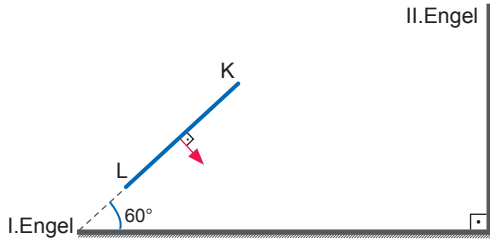
4. Düşey kesiti şekildeki gibi olan dalga leğeninde şekildeki noktasal kaynakla sabit frekanslı dalgalar oluşturuluyor.



Buna göre, leğende oluşan dalgaların üstten görünümü aşağıdakilerden hangisi gibidir?

- A) B) C) D) E)

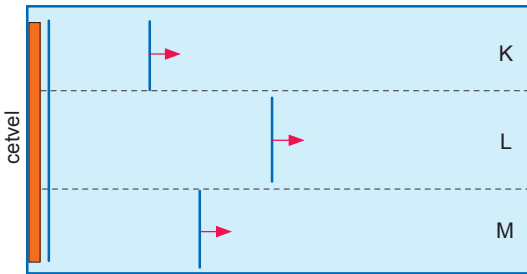
5. Derinliği her yerde aynı olan dalga leğeninde oluşturulan K-L atması şekildeki gibi I. engele yaklaşıyor.



Bu atmanın I. ve II. engellerden yansıdıktan sonraki görünümü aşağıdakilerden hangisi gibidir?

- A) B) C) D) E)

6. Üstten görünümü şekildeki gibi olan dalga leğeninde kenardaki cetvelle doğrusal bir dalga oluşturuluyor.



Dalganın K, L ve M bölgelerindeki ilerleyişi şekildeki gibi olduğuna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

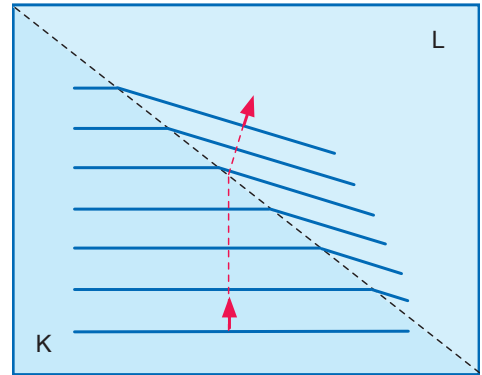
- A) M bölgesi K bölgesinden derindir.
B) En derin olan L bölgesidir.
C) M bölgesi L bölgesinden derindir.
D) K bölgesi en sığdır.
E) K, L ve M bölgelerinde dalgaların frekansı eşittir.

7. Sabit frekanslı kaynaktan yayılan λ dalga boyulu doğrusal su dalgaları dakikada 120 devir yapan 8 yarıklı stroboskopl izlendiğinde duruyormuş gibi görünüyolar.

Gözlenen dalga boyu λ olduğuna göre, su dalgalarının frekansı kaç hertz'tir?

- A) 4 B) 8 C) 16 D) 20 E) 24

8.



Bir dalga leğeninde K ortamında oluşturulan doğrusal su dalgalarının L ortamına geçişi şekildeki gibidir.

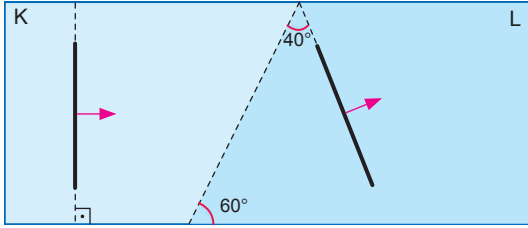
Buna göre,

- I. K ortamı L den daha derindir.
II. Dalga boyu L ye geçerken azalır.
III. Kırılma sırasında frekans değişmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

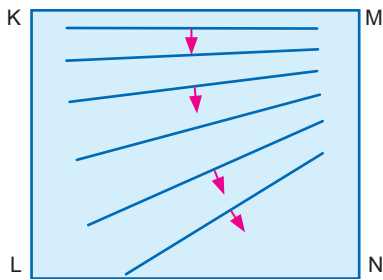
9. K ortamından L ortamına geçen doğrusal su dalgasının izlediği yol şeklindeki gibidir.



Buna göre, dalganın ayırma yüzeyine gelme açısı ve kırılma açısı kaç derecedir?

	Gelme Açısı	Kırılma Açısı
A)	30	20
B)	40	60
C)	40	30
D)	30	10
E)	30	40

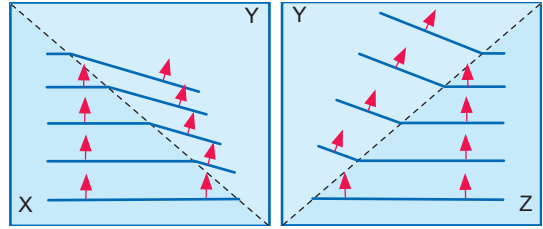
10. K-M kenarına paralel üretilen doğrusal su dalgalarının ilerleyişi şeklindeki gibidir.



Buna göre, aşağıdakilerden hangisi dalgaların şeklindeki görünümünü açıklayabilir?

- A) KM kenarı LN kenarından daha derindir.
 B) MN kenarı KL kenarından daha derindir.
 C) LN kenarı KM kenarından daha derindir.
 D) KL kenarı MN kenarından daha derindir.
 E) Dalga ilerledikçe frekansı artmaktadır.

11. Sabit frekanslı kaynaklardan oluşturulan doğrusal su dalgalarının farklı derinlikteki X, Y ve Z ortamlarında ilerleyişleri şekillerdeki gibidir.



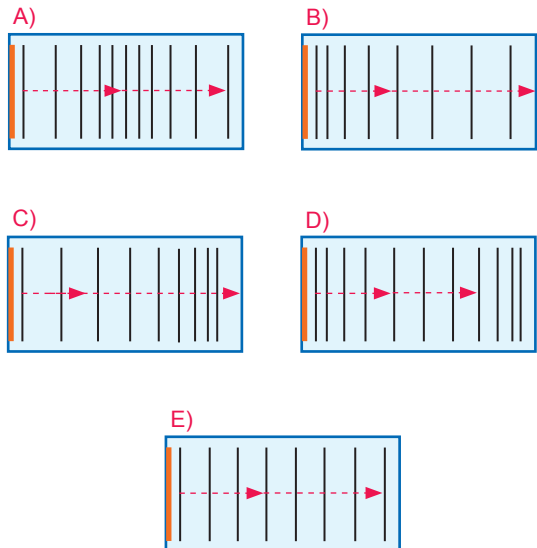
Buna göre, ortamların derinlikleri h_X , h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nedir?

- A) $h_X > h_Y > h_Z$ B) $h_X > h_Z > h_Y$ C) $h_Y > h_X > h_Z$
 D) $h_Z > h_Y > h_X$ E) $h_Z > h_X > h_Y$

12. Derinliği değişen dalga leğeninın düşey kesiti şeklindeki gibidir.



Buna göre, kaynağın ürettiği periyodik doğrusal dalgaların üstten görünümü aşağıdakilerden hangisi gibidir?



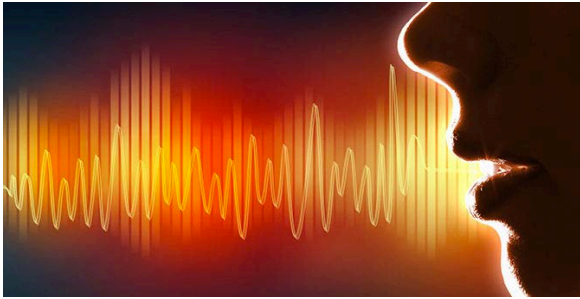
3.

SES DALGALARI

SES DALGALARI

Ses dalgaları tüm diğer dalgalar gibi enerji taşır.

Titreşim doğrultusuna göre **boyuna dalga** olan ses dalgası, sadece maddesel ortamda yayılabilir. Yani **mekanik dalgadır**. Boşlukta yayılamaz.



Ses Nasıl Oluşur?

Sesin oluşması için öncelikle bir kaynağa, sonra da kaynaktan oluşacak titreşimin (enerjinin) yayılacağı maddesel ortama ihtiyaç var.

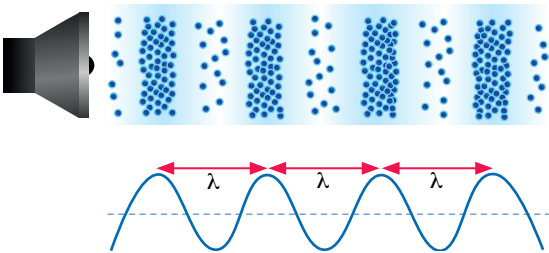
Sesin mekanik dalga olduğunu söyledik. Yani yayılabilmesi için maddesel bir ortam gerekiyor. Bu ortam günlük hayatımızda genelde havadır.

Ancak sıvı ve katı ortamlarda da ses yayılır. Hatta daha hızlı yayılır. Bu durumdan hızı anlatırken bahsedicez.

Şimdi dönelim maddesel ortama...

Kaynaktan oluşan titreşim bulunduğu ortamdaki moleküllerin de titreşimine sebep olur ve bu titreşim (yani çıkan ses) moleküllerin her doğrultuda titreşimiyle yayılır. Ses üç boyutlu olarak yayılır.

Hava ortamında titreşen kaynak; havanın sıkışıp - seyrelemesine neden olur.



Havadaki moleküllerin titreşimlerini yukardaki gibi modellersek; sıkışık olan yerleri tepe, seyrek yerleri çukur gibi düşünebiliriz.

Ses dalgasının buyuna dalga olduğunu söylemiştik. Titreşim ve yayılma doğrultusu paralel olur.

Sesin yayılması üç boyutlu olarak her yöne doğrudur. Bir doğrultu için yaya benzetirsek;



Şekildeki sıkışmış bölgeleri tepe, seyrek bölgeleri çukur gibi düşünebiliriz.

Kaynaktaki titreşim havadaki molekülleri sıkıştırıp seyreterek basıncın yüksek ve düşük olduğu bölgeler oluşturur. Ama hava saydam olduğu için bunları göremiyoruz.

Film izlerken belki sizin de dikkatinizi çekmiştir. Savaş filmlerinde bomba düşen yerin çevresindeki insanlar havaya uçarak çevreye saçılır. (bomba parçası çarpmadığı halde) Küçükken bana çok saçma gelirdi. İnsanlar nasıl uçtuğunu anlamazdım.

Patlama sırasında patlayıcının hacmi saniyenin 5 binde birinden kısa sürede yaklaşık 20 bin katına çıkıyor. Bu etkiyle havada oluşan yüksek basınç çevresindeki herşeyi savurur. Patlama sesi de bu etkiyle oluşur.

Sesin oluşması için titreşen bir kaynak, oluşan sesin (titreşimin) yayılması için de maddesel ortam gerekiyor.

Peki sesi biz nasıl duyuyoruz?

Havadaki titreşimler kulağımıza ulaşınca, kulak zarı ve burada bulunan kemikler ve iç kulaktaki salyangoz şeklindeki yapı bu titreşimi sinir hücrelerine iletir. Sinir hücreleri de elektrik sinyalleri olarak bunu beyne gönderir. Böylece ses beyinde algılanır.

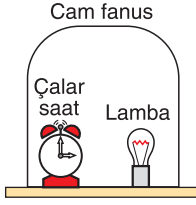
Sesimizi bir cihaz yardımıyla kaydedip dinlediğimizde kendi sesimiz bize biraz farklı gelir. Bunu hepimiz yaşamışşıınızdır.

Bunun nedeni: Dışardan gelen seslerin kulak zarı ve kulaktaki kemiklerde oluşan titreşimlerle algılanması, konuştuğumuzdaki sesin ise, hem dışarıdan hem de içeriden bu yapıya ulaşmasıdır. Bu nedenle iki farklı sesin bileşimi şeklinde duyulur.

İçerden iletilenin frekansı biraz daha farklı olduğundan, kayıt cihazından gelen ses konuşurken duyduğumuzdan farklı algılanır.

Kulaklarımız tıkalı iken konuştuğumuzda duyulan ses içerden iletilen sestir.

Sesin maddesel ortamda yayıldığını bir deney düzeneğiyle görmek istersek;

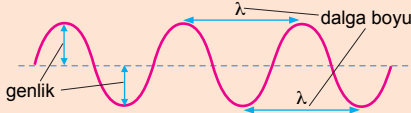


İçinde çalar saat ve lamba olan cam fanusun havası pompa ile boşaltılırsa lamba ışık vermeye devam ederken hava boşaldıkça ses azalarak duyulmaz olur.

Çünkü sesi iletecek maddesel ortam kalmamıştır. Fakat ışık boşlukta yayılabilir.

Sesi incelerken tüm dalgadaki hız, frekans gibi özelliklerle birlikte sese özel tını, vuru, yankı ve rezonans gibi özelliklerden de bahsedeceğiz.

Ses dalgalarının boyuna dalga olduğunu ve üç boyutlu yayıldığını unutmayın. Ama ses dalgalarını gösterirken iki boyutlu grafik gösterim kullanılır. Tıpkı yay dalgaları gibi.



Ses dalgalarında genliği maddesel ortamdaki sıkışma ve seyremlerin ölçüsü gibi düşünebiliriz. Sıkışma (basınç) ne kadar şiddetliyse genlikte o kadar büyüktür. Grafikteki tepe noktaları sıkışmış bölgeler, çukurları da seyrekleşmiş bölgeler olarak düşünüyoruz. Bunlar arasındaki mesafede dalga boyudur.

Hız

Tüm dalgalarda olduğu gibi ses dalgasında da hız ortama bağlıdır. Sesin yayılma hızı havada 20°C'de yaklaşık 340 m/s, suda 1500 m/s, katılarda ise 5000 m/s civarındadır. Yani en hızlı katı, sonra sıvı ve sonra da gazdır. Bunun nedeni moleküller arası uzaklıkların katılarda en az, gazlarda ise en fazla olmasıdır.

Filmlerde tren raylarına kulağını yaklaştırarak trenin gelip gelmediğini kontrol edenleri görmüşsünüzdür. Havadan çok daha hızlı sesi ilettiği için metal raylardan dinlemek daha mantıklıdır.

"Deve kuşu gibi kafasını kuma gömmek" tabirini herkes duymuştur herhalde. Korkan devekuşunun saklanmak amacıyla kafasını kuma gömdüğü sanılır. Ama gerçekte olan; tehlike sezen devekuşunun sesi daha iyi ileteceği için kumda ses dinlemesidir. Hayvana haksızlık etmişler.)

Hava sıcaklığı da ses hızını etkiler. Sıcaklık arttıkça ses

hızı da artar. Moleküller sıcakken daha enerjik olduğu için, titreşimi (sesi) daha hızlı iletir.

- Ses hızı ortam özellikleri değişmeden değişmez. Yani ısıtılıyla da konuşsanız, çığlıkta atsanız hız aynı olacaktır.

Bağırınca ses daha hızlı ilerlemez.

- Işık ve sesin beraber olduğu durumlarda ışık bize (ışık hızıyla) hemen ulaşırken ses mesafeye göre daha sonra gelir. Çünkü ses ışıktan çok yavaştır. Şimşek çaktıktan bir süre sonra gök gürültüsünün duyulması gibi.

Şiddet

Dalganın enerjisi genlik dediğimiz, denge konumundan olan maksimum uzaklığa bağlıdır.

Ses kaynağı titreşirken genliği arttıkça, çıkan sesin de şiddeti artar. Örneğin gitar telini ne kadar çok çekip bırakırsak çıkan seste o kadar şiddetli olur.

Ses şiddetini artırmak için kaynağın daha çok enerji harcaması gerekir.

Sesin şiddeti ne kadar fazla ise o kadar uzak mesafelere ulaşır.

Sesin şiddeti kaynaktan uzaklaştıkça azalır. Bunun nedeni maddesel ortamda sönmüş enerji ve yayıldıkça birim yüzeye düşen enerji miktarının azalmasıdır.

Ses Düzeyi

Ses düzeyi sesin şiddeti ile ilgilidir. Desibel denilen birimle ifade edilir. (dB)

Duyulabilen en zayıf ses 0 dB (işitme eşiği)'dir.

Normal şiddetteki sesler 30-40 dB seviyesinde iken şiddeti 60 dB'i geçen ses rahatsızlık oluşturmaya başlar. Gürültü kirliliği denilen bu yüksek şiddetteki ses kulakta hasar oluşturabilir.

Ayrıca 20 dB şiddetindeki ses 10 dB şiddetindeki sesin 2 katı kadar şiddetlidir denmez. 20 dB şiddet 10 dB şiddetin 10 katıdır. Ses düzeyi logaritmik artar.



Genliği (şiddeti) büyük olan seslere gür ses denir.

Gürlüğü büyük olan sestən bahsediliyorsa o sesin şiddeti ve genliği büyüktür.

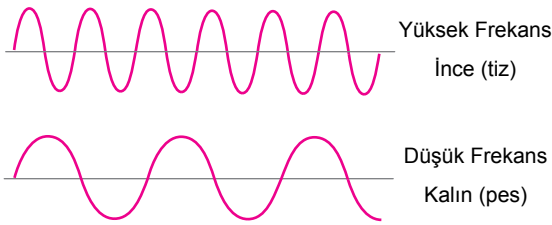
Frekans

Ses kaynağının saniyedeki titreşim sayısıdır.

Birimi Hertz (Hz) tir. Tüm dalga hareketlerindeki gibi frekans sadece kaynağa bağlıdır.

Ortam özelliklerindeki değişimler frekansı etkilemez.

Yüksek frekanslı sesler tiz (ince), düşük frekanslı sesler bas, pes (kalın) olarak isimlendirilir.



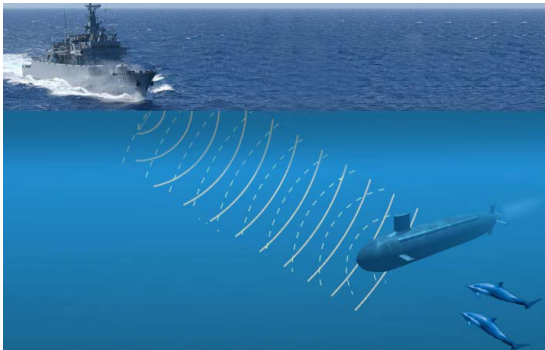
Frekans arttıkça aynı zaman aralığında daha çok dalga oluşacağı için ses kesintisiz ve sürekli hissedilir. Sivrisinek vızıltısı gibi. Helikopterden çıkan ses ise düşük frekanslıdır. Kesikli duyulur.

İnsan kulağı her sesi duyamaz. İnsanın duyabileceği frekans aralığı 20 Hz – 20.000 Hz aralığındadır. Bu aralık dışındaki sesleri insanlar duyamaz fakat bazı hayvanlar duyabilir.

Mesela köpekler, atlar farklı frekans aralıklarını duyabilirler. Köpek düdükləri çalındığında insanlar duyamazken köpekler duyarlar.

Duyamadığımız 20 Hz altındaki frekansa sahip seslere **infrasonik ses**, 20.000 Hz üzerindeki frekanslı seslere **ultrasonik ses** denir.

Ultrason dediğimiz yüksek frekanslı ses dalgaları ile çalışan cihazlar vardır. Bu cihazlar tıbbi görüntüleme için kullanılır. Yine aynı mantıkla çalışan Sonar cihazı ise denizcilikte derinlik ve cisim tespiti için kullanılır.



Sanayide de kullanım alanları vardır. Gözün farkedemeyeceği çatlak ve bozuklukları tespit için kullanılır.

Bu cihazlar; yüksek frekanslı ses dalgaları gönderip bunların yansımalarıyla görüntü oluşturur.

Gözleri iyi görmeyen yarasalar da çevrelerini algılamak için bu yöntemi kullanırlar.

Yükseklik:

Seste yükseklik deyince günlük hayattaki kullanımıyla karıştırmamalıyız. Yükseklik frekansla ilgili bir terimdir. Frekansı büyük olan sesin yüksekliği de büyüktür.

Bu yükseklik, şiddet anlamında değildir. Daha öncede söylediğimiz gibi, yüksek ses yani frekansı büyük ses (ince ses)tir.

Örnek 1

- Bir ses dalgasının şiddeti ve genliği doğru orantılıdır.
- Sesin uzak mesafelerden duyulabilmesi şiddetine bağlıdır.
- Şiddeti büyük olan ses dalgasının yayılma hızı da büyüktür.

Yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 1

Ses şiddeti genlikle ilgilidir. Genlik ne kadar büyükse şiddeti de o kadar fazla olur. Şiddeti fazla olan sesin havada olduğu sıkışma oranı da fazladır.

I doğru

Ses kaynaktan çıktıktan sonra ilerledikçe sönümlenmeye başlar. Yayıldıkça enerjisi azalır ve belli bir mesafeden sonra duyulmaz. Şiddeti büyük olan ses, uzak mesafelere kadar duyulabilecek şekilde ulaşabilir.

II doğru

Sesin hızı diğer dalgalar gibi ortama bağlıdır. Ortamın özellikleri değişmedikçe hız da değişmez. Şiddeti büyük olan sesle küçük olan sesin, aynı ortamdaki hızı aynıdır. Bağlıdır diye ses daha hızlı ilerlemez.

III yanlış

Cevap I ve II olmalıdır.

Örnek 2

Bir öğrenci uzaktaki bir arkadaşına sesini duyurmak için bağıırıyor.

Öğrencinin sesini duyurabilmek için bağıırmasıyla, sese ait aşağıdaki büyüklüklerden hangisi kesinlikle artmıştır?

- A) Hız B) Genlik C) Periyot
D) Frekans E) Dalga boyu

Çözüm 2

Sesin uzak mesafeden duyulamama nedeni ilerledikçe sönümlenmesiydi. Bağırdığında sesin genliği ve taşıdığı enerji artar. Böylece daha uzak mesafelerden de duyulabilir.

Cevap B

Diğer şıklara da bakalım.

Hız : Ortam değişmeden hız değişmez. Fısıltı ve çığlık aynı ortamda aynı hızla yayılır.

Periyot : Bir tam dalga oluşması için geçen süreye periyot diyorduk. Bağırmakla dalganın hızı değişmeyeceği için periyotta değişmez.

Frekans : Saniyedeki titreşim sayısı frekanstır.

Periyot ve frekans birbirinin tersidir ve kaynağa bağlıdır.

Bağırdığında sesin frekansında da değişiklik olabilir. Ama bu duyulmasını sağlayacak bir değişiklik değildir. ayrıca soruda kesinlik sorulmuş.

Dalga boyu : Dalgaboyunun artması veya azalması duyuma olayını etkilemeyecektir. $\lambda = v.T$ veya $\lambda = \frac{v}{f}$
Dalga boyu hız veya frekansın değişmesiyle değişir.

Tını:

Farklı kaynakların oluşturduğu seslerin, aynı frekans ve şiddette olsalar bile birbirinden ayırtılmasını sağlayan özelliğidir. Her kaynağın kendine özgü karakteristik bir sesi vardır.

Örneğin bir piyano ve gitardan çıkan do sesi, aynı frekansta olsa bile farklı algılanır. Telefonda birisinin sesini tanınamız, tınısıyla ilgilidir. Taklit yapanlar sesin tınısını benzetmeye çalışırlar.



Sorularda karşımıza çıkabilecek bir durumu özetleyelim.

Bir tel gerilerek titreştirildiğinde çıkan sesin frekansı;

- Tel uzunluğu artarsa, azalır.
- Tel kalınlığı artarsa, azalır.
- Telin cinsine bağlı olarak değişir.
- Teli geren kuvvet artarsa, artar.

Aklımızda kalması için şöyle de söyleyebiliriz. Madde miktarı azaldıkça artar. (Aynı kuvvetle gerilmişse)

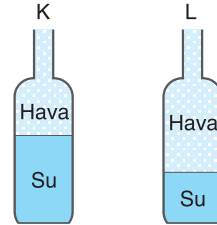
- Bir miktar su dolu olan şişeye üflediğimizde içindeki hava titreşir ve ses çıkar. Bir cisimle şişeye vurduğumuzda ise şişe ve su titreşerek ses çıkarır.



Yukarıdaki mantığı burada da kullanabiliriz. Üflediğimizde madde miktarı (hava) çoksa ses kalın, azsa ince olur. Vurduğumuzda ise madde miktarı (su) arttıkça ses kalın azaldıkça ince olur.

Örnek 3

Şekildeki farklı miktarlarda su doldurulmuş özdeş şişelerde üflenerek ve bir tokmakla vurularak ses çıkması sağlanıyor.



Buna göre, çıkan seslerin frekansları nasıl olur?

Çözüm 3

Önce üfleme durumuna bakalım. Üflendiğinde titreşen, şişelerdeki hava olacaktır. K şişesinde su fazla hava az olduğu için (titreşecek maddemiz hava) K den ince, L den kalın ses çıkar.

Vurulduğunda ise, cam ve su kütlesi K de fazla olduğu için K den kalın, L den ince ses çıkacaktır.

Maddenin az olduğu durumda titreşim daha fazla ve frekans büyük olacağı için ses ince olur.

Örnek 4

Bir ses kaynağından çıkan ses aynı ortamda ilerledikçe sese ait aşağıdaki özelliklerden hangileri değişir?

- I. Hız
- II. Frekans
- III. Genlik
- IV. Yükseklik

Çözüm 4

- Sesin hızı ortamın özelliklerine bağlıdır. Ortam değişmedikçe hız değişmez.
- Sesin frekansı sadece kaynağa bağlıdır. Yani frekans değişmez.
- Genlik sesin taşıdığı enerjiyi gösterir ve kaynaktan uzaklaştıkça azalır.
- Yükseklik günlük hayatta kullandığımız sesin şiddeti değildir. Sesin yüksekliği frekansına bağlıdır ve frekans değişmeden yüksekliği değişmez.

Yani değişen yalnız III. Genliktir.

Örnek 5

Köpekler tarafından duyulan bir sesin insanlar tarafından duyulmamasının sebebi;

- I. frekans,
- II. tını,
- III. hız

niceliklerinden hangileri olabilir?

Çözüm 5

İnsan kulağı 20 Hz – 20.000 Hz aralığındaki sesleri duyabilir. Bu aralık bazı canlılar (mesela köpek) için daha farklıdır. Sesi köpek duyupta insanlar duymuyorsa sebebi frekanstır.

Tını duymayla ilgili değildir. Hız da bu durumu etkilemez.

Soruda genlik, şiddet denseseydi bu da etkili olabilirdi.

Uzak bir kaynaktan çıkan sesin şiddeti, duyacak kişiye gelene kadar azalır duyma eşiğinin altına inmiş olabilir.

Yankı (Sesin Yansıması)

Sesin bir engele çarpıp yansımasıyla ses iki defa duyulur. Buna yankı denir. Boş bir evde konuştuğumuzda, dağlık bir yerde bağırduğumuzda sesimizi tekrar duyarız.

Sesin havadaki hızı bilindiğine göre, bir engele doğru bağırduğumuzda 4 s sonra sesimizi ikinci defa duyuyorsak, engelini uzaklığını yaklaşık olarak hesaplayabiliriz.

Ses; engele gidip yansıyarak geri döneceği için 4s sonra duyduğumuzda, aradaki uzaklığın iki katı yol almış olur. Yani sesin engele ulaşması 2s, dönmesi de 2s sürmüştür. Ses hızını 340 m/s alırsak engelin uzaklığı;

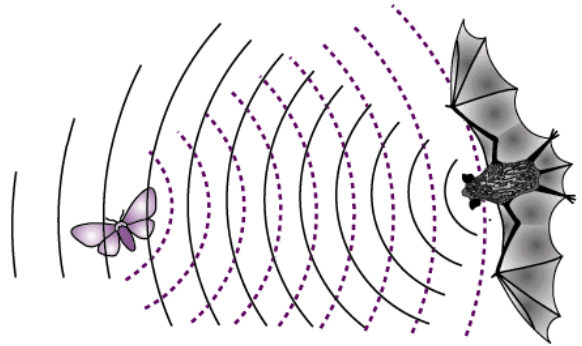
$$2.340 = 680 \text{ m'dir.}$$

Kısa bir mesafede (mesela evin içinde) ses yine yankılanır. Ancak insan kulağının iki sesi ayırtabilmesi için aralarındaki sürenin 0,1 s den fazla olması gerekir.

Bu ses hızıyla 34 m yapar ki, ses gidip geri geleceği için duvarın uzaklığı bunun yarısı yani 17 m olmak zorundadır. Yoksa yankıyı ayrı bir ses olarak ayırtedemeyiz.

Daha önce anlattığımız sonar gibi cihazlarda sesin yansıma özelliğine göre çalışır.

Canlılardan yunuslar, balinalar ve yarasalar bunu kullanarak avlarını ve yollarını görmeden de bulabilirler.

**Sesin Soğurulması- Ses Yalıtımı**

Sesin yansımasını anlattık. Yankı olayı ormanlık bir alanda değil, dağlık kayalık yerlerde oluşur. İçinde eşyalar olan evde yankı yokken boş bir odada ve evde oluşur. Neden?

Sesin çarptığı yüzey esnek ise bu durumda ses dalgasının enerjisi sönümlenir ve yansıma çok az olur. Bu nedenle yankı duyulmaz.

Yan odadan gelen ses, duvardan iletilen sestir. Bir engele çarpan sesin bir kısmı yansır, bir kısmı iletilir ve bir kısmı da soğurulur.

Söylediğimiz gibi sesi esnek yüzeyler iyi soğurduğu için ses yalıtımında bu yapıdaki malzemeler kullanılır.

Kalın bir duvar yerine bazen duvarı perde ile kaplamak daha iyi ses yalıtımı sağlar.

Sinema salonları, sütünüyolar ses yalıtımı yapılan mekanlardır. Buralarda içerideki yankıyı azaltıp ses kalitesini artırmak için de yüzeyleri düzgün olmayan (tıpkı yumurta kolilerine benzeyen şekilde) sünger kaplamalar kullanılır. Düzgün olmayan yüzeyler sesin farklı doğrultularda yansımalarını sağlar.

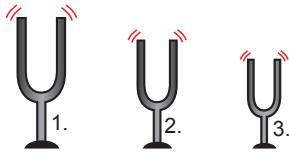


Binalarda dış sesin içeri gelmesini engellemek için çift cam kullanılır. İki cam arasındaki hava kısmen vakumlandığı için sesin içeri girişi en aza indirilmiştir olur.

Yolların çevresindeki ağaçlandırmalarda sesi soğurarak araçların gürültüsünü azaltır.

Ayrıca araçlarda motor ve yol sesini azaltmak içinde ses yalıtımı yapılır. Böylece araç içinde daha konforlu bir yolculuk mümkün olur.

Diyapozon (Ses Çatalı)



Bir cisimle vurulan diyapozonun çatalı titreşerek ses oluşturur. Boyu büyük olan 1. diyapozondan çıkan sesin frekansı 2.ve 3. kısa diyapozonlardan çıkana göre daha küçüktür. $f_1 < f_2 < f_3$

Diyapozon küçüldükçe titreşim ve frekas artar.

Bu diyapozonların belirli sabit frekansları vardır. Hızlı veya yavaş vurmamız birşey değiştirmez.

Rezonans

Her cismin (biz farketmesek bile) kendine özgü bir titreşimi ve titreşim frekansı vardır. Buna **doğal titreşim** frekansı denir. Bunu kendi halinde sallanan bir salıncak gibi düşünebiliriz.

Titreşim hareketine dışardan müdahale edilirse bu durumdaki titreşime de **zorla titreşim** denir.

Dışardan etki eden kuvvetin frekansı,cismin doğal titreşim frekansına eşit olursa cismin titreşim genliği artarak maksimum değere ulaşır. Bu duruma **rezonans** denir.

Doğal titreşim frekansını kendi halinde sallanan bir salıncığa benzetmiştik. Bu salıncak dışardan bir etkiye maruz kalırsa uygulanan etkiyle titreşimi azalabilir veya artabilir.

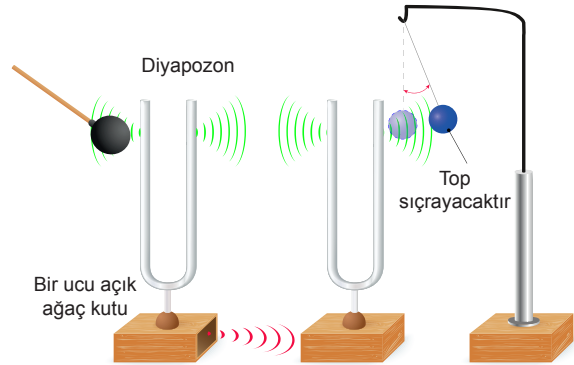
Salıncığın salınım frekansıya aynı frekansta uygulanacak etki salınımın genliğini artırır. Yani doğal frekansla zoryalıcı frekans çakışırsa, rezonans durumu gerçekleşir.

Bununla ilgili en meşhur örnek ABD deki Tacoma köprüsüdür. Bizim boğaz köprüsüne benzeyen bu asma köprü rüzgarla rezonansa geçerek 1940 yılında yıkılmıştır. İnternette bununla ilgili videoyu izlemenizi şiddetle tavsiye ederim:)

Boğaz köprüsü gibi asma köprülerin de bir salınım frekansı vardır. Avrasya maratonunda insanlar boğaz köprüsünü koşarak geçerken bu titreşimlerin artması haberlere bile çıkmıştı.

İleride askerlik yapacaklar göreceklerdir. Askerde uygun adım ve adi adım şeklinde toplu yürüyüş şekilleri vardır.

Köprüden geçileceği zaman adi adım geçilir. Bunun sebebi de toplu olarak uygun adım geçişlerde ortaya çıkabilecek rezonans durumunu engellemektir.



Yukarıdaki şekilde 1.diyapozona lastik tokmakla vurularak titreşmesi sağlanıyor. Bu titreşimle havada oluşan ses dalgaları 2. diyapozonun da titreşmesine sebep olur.

Hiç dokunmadan 2. diyapozonun titreşmesi sağlanır. Bunu görmek için asılmış diyapozona dokunan top şeklindeki gibi konulduğunda, titreşimle hareket eder.

Bir tarafı açık ağaç ayak kullanmanın sebebi; ses dalgalarının daha az dağılıp 2. diyapozona ulaşmasını sağlamaktır.

Rezonans durumundan faydalanarak geliştirilen cihazlar tıpta da kullanılmaktadır.

MR (Manyetik Rezonans) cihazlarından yayılan radyo dalgaları ile vücuttaki hidrojen atomu rezonansa getirilerek canlı ya da cansız dokuların görüntülenmesi ve incelenmesi sağlanır.

1. Ses dalgaları boşlukta yayılmaz.

Bu bilgiye dayanarak aşağıdaki yargılardan hangisine ulaşılabilir?

- A) Ses dalgaları enine dalgalardır.
 B) Ses dalgasının iletimi için maddesel ortama ihtiyaç vardır.
 C) Ses dalgası enerji taşır.
 D) Ses dalgası yansıma yapabilir.
 E) Ses dalgası elektromanyetik dalgadır.

2. Aynı sıcaklıktaki katı, sıvı ve gaz ortamlarında yayılan sesin, bu ortamlardaki hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $v_{\text{katı}} > v_{\text{sıvı}} > v_{\text{gaz}}$
 B) $v_{\text{gaz}} > v_{\text{sıvı}} > v_{\text{katı}}$
 C) $v_{\text{sıvı}} > v_{\text{gaz}} > v_{\text{katı}}$
 D) $v_{\text{katı}} > v_{\text{gaz}} > v_{\text{sıvı}}$
 E) $v_{\text{gaz}} > v_{\text{katı}} > v_{\text{sıvı}}$

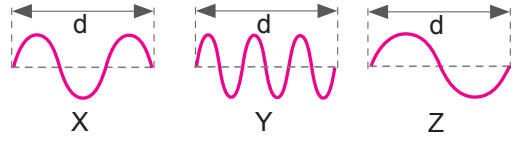
3. Sesle ilgili olarak,

- I. Ses oluşması için her zaman kaynağa ihtiyaç vardır.
 II. Ses dalgası mekanik dalgadır.
 III. Ses sert yüzeylerde yansımaz.
 IV. Ses boyuna bir dalgadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I ve II
 B) I ve IV
 C) I, II ve III
 D) I, II ve IV
 E) II, III ve IV

4. Bir radyodan aynı ortama yayılan seslere ait X, Y ve Z dalgaları şekildeki gibidir.



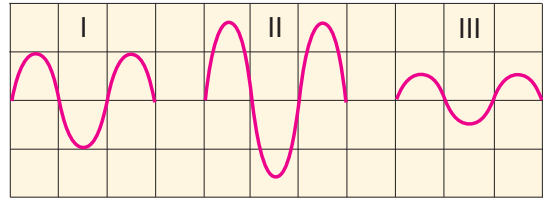
Buna göre,

- I. En kalın ses Z dir.
 II. En ince ses Y dir.
 III. X sesi Y den ince, Z den kalındır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
 B) Yalnız II
 C) I ve II
 D) II ve III
 E) I, II ve III

5. Beden eğitimi dersinde 30 öğrenci art arda sıraya giriyor. Ali sıranın başında, Ömer ortasında, Fatih ise sıranın sonundadır. Öğretmen sıranın başından sonuna doğru seslendiğinde Ali, Ömer ve Fatih'in duyduğu seslerin grafiği şekildeki gibi oluyor.



Buna göre, öğrenciler ve ses grafikleri eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?

	Ali	Ömer	Fatih
A)	I	II	III
B)	II	III	I
C)	III	II	I
D)	II	I	III
E)	I	III	II

6. Özellikleri değişebilen durgun bir ortamda ilerleyen ses dalgasının;

I. Yayılma hızı

II. Frekansı

III. Şiddeti

niceliklerinden hangileri **kesinlikle** değişmez?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

7. Sesle ilgili,

I. Sıcak ortamda, soğuk ortama göre daha hızlı yayılır.

II. Gürlüğü ne kadar fazlaysa o kadar uzaktan duyulabilir.

III. Kalın sesin frekansı, ince sese göre daha küçüktür.

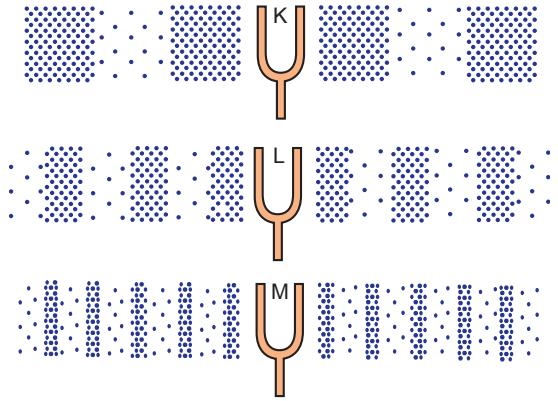
yukarıdaki yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

8. Köpeklerin insanların duyamadığı bazı sesleri duyabilmelerinin temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kulaklarının büyük olması.
B) Duyma frekans aralığının insanlara göre daha geniş olması.
C) İnsanların sadece şiddetli sesleri duyması.
D) Köpeklerin yavaş ilerleyen sesleri de duyabilmeleri.
E) Sesin havada katılara göre daha yavaş yayılması.

9. K, L ve M diyapozonlarının titreşimleri sonucu çevresindeki hava tanecikleri şekildeki gibi olmaktadır.



Buna göre, bu diyapozonlardan yayılan seslerin frekansları f_K , f_L ve f_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $f_K > f_L > f_M$ B) $f_L > f_M > f_K$ C) $f_M > f_K > f_L$
D) $f_L > f_K > f_M$ E) $f_M > f_L > f_K$

10. Arkamız dönük bile olsa konuşan bir arkadaşımızın kim olduğunu anlayabiliriz.

Bu durum sesin hangi özelliğinden kaynaklanır?

- A) Hızı B) Genliği C) Şiddeti
D) Tınısı E) Dalga boyu

11. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sesin yalıtımıyla ilgili **değildir**?

- A) Evlerin pencerelerinde çift cam kullanılması.
B) Sinema salonlarının duvarlarının esnek madde ile kaplanması.
C) Müzik kaydı yapılan stüdyonun süngerle kaplanması.
D) Bir konferans salonunun duvarlarının pürüzsüz olması.
E) Duvar örülürken araya strafor (köpük) konulması.

1.B

2.A

3.D

4.C

5.D

6.B

7.E

8.B

9.E

10.D

11.D

DEPREM DALGALARI

Yerkabuğu altındaki levha hareketleri ve kırılmalar sonucu oluşan deprem dalgaları da mekanik dalgalardır.

Bu hareketler sonucu ortaya çıkan çok yüksek enerjili titreşim yeryüzünde yıkıcı etkilere sebep olabilir.



Deprem ve depremle ilgili olayları inceleyen bilim dalına **sismoloji** denir.

Depremlerin Oluşum Sebepleri

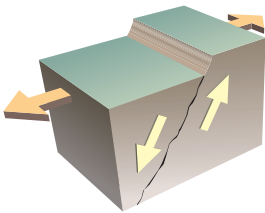
Depremleri oluşum şekillerine göre; tektonik, volkanik ve çöküntü depremleri şeklinde sınıflandırabiliriz.

Bunlardan volkanik ve çöküntü depremleri bölgesel etkileri olan, yıkım etkisi çok fazla olmayan depremlerdir.

Yeryüzünde gerçekleşen depremlerin büyük çoğunluğunu ise tektonik depremler dedikimiz; yer kabuğunda bulunan levha hareketleri sonucu oluşan deprem oluşturur.

Dünya merkezinde magma dediğimiz erimiş halde demir ve benzer madenlerin bulunduğu kısım vardır. Bunun üzerinde manto denilen bir kısım en dışta ise kalınlığı 100 km ye kadar çıkan taş küre vardır.

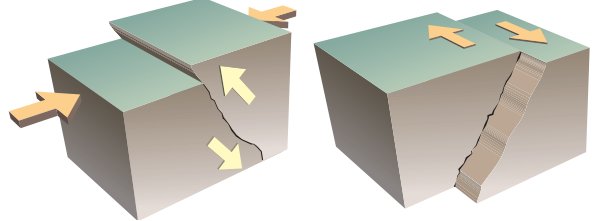
Yeryüzü dediğimiz kıtalar ve okyanuslar bu katman üzerindedir. Taş küre dediğimiz bu kabuk, az sayıda çok büyük ve birçok küçük levhadan (tabakadan) oluşur.



Dünyanın var oluşundan beri bu levhalar hareket halindedir.

Zaman zaman birbirlerine sürtünür, bazen kırılmalar yaşar ve kaymalar gerçekleştirirler. İşte bu hareketler sırasında çok büyük enerjiler

açıya çıkar ve depremler oluşur.



Bu hareket çok uzaklara kadar yayılabilen deprem dalgalarını oluşturur.

Meydana gelern depremlerin büyük bir kısmı bu levhaların birbirleriyle temas halinde oldukları sınırlarda gerçekleşir.

Levha hareketleri çok yavaş ve seneler sürecektir şekilde gerçekleşir, tıpkı bir yayın sıkışması gibi enerji depolarlar.

Bu değer kritik bir noktaya ulaştığında katmanların esneme sınırını aşar ve kırılma ya da kaymalara sebep olur. Açığa çıkan çok büyük enerji de olayın gerçekleştiği merkezden her yöne doğru dalgalar şeklinde yayılır.

Depremin gerçekleştiği noktaya deprem odağı ya da iç merkez; bu noktanın yeryüzündeki izdüşümüne de dış merkez ve en çok kullanılan şekliyle merkez üssü denir.

Büyük depremlerden önce oluşan küçük depremlere **öncü depremler**, sonrasında oluşan küçük depremlere de **artçı depremler** denir.

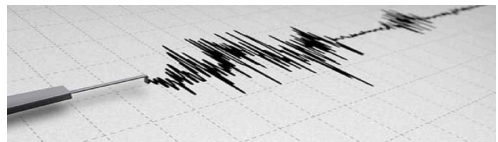
Depremin Büyüklüğü ve Şiddeti

Deprem büyüklüğü **Richter** (Rihter) ölçeğiyle belirtilir. Deprem büyüklüğü 1, 2, 3 ... gibi sayılarla ifade edilir. Ve her birim artış 10 kat fazla sarsıntı demektir. Deprem olduktan hemen sonra haber spikerlerimizin bazıları 7,2 şiddetinde deprem olmuştur gibi yanlış bir ifade kullanmaktadırlar.

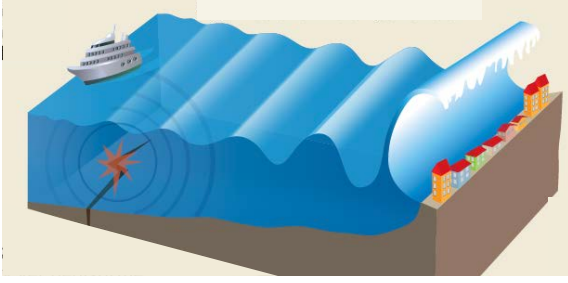
Bu noktada şiddetten bahsedilmez. Deprem şiddeti, deprem olduktan sonra sahada yapılan hasar tespitine göre belirlenir ve Mercalli ölçeğine göre ifade edilir.

Depremin büyüklüğünün aksine sayma sayılarıyla değilde roma rakamlarıyla gösterilir (I, II, X gibi).

Depremle ilgili konuları inceleyen bilim dalı sismolojidir. Deprem büyüklüğünü ölçen cihazlara da **sismograf** denir.



Deprem ve volkanik hareketlerin deniz tabanında oluşturduğu değişiklikler, deniz ve okyanuslarda çok hızlı ilerleyen ve çok yüksek dalgalar oluştururlar, bu dalgalara **tsunami** denir.



- Deprem dalgaları mekanik dalgadır.
- Deprem dalgaları hem enine hem boyuna dalgadır.
- Çok yüksek enerji taşırlar.
- Deprem bilimine sismoloji denir.
- Deprem büyüklüğü Richter (Rihter) ölçeğiyle belirtilir.
- Merkez üssü; depremin gerçekleştiği noktanın yeryüzündeki izdüşümüdür.

Dalga Olayına genel Bakış

Deprem dalgalarını da gördükten sonra dalgalara genel olarak bir bakalım.

- Her türlü dalga hareketinin oluşması için enerji harcanması gerekir.
- Tüm dalga hareketleri enerji taşır.
- Dalga hareketinde ortam değil, titreşim ve enerji yayılır.
- Titreşim ve yayılma doğrultusu enine dalgalarda dik, boyuna dalgalarda paraleldir. Su ve deprem dalgaları enine ve boyuna titreşimi beraber yaparlar.
- Yay dalgaları enine veya boyuna dalga gibi davranabilir.
- Ses dalgası her zaman boyuna dalgadır. Üç boyutlu yayılır.
- Mekanik dalga olan ses, su, yay ve deprem dalgaları sadece maddesel ortamlarda yayılabilir.
- Elektromanyetik dalgalar boşlukta da yayılabilir. Her zaman enine dalgalardır. Işığa ait özellikler tüm elektromanyetik dalgalar için geçerlidir.



DİKKAT

◆ Her türlü dalga hareketinde hız ortamın özelliklerine bağlıdır. Özelliği değişmeyen ortamda diğer değişkenler hızı değiştirmez.

◆ Her türlü dalga hareketinde frekans (dolayısıyla periyot) kaynağa bağlıdır. Ortamdaki değişiklikler kaynaktan çıkmış dalganın frekansını etkilemez.

1. Depremle ilgili konuları inceleyen bilim dalına ne ad verilir?

- A) Sismograf B) Sismoloji C) Optik
D) Mekanik E) Termodinamik

2. Deprem dalgalarıyla ilgili olarak,

- I. Hem enine hem boyuna dalgalar olabilir.
II. Mekanik dalgalardır.
III. Enerji taşırlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

3. Depremın vereceği hasardan korunmak için;

- I. Evimizde sarsıntıda devrilebilecek eşyaları sabitlemek.
II. Deprem çantası hazırlamak.
III. Deprem sırasında sağlam bir masa altına girmek.

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

4. Depremle ilgili,

- I. Sismograf denilen cihazla ölçülür.
II. Deprem sadece karada yayılır.
III. Dört büyüklüğündeki depremin sarsıntısı iki büyüklüğündeki depremden 100 kat fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. Depremle ilgili,

- I. Levha hareketleri sonucu oluşan depremler tektonik depremlerdir.
II. Volkanik depremler en yıkıcı depremlerdir.
III. Çöküntü depremleri deniz ve okyanuslarda tsunamiye sebep olabilir.

yukarıdaki yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

1.B

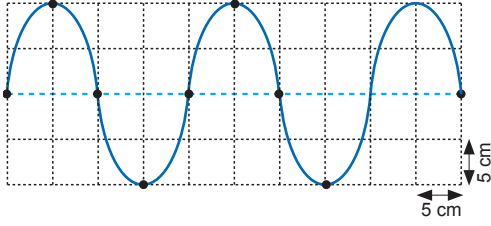
2.E

3.E

4.C

5.D

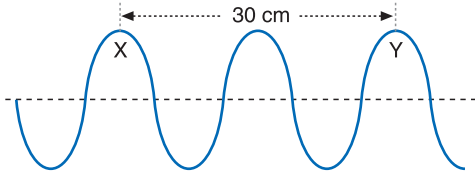
1. Eşit bölmeli düzlemdeki periyodik dalgaların görünümü şekildeki gibidir.



Bölmeler arası mesafe 5 cm olduğuna göre, dalgaların dalga boyu (λ) ve genliği (r) kaç cm dir?

- A) $\lambda = 20$ cm
 $r = 10$ cm
 C) $\lambda = 40$ cm
 $r = 10$ cm
 B) $\lambda = 20$ cm
 $r = 20$ cm
 D) $\lambda = 40$ cm
 $r = 20$ cm
 E) $\lambda = 10$ cm
 $r = 10$ cm

2. Gergin bir yayda oluşturulan dalgaların hızı 10 cm/s dir.



Şekilde gösterilen X-Y noktaları arası uzaklık 30 cm olduğuna göre, dalgaların frekansı kaç s^{-1} dir?

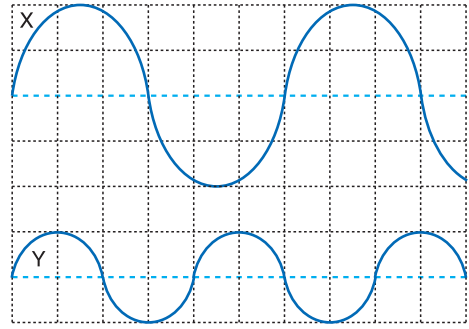
- A) $\frac{1}{3}$
 B) $\frac{2}{3}$
 C) 1
 D) $\frac{3}{2}$
 E) 3

3. Gergin bir yayda oluşturulan periyodik yay dalgalarını inceleyen bir gözlemci bir noktadan 1 dakikada 7 dalga tepesi geçtiğini görüyor.

Dalgaların dalga boyu 20 cm olduğuna göre yayılma hızı kaç cm/s dir?

- A) $\frac{1}{2}$
 B) 1
 C) 2
 D) 3
 E) 4

4. Eşit kare bölmeli düzlemde oluşturulan periyodik X ve Y dalgaları özdeş yaylarda ilerlemektedir.



Buna göre, X ve Y dalgalarının dalga boyları oranı, $\frac{\lambda_X}{\lambda_Y}$ kaçtır?

- A) 2
 B) $\frac{3}{2}$
 C) 1
 D) $\frac{2}{3}$
 E) $\frac{1}{3}$

5. I. Ses dalgası
 II. Yay dalgası
 III. Radyo dalgası

Yukarıda verilen dalgalardan hangileri hem enine hem boyuna dalga olabilir?

- A) Yalnız I
 B) Yalnız II
 C) Yalnız III
 D) I ve II
 E) II ve III

6. I. Mikrodalgalar
 II. Ses dalgası
 III. Deprem dalgası
 IV. Gama ışınları

Yukarıda verilen dalgalardan hangileri mekanik dalgadır?

- A) I ve II
 B) I ve III
 C) III ve IV
 D) I ve IV
 E) II ve III

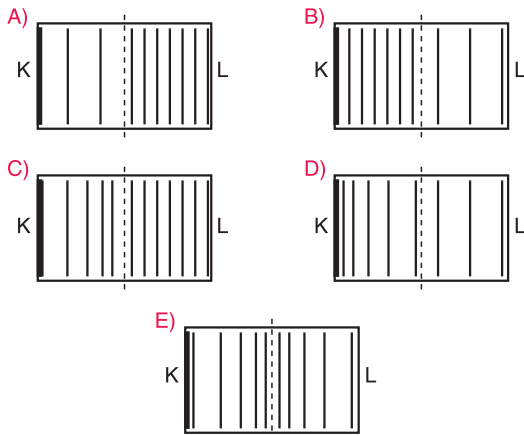
7. 100 MHz frekansından yayın yapan bir FM radyo istasyonunun yaydığı dalgaların dalgaboyu kaç m dir? ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s; $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$)

A) 2 B) 2,5 C) 3 D) 3,5 E) 6

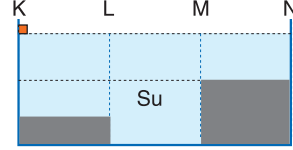
8. Bir ses kaynağından çıkan 20 Hz frekanslı sesin dalgaboyu kaç m dir? (Ses hızı = 340 m/s)

A) 17 B) 12 C) 10 D) 7 E) 3

9. Kesiti şekildeki gibi olan dalga leğeninin K kenarından oluşturulan sabit frekanslı su dalgalarının L ye doğru giderken dalga tepelerinin üstten görünümü aşağıdakilerden hangisine benzer?



10. Kesiti şekildeki gibi olan dalga leğeninin K kenarından oluşturulan sabit periyotlu su dalgaları K, L, M, N yolu boyunca yayılıyor. Dalganın bu yol boyunca dalgaboyu KL arasında λ_1 , LM arasında λ_2 , MN arasında λ_3 oluyor.



Buna göre $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ arasındaki ilişki nedir?

- A) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ B) $\lambda_2 > \lambda_1 > \lambda_3$
C) $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$ D) $\lambda_3 > \lambda_1 > \lambda_2$
E) $\lambda_2 > \lambda_1 = \lambda_3$

11. Havai fişekler patladığında görüntü oluşuktan sonra sesi daha geç duyulmaktadır.

Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Patlama sesinin şiddetinin az olması
B) Düşük frekansta ses çıkarması
C) Havai fişek gösterilerinin gece yapılması
D) Ses hızının ışık hızından yavaş olması
E) Patlamanın geniş bir alana yayılması

12. Uzakta olan birine sesimizi duyurmak için bağırmanın nedeni;

- I. sesin şiddetini artırmak,
II. sesin hızını artırmak,
III. sesin frekansını artırmak

İfadelerinde belirtilenlerden hangisidir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

1.A 2.B 3.C 4.B 5.B 6.E

7.C 8.A 9.C 10.B 11.D 12.A

1. Dalgalarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Titreşim ve yayılma doğrultusu dik olan dalgalar enine dalgalardır.
 B) Dalgaların frekansı sadece kaynağa bağlıdır.
 C) Dalga'nın enerjisini gösteren özelliği genliğidir.
 D) Yayılması için maddesel ortam gereken dalgalar mekanik dalgalardır.
 E) Boşlukta yayılan elektromanyetik dalgalar maddesel ortamda yayılamaz.

2. I. Yay Dalgası: Hem enine hem boyuna dalga olabilir.
 II. Su Dalgası: Enine ve boyuna dalgaların birleşimi olan özel bir dalgadır.
 III. Ses Dalgası: Katı maddelerdeki yayılma hızı, havadakinden büyüktür.

Yukarıda yay, su ve ses dalgalarıyla ilgili verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

3. Tektonik depremler için yazılan;

- I. Taş küre ismi verilen kısımda oluşur.
 II. Yıkıcı etkisi en fazla olan depremlerdir.
 III. Sadece levha kırılmalarıyla oluşur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) II ve III

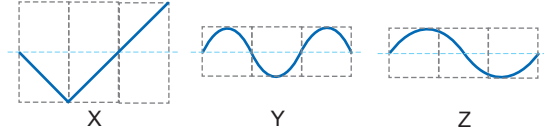
4. Aynı yayda oluşturulan iki farklı enine dalga'nın;

- I. hız,
 II. frekans,
 III. dalga boyu

niceliklerinden hangileri iki dalga için de kesinlikle aynıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) II ve III

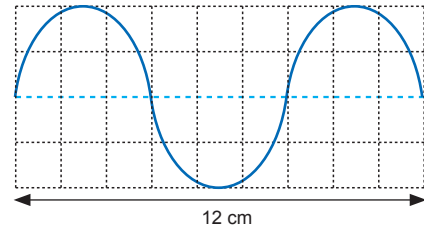
5. Eşit bölmeli düzlemde verilen X, Y ve Z dalgaları şekildeki gibidir.



Buna göre, dalgaların dalga boyları λ_X , λ_Y ve λ_Z arasındaki ilişki nedir?

- A) $\lambda_X > \lambda_Y > \lambda_Z$ B) $\lambda_X = \lambda_Y > \lambda_Z$ C) $\lambda_X > \lambda_Y = \lambda_Z$
 D) $\lambda_X > \lambda_Z > \lambda_Y$ E) $\lambda_Z > \lambda_X > \lambda_Y$

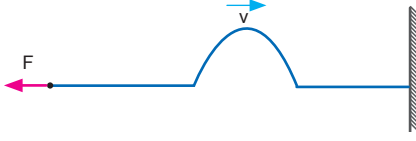
6. Periyodik bir yay dalgası eşit bölmeli düzlemde şekildeki gibidir.



Buna göre, bu dalga'nın dalga boyu kaç cm dir?

- A) 3 B) 6 C) 8 D) 9 E) 12

7. F kuvvetiyle gerilmiş esnek yayda oluşturulan şekildeki atma v hızıyla ilerliyor.



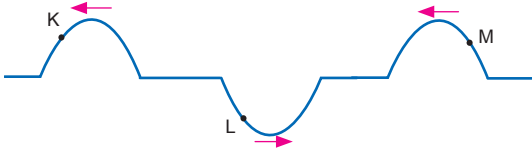
Buna göre v hızı,

- I. Yayı geren kuvvet.
- II. Yayın uzunluğu.
- III. Yayın ağırlığı.

niceliklerinden hangilerinin **tek başına** artmasıyla artar?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I veya II E) II veya III

8. Gergin esnek bir yay üzerindeki şekilde verilen yönlerde ilerleyen atmalar vardır.



Buna göre, atmalar üzerinde gösterilen K, L ve M noktalarının titreşim yönleri nasıldır?

	K	L	M
A)	↑	↑	↓
B)	↑	↓	↓
C)	↓	↓	↑
D)	↓	↑	↓
E)	↓	↑	↑

9. Su derinliği sabit olan dalga leğeninde oluşturulan periyodik su dalgalarına saniyede 3 tam devir yapan 4 yarıklı stroboskopa bakılıyor.

Buna göre, kaynağının frekansı aşağıdakilerden hangisi olursa dalgalar duruyor gibi **gözlenmez**?

- A) 12 B) 24 C) 27 D) 36 E) 48

10. o noktasından birbirine bağlanmış şekildeki yaylardan ince olan X yayında oluşturulan atma, kalın Y yayına iletiliyor.



Buna göre, Y yayına iletilen atmanın;

- I. Yayılma hızı II. Frekansı III. Genişliği
- niceliklerinden hangileri **değişir**?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

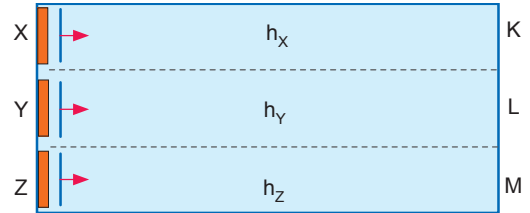
11. Bir dalga leğeninin orta noktasında oluşturulan dairesel su dalgalarının dalga boyu kenarlara ulaştıkça **büyüyorsa** bunun nedeni;

- I. frekansın artması,
- II. kenarların daha derin olması,
- III. genliğin azalması

durumlarından hangileri olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

12. Üstten görünümü şekildeki gibi olan dalga leğeninde özdeş kaynaklar aynı anda doğrusal dalgalar oluşturuyor.



Derinlikler arasındaki ilişki; $h_y < h_z < h_x$ olduğuna göre, K, L, M duvarlarına dalgaların ulaşma sırası nasıldır?

- A) L - M - K B) K - M - L C) K - L - M
D) L - K - M E) M - L - K

ÜNİTE 9

OPTİK

- AYDINLANMA
- GÖLGE
- YANSIMA VE DÜZLEM AYNA
- KÜRESEL AYNALAR
- KIRILMA VE RENK
- MERCEKLER- GÖZ VE OPTİK ALETLER

1.

AYDINLANMA

Işık

Işığın ne olduğu, nasıl davrandığı tarih boyunca insanların hep merak edip akıl yürüttükleri bir konudur.

Tarihsel süreç içinde insanlar ışığın bakılan cisimlerden, hatta gözlemcinin gözünden çıkan tanecikler olduğunu savunmuşlar.



Işığı tanımlamak için kullanılan önemli iki bilimsel teori: tanecik ve dalga teorileridir.

Tanecik Teorisi

Işığın tanecik teorisinin (bazen tanecik modeli de denir) en önemli kurucusu ve ilk bilimsel çalışmaları yapan Newton'dur.

Newton'a göre ışık, kaynaktan yayılan sonsuz sayıda küçük taneciklerden oluşur. Bu tanecikler göze ulaşarak görme olayını gerçekleştirir.

Taneciklerin farklı büyüklükleri farklı renkleri oluşturur.

Newton bu taneciklerin doğrusal olarak çok büyük hızlarda yayıldığını da söylemiştir.

Tanecik modeliyle ışığın yansıma ve kırılması açıklanabilmektedir.

Dalga Teorisi

Dalga teorisini Newton'la yaklaşık aynı dönemlerde Hollandalı bilim insanı Huygens ortaya koymuştur.

Huygens, kaynağın yüksek frekanslı titreşimler yaparak dalgalar halinde ışık yaydığını söylemiştir. Bu modeli kullanarak ışığın yansıma ve kırılmasını da açıklayabilmektedir.

1801 yılına kadar Newton'un Tanecik modeli Dalga modeline göre daha çok kabul görmüştür.

Thomas Young 1801'de yaptığı bir deneyle ışığın tıpkı dalgalar gibi girişim yaptığını gösterdi. Böylece dalga teorisi sağlam bir destek almış oldu.

Dalga modelini destekleyen bir başka deneyi de 1822'de Fresnel yapmıştır. Fresnel; ışığın girişim ve polarizasyon yaptığını, yani dalga gibi davrandığını gösterdi.

Tanecik modeline bir darbe de 1850 yılında Foucault (Fuko) dan geldi.

Fuko ışık hızının sıvılar içinde, havadan daha az olduğunu gösterdi. Tanecik modeli ise tam tersini savunuyordu.

Dalga modelinin bir diğer destekçisi de Maxwell dir.

Maxwell, ışığın elektromanyetik dalga olduğunu ve elektron titreşimleriyle oluştuğunu söylemiştir.

Dalga modeli tanecik modelinden sonra çok daha geniş bir kabul görse de Fotoelektrik olay gibi bazı durumları ancak tanecik modeli açıklayabilmektedir.



Sonuç olarak; ışığın davranışlarına ilişkin bazı durumları sadece dalga modeli, bazı durumları sadece tanecik modeli açıklayabilirken, bazılarını ise ikisi de açıklayabilmektedir.

Yani ışık bazen dalga, bazen de tanecik gibi davranmaktadır. 1923'te elektromanyetik teoriyi açıklayan Louis de Broglie dalga ve tanecik modelini birleştirmiştir.

Işık dalgalar halinde yayılan taneciklerden oluşur demidir.

Günümüz bilgileri de bu durumu desteklemektedir. Işık düşük frekanslarda daha çok dalga gibi, yüksek frekansta ise tanecik gibi davranmaktadır.

Günümüzde ışığı tanımı:

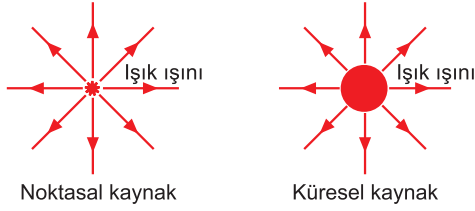
Foton denilen enerji paketçiklerinden oluşan, boşlukta ışık hızıyla doğrusal yayılan ve enerji taşıyan elektromanyetik bir dalgadır.

Tanım çok kafanızı karıştırmasin aklımızda kalması gerekenler şunlar:

- Doğrusal olarak yayılır.
- Boşlukta ışık hızıyla ilerler.

Yeri geldikçe konuyla ilgili terimlerin açıklamasını yapacağız. Bunlardan ilki ışık kaynağı.

Işık kaynağı: Kendiliğinden ışık yayan cisimlerdir. Boyutları önemsenmeyen çok küçük kaynaklara noktasal ışık kaynağı diyoruz. Kaynaktan çıkan ışık doğrular boyunca ilerler, bunlara ışık ışını denir.



AYDINLANMA

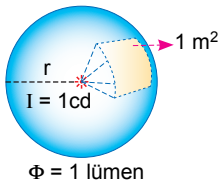
Bu bölümde yeni bazı kavramlarımız olacak, önce bunları öğrenmeliyiz.

Işık Şiddeti (I)

Bir kaynağın gücünü yani birim zamanda ne kadar ışık enerjisi yaydığını gösterir. Işık şiddeti ne kadar büyükse, kaynaktan birim zamanda çıkan foton (ışık ışını) sayısı o kadar çoktur. I ile gösterilir. Birimi candela (cd)'dir.

Işık Akısı (Φ)

Bir yüzeydeki ışık ışınlarının sayısıdır. Yani yüzeye gelen toplam ışık ışını sayısıdır. Birimi lümen (Lm)'dir.



Merkezinde ışık şiddeti 1 candela olan kaynak bulunan 1m yarıçaplı kürenin yüzeyindeki 1 m² lik alandaki ışık akısı 1 lümen kabul edilir.

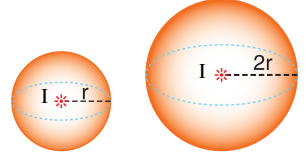
Küre yüzeyi toplam $4\pi r^2$ olduğu için, $r = 1$ m olduğunda toplam akı

$\Phi = 4\pi$ olur. ($I = 1$ cd kabul ettik)

Bu durumda ışık şiddeti I olan bir kaynağın bir küre yüzeyinde oluşturacağı toplam ışık akısı $\Phi = 4\pi I$ dir.

Yani, bir küre içinde I şiddetinde kaynak varsa kürede oluşan toplam ışık akısı küre yarıçapına bağlı değildir.

Şekilde farklı büyüklükte kürelerin içinde aynı ışık şiddetine sahip kaynaklar varken, yüzeylerindeki ışık akıları ikisi için de $\Phi = 4\pi I$ kadar olur.

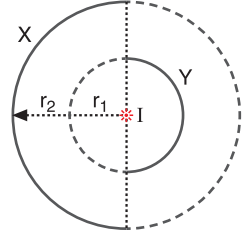


Şöyle düşünebiliriz: Kaynaktan çıkan ışık ışını sayısı iki durumda da aynı olduğu için (kaynakların ışık şiddeti eşit) tamamen kapalı yüzeye ulaşan ışın sayısı da aynı olacaktır.

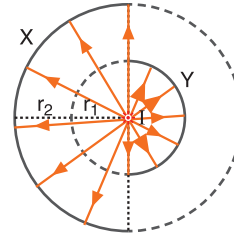
İkisinden de on yüz bin milyon ışın çıkınca, kapalı yüzeye ulaşacak ışın sayısı da bu sayıyla aynı olacaktır.

Örnek 1

Şekildeki r_1 ve r_2 yarıçaplı yarım kürelerin merkezinde bulunan I şiddetindeki ışık kaynağının X ve Y yarım kürelerinde oluşturacağı ışık akıları Φ_X ve Φ_Y arasındaki ilişki nedir?



Çözüm 1



Kaynaktan çıkan ışınlar her yöne düzgün olarak dağılacaktır.

Kaynak iki kürenin de merkezinde olduğu için iki yarım küreye de eşit sayıda ışık ışını ulaşacaktır.

Yani X ve Y'deki ışık akıları eşit olur.

$$\Phi_X = \Phi_Y$$

- Müfredatta ışık akısı ile ilgili işlemlere girilmemesi gerektiği belirtilmiş. Ama sizde göreceksiniz kitapların çoğu bu işlemlerin olduğu sorularla dolu olacak.
- Kürenin ışık akısının formülünü unutabilirsiniz ama, aynı ışık şiddetindeki kaynağın yapacağı ışık akısının yarıçapa bağlı olmadığını sakın unutmayın.
- Kürenin tamamı değilde belli miktarı verilirse (yukarıdaki soruda olduğu gibi yarım küre ya da çeyrek küre gibi) ışık akısını orantılı paylaşdırmayı da bilin yeter.

Aydınlanma Şiddeti (E)

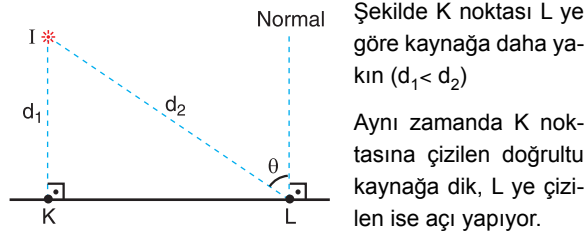
Bir yüzeyin ve nokta çevresinin ne kadar aydınlık görüneceğinin ölçüsüdür. Birimi **lüks** tür. "Ix" olarak gösterilir.

Bir yüzeyin ne kadar parlak (aydınlık) görüneceği, oraya düşen ışık ışınlarının ne kadar sık (yoğun) olduğuna bağlıdır.

Aydınlanma şiddeti kaynağa uzaklıkla ters orantılıdır. Aynı zamanda ışınların yüzeye dik veya açıyla çarpmasına da bağlıdır.

Yine müfredatta Aydınlanma şiddetiyle ilgili matematiksel işlemlere girmeyin dediği için formülü vermiyoruz.

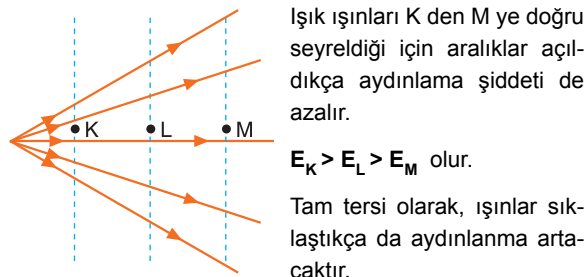
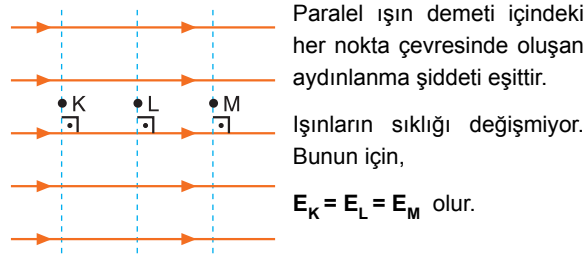
Ama uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu, ve dik olduğunda en fazla aydınlanma yapacağını sakın unutmayın.



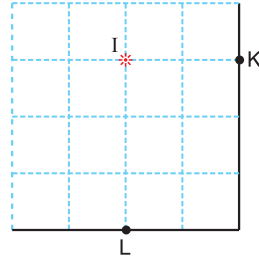
Bu durumda K deki aydınlanma L den büyük olacaktır.

$$E_K > E_L$$

Yüzeyin ne kadar aydınlık olacağı, yüzeye gelen ışınların sıklığına bağlı demiştik.



Örnek 2

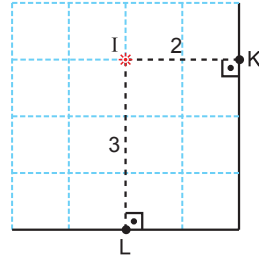


Eşit bölmeli şekildeki sistemde I ışık kaynağının yatay ve düşey duvarlardaki K ve L noktaları çevresinde oluşturduğu aydınlanma şiddetleri E_K ve E_L oranı, $\frac{E_K}{E_L}$ kaçtır?

Çözüm 2

Hani formül yoktu? Bu soruyu nasıl çözüceiz :)

Merak etmeyin formül kullanmadan çözüceiz :)



K ve L noktası I ışık kaynağına diktir. Bu nedenle K ve L deki aydınlanmaları bulurken açılarla uğraşmayacağız.

O yüzden bu soruyu formülsüz de çözebiliriz.

Aydınlanma şiddetinin uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu sakın unutmayın demiştik. Unutmadıysanız sorun yok. Ne demek karesi ile ters orantılı?

Uzaklık 2 katına çıkarsa (2 nin karesi = 4) aydınlanma 4 kat azalır. 3 katına çıkarsa, (3 ün karesi = 9) 9 kat azalır.

Eeee. Kaynağın bir birim uzaklıkta yaptığı aydınlanma şiddetine E dersek;

Aydınlanma şiddeti K için, $\frac{E}{4}$ L için, $\frac{E}{9}$ olur.

Oran ise;

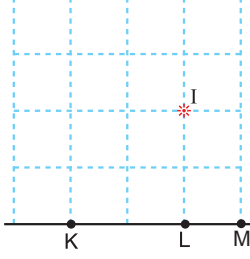
$$\frac{E_K}{E_L} = \frac{\frac{E}{4}}{\frac{E}{9}} \text{ den, } \frac{9}{4} \text{ bulunur.}$$

Bölmeyi nasıl yaptık diyenler için;

Bakınız, Antrenmanlarla Matematik 1. Kitap

Örnek 3

Şekildeki eşit bölmeli düzlemde bulunan noktasal I ışık kaynağının K, L ve M noktaları çevresinde oluşturduğu aydınlanmalar E_K , E_L ve E_M dir.

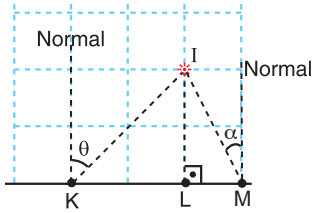


Buna göre, E_K , E_L ve E_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 3

1. Aydınlanma uzaklığın karesi ile ters orantılı.
2. Dik olması durumunda en fazla, açı yaptıkça azalır.

Bu iki bilgi çözebilmemiz için yeterlidir.



Birazcık geometri bilgisiyle şekle bakarak, kaynağa en uzak K, en yakın L noktası olduğunu görebiliriz.

L noktası kaynağa hem en yakın nokta hem de dik. Bu durumda en büyük aydınlanma L de olacaktır.

K ise hem M noktasından daha uzak, hem de daha büyük açı yapmış. ($\theta > \alpha$)

Bunun için de K deki aydınlanma en azdır.

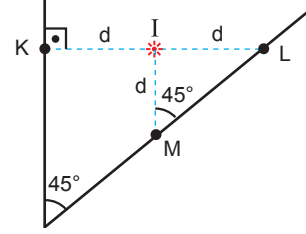
Sıralamamız bu durumda;

$$E_L > E_M > E_K \text{ olur.}$$

- Açı büyüdükçe aydınlanma azalır diyoruz. Bu açı sorulan noktaya çizilen Normal (dikme) ile ışık kaynağını bu noktaya birleştiren açıdır.
- Yukarıdaki şekilde bu açılar gösterilmiş. Eğer gösterilmezse veya yatayla yapılan açı verilirse dikkat etmek lazım.

Örnek 4

Şekildeki konumda bulunan, I ışık kaynağının K, L ve M noktaları çevresinde oluşturduğu aydınlanma şiddetleri E_K , E_L ve E_M dir.



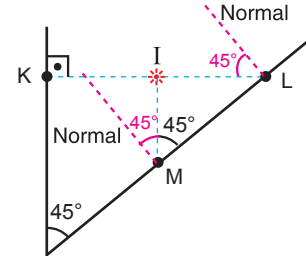
Buna göre, E_K , E_L ve E_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 4

I ışık kaynağının, K, L ve M noktalarına olan uzaklıkları eşit ve d kadar. K noktası kaynağa dik fakat L ve M dik değil.

Bu durumda K için aydınlanma en büyük olacaktır.

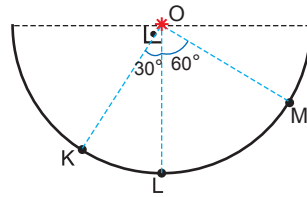
L ve M noktalarının açılarını bulmak için bu noktalara normal çiziyoruz. (yüzeye dik)



Üstün geometri bilgimizle açılar eşit olarak bulduk.

Uzıklar eşit, açılar da eşit olduğu için, L ve M noktalarının aydınlanma şiddetleri eşit olur.

Bu durumda, $E_K > E_L = E_M$ olacaktır.

Örnek 5

Şekildeki küresel yüzeyin merkezi olan O noktasındaki ışık kaynağının yüzeyde K, L, M noktaları çevresinde yaptığı aydınlanmalar E_K , E_L , E_M dir

Buna göre; E_K , E_L , E_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 5

Yüzey küresel ve O noktası küre merkezinde olduğu için yüzeydeki tüm noktalar yarıçap uzaklığındadır. Yani kaynağın K, L, M noktalarına uzaklıkları eşit.

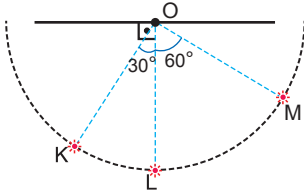
Soruda L noktası tam düşeyde, K ve M ise düşeyle 30 ve 60 derece açı yapmış. İşte bu sorunun kandırmacası.

Yüzey küresel ve kaynak merkezde olduğu için noktaların hepsi dik olmak zorundadır. Açılarla hiç işimiz yok.

Bu durumda, $E_K = E_L = E_M$ olacaktır.

Soru tersten sorulsa idi?

Örnek 6



K, L, M noktalarında bulunan I_K, I_L, I_M ışık kaynaklarının O noktasında yaptığı aydınlanmalar eşitse kaynakların ışık şiddetleri I_K, I_L, I_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 6

Aynısı gibi görünse de burada durum farklı.

Açılar burada önemli olacak.

Küresel yüzey üzerindeki kaynakların hepsinin O noktasına uzaklıkları eşit.

L noktasındaki kaynaktan çıkan ışınlar O noktasına dik ulaşır. K ve M den çıkan ışınlar ise açıyla ulaşır.

O noktasını L ye birleştiren çizgiyi dik olduğu için, K ve M nin normali olarak düşünebiliriz.

Bu durumda M daha büyük açı yapmış olur.

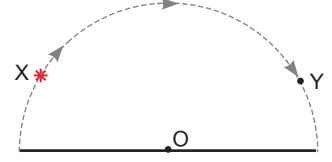
Kaynakların ışık şiddeti eşit olsaydı; en fazla aydınlatmayı dik olduğu için L deki kaynak yapardı. En az aydınlatmayı ise büyük açı yapan M deki kaynak.

Soruda bize hepsi eşit aydınlanma yapıyor demiş. Bu durumda avantajı fazla olan (dik olduğu için) L dekinin ışık şiddeti en az olacaktır. M ise büyük açıya rağmen aynı aydınlatmayı yaptığına göre en büyük ışık şiddeti M deki kaynağın ki olmalı. K her iki durumdada arada kalıyor.

Buna göre, ışık şiddeti sıralaması, $I_M > I_K > I_L$ olur.

Örnek 7

X noktasındaki noktasal ışık kaynağı O merkezli çembersel yörünge boyunca Y noktasına kadar şekildeki gibi hareket ettiriliyor.

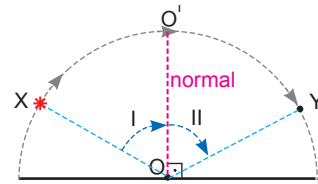


Buna göre, O noktası çevresindeki aydınlanma kaynağın hareketi süresince nasıl değişir?

Çözüm 7

Kaynağın hareket yörüngesi O merkezli çember olduğu için X noktasından Y ye gelene kadar uzaklık hep eşit ve yarıçap kadar olacaktır.

Aydınlanma; uzaklık ve dikliğe bağlıydı. Uzaklığı bu durumda elemiş olduk. Şimdi açığa bakalım.



O noktasına yüzeye dik olacak şekilde normal'i çizdik.

X ve Y noktalarını O noktasına birleştiren doğrultuları çizdik.

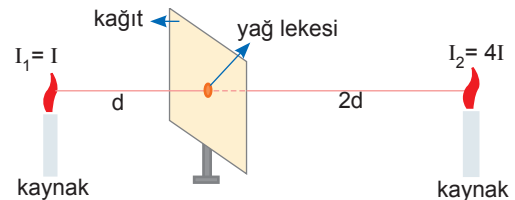
Kaynak X ten O' noktasına gelene kadar I. aralıkta normalle yapılan açı azalıyor. Yani gittikçe dikleşiyor. Bu durumda uzaklık aynı kalsa da aydınlanma artar.

Kaynak O' noktasında iken dik olacağı için (normalle yapılan açı sıfır) aydınlanma maksimum olur.

II. aralıkta O' noktasından Y noktasına kadar açı tekrar artacağı için aydınlanma azalır.

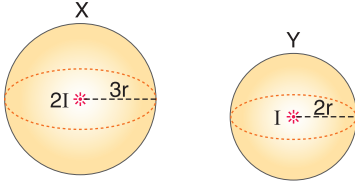
Fotometre

Işık şiddetini ölçmek için kullanılan araçlara **fotometre** denir. Günümüzde bunu çok hızlı ve kolay şekilde yapan dijital ölçü aletleri vardır. Bizim anlatacağımız ise basit bir düzeneğe.



Üzerinde yağ lekesi bulunan beyaz bir kağıdın her iki tarafında bulunan iki kaynağın kağıt üzerinde yaptığı aydınlanmalar eşit olursa yağ lekesi görünmez. Kaynakların doğrultusu yağ lekesine dik olduğundan, aydınlanma şiddeti sadece uzaklığa bağlı ve uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Bu durumda $I_2 = 4I_1$ olur.

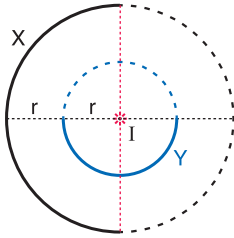
1. Şekildeki $3r$ ve $2r$ yarıçaplı X, Y kürelerinin merkezlerinde ışık şiddetleri $2I$, I olan noktasal ışık kaynakları bulunmaktadır.



Buna göre, kürelerde oluşan ışık akıları oranı, $\frac{\Phi_X}{\Phi_Y}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 2 E) 3

2. Yarıçapları $2r$, r olan X, Y yarım kürelerinin merkezinde ışık şiddeti I olan kaynak bulunmaktadır.



Buna göre, kürelerde oluşan ışık akıları oranı, $\frac{\Phi_X}{\Phi_Y}$ kaçtır?

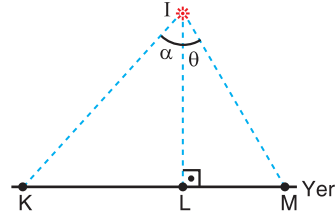
- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

3. Işık şiddeti I olan noktasal ışık kaynağı eşit bölmeli düzlemde şekildedir konumdadır. Buna göre, kaynağın K, L, M noktaları çevresinde oluşturduğu aydınlanma şiddetleri;

E_K , E_L ve E_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $E_K > E_L > E_M$
B) $E_K > E_M > E_L$
C) $E_M > E_K > E_L$
D) $E_M > E_L > E_K$
E) $E_K = E_L = E_M$

4. Şekildeki I ışık kaynağının yerdeki K, L, M noktaları çevresinde yaptığı aydınlanmalar E_K , E_L , E_M dir.

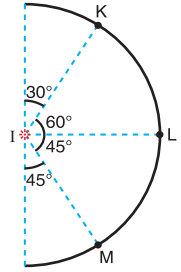


Buna göre; E_K , E_L , E_M arasındaki ilişki nedir? ($\alpha > \theta$)

- A) $E_K = E_L = E_M$ B) $E_K = E_L < E_M$
C) $E_M < E_K = E_L$ D) $E_K = E_M < E_L$
E) $E_K < E_M < E_L$

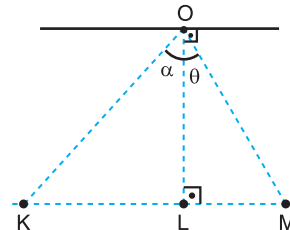
5. Şekildeki I ışık kaynağı küresel yüzeyin merkezindedir. Kaynağın küre yüzeyindeki K, L, M noktalarında oluşturduğu aydınlanma şiddetleri E_K , E_L ve E_M dir.

Buna göre, E_K , E_L , E_M arasındaki ilişki nedir?



- A) $E_K = E_L = E_M$ B) $E_K = E_L < E_M$
C) $E_M < E_K = E_L$ D) $E_K = E_M < E_L$
E) $E_K < E_L < E_M$

6. Şekildeki K, L, M noktalarında bulunan ve ışık şiddetleri I_K , I_L , I_M olan ışık kaynaklarının O noktasında yaptığı aydınlanmalar eşittir.



Buna göre, kaynakların ışık şiddetleri I_K , I_L , I_M arasındaki ilişki nedir? ($\alpha > \theta$)

- A) $I_K > I_L > I_M$ B) $I_K > I_M > I_L$ C) $I_M > I_L > I_K$
D) $I_L > I_M > I_K$ E) $I_K = I_M > I_L$

1.D

2.B

3.D

4.E

5.A

6.B

2.

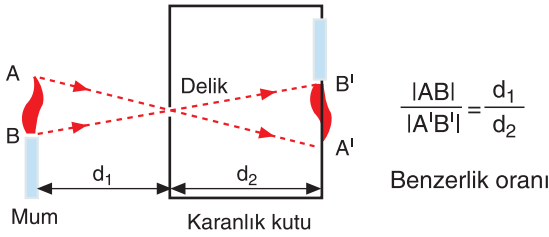
GÖLGE

Işık ışınları bir maddeyle karşılaştığında içinden geçebiliyorsa bu maddelere **saydam**, içinden geçemediği maddelere **saydam olmayan** maddeler (veya cisimler) denir. Saydam olmayan maddeler için **opak** ifadesi de kullanılır.

Bir de ışık ışınlarının kısmen (bir kısmının) geçebildiği maddeler vardır. Bunlara **yarı saydam** maddeler denir. Buzlu cam, yağlı kağıt, tostların içindeki ince kesilmiş kaşarlar gibi. ☺

Işığın doğrusal yayılmasının sonucu olan birçok durum vardır. Gölge de bunlardan birisidir.

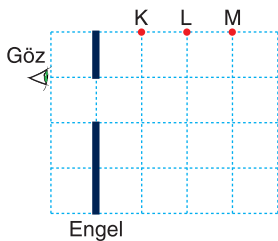
Gölge olayına tam olarak başlamadan önce anlatmak istediğim bir iki durum var. ÖSYM'nin de soru sorduğu bu durumlardan birisi;



Üzerinde küçük bir delik olan karanlık kutu önüne şekildeki gibi konulan mum alevinden çıkan ışık ışınları doğrusal yol alırlar. Kutu içinde şekildeki gibi ters bir görüntü oluşur. **Pinhole** denilen bu düzenek fotoğraf makinesinin çok basit bir modelidir. Kutu içinde oluşan görüntü (gölge) boyu şekildeki d_1 ve d_2 uzaklıklarına bağlıdır.

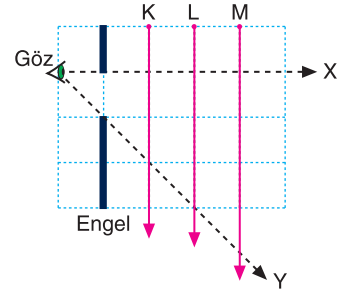
Örnek 1

Eşit bölmelerden oluşan şekildeki düşey düzende üzerinde boşluk olan engelin arkasından bakan göz, serbest bırakılan K, L, M cisimlerine bakıyor.



Gözlemcinin bu cisimleri görme süreleri t_K , t_L , t_M arasındaki ilişki ne olur?

Çözüm 1



Işık doğrusal yayılacağı için gözlemci engel üzerindeki boşluğun izin verdiği bölgeyi görebilir. X, Y doğrultuları arasındaki bu bölge içinde K'yi 2 kare boyunca, L'yi 3 kare boyunca, M'yi 4 kare boyunca görecektir.

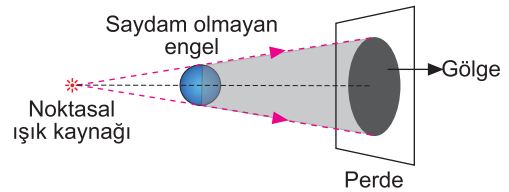
Sürelerde $t_M > t_L > t_K$ olur.

Bu olay ışığın doğrusal yayılmasının sonucudur.

Göz, cisimleri bıraktıkları noktadayken göremez. X doğrultusunu geçtikten sonra görmeye başlar ve Y doğrultusuna gelene kadar görür. Çünkü ışık doğrusal yol alır.

GÖLGE

Işık kaynağı önüne saydam olmayan bir cisim konulursa cismin arkasında ışık almayan karanlık bir bölge oluşur. Bu bölgeye **gölge** denir.



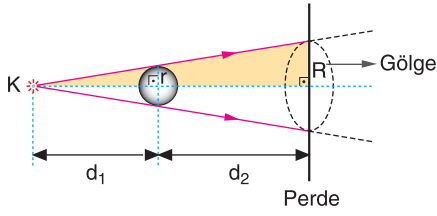
Kaynaktan engelin sınırlarına çizilen teğet ışınlarla perde üzerinde oluşan gölgenin sınırları belirlenir. Küresel bir engelin daire şeklinde bir gölgesi oluşur.

Gölge perde üzerinde oluşacağı için cisim üç boyutlu da olsa gölgesi iki boyutlu olacaktır.

Gölgenin alanı, kaynak, engel ve perde arası uzaklıklara ve engelin büyüklüğüne bağlıdır.

Bu alanı bulmak için birazcık geometri kullanacağız.

Benzerlik kurarak uzaklıkları buluyoruz.



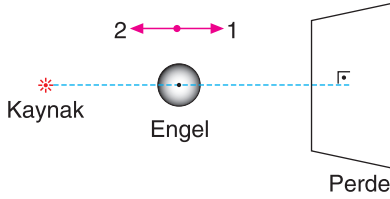
Gölgenin yarıçapı (buradan da alanı) bulunurken şekildeki taralı üçgenin benzerliği kullanılır.

$$\frac{r}{R} = \frac{d_1}{d_1 + d_2}$$

- Kaynak ve engel birbirine ne kadar yakın olursa gölge o kadar büyük olur.
- Perde engele uzak olursa gölge alanı daha büyük olur. Yaklaşırsa gölge alanı azalır.

Örnek 2

Şekildeki noktasal kaynak, saydam olmayan engel kullanılarak oluşturulan sistemde perde üzerinde gölge oluşmaktadır.



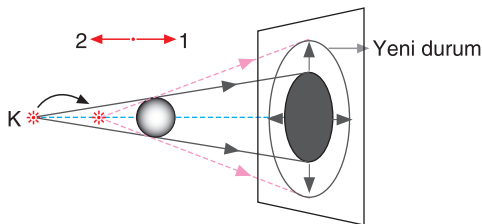
Buna göre, oluşan gölge alanı için,

- Kaynak 1 yönünde hareket ederse artar.
- Engel 1 yönünde hareket ederse artar.
- Perde 2 yönünde hareket ederse artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

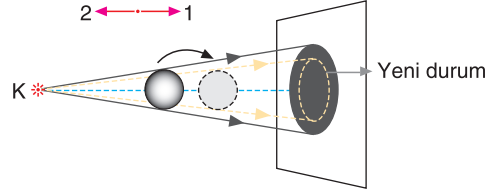
Çözüm 2

Verilen durumda oluşan gölgeyi çizip yapılacak değişiklikleri inceleyelim.



Kaynağı biraz daha engеле yaklaştırdığımızda ışınları çizerek gölgenin büyüdüğü görülür. **I. doğru**

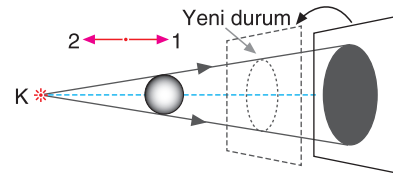
Engeli kaynaktan uzaklaştırıp perdeye yaklaştırsak;



yeni durum, çizilen ışınlardan görülür. Alan azalacaktır.

II. yanlış

Perdeyi engеле yaklaştırsak;



Şekle bakarsak, gölgenin azaldığını görebiliriz. **III. yanlış**

Bu durumda,

Yalnız I doğrudur.

Yarı Gölge

Yarı gölge olduğuna göre bunun tam alanı da vardır.)

Birden fazla noktasal kaynak ya da küresel bir kaynak kullanılırsa perde üzerinde yarı gölge oluşur.

Kaynakların birinden ışık alıp birinden alamayan (noktasal kaynaklar için) ya da noktasal olmayan bir kaynağın bir kısmından ışık alıp, bir kısmından alamayan kısmen karanlık bölgeye **yarı gölge** denir.

O halde **tam gölge**, hiç ışık almayan yerde oluşan gölgedir.

Yarı gölgenin belli bir oranı yoktur. Açık ve koyu tonlarda olabilir. Işık alma oranı duruma göre değişebilir.



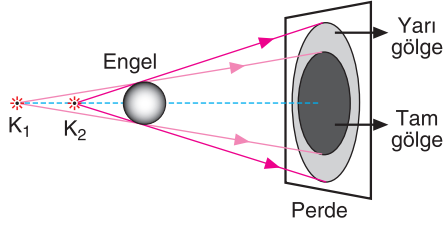
DİKKAT

Noktasal tek bir kaynaktan yarı gölge elde edilmez.

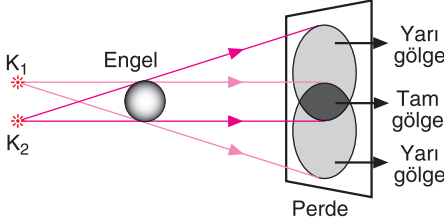
(Ayna kullanırsak olabilir. Bunu ileride göreceğiz..)

Noktasal iki kaynağın farklı durumları için oluşan gölgeleri inceleyelim.

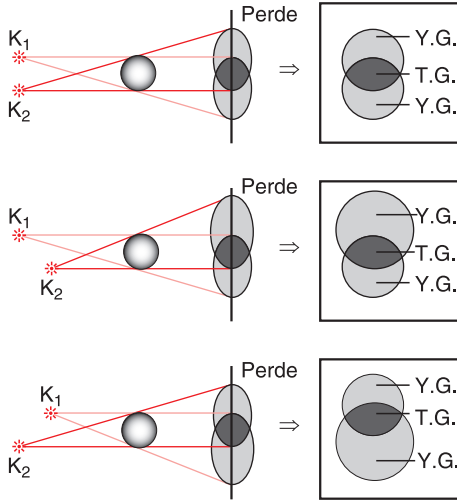
- İçteki daire K_1 'den, dıştaki daire K_2 'den dolayı oluşur.



- Üstteki daire K_2 den, alttaki daire K_1 den dolayı oluşur.



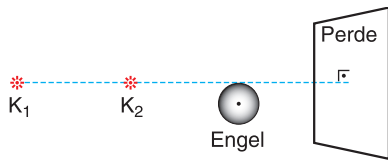
- Kaynakların konumu, engelin, perdenin uzaklıkları ve şekli, gölge şeklini ve büyüklüğünü etkiler.



Yakın olan kaynağın gölgesi büyük olur. Şekilleri inceleyin.

Örnek 3

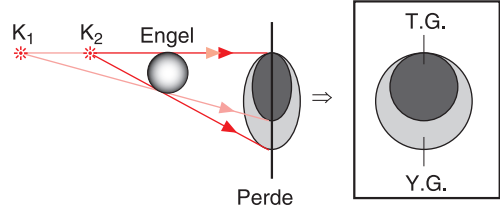
Noktasal iki kaynak ve saydam olmayan engel şeklindeki gibi yerleştiriliyor.



Buna göre, perdede oluşan gölge deseni nasıl olur?

Çözüm 3

K_1 ve K_2 için ayrı ayrı engеле teğet ışınları çizilerek oluşacak şekil belli olur.

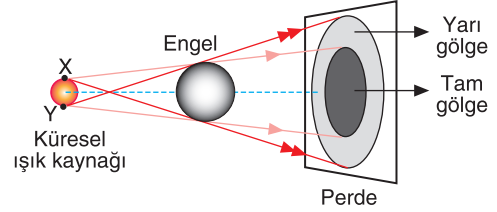


Üstten çizilen teğet ışınlar, aynı yolu izlediği için, ikisinden de ışık alamayan tam gölge (küçük daire) yarı gölge daire-sine (büyük daire) üstten teğet olur.

K_1 (uzaktaki kaynak) küçük daireyi,

K_2 (yakındaki kaynak) büyük daireyi oluşturur.

Küresel kaynakların gölgesine bakalım

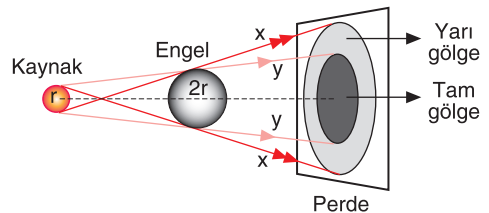


Kaynağın üzerinde (X) ve altındaki (Y) iki noktadan engеле şekildeki teğet ışınları çiziyoruz.

Engelden sonra dışta kalan çapraz ışınlar büyük daireyi, içten giden ışınlar küçük daireyi oluşturur. İçteki bölge kaynaktan hiç ışık almaz ve tam gölge olur.

Yarı gölge ise kısmen ışık alır.

Kaynağın yarıçapı engelden küçükse

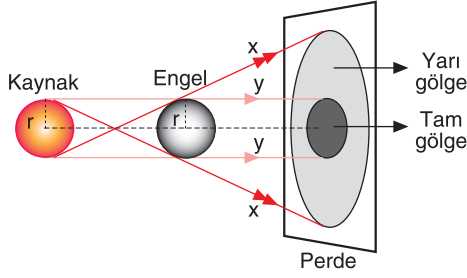


Tam gölgeyi oluşturan ışınlar (y) ve yarı gölgeyi oluşturanlar (x) perdeye doğru açılarak gidiyorlar. Bu nedenle;

- Kaynak ve engel birbirine yaklaşırsa; tam gölge ve yarı gölge alanı artar.
- Perde uzaklaşırsa ikisi de artar, yaklaşırsa ikisi de azalır.

Yani tam gölge ve yarı gölge alanları aynı şekilde değişir. (Artar-Artar veya Azalır-Azalır)

Kaynağın ve engelin yarıçapı eşitse



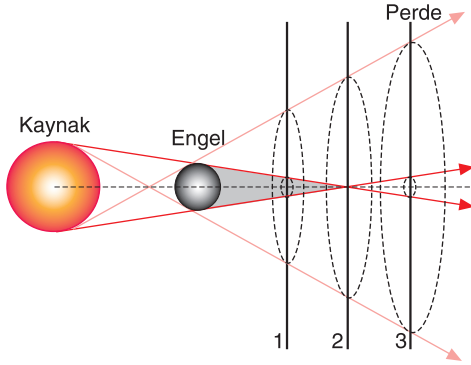
Tam gölgeyi oluşturan (y) ışınları ve yarıgölgeyi oluşturan (x) ışınlarına bakarsak, x ışınları açı olarak gidiyor, y ışınları ise paralel.

- Kaynak engeli yaklaşırsa yarı gölge artar. Y ışınları paralel olduğu için tam gölge değişmez.
- Perde engeli yaklaşırsa yarı gölge azalır. Y ışınları paralel olduğu için tam gölge değişmez.

Yani, kaynak, engel veya perdenin yatayda yer değiştirmesiyle yarı gölge değişir.

Fakat paralel ışınlarla oluşan tam gölge alanı değişmez. Tam gölgenin yarıçapı engel ve kaynağına eşittir.

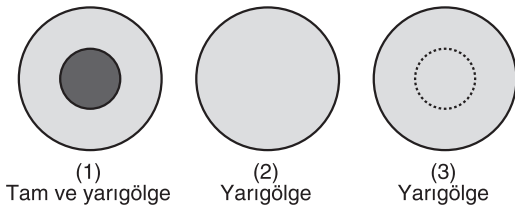
Kaynağın yarıçapı engelden büyükse



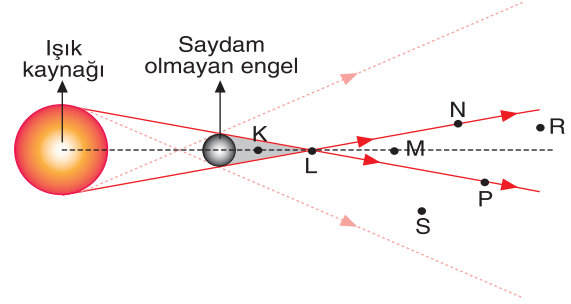
Kaynak engelden büyükse engel arkasındaki taralı koni içi tamamen karanlıktır. Sadece bu bölgede tam gölge oluşur. Perdenin 1. konumu bu durumu gösterir.

Perdenin 2. konumunda (içten geçen ışınların kesiştiği yer) perdede sadece yarıgölge oluşur. Noktasal tam gölge bahsedilmez.

Perdenin 3. konumunda iç içe iki daire olsa bile tam gölge yoktur. İkisi de yarı gölgedir.



Karanlık bir ortamda, büyük küresel bir kaynağa engel arkasından bakılırsa,



K noktası karanlık koninin içinde olduğu için kaynağı hiç göremez.

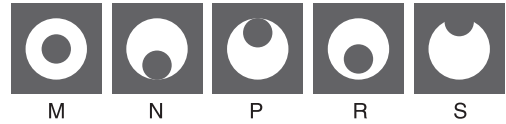
L'den bakan sadece **teğet ışınları** görür. İnce çizgi şeklinde aydınlık çember görecektir.

Kaynakla engelin merkezini birleştiren doğru üzerinden bakanlar için engelin gölgesi kaynağın tam merkezinde olur. Bu çizgi üzerinde ki M'den bakan **ışıklı halka** görür.

Bu çizginin üzerinden bakılırsa (N ve R) gölge merkezin altına kayar.

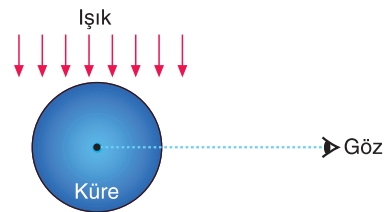
Tam teğet çizgisi üzerindeki N den bakılırsa, gölge **alttan teğet**. Merkez doğrultusunun altındaki çizgiden bakan P ise gölgeyi **üstten teğet** görür.

S noktasından bakan gözlemci gölgenin tamamını kaynak üzerinde görmez. Işık kaynağını kesecek şekilde gölgeyi görür.



Bu soru tipini ÖSYM çok sever söylemedi demeyin. 😊

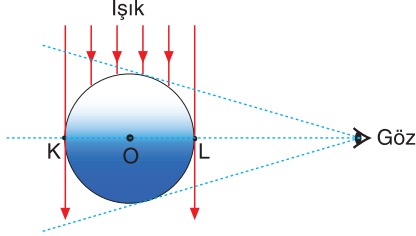
Örnek 4



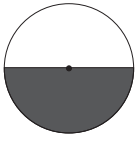
Küresel ve saydam olmayan bir cisim şeklindeki konumda düşey ve paralel ışık demetiyle aydınlatılırken, konumu verilen gözlemci tarafından nasıl görülür?

Çözüm 4

Aydınlatma şekli ve ışınların küre üzerine nasıl geldiği çok önemli. Önce küre üzerinin nasıl aydınlanacağını bulalım. Sonrada gözden çezeceğimiz ışınlarla nereleri göreceğini belirleyelim.



Işınlar paralel geldikleri için kürenin üst yarısını aydınlatır. K ve L den teğet geçerler. Gözün görebileceği bölge ise gözden küreye şekildeki gibi çizilen teğetler arasındır.

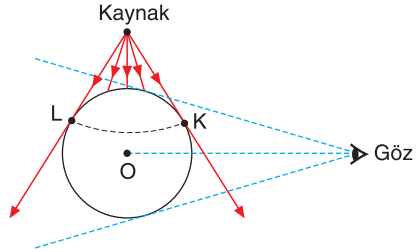


L noktası gözün görebileceği bölgenin tam ortasıdır. L nin üstünü aydınlık, alt kısmını ise karanlık görecektir.

Yani yarı aydınlık yarı karanlık.

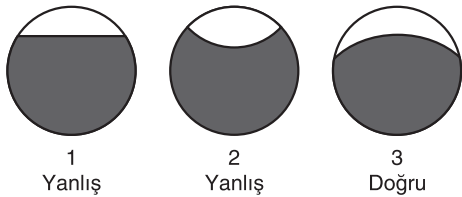
Nasıl aydınlatıldığı önemli demiştik. Bunu da bir örnekle gösterelim. Yukarıdaki örnekte paralel ışın demetiyle aydınlatmıştık.

Şimdi aynı küreyi noktasal kaynakla aydınlatıp aynı yerden bakalım.



Noktasal kaynaktan çıkacak ışınlar şekildeki gibi açılarak geleceğinden kürede aydınlatacağı bölge önceki duruma göre daha az olacaktır. Göz tarafında K ye teğet geçen ışıktan anlıyoruz ki K den üstü aydınlık altı karanlık olacak. Kürenin merkezi O dan göze çizilen doğrunun küreyi kestiği yer (Gözün gördüğü yerin ortası), karanlık olur.

Göz aydınlığı küçük, karanlığı büyük görür.



Aydınlığın küçük olduğu durum son şekildeki gibi farklı farklı çizilebilir. Bunlardan doğru olanı 3 gibi olandır.

Şöyle düşünelim; **küçük parça hilale benzemeli.**

Bu tip sorularda bakılan noktayı ve aydınlatan ışınları farklı verebilir. Her durumu ezberleyemeyiz.

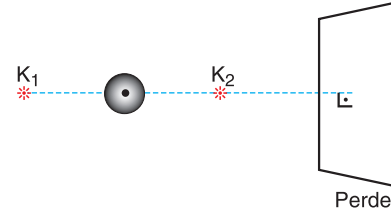
Fakat yöntemi bilirsek her duruma uygulayabiliriz.

- Kaynaktan çıkan ışınlarla nereler aydınlanıyor buluruz. Aydınlık - karanlık bölgeyi belirleriz.
- Gözden kürenin ortasına ışın çizersek orta noktanın aydınlık mı karanlık mı olduğunu anlarız.
- Sonra da hangi bölge küçük olacaksa ona göre küçük bölgenin hilale benzediği durumu seçeriz.

Bu kadar 😊

Örnek 5

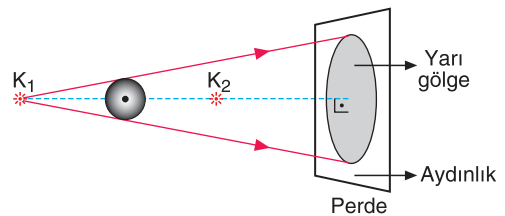
Saydam olmayan küresel engel ve K_1 , K_2 noktasal kaynakları perde önünde şekildeki gibidir.



Buna göre, perdede oluşan gölge deseni nasıl olur?

Çözüm 5

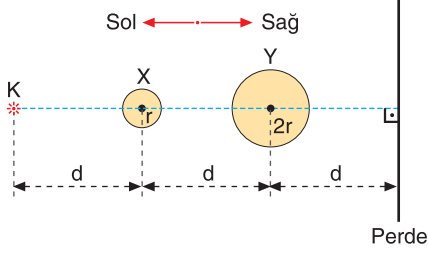
K_1 ile perde arasında engel olduğu için perdede K_1 den ışık almayan bir bölge olacaktır. Fakat K_2 ile perde arasında bir şey olmadığı için K_2 perdenin tamamını aydınlatır.



Perde üzerinde K_1 den gelen ışınların ulaşamadığı bölge, K_2 den ışık aldığı için sadece dairesel yarı gölge oluşur. Perdede tam gölge gözlenmez.

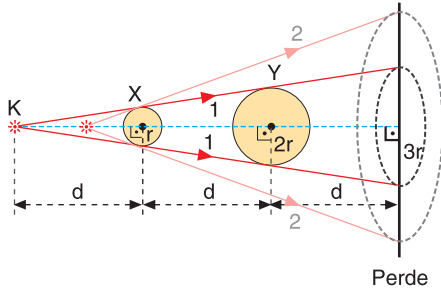
Örnek 6

Noktasal K ışık kaynağı ve saydam olmayan r ve $2r$ yarıçaplı X, Y küreleri perde önünde şekildeki konumdadır.



Buna göre, K noktasal kaynağın, X ve Y kürelerinin biraz sağa doğru hareketi perdedeki gölge alanını nasıl değiştirir?

Çözüm 6



İlk durumda oluşan gölgeyi bulmak için kaynaktan X küresine teğet ışınları çizerek aradaki mesafeler eşit olduğu için bu ışınlar Y küresine de teğet olur. Oluşan benzerlikten bu görülebilir.

Kaynak sağa çekilirse, yeni durumda çizilecek teğet ışınlar (2 numaralı olanlar) daha geniş açı ile gidecekleri için Y küresi bunun gölgesi içinde kalır ve perdedeki **gölge alanı büyür**.

X küresi sağa çekilirse, 1 numaralı ışınlar yine Y küresine teğet olacağı için gölge aynı kalır. **Değişmez**.

Y küresi sağa çekilirse, 1 numaralı ışınlar X küresine teğet olarak gelir ve Y küresi X'in gölgesi içinde kalır. **Gölge yine değişmez**.



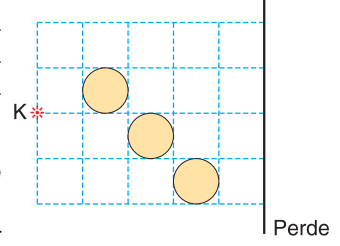
DİKKAT

X veya Y kürelerini sola hareket ettirseydik iki durumda da gölge büyürdü.

Örnek 7

Noktasal K ışık kaynağı ve saydam olmayan özdeş küreler perde önünde şekildeki konumdadır.

Bu durumda perde de oluşan gölgenin şekli nasıl olur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

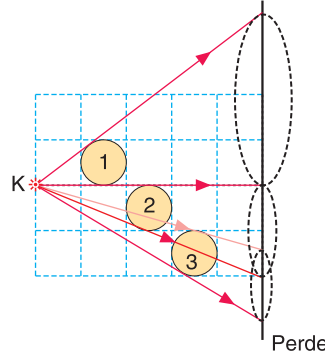


Çözüm 7

Önce şunu belirtelim bu soru bir testte sorulduğunda ve seçenekler verildiğinde ilk yapılması gereken, belirgin bir şekilde olmayacak seçenekleri elemektir.

Mesela bu soruda; küreler eşit boyda olduğu için kaynağa yakın olanın gölgesi daha büyük, uzak olanın daha küçük olacaktır. Şıklarda buna uymayanlar ilk olarak elenebilir.

Ayrıca soruda tek bir noktasal kaynak olduğu için yarı gölge olması da mümkün değildir. Yarı gölge olan şıklarda elenmelidir. Kaynağın konumundan dolayı üstteki iki küre arasına çizilecek ışın ikisine de teğet olacağı için üstteki iki gölge teğet olmalıdır.



K'den kürelere çizilen ışınlar şekildeki gibi olduğundan 1 ve 2'nin gölgesi teğet olmalı.

İlk söylediğimiz gibi 1'in gölgesi en büyük 3'ün gölgesi en küçüktür.



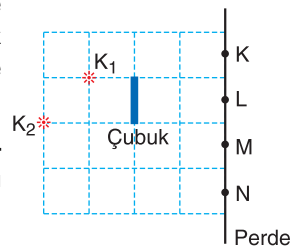
Gölge şekli bunun gibi olmalıdır.

Örnek 8

K_1 , K_2 noktasal kaynakları ve saydam olmayan bir çubuk şekildeki konumda perde önündedir.

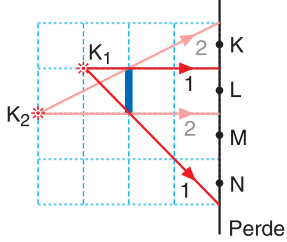
Buna göre, K, L, M, N noktalarından hangileri yarı gölge üzerinde olur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)



Çözüm 8

K_1 ve K_2 kaynaklarından engelin (çubuğun) uçlarına ışınları çizerek;

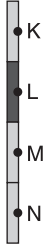


1 ışınları arasında kalan bölge K_1 den 2 ışınları arasında kalan bölge K_2 den ışık alamayacaktır.

K yalnız K_1 den ışık alır; yarı gölgedir. L iki kaynaktan da ışık almaz; tam gölgedir.

M ve N noktaları yalnız K_2 den ışık alabilir; yarı gölgedir.

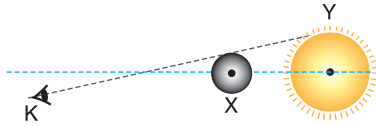
Bu durumda aranan cevap K, M, N noktalarıdır.



Perde üzerinde oluşacak gölge şekildeki gibi olacaktır.

Örnek 9

Karanlık bir ortamda bulunan Y küresel ışık kaynağı ve önündeki saydam olmayan X küresi şeklindeki gibidir.

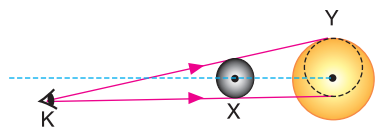


Buna göre, K noktasından kaynağa bakan gözlemci kaynağı nasıl görür?

Çözüm 9

Bize verilen, K'nin üzerinde bulunduğu çizgi, X ve Y'ye teğet. Bu, X cisminin gölgesinin kaynağın üst noktasına teğet olacağı anlamına geliyor.

X cisminin Y üzerinde nereleri kapatıp görünmesini engelleyeceğini bulmak için K noktasından engеле teğetler çizmeliyiz. Birini bize zaten vermiş, diğerini çizelim.



Çizdiğimiz alttan teğet geçen ışın, Y kaynağını tamamen kapatmadı. Oluşan şekle baktığımızda X engelini Y küre-

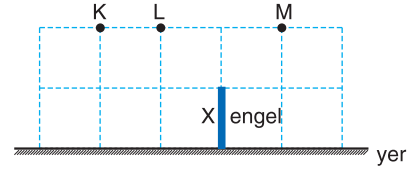
si üzerinde kapatacağı bölgeyi görebiliriz.

Bu durumda kaynağın görünümü aşağıdaki gibi olur.



Ortam karanlık dediği için bunun daha doğru çiziminde dış bölge de karanlık gösterilmelidir. Cevap karşımıza iki şekilde de çıkabilir.

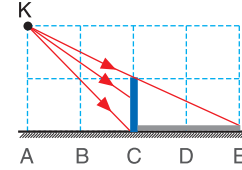
Örnek 10



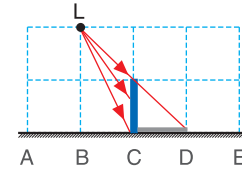
Yerde şekildeki gibi yerleştirilen X çubuğu (engel) sırasıyla K, L, M noktalarına konulan noktasal kaynakla aydınlatılırsa yerde oluşan gölge uzunluğu X_K , X_L , X_M arasındaki ilişki ne olur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

Çözüm 10

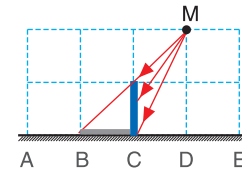
Kaynağın her konumu için engеле ışınlar çizerek gölge uzunluklarını bulalım.



K deki kaynaktan çıkan ışınlar engelden dolayı yerdeki C-E noktaları arasını aydınlatmaz.



L deki kaynaktan çıkan ışınlar engelden dolayı C-D noktaları arasını aydınlatamaz.



M deki kaynaktan çıkan ışınlar engеле çarptıkları için B-C noktaları arasını aydınlatamaz.

Kaynak K deyken C - E arası 2 birim,

Kaynak L deyken C - D arası 1 birim,

Kaynak M deyken C - B arası 1 birim,

uzunluğunda gölgeler oluşur.

Bu durumda $X_K > X_L = X_M$ olacaktır.

Örnek 11

Yüksek bir ağacın uzunluğunu ölçmek isteyen izci, 100 cm uzunluğundaki bir çubuğu yere dik olarak saplayıp gölgesini 25 cm olarak ölçüyor.

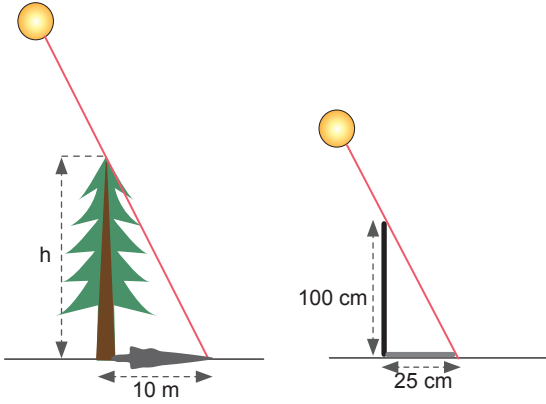
İzci ardından ağacın yerdeki gölgesini ölçtüğünde 10 m olduğunu gördüğüne göre, ağacın boyu kaç metredir?

Çözüm 11

Bu yöntem eski zamanlardan beri insanların kullandığı bir yöntem olup, temeli üçgen benzerliğine dayanır.

Tales Teoremi.

Daha iyi anlamak için şekil üzerinden anlatalım.



Ağacın gölgesi şekildeki gibi oluşacaktır.

Işık doğrusal yol aldığı için ağacın en üst noktasına teğet olan ışın, gölgeninde uç noktasını belirler.

Böylece dik kenarlarından birisi ağacın boyu, diğeri gölgesi olan bir dik üçgen oluşur.

Aynı durum çubuk için de geçerli olup, iki üçgen benzerdir.

Benzerlik oranlarını yazarsak;

$$\frac{h}{10} = \frac{100}{25} \text{ ise,}$$

$h = 40 \text{ m}$ bulunur.

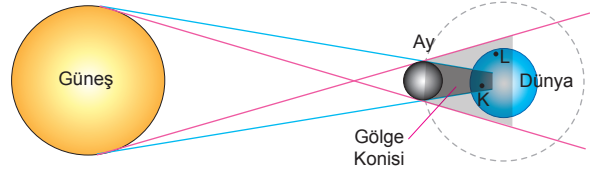
Güneş ve Ay Tutulması

Güneş ve Ay tutulmaları tarih boyunca insanların dikkatini çekmiş, çoğu zaman onları korkutmuştur. Bu durumlar üzerine bir çok yorumlar, kehanetler üretmiştir.

Sonra da Güneş ve Ay tutulmalarının bir gölge olayı olduğu anlaşılmış, insanlar rahat bir nefes almışlar w☺

Güneş Tutulması

Ay'ın Dünya ile Güneş arasında girdiği dönemde, Ay'ın gölge konisi Dünya üzerine düşerse bu bölgedeki insanlar Güneşten ışık alamadığı için Güneşi kararmış olarak görürler. Buna Güneş tutulması denir.

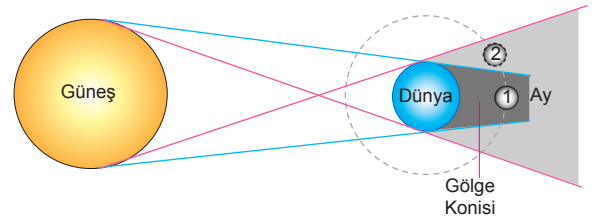


Gölge konisi şeklindeki mavi renkli teğet çizgiler arasında Ay'ın arkasındadır. Bunun içinde bulunan K noktasında tam Güneş tutulması gözlenir.

Kırmızı teğet çizgiler arasına ise Güneş ışınları kısmen ulaşır. Şekildeki L noktasında kısmi Güneş tutulması gözlenir.

Ay Tutulması

Dünya'nın Ay ile Güneş arasında girdiği dönemde, Ay Dünya'dan dolayı Güneşten ışık alamaz. Dünya'nın gölge konisi içinde kaldığı sürece Ay kararmış görünecektir. Bu duruma Ay tutulması denir.

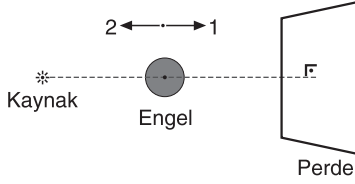


Ay şekildeki 1 konumundayken (mavi çizgiler arasında) tam Ay tutulması, 2 konumundayken de kısmi Ay tutulması gözlenir.

Günümüzde Güneş ve Ay tutulmalarının Dünya üzerinde nerelerde, ne zaman ve tam mı, kısmi mi olacağını astronomlar tespit edebilmektedir.



1. Şekildeki noktasal kaynak, saydam olmayan engel kullanarak oluşturulan sistemde perde üzerinde gölge oluşturmaktadır.

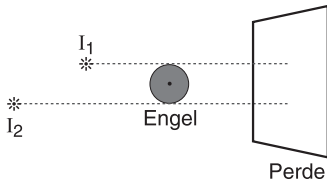


Buna göre, oluşan gölge alanı için;

- I. Kaynak 2 yönünde hareket ederse azalır.
 II. Perde 1 yönünde hareket ederse artar.
 III. Engel 2 yönünde hareket ederse azalır.
 ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
 D) II ve III E) I, II ve III

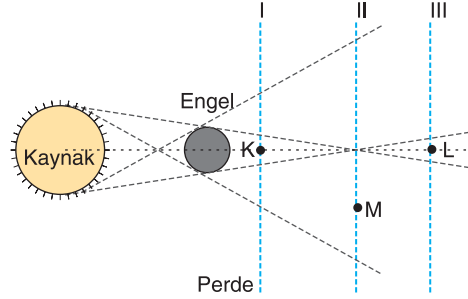
2. Noktasal iki kaynak ve saydam olmayan engel şeklindeki gibi yerleştiriliyor.



Buna göre, perdede oluşan gölge deseni nasıl olur?

- A) B) C)
 D) E)

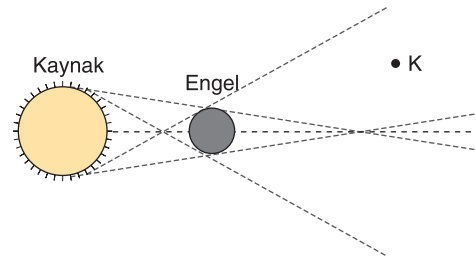
3. Karanlık bir ortamda bulunan küresel kaynak ve saydam olmayan engelden oluşan sistemde perde ayrı I, II, III konumlarına konuluyor.



Buna göre, perde üzerindeki K, L, M noktaları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

K	L	M
A) Tam gölge	Tam gölge	Tam gölge
B) Tam gölge	Tam gölge	Yarı gölge
C) Tam gölge	Yarı gölge	Yarı gölge
D) Tam gölge	Yarı gölge	Aydınlık
E) Yarı gölge	Yarı gölge	Yarı gölge

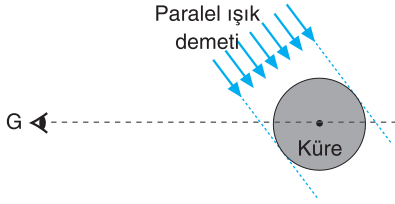
- 4.



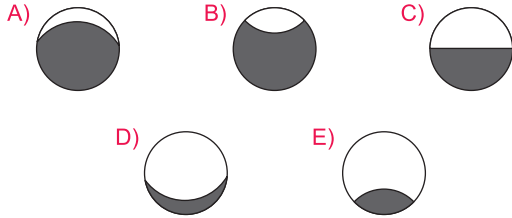
Karanlık bir ortamda bulunan küresel kaynak ve saydam olmayan engelden oluşan sistemde K noktasından kaynağa bakan gözlemcinin göreceği şekil aşağıdakilerden hangisine benzer?

- A) B) C)
 D) E)

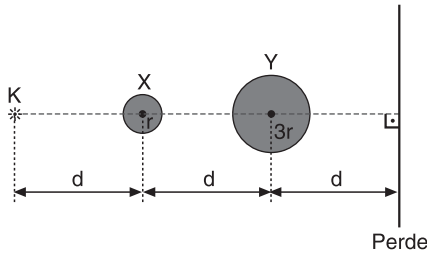
5. Karanlık bir ortamdaki küresel ve saydam olmayan bir cisim şeklindeki konumda paralel ışık demeti ile aydınlatılıyor.



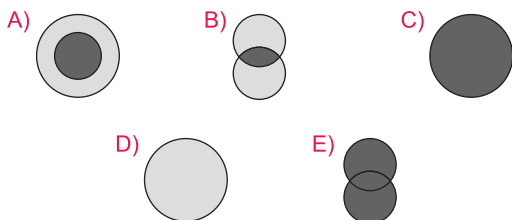
Buna göre, konumu verilen gözlemci tarafından küre nasıl görülür?



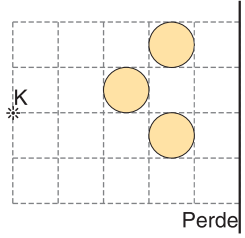
6. Noktasal K ışık kaynağı ve saydam olmayan r , $3r$ yarıçaplı X, Y küreleri perde önünde şekildeki konumdadır.



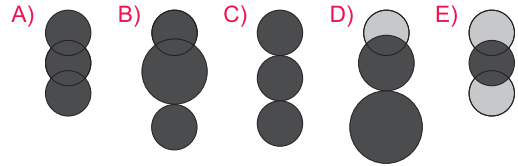
Buna göre, perdede oluşan gölge şekli nasıldır?



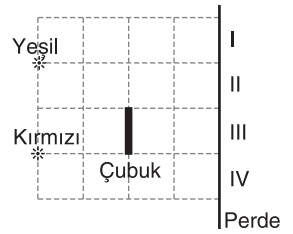
7. Noktasal K ışık kaynağı ve saydam olmayan özdeş küreler perde önünde şekildeki konumdadır.



Bu durumda perdede oluşan gölgenin şekli nasıl olur? (Bölmeler eşit aralıktır.)



8. Noktasal kırmızı, yeşil ışık kaynakları ve saydam olmayan bir çubuk şeklindeki konumda beyaz bir perde önündedir.



Buna göre, I, II, III, IV

numaralı bölgelerden hangileri sarı renkte görülür? (Kırmızı + Yeşil = Sarı)

- A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) II ve IV E) I, II ve IV

- 9.



Noktasal K kaynağı ile aydınlatılan yolda ok yönünde yürüyen çocuğun gölge boyu A-B noktaları arasında nasıl değişir?

- A) Sürekli azalır.
B) Sürekli artar.
C) Önce artar, sonra azalır.
D) Önce azalır, sonra artar.
E) Değişmez.

1.B

2.C

3.C

4.E

5.D

6.C

7.B

8.A

9.D

3.

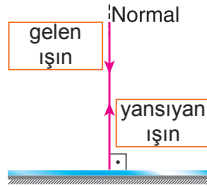
YANSIMA VE DÜZLEM AYNA

YANSIMA

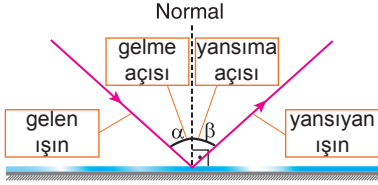
Işığın bir yüzeye çarptıktan sonra kendi ortamına geri dönmesine **yansımaya** denir.

Yansımaya Kanunları

1. Yüzeye dik gelen ışın kendi üzerinden yansır. Gelen ışın yansıyan ışın ve normal çakışıktır.



2. Yüzeye belli bir açıyla gelen ışın aynı açıyla yansır.



Gelen ışının normalle yaptığı açı yansıyanın normalle yaptığına eşittir.

$$\alpha: \text{gelme açısı} \quad \beta: \text{yansımaya açısı}$$

$$\alpha = \beta$$

3. Gelen ışın, Normal, Yansıyan ışın aynı düzlemedir.

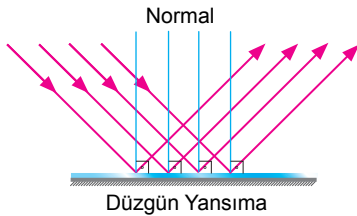
Yansımaya kanunları her türlü yansımada geçerlidir. Düzlem veya küresel ayna olması farketmez.

Yansımaya olayında ışığın sadece yönü değişir.

Düzensün ve Dağınlık Yansımaya

Yansımanın gerçekleştiği yüzey düzensün ve pürüzsüs ise bu yüzeydeki yansımaya düzensün yansımaya denir.

Paralel bir ışık demeti böyle düzensün bir yüzeye düşecek olursa, her ışın için yüzeye çizilen normaller birbirine paralel olacağı için yansıyan ışınlar da birbirine paralel olur.

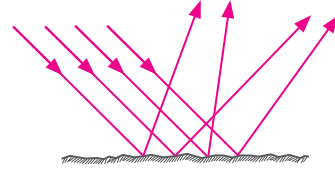


Düzensün Yansımaya

Düzensün yansımanın gerçekleştiği yüzeyler parlak görülür.

Fotoğraf çekerken flaşın patlamasıyla çıkan güçlü ışık düzensün yüzeylerdeki yansımaya parlamalara ve istenme-

yen sonuçlara neden olur. Bu nedenle fotoğraf çekerken arka fonda pürüzlü yüzeye sahip fonlar kullanılarak ışığın düzensün değil, dağınlık yansıması sağlanır.



Dağınlık Yansımaya

Dağınlık yansımanın olduğu yüzeyler mat görülürler.

Durgun bir su yüzeyinde yansımalar tıpkı ayna gibi düzensün olacağından net görüntüler oluşur.

Fakat su yüzeyinde bir dalgalanma veya titreşim varsa net olmayan karışık bir yansımaya görüntüsü oluşur.

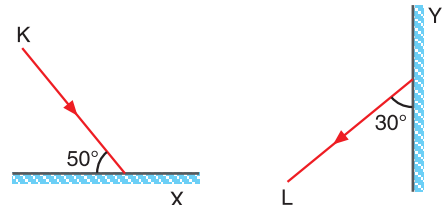


DİKKAT

Düzensün veya dağınlık yansımaya olması farketmez. Yansıma olayı her zaman yansıma kanunlarına göre gerçekleşir. Dağınlık yansımada normal, gelip yansıyan her ışın açısı ortay olacaktır.

Örnek 1

Şekildeki X, Y aynalarına gelen K ışını ve yansıyan L ışınının gelme açıları θ_K ve θ_L dir.



Buna göre $\frac{\theta_K}{\theta_L}$ oranı nedir?

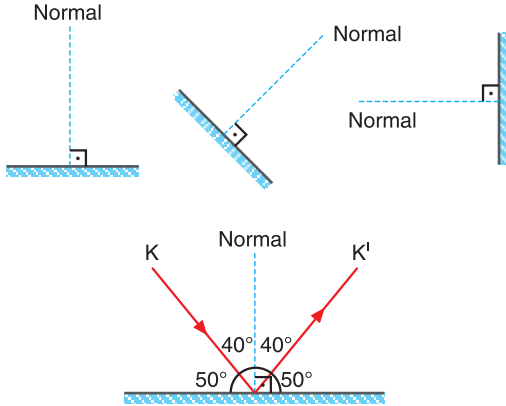
Çözüm 1

Optik konusunun tamamında (Yansıma, kırılma, aydınlanma vb.) açıları isimlendirirken normale göre isim verilir.

Gelme açısı gelen ışının normalle yaptığı açıdır. Yansıma açısı yansıyan ışının normalle yaptığı açıdır. Aynayla yapılan açılara özel bir isim vermiyoruz.

Peki bu normal nedir?

Işının aynaya değdiği noktadan aynaya çizdiğimiz dik doğrultuya normal denir.

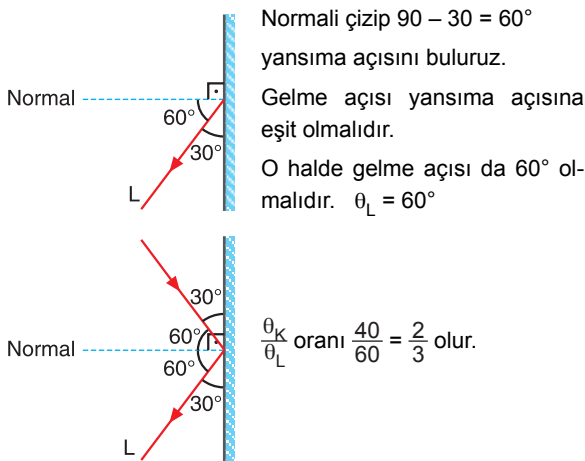


Şimdi sorumuza dönüp K ışığını inceleyelim.

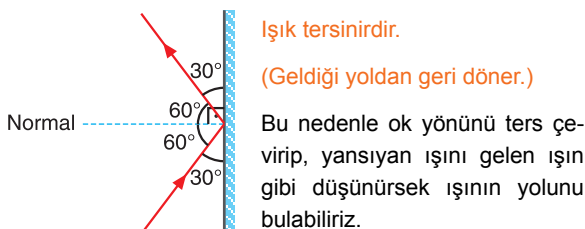
K ışınının aynaya değdiği noktadan aynaya dik (normal) çizdik. Normal yüzeye dik olduğu için K nin normalle yaptığı açı $90 - 50 = 40^\circ$ olur.

Bu açı gelme açısıdır. Gelen ışının normalle yaptığı açı $\theta_K = 40^\circ$. Işın normalle aynı açığı yaparak (40°) K' olarak yansır ve yoluna devam eder.

L ışınıncı incelersek; bu ışının bize yansıyan ışın olduğu söylenmiş. Söylenmese de ok yönünden bunu anlıyoruz.

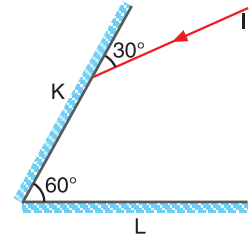


Bu ikinci ışını tersten göndererek te soru çözülebilir.



Örnek 2

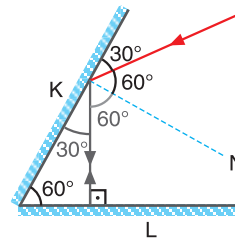
Şekildeki gibi yerleştirilen K, L aynalarına I ışık ışını şekildeki gibi gönderiliyor.



İ ışık ışınının K ve L aynalarındaki yansıma açıları θ_K ve θ_L kaç derecedir?

Çözüm 2

İlk yapılacak şey gelen ışının aynaya değdiği noktadan normal çizmek.



Normali çizdiğimizde normale gelen ışın arasındaki açının 60° olduğu görülür.

Bu açı gelme açısıdır.

Gelme açısı ve yansıma açısı her zaman eşit olacaktır.

Bu durumda K'deki yansıma açısı 60° olur. $\theta_K = 60^\circ$

K den yansıyıp L ye gelen ışın, şekildeki gibi L aynasına dik olarak gelir.

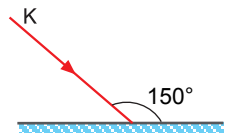
(Yansıyan ışının ayna ile açısı 30° , aynalar arası 60° ise L ile yapılan açı 90° olmalı.)

Yüzeye dik gelen ışın, kendi üzerinden geri yansır. Işık geldiği yoldan tekrar K de yansıyarak geri dönecektir.

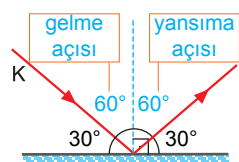
Yüzeye dik gelip, kendi üzerinden dönen ışık normalle çakışık olur. Gelme ve yansıma açıları 0° (sıfır) olacaktır. $\theta_L = 0^\circ$

Örnek 3

Düzlem aynaya şeklindeki gibi gelen K ışınının aynadan yansıma açısı kaç derece olur?



Çözüm 3

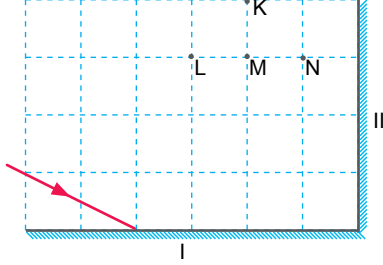


İlk iş olarak normali çiziyoruz. Verilen açığı normali de kullanarak parçalara ayırırsak, gelme ve yansıma açısı şekildeki gibi 60° bulunur.

Biraz geometri bilgisi gerektiğini farketmişsinizdir 😊

Örnek 4

Eşit kare bölmeli düzlemde birbirine dik konumdaki I ve II düzlem aynaları şekildeki gibidir.



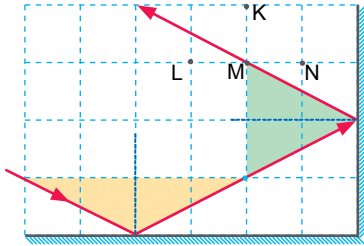
Buna göre, yataydaki I aynasına şekildeki gibi gelen ışın I ve II aynalarından yansıdıktan sonra hangi noktadan geçer?

Çözüm 4

Bu tip sorularda açı vermeyip eşit bölmelerden açıları bizim görmemizi ister.

Biraz dikkat edersek çok kolay sorulardır.

Işının izlediği yolu yansıma kanunlarına göre takip edicez.



Işın, I. aynaya yatayda iki, düşeyde bir birim ilerleyerek geldiği için yansıran de yatayda iki düşeyde bir birim yer değiştirerek yansır.

II. aynaya gelişi ve yansıması da aynı şekilde olacaktır.

Bu durumda ışın şekilde de gösterdiğimiz gibi M noktasından geçerek yoluna devam eder.



DİKKAT

Sorudaki gibi iki ayna birbirine dik olacak şekilde dururken aynalardan birine gelen ışınlar ikinci yansımadan sonra her zaman geliş doğrultusuna paralel yansır.

Işının aynaya gelme açısı bu durumu etkilemez.

Görüntü

Bir cisimden çıkan ışınların yansıma veya kırılma sonrasında kendilerinin veya uzantılarının kesiştiği yerde oluşan yeni şekle görüntü denir.

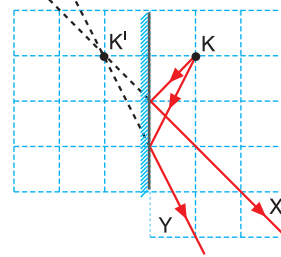
- Yansıyan ışınlar kesişerek görüntü oluşturmuşsa buna gerçek görüntü denir.
- Gerçek görüntü her zaman ters ve aynanın önünde oluşur.
- Uzantıları kesişirlerse oluşan görüntüye sanal (zahiri) görüntü denir.
- Sanal görüntü aynanın arkasında düz oluşur.
- Cisim ve görüntüden, optik alete (ayna veya mercekle) uzak olanın boyu büyük, yakın olanın boyu küçüktür.

Uzaklıkları oranı neyse boyları oranı da aynıdır.

Görüntünün bu tanımı ve özellikleri optiğin tamamında geçerlidir.

DÜZLEM AYNA

Yansıma olayının en güzel gözlemlendiği yüzeyler aynalardır. Yüzeyi düzlem şeklinde olan aynalara düzlem ayna denir.



K cisiminden çıkıp aynada yansıyan X ve Y ışınları keşilemezler. Bu ışınların uzantıları çizilirse aynanın arka kısmında K' noktasında keşilecekleri gözlenir. K' noktası K cisminin görüntüsü olacaktır.

Bir cismin aynada görüntüsünün oluşması için cisimden çıkan ışının aynada yansıma yapması gerekir.

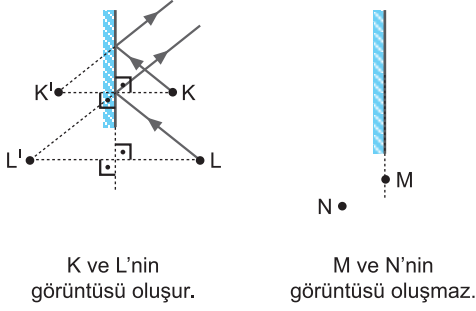
En az iki ışın gönderilip, yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yer bulunur. Burası görüntünün yeridir.

Cisim ve görüntü aynaya göre simetriktr. Bu özellikten faydalanarak ışın çizmeden de görüntü bulunabilir.

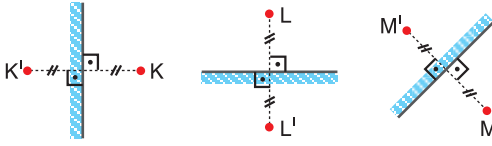
Düzlem Aynadaki Görüntü

- Her zaman aynanın arkasında, eşit boyda ve eşit uzaklıkta (aynaya göre cisme simetrik) olur.
- Yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde oluşur. Bu nedenle sanal (zahiri) ve düzdür.

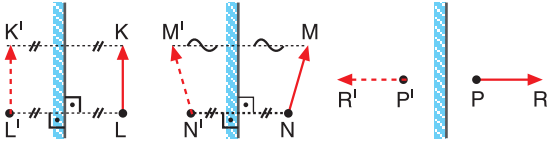
Görüntü oluşması için cismin aynanın tam karşısında olması gerekmez. Söylediğimiz gibi cisimden aynaya ışın çizip yansıtabiliyorsak görüntü oluşur.



- Noktasal cismin görüntüsü, noktanın aynaya göre simetrisi olan noktadır.

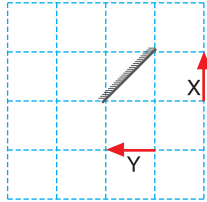


- Cisim noktasal değilse üzerindeki noktaların simetrisi bulunup bu noktalar birleştirilir.



Örnek 5

Eşit bölmeli şekildeki düzlemde ayna önünde bulunan X ve Y cisimlerinin görüntüsü nasıldır?

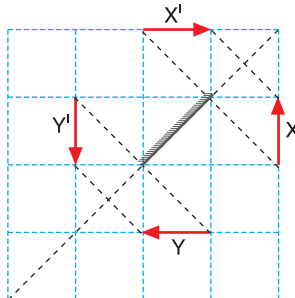


Çözüm 5

X cisminin ve Y cisminin iki ucundaki noktaların aynaya göre simetrisi olan noktaları bulup bunları birleştirince X' ve Y' görüntülerini elde ederiz.

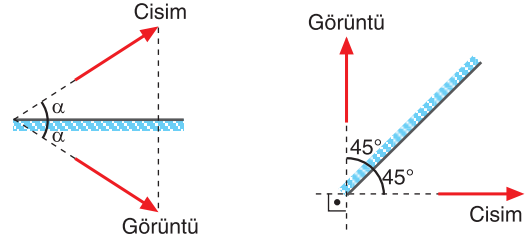
X cismi dikey, X' yatay

Y cismi yatay, Y' dikey



45° açı yapan ayna, yatay cismin görüntüsünü dikey, dikey cismin görüntüsünü de yatay olarak oluşturur.

- Cisimle ayna arasındaki açı α ise cisimle görüntüsü arasındaki açı 2α olur.



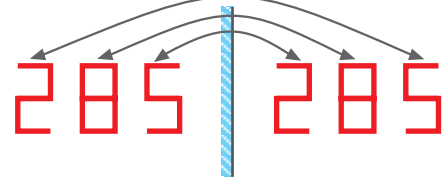
Örnek 6

Şekildeki ayna önündeki 285 sayısının aynadaki görüntüsü nasıldır?



Çözüm 6

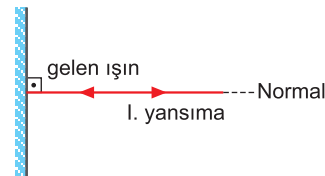
Görüntü aynaya göre simetrik olacaktır.



Aynaya yakın olanın görüntüsü de aynaya yakın, uzak olanın görüntüsü de uzaktır. Daha uzatmaya gerek yok sanırım 😊

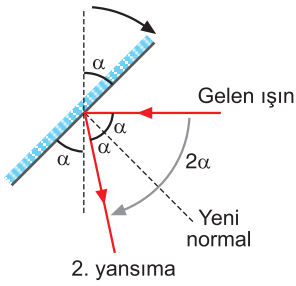
Aynanın Dönmesi

- Ayna α kadar dönerse, aynı şekilde aynaya gelen ışının yansıyanı 2α kadar aynı yönde döner.



Şekildeki gibi aynaya dik olarak gelen ışın, kendi üzerinden geri döner.

Bu durumda gelen ve yansıyan ışın normalle çakışır.



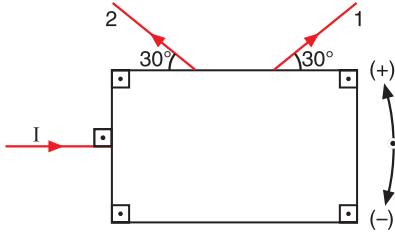
Aynayı ok yönünde α kadar döndürürsek, normalde aynı miktarda döner.

Gelen ışın yeni normalle α açısı yapar. Işın yansırken normalle aynı açıyı yaparak yansıyacaktır.

Bu durumda ilk olarak aynaya dik gelip kendi üzerinden yansıyan ışın, ikinci durumda 2α kadar ok yönünde dönmüş olarak yansır.

Örnek 7

Şekildeki bölgeye gelen I ışık ışını önce 1 ışını olarak yansırken, bölge içindeki düzlem ayna α kadar döndüğünde 2 ışını olarak yansıyor.



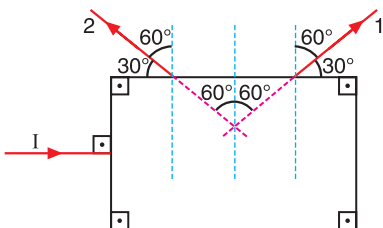
Buna göre, α açısı kaç derecedir? Ayna hangi yönde dönmüştür?

Çözüm 7

Soruda belirtilen bölge bazen optik kutu olarak isimlendirilir. Bu bölgede bulunan aynanın dönmesiyle yansıyan ışın 1 durumundan 2 durumuna geçiyor.

Önce şunu söyleyelim. Bu tip sorularda kesinlikle (özellikle sorulmadıkça) ayna çizmeyeceğiz. **Ayna çizmeye çalışmak soruyu zorlaştırır.**

1 ve 2 ışınlarının kutu içine doğru uzantılarını çizip kesiştirerek ışının kaç derece döndüğünü bulursak aynanın dönme açısının 2 katını bulmuş oluruz.



Düşey kesikli çizgilerden faydalanarak 1 ve 2 arasındaki açı 120° bulunur.

Işın aynanın dönme açısının iki katı kadar döneceğine göre, ışın 120° dönmüşse ayna $\frac{120}{2} = 60^\circ$ dönmüş olmalıdır. $\alpha = 60^\circ$

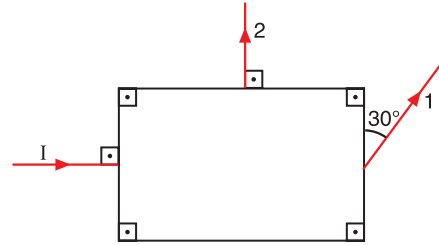
Aynanın dönme yönü; her zaman ışının döndüğü yön ile aynıdır. Yani + yönde 60° .

! Gelen I ışınının kutuya geliş şekline hiç bakmadık. Sorulan soruda bu önemli değildi.

Bazen sorularda ışının kendi üzerinden yansıması sorulur. Böyle olunca gelen ışının (I) açısı ve doğrultusu 2. yansıma olacağı için önemli olurdu.

Örnek 8

Şekildeki bölgeye gelen I ışık ışını önce 1 ışını olarak yansıyor. Ayna bir miktar döndürülünce de 2 ışını olarak yansıyor.

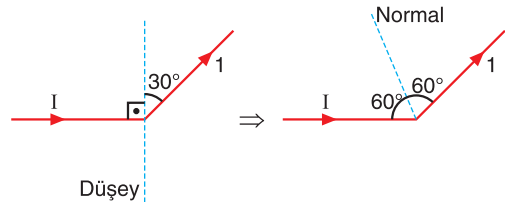


1. durumdaki gelme açısı α_1 , 2. durumdaki gelme açısı α_2 ise, $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm 8

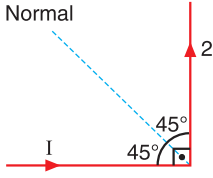
Bu soru tipinde kesinlikle aynayı çizmeye çalışmıyoruz. Yansıma kanununa göre, gelen ve yansıyan ışın normalin iki tarafında aynı açıyı yapar. Gelme açısı ve yansıma açısı eşittir.

Gelen ve yansıyanın uzantılarını kesiştireceğiz.



1. durumda gelen ve yansıyan (1) ışın arasındaki açı 120° dir. Normal bunu iki eşit parçaya böler.

Yarısı gelme, yarısı da yansıma açısıdır. $\alpha_1 = 60^\circ$ bulunur.



2. durumda gelen ve yansıyan ışın arası 90° dir.

Normal bu açıyı iki eşit parçaya bölecektir.

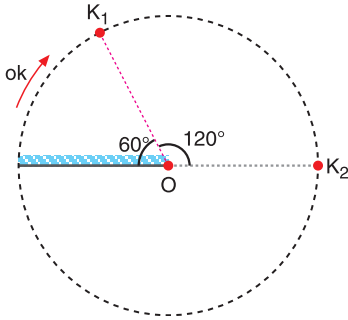
Bu durumda, gelme açısı da 45° , yansıma açısı da 45° dir.
 $\alpha_2 = 45^\circ$ bulunur.

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{60}{45} = \frac{4}{3} \text{ olur.}$$

Örnek 9

O noktası çevresinde dönebilen bir düzlem ayna önündeki K cisminin, ayna şeklindeki konumdayken görüntüsü K_1 dir.

Ayna O noktası çevresinde ok yönünde sabit hızla dönerken t süre sonra görüntü K_2 oluyor.



Buna göre, aynanın periyodu kaç t dir?

Çözüm 9

K_1 görüntüsünün aynanın şeklindeki durumuna göre simetrisinde K cismi vardır. Ama bunu bulmaya gerek yok.

Aynı önceki sorulardaki mantıkla ayna ne kadar dönerse görüntü de bunun iki katı kadar döner.

$K_1 - K_2$ yayı 120° olduğuna göre, görüntü 120° dönmüştür. Bu durumda ayna da 60° dönmüş diyebiliriz.

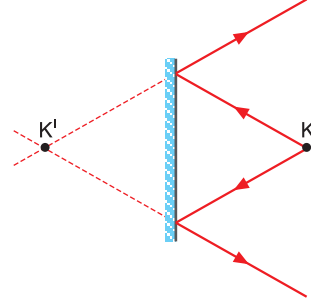
Ayna t sürede 60° dönüyorsa, 1 tam tur, yani 360° dönmesi için;

$$\frac{360}{60} = 6t \text{ süre gerekir.}$$

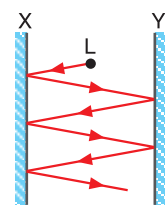
Yani periyot 6t dir. Ayna ve görüntü aynı yönde döner.

Görüntü Sayısı

Aynalarda her yansıma bir görüntü oluşturur. Bir aynada yansıyan bir ışın, yansımadan sonra başka bir aynada daha yansırsa ikinci görüntü oluşur.



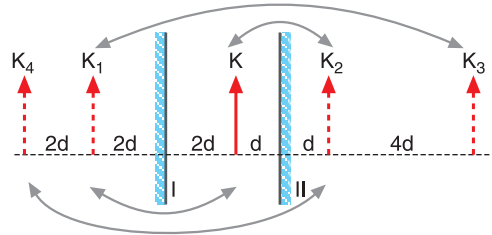
K den aynaya bir çok ışın çizilebilir. Bunların hepsinin uzantısı aynı yerde kesişir. Her yansıma bir görüntü derken bunu kastetmiyoruz. Yukarıdaki aynada tek görüntü oluşur.



L noktasından X aynasına gönderilen ışın yansıdıktan sonra Y den de yansır. Bundan sonra tekrar X aynasına gider. Aynalar paralelse bu yansımalar sürekli devam eder. Her bir yansımada bir görüntü oluşur.

Paralel aynalar arasındaki cismin sonsuz görüntüsü oluşur.

Paralel aynalar arasındaki K cisminin görüntülerini bulalım.



K nin I ve II aynalarındaki ilk görüntüleri K_1 ve K_2 dir. Bu görüntülerin II. ve I.'deki simetrisi K_3 ve K_4 görüntülerini oluşturur. Bu şekilde devam eden görüntüler birbiri ardınca devam eder.

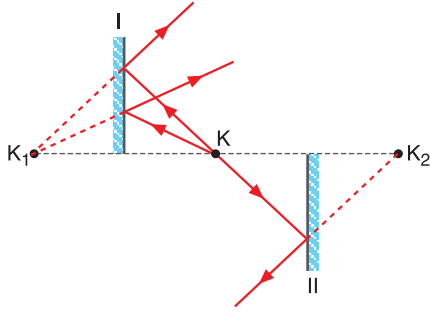
Cismin bir aynadaki görüntüsünü diğer ayna için cisim olarak düşünüp simetrisini alıyoruz.

Bunu da ilk ayna için cisim kabul edip tekrar tekrar simetri.

- Cisim iki paralel aynanın tam arasında ise bu yöntemle görüntüler bulunur ve sayı sonsuzdur. Fakat cisim ve aynalar biraz farklı (paralel) yerleştirilirse görüntü sayısı sınırlı olabilir. Yani?

Aşağıdaki K cisminin durumunu inceleyelim.

Aynalar paralel ama K nin sonsuz görüntüsü olmayacaktır.



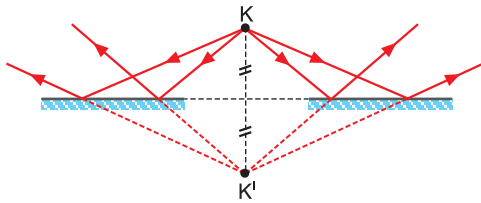
Kuralı hatırlayalım. Her yansıma bir görüntü oluşturur.

K den I. aynaya çizilen ışınlar yansıdıktan sonra bunların uzantılarının kesiştiği yerde bir görüntü oluşur. (K_1)

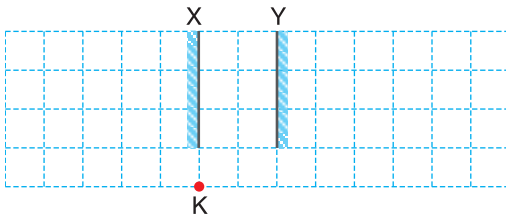
Fakat K den çıkıp I. aynada yansıyan hiçbir ışın başka bir yansıma yapamaz. II. aynaya ulaşamaz.

K den II. aynaya gönderilen ışınlar da burada yansıyarak K_2 yi oluşturur. Bunların hiçbirisi de I. aynaya ulaşamaz. Dolayısıyla toplamda iki görüntü oluşur. Sonsuz değil.

- Aynı doğrultudaki aynalar önündeki cismin her aynada bir görüntüsü oluşmaz. Aynı doğrultudaki aynalarda cismin görüntüleri çakışır. Yani tek görüntü oluşur. Aşağıdaki şekli dikkatlice inceleyin.



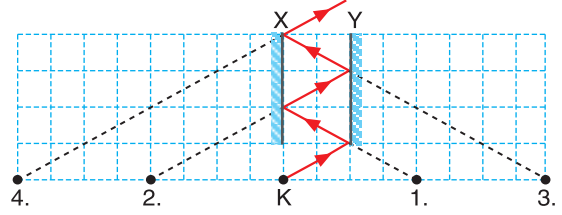
Örnek 10



Şekildeki K cisminin paralel X-Y aynaları arasında kaç görüntüsü oluşur? (Bölmeler eşit aralıklıdır)

Çözüm 10

Kuralımız neydi? "Her yansıma bir görüntü oluşturur."



K'den X aynasına ışın gönderip yansıtamayız. Y'ye gönderdiğimiz ışının maksimum kaç yansıma yapabileceğine bakalım. Bunun içinde K'den Y aynasının uç kısmına, yani **en dar açıyla** ışın göndererek kaç yansıma yapabileceğini bulalım.

Şekildeki gibi gönderilen ışın, 2 kez X te 2 kez Y'de yansıma yapar. Toplam 4 görüntü oluşur. Görüntüler yansıyan ışınların uzantılarından oluşur.

Cisim ve görüntüler aynı doğrultu üzerinde olur.

K'den X'e ışın gönderebilseydik aynı işlemleri yapıp bunların yansımalarını da sayıya ekleyecektik. Çakışan görüntü olursa da bunlar bir tane sayılır.



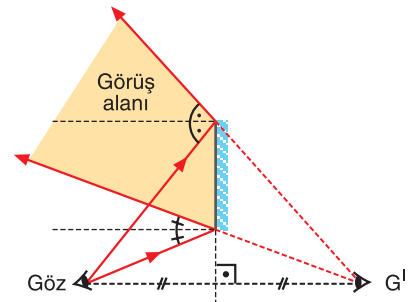
DİKKAT

Aynalar paralel değilse, doğrultuları kesişiyorsa bunlar arasına konulan cisimlerinde birden fazla görüntüsü oluşur. Hatta açıya bağlı olarak görüntü sayısını veren bir formülde var. Fakat bu kısım yeni müfredatın dışındadır. Hadi yine iyisiniz ☺

Görüş Alanı

Bir cismin aynada görüntüsünün oluşması farklı, bu görüntünün bir gözlemci tarafından görünmesi farklıdır.

Görüş alanı gözlemcinin konumuna bağlıdır.



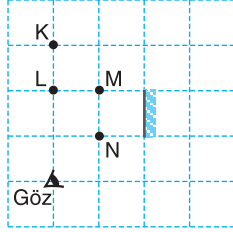
Gözden aynanın sınırlarına (uçlarına) gönderilip yansıtılan ışınlar arasındaki bölge görüş alanıdır.

II. yol olarak gözün aynadaki simetriği (görüntüsü) bulup, bu G' noktasından aynanın uçlarına ışınlar çizilir. Bu ışınlar arasındaki bölge görüş alanıdır.

- Çizgiler üzerinde bulunan noktasal bir cisim de **görülebilir**. Birden çok cisim çizgi (ışının doğrultusu) üzerindeyse bu durumda birbirlerinin görünmesini engelleyebilirler. Bu durumları sorularda göstereceiz. Çözümleri çok dikkatli inceleyin.

Örnek 11

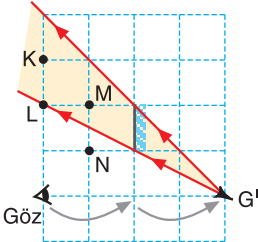
Eşit kare bölmeli düzleme şekildeki gibi yerleştirilen düzlem aynaya bakan gözlemci ayna önündeki K, L, M, N cisimlerinin hangilerinin aynadaki görüntüsünü görebilir?



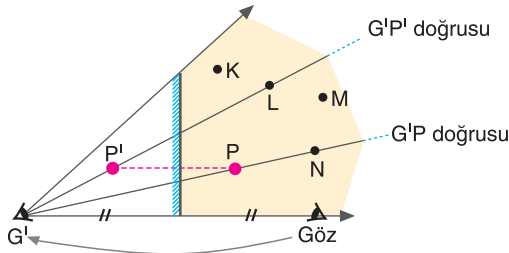
Çözüm 11

Gözün aynaya göre simetriği (görüntüsü) G' bulunup, buradan aynanın sınırlarına çizilen ışınlar görüş alanını belirler.

N noktası alanın dışında kaldığı için görülemez. K ve M alan içinde olduğu için görülmür. L noktası çizgi üzerinde olduğu için alana dahildir. L görülür. Görülen noktalar K, L ve M olur.



- Ayna önünde bulunan saydam olmayan cisimler görüş alanı içinde olsalar bile bazı noktaların görülmesini engelleyebilirler.

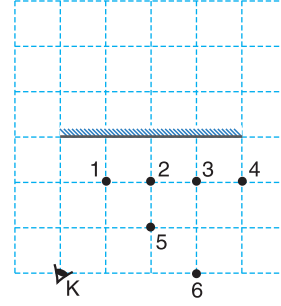


Şekildeki gibi ayna önünde saydam olmayan P cismi varken, P cismi ve bunun görüntüsü P' başka cisimlerin görülmesini engelleyebilir.

P cismi ve görüntüsünün nerelerin görülmesini engellediğini bulmak için; önce gözün görüntüsü bulunup görüş alanı çizilir. G' noktasından P ve P' noktalarına çizilen doğruların üzeri göz tarafından görülemez.

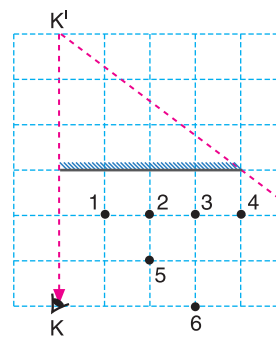
Şekildeki K, L, M, N noktalarından yalnızca K ve M görülebilir. L ve N noktası P ve P' nedeniyle görülemez.

Örnek 12



Eşit bölmeli düzleme yerleştirilen şekildeki düzlem aynaya K noktasından bakan gözlemci ayna önündeki saydam olmayan 1, 2, 3, 4, 5, 6 numaralı cisimlerden hangilerinin görüntüsünü görebilir?

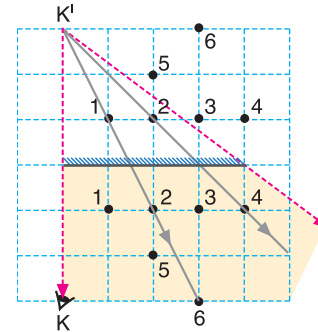
Çözüm 12



İlk bakmamız gereken görüş alanı dışında kalan cisim olup olmadığı. K'nin aynaya göre simetriği K' noktasından aynanın uçlarına çizilen çizgiler arası görüş alanıdır.

Tüm cisimler görüş alanı içinde çıktı.

Cisimler saydam olmadığı için birbirlerini engellemiş olabilirler. Bunu görmek için, cisimlerin aynadaki görüntülerini (simetrilerini) çizip K' noktasından cisim ve görüntülere çizgiler çezeceğiz. Bu çizgiler üzerinde kalan cisimler varsa görülemez.



Karışıklık olmasın diye tüm çizgileri çizmedik. Denemek için çizmenizde fayda var 😊 Şekilden anlaşılan 1. cismin görüntüsünden çizilen ışın 2 ve 6 numaralıları engellemiş. 2. cismin görüntüsü ise 4 numaralı cismi engellemiş.

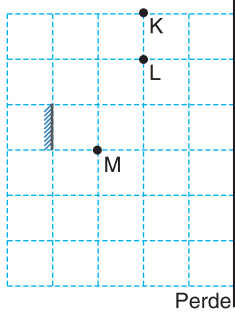
Bu durumda 1, 3, 5 görülebilirken 2, 4 ve 6 numaralı cisimler K'den bakan gözlemci tarafından görülemez.

Çok karşılaşacağınız meşhur bir soru tipi daha görelim.

Örnek 13

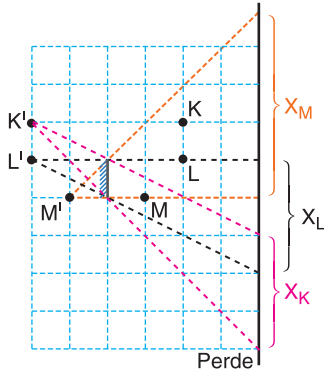
Eşit bölmeli düzlemde bulunan ayna ve perde şeklindeki konumda ve paraleldir. Aynaya K, L, M noktalarından bakan gözlemcilerin yeterince uzun perdede gördükleri bölgelerin düşey uzunluğu X_K , X_L , X_M dir.

Buna göre, bu uzunluklar arasındaki ilişki nedir?



Çözüm 13

Her bir nokta için görüş alanı çizip, bu alan içinde perdenin ne kadarlık kısmının kaldığını bulacağız.



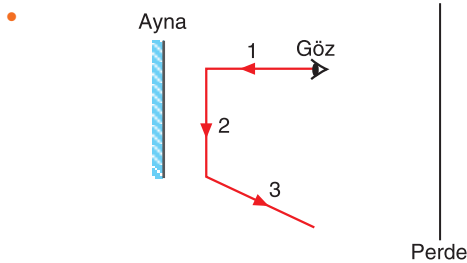
K, L, M'nin aynaya göre simetrisinden aynanın uçlarına ışınlar çizdik.

$$X_K = X_L = 3 \text{ br}, X_M = 5 \text{ br}$$

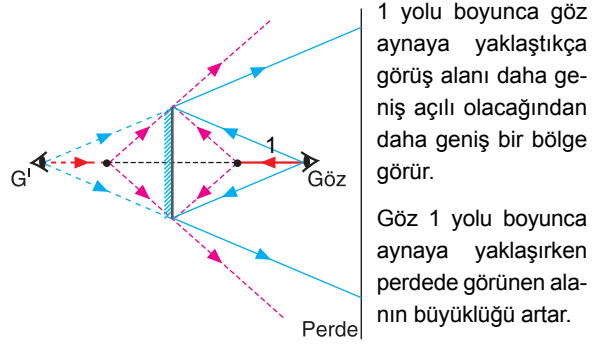
M den bakan, perdede daha büyük alan görür. K ve L den bakanlar eşit alanlar, fakat farklı yerler görürler.

Bu durumu biraz inceleyelim.

Neden M daha büyük, K ve L eşit oldular?



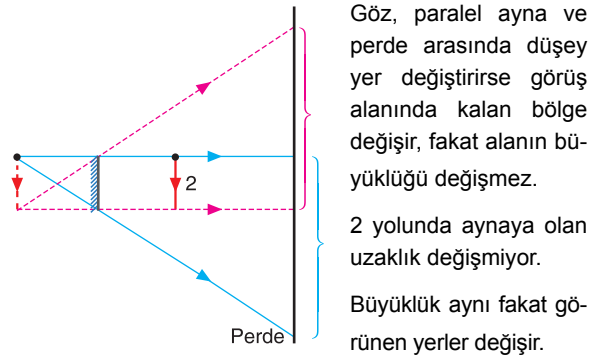
Bir gözlemcinin önündeki aynaya bakarak, arkasındaki perdede gördüğü alanın büyüklüğü göz-ayna arası uzaklığa ve perdenin uzaklığına bağlıdır.



1 yolu boyunca göz aynaya yaklaştıkça görüş alanı daha geniş açılı olacağından daha geniş bir bölge görür.

Göz 1 yolu boyunca aynaya yaklaşırken perdede görünen alanın büyüklüğü artar.

2 yolu boyunca ne olduğuna bakalım.



Göz, paralel ayna ve perde arasında düşey yer değiştirirse görüş alanında kalan bölge değişir, fakat alanın büyüklüğü değişmez.

2 yolunda aynaya olan uzaklık değişmiyor.

Büyüklük aynı fakat görünen yerler değişir.

3 yolunda açıyla da olsa göz aynadan uzaklaştığı için görüldüğü bölge daha küçük olur, alan azalır.

Toparlarsak,

Göz aynaya yaklaştıkça görüş alanını belirleyen doğrular arası açı büyüyor. Uzaklaştıkça açı daralıyor. Aynaya paralel yer değiştirirse açı aynı kalıyor.

Göz arkasındaki bir bölgeyi aynada görmek isterse:

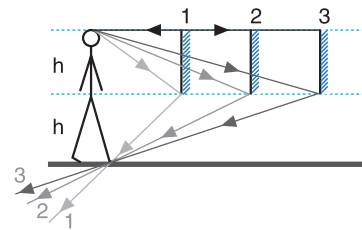
Aynaya yaklaştıkça alan artar. Uzaklaşınca alan azalır.

Aynaya paralel hareket ederse alanın büyüklüğü aynı kalır.

• Buradaki özel bir durumu anlatalım.

Göz bulunduğu doğrultudaki bir alanı görmek istediğinde uzaklık önemli değildir.

ÖSYM'nin eskiden sorduğu; aynaya bakarak boyunun tamamını görme sorusu tamda böyle bir sorudur.



Çocuğun boyunun tamamını görmesi için gerekli aynanın konumu ve boyu şeklindeki gibidir.

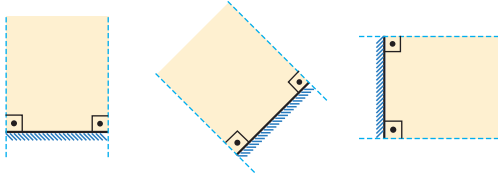
Boyunun yarısı kadar boydaki ayna göz hizasından aşağıda ise boyunun tamamını görür.

Aynanın uzaklığı önemli değildir. 1, 2, 3 konumları için görüş alanı çizilirse her durumda bunun sağlandığı görülür. Üç ışında ayağın olduğu yerde kesişiyor.

Işıkların ayakta sonraki uzantılarından arkada göreceği alanların değiştiğini de görebiliriz.

- Görüş alanıyla ilgili bir özellikten daha bahsedelim.

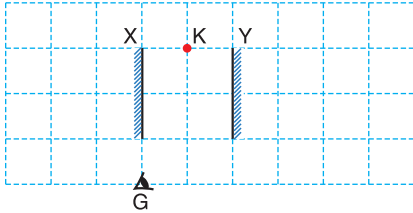
Gözün aynada kendini görme şartı; aynanın karşısında olmasıdır.



Göz, aynanın sınırlarına çizilen dik uzantılar arasındaysa (şekildeki renkli alan) gözlemci kendi görüntüsünü aynada görebilir.

- Hareketli gözlemcinin kendini görme süresi sorulursa bu çizgiler arasında kalma süresi bulunur.

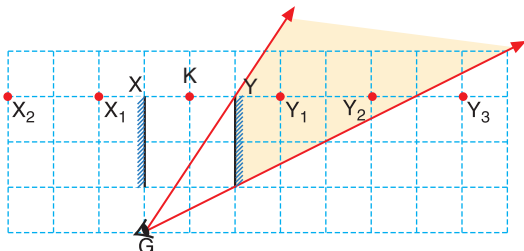
Örnek 14



Paralel X ve Y aynaları arasındaki K noktasal cisminin bu aynalardaki görüntülerinden kaç tanesini G noktasından bakan bir gözlemci görebilir?

Çözüm 14

Paralel aynalar arasındaki cismin sonsuz görüntüsü oluşur. Göz, baktığı aynadaki görüş alanına bu görüntülerden kaç tanesi giriyorsa onları görür.



Paralel aynalar arasındaki K'nin görüntülerini çizdiğimizde (önceki kısımda anlatmıştık) bunların görüş alanında kalanları yani iki tanesini gözlemci görebilir.

Görüş alanı bulunurken gözün baktığı ayna sınırlarına gözden ışınlar gönderdik ve ayna arkasında bir alan bulduk. Göz için bu alan görüş alanıdır.

Görüntüsü bu alanda kalan cisimlerin görüntüleri görülür.

Antrenmanlara geçmeden hemen önce, genel bir toparlama yapalım ve müfredatta da belirtilen bu konuyla ilgili bazı bilgileri özetleyelim.

Su Dalgalarında ve Işıpta Yansım

Dalgalar konusunda su dalgalarının yansımalarını ışıktaki yansımaya benzeterek göstermiştik. Aslında biraz tersten gittik ama sıralama böyle olduğu için mecbur kaldık.

- Su dalgalarının düzlem engeldeki yansıması tıpkı ışığın yansıması gibidir. Dalganın ilerleme doğrultusunu ışık ışını gibi düşünerek engelden yansıttığımızda, yansıyan dalganın ilerleme doğrultusunu bulmuş oluyoruz.
- Işığı tanımlamaya ve açıklamaya çalışan bilim insanları su dalgalarıyla olan bu benzerlikten yola çıkarak ışığın dalga olduğunu söylemişlerdir.

Görme Olayı ve Yansım

Görme olayı ışık ışınlarının göze ulaşmasıyla gerçekleşir. Işık kaynağından çıkan ışınlar göze ulaşarak görme olayını gerçekleştirir.

Peki kendiliğinden ışık yaymayan (ışık kaynağı olmayan) cisimleri nasıl görüyoruz?

Bu cisimleri görmemizi sağlayan olay ışığın yansımasıdır. Kaynaktan çıkan ışınlar cisimler üzerinden yansıdıktan sonra göze ulaşarak bizim bu cisimleri görmemizi sağlar.

Eğer ışık cisimler üzerinde yansım yapmasaydı sadece ışık saçan cisimleri görebilirdik.

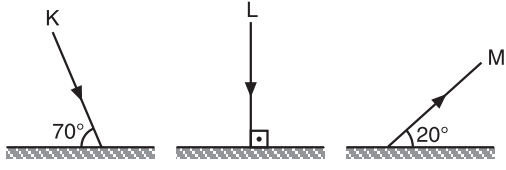
Gerçek ve Sanal Görüntü

Bir cisimden çıkan ışınların yansımaya veya kırılma sonrasında kendileri bir noktada kesişirse bu noktada cismin gerçek görüntüsü oluşur.

Eğer ışınlar kesişmiyorsa bu durumda ışınların uzantıları kesişir. Uzantıların kesiştiği noktada oluşan görüntüye de sanal görüntü denir.

- Gerçek görüntü her zaman ters ve aynanın önünde oluşur. (Düzlem aynada bu mümkün değildir)
- Sanal görüntü aynanın arkasında düz oluşur.
- Düzlem aynada oluşan sanal görüntü aynanın arkasında ve aynaya uzaklığı cisimle aynıdır. Yani cisim ve görüntü aynaya göre simetriktr.

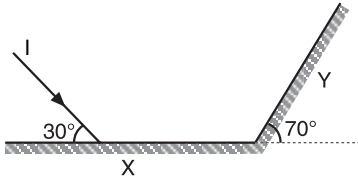
1.



Şekildeki düzlem aynalara gelen K, L ışınları ve yansıyan M ışınının yansıma açıları θ_K , θ_L , θ_M arasındaki büyüklük sıralaması nasıldır?

- A) $\theta_K > \theta_M > \theta_L$ B) $\theta_M > \theta_K > \theta_L$ C) $\theta_L > \theta_K > \theta_M$
 D) $\theta_L > \theta_M > \theta_K$ E) $\theta_L > \theta_K = \theta_M$

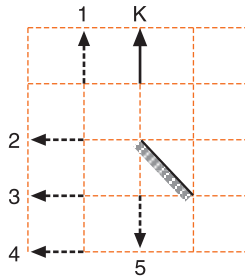
2.



Şekildeki gibi yerleştirilen X ve Y aynalarına şekildeki gibi gönderilen I ışınının Y aynasındaki yansıma açısı kaç derece olur?

- A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

3. Eşit bölmeli şekildeki düzlemde ayna önünde bulunan K cisminin görüntüsü, numaralandırılmış görüntülerden hangisidir?



- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

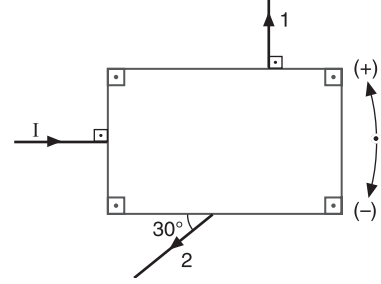
4.



Şekildeki ayna önünde bulunan 582 sayısının görüntüsü olan sayı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 582 B) 285 C) 585 D) 282 E) 825

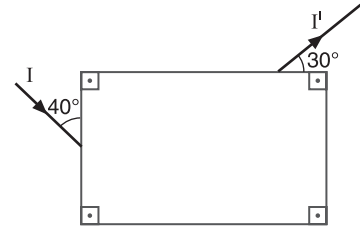
5. Şekildeki bölgeye gelen I ışık ışını önce 1 ışını olarak yansırken bölge içindeki düzlem ayna bir miktar döndürüldüğünde 2 ışını olarak yansıyor.



Buna göre, ayna hangi yönde kaç derece döndürülmüştür?

- A) (+) yönde 60° B) (-) yönde 60°
 C) (+) yönde 120° D) (-) yönde 120°
 E) (+) yönde 90°

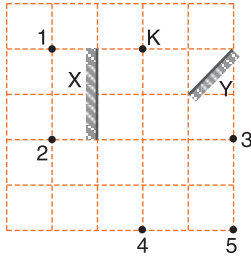
6. Şekildeki bölgeye gelen I ışık ışını düzlem aynadan I' ışını olarak yansıyor.



Buna göre, I ışınının aynaya gelme açısı kaç derecedir?

- A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

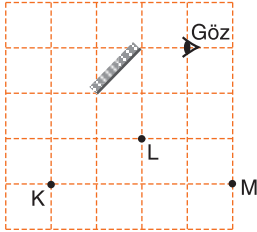
7.



Şekildeki gibi yerleştirilen iki düzlem ayna arasındaki K cisminin önce X, sonra Y aynasında oluşan görüntüsü hangi noktadadır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

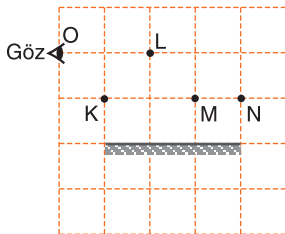
8.



Eşit kare bölmeli düzlemde şekil gibi yerleştirilen düzlem ayanaya bakan gözlemci ayna önündeki K, L, M cisimlerinden hangilerinin aynadaki görüntüsünü görebilir?

- A) Yalnız L B) Yalnız M C) K ve L
D) L ve M E) K, L ve M

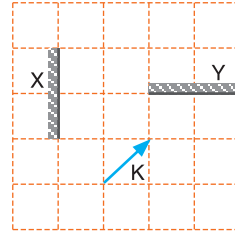
9.



Eşit bölmeli düzlemde bulunan aynaya O noktasından bakan gözlemci, ayna önündeki saydam olmayan K, L, M, N cisimlerinden hangilerinin görüntüsünü görebilir?

- A) K ve L B) K ve M C) L ve M
D) L ve N E) L, M ve N

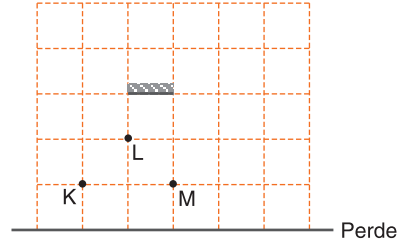
10.



Eşit bölmeli düzlemde bulunan K cisminin X, Y düzlem aynalarında oluşan görüntüleri arasındaki açı kaç derecedir?

- A) 30 B) 60 C) 90 D) 120 E) 180

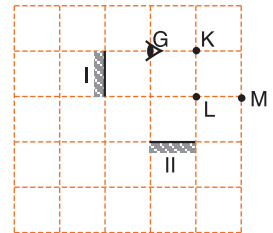
11. Eşit bölmeli düzlemde bulunan ayna ve perdeden oluşan sistemdeki gözlemciler K, L, M noktalarından aynaya bakmaktadır.



Buna göre, gözlemcilerin perdede gördükleri bölgelerin uzunluğu X_K , X_L , X_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $X_K > X_L > X_M$ B) $X_L > X_K > X_M$
C) $X_M > X_L > X_K$ D) $X_L > X_K = X_M$
E) $X_K = X_M > X_L$

12. Eşit bölmeli düzlemde bulunan I ve II aynalarına G noktasından bakan gözlemci K, L, M noktasal cisimlerinin hangilerinin görüntüsünü iki aynada da görebilir?



- A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M
D) K ve L E) L ve M

1.B

2.C

3.B

4.A

5.A

6.C

7.E

8.C

9.D

10.E

11.D

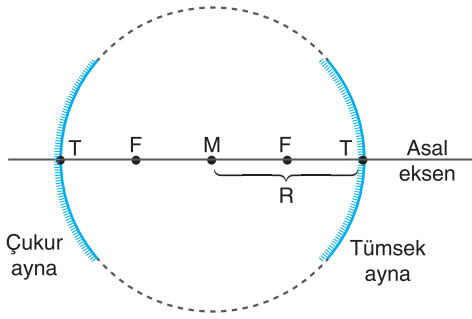
12.B

KÜRESEL AYNALAR

KÜRESEL AYNALAR

Küresel aynaları ikiye ayırıyoruz. Küresel bir yüzeyin iç kısmı yansıtıcıysa **çukur ayna**, dış kısmı yansıtıcıysa **tümsek ayna** denir.

Küresel aynaları çember yayı şeklinde gösteriyoruz.



Şekilde gösterilen kürenin merkezinden geçen doğruya asal eksen diyoruz. Şekilde gösterilen noktalar bu konuda sürekli kullanacağımız özel noktalardır.

(T) tepe noktası: Asal eksenin aynayı kestiği nokta.

(F) odak noktası: Tepe noktasıyla merkezin orta noktası.

(M) Merkez: Küresel aynanın merkezi.

|MF| uzunluğu |FT| uzunluğuna eşittir ve bu uzunluğa odak uzaklığı denir. (f)

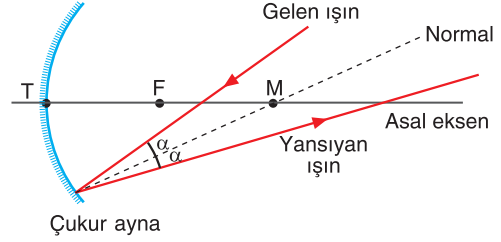
$f = \frac{R}{2}$ aynanın eğrilik yarıçapının yarısına eşittir. $R = 2f$

Aynalarda odak uzaklığı, ışığın rengine veya ortamın farklı bir sıvıyla dolu olmasına bağlı değildir. Sadece eğrilik yarıçapına bağlıdır. Odak uzaklığı her zaman yarıçapın yarısı kadardır.

Küresel aynalarda da ışık düzlem aynada olduğu gibi yansır.

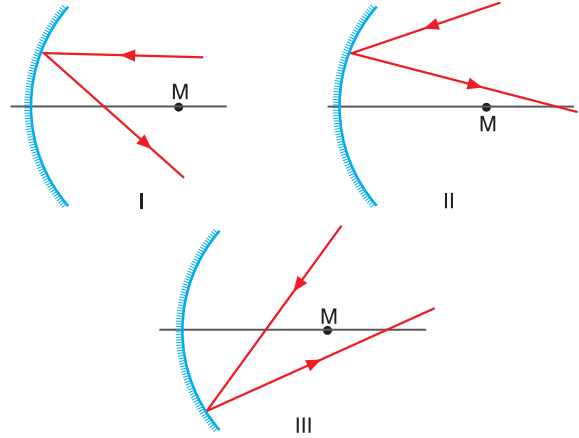
Bu nedenle yansıma kanunları burada da geçerli olur. Her hangi bir ışın aynaya geldiğinde bu noktadan aynaya çizilen normal ile aynı açıyı yaparak yansır.

Küresel yüzeye dik (normal) çizirken merkezden geçmesi gerektiğini hatırlamakta fayda var.



Yansıma kanununa göre, aynaya gelip yansıyan bir ışık, merkezden geçen normalin iki tarafında aynı açıyı yapmalıdır.

Örnek 1



Şekilde verilen, çukur aynaya gelip yansıyan ışınların hangilerinin izlediği yol doğru olabilir?

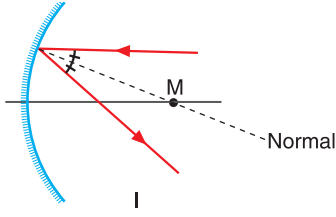
Çözüm 1

Her türlü yansıma, yansıma kanunlarına uymalıdır.

Yani normal, gelen ve yansıyan ışınların açıortayı olmalıdır. Her bir şekil için normal çizip buna uyanları bulalım.

Işının aynaya deydiği nokta ile merkezi (M) birleştiren bir doğru çizicez. Bakalım gelen ve yansıyan ışınların arasından geçecek mi?

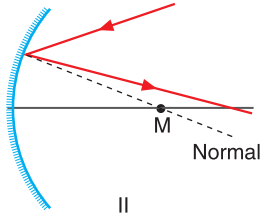
Birinci durumla başlayalım,



Soruda olabilir diye sorduğu için açıları hesaplamaya falan gerek yok. Göz kararı bakıcaz. Normal, gelen ve yansıyan ışınların arasında çıktığına göre,

I. doğru olabilir.

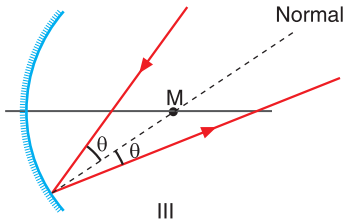
İkinci durum,



Işının aynaya değdiği yerden merkeze çizilen doğru (Normal) ışınların arasında geçmiyor.

II. doğru olamaz.

Üçüncü durum,



Merkezden ışının aynaya değdiği noktaya çizilen normal gelen ve yansıyan ışınların arasında.

III. doğru olabilir.

Küresel aynalara gelen her ışın yansıma kanunlarına uygun olarak yansıyacaktır. Işının nasıl bir yol izleyeceğini bulmak için bazı yöntemler var.

Herhangi bir ışının izleyeceği yolu nasıl bulacağımızı ileride anlatacaz. Ama öncelikle "özel ışınlar" dediğimiz bazı ışınları görelim.

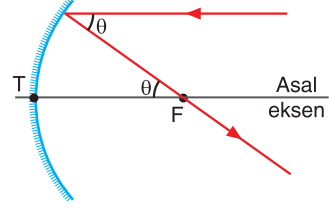
Özel Işınlar

Aynalarda bazı özel ışınlar vardır. Her seferinde normal çizerek ışığın izlediği yolu aramamak için bu özel ışınları çok iyi bilmeliyiz.

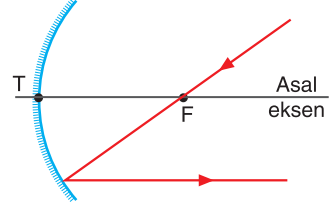
Aynalarla ilgili sorulan soruların neredeyse tamamı bu özel ışınlarla çözülür.

Çukur ayna için özel ışınlar

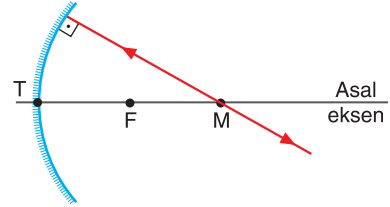
1. Asal eksene paralel gelen ışınlar yansıdıktan sonra odaktan (F) geçerler.



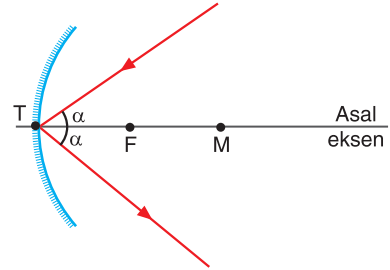
2. Odaktan (F) gelen ışınlar yansıdıktan sonra asal eksenle paralel giderler.



3. Merkezden (M) geçerek gelen ışınlar yüzeye dik olarak geldikleri için yansıdıktan sonra yine merkezden geçerler. Yani kendi üzerinden yansır.



4. Tepe noktasına gelen ışınlar asal eksenle aynı açıyı yaparak yansır.



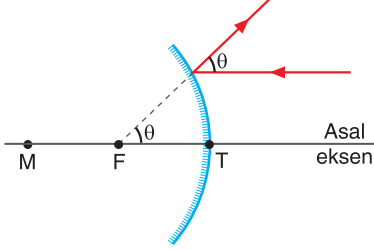
Tepe noktasına gelen ışın için asal eksen Normal görevi görür. Bu nedenle aynı açıyla yansır.

Alışmak ve hızlı bir şekilde çizmek için özel ışınları bir deftere veya boş bir kağıda 5 kere, 10 kere çizmemiz çok faydalı olacaktır.

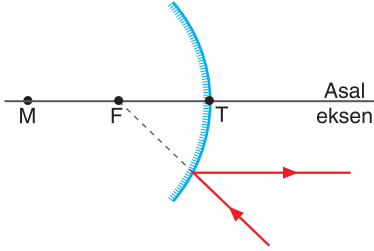
Size zor gelse de gerçekten işe yarıyor. 😊

Tümsek ayna için özel ışınlar

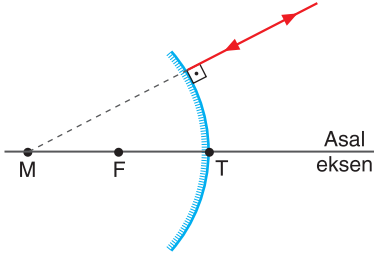
1. Asal eksene paralel gelen ışınlar, uzantısı odak (F) noktasından geçecek şekilde yansır.



2. Uzantısı odak (F) noktasına doğru gelen ışınlar asal eksene paralel yansır.

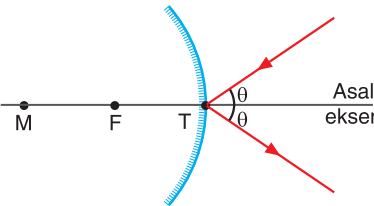


3. Uzantısı merkeze (M) doğru gelen ışınlar, kendi üzerinden yansır.



Işın M'ye doğru gelirse yüzeye dik çarpacağı için kendi üzerinden yansıyacaktır.

4. Tepe noktasına gelen ışınlar asal eksenle aynı açıyı yaparak yansır.



Asal eksen T noktası için normal görevi yaptığından aynı açıyla yansır. Bildiğimiz yansıma kanunu.

Aynaya gelen ışın bu özel durumlardan birisi olduğunda yansımanın nasıl gerçekleşeceğini hemen söyleyebiliriz. Bu ışınları çok iyi bilmemiz lazım.

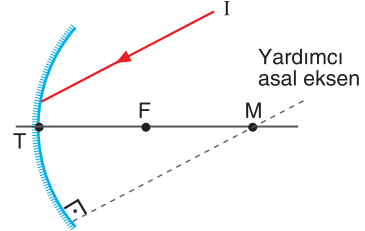
Herhangi Bir Işının Yansıması

Peki bu özel durumların dışında aynaya gelen bir ışının izleyeceği yolu nasıl bulacağız?

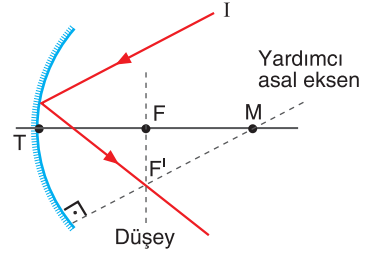
Bir ışının aynadan yansırken, yansıma kanunlarına göre yansıyacağını anlatmıştık.

Işının aynaya değdiği noktadan normal çizerek aynı açıyla yansıtıyorduk. Ama elimizde açıyı ölçmek için bir araç yoksa ne yapabiliriz. Şimdi ikinci bir yol gösterelim.

Şekildeki gibi çukur aynaya gelen I ışınının nasıl yansıyacağını bulalım.



İlk olarak bu ışına paralel ve M'den geçen bir doğru çizeriz. Merkezden çizilen bu doğruya yardımcı asal eksen denir.

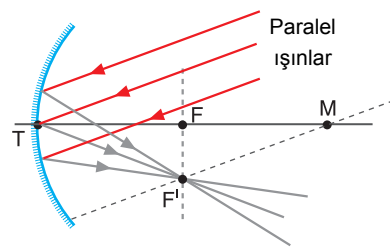


Şimdi F'den geçen ve asal eksene dik olan düşey bir çizgi çizelim.

Bu düşey çizginin yardımcı asal eksenini kestiği noktaya (F') yardımcı odak diyeceğiz. Ve gelen ışın bu noktadan geçerek yansıyacak. Hepsi bu.

Bu özellikten şöyle bir sonuçta çıkarılabilir.

Çukur veya tümsek aynaya birbirine paralel gelen ışınlar F (odak) noktasının düşeyindeki bir noktada (F') keşişir (odaklanır).

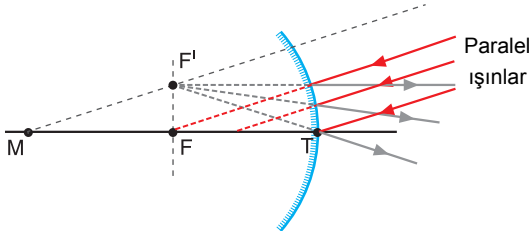


Bu özellik tümsek aynada da geçerlidir. Ancak orada çizim biraz farklı olacaktır.

Tümsek aynaya paralel olarak gelen ışınlara paralel olacak şekilde merkezden bir doğru çiziyoruz. Bu yardımcı asal eksenimiz.

F (odak) noktasından da dikey bir çizgi çizince yardımcı odağı (F') buluruz.

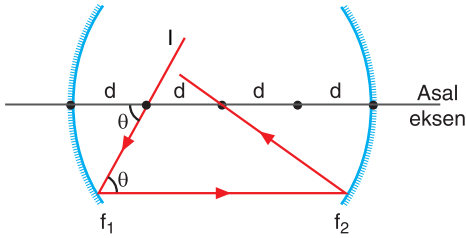
Aynaya gelen ışınlar aynayı geçip bu noktaya gidemeyeceğine göre ☺ (Lazer ışını değil ya) yansıdıktan sonra hepsinin uzantısı bu noktadan geçmelidir.



Işınlar paralel geldikleri için F' her ışın için aynı noktadır.

Örnek 2

Odak uzaklıkları f_1 ve f_2 olan çukur aynalara gelen I ışık ışını şeklindeki yolu izlemektedir.



Noktalar arası uzaklıklar eşit ve d kadar olduğuna göre, $\frac{f_1}{f_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm 2

I ışını aynaya geldikten sonra asal eksene paralel olarak yansıdığına göre f_1 uzaklığı d kadardır.

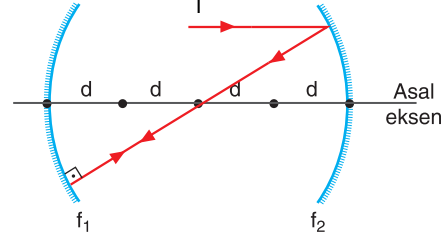
2. aynaya gelen ışın asal eksene paralel geldiğine göre yansıdıktan sonra 2. aynanın odağından geçecektir.

Yani f_2 $2d$ kadar olmalıdır. (Mutlaka şekilden takip edin.)

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{d}{2d} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

Örnek 3

Asal eksenleri çakışık çukur aynaların odak uzaklıkları f_1 ve f_2 dir.



Asal eksene paralel olarak gelen ışının izlediği yol şeklindeki gibi olduğuna göre aynaların odak uzaklıkları f_1 ve f_2 arasındaki ilişki nedir? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

Çözüm 3

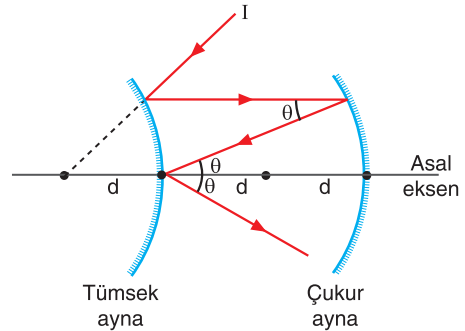
Asal eksene paralel gelen ışın yansıdıktan sonra odaktan geçecektir. Bu nedenle f_2 uzaklığı $2d$ dir.

Işın I. aynaya geldikten sonra kendi üzerinden yansıdığına göre, ışının aynaya geldiği nokta I. aynanın merkezidir. (Aynaya dik gelen ışın kendi üzerinden yansır.)

I. aynanın merkezi $2d$ ise odak uzaklığı $f_1 = d$ kadar olacaktır.

$$f_1 = d, \quad f_2 = 2d \text{ ise,} \\ f_2 = 2f_1 \text{ olur.}$$

Örnek 4



Asal eksenleri çakışık çukur ve tümsek aynalarla kurulu düzeneğe gelen I ışık ışının izlediği yol şeklindeki gibidir.

Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre, aynaların odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_{\text{tümsek}}}{f_{\text{çukur}}}$ kaçtır?

Çözüm 4

Şekil biraz karışık gibi diye sakın korkmayın.

Zor görünen bir çok soru aslında daha kolaydır. Adım adım her bir yansımaya bakıcaz.

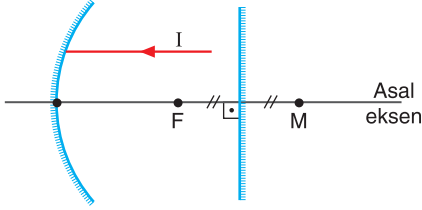
Tümsek aynaya gelen ışın asal eksene paralel yansıdığına göre ışının uzantısı Tümsek aynanın odağından geçiyordur. $f_T = d$ dir.

Tümsek aynadan paralel olarak yansıyan ışın çukur aynaya asal eksene paralel olarak geleceği için yansıdıktan sonra odağa gidecektir.

Tümsek aynanın tepe noktası çukur aynanın odağıdır. İki ayna arası uzaklık $2d$ olduğuna göre,

$$f_C = 2d \text{ dir. } \frac{f_T}{f_C} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

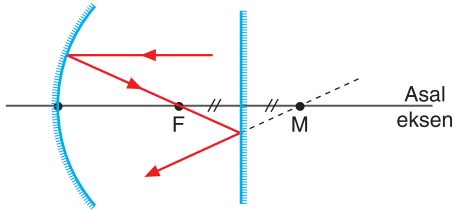
Örnek 5



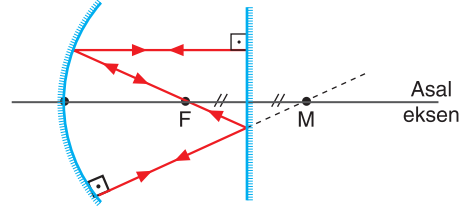
Çukur ve düzlem aynayla kurulu şekildeki düzenekte çukur aynaya, asal eksene paralel olarak gelen ışın nasıl bir yol izler?

Çözüm 5

Işın çizimlerine elinizin alışması için, inceledikten sonra mutlaka soru üzerinde veya başka bir yerde kendiniz ışının izlediği yolu çizmelisiniz.



Asal eksene paralel olarak gelen ışın odakta geçecek şekilde yansır. Düzlem aynaya geldiğinde aynı açıyla yansıyacağı için yansıdıktan sonra uzantısı M noktasından geçer.

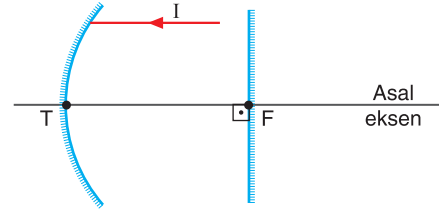


Düzlem aynadan M (merkezden) geliyormuş gibi yansıyan ışın, çukur aynaya M den geldiği için kendi üzerinden yansır.

Düzlem aynadan da aynı şekilde yansıyan ışın aynı yoldan geri döner ve düzlem aynaya en son dik çarpar ve tekrar geri döner.

Işın sistemden çıkamaz.

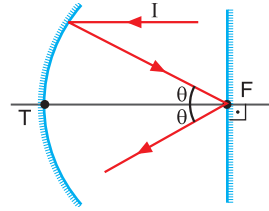
Örnek 6



Şekildeki çukur ayna ve aynanın odağına asal eksene dik olarak yerleştirilen düzlem aynayla kurulu sistemde asal eksene paralel olarak gelen I ışık ışını nasıl bir yol izler?

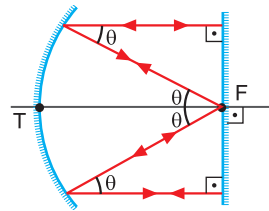
Çözüm 6

Bu soruyu da mutlaka başka bir yerde kendiniz çizmelisiniz. Takıldığınız yerde buradan bakabilirsiniz. ☺



Asal eksene paralel gelen ışın odağa gidecek şekilde yansır ve düzlem aynaya çarpar.

Düzlem aynaya gelen ışın aynı açıyı yaparak yansır.

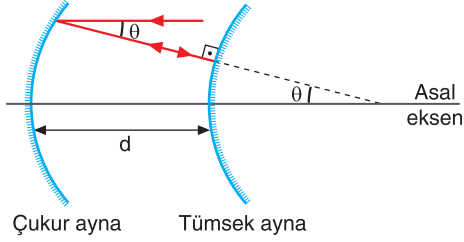


Düzlem aynadan yansıyan ışın çukur aynaya geldiğinde odakta (F) gelen bir ışın olacağı için, asal eksene paralel olarak yansır.

Düzlem aynaya ikinci gelişinde dik geleceği için de kendi üzerinden yansıyarak geri döner ve bu ışın da sistemi terk edemez.

Örnek 7

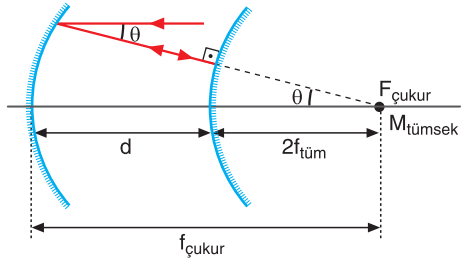
Asal eksenleri çakışık çukur ve tümsek aynayla kurulu şekildeki sistemde çukur aynaya asal eksene paralel olarak gelen ışın tümsek aynadan kendi üzerinden yansıyor.



Buna göre, aynalar arası uzaklık aynaların odak uzaklıkları f_c ve f_t cinsinden nedir?

Çözüm 7

Asal eksene paralel olarak gelen ışın çukur aynadan, aynanın odağına gidecek şekilde yansır.



Tümsek aynaya gelen ışın kendi üzerinden yansıdığına göre, gelen ışın tümsek aynanın merkezine doğru gelmiştir.

Yani çukur aynanın odağı tümsek aynasında merkezidir.

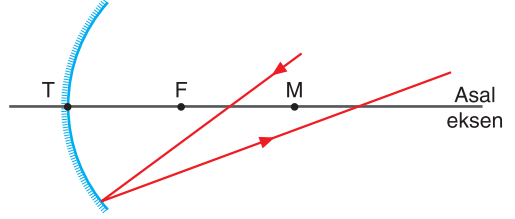
Bu durumda aynalar arası uzaklık;

$$d = f_c - 2f_t \text{ olacaktır.}$$

- Şimdi anlattıklarımızı biraz toparlayıp, çukur ve tümsek aynalarda yansıyan ışınlar bize nasıl bilgiler verir tekrar ederek pekiştirelim.

Işınları iyi anlarsak aynalarda görüntü olayını da daha kolay anlarız. Burada öğrendiklerimizi görüntü yeri bulurken aynen kullanıcaz.

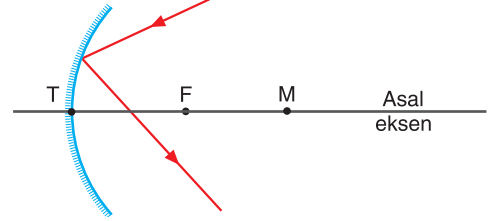
- Çukur aynaya gelen bir ışın asal ekseni gelirken ve yansırken iki farklı noktadan kesmişse;



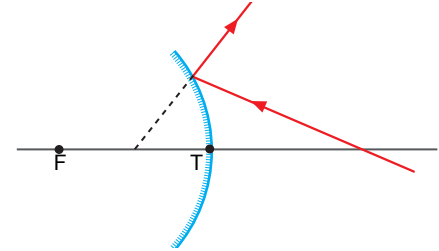
Merkez (M), gelen ve yansıyan ışınların arasında olmalıdır. Gelen ve yansıyan ışın arasında normal olmalıdır ve normal merkezden geçecek şekilde çizilir.

Aynaya yakın olan ışın hep F–M arasında olmalıdır.

- Çukur aynaya gelen ışın asal ekseni bir kere kesmişse; kestiği nokta T–F arasındadır.

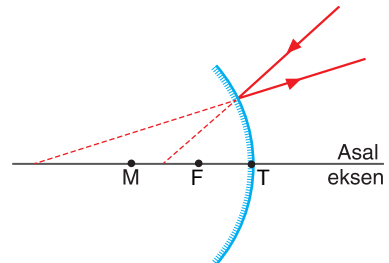


- Tümsek aynaya asal ekseni keserek gelen ışın, yansıdıktan sonra bir daha asal ekseni kesemez. Uzan-tısı T–F arasında olacak şekilde yansır.



- Tümsek aynaya gelen ışın, gelirken ve yansırken asal ekseni hiç kesmeyebilir.

Bu durumda gelenin ve yansıyanın uzantıları (M) merkezin sağında ve solunda kalır. F–T arasında olamaz.



Küresel aynalarda yansıma için matematiksel modellerde çıkarılmıştır.

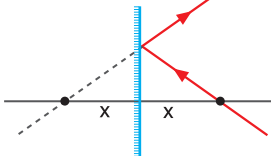
Odak uzaklığı bilinen bir aynaya gelen ışının yansıdığında izleyeceği yol matematiksel olarak hesaplanabilir. Ancak yeni müfredatta bu formüller ve matematiksel işlemler yok.

Çok üzldüğünüzü görür gibiyim ☹☹

Tamam formül yok ama, bazı kuralları da bilmeden olmaz.

Düzlem aynayla küresel aynaları karşılaştırarak inceleyelim.

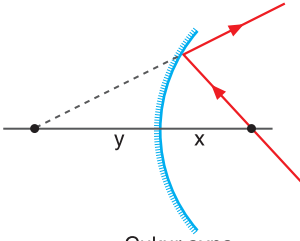
- Yansıyan ışının uzantısı ayna arkasındaysa;



Düzlem ayna

Işının ve uzantısının aynaya uzaklığı hep eşittir.

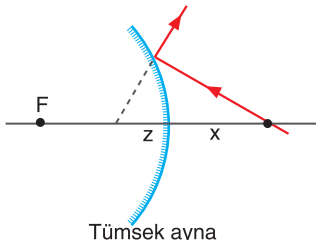
$$x = x$$



Çukur ayna

Çukur aynada yansıyanın uzantısının aynaya uzaklığı hep daha büyüktür.

$$y > x$$



Tümsek ayna

Tümsek aynada yansıyanın uzantısının aynaya uzaklığı hep aynaya daha yakın ve F ile ayna arasındadır.

$$z < x$$

Düzlem aynada tam bir simetri vardır.

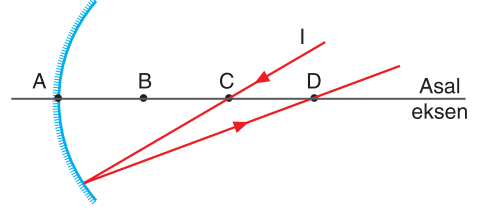
Gelen ışın aynaya daha yakından gelirse yansıyanın uzantısı da aynı miktarda yaklaşır.

Çukur ve tümsek aynalarda tam bir simetri yoktur, ama yine de gelen ışın aynaya yaklaşırsa, yansıyanın uzantısı da aynaya yaklaşır. Aynı miktarda olmasa da yaklaşır.

$y > x$ ve $z < x$ durumu değişmez.

Örnek 8

Çukur aynaya gelen bir I ışık ışınının izlediği yol şeklindeki gibidir.



Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre;

- Odak noktası B–C arasındadır.
- Merkez C–D noktaları arasındadır.
- A–B arasından gelen bir ışın asal eksenini kesmeden yansır.

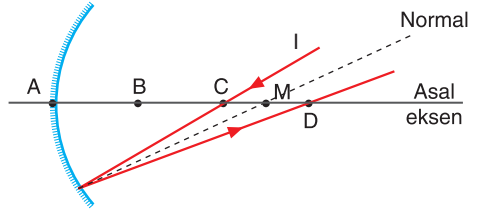
yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 8

Yansıma kanunlarına göre normal, gelen ve yansıyan ışınların açıortayı olmalıdır.

Yani normal C–D noktası arasında olmalıdır.

Normali merkezden çizdiğimiz için merkez de C–D arasındadır. **II. doğrudur.**



Noktalar arası uzaklıklar eşitti. $AB = BC = CD = d$ dersek merkezin aynaya uzaklığı $2d$ den fazla, $3d$ den az olacaktır.

Odak aynayla merkezin tam ortası olduğuna göre odak uzaklığı $\frac{2d}{2}$ ile $\frac{3d}{2}$ arasında, yani d 'den büyük $1,5d$ den küçüktür.

Bu nedenle odak (F) B–C noktaları arasında olmalıdır.

I. doğrudur.

III. yargıda doğrudur.

Çünkü ayna-odak arasından gelen ışınlar asal eksenini bir kere keser.

Küresel Aynalarda Görüntü

Görüntünün tanımını düzlem aynalarda yapmıştık. Cisimden çıkan ışınların aynada yansdıktan sonra kendilerinin ya da uzantılarının kesiştiği yerde oluşan şekle görüntü denir.

Işınların kendileri kesişirse görüntü gerçektir.

Gerçek görüntü aynanın önünde ve ters olur.

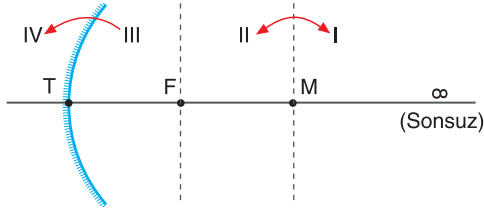
Işınların uzantıları kesişirse görüntü sanaldır (zahiri).

Sanal görüntü aynanın arkasında ve düz olur.

Görüntü ve cismin boyları arasındaki ilişki aynaya uzaklıkları ile orantılıdır.

Aynaya yakın olan küçük, uzak olan büyük boyda olur.

Çukur Aynalarda Görüntü



Aynada uzaklıkları F ve M ye göre şekildeki gibi bölersek;

I. bölgedeki cismin görüntüsü II. bölgede,

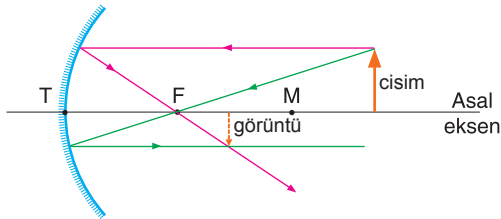
II. bölgedeki cismin görüntüsü I. bölgede oluşur.

III. bölgedeki cismin görüntüsü IV. bölgededir.

IV. bölgedeki cisim aynanın arkasında olduğu için görüntüsü oluşmaz.

Işınları çizerken bahsettiğimiz özel durumlar görüntü içinde geçerlidir.

O zaman bir örnek üzerinde görüntüyü nasıl bulacağımızı gösterelim.



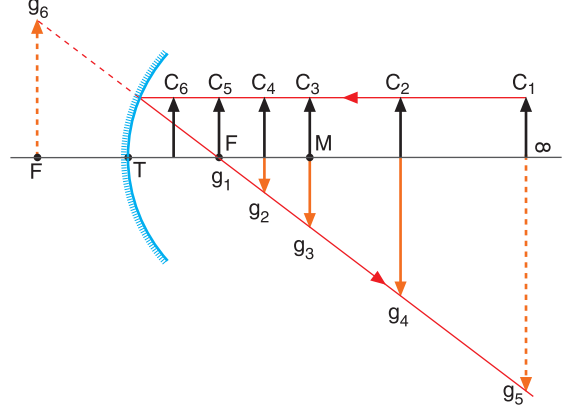
Görüntünün yerini bulmak için en az iki ışın gerekli. Biz de özel ışınlardan ikisini çizerek kesiştikleri yeri bulduk.

Cismin uç noktasından çizilen ışınların yansıma sonrası kesiştiği noktada görüntünün uç noktası oluşur.

Cismin diğer ucu asal eksen üzerinde olduğu için bu ucun görüntüsü yine asal eksen üzerinde, diğer ucun düşeyindedir.

Her bir soruda bu şekilde ışınlar çizerek görüntü aramak için özel durumları iyi bilmeliyiz.

Aşağıdaki şekilde cismin farklı konumlarına göre görüntünün yeri ve boyu gösteriliyor.



- C_1 - Cisim sonsuzda ise; görüntü F'de noktasaldır. (g_1)
- C_2 - Cisim M'den ötede sonsuzla merkez arasında ise; görüntü M - F arasında gerçektir. (g_2)
- C_3 - Cisim M'de ise; görüntü M'de gerçektir. (g_3)
- C_4 - Cisim 1,5F'de ise; görüntü 3F'de gerçektir. (g_4)
- C_5 - Cisim F'de ise; görüntü sonsuzda da oluşur. (g_5)
- C_6 - Cisim ayna ile odak (T - F) arasında ise; görüntü aynanın arkasında odak uzaklığında ve düz olur. (g_6)

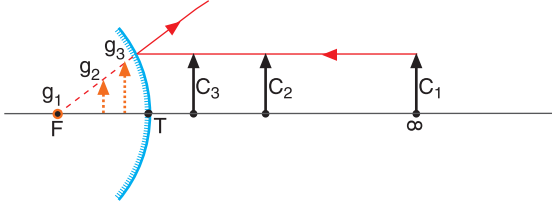
(Mutlaka şekilden inceleyin.)

- Cisim sonsuzla M arasında (merkezin ötesi) ise, görüntü M - F arasında yani aynaya daha yakın olacaktır. Bu nedenle boyu da cisimden daha küçük olur.
- Cisim F - M arasında olduğunda ise, görüntü M den ötede ve aynaya daha uzak olacağı için bu seferde görüntünün boyu da cisimden daha büyük olacaktır.
- Cisim F ile T (odak - ayna) arasındayken görüntü aynanın arkasında olacaktır. Aynanın arkasındaki her görüntü aynaya cisimden daha uzak ve dolayısıyla daha büyük boyda olacaktır.
- Aynanın önündeki her görüntü (büyük veya küçük) ışınların kesişmesiyle oluşur. Yani gerçektir ve cisme göre terstir. Aynanın arkasındaki görüntü ise sanal ve düz olur.

Tümsek Aynalarda Görüntü

Tümsek ayna için işimiz biraz daha kolaydır.

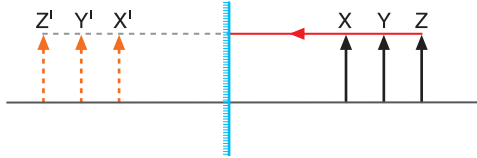
Ayna önündeki cismin görüntüsü her zaman aynanın arkasında ve ayna ile F arasında oluşur.



- C_1 - Cisim sonsuzda ise; görüntü F'de noktasaldır. (g_1)
- C_2 - Cisim sonsuzla ayna arasında ise; görüntü aynanın arkasında, F ile ayna arasında, sanal ve düzdür. (g_2)
- C_3 - Cisim aynaya biraz daha yaklaşırsa; görüntüsü de aynanın arkasından aynaya yaklaşır. (g_3)
- Görüntü her zaman aynanın arkasında, F ile ayna arasında ve aynaya cisimden daha yakın olacağı için, tümsek aynada görüntü her zaman düz, sanal ve cisimden küçüktür.

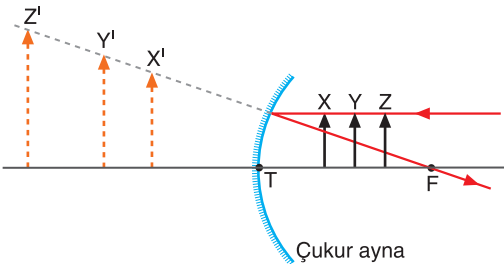
Aynalarda sanal görüntü karşılaştırması

• Düzlem Ayna



Düzlem aynada tam simetri var demiştik. Aynaya yakın olanın görüntüsü de aynaya yakındır.

• Çukur Ayna



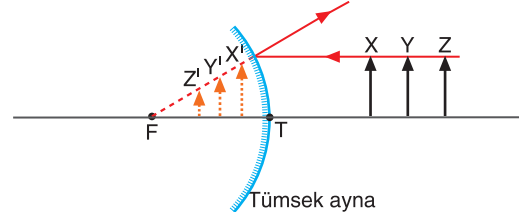
Aynı boydaki cisimler üzerinden asal eksene paralel bir ışın çizip yansıtınca ışın F den geçerek yansır.

Yansıyan bu ışının ayna arkasındaki uzantısını çizerek görüntüler asal eksenle bu uzantı arasında olacaktır.

Tam bir simetri olamasa da aynaya yakın olan cismin görüntüsü de aynaya yakındır.

Cisim aynaya yaklaştıkça görüntüsü de küçülerek aynaya yaklaşır.

• Tümsek Ayna



Yine aynı boydaki cisimler üzerinden asal eksene paralel ışın çizdik ve uzantısı F den geçecek şekilde yansıdı.

Yansıyan ışının uzantısı ile asal eksen arasında cisimlerin görüntüleri oluşur.

Burada da tam simetri olmasa bile yine aynaya yakın olanın görüntüsü de aynaya yakın olacaktır.

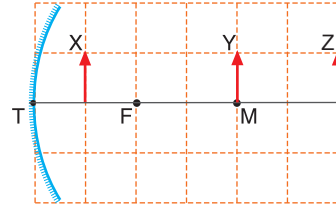
Cisim aynaya yaklaştıkça görüntüsü de büyüyerek aynaya yaklaşır.

Işınlardaki özel durumların görüntü için de geçerli olduğunu unutmayalım.

Gelen ve yansıyan ışının asal eksenini kestiği noktalar, cisim ve görüntüsünün yerleridir. (Bazen ışın yerine uzantısı keser)

Örnek 9

Şekildeki eşit bölmeli düzlemde odak noktası F olan aynanın önünde aynı boyda X, Y ve Z cisimleri vardır.



Buna göre, cisimlerin aynadaki görüntülerinin boyları h_X , h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 9

Biraz önce anlattığımız durumları biliyorsanız çizim yapmamıza gerek kalmaz. Bu nedenle anlatılan durumları iyi bilmemiz lazım.

Görüntünün boyunun aynaya uzaklığına bağlı olduğunu söylemiştik. Cisim ve görüntüden hangisi aynaya uzaksa onun boyu daha büyüktür.

Mesela bir cismin görüntüsü aynaya cismin uzaklığının iki katı uzaklıkta ise boyu da cisim iki katı olacaktır.

Cisimlerin boyları eşit olarak verilmiş.

X cismi ayna ile odak arasında olduğu için X in görüntüsü aynanın arkasında ve sanal olacaktır.

Çukur aynanın arkasındaki görüntü her zaman cisimden daha uzak ve büyük olur.

Y cismi merkezde olduğu için görüntüsü de merkezde ve ters oluşur. Cisim ve görüntünün aynaya uzaklığı eşit olduğu için boyları da eşittir.

Z cismi merkezin dışında. Merkezin dışındaki cisimlerin görüntüsü odak ile merkez arasında oluşurdu. Bu nedenle Z nin görüntüsü aynaya cisimden daha yakın ve boyuda daha küçük olur.

Bu durumda X in görüntüsü kendisinden büyük, Y nin ki aynı boyda ve Z nin ki kendisinden küçük olacağından;

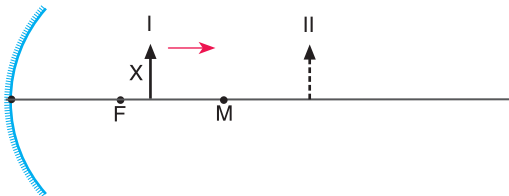
$$\text{yanıt: } h_x > h_y > h_z$$

Soruda Z cismi odakla merkez arasında olsaydı, görüntüsü merkezin dışında olacağından daha büyük boyda olurdu. Bu durumda X ve Z den hangisinin boyunun daha büyük olduğu hakkında kesin bir şey söyleyemezdik.

Bunu bulmak için gerekli matematiksel modeller, ve işlem gerektiren sorular müfredat dışı. Yine çok üzüldünüz ☺

Örnek 10

Odak noktası F merkezi M olan şekildeki çukur ayna önündeki X cismi ok yönünde hareket ederek I konumundan II konumuna gidiyor.



Buna göre,

- I. Görüntünün boyu önce artar sonra azalır.
- II. Hareket boyunca görüntü gerçektir.
- III. Görüntü önce ters, sonra düz olarak oluşur.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 10

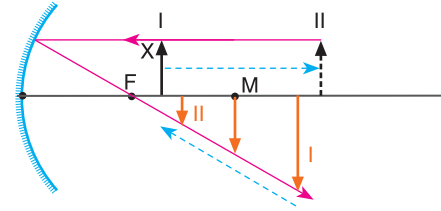
X cismi I. konumda yani F - M arasındayken görüntüsü M den ötede yani aynaya cisimden daha uzak olacağı için görüntünün boyu da cisimden büyük olur.

Ok yönünde ilerlerken M ye yaklaştıkça görüntü de M ye yaklaşır. Aynaya yaklaştığı için boyu küçülür.

Tam M noktasında cisim ve görüntü ikisi de aynaya eşit uzaklıkta olacağından boyları eşit olur.

Cisim M den öteye ok yönünde ilerlerken görüntü de küçülerek F ya doğru gidecektir.

Cisim sonsuza gittiğinde görüntü F noktasına ancak ulaşır. M den F ye gelene kadar görüntünün boyu sürekli azalır. F de noktasal olur.



Bu açıklamalara göre;

I. öncülde söylenen görüntü boyunun önce artıp sonra azalacağı yanlıştır.

II. ve III. öncülü beraber değerlendirebiliriz. Çünkü gerçek-sanal ve ters-düz olma durumu birbirine bağlıdır.

Gerçek görüntüler her zaman ters, sanal görüntülerde düz olur.

Çukur aynada sanal görüntü oluşması için cismin odak (F) ile ayna arasında olması gerekir. Bizim cisminiz hiç bu aralıkta olmadığı için hareket süresince hep gerçek görüntü vardır.

Dolayısı ile ters olmak zorundadır.

Yani II. öncül doğru, I. ve III. öncül yanlıştır.

Yanıt: Yalnız II



DİKKAT

Aynalarda cismin veya görüntünün sonsuzda olmasından kastedilen uzaklık bildiğimiz (daha doğrusu bilemediğimiz) sonsuz değildir. Odak uzaklığına göre çok fazla olan uzaklıkları sonsuz kabul edebiliriz.

Mesela odak uzaklığı 20 - 30 cm olan bir aynada 8 - 10 m bile sonsuz kabul edilebilir.

Örnek 11

Küresel bir ayna önüne konulan cismin görüntüsü cisimden büyük ve düz olduğuna göre, bu aynanın cinsi ve cismin konumu hakkında ne söylenebilir?

Çözüm 11

Öncelikle şunu söyleyelim. Küresel aynalardan tümsek aynada hiç bir zaman cisimden daha büyük bir görüntü elde edilemez. Bu durumda aynanın cinsi hemen belli oldu. Çukur ayna olmak zorunda.

Bu soruda küresel olduğu belirtilmiş. Ama sadece ayna deseydi olasılıklar içine düzlem aynayı da katmamız gerekirdi. Bu durumda düzlem ayna da hemen elenirdi. Çünkü düzlem aynada görüntü hep aynı boyda olur.

Peki Çukur aynada görüntünün büyük olduğu tek bir durum mu var, yoksa daha çok ihtimalden bahsedilebilir mi?

Küresel aynalarda bir önceki soruda olduğu gibi cisim merkezle odak arasında ise, görüntü M nin dışında ve daha uzak olduğu için daha büyük boyda olur.

Bir de cismin odakla ayna arasında olması halinde aynanın arkasında oluşan görüntü her zaman cisimden büyük olur demiştik.

Peki bu durumlardan hangisini seçeriz?

Soruya tekrar bakarsak bize büyük ve düz bir görüntü olduğu söylenmiş. Görüntünün düz olması sanal olduğu anlamına geliyor. Sanal görüntü de yalnızca aynanın arkasında oluşur.

Bu durumda cisim odakla ayna arasında olmalı.

Görüntünün düz olduğunu söylemeseydi kesin bir şey söyleyemezdik.

Demek ki ayna çukur, cisim de ayna ile odak arasındaymış.

Örnek 12

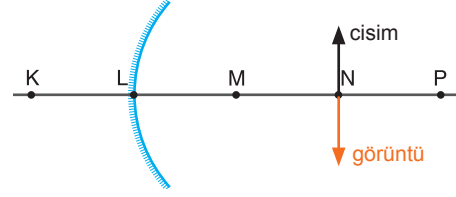
Bir küresel ayna, tepe noktası L de olacak ve asal eksen KLMNP doğrusu ile çakışacak şekilde yerleştiriliyor.



N noktasına konulan bir cismin görüntüsü de N noktasında oluşuyor.

Buna göre, aynanın cinsi ve odak noktası için ne söylenebilir? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

Çözüm 12



Cisim ve görüntünün aynı noktada olduğu tek bir durum vardır; o da cismin çukur aynanın merkezinde olduğu durumdur. (Şekli inceleyin.)

Cisim aynanın merkezinde ise görüntü de merkezde ve cisme göre terstir.

Bu durumda şekildeki N noktası aynanın merkezi ise, odak noktası da M noktası olacaktır. Odak uzaklığı aynanın eğrilik yarıçapının yarısı kadardır.

Aynalarda Görüntü Yorumu

Yerine göre

- Görüntü aynanın arkasındaysa düzlem, çukur, tümsek olabilir. Yalnızca bu bilgiyle kesin yorum yapılamaz.
- Aynanın arkasındaki görüntünün aynaya uzaklığı,
 - Cisimle eşitse kesin düzlem aynadır.
 - Cisimden uzaksa kesin çukur aynadır.
 - Cisimden daha yakınsa kesin tümsek aynadır.
- Görüntü aynanın önündeyse (cisimle aynı tarafta) kesinlikle çukur aynadır. Düzlem ve tümsek aynada aynanın önünde görüntü oluşamaz.

Boyuna göre

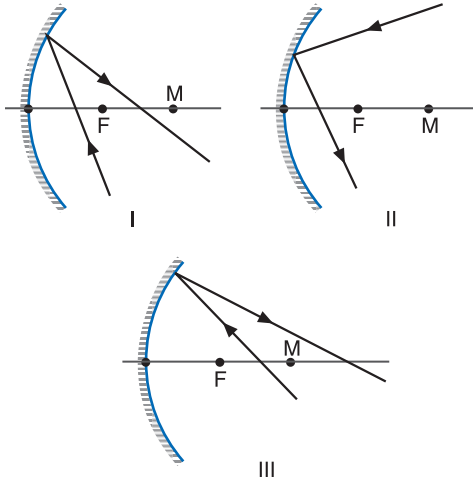
- Cisim ve görüntü aynı boyda ise, düzlem ayna veya çukur aynadır. Tümsek aynada görüntü boyu hep daha küçüktür. Bu durumda kesinlik için yerine bakılır. Çukur aynada aynı boydaki görüntü cisimle aynı tarafta cisim merkezdeyse gerçekleşir.
- Görüntü cisimden büyükse kesinlikle çukur aynadır.
- Görüntünün boyu cisimden küçükse çukur veya tümsek ayna olabilir. Bu durumda kesinlik için yerine bakılır. Aynanın önündeyse çukur, arkasında ise tümsek aynadır.

Gerçek veya sanal olmasına göre

- Görüntü sanal ise çukur, tümsek veya düzlem ayna olabilir. Yalnızca bu bilgiyle kesin yorum yapılamaz.
- Gerçek görüntü sadece çukur aynada gözlenebilir.

Düz veya ters olması sanal veya gerçek olmasına bağlı olduğu için ayrıca yazmıyorum.

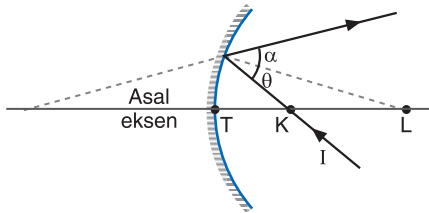
1.



Odak noktası F, merkezleri M noktası olan çukur aynalara gelip yansıyan ışıklardan hangilerinin izlediği yol doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

2. Küresel aynaya gelen I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.

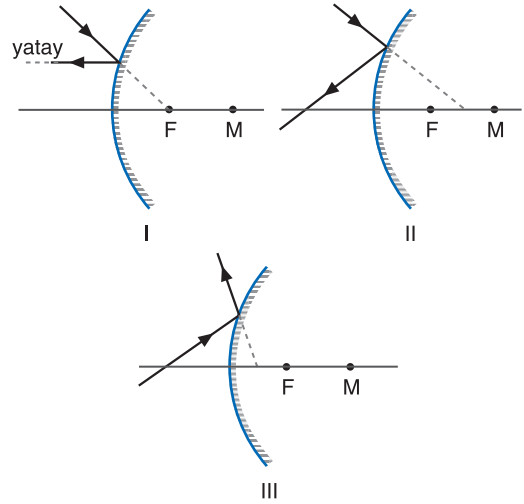


$\alpha = \theta$ olduğuna göre;

- I. L noktası aynanın merkezidir.
II. Odak noktası TK arasındadır.
III. Asal eksene paralel gelen ışın KL arasından geçer.
İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

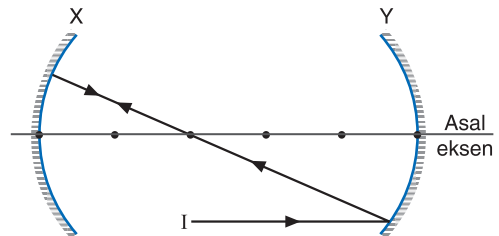
3.



Odak noktası F, merkez noktası M olan tümsek aynalara gelip yansıyan ışıklardan hangilerinin izlediği yol doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

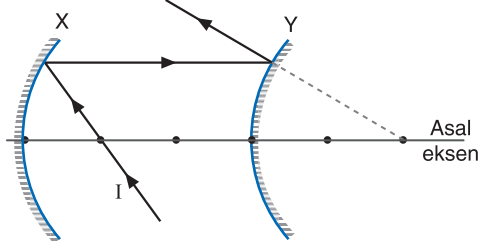
4. Asal eksenleri çakışık olan X, Y küresel aynalarından oluşan sistemde asal eksene paralel gelen I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre, aynaların odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{3}{2}$

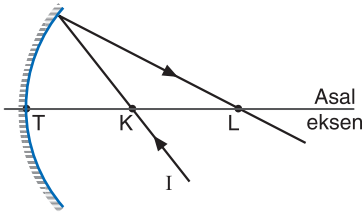
5. Asal eksenleri çakışık X çukur ve Y tümsek aynalarından oluşan sisteme gönderilen I ışık ışını X aynasından asal eksene paralel olarak yansıyarak şekildedeki yolu izliyor.



Buna göre, aynaların odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 2

6. Çukur aynaya gönderilen I ışık ışınının izlediği yol şekildedir.



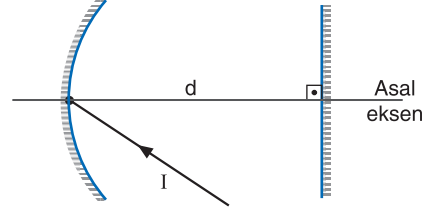
Buna göre;

- I. Odak noktası T-K arasındadır.
II. Merkez noktası K-L arasındadır.
III. Asal eksene paralel gelen ışın, yansıma sonrası KL arasından geçer.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

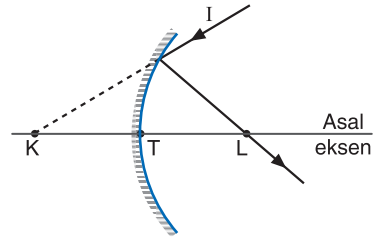
7. Odak uzaklığı f olan çukur ayna ve düzlem aynadan oluşan sisteme şekildedeki gibi gelen I ışık ışını çukur aynada ikinci yansımasında kendi üzerinden geri dönüyor.



Buna göre, aynalar arası uzaklık d, kaç f dir?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

8. Çukur aynaya gönderilen I ışık ışınının izlediği yol şekildedir.



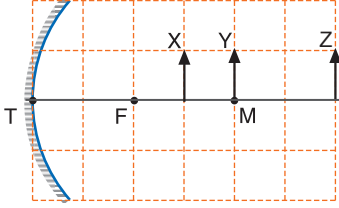
Buna göre;

- I. Odak noktası T-L arasındadır.
II. İKTI mesafesi ITLI den büyüktür.
III. Asal eksene paralel gelen ışın yansıma sonrası T-L dışından geçer.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

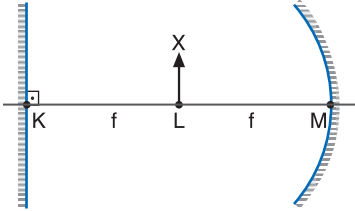
9. Odak noktası F olan şekildeki eşit bölmeli düzlemde bulunan çukur aynanın önünde aynı boydaki X, Y ve Z cisimleri vardır.



Buna göre, cisimlerin aynadaki görüntülerinin boyları h_X , h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nedir?

- A) $h_X > h_Y > h_Z$ B) $h_Z > h_Y > h_X$ C) $h_X = h_Y > h_Z$
D) $h_X > h_Y = h_Z$ E) $h_Y > h_X = h_Z$

10.

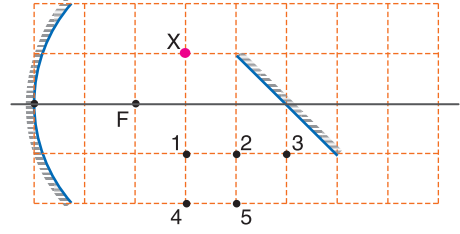


Şekildeki düzlem ayna ve odak uzaklığı f olan çukur aynayla kurulmuş olan düzenekte boyu h olan X cisminin önce düzlem sonra çukur aynada oluşan görüntüsünün yeri ve boyu aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

(Noktalar arası uzaklıklar f kadardır.)

- A) K noktası, h den büyük
B) K-L arası, h den küçük
C) L noktası, h kadar
D) L-M arası, h den büyük
E) L-M arası, h den küçük

11.



Eşit bölmeli düzlemde şekildeki gibi yerleştirilen çukur ve düzlem ayna arasında bulunan noktasal X cisminin önce düzlem, sonra çukur aynada oluşan görüntüsü hangi noktadadır?

(F: Odak noktası)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

12. Bir küresel ayna tepe noktası O da olacak ve asal eksen KLMN doğrusu ile çıkışacak şekilde yerleştiriliyor. K noktasına konulan bir cismin görüntüsü M noktasında oluşuyor.



Buna göre, aynanın cinsi ve odak noktasının yeri için ne söylenebilir? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) Çukur, K-L arasında
B) Çukur, L'de
C) Tümsek, O-M arasında
D) Tümsek, M'de
E) Tümsek, N'de

1.D

2.C

3.C

4.A

5.C

6.D

7.C

8.D

9.A

10.B

11.E

12.E

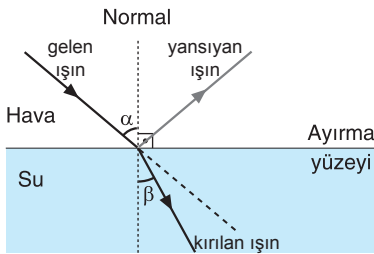
5.

KIRILMA VE RENK

KIRILMA

Işığın saydam bir ortamdan, başka bir saydam ortama geçişi sırasında doğrultu ve yön değiştirmesine kırılma denir.

Işık saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geldiğinde gelen ışığın bir kısmı geldiği ortama döner (yansır), bir kısmı da diğer ortama geçer (kırılır).

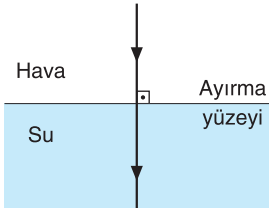


Biz bu konuda ortam değiştiren yani kırılan ışığın davranışlarını inceleyeceğiz.

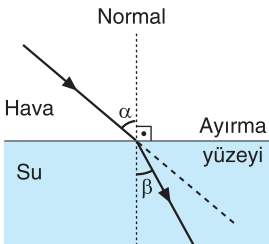
Ortam değiştiren ışığın, ortalama hızı da değişir.

Işık hızı: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s dir.

Bu hız ışığın boşluktaki hızıdır ve havadaki hızı da aynı kabul edilir. Fakat su, cam gibi başka saydam ortamlarda ışığın ortalama hızı azalır.



İki ortamı ayıran yüzeye dik olarak gelen ışık ışını, doğrultusunu değiştirmeden havadan suya girer. Kırılma olmasa da ışığın hızı azalır.



Havadan suya gelen ışık, yüzeye dik değilse suya girdikten sonraki doğrultusu şekilde verildiği gibi değişir. Buna kırılma diyoruz.

Kırılma sırasında doğrultu değiştiren ışığın nasıl bir yol izleyeceği ve ne kadar kırılacağı ortamın özelliklerine ve ışığın rengine bağlıdır.

Kırıcılık indisi (n)

Işığın boşluktaki hızının ortamdaki hızına oranına **mutlak kırıcılık indisi** denir. Kırıcılık indisine ortamın ışığı kırma indisi de denir.

$$n_{su} = \frac{c}{v_{su}} \rightarrow \begin{matrix} \text{Boşluktaki hız} \\ \text{Sudaki hız} \end{matrix}$$

$$n_{cam} = \frac{c}{v_{cam}} \rightarrow \begin{matrix} \text{Boşluktaki hız} \\ \text{Camdaki hız} \end{matrix}$$

Işığın camdaki hızı sudaki hızından daha fazladır. Bunun gibi kırıcılık indisi büyük olan ortamlara daha kırıcı bir ortam denir. Cam suya göre daha kırıcı bir ortamdır.

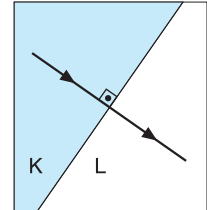
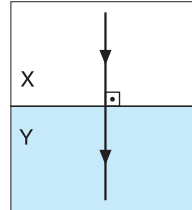
Işığın hızı havada boşluktakine eşit kabul edildiği için havanın kırıcılık indisi, $n_{hava} = 1$ olur.

Saydam her ortamda ışık hızı azalacağı için kırıcılık indisi $n > 1$ olmalıdır.

Işığın farklı iki X, Y ortamlarındaki hızlarının oranına da **bağıl kırıcılık indisi** denir. Bu 1 den küçük te olabilir.

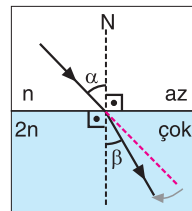
Kırılma Kanunları

1. Yüzeye dik gelen ışın; kırılmadan 2. ortama geçer.

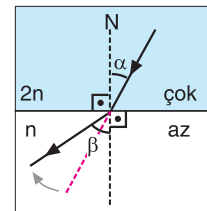


2. Yüzeye açıyla gelen ışın;

Kırıcılık indisi daha büyük bir ortama geçerken normalle yaklaşarak, daha küçük ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılır.



Normale yaklaştı

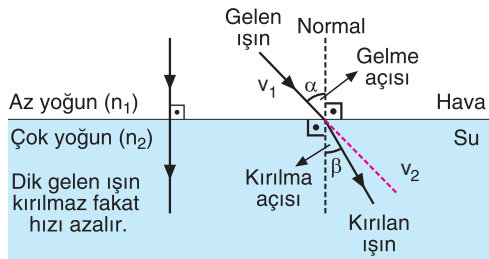


Normalden uzaklaştı

Optikte açıları isimlendirirken her zaman yüzeyin normali ile yapılan açıları kullanacağımızı söylemiştik. Burada da gelen ışının normalle yaptığı açıya gelme açısı, kırılan ışının normalle yaptığı açıya kırılma açısı, diyoruz.

Işın kırılırken iki ortam arasındaki kırıcılık indisleri (yoğunlukları) farkı ne kadar çoksa kırılma da o kadar fazla olur. Işın doğrultusunu daha fazla değiştirir. Hız değişimi de daha fazla olur.

Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçiş

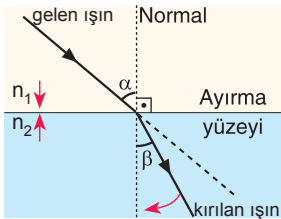


Çok yoğun (yani kırıcılık indisi daha büyük) olan ortama geçen ışın Normale yaklaşarak yoluna devam eder. Bu yaklaşma miktarı; kırıcılık indislerine ve gelme açısına bağlıdır.

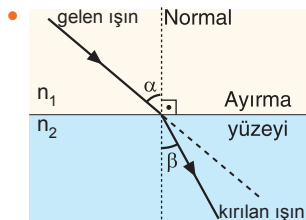
Kırılan ışığın izleyeceği yol gelme açısına, geldiği ve geçtiği ortamın kırıcılık indislerine bağlıdır. Bunu veren matematiksel ifadeye Snell yasası denir ama bu işlemlere girmiyoruz.

Fakat yorum yapabilmek için şunları bilmemiz lazım:

- İki ortamın kırıcılık indisleri arasındaki fark ne kadar fazlaysa kırılma (ışığın doğrultusundaki değişim) de o kadar fazla olur.



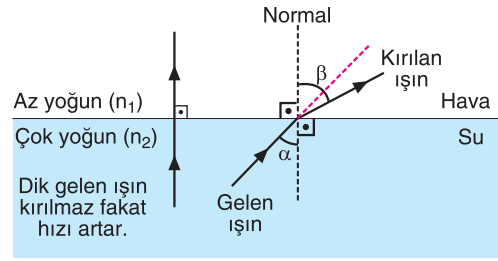
Gelme açısı aynı kalacak şekilde n_1 i azaltarak ya da n_2 yi artırarak kırıcılık indisleri farkını artırırsak, kırılma açısı (β) azalır. Ama hiç bir zaman sıfır olmaz.



Gelme açısı (α) azalır, kırılma açısı (β) da azalır. Ama hiç bir zaman sıfır olmaz. Küçük olan açının değişme miktarı daha azdır.

Ancak gelme açısı sıfır olursa yani ışık dik gelirse kırılma açısı da sıfır olur.

Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş



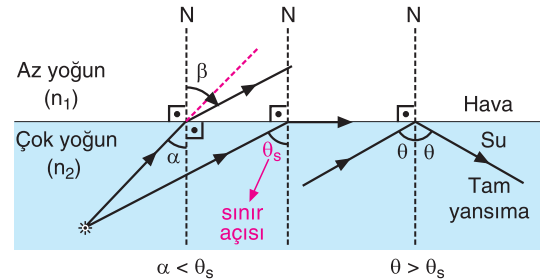
α açısıyla gelen ışın az yoğun ortama geçerken normalden uzaklaşarak β kırılma açısıyla çıkar.

- Yine aynı şekilde ortamlar arasındaki fark artarsa kırılma miktarı da artar.
- α gelme açısı artırılırsa, β kırılma açısı da artacaktır.

Tam Yansıma ve Sınır Açısı

β kırılma açısını 90° yapan gelme açısına **sınır açısı** denir.

Bu açıdan sonra kırılma olmaz. Işın yansıyarak kendi ortamına döner. Bu yansıma **tam yansıma** denir.



Tam yansıma durumunda artık kırılma yasaları geçerli değildir. Yansıma yasaları uygulanır.

Peki size bir soru: Sınır açısıyla gelen ışın yoluna devam ederken hangi ortamdadır?

Yukarıdaki durum için, havada mı suda mı?

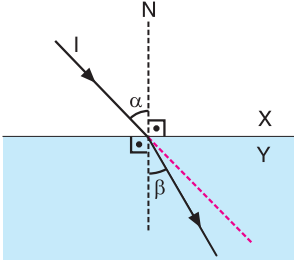
Buna genellikle ikisi arasında gibi komik bir cevap gelir. Fakat doğrusu; ışık kırıldığı için artık 2. ortama yani havaya geçmiştir.

- Tam yansıma, sadece kırıcılık indisi büyük olan ortamdan küçük olan ortama geçerken olur.
- Sınır açısı (θ_s) ortamlar arasındaki kırıcılık indisi farkı arttıkça küçülür.

Örneğin camdan havaya geçerken sınır açısı 42° iken sudan havaya geçişte 48° dir. ($n_{cam} > n_{su}$)

Şimdi kırılmaya ilgili sorulara geçebiliriz.

Örnek 1



I ışık ışınının saydam X, Y ortamlarında izlediği yol şekil-deki gibidir.

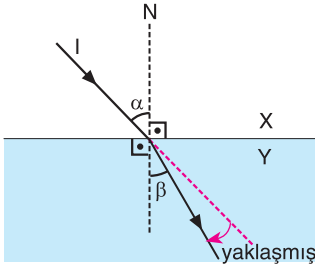
$\alpha > \beta$ olduğuna göre;

- I ışının Y ortamındaki hızı X'tekinden küçüktür.
- Y ortamının kırıcılık indisi X'inkinden büyüktür.
- Y ortamının kırıcılık indisi artarsa β açısı da artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 1

Kırıcılık indisi küçük olan ortamdan büyük olan ortama geçen ışık normale yaklaşarak kırılırdı.



β kırılma açısı, α gelme açısından küçük olduğuna göre ışın normale yaklaşmıştır.

Yani $n_Y > n_X$ tir.

II. Doğru

Işın kırıcılık indisi büyük olan ortamda daha yavaştır.

I. Doğru

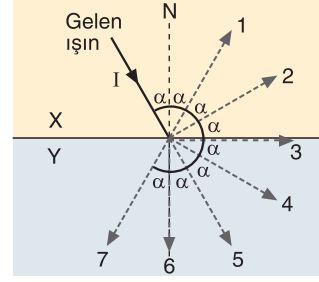
Ortamlar arasındaki kırıcılık indisi farklı olduğu için ışın kırıldı. Bu fark arttıkça kırılma da artar.

Kırılmanın artması, kırılan ışının normale daha da yaklaşması demektir.

Bu durumda β açısı azalmalıdır.

III. Yanlış

Örnek 2



X saydam ortamından Y saydam ortamına şekildeki gibi gelen I ışık ışını 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 yollarından hangilerini izleyebilir?

Çözüm 2

Bu örnekte kırılmayla ilgili **mutlaka bilmemiz gereken** durumları görecez.

Hangi yolları izleyebileceğini bulmak için sadece kırılma kanunlarını bilmemiz yeterli.

1 ve 2 yollarında ışın X ortamından Y ortamına geçememiş. Işınımız tam yansıma yaparsa Y ortamına geçmez, ama yansıma kanunlarına göre yansıması gerekir. (Gelme ve yansıma açıları eşit olmalı)

Tam yansıma için $n_X > n_Y$ ve α gelme açısı sınır açısından büyük olmalıdır. 1 yolunu tam yansıma yapmışsa izleyebilir. **Fakat 2 yolu yansıma kanunlarına uymaz.**

3 yolunu izleyebilir. Bunun için; $n_X > n_Y$ ve $\alpha = \theta_S$ olmalıdır.

4 yolunu izleyebilir. $n_X > n_Y$ olması şartıyla gelme açısı α iken 4 yolunu izlerse kırılma açısı 2α olur.

5 yolu gelen ışının doğrultusundadır. $n_X = n_Y$ ise ışın kırılmadan yoluna devam eder ve 5 yolunu izler.

$n_Y > n_X$ olursa ışın normale yaklaşarak kırılır ve kırılma açısı α dan küçük olmalıdır.

6 yolu direkt normalin üzerinde ve normalle yapılan açı sıfırdır. Bu yolu ancak normal üzerinden gelen ışın izleyebilir.

$n_Y > n_X$ olursa ışın 5 ile 6 arasında yol izlemelidir. Bu doğrultular üzerinde olamaz.

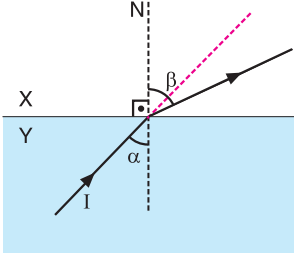
7 yolu ve gelen ışın normalin aynı tarafındadır. Işının bu yolu izlemesi mümkün değildir.

Kırılan ışın mutlaka normalin diğer tarafında olmalıdır.

O halde ışının izleyebileceği yollar; 1, 3, 4 ve 5 tir.

Örnek 3

X, Y saydam ortamlarında I ışık ışınının izlediği yol şekil-deki gibidir.



Y ortamının kırıcılık indisi artırılırsa ışığın izlediği yol nasıl değişir?

Çözüm 3

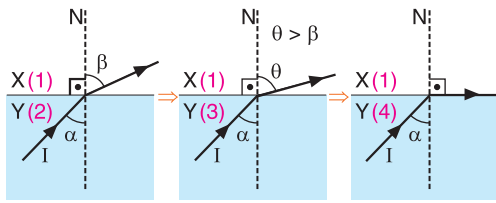
İzlediği yola baktığımızda Y ortamının kırıcılık indisinin X ten büyük olduğunu anlıyoruz. (Normalden uzaklaşarak kırılmış) Y nin kırıcılık indisi artarsa ışık daha çok kırılır ve β kırılma açısı büyür.

$\beta = 90^\circ$ olduktan sonra, n_Y (Y nin kırıcılık indisi) artarsa I ışını X ortamına geçemez tam yansıma yapar.

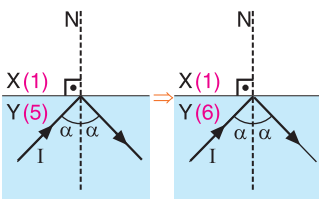
Yansımadan sonra n_Y nin artması artık ışığın yolunu değiştirmeyecektir. Yansıma açısı her zaman gelme açısına eşittir.

X ortamının kırıcılık indisini 1 kabul edip, Y ortamının kırıcılık indisini 2, 3, 4, 5, 6 kabul edersek; ışığın izlediği yol şekillerdeki gibi olur.

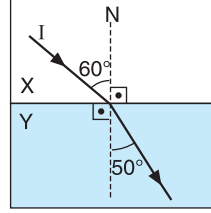
Fark arttıkça kırılma artar.



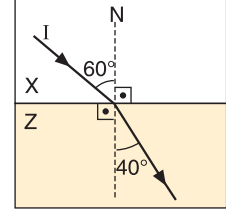
Fark arttıkça yansıma değişmez.

**Örnek 4**

X ortamından aynı açıyla gelen I ışık ışınının saydam Y ve Z ortamlarında izlediği yollar Şekil I ve Şekil II deki gibidir.



Şekil I



Şekil II

Buna göre, ortamların kırıcılık indisleri n_X , n_Y , n_Z arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 4

X ortamından 60° ile gelen ışın Y ortamına geçişte 50° , Z ortamına geçişte 40° ile kırılmış.

İki durumda da ışın normale yaklaştığı için $n_Y > n_X$ ve $n_Z > n_X$ tir. X in kırılma indisi Y ve Z den küçüktür.

Y ve Z arasında ilişki kurmak için; şöyle düşünüyoruz.

Ortamlar arasında kırıcılık indisi farkı ne kadar büyükse kırılma da o kadar fazla olur.

Işın Z ye geçerken, Y ye geçişe göre daha çok kırılmış. Buna göre, X - Z arasındaki fark daha fazla olmalı.

Yani n_Z en büyük olmalıdır. Bu durumda,

$$n_Z > n_Y > n_X \text{ tir.}$$

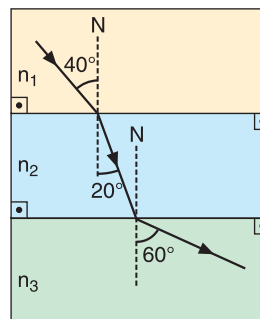
Hızları sorsaydı sıralama kırıcılık indislerinin tam tersi olurdu.

$$v_X > v_Y > v_Z$$

Şimdi bazı özel durumları görelim.

Bu durumlarda da bildiğimiz kırılma kanunlarını kullanıyoruz. Farklı bir şey söylemiyoruz. Fakat önceden incelemek soruyla karşılaştığımızda soruyu çözmemizi kolaylaştırır.

Birbirine paralel saydam ortamlar



Işık birbirine paralel ortamlardan geçiyorsa açılara bakarak doğrudan karşılaştırma yapılabilir.

Açının büyük olduğu ortamda hız büyük, kırıcılık indisi küçüktür.

60° olan ortamda hız en fazla, kırıcılık indisi en azdır.

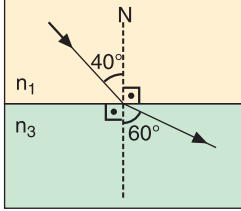
20° olan 2. ortamda hız en az, kırıcılık indisi en büyüktür.

Bu şekil için;

$$v_3 > v_1 > v_2 \text{ ve } n_2 > n_1 > n_3 \text{ olur.}$$

- Bu durumda aradan ortam çıkarmak veya paralel başka ortam eklemek yolu değiştirmez.

Mesela ışık 2.ortam aradan çıkarılıp, 1. ortamdan aynı açıyla 3. ortama gönderilirse;

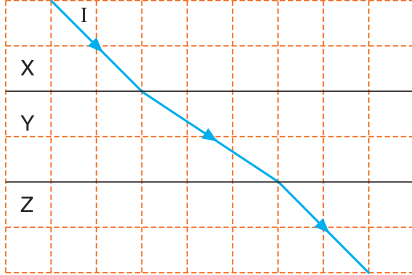


Işık 1. ortamdan yine 40° ile gelirse 3. ortama geçişinde 60° açı yapacaktır. (Dikkat; ortamlar paralelse tabii!)

Aradaki ortamı çıkarmak ışığın yolunu değiştirmedir.

Örnek 5

Saydam ve paralel X, Y, Z ortamlarında I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre, ortamların kırıcılık indisleri n_X , n_Y , n_Z arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 5

Eşit kareli bölmede açı değerlerine, karelere bakarak karar verebiliriz.

X ortamında ilerlerken düşeyde 2 kareye karşılık, yatayda da iki kare ilerlemiş; Y ortamında düşeyde iki kareye karşılık yatayda 3 kare ilerlemiş.

Z ortamında izlediği yol da X'in aynısı.

İlk söyleyebileceğimiz; X ve Z ortamlarında düşeyle (normalle) yapılan açılar aynı olduğu için, hız ve kırıcılık indislerinin aynı olduğudur.

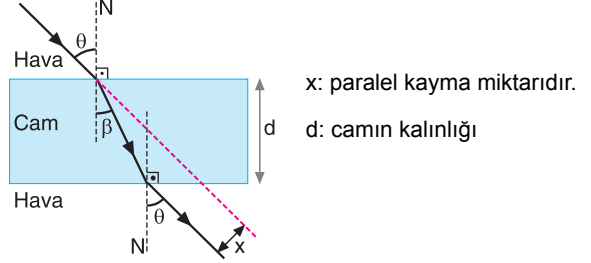
Y ortamında düşeyle (normal) daha büyük açı yaptığı için hız en büyük, kırıcılık indisi ise en küçüktür.

$$n_X = n_Z > n_Y \text{ hızlar ise, } v_Y > v_X = v_Z \text{ olur.}$$

Paralel Yüzlü Ortamdan Geçiş

Işık, paralel yüzlü saydam ortamlardan geçerken, ilk geliş doğrultusuna paralel başka bir doğru üzerinden yoluna devam eder.

Hava ortamında bulunan paralel yüzlü cama gelen ışığı inceleyelim:



x: paralel kayma miktarıdır.

d: camın kalınlığı

Işık havadan cama girince normale yaklaşarak kırıldı. Camdan havaya geçişte yine normalden aynı miktarda uzaklaştı ve ilk gelme doğrultusuna paralel çıktı.

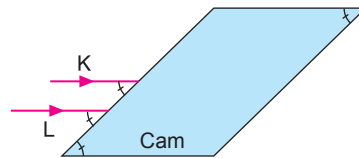
Paralel kayma miktarı x;

- Dış ortamın ve paralel yüzlü cismin kırıcılık indislerine,
- θ gelme açısına,
- Paralel yüzeyin kalınlığına bağlıdır.

- θ azalırsa, x azalır. Dik gelseydi ($\theta = 0$), doğrultusunu değiştirmeden çıkardı.
- Dış ortamın kırıcılık indisi azalır, ya da paralel yüzlü saydam ortamın kırıcılık indisi artarsa x artar. **Yani fark büyüdükçe kırılma artar ve sapma büyür.**
- Paralel yüzlü ortamın kalınlığı artarsa sapma (paralel kayma) miktarı artar.
- Işığın rengi de kayma miktarını etkiler.

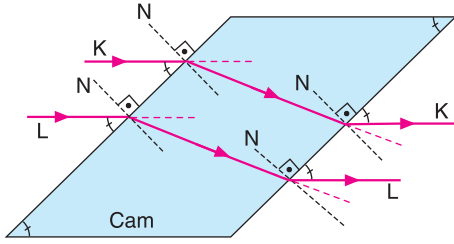
Örnek 6

Şekideki camdan yapılmış paralel kenarın tabanına paralel aynı renkli K ve L ışınları gönderiliyor.



Buna göre, K, L ışınları nasıl bir yol izler?

Çözüm 6



Paralelkenarda K, L ışınlarının geldiği yüzey karşı yüzeye paraleldir.

Işınların ikisi de cama girerken normale yaklaşarak kırılırlar. Çıkarken de aynı oranda normalden uzaklaşan K, L ışınları gelme doğrultularına paralel olarak karşı yüzeyden çıkmış olurlar.

Işınlar paralel kaymaya uğramıştır.

Algı Yanılması

Görme olayı cisimden gelen ışınların göze ulaşmasıyla oluşur. Göz, cismi kendine ulaşan ışınların uzantısı üzerinde görür.

Cisim ve göz aynı ortamdaysa ve ışınlar kırılmadan cisimden göze geliyorsa, cisim olduğu yerde görülür.

Işık göze gelirken kırılmaya uğrarsa, göze gelen ışınların uzantısı cismin olduğu yerden farklı bir yerde olur. Cisim farklı bir yerde algılanır. Bu olaya algı yanılması denir.

Gökyüzünde gördüğümüz yıldızların bir çoğu gördüğümüz yerden farklı konumdadır. Yıldızın ışığı atmosferden geçerken kırılmaya uğradığı için bu ışınların uzantıları yıldızın gerçek konumundan farklı yerde olur.

Aynı şekilde çok sıcak havalarda hava yoğunluğunun değişmesi sonucu yere yakın yerlerde ışık kırılma ve tam yansıma uğrar.

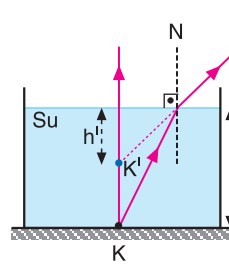
Bu nedenle yere yakın yerde sanki su varmış gibi bir görüntü oluşturur bu olaya **serap olayı** denir.



Göz ve cisim kırıcılık indisi farklı ortamlarda bulunursa, cisimden çıkan ışınlar göze gelirken kırılmaya uğrar ve cismin yeri olduğundan farklı algılanır. Cismin bu görünen uzaklığına **görülür uzaklık** denir.

Havuzun kenarından baktığımızda olduğundan daha az derinmiş gibi görünmesi, su içindeki insanların daha kısa boylu gözükmesi bu yüzdendir.

• Kırıcılık indisi küçük olan ortamdan büyük olan ortama bakmak.



Havadan su içindeki bir noktaya normale yakın doğrultudan bakan bir göz olsun.

K cisiminden çıkan ışınlar göze giderken sudan havaya çıkması sırasında normalden uzaklaşarak kırılıp şekildeki yolu izler.

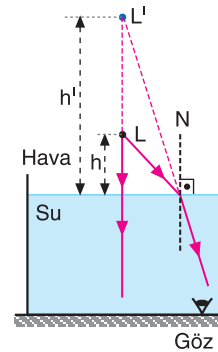
h : gerçek uzaklık h' : görünen uzaklık

Göz K cismini kendine gelen ışının uzantısı üzerindeki K' noktasında görür.

Çok kırıcı ortamdaki cisim, az kırıcı ortamdan bakan gözlemci için olduğundan yakın algılanır.

Havuzun derinliğini olduğundan az görmemizin sebebi havuz tabanının daha yukarıda algılanmasıdır.

• Kırıcılık indisi büyük olan ortamdan küçük olan ortama bakmak.



Su içindeki göz, havadaki L cismine baktığında, göze gelen ışınlar suya girerken kırılarak normale yaklaşır.

Şekildeki gibi yol izleyen ışınların uzantısı L' noktasında kesişir ve cismin görüntüsü L' noktasında oluşur.

Yani cisim olduğundan uzakta görülür.

Gözün bulunduğu ortama göre, daha çok kırıcı ortamda bulunan cisimler daha yakında görülür.

Gözün bulunduğu ortama göre, daha az kırıcı ortamdaki cisimlerse olduklarından uzakta görülürler.

Konunun başında belirttiğimiz gibi normale yakın doğrultudan bakılmazsa cismin görüntüsü yatayda da yer değişir. Sadece yakın ya da uzak değil, aynı zamanda sağa veya sola kaymış görülürler.

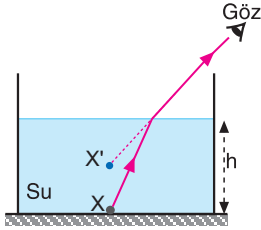
Cisimlerin algı yanılmasından dolayı görüneceği uzaklığın hesaplanması için matematiksel ifadeler (yani formül) girmiyoruz.

Ama şunları bilmeliyiz:

- Yakın ya da uzak görmenin nedeni ışığın kırılması olduğuna göre, göz ve cismin bulunduğu ortamın kırıcılık indisleri arasındaki fark ne kadar büyükse yakın veya uzak görme de o kadar fazla olur.
- Görünür derinlik ya da uzaklık aynı zamanda gerçek derinlik ve uzaklıkla da doğru orantılıdır.

Örnek 7

Şekildeki h yüksekliğinde su bulunan kabın tabanındaki X cismini dışardan bakan göz X' olarak su yüzeyine daha yakın görüyor.



Buna göre, gözün cismi sıvının üst yüzeyine daha yakın görmesi için,

- Kaptaki su yüksekliği artırmak
- Su yerine kırıcılık indisi daha büyük sıvı koymak
- Kaba daha yakından bakmak

işlemlerinden hangisi tek başına yapılabilir?

Çözüm 7

Cismin olduğundan farklı konumda görünmesinin nedeni ışığın kırılmasıydı. Gözün bulunduğu ortamdan daha kırıcı ortamdaki cisim olduğundan yakın görülür.

Sadece kaptaki suyun yüksekliği artırılırsa, kırıcı ortamın cinsi değişmeyeceği için ışığın kırılma açısı değişmez.

Kırılmadan dolayı cismin yaklaşma oranı aynı kalacaktır. Fakat sıvı derinliği değişince yaklaşma miktarı artar.

Sayılarla anlatırsak daha iyi anlaşılır.

Mesela 10 cm derindeki cisim kırılmadan dolayı 8 cm derinde gözüksün. Sıvı miktarı artınca oran değişmeyeceği için sıvı derinliği 20 cm olursa aynı oranla 16 cm derinde görülür. Cisim bulunduğu konumdan daha yakın olacaktır ama su seviyeside artacağı için su yüzeyine uzaklık azalmaz artar.

Cismin gerçek ve görülür derinliği arasındaki farkı sorsaydı artar derdik. Ama su yüzeyine uzaklığı azalmayıp artacaktır. **I yanlış**

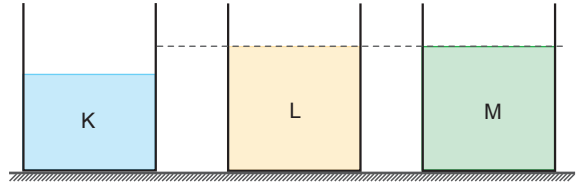
Su yerine daha kırıcı bir sıvıyı aynı yükseklikte doldurursak kırılma artacağı için su yüzeyine ilk durumdan daha yakın görünecektir. **II doğru**

Kaba daha yakından bakmak görüntüyü göze yaklaştıracaktır ama su yüzeyine uzaklığı etkilemez. **III yanlış**

yanıt yalnız II

Örnek 8

K, L ve M sıvılarıyla dolu kaplardaki sıvı yükseklikleri şekildeki gibidir.



Kaplara hava ortamından normale yakın doğrultudan bakan bir gözlemci K ve L kaplarındaki sıvı yüksekliklerini eşit, M dekinin bunlardan fazla olarak görüyor.

Buna göre, sıvıların kırıcılık indisleri n_K , n_L ve n_M arasındaki ilişki nedir?

Çözüm 8

Hava ortamından sıvılara bakan gözlemci sıvı derinliklerinin hepsini olduğundan daha az görecektir. K ve L sıvılarını eşit yükseklikte görüyormuş.

L sıvısı gerçekte daha derin olduğuna göre, demek ki L sıvısında daha çok kırılma olmuş. $n_L > n_K$ olmalıdır.

L ve M sıvılarının gerçek derinlikleri eşit. Fakat M sıvısının derinliğini daha fazla görüyor.

Demek ki M sıvısında ışınlar L kadar fazla kırılmaya uğramamış. L sıvısı M den daha kırıcı. $n_L > n_M$ olmalıdır.

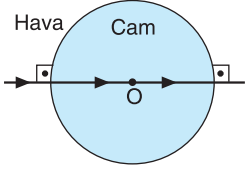
Bu durumda L nin kırıcılık indisi en büyüktür. Fakat K ve M hakkında kesin birşey söyleyemeyiz.

Küresel yüzeylerde kırılma

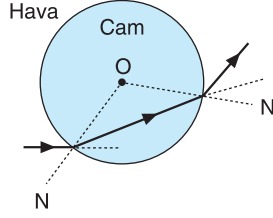
Küresel yüzeylerde kırılma gerçekleşirken yine bildiğimiz kırılma kanunları geçerlidir. Fakat burada iki ortamı ayıran yüzey düzlem değil de eğrisel (küresel) olduğu için normal çizerken dikkat etmemiz gerekir.

Küresel yüzeylere normal çizerken doğrumuz kürenin merkezinden geçmelidir. Merkezden geçen bütün doğrular yüzeye dik olur.

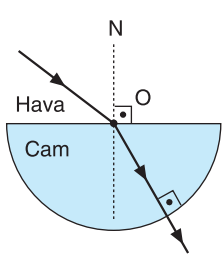
Hava ortamındaki küresel cam içinde ışığın izlediği yolları çizelim.



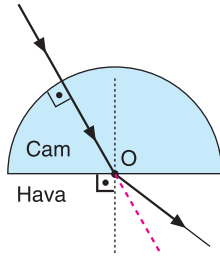
Cama dik gelen ışın O dan geçerek camdan dik olarak çıkar.



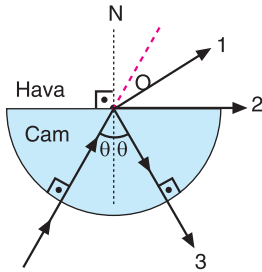
Cama girerken normale yaklaşıp kırılan ışın, çıkarken normalden uzaklaşarak kırılıp çıkar.



Işın O noktasına gelmesine rağmen yüzeye dik olmadığı için normale yaklaşıp kırılır. Çıkarken O'dan geldiği için diktir ve kırılmadan çıkar.



Işın O'ya doğru geldiği için diktir. Kırılmadan cama girer. Camdan çıkarken O'ya gelmiştir fakat dik olmadığı için normalden uzaklaşarak kırılır.

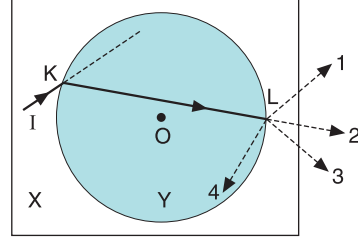


Cam küreye dik olarak gelen ışın kırılmadan girer. O noktasına geldiğinde normalle yaptığı açı (θ) değerine göre,

- $\theta < \theta_{\text{sınır}}$ ise 1 yolunu izler, kırılarak havaya çıkar.
- $\theta = \theta_{\text{sınır}}$ ise 2 yolunu izler, kırılma açısı 90° olur.
- $\theta > \theta_{\text{sınır}}$ ise 3 yolunu izler, tam yansıma yapar. Yine yüzeye dik geldiği için kırılmadan çıkar.

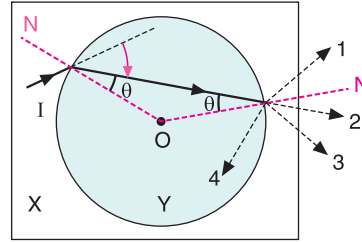
Örnek 9

Saydam X ortamında bulunan, saydam ve küresel Y ortamına K noktasından giren I ışık ışını, şekildeki yolu izleyerek L noktasına geliyor.



Bu göre, ışının bundan sonra izleyeceği yol nasıl olacaktır?

Çözüm 9



Işının Y ortamına girerken izlediği yola bakalım.

Normali çizmek görmemizi kolaylaştırır.

Işın normale yaklaşıp kırılmış. Yani Y ortamının kırıcılığı X'ten büyüktür.

O zaman ışın Y'den tekrar X ortamına çıkarken normalden uzaklaşmalıdır.

2 yolu Y den gelen ışının uzantısıdır ve kırılmaya uğrayacağı için bu yolu izleyemez.

1 yolunu izlerse normalin diğer tarafına geçmiş olur. Bu yüzden 1 yolunu da izleyemez.

Normalden uzaklaşacak olan ışın 3 yolunu izleyebilir.

4 yolunda ışın Y den X e çıkamayıp tam yansıma yapmış.

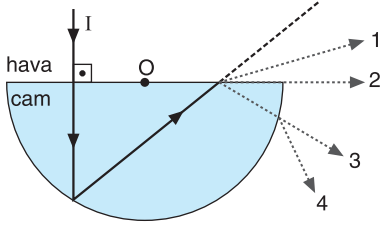
Çok kırıcı ortamdan az kırıcıya geçerken tam yansıma olabilir. Fakat burada mümkün değil.

Işının Y'ye girerken ve çıkarken normalle yaptığı açı (Şekilde θ ile gösterilen) aynı olduğu için X'ten Y ortamına giren ışın Y'den de X'e çıkacaktır.

Tam yansıma yapamaz.

Cevap yalnız 3 yoludur.

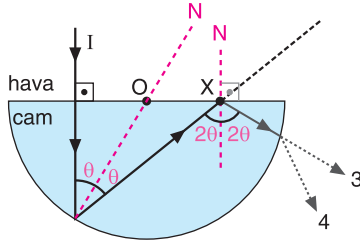
Örnek 10



O merkezli saydam, camdan yapılmış yarım küreye gelen I ışık ışınının izlediği yolun bir kısmı şekildeki gibidir.

Buna göre, I ışık ışını yoluna nasıl devam eder?

Çözüm 10



Işının izlediği yolu takip edersek; cama dik geldiği için kırılmadan cama giren ışın camdan dışarı (havaya) çıkamamış.

Işının cam içinde normalle yaptığı açı θ ise, normalle aynı açıyı yaparak yansır. Bu durumda ($\theta > \theta_{\text{sınır}}$). Sınır açısının θ 'dan küçük olduğunu anlarız.

Işın yansıdıktan sonra X noktasına geldiğinde burada normalle yaptığı açı 2θ olur. (Birazcık geometri lazım ☺)

Bu durumda sınır açısından büyük açıyla geldiği için burada da tam yansıma yapmalıdır.

Buna göre, 1 ve 2 yolunu izlemesi mümkün değil.

Yansıdıktan sonra da havaya, normalden uzaklaşarak çıkmalıdır.

3 yolu, hiç kırılmadan devam eden ışının izleyeceği yol olduğu için mümkün değildir. Bu durumda ışın **4 yolunu izleyerek yoluna devam edebilir.**



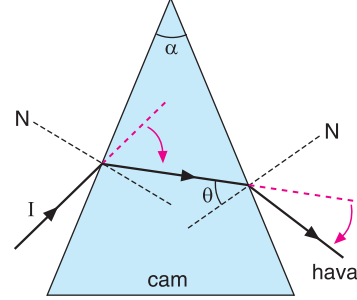
DİKKAT

Algı yanlışlığında az kırıcı ortamdaki cisme bakan gözlemci cismi olduğundan yakın görür demistik. Küresel yüzeylerde bu her zaman böyle olmaz. O yüzden ışın çizip kırılmaları bakmak gerekir.

PRİZMALAR

Kesiti üçgen şeklinde olan kırıcı saydam ortamlara prizma denir.

Işık prizmaya girerken ve çıkarken iki kere kırılır.



Önce normale yaklaşarak, sonra uzaklaşarak kırılan ışın prizmada tabana yaklaşır.

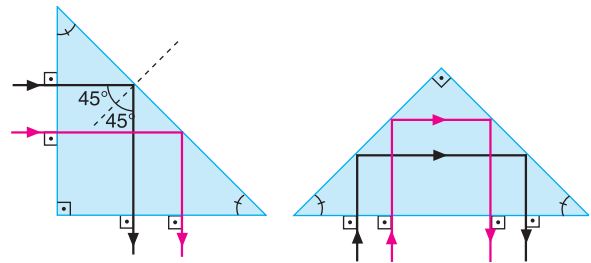
Işının çıkarken prizma yüzeyinin normali ile yaptığı θ açısı, sınır açısından büyükse ışın havaya çıkmadan tam yansıma da yapabilir.

Prizmalar beyaz ışığı renklerine ayırır. Bunu sonraki başlığımız olan renk konusunda görecez.

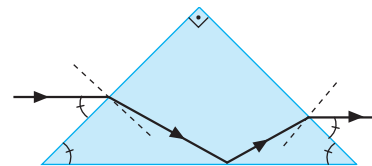
Tam yansımali prizma

Camdan yapılan, ikizkenar dik üçgen şeklinde kesiti olan prizmalara tam yansımali prizma denir.

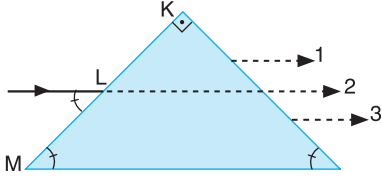
Camdan havaya geçişte sınır açısı 42° olduğu için ışın tam yansımali prizmalarda belli yollar izler.



Tam yansımali prizmada tabana paralel gelen ışın tabana paralel olarak prizmadan çıkar.



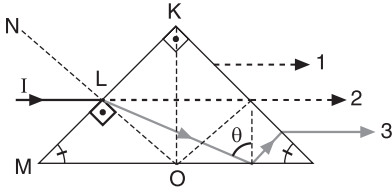
Örnek 11



Şekildeki tam yansımali cam prizmanın KM yüzeyinin tam ortasındaki L noktasına tabana paralel olarak gelen I ışık ışını prizmada 1, 2, 3 yollarından hangisi gibi çıkar? ($KL = LM$)

Çözüm 11

Kırılma kanunlarına göre I ışık ışının izleyeceği yolu çizelim.



Prizmaya gelen ışın normale yaklaşarak kırılır.

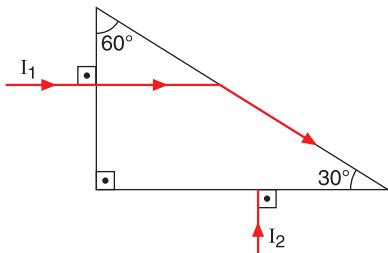
LO doğrultusu normal olduğu için bu yolu izleyemez.

LO doğrultusunu izleseydi 2 numaralı yolu izleyerek çıkardı.

Tabana gelen ışın sınır açılarından büyük açıyla geldiği için ($\theta > 45^\circ$) tabandan yansır ve karşı yüzeye aynı açıyla geldiğinden tabana paralel olarak 3 numaralı ışın gibi çıkar.

Örnek 12

Kesiti şekildeki gibi olan saydam prizmaya gelen I_1 ışını gösterilen yolu izliyor.



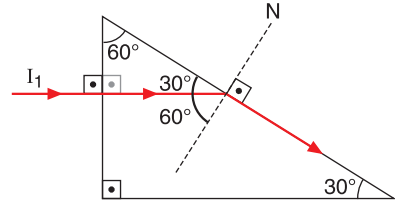
Buna göre, I_2 ışınının izleyeceği yol nasıl olur?

Çözüm 12

I_1 ışınının izlediği yolu inceleyerek prizma hakkında bilgi edinmemiz gerekiyor.

Sonra buna göre I_2 nin izleyeceği yolu bulacağız.

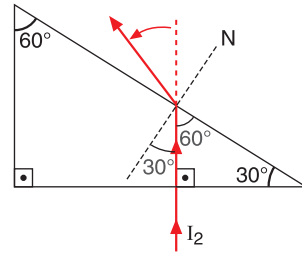
Prizmaya dik gelen I_1 ışını yüzeye dik olarak geldiği için kırılmadan prizmaya girmiştir.



Geometri bilgilerimizi kullanarak dışarı çıkmak isteyen ışın için gelme açısının 60° olduğunu görebiliriz.

60° ile gelen ışın için kırılma açısının 90° olması sınır açısının 60° olduğunu gösterir. Şimdi I_2 ışınının yolunu bulalım.

I_2 ışını prizmaya dik geldiği için kırılmadan prizmaya girer.



2. yüzeye gelen ışın 30° ile geldiği için ($30^\circ < \theta_{\text{sınır}}$) havaya şekildeki gibi normalden uzaklaşarak çıkacaktır.



DİKKAT

Prizmalar cisimlerin görüntüsünü boyunu değiştirmeden çevirirler. Projeksiyon cihazı gibi bir çok alet gerçek ve ters görüntü oluşturur.

Bu görüntülerin perde veya ekrana düz olarak yansıtılması için prizmalar kullanılır.

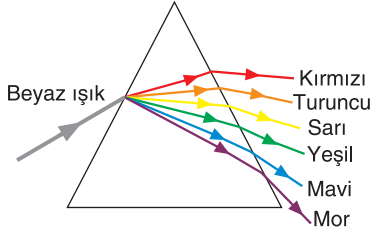
Prizmaların kullanım alanları içinde dürbün, mikroskop gibi bir çok optik alet vardır.

RENK

Beyaz ışık dediğimizde içinde tüm renklerin bulunduğu bir ışık demeti düşünülmelidir.

Beyaz ışık saydam bir prizmaya geldiğinde içinde bulunan tüm renkler ayrışır. Bu renkler temel renklerdir.

Işığın prizmadaki bu ayrışmasına ışık tayfı denir. Gökkuşağının renkleri de bulutlardaki su damlacıklarında ayrı-şan güneş ışığının tayfidir.



Bu ayrışma, her renk için kırılmanın farklı açılarla olacağı anlamına gelir. Yukarıdaki sıralama değişmez. **Kırmızı en az, mor en çok kırılan renktir.**

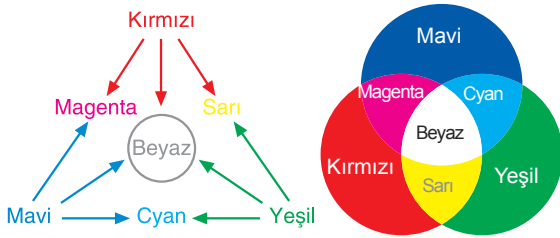
Kırılma konusu boyunca çözdüğümüz her soruda gelen, gönderilen ışınlar tek renk ışınlardır.

Kırıcı ortamda her rengin kırılma miktarı gibi hızı da farklıdır.

Beyaz ışık içindeki bu renklerden **kırmızı, mavi ve yeşil** renklere ışık için **ana renk** diyoruz.

Gözümüz bu üç renge karşı duyarlıdır. Renkli görme bu sayede olur.

Üç ana rengin karışımı beyaz olur.



Kırmızı + Mavi = Magenta

Kırmızı + Yeşil = Sarı

Mavi + Yeşil = Cyan

Bu renklere de ara renkler veya ikincil renkler denir.

Ana renkle, şekle göre karşısındaki ara renk karışımı da beyaz olur.

Magenta + Yeşil = Beyaz

Sarı + Mavi = Beyaz

Cyan + Kırmızı = Beyaz

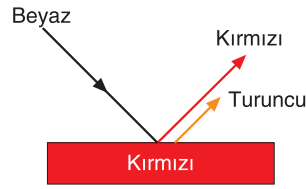
Görme olayı, bir cisim veya yüzeyden yansıyan ışının göze ulaşmasıyla gerçekleşir. Cismin rengini de gelen ışınların rengi (yani yansıyanlar) belirler.

Renkli Görme

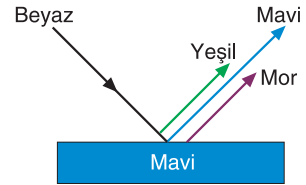
Bir yüzey, üzerine düşen her rengi yansıtıyorsa **Beyaz**, hiç bir rengi yansıtmıyorsa **siyah** olarak isimlendirilir. Siyah dediğimiz yüzeyler, üzerine düşen tüm ışığı soğurur ve yansıtmaz.

- **Ana renge sahip yüzeyler kendi rengini güçlü, komşularını zayıf olarak yansıtır.**

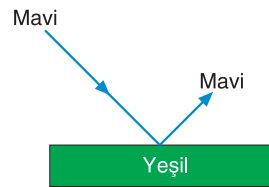
Zayıf geçen ışınların rengi algılanmaz.



Örneğin, kırmızı yüzeye beyaz ışık gelirse, kırmızı güçlü, turuncu zayıf olarak yansır. **Göz, yüzeyi kırmızı görür.**

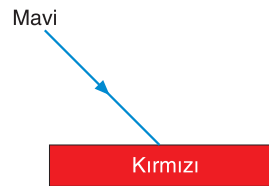


Mavi yüzeye beyaz ışık gelirse, mavi ışık güçlü olarak, yeşil ve mor (komşular) zayıf olarak yansır. **Göz yüzeyi mavi görür.**



Mavi ışık yeşil yüzeye düşerse yüzey mavi rengi zayıf olarak yansıtır. Zayıf yansıyan renkler göz tarafından algılanamaz ve renkli görülmez.

Yeşil cisim siyah görülür.

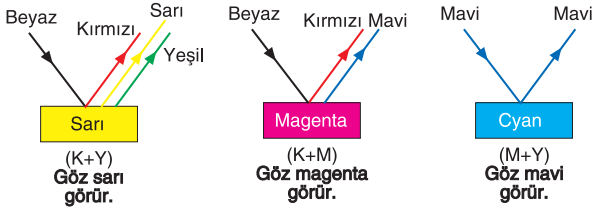


Kırmızı yüzeye mavi ışık düşerse komşusu bile olmadığı için hiç ışık yansımaz. Tamamı soğrulur. **Göz yüzeyi siyah görür.**

Yüzey ışığı yukarıdaki örnekte olduğu gibi zayıf olarak yansıttığında da renk algılanmaz. Siyahın tonu olarak görülür.

Bunu şu örnekle anlatalım. Gece su içmek için kalktınız. Işıklar kapalıyken sağa sola çarpmadan hareket edebilirsiniz ortamdaki zayıf ışık cisimlerin yerini ve şeklini kabaca algılamaya yeter ama rengini algılayamayız.

- Ara renkte olan yüzey ve cisimler kendilerini oluşturan renkleri ve kendi rengini güçlü olarak yansıtır.

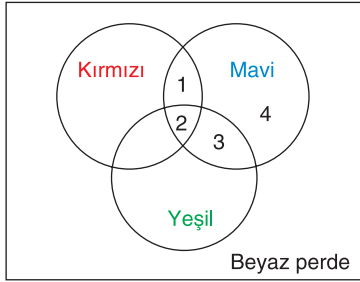


DİKKAT

Yukarıdaki şekilde sarı cisim üzerine beyaz ışık düşünce yansıyanlar arasında sarı renkte var. Cisim sarı renk görünüyor. Bu cismin üzerine sadece kırmızı ve yeşil ışık düşseydi göz cismi yine sarı olarak görürdü.

Beyaz ışık içindeki sarı ile kırmızı + yeşil rengin oluşturduğu sarı farklıdır. Beyaz ışık içindeki sarı tek dalga boyuyken karışım olan sarı içinde iki renkte ayrı ayrı vardır. Ama göz bu renkleri beraber sarı olarak algılar.

Örnek 13



Karanlık bir ortamda kırmızı, mavi ve yeşil ışıkların şekildeki gibi eşit şiddette düşürüldüğü beyaz perde üzerindeki numaralı bölgeler hangi renklerde görülür?

Çözüm 13

1 numaralı bölgeye kırmızı + mavi ışık geldiği için **magenta**, 2 numaralı bölgeye üç ana renk eşit şiddette geldiği için **beyaz**, 3 numaralı bölgeye mavi ve yeşil ışık geldiği için **cyan**, 4 numaralı bölgeye sadece mavi ışık geldiği için **mavi** görülür.

Perdenin geri kalan kısımları, ışık almayan bölgeler **siyah** renkte olur, yani görülmezler.

- Bazı sorularda perde beyaz renkli olmayabilir. Bu durumda perdeden hangi renklerin yansıyacağına çok dikkat etmelisiniz.

Peki kahverengi veya lila nasıl oluşur?

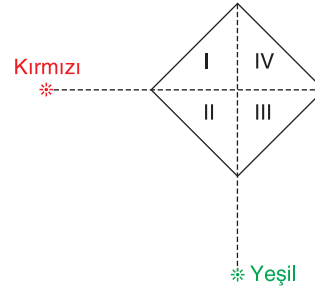
Soruda da belirtilen bir duruma eminim dikkat etmediniz.

Üç ana rengin beyazı oluşturabilmesi için **aynı şiddette** yüzeye gelmesi gerekir.

Cep telefonlarınızın, monitörlerinizin üzerinde yazdığı ve reklamlarında duyduğumuz 16 milyon renk, hepsi bu üç ana rengin belli oranlarda karışımı ile oluşur. Eşit şiddette karışınca beyaz olan bu renkler, tüm renkleri oluşturan asıl üçlüdür.

Bu renklerin farklı oranlarda karışması farklı tonları oluşturur.

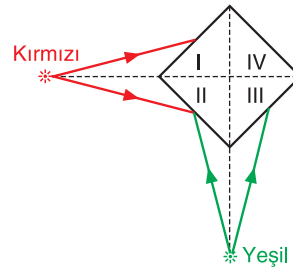
Örnek 14



Karanlık bir ortamda şekildeki gibi yerleştirilen beyaz renkli bir küp, kırmızı ve yeşil ışık kaynaklarıyla, aydınlatılıyor.

Buna göre, küpün I, II, III ve IV yüzeyleri ne renk görülür?

Çözüm 14



Kaynaklardan şekildeki gibi ışık alacak olan cismin,

I. yüzeyine sadece kırmızı ışık gelir.

II. yüzeyine kırmızı ve yeşil ışık gelir.

III. yüzeyine sadece yeşil ışık gelir.

IV. yüzeyi hiç ışık almaz ve karanlık görülür.

I. kırmızı, III. yeşil

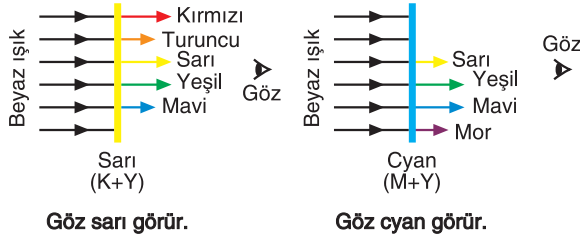
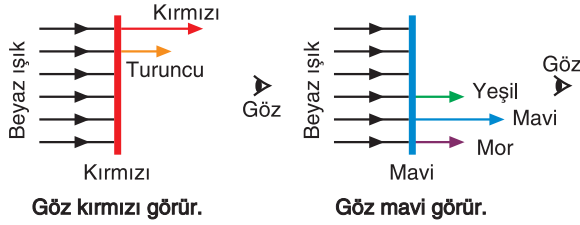
II. kırmızı + yeşil = sarı görülür.

Filtreler (Renkli Camlar)

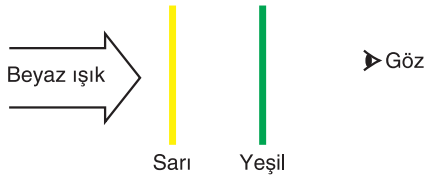
Renkli camlar kendi rengindeki ışığı geçirip diğerlerini geçirmediği için filtre olarak isimlendirilir.

Tıpkı yansımada olduğu gibi;

- Ana renkteki cam kendi rengini güçlü, komşu renkleri zayıf geçirir.
- Ara renkteki cam kendisi ve kendisini oluşturan ana renkleri güçlü geçirir.



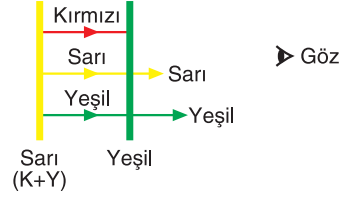
Örnek 15



Sarı ve yeşil filtreler arkasından beyaz ışık demetine bakan gözlemci hangi renk görür?

Çözüm 15

Sarı filtre ara renk olduğu için kendini oluşturan kırmızı ve yeşil rengi güçlü olarak geçirir, kendi rengi olduğu için sarıda geçer.



İkinci yeşil filtre yeşil rengi güçlü olarak geçirirken komşu sarı rengi zayıf geçirir. Göz yeşil olarak görür.

- Soruda hangi renkler geçer veya hangi renk görülür diye sorduğunda dikkat etmek gerekir. Zayıf geçen renkler göz tarafından renkli algılanamaz. Ama geçmişlerdir.

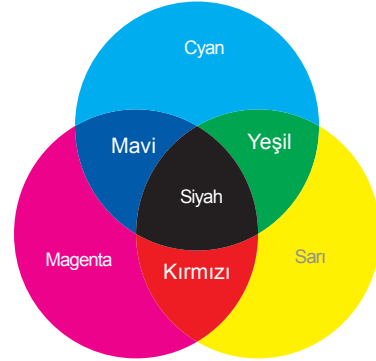
Boya Renkleri

Suluboya yapan herkes bilir. Mavi ve sarı boyayı karıştırdığımızda yeşil elde ederiz. Biz ise konunun başından beri kırmızı + yeşil = sarı diyoruz.

Buraya kadar anlattığımız renkler ışık renkleri idi. Boya renkleri ışıktakinden farklıdır.

İşıktaki ara renk dediğimiz Magenta, Cyan ve Sarı boyada ana renklerimizdir. Işıktaki ana renkler de boyada ara renktir.

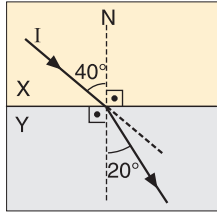
İşıktaki üç ana renk beyazı oluştururken boyadaki ana renklerin karışımı siyah olur. Bu renkler şekildeki gibidir.



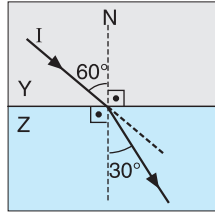
Cep telefonlarımızın, bilgisayarlarımızın ekranları renkleri ışıqla oluşturur. Fakat elinizdeki bu kitap, gazete ve dergilerdeki renkler boyalarla elde edilir.

Gazete sayfasının en alt kısmında sınıra yakın renkli dört nokta görürsünüz. Bunlar siyah, magenta, cyan ve sarıdır. Yani baskıda kullanılan renkler.

1. I ışık ışınının saydam X, Y, Z ortamlarında izlediği yol şekillerdeki gibidir.



Şekil I

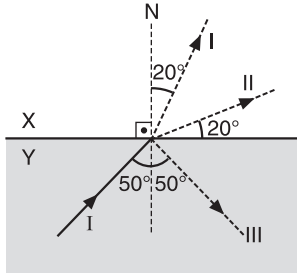


Şekil II

Ortamların kırıcılık indisleri n_X , n_Y , n_Z olduğuna göre, bu indisler arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_X > n_Y > n_Z$ B) $n_X = n_Y > n_Z$
 C) $n_X = n_Z > n_Y$ D) $n_Z > n_Y > n_X$
 E) $n_Z > n_X = n_Y$

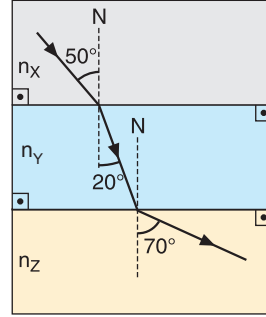
2. Saydam X, Y ortamlarından Y ortamının kırıcılık indisi $n_Y = 2$ dir.



Y ortamından gelen I ışık ışınının kesikli çizgilerle gösterilen I, II, III yollarını izleyebilmesi için X ortamının kırıcılık indisi n_X aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

	I	II	III
A)	3	1,5	1
B)	2	3	2,5
C)	1	1,5	2
D)	3	2	1
E)	2	3	1

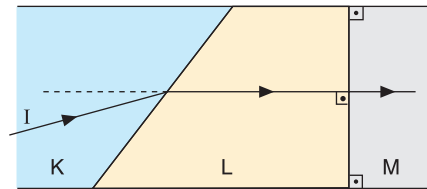
3. Saydam, paralel X, Y, Z ortamlarında I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Ortamların kırıcılık indisleri n_X , n_Y , n_Z olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_X > n_Z > n_Y$ B) $n_Z > n_X > n_Y$
 C) $n_Y > n_X > n_Z$ D) $n_X = n_Z > n_Y$
 E) $n_Y = n_Z > n_X$

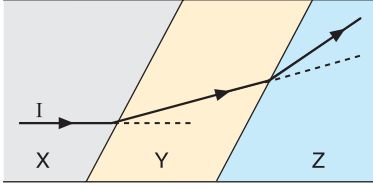
4. I ışık ışınının saydam K, L, M ortamlarında izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre, ortamların kırıcılık indisleri n_K , n_L , n_M hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) $n_L > n_K > n_M$
 B) $n_L = n_M > n_K$
 C) $n_L > n_K$, n_M için kesin birşey söylenemez.
 D) $n_K > n_L$, n_M için kesin birşey söylenemez.
 E) $n_K = n_L = n_M$

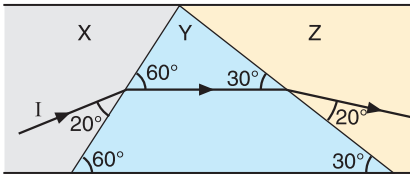
5. Saydam X, Y, Z ortamlarında I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre, ışığın bu ortamlardaki hızları v_X , v_Y , v_Z arasındaki ilişki nedir?

- A) $v_X > v_Y > v_Z$ B) $v_Y > v_Z > v_X$
 C) $v_Z > v_X > v_Y$ D) $v_Z > v_Y > v_X$
 E) $v_X > v_Y = v_Z$

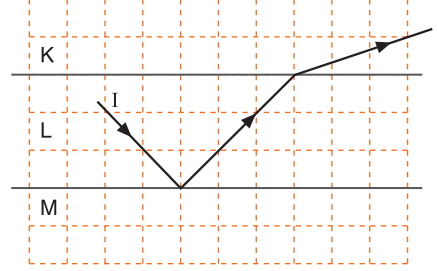
6. I ışık ışınının saydam X, Y, Z ortamlarında izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre, ortamların kırıcılık indisleri n_X , n_Y , n_Z arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_Y > n_X > n_Z$ B) $n_Y > n_Z > n_X$
 C) $n_X = n_Z > n_Y$ D) $n_Y > n_X = n_Z$
 E) $n_X = n_Y = n_Z$

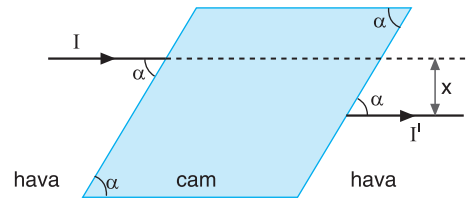
7. Birbirine paralel ve saydam K, L, M ortamlarında I ışık ışını şekildeki yolu izlemektedir.



Buna göre, ortamların kırıcılık indisleri n_K , n_L , n_M arasındaki ilişki nedir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) $n_L > n_K > n_M$ B) $n_K > n_M > n_L$
 C) $n_L > n_M > n_K$ D) $n_L = n_M > n_K$
 E) $n_K = n_L > n_M$

8. Camdan yapılmış şekildeki paralelkenara gelen I ışık ışını camı I' olarak geliş doğrultusunun x kadar altından terk ediyor.



Buna göre,

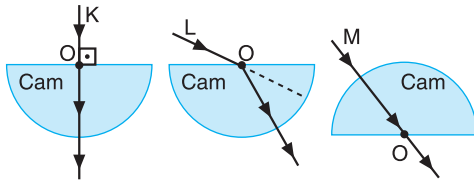
- I. Camın kırıcılık indisi artarsa x artar.
 II. Cam, hava yerine su içinde olsa x azalır.
 III. Başka renk ışık kullanılırsa x değişmez.

yargılarından hangileri **yanlıştır**?

$$(n_{\text{hava}} < n_{\text{su}} < n_{\text{cam}})$$

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) II ve III E) I, II ve III

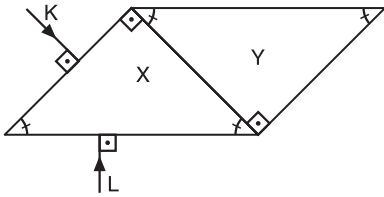
9.



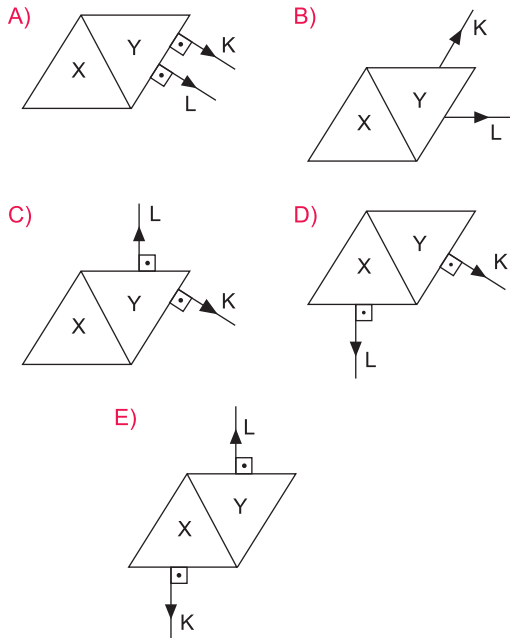
Camdan yapılmış O merkezli yarım kürelere gönderilen şekildeki K, L, M ışınlarından hangilerinin izlediği yollar doğru gösterilmiştir?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M
D) K ve L E) K, L ve M

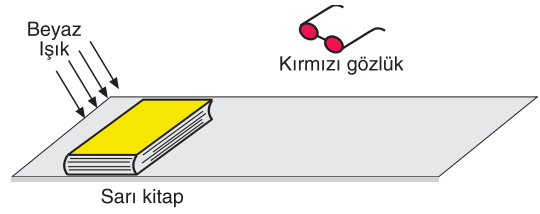
10. Camdan yapılmış tam yansımali X, Y prizmaları şekildeki gibi birleştirilip aynı renkli K ve L ışınları gönderiliyor.



Buna göre K, L ışınlarının prizmaları terkediş aşağıdakilerden hangisinde doğru gösterilmiştir? (Camdan havaya, $\theta_s = 42^\circ$)



11.

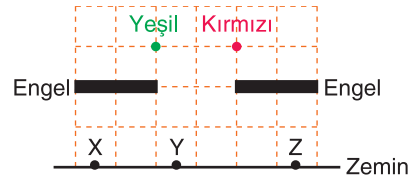


Bir çocuk karanlık bir ortamda beyaz ışıkla aydınlatılan sarı renkli kitaba kırmızı gözlükle ve gözlüksüz olarak bakıyor.

Buna göre, çocuk kitabı gözlüklü ve gözlüksüz olarak hangi renklerde görür?

Gözlüklü	Gözlüksüz
A) Sarı	Sarı
B) Kırmızı	Beyaz
C) Yeşil	Sarı
D) Kırmızı	Sarı
E) Siyah	Kırmızı

12. Kırmızı ve yeşil renkli noktasal ışık kaynakları kullanarak zemin aydınlatılıyor.



Kaynaklarla zemin arasındaki engeller saydam olmadığına göre, zemindeki X, Y, Z noktaları hangi renkte görülür? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

X	Y	Z
A) Kırmızı	Sarı	Yeşil
B) Siyah	Sarı	Yeşil
C) Kırmızı	Sarı	Siyah
D) Kırmızı	Beyaz	Yeşil
E) Kırmızı	Kırmızı	Yeşil

1.D

2.A

3.C

4.C

5.D

6.B

7.A

8.C

9.D

10.C

11.D

12.A

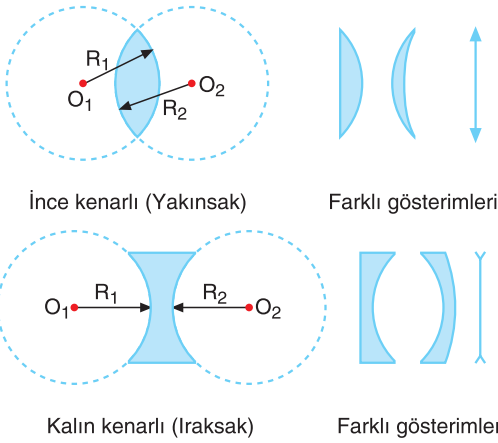
6.

MERCEKLER - GÖZ VE OPTİK ALETLER

MERCEK

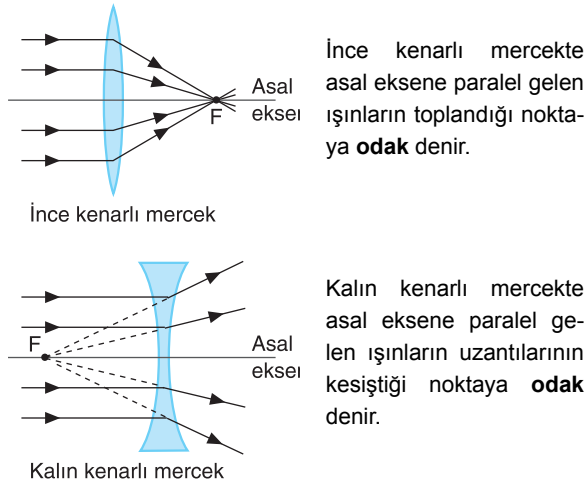
En az bir yüzeyi küresel kırıcı olan saydam ortamlara **mercek** denir.

Mercekleri **ince kenarlı (yakınsak)** ve **kalin kenarlı (ıraksak)** olarak ikiye ayırıyoruz.



Camdan yapılmış ve hava ortamında bulunan ince kenarlı mercek, üzerine gelen ışınları birbirine yaklaştırır. Bu nedenle **yakınsak mercek** denir.

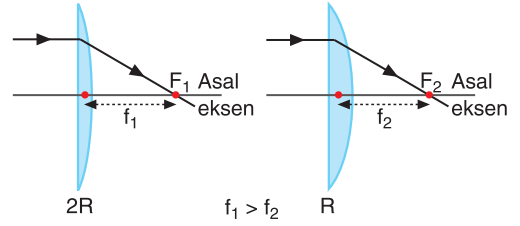
Kalin kenarlı mercek de ışınları birbirinden uzaklaştırır. Bu nedenle **ıraksak mercek** denir.



Merceklerde odak uzaklığı ortamın kırıcılık indisine, merceğin yapıldığı maddenin kırıcılık indisine, merceğin yüzeylerinin eğrilik yarıçaplarına ve ışığın rengine bağlıdır.

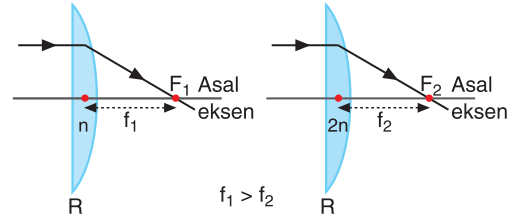
Merceklerde Odak Uzaklığını Etkileyen Durumlar

- Aynı maddeden yapılmış, eğrilik yarıçapları farklı merceklerden, yarıçapı büyük olanın odak uzaklığı da büyüktür.

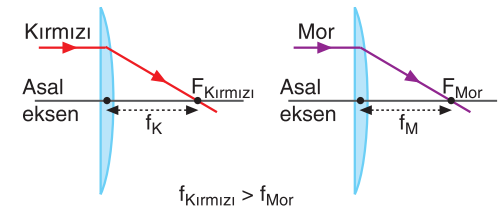


Odak uzaklığının büyük olması merceğin ışığı az kırması anlamına gelir.

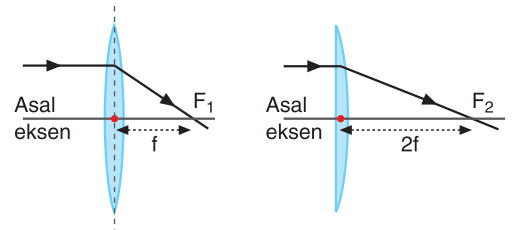
- Aynı eğrilik yarıçapına sahip merceklerden, kırıcılık indisi ortamdan daha büyük farka sahip olan ışığı daha çok kırar. Odak uzaklığı da küçük olur.



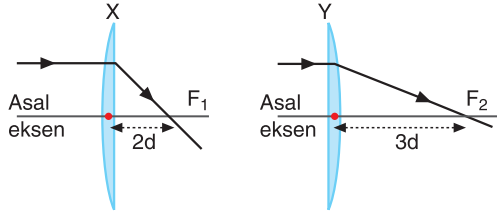
- Merceklerde her renk için odak uzaklığı farklıdır. Kırmızı ışık en az, mor ışık en çok kırıldığı için kırmızının odak uzaklığı daha büyüktür.



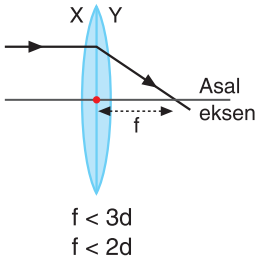
- Bir mercek düşey doğrultuda kesilirse parçaların odak uzaklıkları daha büyük olur. Yani ışığı daha az kırar.



- Bunun tam tersini yapıp mercekleri birleştiresek bu seferde ışığı daha çok kırar ve odak uzaklığı daha küçük olur.

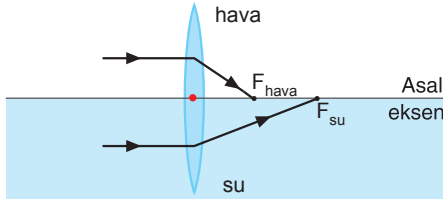


Odak uzaklıkları $2d$ ve $3d$ olan X, Y merceklerini birleştiresek yeni odak uzaklığı ikisinden de küçük olur.



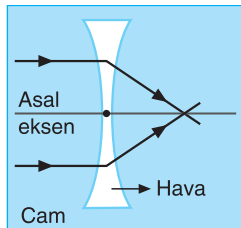
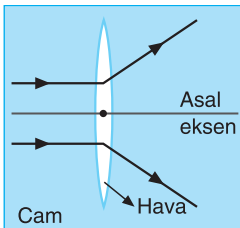
Hem X, hem Y merceğinde kırılan ışının $2d$ den de daha kısa odak uzaklığı olur.

- Mercek su gibi havadan daha kırıcı bir ortama konulursa odak uzaklığı artar, ışığı daha az kırar.



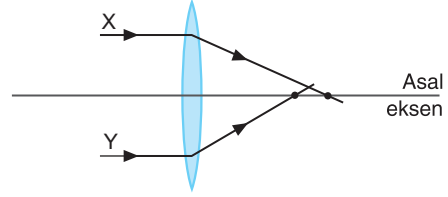
DİKKAT

Eğer mercek, kırıcılık indisi kendisinden büyük olan bir ortamdaysa karakter değişir. İnce kenarlı mercek ıraksak, kalın kenarlı mercek yakınsak mercek gibi davranır.



Örnek 1

Hava ortamında camdan yapılmış ince kenarlı bir merceğe şekildeki gibi asal eksene paralel olarak gelen X ve Y ışınları mercekten geçtikten sonra asal ekseni farklı noktalarda kesiyorlar.



X ışını sarı renkli olduğuna göre, Y ışını ne renk olabilir?

Çözüm 1

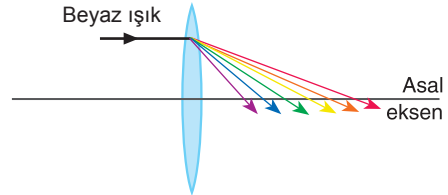
İnce kenarlı mercekte asal eksene paralel gelen tüm ışınlar kırıldıktan sonra odakta geçer.

Fakat ışığın her rengi için odak noktası farklıdır. Prizmalarda bahsetmiştik.

Prizmaya gelen beyaz ışığın renklerine ayrışmasının sebebi her rengin farklı miktarda kırılmasıydı. Kırmızı renk en az mor renk en çok kırılır.

Burada da aynı durum söz konusu.

Merceğe beyaz ışık gönderip renklerin farklı kırılmalarını göstereyim.



Renkler karışmasın diye aralarını fazla açtık☺ Normalde bu kadar fark olmaz.

Kırmızı için odak uzaklığı en fazlayken mor için odak uzaklığı en küçük olacaktır.

Sorumuza dönecek olursak, az kırılan X ışınının sarı renk olduğunu söylemiş.

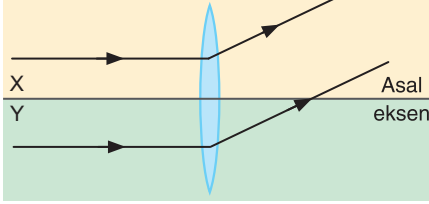
O halde Y sarıdan daha çok kırılan renklerden biri olacaktır.

Bu renklerde yukarıdaki şekilden bakacak olursak; **yeşil, mavi ya da mor** olabilir.

Bizim sorumuzda şıklar yok. Size sorulursa uygun şıkkı seçersiniz artık☺

Örnek 2

Şekildeki sistemde ince kenarlı merceğin asal ekseninin alt ve üst kısımlarında saydam X ve Y ortamları vardır.



X ve Y ortamlarından merceğe şekildeki gibi asal eksene paralel olarak gelen aynı renkli ışınlar, mercekten kırıldıktan sonra da paralel olarak yollarına devam ediyorlar.

Buna göre,

- I. Merceğin kırıcılık indisi Y ortamınınkinden büyüktür.
- II. X ortamının kırıcılık indisi merceğinkinden büyüktür.
- III. X ve Y ortamlarının kırıcılık indisleri eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 2

Hava ortamındaki camdan yapılmış ince kenarlı mercek yakınsaktır. Camın kırıcılık indisi mercekten küçük olduğu için, mercekten geçen ışınlar asal eksene yaklaşacak şekilde kırılır.

Sorumuzda Y ortamından gelen ışın kırıldıktan sonra asal eksene yaklaşmış. Yani cam - hava durumuna benzer bir durum var.

Demek ki merceğin kırıcılık indisi Y ortamınınkinden büyük. **I doğrudur.**

X ışını ise asal eksene paralel gelip merceği geçtikten sonra asal eksenden uzaklaşacak şekilde kırılmış. İnce kenarlı mercek kalın kenarlı mercek gibi davranmış.

Bu durum merceğin kendinden yoğun (kırıcılık indisi büyük) ortamda olmasıyla mümkün olabilir.

Yani X ortamının kırıcılık indisi merceğinkinden büyük olmalıdır. **II doğrudur.**

Yukarıdaki durumlara göre, X in kırıcılık indisi mercekten büyük, Y nin ki küçükse; X ve Y nin kırıcılık indisleri eşit olamaz. **III yanlıştır.**

yanıt I ve II

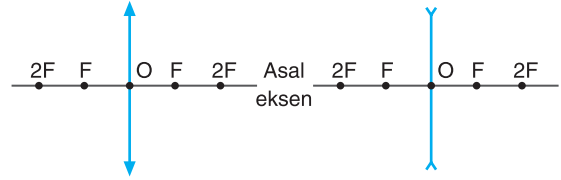
Yukarıdaki gibi bir X ortamındaki ışının izlediği yolun sebebi sorulup, seçenekler arasında farklı renkte olması derseniz tuzağa düşmeyin. Farklı renkler farklı kırılabilir. Ama renk farkından dolayı mercek yakınsak iken ıraksak gibi davranamaz.

Merceklerde Işın Çizimleri

Merceklerde ışınları çizerken küresel aynalara benzediğini göreceksiniz. Fakat iyi bilmemiz gereken farklar da var.

Aynalarda odak uzaklığı sadece aynanın eğrilik yarıçapına bağlıydı. Işığın rengi, ortamın kırıcılık indisi önemli değildi. Fakat merceklerde odak, yukarıda da bahsettiğimiz özelliklere bağlıdır.

Ayrıca merceklerde aynadan farklı olarak iki odak bulunur.



Şekildeki merceklerde göreceğimiz noktaları açıklayalım.

F: Odak noktası:

İnce kenarlı mercekte asal eksene paralel gelen ışınların kesiştiği nokta.

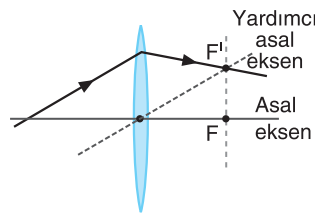
Kalın kenarlı mercekte asal eksene paralel gelen ışınların uzantılarının kesiştiği nokta

2F:

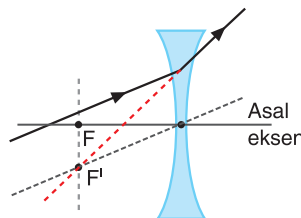
Küresel aynalardaki (M) merkeze benzetebiliriz. Odak uzaklığının iki katı uzaklıktaki noktadır.

Optik merkez (O)

Asal eksenin merceği kestiği noktadır.

Herhangi bir ışının izlediği yol

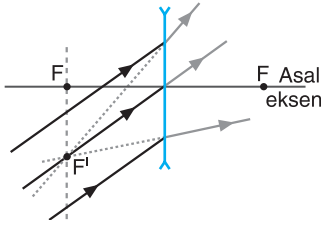
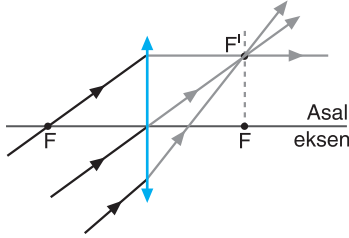
Optik merkezden geçecek şekilde ve gelen ışına paralel eksen çiziyoruz. Sonra odak noktasından düşey çizgi çizdiğimizde kesiştikleri noktaya F' dersek, ışın bu noktadan geçecek şekilde kırılır.



Yine aynı paralel ekseni çizip, odakta düşey çizgi çizdiğimizde kesiştikleri bu noktaya F' dersek kırılan ışının uzantısı F' noktasından geçecek şekilde ışın yoluna devam eder.

Bunun benzerini aynalarda da yapmıştık. Bu özellikten şöyle bir sonuç çıkar. Birbirine paralel gelen ışınlar, ince kenarlı merceğe gelmişlerse kırıldıktan sonra hepsi aynı (F') noktasından geçer. Yani odaklanır.

Kalın kenarlı merceğe geldiklerinde de kırıldıktan sonraki uzantıları aynı (F') noktada toplanır.



Merceklerde de aynalarda olduğu gibi özel ışınlar vardır. Soruları çözmek için bunları çok iyi öğrenmeliyiz.

İnce kenarlı mercekte özel ışınlar

1. Asal eksene paralel gelen ışın, odakta geçecek şekilde kırılır.
2. Odaktan geçerek gelen ışın, asal eksene paralel gidecek şekilde kırılır.
3. $2F'$ 'den gelen ışın, diğer taraftaki $2F'$ 'den geçecek şekilde kırılır.
4. Optik merkeze gelen ışın, aynı doğrultuda gider.

Kalın kenarlı mercekte özel ışınlar

1. Asal eksene paralel gelen ışın, uzantısı odakta geçecek şekilde kırılır.
2. Odak noktasına doğru gelen ışın, asal eksene paralel gidecek şekilde kırılır.
3. $2F$ doğrultusunda gelen ışın, diğer taraftaki $2F$ den geliyormuş gibi kırılır.
4. Optik merkeze gelen ışın, aynı doğrultuda yoluna devam eder.



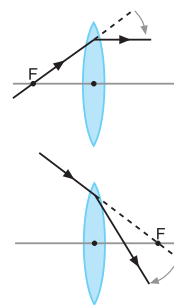
DİKKAT

Merceklerde odakta gelen ışını görünce aklımıza ilk gelen asal eksene paralel gideceğidir. Fakat bu durum, ince kenarlı mercek için doğrudurken kalın kenarlı mercek için yanlış olur.

Aynı durum odağa doğru gelen ışın için de geçerlidir. İlk akla gelen paralel gideceği olsa da bu sadece kalın kenarlı mercek için geçerlidir.

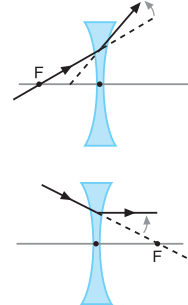
Hata yapmamak için merceğin ışığı asal eksene yaklaştıracasına mı uzaklaştıracasına mı bakmalıyız.

Asal eksene yaklaştı



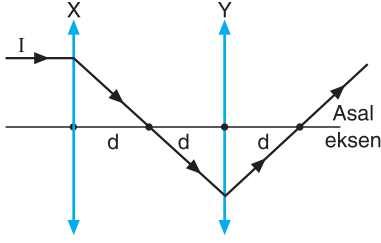
Asal eksene yaklaştı

Asal eksenden uzaklaştı



Asal eksenden uzaklaştı

Örnek 3



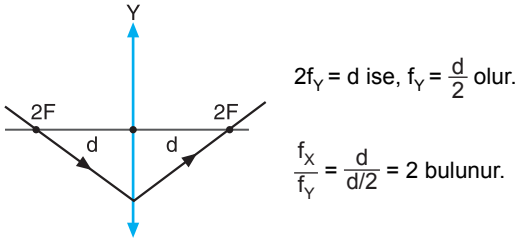
Asal eksenleri çakışık X ve Y yakınsak merceklerine gelen I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.

Buna göre, merceklerin odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

Çözüm 3

Işığın izlediği yolu inceleyerek odak uzaklıklarını bulmaya çalışalım. X merceğine asal eksene paralel olarak gelen ışın odağa gider. Bunun için X merceğinin odak uzaklığı d kadardır. $f_X = d$.

Y merceğine d uzaklıktan gelip, diğer tarafta d kadar uzak-tan geçecek şekilde kırılan ışın, Y merceğine 2f uzaklıktan gelmiş olmalıdır. Çünkü ince kenarlı mercekten gelen ve diğer tarafa geçen ışın aynı uzaklıkta ise 2F den gelmiştir.

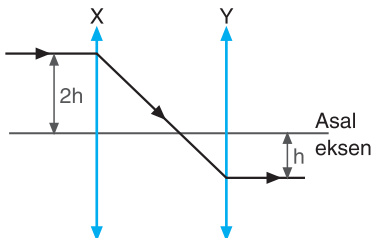


$$2f_Y = d \text{ ise, } f_Y = \frac{d}{2} \text{ olur.}$$

$$\frac{f_X}{f_Y} = \frac{d}{d/2} = 2 \text{ bulunur.}$$

Örnek 4

Asal eksenleri çakışık X ve Y merceklerine şekildeki gibi asal eksene paralel olarak gelen ışın, Y merceğinden kırıldıktan sonra asal eksene paralel gidiyor.

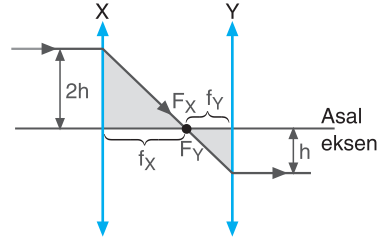


Buna göre, merceklerin odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır?

Çözüm 4

Asal eksene paralel gelen ışın odaktan geçecek şekilde kırılır. Asal eksenini kestiği nokta X merceğinin odağıdır. Devamında Y merceğine gelen ışın asal eksene paralel gidecek şekilde kırıldığına göre, bu nokta Y merceğinin de odağı olmalıdır.

Merceklerin birer odağı çakışıktır. (aynı noktada)

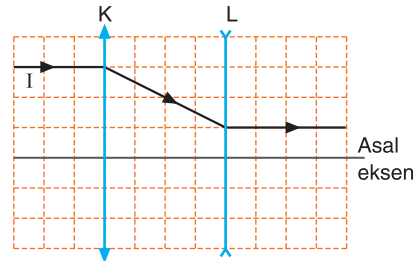


Şekilde oluşan üçgenler benzerdir.

X merceğine yakın olan üçgenin bir kenarı 2h, Y merceğine yakın olanın benzer kenarı h kadar olduğuna göre, benzerlik oranları 1'e 2'dir. Bu durumda diğer benzer kenarlar arasında da 1'e 2 oranı olmalı.

$$\frac{f_X}{f_Y} = \frac{2}{1} = 2 \text{ olmalıdır.}$$

Örnek 5



Asal eksenleri çakışık ince kenarlı K ve kalın kenarlı L merceklerinden oluşan sistemde I ışık ışını şekildeki yolu izliyor.

Buna göre,

a) Merceklerin odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_K}{f_L}$ kaçtır?

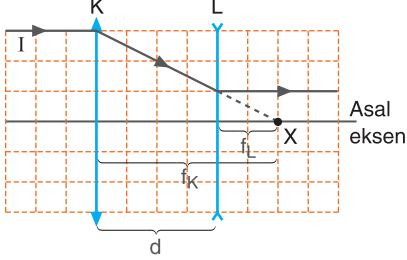
b) Mercekler arası uzaklık f_K ve f_L cinsinden nedir?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

Çözüm 5

İnce kenarlı K merceğine paralel gelen ışın K'nin odak noktasına gitmek ister. Kırılan ışının uzantısının asal eksenini kestiği yer K'nin odağıdır. (X noktası)

L'ye gelen ışın asal eksene paralel olarak kırıldığına göre ışının uzantısının asal eksenini kestiği yer kalın kenarlı merceğin de odağıdır. Yani merceklerin birer odağı çakışmıştır.



X noktası K ve L için odaktır.

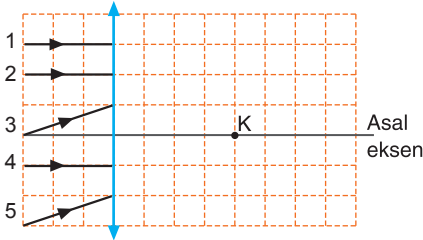
Kareleri sayarsak K'nin odak uzaklığı 6 birim, L'nin odak uzaklığı 2 birimdir. Bu durumda,

$$\frac{f_K}{f_L} = 3 \text{ olur.}$$

Mercekler arası uzaklık ise, $d = f_K - f_L$ olmalıdır.

Örnek 6

Eşit bölmeli düzlemdeki ince kenarlı merceğe şekildeki gibi gelen numaralı ışınlardan 1 numaralı ışın kırıldıktan sonra K noktasından geçmektedir.

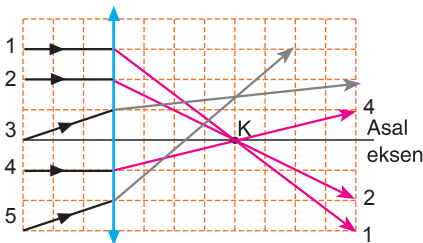


Buna göre, numaralı ışınlardan 1 den başka hangileri de K noktasından geçer?

Çözüm 6

1 numaralı ışın asal eksene paralel geldiği için asal eksen üzerindeki K noktasından geçiyorsa, bu nokta merceğin odak noktasıdır.

Bu nedenle asal eksene paralel gelen 2 ve 4 numaralı ışınlarda bu noktadan geçer. 3 ve 5 numaralı ışınlar ise buradan geçemez. Şekilde izledikleri yollar gösterilmiştir.

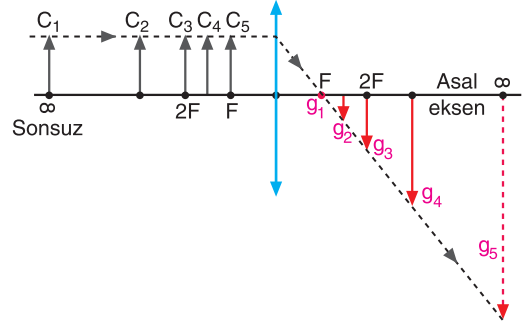


İnce Kenarlı Mercekte Görüntü

Görüntünün yerini bulmak için en az iki ışın gerekir. Işınlardan kırıldıktan sonra kendilerinin ya da uzantılarının kesiştiği yer görüntünün yeri olacaktır.

Daha öncede söylediğimiz gibi ışınlar kesişirse gerçek, uzantılar kesişirse sanal (zahiri) görüntü oluşur.

Cismin sonsuzla odak noktası arasında olduğu durumlara bakalım.

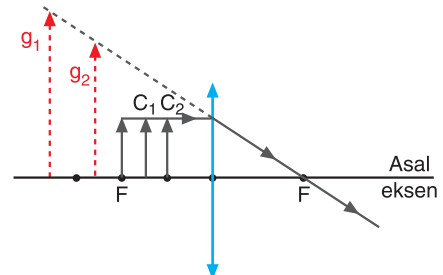


- Sonsuzdan gelen ışınlar asal eksene paralel gelirler. Bu yüzden **sonsuzdaki cismin görüntüsü merceğin diğer tarafında odakta (F) ve noktasal**dir. (g_1)
- Sonsuzla 2F arasından gelen her ışın merceği geçtikten sonra F – 2F arasından geçer. Bu nedenle **sonsuzla 2F arasındaki cismin görüntüsü F – 2F arasında** oluşur. (g_2)
- 2F den gelen her ışın merceğin diğer tarafındaki 2F den geçer. Bu nedenle **2F deki cismin görüntüsü 2F de** oluşur. (g_3)
- 2F – F arasından gelen her ışın merceği geçtikten sonra 2F – sonsuz arasından geçer. **2F – F arasındaki cismin görüntüsü 2F – sonsuz arasında** oluşur. (g_4)
- Cisim **odakta (F)** ise görüntüsü **sonsuzdadır**. (g_5)

Buraya kadar ki (cismin sonsuzla F arasında olduğu durum) tüm görüntüler merceğin diğer tarafında ışınların kesişmesiyle **gerçek ve ters** oluşur.

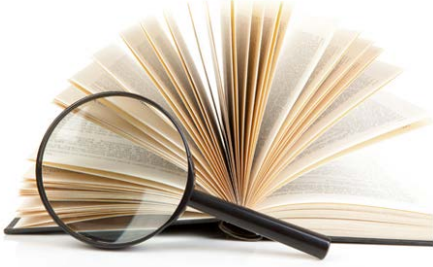
Görüntü ve cismin boyları merceğe olan uzaklıklarıyla orantılıdır (Aynalardaki gibi). Cisim ve görüntüden merceğe uzak olanın boyu da büyüktür.

Cisim F ile mercek arasında olursa;



F ile mercek arasındaki cismin görüntüsü her zaman cis-

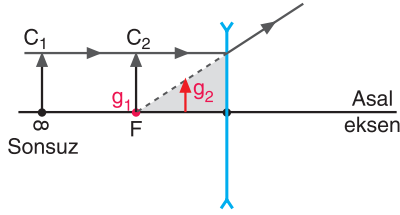
min olduğu tarafta düz, sanal, cismin arkasında ve daha büyük olur. Bu durum bizim büyüteçle bir cisme baktığımız durumdur.



Cisim F den merceğe doğru yaklaştıkça görüntü sürekli cismin arkasında kalacak şekilde küçülerek sonsuzdan merceğe yaklaşır.

Kalın Kenarlı Mercekte Görüntü

Kalın kenarlı mercekte ince kenarlarda olduğu gibi çok farklı durumlar yoktur.



Cisim sonsuzda ise görüntü odakta (F) noktasaldır. (g_1)

Cisim sonsuz – mercek arasında nerede olursa olsun görüntü her zaman F – mercek arasında şekilde görünen üçgenin içindedir.

Görüntü aynı tarafta olduğu için sanal ve düzdür. (Uzantıların kesişmesiyle oluşur.)

Merceğe her zaman cisimden daha yakın (cismin önünde) olduğu için de boyu küçüktür.

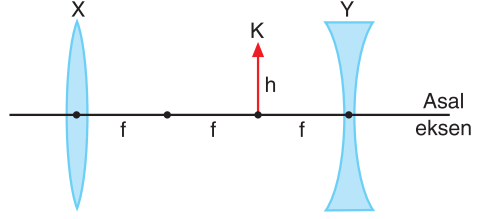
Cisim sonsuzdan merceğe yaklaştıkça görüntü sürekli cismin önünde olacak şekilde büyüyerek F den merceğe yaklaşır.

Kısaca özetlersek

- Kalın kenarlı mercek her zaman cisimle aynı tarafta sanal, düz ve küçük görüntü oluşturur.
- İnce kenarlı mercekte ise görüntü merceğin her iki tarafında da oluşabilir. Cisim tarafında ise sanal, diğer tarafta ise gerçektir. Boyu konumuna bağlı olarak büyükte, küçükte olabilir.
- Cisim F ile mercek arasındayken oluşan sanal görüntü hep cisimden büyük cismin arkasındadır. Büyüteç dediğimiz durum.

Örnek 7

Asal eksenleri çakışık ince ve kalın kenarlı X, Y merceklerinin odak uzaklıkları eşit ve f kadardır.

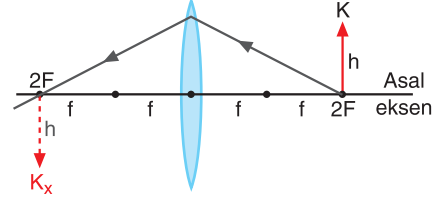


Mercekler arasına yerleştirilen h boyundaki K cisminin yalnız X ve yalnız Y merceğindeki görüntülerinin yeri ve boyu ne olur?

Çözüm 7

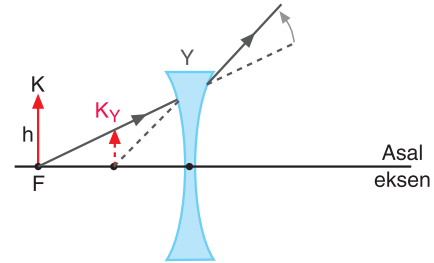
Önce X ince kenarlı merceği için görüntüyü bulalım. K cisminin X merceğine uzaklığı 2f olduğu için görüntüsü merceğin diğer tarafında 2f uzaklıkta ters oluşur.

Cisim ve görüntünün merceğe uzaklıkları eşit olduğu için görüntünün boyu cisiminkine eşittir. $h_X = h$



Y kalın kenarlı merceğinde oluşacak görüntüyü bulalım. K cisminin Y merceğine uzaklığı f kadar.

Kalın kenarlı mercekte görüntü her zaman cismin olduğu tarafta F ile mercek arasında oluşur demiştik.

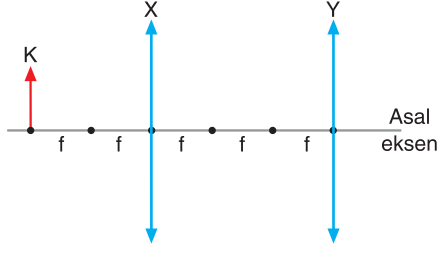


F deki cisimden gelen ışın asal eksenden uzaklaşarak kırılır ve uzantısı F ile mercek arasından geçer. Görüntü de bu arada düz oluşur.

Görüntünün merceğe uzaklığı cismin uzaklığından daha az olduğu için boyu da cismin boyundan kısa olacaktır.

$h_Y < h$ dir.

Örnek 8



Asal eksenleri çakışık X ve Y mercekleriyle K cisim şekilindeki gibidir.

Noktalar arası uzaklıklar eşit ve odak uzaklığı kadar ise, K cisminin sistemdeki son görüntüsü nerede oluşur?

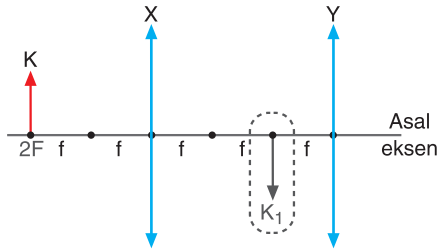
Çözüm 8

Görüntüyü bulurken cismin bulunduğu özel noktaya göre görüntünün yerini buluruz.

1. mercekteki görüntüyü 2. mercek için cisim olarak düşünüp, bunun da 2. mercekteki görüntüsünü bulacağız.

K cisim X merceği için $2F'$ 'de olduğundan görüntü diğer tarafta $2F'$ 'de ve ters oluşur.

Uzaklıklar eşit olduğu için boyu cisminkiyile aynıdır.



K_1 , Y merceği için cisim olarak düşünülürse, F' 'deki cismin görüntüsü sonsuzda oluşur.

İkinci bir yöntem olarak, görüntünün yerini bulmak için ışın göndeririz.

Bir cismin görüntüsü için en az iki ışın göndermek gerekir.

Burada dikkat edip yapmamamız gereken şey; cismin ucundan ışın göndermektir.

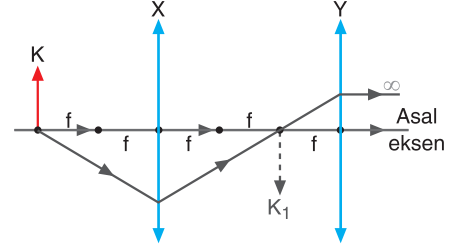
Bu durumda iki ışın gerekir ve zorlaşır. Hani iki ışın gerekliyordu diyenler var mı? ☺

Cismin asal eksene geçtiği noktadan ışın göndeririz. 1. ışını asal eksen üzerinden gönderelim.

Optik merkezlerden geçerek asal eksen üzerinden direkt gidecektir. İşte bunun için tek ışın dedik. Yani asal ekseni de ışın gibi kullanıyoruz.

Görüntü yerini bulmak için cismin asal eksene değen alt noktasından bir ışın gönderelim.

Asal ekseni de bir ışın olarak düşündüğümüz için bu ışının asal ekseni kestiği yerlerde görüntü oluşacaktır.



$2F'$ 'den gelen ışın diğer tarafta $2F'$ 'ye gider. 1. görüntü buradadır. Buradan Y merceğine gelen ışın (F) odaktan geldiği için asal eksene paralel yoluna devam eder ve asal ekseni sonsuzda keser (Yani kesemez).

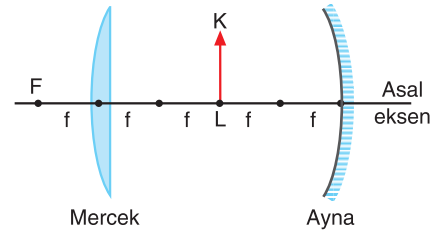
Son görüntü bu nedenle sonsuzda oluşur.

- Aynalar ve merceklerde oluşacak toplam görüntü sayısı sorulabilir. Bu durumda; toplam görüntü sayısını bulurken kuralımız şu:

Her yansıma ve her kırılma bir görüntü oluşturur.

Işın X ten kırılıp geçtikten sonra Y den de kırılarak geçer, 2. görüntü oluşur. Işın başka kırılma yapmadan sistemi terkeder. Toplamda iki görüntü oluşur.

Örnek 9



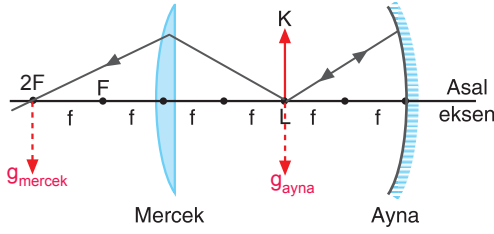
Odak uzaklıkları f olan ince kenarlı mercek ve çukur ayna asal eksenleri çakışık şekilde yerleştirilmiştir.

Buna göre, KL cisminin yalnız mercek ve yalnız aynada oluşan görüntüleri arasındaki uzaklık nedir?

(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve f kadardır.)

Çözüm 9

KL cisminin mercek ve aynada oluşan görüntüsünün yerini bulmak için KL cisminin mercek ve aynaya ışın gönderelim.



K noktasından ışın çizerek en az iki ışın çizmemiz gerekirdi. Işınları L'den (asal eksen üzerindeki noktadan) çizerek asal eksenini 2. ışın olarak düşünürüz.

L'den çizilen ışının kırıldıktan ya da yansıldıktan sonra uzantısının veya kendisinin asal eksenini kestiği yer görüntünün yeri olur.

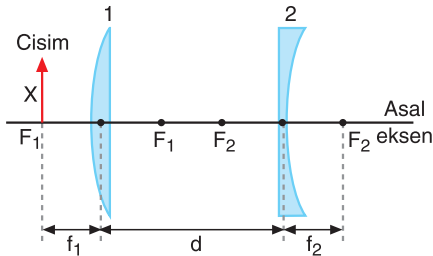
İnce kenarlı merceğe gönderilen ışın, 2F den geleceği için merceğin diğer tarafındaki 2F den geçecek şekilde kırılır. Görüntü de diğer tarafta 2F noktasında, aynı boyda ve ters oluşur.

Çukur aynaya gönderilen ışın ise 2f uzaklıktan yani merkezden geleceği için yansıldıktan sonra kendi üzerinden döner. Asal eksenini yine aynı noktada keser.

Çukur aynada oluşan görüntü cisimle aynı noktada ters ve eşit boydadır.

Yukarıdaki şekilden bakacak olursanız iki görüntü arası uzaklık 4f olarak görülür.

Örnek 10



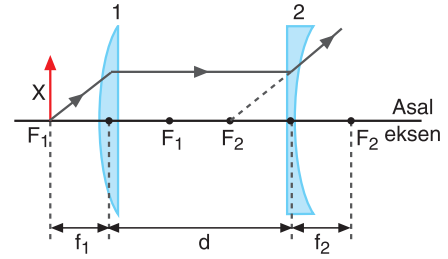
Şekildeki mercek düzeneğinde X cismi 1 numaralı ince kenarlı merceğin odağındadır.

X cisminin düzenekte oluşan son görüntüsünün, 2 numaralı kalın kenarlı merceğe uzaklığı; f_1 , d ve f_2 uzaklıklarından hangilerinin değişmesiyle değişir?

Çözüm 10

Bizden görüntünün şeklini büyüklüğünü istemediği için hiç işimizi zorlaştırmadan asal eksene değdiği noktadan ışın göndeririz.

Bu şekilde yaptığımızda en kısa yoldan görüntünün yerini bulmuş oluruz.



Cisimden 1. merceğe çizilen ışın odakta geldiği için asal eksene paralel gider. Bu ışın 2. (kalın kenarlı) merceğe, paralel geldiği için de uzantısı kalın kenarlı merceğin odağı olan F_2 de olacak şekilde kırılır.

Cisim F_1 de olduğu sürece göndereceğimiz ışın d (mercekler arası uzaklık) mesafesini asal eksene paralel olarak geçerek 2. merceğe gidecek ve 2. mercekten kırıldıktan sonra uzantısı 2. merceğin odağından geçecektir.

Görüntünün 2. merceğe uzaklığı F_2 kadardır ve bu sistemde sadece F_2 'nin değişmesiyle değişir.

Işın d mesafesini asal eksene paralel geçeceği için d uzaklığı ve f_1 sonucu değiştirmiyor.

Örnek 11

Hava ortamında camdan yapılmış bir mercek önüne konulan cismin görüntüsü ters ve boyu cisimden büyük olmaktadır.

Buna göre,

- I. Mercek ince kenarlıdır.
- II. Cisim ve görüntü merceğin aynı tarafındadır.
- III. Görüntünün merceğe uzaklığı cisimkinden fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm 11

Kalın kenarlı mercekte oluşan görüntüler her zaman cisimden daha küçük boyda ve düz oluşur. Bu nedenle mercek ince kenarlı olmak zorundadır. **I. öncül doğrudur.**

Merceklerde görüntü cisimle aynı tarafta olursa düz, diğer tarafta olursa ters oluşur. Bunun için **II. öncül yanlıştır.**

Ayna ve merceklerde görüntü boyu uzaklıkla ilgiliydi. Cisim ve görüntüden optik alete (mercek ya da ayna) uzak olan büyük, yakın olan küçük olur. Burada da görüntü boyu cisimden uzak olduğu için görüntü merceğe cisimden daha uzak olmalıdır. **III. öncül doğrudur.**

yanıt I ve III

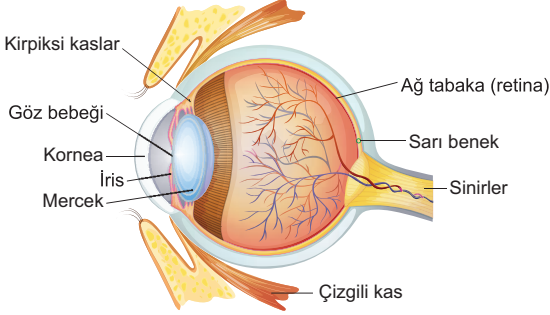
GÖZ VE OPTİK ALETLER

Şu an bu yazıyı okumanızı ve görmenizi sağlayan duyu organımızın adına göz diyoruz☺

Peki gözdeki bu görme olayı nasıl gerçekleşiyor?

Karanlıkta göremediğimizi biliyoruz. Demek ki görmek için öncelikle ışık lazım.

Cisimlerden çıkan veya yansıyan ışık gözümüze ulaştığında sağlıklı bir göz bu ışınlar sayesinde görme olayını gerçekleştiriyor. Şimdi bunun nasıl olduğunu anlatalım.



Gözün Yapısı

Cisimden çıkan veya cisim üzerinden yansıyan ışınlar göze ulaşır. Gözün renkli olan kısmının ortasındaki **göz-bebeği** dediğimiz açıklıktan (saydam kısım) göze girer.

Gözün renkli kısmı olan **iris** göze ne kadar ışık gireceğini belirler. Tıpkı fotoğraf makinesindeki diyafram gibi gözbebeğinin büyüklüğünü ayarlar.

Işığın az olduğu ortamda gözbebeğini açarak, çok olduğu ortamda küçülterek göze giren ışık miktarını kontrol eder.

İrisin arkasında görüntüyü retinaya odaklayan yapıya **göz merceği** denir. İnce kenarlı bir mercek olan göz merceği, çevresindeki kasların kasılmalarıyla inceliyor kalınlaşıyor ve ışığın odaklanmasını sağlayarak uzak ve yakın cisimlerin net olarak görünmesi sağlanır.

Retina gözün en iç kısmında bulunan tabakadır. Burada ışık reseptörleri (fotoreseptör) ve görme sinirlerini bulunur.

Fotoreseptörler çubuk ve koni hücreleri olmak üzere iki çeşittir. Çubuk ve koni hücreleri değişime uğramış sinir hücreleridir.

Çubuk hücreleri az ışıpta görmeyi sağlar. Renkleri algılamaz. Şekilleri algılar, siyah beyaz görüntü oluşur.

Koni hücreleri ise renkli görmeyi ve cisimlerin ayrıntılarını görmemizi sağlar. Üç çeşittir. Kırmızı, yeşil, mavi ışığa duyarlı hücrelerdir. Sarı benekte yoğunlaşmıştır.

Sarı benek retinada koni hücrelerinin en yoğun olduğu bölgedir.

Retinada bu resöptörlere gelen ışık beyne elektrik sinyalleriyle aktarılır ve görüntü oluşur.

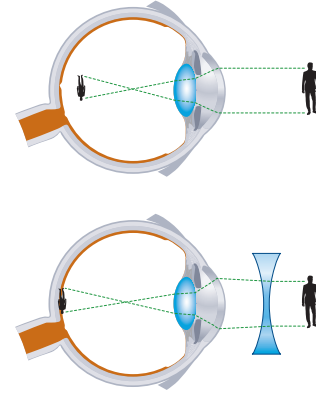


Göz Kusurları

Miyop (uzağı iyi göremez)

Merceğin kırma gücünün (diyoptri, yakınsama) yüksek veya gözün ön-arka ekseninin uzun olması durumunda, gelen ışınlar retinanın önünde odaklanır.

Kalın kenarlı mercek ile düzeltilir.

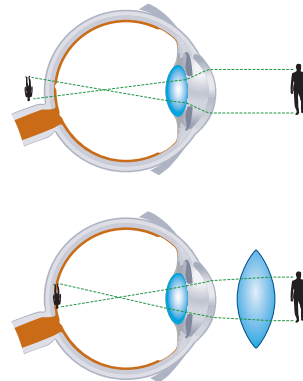


Göz merceği ışığı fazla kırdığı için retinanın önünde odaklanan ışığın retina üzerinde odaklanması için dağıtıcı özelliği olan kalın kenarlı mercek kullanılarak ışığın doğru yerde odaklanması sağlanır.

Hipermetrop (Yakını iyi göremez)

Merceğin kırma gücünün az veya gözün ön-arka ekseninin kısa olması durumunda gelen ışınlar retinanın arkasında odaklanır.

İnce kenarlı mercek ile düzeltilir.



Göz merceğinin yeterince ışığı kıramaması sonucu ışık retina arkasında odaklanır. Işığın istenilen yerde odaklanması için ışığı toplayan ince kenarlı mercek kullanılır.

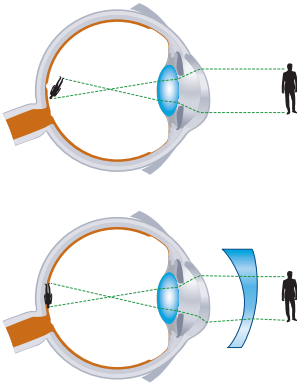
Presbitlik

Yaşımız ilerledikçe göz merceği esnekliğini yani kırıcılığını yitirir. Bu yüzden göz yakını iyi göremez (bir çeşit hipermetrop). İnce kenarlı mercek ile düzeltilir.

Astigmat (Net görememe)

Kornea veya göz merceğindeki düzensiz yapı nedeniyle ışık farklı açılarla kırılıp retinaya düzgün ulaşmaz

Silindirik mercek ile düzeltilir.



Yakınsama (Diyoptri)

Gözlük numarası olarak da bilinir.

$Y = \frac{1}{f}$ olarak ifade edilir.

Bu ifade de dikkat edilmesi gereken; f odak uzaklığının metre cinsinden olmasıdır.

Ayrıca kalın kenarlı mercek kullanmışsak f'yi (-), ince kenarlı mercek kullanmışsak f'yi (+) kullanmaya da dikkat etmeliyiz.

- -0,50 numara gözlük için.

- olduğuna göre kalın kenarlı mercek kullanıyor. Bu gözlük uzağı iyi göremeyen miyop göz kusuru için kullanılır.

$\frac{1}{f} = 0,5$ ise $f = 2$ m'dir. 2 m den uzağı net göremeyen için.

- + 2 numara gözlük kullanan birisi.

+ olduğuna göre ince kenarlı mercek kullanıyor. Yani bu arkadaş hipermetrop olup yakını iyi göremiyormuş.

$\frac{1}{f} = 2$ ise, $f = 0,5$ m'dir. 50 cm den yakını net göremez.

OPTİK ALETLER

İnsanlar bu ünite de anlattığımız yansıma ve kırılma olaylarının gerçekleştiği ayna, prizma ve mercekleri kullanarak bir çok optik alet geliştirmişlerdir.

Bu optik aletler günlük hayatımızı kolaylaştırdığı gibi bilimsel çalışmalarda da çok önemli bir yer tutmaktadır.



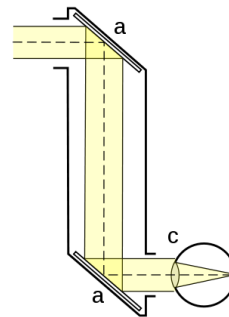
Artık cep telefonları aracılığı ile herkesin elinde olan fotoğraf makinesi günümüzde en çok kullanılan optik araçlardan birisidir. Eskiden olsa en çok kullanılan optik alete örnek olarak gözlük verilebilirdi. Ama şimdi gözlüğü olmayanlarda bile cep telefonu var 😊.

Dürbün, teleskop, mikroskop, periskop, projeksiyon cihazları, sinema makineleri ve daha birçok optik alet günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Fotoğraf makinesi, dürbün, teleskop, mikroskop gibi aletlerin yapısında; mercekler ve bazılarında ayna, prizma kullanılmaktadır.



Teleskopların amatör olarak kullanılanları olduğu gibi araştırmalar için kullanılan dev teleskoplarda vardır.

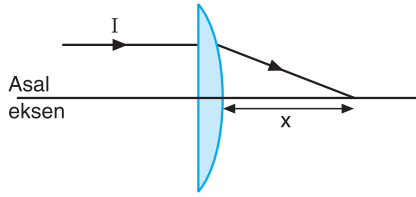


Periskop denilen alet çok eski zamanlardan beri kullanılmakta olup, ayna veya tam yansımali prizma kullanılarak yapılır.

Yandaki şekilde periskopun temel yapısı görülmektedir.

Siz de iki düzlem ayna kullanarak basit bir periskop yapabilirsiniz.

1. Yakınsak merceğe asal eksene paralel gelen I ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.

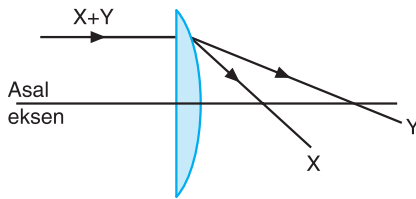


Buna göre x uzaklığı;

- I. eğrilik yarıçapını arttırmak,
 II. merceğin kırıcılık indisini arttırmak,
 III. ortamın kırıcılık indisini arttırmak
 işlemlerinden hangisinin yapılması ile artar?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
 D) II ve III E) I, II ve III

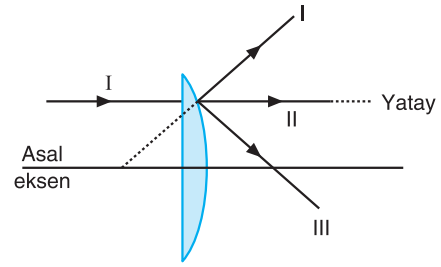
2. Yakınsak merceğe asal eksene paralel olarak gelen X, Y ışınlarının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre X, Y ışınlarının renkleri aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

- | | X | Y |
|----|---------|------|
| A) | Yeşil | Sarı |
| B) | Mavi | Mor |
| C) | Kırmızı | Sarı |
| D) | Yeşil | Mavi |
| E) | Sarı | Mavi |

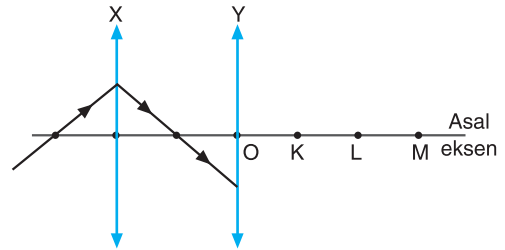
3. Şekildeki I ışık ışını kırıcılık indisi $3n$ olan yakınsak merceğe asal eksene paralel olarak gönderiliyor.



Işının I, II, III yollarını izlemesi için ortamın kırıcılık indisi aşağıdaki değerlerden hangileri olabilir?

	I	II	III
A)	n	2n	3n
B)	2n	3n	4n
C)	3n	2n	n
D)	4n	3n	n
E)	n	4n	3n

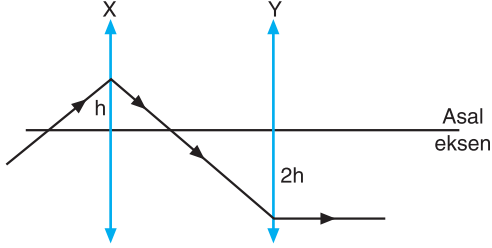
4.



Asal eksenleri çakışık ve odak uzaklıkları eşit X, Y merceklerinden oluşan sisteme şekildeki gibi gelen I ışık ışını asal eksenini en son nerede keser? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) O-K arası B) K noktası C) K-L arası
 D) L noktası E) L-M arası

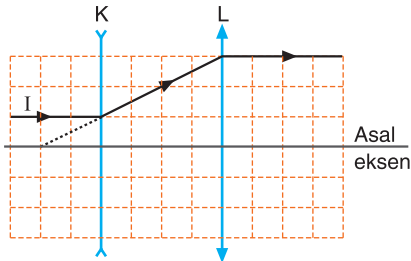
5. Asal eksenleri çakışık X ve Y merceklerine şekildeki gibi gelen ışın Y merceğinden kırıldıktan sonra asal eksene paralel olarak gidiyor.



Buna göre, merceklerin odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

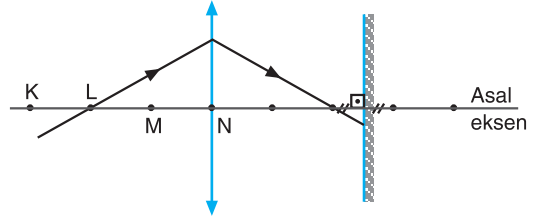
6. Asal eksenleri çakışık kalın kenarlı K ve ince kenarlı L merceklerinden oluşan sisteme gönderilen I ışık ışını şekildeki yolu izliyor.



Buna göre, merceklerin odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_K}{f_L}$ kaçtır? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 2 E) 3

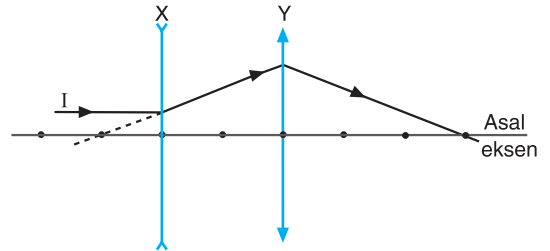
7.



Şekildeki ince kenarlı mercek ve merceğin asal eksenine dik olarak yerleştirilen düzlem aynayla kurulu sisteme gönderilen ışın, asal eksenini en son hangi noktada keser? (Noktalar eşit aralıktır.)

- A) K noktası B) K-L arası C) L noktası
D) L-M arası E) M-N arası

8.

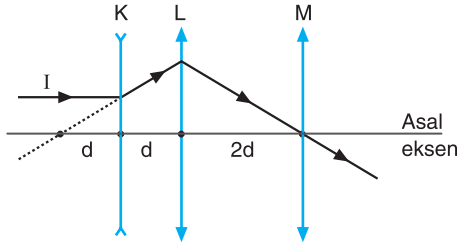


Asal eksenleri çakışık X ve Y merceklerine şekildeki gibi asal eksene paralel gelen I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.

Buna göre, merceklerin odak uzaklıkları oranı, $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır? (Noktalar arasındaki uzaklıklar eşittir.)

- A) $\frac{1}{5}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{2}{5}$ E) $\frac{3}{4}$

9. Asal eksenleri çakışık şekildeki K, L, M mercekleriyle kurulmuş şekildeki sistemde asal eksene paralel gelen I ışık ışınının izlediği yol gösterilmiştir.



Buna göre;

I. K'nın odak uzaklığı d dir.

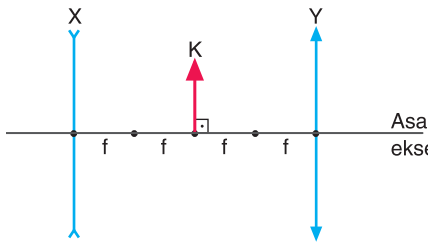
II. L'nin odak uzaklığı d den büyüktür.

III. M'nin odak uzaklığı en büyüktür.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

10. Asal eksenleri çakışık ıraksak X ve yakınsak Y merceklerinin odak uzaklıkları eşit ve f kadardır.



Buna göre, K cisminin bu merceklerde oluşan görüntüleri hakkında,

I. X teki görüntü düzdür.

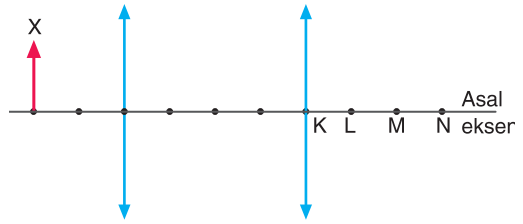
II. Y deki görüntü terstir

III. Y deki görüntünün boyu X tekenden büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

11.



Asal eksenleri çakışık ve odak uzaklıkları f olan özdeş merceklerden oluşan sistemdeki X cisminin son görüntüsü nerede oluşur?

(Noktalar arası uzaklıklar f kadardır.)

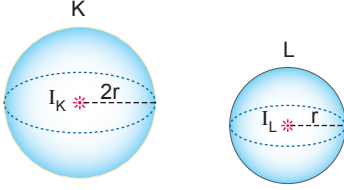
- A) K noktası B) L noktası C) L-M arası
D) M noktası E) N noktası

12. YGS ye hazırlanan bir öğrencinin çok çalışmaktan gözleri bozulmuştur. 4 m den uzağı net göremektedir.

Buna göre, bu öğrencinin kullanması gereken gözlükteki mercek türü ve gözlük numarası nedir?

Mercek	Gözlük Numarası
A) Kalın Kenarlı	0,25
B) Kalın Kenarlı	0,50
C) Kalın Kenarlı	1,00
D) İnce Kenarlı	0,50
E) İnce Kenarlı	0,25

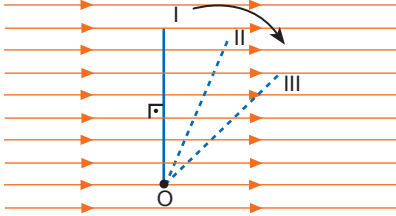
1. Şekildeki $2r$ ve r yarıçaplı K, L kürelerinin merkezlerinde ışık şiddetleri I_K ve I_L olan noktasal ışık kaynakları bulunmaktadır.



Küre yüzeylerindeki toplam ışık akıları eşit olduğuna göre, kaynakların ışık şiddetleri oranı, $\frac{I_K}{I_L}$ kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 1 E) 2

2. Paralel sıklığı değişmeyen ışık demeti yüzeyine dik gelecek şekilde I konumunda tutulan levha O noktası çevresinde dönerek II ve III konumlarına getiriliyor.



Buna göre levha I, II ve III konumlarındayken yüzeyindeki ışık akıları Φ_I , Φ_{II} ve Φ_{III} arasındaki ilişki nasıl olur?

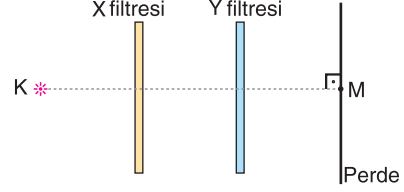
- A) $\Phi_I > \Phi_{II} > \Phi_{III}$ B) $\Phi_I = \Phi_{II} = \Phi_{III}$
C) $\Phi_I = \Phi_{II} > \Phi_{III}$ D) $\Phi_{III} > \Phi_{II} > \Phi_I$
E) $\Phi_I > \Phi_{II} = \Phi_{III}$

3. Işık şiddeti I olan noktasal kaynak eşit bölmeli düzlemde şekildedeki gibi konumdadır. Buna göre, kaynağın K, L, M noktaları çevresinde oluşturduğu aydınlanma şiddetleri

E_K , E_L ve E_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $E_K > E_L > E_M$ B) $E_K > E_M = E_L$
C) $E_M > E_K > E_L$ D) $E_M > E_L > E_K$
E) $E_K = E_L = E_M$

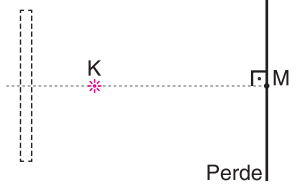
4. Karanlık bir ortamda K ışık kaynağı ile perde arasında önce X filtresi, sonra X ve Y filtresi beraber konuluyor. X filtresi ışık akısının % 25'ini, Y ise % 50'sini geçiriyor.



Buna göre, 1 ve 2. durumda M noktası çevresinde oluşan aydınlanmalar oranı, $\frac{E_1}{E_2}$ kaçtır?

- A) 3 B) $\frac{5}{2}$ C) 2 D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{4}{3}$

5. Şekildeki K ışık kaynağının perde üzerindeki M noktası çevresinde yaptığı aydınlanma E kadardır.



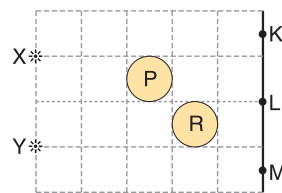
M noktası çevresindeki aydınlanmayı artırmak için, kaynağın arkasındaki işaretli bölgeye,

- I. Düzlem ayna
II. Tümsek ayna
III. İnce kenarlı mercek

yukarıdakilerden hangileri yerleştirilebilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

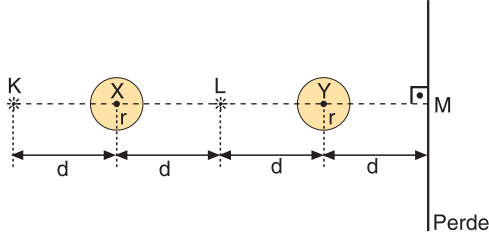
6. X, Y noktasal ışık kaynakları ve P, R saydam olmayan topları bir perde önüne şekildedeki gibi yerleştiriliyor.



Buna göre, perde üzerindeki K, L, M noktalarından hangileri ışık kaynaklarının yalnız birinden ışık alır?

- A) Yalnız K B) Yalnız M C) K ve L
D) L ve M E) K ve M

7. Noktasal K, L kaynakları ve X, Y özdeş küreleri bir perde önüne şekildeki gibi yerleştiriliyor.



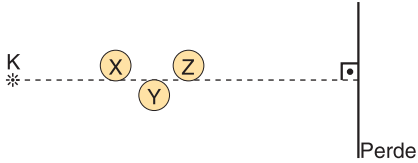
Perdede oluşan tam gölge alanını **azaltmak** için,

- I. K kaynağını kaldırmak
- II. L kaynağını kaldırmak
- III. Y engelini kaldırmak

işlemlerinden hangileri **tek başına** yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

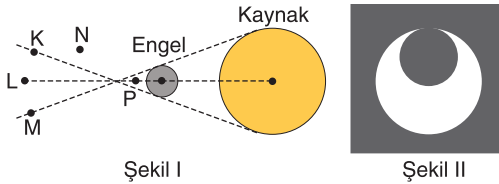
8. Noktasal K ışık kaynağı ve özdeş X, Y, Z saydam olmayan küreleri bir perde önüne şekildeki gibi yerleştirildiğinde perdede bir gölge oluşuyor.



Buna göre X, Y, Z toplarından hangileri kaldırılırsa perdedeki gölgenin şekli **değişmez**?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
D) X ve Z E) Y ve Z

9.

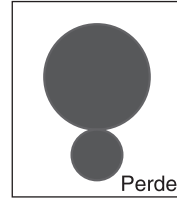


Küresel ışık kaynağı ve saydam olmayan küresel engel şekildeki gibi yerleştiriliyor. K, L, M, N, P noktalarının birinden bakan göz Şekil II deki durumu görüyor.

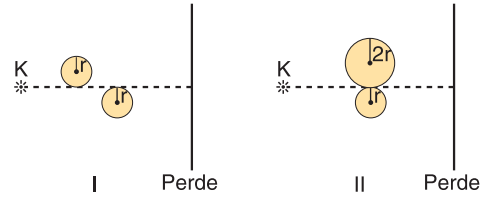
Buna göre göz, hangi noktadan bakmaktadır?

- A) K B) L C) M D) N E) P

10. Noktasal bir ışık kaynağı ve iki top bir perde önüne konularak şekildeki gölge oluşturuluyor.



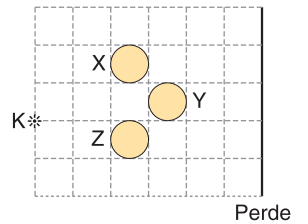
Buna göre, kaynak ve topların konumu,



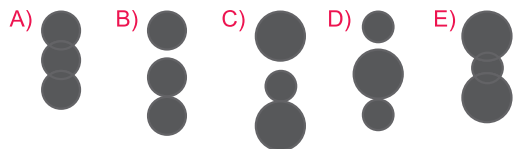
I, II ve III'te gösterilenlerden hangileri olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

11. Karanlık bir ortamda K noktasal ışık kaynağı ve X, Y, Z özdeş topları bir perdenin önüne şekildeki gibi yerleştiriliyor.



Buna göre, perdede oluşan gölge aşağıdakilerden hangisine benzer?



1.D

2.A

3.B

4.C

5.C

6.E

7.C

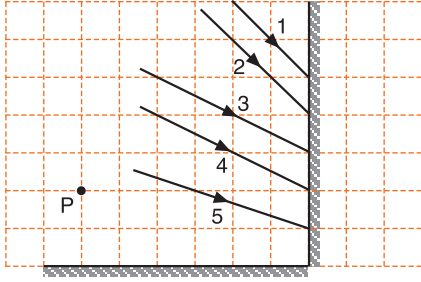
8.C

9.C

10.D

11.C

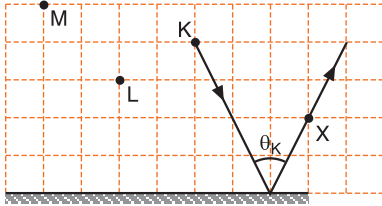
1.



Şekildeki düzenekte 1, 2, 3, 4, 5 numaralı ışık ışınlarından hangisi düzlem aynalardan yansıdıktan sonra P noktasından geçer?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

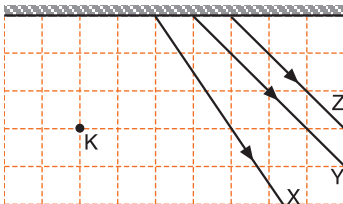
2. Şekildeki düzlemde K, L, M noktasal kaynaklarından çıkan ışınlar aynada yansıyıp X noktasından geçiyor. Bu ışınlardan K'den çıkanla yansıyanı arasındaki açı θ_K 'dir. L ve M'den çıkanla yansıyanlar arasındaki açılar da θ_L ve θ_M 'dir.



Buna göre θ_K , θ_L , θ_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $\theta_K = \theta_L = \theta_M$ B) $\theta_K < \theta_L = \theta_M$
C) $\theta_L = \theta_M < \theta_K$ D) $\theta_K < \theta_L < \theta_M$
E) $\theta_L < \theta_M < \theta_K$

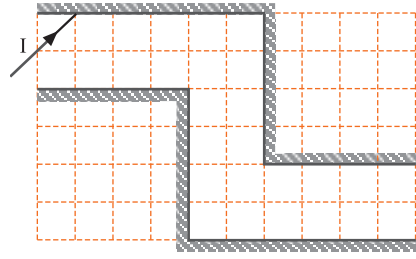
3.



Şekildeki düzlem aynadan yansıyan X, Y, Z ışınlarından hangileri K noktasal ışık kaynağından gelmektedir?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
D) X ve Y E) X ve Z

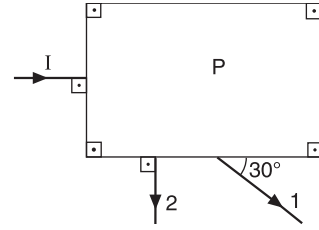
4.



Şekildeki gibi yerleştirilmiş düzlem aynalar arısına gelen I ışık ışını toplam kaç yansıma yaparak sistemi terk eder?

- A) 7 B) 6 C) 5 D) 4 E) 3

5.

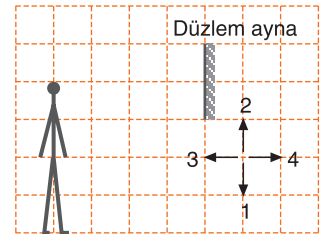


Şekildeki I ışını P bölgesinde bulunan düzlem aynaya α_1 gelme açısıyla gelerek 1 doğrultusunda yansıyor. Ayna bir miktar döndürüldüğünde gelme açısı α_2 oluyor ve ışın 2 doğrultusunda yansıyor.

Buna göre, $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ oranı kaçtır?

- A) 2 B) $\frac{5}{3}$ C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{5}{9}$

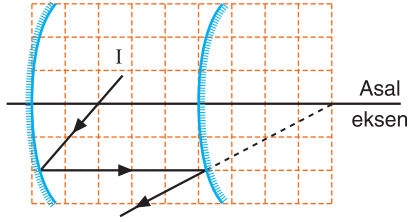
6. Eşit bölmeli düzlemde şekildeki gibi yerleştirilmiş düzlem aynaya bakan çocuk aynada ayağının görüntüsünü görmek istiyor.



Bunun için, aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılabilir?

- A) Aynayı 1 yönünde kaydırmak.
B) Aynayı 2 yönünde kaydırmak.
C) Aynayı 3 yönünde kaydırmak.
D) Aynayı 4 yönünde kaydırmak.
E) Çocuğu 4 yönünde aynaya yaklaştırmak

7. I ışık ışınının şekildeki gibi yerleştirilmiş çukur ve tümsek aynalardan yansıması şekildeki gibidir.

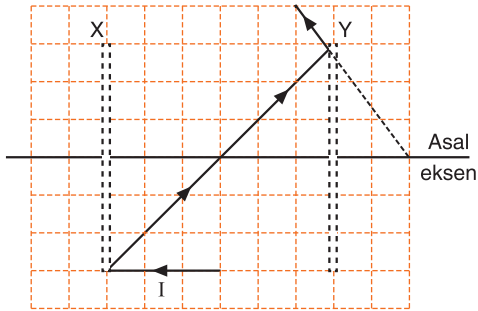


Çukur aynanın odak uzaklığı f_c , tümsek aynanın-ki de f_t olduğuna göre, $\frac{f_c}{f_t}$ oranı kaçtır?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) 1

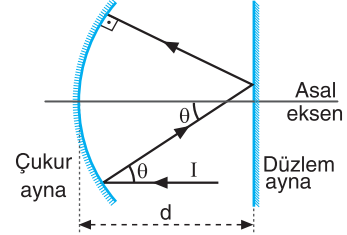
8. Şekildeki X, Y kutularına birer ayna yerleştirilmiştir. X kutusundaki aynaya gelen I ışık ışını Y'den şekildeki gibi yansıyor.



Buna göre, X ve Y kutularındaki aynalar için ne söylenebilir?

X kutusu	Y kutusu
A) Düzlem	Düzlem
B) Çukur	Çukur
C) Çukur	Düzlem
D) Çukur	Tümsek
E) Tümsek	Tümsek

9. Çukur ve düzlem aynayla kurulu şekildeki sistemde çukur aynaya asal eksene paralel olarak gelen I ışık ışını, çukur aynadan ikinci yansımasında kendi yüzünden geri dönüyor.

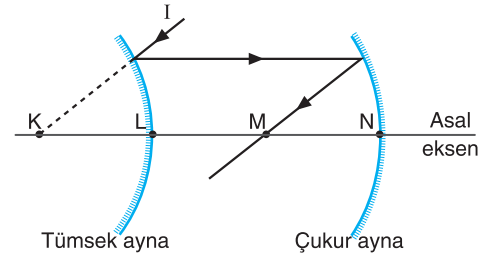


Buna göre, aynalar arası uzaklık d, kaç f dir?

(f: Çukur aynanın odak uzaklığı)

- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) $\frac{5}{2}$ E) 3

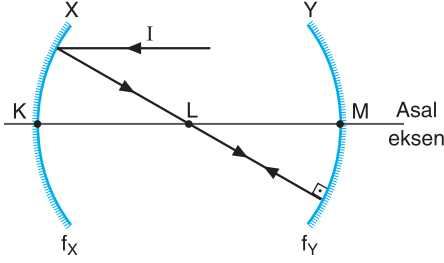
10. Asal eksenleri çakışık çukur ve tümsek aynayla kurulu şekildeki sistemde noktalar arası uzaklıklar eşit ve I ışık ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre, I ışını tümsek aynadan aşağıdakilerden hangisi gibi yansır?

- A) B) C) D) E)

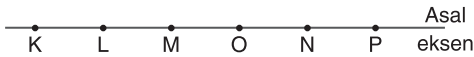
11. Odak uzaklıkları f_X ve f_Y olan X, Y çukur aynalarıyla kurulmuş şekildeki düzenekte X aynasına asal eksenine paralel olarak gönderilen I ışık ışını Y aynasından sonra kendi üzerinden geri dönüyor.



Buna göre X, Y aynalarının odak uzaklıkları oranı kaçtır? (KL = LM)

- A) $\frac{5}{2}$ B) 2 C) $\frac{3}{2}$ D) 1 E) $\frac{1}{2}$

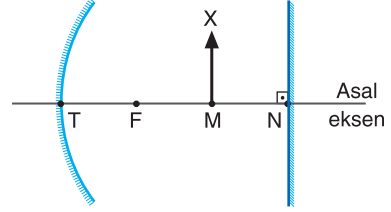
12. Şekildeki asal eksene, tepe noktası O noktasında olacak şekilde yerleştirilen bir küresel ayna K noktasındaki cismin görüntüsünü M noktasında oluşturuyor.



Buna göre, aynanın cinsi ve odak noktası neresidir?

Aynanın cinsi	Odak noktası
A) Çukur ayna	K-L arası
B) Çukur ayna	L-M arası
C) Çukur ayna	M-O arası
D) Tümsek ayna	M noktası
E) Tümsek ayna	L-M arası

13. Odak noktası F olan çukur ayna ve düzlem aynayla kurulan şekildeki sistemde X cisminin çıkan ışınlar önce çukur sonra düzlem aynada yansıyarak bir görüntü oluşturuyorlar.

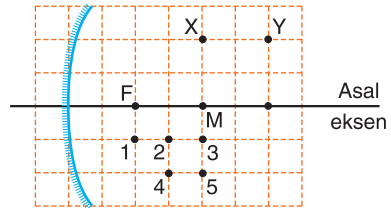


Buna göre, bu görüntünün cisme uzaklığı çukur aynanın odak uzaklığının kaç katıdır?

(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve odak uzaklığı kadardır.)

- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{5}{2}$ D) 2 E) 3

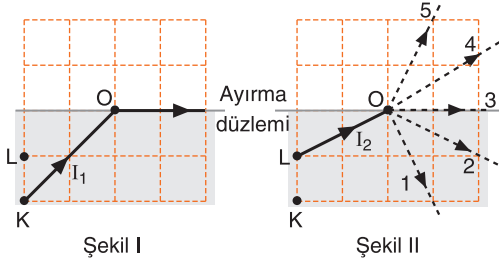
14. Odak noktası F olan şekildeki çukur ayna önüne noktasal X ve Y cisimleri konulmuştur.



X ve Y cisimlerinin aynadaki görüntüsü şekildeki 1, 2, 3, 4, 5 noktalarından hangilerinde oluşur?

	X'in görüntüsü	Y'nin görüntüsü
A)	4	5
B)	5	2
C)	3	3
D)	2	5
E)	5	4

1.



Farklı iki saydam ortamın ayırma düzlemi üzerindeki O noktasına, K ışık kaynağından gelen I_1 ışık ışını Şekil I deki yolu izliyor.

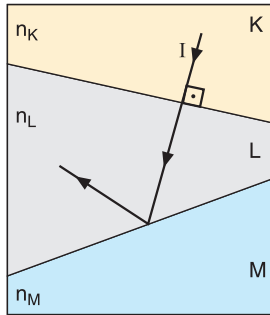
L ışık kaynağından aynı O noktasına gelen I_2 ışık ışını, Şekil II deki yollardan hangilerini izleyebilir? (K ve L kaynakları aynı renkli ışık yaymaktadır.)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

2.

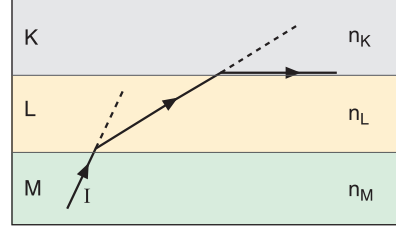
Kırılma indisi n_K , n_L , n_M olan saydam K, L, M ortamlarında I ışık ışını şekildeki yolu izliyor.

Buna göre n_K , n_L , n_M ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?



- A) $n_M < n_L$ dir, n_K için birşey söylenemez.
 B) $n_L < n_M$ dir, n_K için birşey söylenemez.
 C) $n_K = n_L$ dir, n_M için birşey söylenemez.
 D) $n_K = n_M$ dir, n_L için birşey söylenemez.
 E) $n_M < n_K$ dir, n_L için birşey söylenemez.

3.

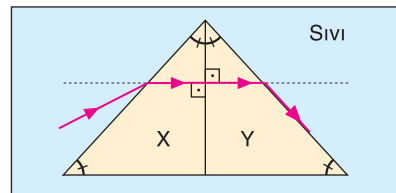


I ışık ışınının, ışığı kırma indisleri n_K , n_L , n_M olan saydam ve paralel K, L, M ortamlarında izlediği yol şekildeki gibidir.

Buna göre n_K , n_L , n_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_K > n_L > n_M$ B) $n_L > n_K = n_M$
 C) $n_M > n_K > n_L$ D) $n_K = n_L = n_M$
 E) $n_M > n_L > n_K$

4.

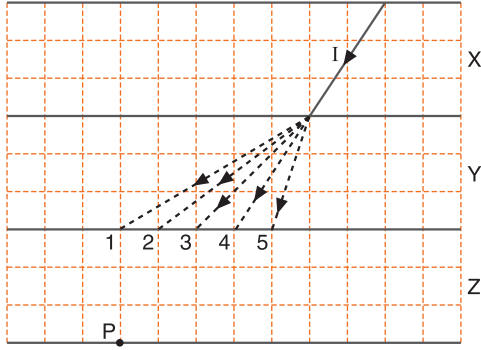


Kırıcılık indisi n_S olan sıvı içindeki X, Y prizmalarında I ışık ışını şekildeki yolu izliyor.

Prizmaların kırıcılık indisleri n_X , n_Y olduğuna göre; n_S , n_X ve n_Y arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_X > n_Y > n_S$ B) $n_Y > n_X > n_S$
 C) $n_S > n_Y > n_X$ D) $n_S > n_X > n_Y$
 E) $n_S > n_X = n_Y$

5.

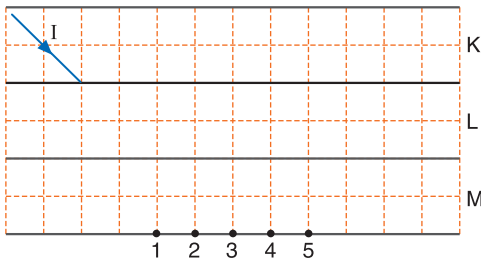


X ortamından gönderilen I ışık ışını Y ortamında kesikli çizgilerden birini izleyerek Z ortamındaki P noktasından geçiyor.

X ve Z ortamlarının ışığı kırma indisi eşit olduğuna göre, ışın Y ortamında 1, 2, 3, 4, 5 yollarından hangisini izlemiştir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

6.



Kırıcılık indisleri n_K , n_L , n_M olan saydam K, L, M ortamları şekildaki gibidir. K den gönderilen I ışık ışını L ve M yi geçerek 1, 2, 3, 4, 5 numaralı noktalardan birinden geçiyor.

Ortamların kırıcılık indisleri arasında $n_K = n_L < n_M$ ilişkisi olduğuna göre, I ışık ışını hangi noktadan geçer?

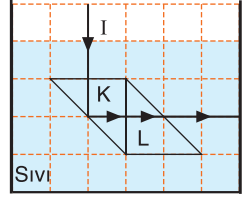
- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

7.

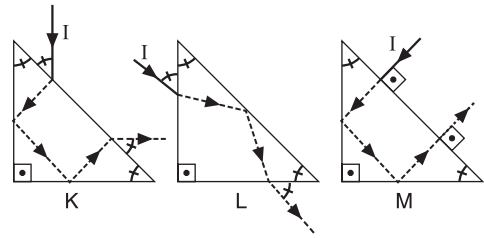
Bir sıvı içindeki K, L prizmaları birbirine yapışmıştır. K prizmasına gelen I ışık ışını şekildaki yolu izliyor.

Sıvının ışığı kırma indisi n_S , K ve L prizmalarının n_K , n_L olduğuna göre n_S , n_K , n_L arasındaki ilişki nedir?

- A) $n_S = n_K = n_L$ B) $n_K > n_L > n_S$
C) $n_K > n_L = n_S$ D) $n_S > n_K = n_L$
E) $n_L = n_S > n_K$



8.

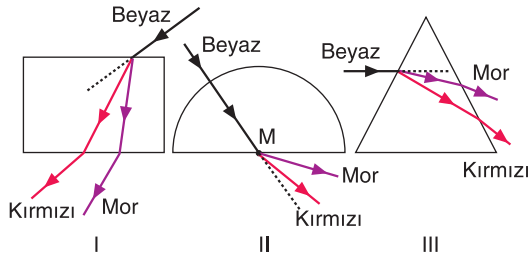


Özdeş tam yansımali K, L, M prizmalarına şekildaki gibi I ışık ışınları gönderiliyor.

I ışık ışınları hangi prizmada kesikli çizgiyle gösterilen yolu izleyemez?

- A) Yalnız K'de B) Yalnız L'de
C) Yalnız M'de D) K ve L'de
E) L ve M'de

9.

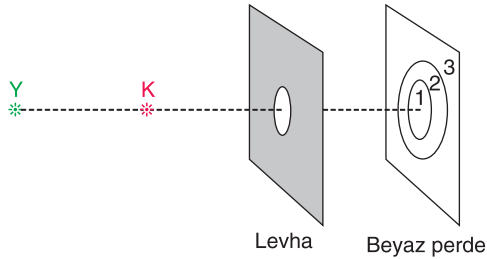


Paralel yüzü cam, M merkezli yarımküre ve üçgen prizmaya şekildeki gibi beyaz ışık gönderiliyor.

Beyaz ışığın kırmızı ve mor renklere ayrışması hangilerinde doğru gösterilmiştir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

10.

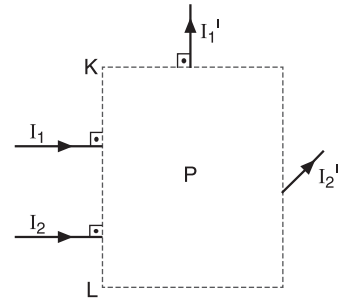


Yeşil ve kırmızı ışık yayan Y, K noktasal ışık kaynakları ile delik metal levha, beyaz bir perde önüne şekildeki gibi konulmuştur.

Perde üzerindeki 1, 2, 3 numaralı bölgelerin renkleri için ne söylenebilir?

- | 1 | 2 | 3 |
|------------|---------|---------|
| A) Sarı | Kırmızı | Siyah |
| B) Kırmızı | Yeşil | Sarı |
| C) Yeşil | Sarı | Siyah |
| D) Siyah | Sarı | Kırmızı |
| E) Sarı | Kırmızı | Yeşil |

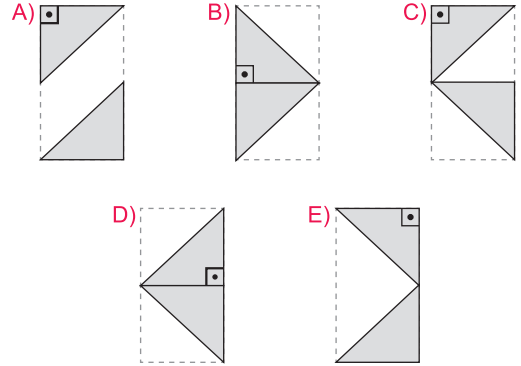
11.



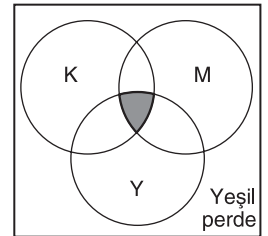
Şekildeki P bölgesinde tam yansımali iki prizma vardır. I_1 ve I_2 ışınları bu prizmalardan geçerken şekildeki doğrutularda sapıyorlar.

Buna göre, P bölgesindeki prizmaların konumu aşağıdakilerden hangisi gibidir?

(sınır açısı $\theta_s = 42^\circ$)



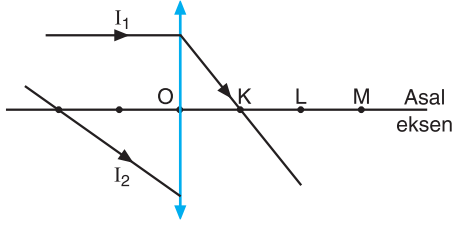
12. Karanlık bir ortamda yeşil renkli perdenin şekildeki K, Y, M dairesel bölgeleri tek dalga boyulu kırmızı, yeşil, mavi renkli ışık yayan projektörlerle aydınlatılıyor.



Her rengin perdede oluşturduğu aydınlanma şiddeti eşit olduğuna göre, şekildeki taralı bölge hangi renkte görülür?

- A) Kırmızı B) Mavi C) Yeşil
D) Beyaz E) Sarı

1.

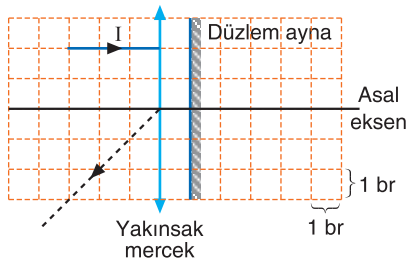


Yakınsak bir merceğe şekildeki gibi asal eksene paralel olarak gelen I_1 ışık ışını kırıldıktan sonra K noktasından geçiyor.

Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre, şekildeki I_2 ışını kırıldıktan sonra nereden geçer?

- A) K noktası B) K-L arası C) L noktası
D) L-M arası E) M noktası

2.

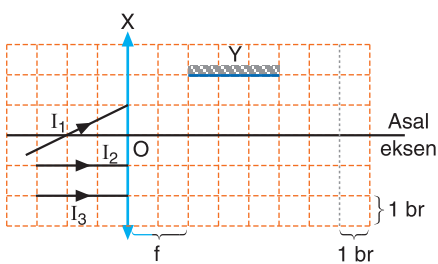


Yakınsak mercek ve düzlem aynayla kurulu düzeneğe gelen I ışık ışını düzeneekten çıkarken kesikli çizgilerle verilen yolu izliyor.

Buna göre, yakınsak merceğin odak uzaklığı kaç br karedir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) 1 B) 2 C) $\frac{5}{2}$ D) 3 E) $\frac{7}{2}$

3.



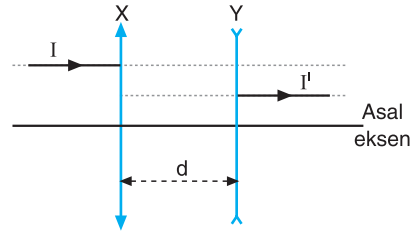
Odak uzaklığı $f = 2$ br olan X yakınsak merceği ve Y düzlem aynası şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

X merceğine gelen I_1 , I_2 , I_3 ışınlarından hangisi Y düzlem aynasından yansır?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Yalnız I_1 B) Yalnız I_2 C) Yalnız I_3
D) I_1 ve I_3 E) I_2 ve I_3

4.



İnce kenarlı X merceği ile kalın kenarlı Y merceği şekildeki gibi yerleştirilerek asal eksene paralel I ışık ışını gönderiliyor. I ışık ışını merceklerden asal eksene paralel I' ışık ışını olarak çıkıyor.

Mercekler arası uzaklık d, merceklerin odak uzaklıkları f_X ve f_Y olduğuna göre;

I. $d > f_X$

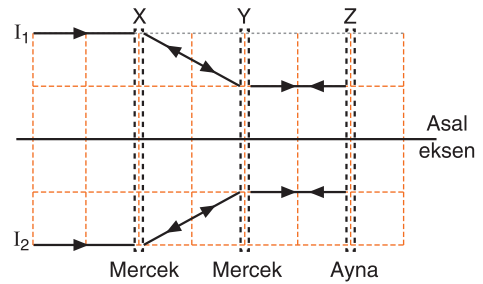
II. $d > f_Y$

III. $f_X > f_Y$

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

5.

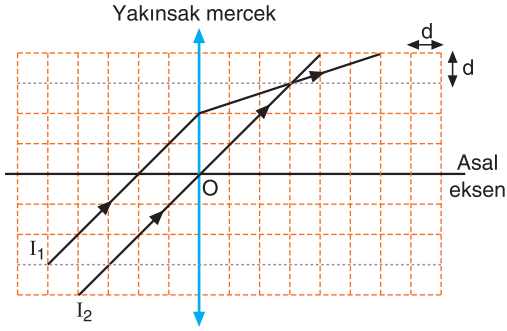


X merceğine gelen I_1 ve I_2 ışınları şekildeki yolları izleyerek kendi üzerlerinden geri dönüyorlar.

Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi kesinlikle yanlıştır? (Şekildeki dikdörtgenler, mercekler ve ayna yerine kullanılmıştır.)

- A) X merceği ince kenarlıdır.
B) Y merceği kalın kenarlıdır.
C) Z aynası düzlem aynadır.
D) X ve Y merceğinin birer odağı çakışktır.
E) X ve Y merceğinin odak uzaklıkları eşittir.

6.

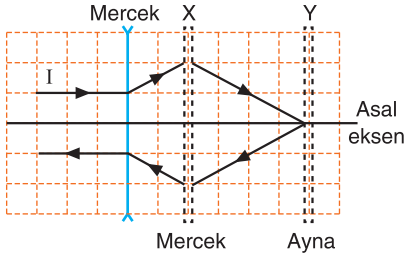


Birbirine paralel I_1 ve I_2 ışık ışınları yakınsak mercekten geçerek şekildeki yolu izliyor.

Bölmeler d aralıklı olduğuna göre, yakınsak merceğin odak uzaklığı kaç d dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

7.



Kalın kenarlı merceğe gelen I ışık ışını şekildeki yolu izleyerek düzenden çıkıyor.

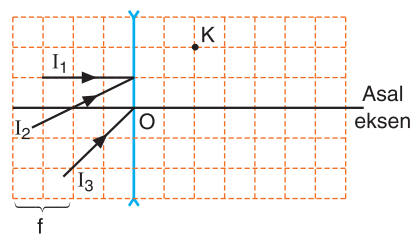
Buna göre;

- I. X ince kenarlı mercektir.
II. Y çukur aynadır.
III. Merceklerin odak uzaklıkları eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur? (Dikdörtgen bölgeler mercek ve ayna yerine kullanılmıştır.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8.

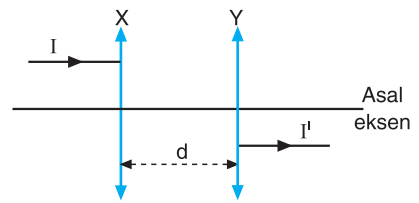


Odak uzaklığı $f = 2$ br olan ıraksak merceğe şekildeki gibi gelen I_1, I_2, I_3 ışık ışınlarından hangileri mercede kırıldıktan sonra K noktasından geçer?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Yalnız I_1 B) Yalnız I_2 C) Yalnız I_3
D) I_1 ve I_2 E) I_1 ve I_3

9.



İnce kenarlı X ve Y merceklerine asal eksene paralel olarak gelen I ışını yine asal eksen paralel I' ışını olarak çıkıyor.

Mercekler arası uzaklık d , merceklerin odak uzaklıkları f_X, f_Y olduğuna göre;

- I. $d > f_X$
II. $d > f_Y$
III. $f_X > f_Y$

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

10. Görme kusuru olan birisiyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Uzağı iyi göremiyorsa miyoptur.
B) Yakını iyi göremiyorsa ince kenarlı mercek kullanır.
C) Gözlük numarası +2 ise mercek kalın kenarlıdır.
D) Gözlük numarası - 0,50 ise uzağı net göremiyordur.
E) Astigmat ise silindirik mercek kullanır.

1.C

2.B

3.C

4.C

5.E

6.C

7.D

8.E

9.D

10.C