

YGS 2017

ETKİN DEFTER

FİZİK

Evrendeki nesne ve olayları inceleyerek bunların insan hayatındaki etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmaların tümüne bilim denir.

Fizik Bilimi

Fizik, madde ve enerji arasındaki etkileşimi inceleyen bilim dalıdır. Fizik, evrendeki nesne ve olayları inceleyerek bunları mantıklı açıklamalarla izah etmeye çalışır.

Fiziğin Alt Alanları

Mekanik: Cisimlerin nasıl hareket ettiklerini ve nasıl etkileştiklerini inceler.

Manyetizma: Manyetik maddelerden ve elektrik akımından oluşan manyetik alanı ve Dünya'nın manyetik alanını inceler.

Optik: Işıkla ilgili olayları ve ışığın saydam ortamlardaki davranışını inceler.

Elektrik: Maddenin yapısında bulunan proton ve elektron gibi elektrik yüklerini ve bunların etkilerini inceler.

Termodinamik: Enerjinin madde içinde nasıl yayıldığını ve nasıl iletiltiğini inceler.

Atom Fiziği: Atomları oluşturan unsurları ve bu unsurların birbirleriyle olan etkileşimlerini inceler.

Nükleer Fizik: Atom çekirdeğinin yapısını ve kararsız çekirdeklerin yaptıkları ışımaları inceler.

Katıhal Fiziği: Yoğun haldeki (genellikle kristal yapı) maddelerin elektriksel, manyetik, optik ve esneklik özelliklerini inceler.

Epistemoloji

Mevcut bilgilerin ilk kaynağını araştıran bilim dalına epistemoloji denir.

Paradigma

Bir bilimsel disipline belli bir süre hakim olan model yada kurumsal çerçeveye paradigma denir. Paradigmadaki değişimler bilimsel bilgilerin değişip gelişmesine neden olabilir.

Paradigma bir grup bilim insanının bilimsel bir çalışma alanı ile ilgili ortaklaşa kabul edilen görüşleri olarak ifade edilebilir.

Bir görüşün paradigma olabilmesi için;

- Kendi alanında ortaya çıkan sorunlara uygun çözüm bulma potansiyeli olmalı.
- Bulunduğu çağı aşip ileriye dönük yeni açılımlar yapabilmek özelliği olmalı.
- Alanındaki otoriteler tarafından kabul edilir olmalı.

Paradigmalar yeni sorulara ya da sorunlara çözüm getirmiyorsa o soru ve sorunlara çözüm getiren görüşler o alanda ki uzmanlar tarafından yeni paradigmalara dönüştürülür.

Örnek 1

Günümüze kadar yapılan çalışmalarla ışık hakkında bir çok teori ileri sürülmüştür. Tanecik teorisini ortaya atan Newton'dan sonra, Huygens ışığın dalga teorisinden bahsetmiş, Maxwell ise ışığın elektromanyetik dalga özelliği gösterdiğini söylemiştir. Bu durum bilimsel bilgilerin sürekli değiştiğini gösteriyor.

Bilimsel bilgilerin, birbirini destekler biçimde değişip gelişmesine ne ad verilir?

Klasik ve Modern Bilim

Fen bilimleri, klasik ve modern bilim olarak iki grupta incelenir. Klasik bilimde, bir bilgi mutlak doğru ise tek doğrudur görüşü hakimdir. Bu bilginin mutlaka somut delilleri olmalı ve ispatlanabilmelidir. Modern bilimde, mutlak bilgi yoktur. Her şey bir değişim ve gelişim sürecindedir. Modern bilimde bilimsel bilgiler mutlak doğrular değil, belli şartlar ve sınırlar içinde geçerlidir.

Bilimsel Çalışma Yöntemi

İyi bir bilimsel çalışma için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1) Problemin Tespiti: Yapılacak çalışmanın ilk adımı olan problemin tespiti aynı zamanda bilimsel çalışmanın konusu- nu da belirler.

2) Gözlem Yaparak Veri toplama

Veri: Problemlerle ilgili gerçeklere veri denir. Bilim insanı bu gerçekleri nitel gözlem ve nicel gözlem yaparak toplar.

Nitel Gözlem: Sadece duyu organları kullanarak kesin bir sayı ortaya koymadan yapılan gözlemlerdir.

Nicel Gözlem: Duyu organları ile birlikte ölçü aletleri kullanarak yapılan gözlemlerdir.

3) Hipotez Kurulması: Çalışmanın bu aşamasında elde edilen veriler ve gözlemlere dayanarak problem ile ilgili geçici çözümler önerilir. İyi bir hipotezin özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Eldeki verilere aykırı olmamalıdır
- Probleme çözüm önermelidir
- Tahmin yapmaya imkân vermemelidir
- Gerekirse değiştirilebilmelidir

4) Kontrollü Deneyler Yapılması: Çalışmaya etki eden faktörlerden birini değiştirip diğerlerini sabit tutarak deneyler yapılmasına kontrollü deney denir. Kontrollü deneylerin amacı sınamaktır. Deneyler hipotezi desteklemez ise yeni bir hipotez kurulur.

Fizikte nicelikler arasındaki ilişki bulunurken; niceliklerden bazılarını sabit tutar (**sabit tutulan değişken**), bazılarını biz değiştiririz (**bağımsız değişken**). Bazı nicelikler ise bizim değiştirdiğimiz değişkene yani bağımsız değişkene bağlı olarak değişen (**bağımlı değişken**) değişkendir. Deney sonuçlarını değerlendirerek bu değişkenler arasındaki ilişki tespit edebiliriz.

Deneyler, bilimsel bilginin tek kaynağı değildir. Düzenli bir gözleme dayanmadan, merak sonucu, yaratıcılığın ve hayal gücünün etkisiyle ya da sadece şans faktörü ile ortaya çıkan çalışmalar da vardır.

Örneğin, Mühendis PercySpencer, kısa radyo dalgaları yayan bir lambayla çalışırken cebindeki çikolatanın erimeye başladığını fark ettive bu mikrodalga fırının icadındaki ilk adım oldu.

Bazen deney ve gözlemlerle bilimsel bilgiye ulaşmak mümkün olmayabilir. Bazı fizik deneylerinde ortaya çıkan çelişkili veya açıklanamayan durumlar matematiksel modeller kullanılarak mantık ile açıklanmaya çalışılır. Başka bir ifadeyle bazı bilgiler, tamamen kuramsal olarak ortaya atılır.

Örneğin, Einstein Görelilik Kuramı'nı oluştururken matematiksel modellemelerden yararlanmış, deneylerle doğruluğunun kanıtlanması sonraki yıllarda gerçekleşmiştir.

Bazı durumlarda ise kontrollü deney yapmak mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda sonuçlara, kapsamlı gözlemlerle ulaşılabılır.

Örneğin, astronomi alanındaki bilgiler deney sonuçlarından daha çok kapsamlı gözlemler ile elde edilmektedir.

Bilimsel Teori ve Bilimsel Yasa

a) Bilimsel Teori (Kuram)

Gözlenen bir doğa olayı ile ilgili genellemelerin açıklamasıdır. Işık teorileri, izafiyet teorisi, atom teorisi vs. fizikteki bazı teorilerdir.

Teorinin doğruluğu büyük ölçüde kabul edilmiş olmakla beraber deney ve gözlemler sonucunda tamamının ya da bir kısmının çürütölme olasılığı bulunabilir.

Teoriler de hipotez gibi devamlı deneylerle test edilebilir ve deneysel destek buldukça daha güçlü teoriler olarak kabul edilir.

b) Bilimsel Yasa

Doğruluğu kanıtlanmış varsayımlar bilimsel yasa olarak tanımlanır. Kütle çekim yasası, enerji korunum yasası gibi. Yasa ve teori birbirinden farklı kavramlardır.

Bilimsel yasa ve teoriler mutlaka deneysel desteğe sahip olmalıdır. Fakat bu şekilde de olsa bilimsel teoriler asla yasa olmaz. Bilimsel yasalar ve teorilerin kapsam, geçerlilik ve içerik açısından karşılaştırılması ile ilgili genelleme yapılamaz. Bilimsel teorilerin daha fazla deneysel destek buldukça bilimsel yasa oldukları yönündeki bilgiler, kesinlikle yanlıştır.

Fiziksel Büyüklükler

Fizikte büyüklükler taşıdıkları anlama göre temel büyüklükler ve türetilmiş büyüklükler olmak üzere ikiye ayrılır.

Temel Büyüklükler

Kendi başına ifade edildiklerinde bir anlamı olan büyüklüklerdir. Yapılan ölçüm sonucunu ifade etmek için başka bir büyüklük kullanılmıyorsa bu büyüklüklere **temel büyüklükler** denir. Fizikte kullandığımız bazı temel büyüklükler;

Büyüklük	SI Birimi
Kütle	
Sıcaklık	
Uzunluk	
Zaman	

Türetilmiş Büyüklükler

Başka büyüklükler yardımıyla ifade edilen büyüklüklere **türetilmiş büyüklük** denir. Fizikteki bazı türetilmiş büyüklükler; kuvvet, enerji, hız, basınç

Modelleme

Doğrudan gözlenemeyen ya da gözlenebilen olgu ve olayların daha iyi anlaşılabilmesi için modellemeye gerek duyulur. Atomun yapısı, mıknatısın manyetik alan çizgileri modelleme ile açıklanmaya çalışılmıştır. Formüller, tablolar ve grafikler modellemedir.

Ölçme

Fiziksel bir büyüklüğün kendi cinsinden bir ölçüyle karşılaştırılmasına ölçme denir. Ölçme sonuçlarının gerçek değerden farklı olması ölçmede hata yapıldığı anlamına gelir. Ölçme sonucu ile gerçek değer arasındaki fark ölçmede hata olarak tanımlanır.

Yapılan ölçmedeki hatalar; ölçme yönteminden, ölçme aletinden, ölçmeyi yapan kişiden, ölçmenin yapıldığı ortamdan kaynaklanabilir.

Madde

Hacmi, kütlesi, eylemsizliği ve tanecikli yapısı olan herşeye madde denir. Bu dört özellik maddelerin ortak özelliğidir. Cisim ise maddenin şekil almış halidir. Katı, sıvı, gaz ve plazma olmak üzere maddelerin dört hali vardır.

Katı Hali: Katı maddeyi meydana getiren tanecikler arasındaki çekim kuvveti çok güçlüdür. Bundan dolayı katıların belirli bir hacmi ve şekli vardır.

Sıvı Hali: Katı hale göre, sıvı maddelerin tanecikleri arasındaki bağlar daha zayıftır. Sıvıların belirli bir hacmi vardır fakat belirli bir şekli yoktur.

Gaz Hali: Maddenin tanecikleri arasındaki bağlar yok denecek kadar zayıftır. Belirli bir hacmi ve şekli yoktur. Bulunduğu kabın hacmini ve şeklini alır.

Plazma Hali: Gaz maddeler çok yüksek sıcaklıklarda en az bir elektronlarını kaybederek iyon haline geçer. Böylece iyonlaşmış gaz atomlarından ve serbest elektronlardan meydana gelen bir madde oluşur. Bu duruma plazma hali denir. Plazma haline geçmiş maddede ısıma görülmektedir. Mum alevi, neon lamba vb. plazma haline bir örnektir.

Plazma Halinin Özellikleri

- Plazmalar içinde serbest halde elektron bulundurdıkları için ısıyı ve elektrik akımını iletirler.
- Eşit sayıda elektron ve pozitif yüklü iyon taşıdıkları için elektrikçe nötrdür.
- Elektrik ve manyetik alanlardan etkilenirler.

Plazmaların Sınıflandırılması

Plazma hali oluşturuldukları ortamın sıcaklığına göre sıcak ve soğuk plazma olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır.

Sıcak plazma: Yüksek sıcaklıklarda gaz atomlarının ısı yoluyla iyonlaştırılması sonucu oluşan plazmalardır. Güneş, Güneş rüzgârları ve yıldızlar, sıcak plazmalara örnektir.

Soğuk plazma: Düşük sıcaklıklarda, yüklü parçacıklarla yada ışığın gaz atomlarıyla çarpışıp gaz atomlarının iyonlaştırılması sonucu oluşan plazmalardır. Floresan lamba, neon lamba, kuzey ve güney kutup ışıkları (Aurora) soğuk plazmalardır.

Uzayda Bulunan Plazmalar: Güneş, yıldızlar, yada gezegenler arası ortam, gezegenlerin dış atmosferleri, güneş rüzgârları plazmanın uzayda bulunduğu yerlerdir. Evrenin büyük bir kısmı plazma halindedir.

Auroraların Oluşumu

Auroralar dünya atmosferinin 100 km ile 1000 km arasındaki bölgede kutuplarda oluşan soğuk plazmalardır. Güneşten saçılan yüklü parçacıklar, dünya atmosferine girdiklerinde yerin manyetik alanından etkilenerek kutuplara doğru çekilirler. Bu parçacıklar atmosferdeki gaz atomlarıyla çarpışarak gaz atomlarını iyonlaştırır. İyonlaşmış gaz atomları ışıkların oluşmasını sağlar. Böylece gaz plazma haline geçmiş olur.

Fiziksel Değişme: Maddenin dış yapısında görülen değişimlere denir. Bu değişimde maddenin görünümü değişir, fakat tanecik yapısı değişmez. Örneğin ekmeğin ikiye bölünmesi, buzun erimesi gibi olaylar fiziksel değişimdir.

Kimyasal Değişme: Maddelerin yapısal değişikliğe uğrayarak farklı maddelere dönüşmesi olayıdır. Örneğin yanma, paslanma, çürüme gibi olaylar kimyasal değişimdir.

Örnek 1

- Odunun kırılması
- Kağıdın yanması
- Ekmeğin küflenmesi

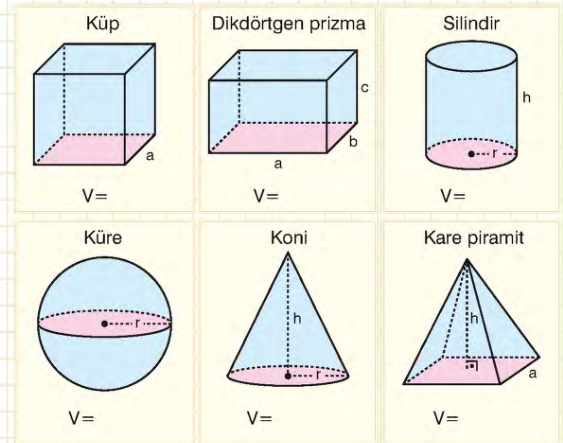
Yukarıdakilerden hangileri maddelerin fiziksel değişimi-ne örnek olarak gösterilebilir?

Hacim

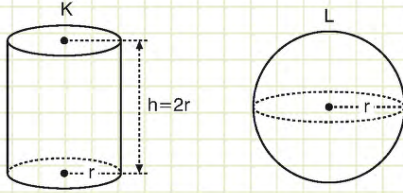
Maddenin uzayda kapladığı yerdir. V ile gösterilir.

1. Düzgün Geometrik Cisimlerin Hacimleri

Düzgün geometrik cisimlerin hacimleri geometrideki hacim formülleri ile bulunur. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir.



> Örnek 2

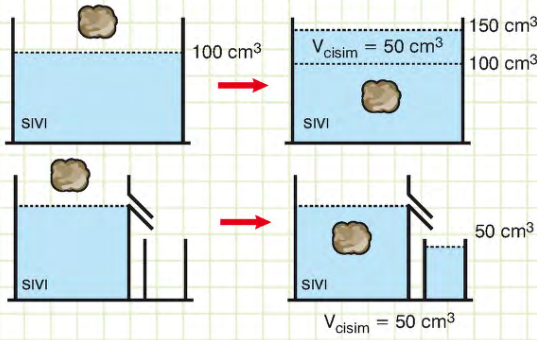


K dik silindiri ile L küresinin ayrıtları şekildeki gibidir.

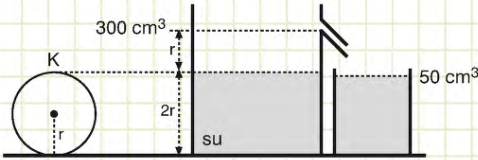
K ve L nin hacimleri V_K , V_L olduğuna göre, $\frac{V_K}{V_L}$ oranı kaçtır?

2. Düzgün Olmayan Cisimlerin Hacimleri

Düzgün olmayan cisimlerin hacimleri, taşıma kabı veya dereceli kaplar ile ölçülür. 50 cm^3 hacimli bir cismin hacim ölçümü aşağıdaki gibidir.



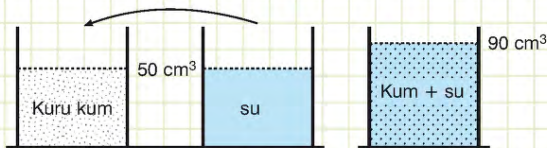
> Örnek 3



İçinde su olan taşıma kabına küresel bir K cismi suya bırakılıp kab tabanında dengelendiğinde kaptan 50 cm^3 su taşıyor.

Buna göre, K cisminin hacmi kaç cm^3 tür?

Kuru Kumun Hacminin Ölçülmesi



İçerisinde 50 cm^3 kuru kum bulunan kaba 50 cm^3 su konulduğunda kaptan okunan değer 90 cm^3 olsun.

Kuru kum içerisindeki boşluğun hacmi,

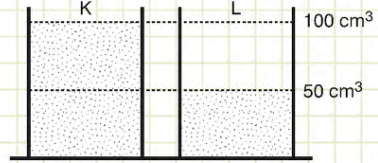
$$V_{\text{boşluk}} =$$

$$V_{\text{boşluk}} =$$

Kumun gerçek hacmi,

$$V =$$

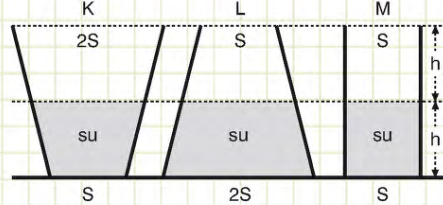
> Örnek 4



Düşey kesitleri verilen özdeş K, L kaplarından; K kabı 100 cm^3 hizasında, L kabı ise 50 cm^3 hizasında özdeş kuru kumlarla doludur.

L kabına 60 cm^3 su döküldüğünde suyun hızası 100 cm^3 olduğuna göre, K kabına kaç cm^3 su döküldüğünde suyun hızası 100 cm^3 e çıkar?

> Örnek 5



Kesik koni biçimindeki K, L kapları ile silindirik M kabının ayrıtları şekildeki gibidir.

Kapların içindeki suların hacimleri V_K , V_L , V_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

> Örnek 6

- I. Aurora
- II. Mum alevi
- III. Erimiş tereyağı
- IV. Stoplazma

Yukarıdakilerden hangileri maddenin plazma haline örnek olarak gösterilebilir?

Kütle ve Kütle Ölçümü

Kütle, madde miktarına denir. Kütle ortam değişimlerinden etkilenmez, skaler bir büyüklüktür. Birimi g, kg gibi birimlerdir.

Eşit Kollu Terazi

Cisimlerin kütleleri eşit kollu terazi ile ölçülür.

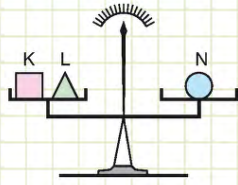
Duyarlılık

Terazide ölçülebilecek en küçük kütleyle denir. Binicinin ardışık iki bölme arasındaki yer değiştirmesi duyarlılığa karşılık gelir. Duyarlılık, binici kütlesinin koldaki bölme sayısına oranıdır. Daha sonra binicinin bulunduğu taraftaki kefeye etkisi hesaplanırken duyarlılık ile binicinin bulunduğu yer çarpılır.

a) Binicinin Kullanılmadığı Eşit Kollu Teraziler

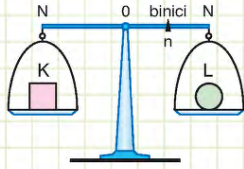
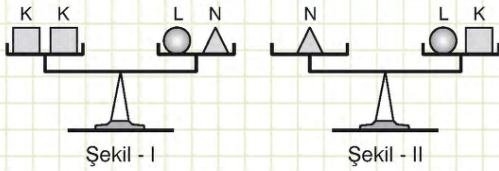
Şekildeki eşit kollu terazi, kefe-lerinde m_K , m_L , m_N kütleli K, L, N cisimleri varken yatay denge-
de ise,

..... = dir.

**b) Binicinin Kullanıldığı Eşit Kollu Teraziler**

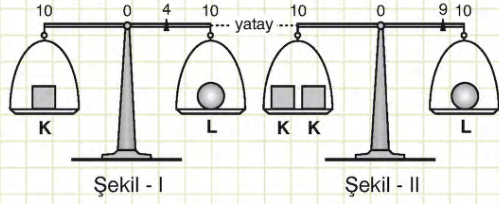
Bölme sayısı N olan eşit kollu terazide kütlesi m_b olan binici n. bölmede iken yatay denge-
de ise,

$m_K = \dots + \dots$ dir.

**Örnek 7**

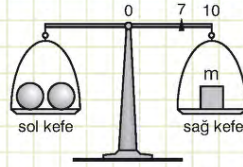
Şekil-I ve Şekil-II deki eşit kollu teraziler, kefele-
lerinde K, L, N cisimleri ile yatay dengededir.

K, L, N cisimlerinin kütleleri sırasıyla m_K , m_L , m_N oldu-
ğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

Örnek 8

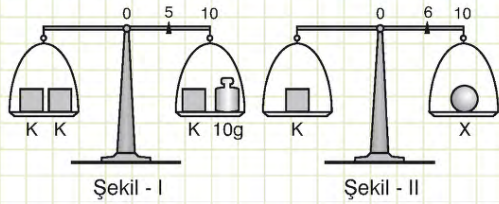
Eşit kollu bir terazinin kefele-
lerinde Şekil-I deki cisimler varken
binici 4. bölme-ye, Şekil-II deki cisimler varken de 9. bölme-ye
getirilerek yatay denge sağlanıyor.

Binicinin bir bölme yer değiştirmesi 1 g a karşılık geldi-
ğine göre, L cisminin kütlesi kaç g dir?

Örnek 9

Şekildeki 10 eşit bölmeli eşit kollu terazide binicinin kütlesi
10 gramdır. Sol kefe-
de özdeş iki bilye, sağ kefe-
de m kütleli
cisim ve sağ kolun 7. bölmesinde binici varken terazi denge-
dedir.

Bilyelerden biri alınarak binici 2. bölme-ye getirildiğinde
denge tekrar sağlandığına göre, cismin kütlesi m kaç g dir?

Örnek 10

Eşit kollu özdeş teraziler şekillerdeki gibi dengededir.

Binici kütlesi 10g olduğuna göre, X cisminin kütlesi kaç
g dir?

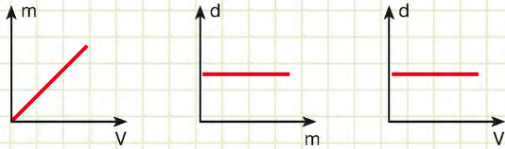
Ayırt Edici Özellikler

Bir maddeyi diğer maddelerden ayıran özelliklerdir. Ayırt edici özelliklerden bazıları; özkütle, çözünürlük, erime ve kaynama noktaları, boyca uzama katsayıları, erime ve kaynama ısısı, özısı gibidir.

Özkütle: Bir maddenin birim hacminin kütlesine özkütle denir. Maddeler için ayırtedici özelliktir. d ile gösterilir.

Özkütle = $\frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{m}{V}$ olur. Birimi g/cm^3 tür.

Sabit sıcaklıktaki bir maddenin $m - V$, $d - m$ ve $d - V$ grafikleri şekildedir.

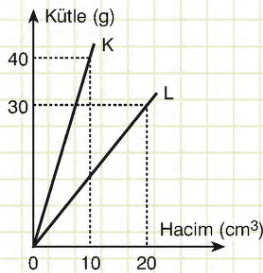


Maddelerin özküteleri sıcaklıkla değişir. Sıcaklık artarsa, hacim artar, özkütle azalır, sıcaklık azalırsa, hacim azalır, özkütle artar.

Özgülrlük: Bir maddenin birim hacminin ağırlığına özgülrlük denir. ρ ile gösterilir.

Özgülrlük = $\frac{G}{V} \Rightarrow \rho = \frac{G}{V} = \dots$ dir.

Özhacim: Bir cismin birim kütlesinin hacmidir. Maddeler için ayırt edici özelliktir.

Örnek 11

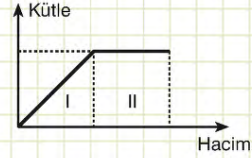
Özküteleri d_K , d_L olan K, L maddelerinin kütle-hacim grafikleri şekildedir.

Buna göre, $\frac{d_K}{d_L}$ oranı kaçtır?

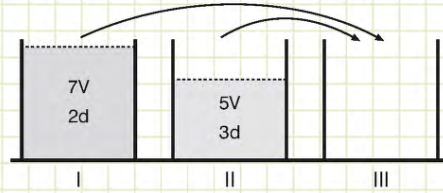
Örnek 12

Kütelleri m , $2m$, $3m$ hacimleri $3V$, $2V$, V olan K, L, M cisimlerinin özküteleri d_K , d_L , d_M dir.

Buna göre, d_K , d_L , d_M arasındaki ilişki nedir?

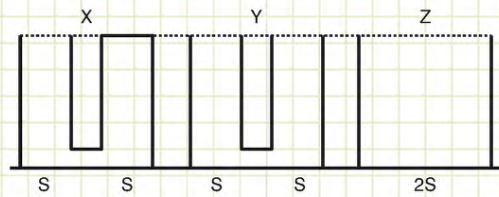
Örnek 13

Kütle-hacim grafiği verilen bir maddenin I ve II aralıklarındaki özkütle ve sıcaklık değişimleri için ne söylenebilir?

Örnek 14

Düşey kesiti verilen I ve II nolu kaplarda özkütlesi ve hacimleri verilen sıvılardan bir miktar alınıp III. kaba konulduğunda kaplardaki sıvı hacimleri eşit oluyor.

Son durumdaki kaplardaki sıvı kütleleri m_1 , m_2 , m_3 olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir? (Sıcaklık sabittir.)

Örnek 15

Düşey kesitleri şekildedeki gibi verilen silindirik X, Y, Z kapları taşınmaya kadar su ile dolduruluyor.

Kaplarda biriken su hacimleri V_X , V_Y , V_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

(Bağlantı borularının hacmi önemsizdir.)

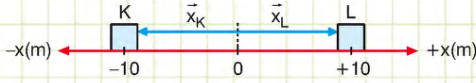
Bir cismin seçilen bir başlangıç (referans) noktasına göre zamanla yerdeğiştirmesine hareket denir. Bu yerdeğiştirme bir doğru boyunca gerçekleşiyorsa yapılan harekete **doğrusal hareket** denir.

Yörünge

Hareketli cismin değişik zamanlarda bulunduğu noktaların birleştirilmesiyle oluşan şekle hareketin yörüngesi denir.

Konum ($\vec{x}$)

Seçilen bir başlangıç noktasından cisme doğru çizilen yönlü uzaklıktır. Vektörel bir büyüklüktür. Birimi metredir.



K nin O noktasına göre konumu, $x_K = \dots\dots\dots$ dir.

L nin O noktasına göre konumu, $x_L = \dots\dots\dots$ dir.

Yerdeğiştirme ($\Delta\vec{x}$)

Cismin konumundaki değişimdir. Vektörel bir büyüklüktür. Birimi metredir. Yerdeğiştirme ilk konumdan son konuma çizilen vektör kadardır.

$\Delta\vec{x} = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Hız ($\vec{v}$)

Bir hareketlinin birim zamandaki yerdeğiştirmesine hız denir. Vektörel bir büyüklüktür. Birimi m/s dir. Günlük hayatta kullandığımız km/saat bir hız birimidir. Hız,

$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Sûrat

Bir hareketlinin iki nokta arasında aldığı yolun, hareket süresine oranına sürat denir. Bu iki nokta arasında alınan yol, cismin hareket yörüngesinin uzunluğudur. Skaler büyüklüktür, bu nedenle sürat kavramında yön ve doğrultunun önemi yoktur. Sûrat;

Sûrat = $\dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

SI birim sisteminde yolun birimi metre, zamanın birimi saniye olarak alınırsa süratin birimi $\dots\dots\dots$ olur.

Örnek 1

Bir A kentinden B kentine kuş uçuşu mesafe 240 km, karayolu mesafesi ise 300 km'dir. Bir otomobil karayolunu kullanarak sabit süratle 4 saatte A kentinden B kentine varıyor.

Buna göre, aracın hızı ve sürati kaç km/h tir?

Ortalama Hız

Cismin hızı düzgün olarak değişiyorsa ortalama hız,

$v_{ort} = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Ortalama hız, $\vec{v}_{ort} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \dots\dots\dots$ dir.

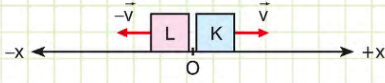
İvme ($\vec{a}$)

Bir hareketlinin birim zamanda hızında meydana gelen değişime ivme denir. Vektörel bir büyüklüktür. Birimi m/s² dir.

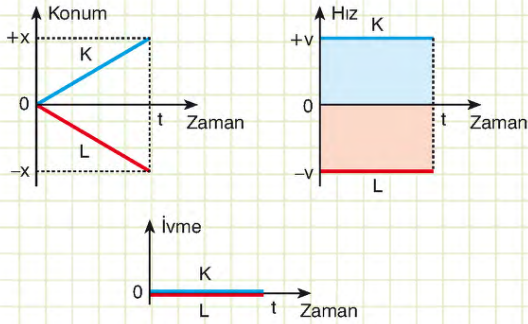
$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Düzgün Doğrusal Hareket

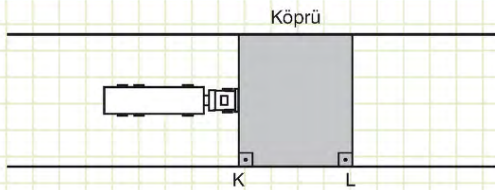
Bir doğru boyunca yapılan ve hızı zamanla değişmeyen cismin yaptığı harekete düzgün doğrusal hareket veya sabit hızlı hareket denir.



O noktasından harekete başlayan ve düzgün doğrusal hareket yapan K ve L cisimlerinin konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri, şekillerdeki gibidir.

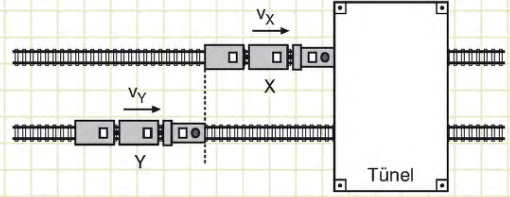


Sabit hızlı harekette cismin aldığı yol,
 $x = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Örnek 2

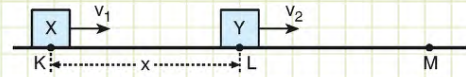
Doğrusal bir yolda, sabit hızla ilerleyen tırın ön ucu $t_0 = 0$ anında köprünün K ucundadır. Köprünün L ucuna, t anında tırın ön ucu, $3t$ anında da arka ucu varıyor.

Tırın boyu ℓ_T köprünün ℓ_K olduğuna göre, $\frac{\ell_K}{\ell_T}$ oranı kaçtır?

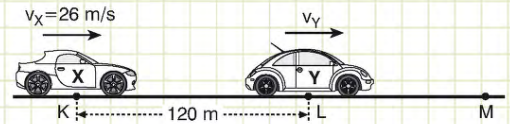
Örnek 3

Uzunlukları ℓ olan X ve Y trenleri aynı yönde sabit v_X, v_Y hızlarıyla şekildeki konumlardan aynı anda geçiyorlar. Bir süre sonra X treni tüneli tamamen terkettiği anda, Y treni de X trenini tamamen geçiyor.

Tünelin uzunluğu ℓ olduğuna göre, $\frac{v_X}{v_Y}$ oranı kaçtır?

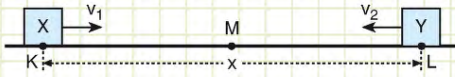


Sabit hızla K ve L noktalarından harekete geçen X ve Y araçları, t sürede M noktasında yanyana geliyorlar. KL arasındaki uzaklık; $x = \dots\dots\dots$ denklemiyle bulunur.

Örnek 4

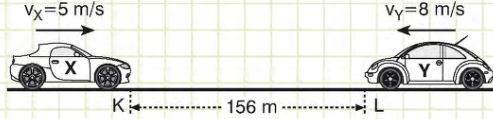
Doğrusal bir yolda aynı yönde sabit hızlarla hareket eden X arabası K noktasından, Y arabası da L noktasından aynı anda geçtikten 15 saniye sonra M noktasına aynı anda varıyorlar.

X arabasının hızının büyüklüğü 26 m/s olduğuna göre, Y arabasının hızının büyüklüğü v_Y kaç m/s dir?



Sabit hızla K ve L noktalarından harekete geçen X ve Y araçları, t sürede M noktasında karşılaşıyorlar. KL arasındaki uzaklık; $x = \dots\dots\dots$ denkleminde bulunur.

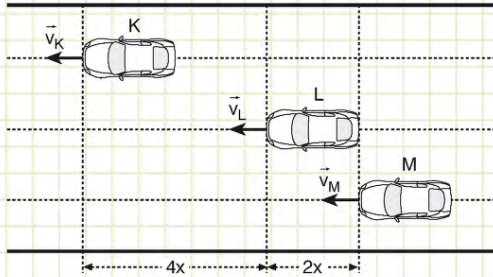
Örnek 5



Doğrusal bir yolda birbirlerine doğru sabit hızlarla hareket eden X arabası K noktasından Y arabası da L noktasından aynı anda geçtikten t süre sonra karşılaşıyorlar.

KL arasındaki uzaklık 156 m; X, Y'nin hızlarının büyüklüğü sırasıyla 5 m/s ve 8 m/s olduğuna göre, t kaç saniyedir?

Örnek 6

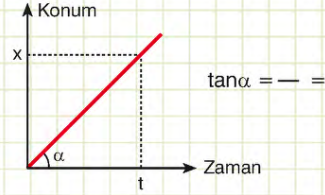


K, L, M araçları $t=0$ anında şekilde belirtilen konumlardan aynı yönde sabit $\vec{v}_K$, $\vec{v}_L$, $\vec{v}_M$ hızlarıyla geçmektedir. M aracı t süre sonra L aracına, $3t$ süre sonra K aracına yetişiyor.

K, L, M araçlarının hızlarının büyüklükleri v_K , v_L , v_M arasındaki ilişki nedir?

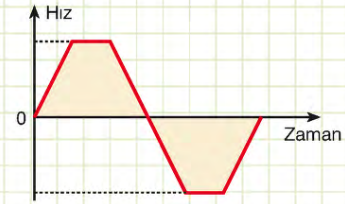
Doğrusal Hareket Grafiklerinin Özellikleri

Konum-Zaman Grafiği



Doğrusal bir yolda hareket eden aracın konumunu zamana göre gösteren grafiklerdir. Konum-zaman grafiklerinde; grafiğin eğimi hızı verir. Eğimin işareti ise aracın hareket yönünü gösterir.

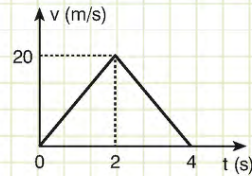
Hız-Zaman Grafiği



Doğrusal hareket eden bir aracın hızının zamana göre değişimini gösteren grafiklerdir. Bu grafiklerde;

- Grafiğin eğimi ivmeyi verir.
- Grafik ile zaman ekseninde kalan alan yer değişimini (Δx) verir.
- Δx 'in işareti cismin hareket yönünü verir.
- Grafik, zaman eksenine yaklaşıyorsa cisim yavaşlıyor, uzaklaşıyorsa cisim hızlanıyor.
- Grafik zaman eksenini kestiği anda cismin hızı sıfır olur.
- Grafik ile zaman ekseninde kalan alanların cebirsel toplamı, toplam yer değiştirmeyi verir.

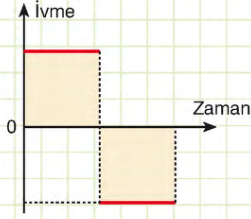
Örnek 7



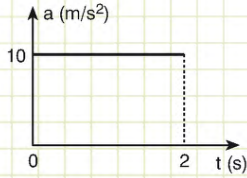
Doğrusal bir yolda hareket eden ve hız-zaman grafiği şekildeki gibi olan bir araç 0-4 saniye aralığında kaç metre yol alır?

İvme-Zaman Grafiği

Doğrusal yolda hareket eden bir aracın ivmesinin zamana göre değişimini gösteren grafiklerdir.



- İvme-zaman grafiğinde, grafik ile zaman eksenini arasında kalan alan Δv hız değişimini verir.
- Cismen son hızı bulunurken, ilk hızı ile cismin toplam hız değişimi cebirsel olarak toplanır. $v_{\text{son}} = v_0 + \dots$ olur.

Örnek 8

Doğrusal bir yolda hareket eden ve $t=0$ anında hızı 10 m/s olan bir aracın *ivme-zaman* grafiği şekildeki gibi olduğuna göre, aracın 2s sonundaki hızı kaç m/s dir?

NOT ALINIZ

Harekete sebep olan ve hareketi değiştiren etkileri araştırarak hareketin niçin ve nasıl olduğunu inceleyen fizik dalına **dinamik** denir.

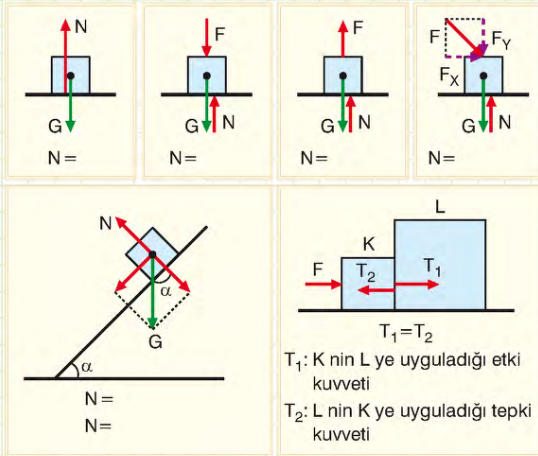
Bu alandaki çalışmaların büyük bir kısmı 17. yüzyılda Newton tarafından yapıldığından dinamik kanunları, Newton'un Hareket Kanunları olarak da bilinir. Bu kanunlar;

I. Kanun (Eylemsizlik Prensibi)

- Eylemsizlik, bir cismin ilk hareketini koruma isteğidir.
- Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğunda cisim o andaki hareketini korur. Duruyorsa durur, hareket ediyorsa, hareketine sabit hızla devam eder.
- Bir araba yavaşladığında yolcular arabanın gittiği yönde, hızlandığında ise ters yönde hareket etmek isterler. Aynı etki asansörde yukarı veya aşağı hareket sırasında da olur.

II. Kanun (Etki-Tepki Prensibi)

- Bir X cismi, Y cisminde bir kuvvet uygularsa (etki), Y cismi de X cisminde zıt yönde ve aynı büyüklükte bir kuvvet (tepki) uygular. $F_{\text{etki}} = F_{\text{tepki}}$
- G: Ağırlık, N: Tepki kuvveti, F: Uygulanan kuvvet ise,



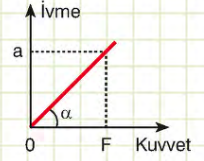
III. Kanun (Temel Prensip)

- Net bir kuvvet bir cisme etki ettiğinde cisim net kuvvetle aynı yönde ivme kazanır. Kuvvet arttığında ivme de artar. Bu olayda kuvvetin ivmeye oranı sabit ve bu oran cismin kütlesine eşittir.

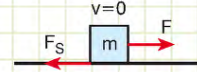
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{net}}}{m} \quad m = \frac{F}{a} \quad \text{ise} \quad \vec{F}_{\text{net}} = m \vec{a}$$

- İvme-kuvvet grafiğinin eğimi kütlelerin tersini verir.

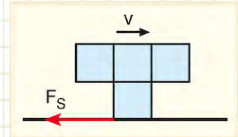
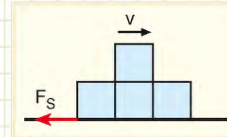
$$\tan \alpha = \frac{a}{F} = \frac{1}{m} \quad \text{dir.}$$



Sürtünme Kuvveti



- Hareket eden veya hareket ettirmek istenen cisimlerin hareketini engellemeye çalışan kuvvettir.
- Sürtünme kuvveti, cismin temas ettiği yüzeyin cisme uyguladığı tepki kuvveti ile doğru orantılı ve yönü hareket yönüne zıttır.
- Sürtünmeli ortamda duran bir cismi harekete geçirebilmek için cisimle yüzey arasında oluşan sürtünme kuvvetini yenmek gerekir. Yani, $F > F_s$ olduğunda cisim harekete geçer. Dinamik denklemi;
 $F_{\text{net}} = ma$
 $\dots = ma$ olur.
- Hareketli bir cisim ile yüzey arasında oluşabilecek sürtünme kuvvetinin maksimum değeri;
 $F_s = \dots$ ile hesaplanır.
(k: Sürtünme katsayısı, N: Yüzey tepki kuvveti)
- Sürtünme katsayısı (k) birimsiz bir sayıdır. Bu katsayı cismin durması ya da hareket etmesine göre farklı değerler alır. Durmakta olan cisimler için statik sürtünme katsayısı (k_s), hareket halindeki cisimler için kinetik sürtünme katsayısı (k_k) alınır
 $0 \leq f_s \leq k_s \cdot N$
 $f_k = \dots$
- Sürtünme kuvveti cisim hareket ederken veya cismi hareket ettirmek isteyen bir kuvvet varken ortaya çıkar. Bu nedenle dışarıdan herhangi bir kuvvet etki etmeden yatay bir düzlemde duran bir cisim için sürtünme kuvveti sıfırdır.
- Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü sert bir yüzeyde bulunan sert bir cisim için, cismin yüzey alanına bağlı değildir.

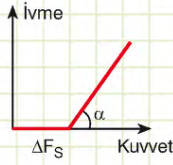


Yukarıdaki iki durumda da cisme etki eden sürtünme kuvvetleri birbirine eşittir.

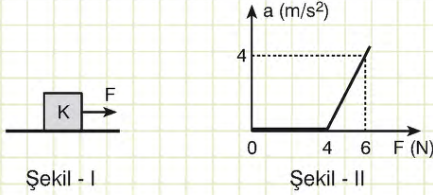
Sürtünmeli bir yüzeyde bir cismin ivme-kuvvet grafiği şekildeki gibidir.

Bu grafikte $\tan \alpha = \frac{\Delta F_s}{\Delta a}$ dir.

ΔF_s ise sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü verir.



Örnek 1

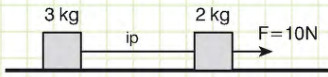


Sürtünmeli yatay düzlemde Şekil-I deki gibi hareket eden K cismine ait *ivme-kuvvet* grafiği Şekil-II deki gibidir.

Buna göre,

- K cisminin kütlesi kaç kg dir?
- K cismine etki eden sürtünme kuvveti kaç N dur?
- K cismine $F=10N$ luk yatay kuvvet uygulandığında ivmesi kaç m/s^2 olur?

Örnek 2



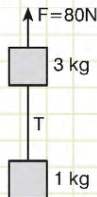
Sürtünmesiz ortamda ipe birbirlerine bağlı cisimler F kuvveti ile harekete başlıyorlar.

- Sistemin ivmesi kaç m/s^2 dir?
- İpteki gerilme kuvveti kaç N dur?

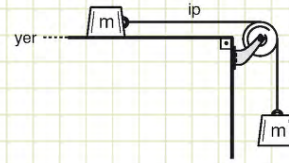
Örnek 3

Birbirine ipe bağlı 1 kg ve 3 kg kütleli cisimler 80N luk kuvvetle şekildeki gibi düşey olarak yukarı doğru çekiliyor.

Buna göre, cisimlerin hareketi süresince ipteki gerilme kuvveti T kaç N dur? ($g = 10 m/s^2$)



Örnek 4

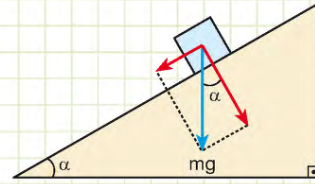


Düşey kesiti verilen sürtünmesiz düzende m kütleli cisimler serbest bırakıldığında ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü 10 N oluyor.

Buna göre, m kütlesi kaç kg dir? ($g = 10 m/s^2$)

Eğik Düzlem

Sürtünmesiz eğik düzlemde m kütleli bir cisim serbest bırakıldığında hareket ivmesi sabittir. Yani cisim sabit ivmeyle düzgün hızlanan hareket yapar. Cismin hareket ivmesi;

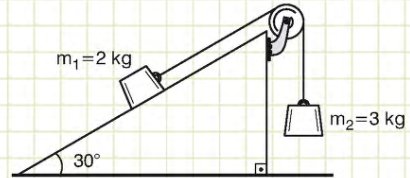


$$F = m \cdot a$$

$$\dots\dots\dots = m \cdot a$$

a = $\dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Örnek 5

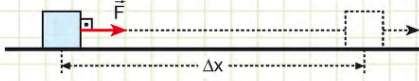


Şekildeki sürtünmesiz eğik düzlemde cisimler serbest bırakılıyor.

Buna göre,

- Sistemin ivmesi kaç m/s^2 dir?
- İpteki gerilme kuvveti kaç N dur? ($\sin 30^\circ = 0,5$; $g = 10 m/s^2$)

İş (W): Fiziksel anlamda bir iş yapılabilmesi için, cisme bir kuvvet uygulandığında cismin kuvvet doğrultusunda yer değiştirmesi gerekir.

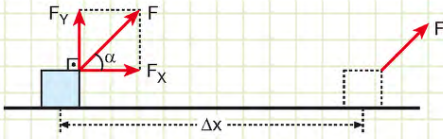


Bir cisme F büyüklüğünde kuvvet uygulandığında cisim kuvvet doğrultusunda Δx kadar yer değiştirirse yapılan iş; Δx

$W = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Birimi $\text{Newton} \cdot \text{metre} = \text{Joule}$ dır. İş skaler bir büyüklüktür.

■ Hareket doğrultusuna dik uygulanan kuvvetler iş yapmazlar.

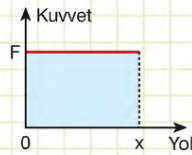


Uygulanan kuvvet yola paralel değilse, kuvvetin yatay bileşeni ile yer değiştirmenin çarpımı işi verir. Yapılan iş;

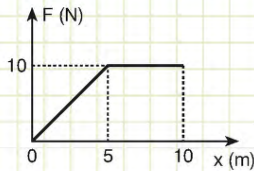
$W = F_x \cdot \Delta x = \dots\dots\dots$ olur.

F_y kuvveti hareket doğrultusuna dik uygulandığı için iş yapmaz.

■ Kuvvet-yol grafiğinin altında kalan alan yapılan işi verir.



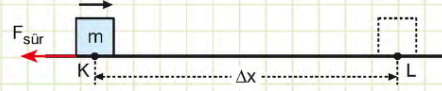
Örnek 1



Durmakta olan bir cisme, hareket doğrultusuna paralel uygulanan kuvvetin yola bağlı değişim grafiği şekildaki gibidir.

Buna göre, 10 m'lik yolun sonunda kuvvetin yaptığı iş kaç joule dır?

Sürtünme Kuvvetinin Yaptığı İş: Cismin hareketi sırasında, sürtünme kuvveti daima cismin hareketine ters yöndedir. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş daima negatiftir ve ısıya dönüşen enerjiyi verir.



Bir cisim sürtünmeli yatay yolda K den L ye Δx kadar yol aldığı anda sürtünmeye harcanan enerji;

$W_{\text{sür}} = \dots\dots\dots$ olur.

Güç (P): Birim zamanda yapılan işe güç denir. P ile gösterilir.

t zamanda W işi yapılmış ise; $\text{Güç} = P = \dots\dots\dots$ olur.

Birimi $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}} = \text{Watt}$ tır. 1000 Watt = 1 kwatt tır.

Örnek 2

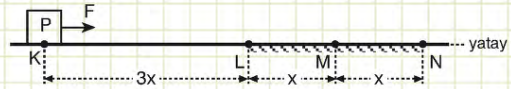


Sürtünme katsayısının $k=0,5$ olduğu şekildaki yatay düzlemde, durmakta olan 3 kg kütleli cisim 21 N luk kuvvetin etkisiyle harekete başlıyor.

Kuvvet cisme 4 saniye etki ettiğine göre, bu süre sonunda;

- F kuvvetinin yaptığı iş kaç J dur?
- Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş kaç J dur?
- Net kuvvetin yaptığı iş kaç J dur?
- F kuvvetinin harcadığı güç kaç W tır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Örnek 3



Şekildaki KLMN yolunun K noktasında durmakta olan P cisme yola paralel F büyüklüğündeki kuvvet M noktasına kadar etki ediyor. Yolun KL bölümü sürtünmesiz, LN bölümü sürtünmeli ve sürtünme kuvveti sabittir.

Cisim N noktasında durduğuna göre, sürtünme kuvvetinin büyüklüğü kaç F dir?

Enerji: Bir cismin yada sistemin iş yapabilme yeteneğine enerji denir.

Verim: Bir işi yapmak için harcanan enerji ile iş arasındaki ilişki verim olarak tanımlanır. Ortamda sürtünme olması verimi azaltır.

Verim = formülü ile hesaplanır.

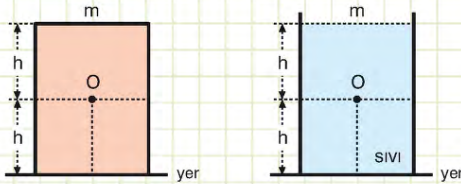
Mekanik Enerji: Bir cismin yada sistemin kinetik enerjisi ile potansiyel enerjisinin toplamına denir.

Kinetik Enerji: Bir cismin hızından dolayı sahip olduğu enerjiye denir. Hızı v kütlesi m olan cismin kinetik enerjisi;

$E_K = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Potansiyel Enerji: Bir cismin herhangi bir referans noktasına göre, yükseklikten dolayı sahip olduğu enerjiye denir. Bir referans noktasından h yüksekliğinde bulunan m kütleli cismin potansiyel enerjisi;

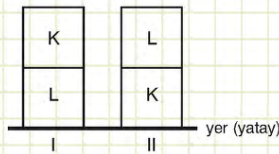
$E_P = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.



Yerde duran m kütleli bir cisim ile m kütleli bir sıvının yere göre potansiyel enerjisi bulunurken her ikisinde de kütle merkezinin yerden yüksekliği ile ağırlığı çarpılır.

Potansiyel enerji; $E_P = \dots\dots\dots$ dir.

Örnek 4



Eşit hacimli türdeş K, L küpleri şekildeki gibi iki ayrı konumda üst üste konuluyor. Bunların yere göre toplam potansiyel enerjileri, I. konumda E_I , II. konumda E_{II} dir.

K nin kütlesi m , L ninki $3m$ olduğuna göre, $\frac{E_I}{E_{II}}$ oranı kaçtır?

■ Kuvvetin yaptığı iş enerji değişimine eşittir.

$$W = F \cdot x = \dots\dots\dots$$

■ Net kuvvetin yaptığı iş sadece kinetik enerji değişimine eşittir.

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} \cdot \Delta x = \dots\dots\dots$$

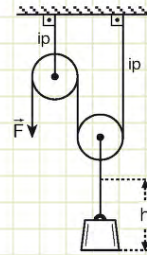
Örnek 5



Sürtünmesiz yatay bir düzlemde K noktasında durmakta olan 2 kg kütleli cisim yatay F kuvvetiyle çekildiğinde L noktasından 12 m/s lik hızla geçiyor.

Buna göre, F kuvvetinin KL arasında yaptığı iş kaç J dır?

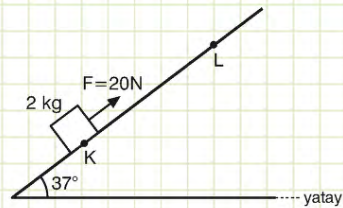
Örnek 6



Şekildeki makara düzeneğinde cismin ve makaraların her birinin ağırlığı P dir.

Buna göre, cismi h kadar yükseltmek için düşey doğrultudaki $\vec{F}$ kuvvetinin en az kaç $P \cdot h$ lik iş yapması gerekir?

Örnek 7



Şekildeki sürtünmesiz eğik düzlemde K noktasında durmakta olan 2 kg kütleli cisme L noktasına kadar eğik düzleme paralel $F = 20$ N luk kuvvet uygulanıyor.

KL = 15 m olduğuna göre, cismin L noktasındaki kinetik enerjisi kaç J dur?

($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

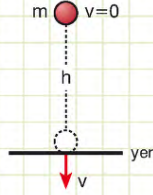
Enerji Korunumu

Evrdeki enerji miktarı sabittir. Enerjiler birbirine dönüşse bile toplamdaki enerji miktarı değişmez. Buna enerji korunumu denir.

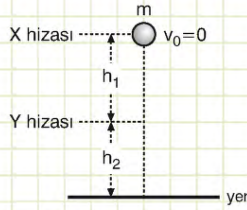
- h yüksekliğinden serbest bırakılan m kütleli cisim, yere v hızıyla çarptığı anda sahip olduğu kinetik enerjisi, başlangıçtaki yere göre potansiyel enerjisine eşittir.

$$E_{\text{önce}} = E_{\text{sonra}}$$

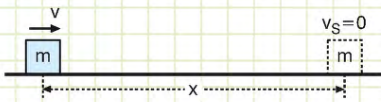
$$mgh = \dots\dots\dots$$

**Örnek 8**

Şekildeki X hizasında tutulan m kütleli cisim serbest bırakılıyor. Cisim Y hizasından geçerken kinetik enerjisi E_K , yere göre potansiyel enerjisi de E_P dir.



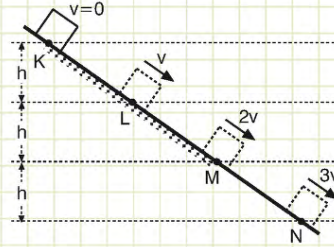
$$\frac{E_K}{E_P} = \frac{2}{3} \text{ olduğuna göre, } \frac{h_1}{h_2} \text{ oranı kaçtır?}$$



Sürtünmeli yolda v hızıyla harekete başlayan m kütleli cisim x yolu sonunda durduğunda ısıya dönüşen enerji, başlangıçta cismin sahip olduğu kinetik enerjiye eşittir.

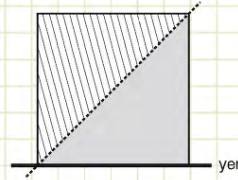
$$E_{\text{önce}} = E_{\text{sonra}}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = \dots\dots\dots$$

Örnek 9

Düşey kesiti şekildeki gibi olan KLMN yolunun MN bölümü sürtünmesizdir. K noktasından serbest bırakılan cisim L, M, N noktalarından sırasıyla v, 2v, 3v hızlarıyla geçiyor.

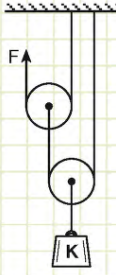
KL arasında ısıya dönüşen enerji E_{KL} , LM arasında ısıya dönüşen enerji E_{LM} olduğuna göre, $\frac{E_{KL}}{E_{LM}}$ oranı kaçtır?

Örnek 10

Şekildeki düzgün ve türdeş kare levhanın yere göre potansiyel enerjisi E dir.

Levha kesikli çizgi ile gösterilen doğrultuda kesilip üstteki parça atıldığında geriye kalan parçanın yere göre potansiyel enerjisi kaç E olur?

> Örnek 11



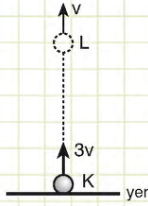
Kütlesi ve sürtünmesi önemsiz makaralarla kurulan şekildeki düzener, düşey F kuvvetiyle dengelenmiştir.

Kuvvetin uygulandığı ip sabit hızla h kadar çekildiğinde yapılan iş W , K cisminin potansiyel enerjisindeki değişim E_p olduğuna göre, $\frac{W}{E_p}$ oranı kaçtır?

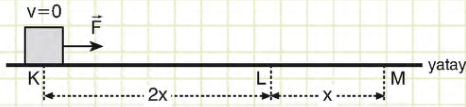
> Örnek 12

K noktasından $3v$ hızı ile düşey olarak atılan şekildeki cismin L noktasından geçerken hızı v dir. Cismin L noktasındaki kinetik enerjisi E_1 , potansiyel enerjisi E_2 dir.

Buna göre, $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?
(Sürtünme önemsizdir.)



> Örnek 13



Sürtünmesiz yatay bir düzlemde K noktasında durmakta olan m kütleli cisim, yatay doğrultudaki sabit $\vec{F}$ kuvvetinin etkisinde harekete başlıyor. Cismin kinetik enerjisi L noktasında E_L , M noktasında E_M oluyor.

$\vec{F}$ kuvveti KM yolu boyunca etki ettiğine göre, $\frac{E_L}{E_M}$ oranı kaçtır?

Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Kullandıkça rezervleri tükenmeyen kaynaklara denir. Bu tür kaynaklar çevreye zarar vermezler.

Yenilenemez Enerji Kaynakları

Kullandıkça rezervleri tükenen kaynaklardır. Bunların bir çoğu çevreye zarar verir.

NOT ALINIZ

Sıvı içerisine kısmen ya da tamamen batan cisimler, sıvı tarafından yukarıya doğru itilir. Bu itme kuvvetine, sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvveti denir. Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü, batan hacimle doğru orantılıdır ve cisim tarafından yeri değiştirilen sıvının ağırlığına eşittir.

Kaldırma kuvveti, cismin batan kısmının hacim merkezinden etki eder.

$$F_K = \dots\dots\dots$$

$$F_K = V_{\text{batan}} \cdot \rho_{\text{sıvı}} \cdot g$$

formülü ile hesaplanır.

V_{batan} ; Cismin batan hacmi

$\rho_{\text{sıvı}}$; Sıvının özkütlesi

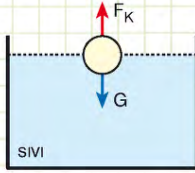
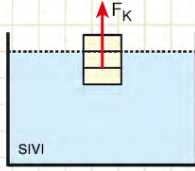
g ; Yerçekimi ivmesidir.

Sıvı içine bırakılan cisimler, kaldırma kuvveti ile cismin ağırlığının büyüklüğüne göre üç farklı durumda dengede kalabilir.

1. Yüzen Cisimler

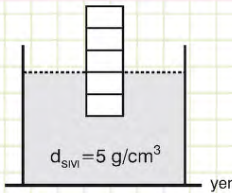
Sıvıya bırakılan bir cisim, hacminin bir kısmı sıvı dışında kalacak biçimde şekildeki gibi dengede kalıyorsa bu cisme yüzen cisim denir. Cisim dengede olduğu için cismin ağırlığı kaldırma kuvvetine eşittir.

$$G = F_K$$



Özkütlesi sıvınınkinden küçük olan cisimler sıvıda yüzerler.

Örnek 1



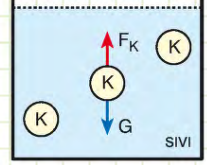
Eşit hacim bölmeli bir cisim, özkütlesi 5 g/cm³ olan sıvıda şekildeki gibi dengede kalıyor.

Buna göre, cismin özkütlesi kaç g/cm³ tür?

2. Askıda Kalan Cisimler

Şekildeki gibi hacminin tamamı sıvı içerisinde olacak biçimde dengede kalan cisimlere askıda kalan cisimler denir. Bu durumda cismin ağırlığı kaldırma kuvvetine eşittir.

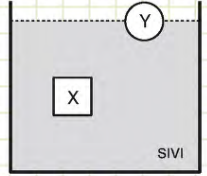
$$G = F_K$$



Özkütlesi sıvının özkütlesine eşit olan özdeş K cisimleri bırakıldıkları yerde dengede kalırlar.

Örnek 2

Kütleleri sırasıyla 2m, m olan X, Y cisimleri bir sıvıya bırakıldığında şekildeki gibi X cismi asılı kalırken, Y cismi hacminin yarısı suyun içinde kalacak biçimde yüzüyor.

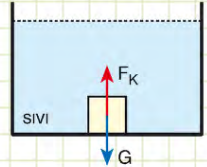


Sıvının X, Y cisimlerine uyguladığı kaldırma kuvvetlerinin büyüklüğü F_X , F_Y olduğuna göre, $\frac{F_X}{F_Y}$ oranı kaçtır?

3. Dibe Çöken Cisimler

Cismin ağırlığı kaldırma kuvvetinden büyük ise cisim dibe çöker.

$$G > F_K$$



Sıvıya bırakılıp dibe çöken cisimlerin özkütlesi sıvınınkinden büyüktür.

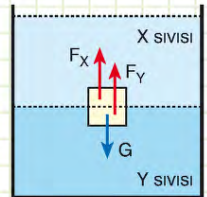
Karışmayan Sıvıların Kaldırma Kuvveti

Karışmayan sıvıların içinde şekildeki gibi dengede olan bir cisme her iki sıvı da kaldırma kuvveti uygular. Kaldırma kuvvetlerinin toplamı cismin ağırlığına eşittir.

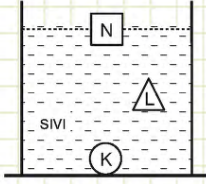
$$F_X + F_Y = \dots\dots\dots \text{ dir.}$$

X ve Y sıvıları ile cismin özkütlesi arasındaki ilişki;

.....



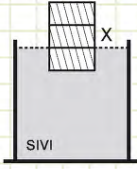
> Örnek 3



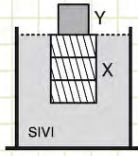
Sıvı yüzeyinden serbest bırakılan eşit kütleli K, L, N cisimleri şekildeki gibi dengede kalıyor.

Cisimlerin hacimleri V_K , V_L , V_N olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

> Örnek 4



Şekil - I

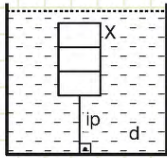


Şekil - II

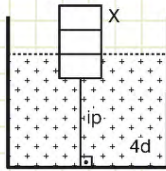
Bir sıvı içine konulan G_X ağırlıklı X cismi Şekil-I deki gibidir. Cismın üzerine G_Y ağırlıklı Y cismi konulduğunda Şekil-II deki gibi denge sağlanıyor.

Buna göre, $\frac{G_Y}{G_X}$ oranı kaçtır?

> Örnek 5



Şekil-I



Şekil-II

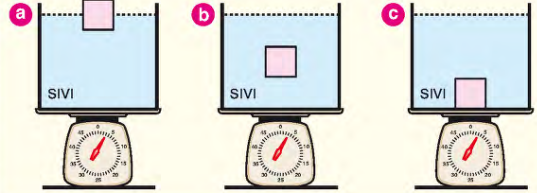
Eşit hacim bölmeli, P ağırlıklı X cismi d özkütleli sıvı içinde Şekil-I deki gibi dengede iken ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü X in ağırlığının yarısı kadardır.

Buna göre, cisim 4d öz kütleli sıvı içinde Şekil-II deki gibi dengelendiğinde, ipteki oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü X in ağırlığının kaç katı olur?

Ağırlaşmalar: Bir kapta oluşan ağırlaşma kaba gelen kütle ile kaptan çıkan kütle arasındaki ilişkiye bağlıdır. Kaptan çıkan bir kütle yoksa kap gelen cismin ağırlığı kadar ağırlaşacaktır. Değişik durumlar için ağırlaşmalar aşağıdaki gibidir.

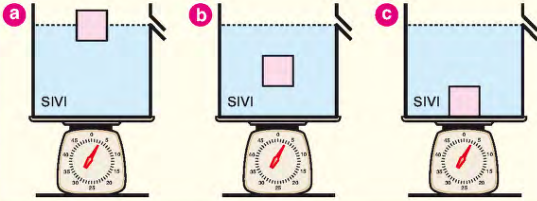
1. Sıvı taşırmayan kaplara bir cisim bırakıldığında oluşan ağırlaşmalar;

- a) Cisim yüzyüyor ise;
- b) Cisim askıda kalıyor ise;
- c) Cisim dib'e çöküyor ise;



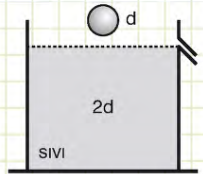
2. Taşma düzeyine kadar dolu taşıma kaplarına bir cisim bırakıldığında oluşan ağırlaşmalar;

- a) Cisim yüzyüyor ise;
- b) Cisim askıda kalıyor ise;
- c) Cisim dib'e çöküyor ise;



> Örnek 6

d özkütleli bir cisim düşey kesiti şekildeki gibi olan ve içinde 2d özkütleli sıvı bulunan taşıma kabına, sıvı yüzeyinden serbest bırakıldığında kaptan 20 cm^3 sıvı taşıyor.



Buna göre;

- a) Cismın tüm hacmi kaç cm^3 tür?
- b) Kapta oluşan ağırlaşma için ne söylenebilir?

Birim yüzeye dik uygulanan kuvvete **basınç**, tüm yüzeye dik uygulanan kuvvete de **basınç kuvveti** denir.

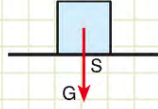
Basınç = _____

$P = \frac{F}{S}$ formülü ile hesaplanır. Skaler nicelikler.

P ; Basınç (N/m^2) , **F** ; Kuvvet (N) , **S** ; Yüzey alanı (m^2)

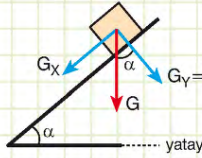
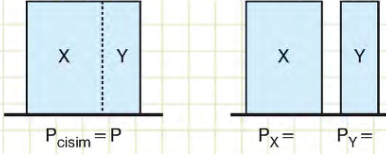
Katılarda Basınç ve Basınç Kuvveti

Katılar ağırlıklarından dolayı temas ettiği yüzeylere basınç uygular, katılarda basınç kuvveti katının kendi ağırlığı kadardır. Buna göre, basınç;



$P = \frac{G}{S}$ olur.

- Düşey kesiti şekildeki gibi olan düzgün katı cisimler düşey olarak bölünürse yere uyguladıkları basınç değişmez.



Şekildeki gibi eğik yüzeye uygulanan basınç;

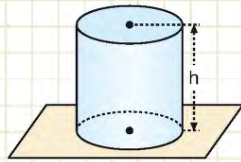
$$P = \frac{G_Y}{S} = \frac{G \sin \alpha}{S} \text{ dir.}$$

- Katı düzgün geometrik şekil-de ise, zemine yaptığı basınç;

$$P = \frac{F}{S} =$$

$$P =$$

$P = \frac{G}{S}$ formülü ile hesaplanır.

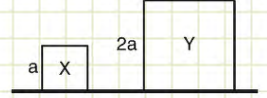


- Katıların kum, su, kar gibi ortamlarda batma derinliği katının zemine yaptığı basınç ile doğru orantılıdır.
- Katılar üzerine uygulanan kuvveti aynı doğrultuda aynı büyüklükte iletir. Ama basıncı iletemeyebilir.

- Piezo elektrik özelliği katılara uygulanan basıncın etkisiyle cisimlerin elektrik üretme özelliğine denir. Taşlı çakmaklar, basıncın bu elektrik oluşturması özelliğinden yararlanılarak çalışır. Piezo elektrik özelliği, kristal mikrofonlarda, sonar cihazlarında, ses kayıt cihazlarında kullanılır.

Örnek 1

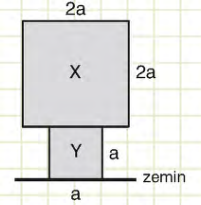
Boyutları a, 2a olan aynı maddeden yapılmış türdeş X, Y küplerinden; X küpünün zemine yaptığı basınç P, basınç kuvveti de F dir.



Buna göre, Y kübünün zemine yaptığı basınç ve basınç kuvveti nedir?

Örnek 2

Boyutları 2a, a olan aynı maddeden yapılmış türdeş X, Y küpleri şekildeki gibi üst üste konuluyor. X in Y'ye yaptığı basınç P_1 , Y'nin zemine yaptığı toplam basınç P_2 dir.

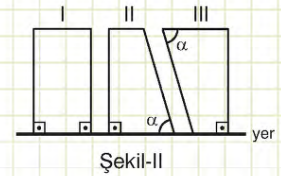


Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

Örnek 3



Şekil-I



Şekil-II

Düğüün ve türdeş dikdörtgenler prizmasının düşey kesiti Şekil-I deki gibidir. Prizma Şekil-II deki gibi I, II, III parçalarına bölündüğünde, bu parçaların yere uyguladıkları basınçlar sırasıyla P_1 , P_2 , P_3 oluyor.

Buna göre; P_1 , P_2 , P_3 arasındaki ilişki nedir?

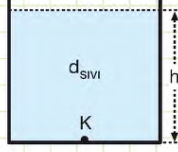
Durgun Sıvılarda Basınç ve Basınç Kuvveti

Sıvılar bulunduğu kabın taban ve yan yüzeylerine ağırlıklarından dolayı basınç uygular. Bir noktanın **sıvı basıncı**, O noktanın sıvının açık yüzeyine dik uzaklığı ile sıvının özgül ağırlığının çarpımıdır.

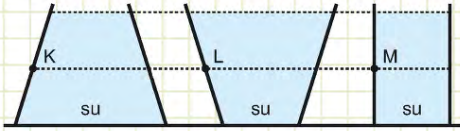
Düşey kesiti şekildeki gibi olan kabın K noktasındaki sıvı basıncı;

$$P_K = h \cdot \rho_{\text{sıvı}}$$

$P_K = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

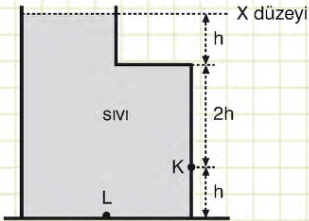


■ Bir noktanın sıvı basıncı kabın şekline, biçimine ve içindeki sıvı miktarına bağlı değildir. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kapların K, L, M noktalarındaki su basınçları eşittir.



$$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ dir.}$$

Örnek 4



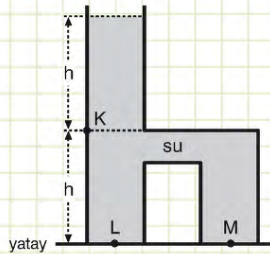
Düşey kesiti şekildeki gibi olan kap, X düzeyine kadar sıvı ile doludur.

L noktasındaki sıvı basıncı P olduğuna göre, K noktasındaki sıvı basıncı kaç P dir?

Örnek 5

Düşey kesiti şekildeki gibi olan kap su ile doludur. K, L, M noktalarındaki su basınçları sırasıyla P_K, P_L, P_M dir.

Buna göre; P_K, P_L, P_M arasındaki ilişki nedir?

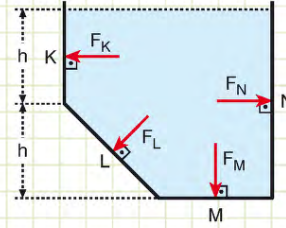


Sıvı Basınç Kuvveti

Bir kaptaki sıvının yüzeylerine uyguladığı dik kuvvete **basınç kuvveti** denir. Bir yüzeye uygulanan sıvı basınç kuvveti, o yüzeyin alanı ile o yüzeydeki ortalama basıncın çarpımıdır.

$F = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Düşey kesiti şekildeki gibi olan kabın K, L, M, N yüzeylerine yapılan sıvı basınç kuvvetleri,



$$F_K = \dots\dots\dots$$

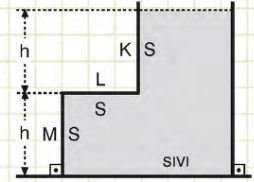
$$F_L = \dots\dots\dots$$

$$F_M = \dots\dots\dots$$

$$F_N = \dots\dots\dots$$

Örnek 6

Düşey kesiti verilen ve içi sıvıyla dolu olan kabın, yüzey alanları eşit ve S olan K, L, M yüzeylerindeki sıvı basınç kuvvetleri arasındaki ilişki nedir?

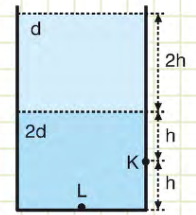


Karışmayan Sıvılarda Basınç

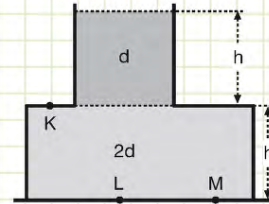
Sıvılar, üzerine uygulanan basıncı her noktaya aynen iletirler, bu ilkeye **Pascal İlkesi** denir. Karışmayan sıvılarda bu ilkeden yararlanılır.

Düşey kesiti şekildeki gibi olan kabın K ve L noktalarındaki basınç;

Üstteki sıvıdan gelen basınç,



Örnek 7



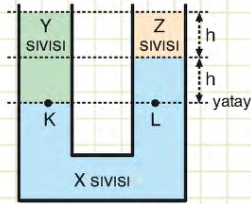
Düşey kesiti şekildeki gibi olan; içi d ve 2d özkütleli sıvılarla dolu kabın K, L, M noktalarındaki sıvı basınçları kaç h.d.g dir?

U Boruları

U şeklindeki bir boruya birbirleriyle karışmayan farklı özkütleli sıvılar konulduğunda, özkütlesi büyük olan sıvı altta olur ve sistem dengede iken aynı sıvı içinde, aynı hizadaki tüm noktadaki toplam basınçlar eşittir.

Şekildeki kaptaki K ve L noktalarındaki sıvı basınçları birbirine eşittir.

$$P_K = P_L$$



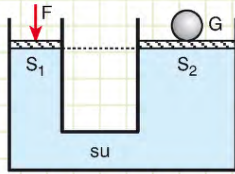
d_X , hem d_Y den hem de d_Z den büyük olduğundan $d_Y > d_Z$ olur. Buradan $d_X > d_Y > d_Z$ olarak bulunur.

Su Cendereleri

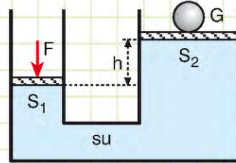
Küçük kuvvetlerle cisimleri dengeleyen basit makinelerden biri de su cendereleridir. Su cendereleri pascal ilkesine göre çalışır.

Üç ayrı şekilde dengede olan su cenderelerinde kuvvet ve yük ilişkileri aşağıdaki gibidir. (Pistonların kütleleri ve sürtünmeleri önemsizdir.)

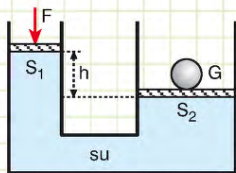
$$1) \frac{F}{S_1} =$$



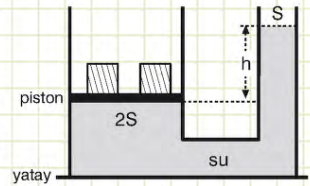
$$2) \frac{F}{S_1} =$$



$$3) \frac{F}{S_1} + hdg =$$

**Örnek 8**

Şekildeki su cenderesinde pistonun kütlesi önemsiz, kolların kesit alanları $2S$, S dir. Pistonun üzerine özdeş cisimlerden iki tane konulduğunda kollarındaki su düzeylerinin farkı h oluyor.



Buna göre, pistonun üzerine özdeş cisimlerden bir tane daha konulursa, yeni denge konumunda kollarındaki su düzeyleri arasındaki fark kaç h olur?

(Piston sızdırmaz ve sürtünmesizdir.)

Açık Hava Basıncı (Toricelli Deneyi)

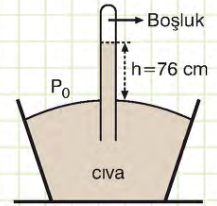
Açık hava basıncını ölçen alete barometre denir. Barometre içi cıva dolu bir kap ile cıva dolu yeterince uzun cam borudan oluşur.

Şekildeki barometrede açık hava basıncı cm-Hg cinsinden ifade edilirse,

$$P_0 = \dots\dots\dots \text{ olur.}$$

Bu durumda açık hava basıncı,

$$P_0 = \dots\dots\dots \text{ dir.}$$



Basıncın birimi SI da Pascal (Pa) dır. Basıncın başka birimlerinde vardır. Bu birimler ve aralarındaki ilişkiler aşağıdaki gibidir.

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2, \quad 1\text{bar} = 10^5 \text{ bari}$$

$$1\text{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ torr}$$

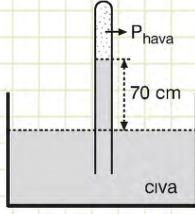
Açık hava basıncı;

- 1) Deniz seviyesinden yükseklik
- 2) Ortamın nemli ve rüzgarlı olması gibi niceliklere bağlıdır.
- 3) Açık hava basıncı kabın ve borunun şekline, kesitine bağlı değildir.

Örnek 9

Açık hava basıncının 80 cm-Hg olduğu bir ortamdaki barometre düzeyinde, cam borudaki cıva şekildeki gibi 70 cm yükselerek dengeye geliyor.

Buna göre, boruda sıkışmış olan havanın basıncı kaç cm-Hg dir?



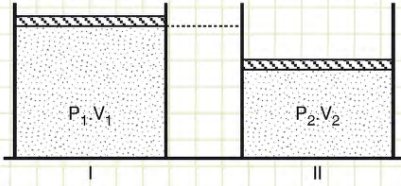
Kapalı Kaplardaki Gazların Basıncı

Gazlar konuldukları kabın hacmi kadar hacim kaplarlar ve sıkıştırılabilirler. Kapalı kaptaki gaz basıncı, gazın miktarı ve sıcaklığı ile doğru orantılı, hacmiyle ters orantılıdır.

$P_{\text{gaz}} = \frac{nRT}{V}$ formülü ile hesaplanır.

n ; Molekül sayısı, R ; Sabit sayı, T ; Sıcaklık, V ; Hacim

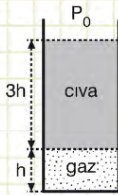
■ Sabit sıcaklıkta, sızdırmaz pistonla kapatılmış gazın basıncı ile hacminin çarpımı sabittir. ($P \cdot V = \text{sabit}$)



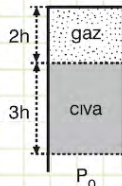
Şekildeki kap I konumda iken gazın basıncı P_1 , hacmi V_1 ; gaz sıkıştırılarak II konumuna getirildiğinde basıncı P_2 , hacmi V_2 oluyorsa; basınçlar ve hacimler arasındaki ilişki,

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ formülüyle hesaplanır.

Örnek 10



Şekil-I

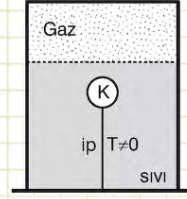


Şekil-II

Açık hava basıncının P_0 olduğu bir yerde, cam boru içinde h uzunluğundaki bölmede bulunan P_g basınçlı gaz, düşey konumda Şekil-I deki gibi dengededir. Gazın bulunduğu bölmenin uzunluğu, Şekil-II deki gibi cam boru ters çevrildiğinde $2h$ oluyor.

Buna göre, P_g kaç P_0 dir?

Örnek 11

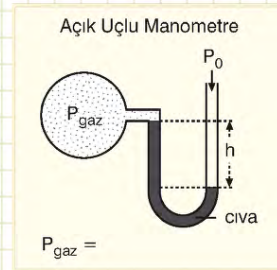
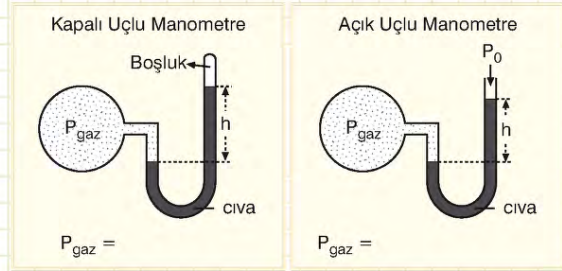


İçinde sıvı, gaz ve iple bağlı K cismi bulunan şekildeki kaptaki gazın basıncı P_g , kap tabanındaki sıvı basıncı P_s dir.

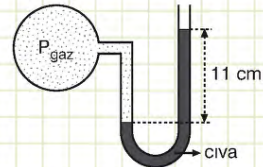
Cismin bağlandığı gergin ip kesildiğinde P_g ve P_s için ne söylenebilir?

Manometreler

Kapalı kaplardaki gazların basınçları manometre adı verilen düzeneklerle ölçülür. Manometrelerde ölçüm yapılırken U boruları kullanılır. Açık hava basıncı cm-Hg veya mm-Hg cinsinden alınır. Bazı manometre örnekleri aşağıdaki gibidir.



Örnek 12



Açık hava basıncının 69 cm-Hg olduğu bir ortamda, içinde gaz olan manometre şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, gaz basıncı kaç cm-Hg dir?

Maddeler, molekül ve atomlardan oluşur. Maddedeki atom ve moleküllerin enerjilerine iç enerji denir. Bir maddenin iç enerjisini değiştiren enerjiye **ısı enerjisi** denir. Isı alan maddelerin iç enerjileri artarken, veren maddelerin ise iç enerjileri azalır. Isı enerjisi kalorimetre kabı ile ölçülür. Birimi kalori ya da joule dur. Q ile gösterilir.

Sıcaklık bir molekül ya da bir atomun ortalama kinetik enerjisi ile orantılı bir büyüklüktür. Sıcaklık termometre ile ölçülür. Birimi santigrad derece ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Kelvin (K) dir.

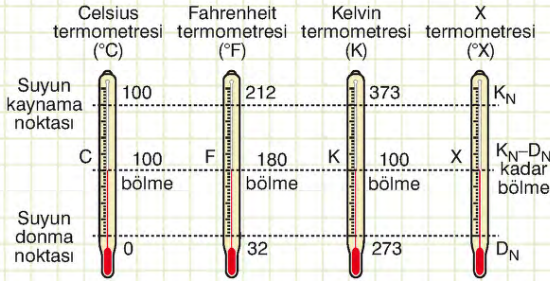
Sıcaklık değişimlerinin olabilmesi için bir iş yapılması gerekir. Isı ile iş arasındaki ilişkiyi inceleyen fizik dalına **termodinamik** denir.

Termometreler

Sıcaklık ölçümü için kullanılan termometreler maddelerin genleşmesi prensibi ile çalışır. Termometrelerin kullanım amaçlarına göre üç farklı çeşidi vardır.

1. **Katı (metal çiftli) Termometreler:** Yüksek sıcaklıkları ölçmek için kullanılır.
2. **Sıvılı termometreler:** Orta sıcaklıkları ölçmek için kullanılır.
3. **Gazlı termometreler:** Çok düşük sıcaklıkları ölçmek için kullanılır.

Sıvılı termometreler ölçeklendirilirken 1 atmosferlik basınç altında bulunan suyun donma noktası ve kaynama noktası dik-kate alınır. Bazı termometrelerin ölçeklendirilmesi aşağıdaki gibidir.



$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100} = \frac{X - D_N}{K_N - D_N}$$

K_N ; Kaynama noktası , D_N ; Donma noktası

Termometrenin Duyarlılığı

Çok küçük sıcaklık değişimlerinin termometrede ölçülmesi olayına **termometrenin duyarlılığı** denir.

Termometrenin duyarlılığını artırmak için;

- Kullanılan sıvının hacimce genleşme katsayısı artırılmalı
- Cam borunun cıva haznesi artırılmalı
- Cam borunun kesit alanı azaltılmalı
- Bölme sayısı artırılmalı
- Cam borunun genleşme katsayısı azaltılmalı

Termometreler yapılırken hazne içinde kullanılan sıvının kaynama ve donma noktasının termometrenin kullanım amacına uygun olması gerekir.

Termometreler tüm moleküllerin hareketsiz kabul edildiği mutlak sıcaklık değerinin üstündeki sıcaklıkları ölçerler. Celsius termometresinde mutlak sıcaklık -273°C , Kelvin termometresinde ise 0 K dir.

Isı alışverişi yapan maddelerde sıcaklık değişimi, hal değişimi ve boyut değişimi (genleşme) gözlenebilir.

> Örnek 1

Normal şartlarda ölçeklendirilen bir X termometresinde suyun donma sıcaklığı -10°X , kaynama sıcaklığı ise 140°X olarak işaretlenmiştir.

Buna göre, Celsius termometresinin 20°C gösterdiği bir sıcaklık X termometresiyle kaç $^{\circ}\text{X}$ olarak ölçülür?

> Örnek 2

Celsius termometresi ile ölçülen 10°C sıcaklık, Fahrenheit termometresi ile kaç $^{\circ}\text{F}$ ölçülür?

SICAKLIK DEĞİŞİMİ

Isı alışverişinin olabilmesi için maddelerin sıcaklıkları farklı olmalıdır. Alınan ya da verilen ısı miktarı;

$Q = \dots\dots\dots$ formülü ile hesaplanır.

Q ; Alınan ısı ya da verilen ısı miktarı (kalori)

m ; Kütle (g)

c ; Özısı ya da ısınma ısı (cal/g.°C), Özısı maddeler için ayırt edici özelliktir.

ΔT ; Sıcaklık değişimi (°C)

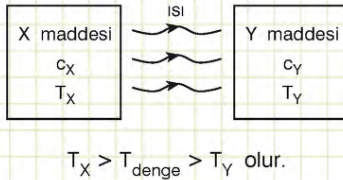
$\Delta T = T_{\text{son}} - T_{\text{ilk}}$ şeklinde bulunur.

mc ; Isı sığası (cal/°C), ısı sığası maddeler için ayırt edici değildir.

Isı Alış-Verişi

Farklı sıcaklıktaki maddeler bir araya geldiklerinde aralarında ısı alışverişi olur. Bu olay sıcaklıklar eşit olana kadar devam eder. Ortam ısıca yalıtılmış ise birbirine değen maddelerin her an aldıkları ve verdikleri ısılar eşittir.

Şekildeki gibi ısıca yalıtılmış bir ortama konulan X ve Y maddelerinden X in sıcaklığı Y ninkinden büyükse, maddeler denge sıcaklığına ulaşmaya kadar X den Y ye ısı akışı olur. Isıyı alan ve veren bu maddeler hal değiştirmiyorsa;



Denge sıcaklığı T_{denge} , ısı sığası büyük olan maddenin sıcaklığına daha yakındır.

X maddesinin verdiği ısı Y maddesinin aldığı ısıya eşittir. Alınan ve verilen ısılar, hal değişimi yoksa; madde miktarı, öz ısı ve sıcaklık farkı ile doğru orantılıdır.

Buna göre;

$$Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alınan}}$$

$$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

■ Isıca yalıtılmış bir ortama konulan n tane madde ısı alışverişi yaptığıında hal değiştirmiyorsa denge sıcaklığı;

$$T_{\text{denge}} = \dots\dots\dots$$

formülü ile bulunur.

■ Isıca yalıtılmış bir ortama konulan ısı sığaları eşit n tane madde ısı alışverişi yaptığıında hal değiştirmiyorsa denge sıcaklığı;

$$T_{\text{denge}} = \dots\dots\dots \text{ formülüyle bulunur.}$$

> Örnek 3

Isıca yalıtılmış bir kaba konulan 20 °C ve 50 °C sıcaklığında-ki suların kütleleri sırasıyla 2m, m dir.

Isıl denge sağlandığında kaptaki suyun sıcaklığı kaç °C olur?

HAL DEĞİŞİMİ

Erime ve Donma: Maddelerin katı halden sıvı hale geçişine erime, sıvı halden katı hale geçişine de donma ya da katılaşıma denir. Her maddenin bir erime ve donma sıcaklığı vardır. Aynı şartlardaki sıvılar için ayırtedici özelliktir. Bir maddenin erime ve donma noktası aynıdır.

Deniz seviyesinde buz (kar) 0 °C de erir. Basınç arttığında buz 0 °C nin altındaki sıcaklıklarda da eriyebilir.

Buharlaşıma: Sıvı maddeler her sıcaklıkta gaz haline geçerler. Buna buharlaşma denir. Buharlaşıma sıvının yüzeyinde olur. Yüzey genişledikçe birim zamandaki buharlaşma miktarı artar. Kaptaki bulunan su ısıtıldığında, sıcaklığı yükselir ve buharlaşma hızı artar.

Süblimleşme: Süblimleşme olayı katının sıvılaşmadan hemen gaz haline geçişine denir. Oda içersine bırakılan katı naftalinin bir süre sonunda kokusunun duyulması gaz haline geçtiğinin belirtisidir.

Kaynama ve Yoğunlaşma: Isıtılan sıvılar belli bir sıcaklığa geldiğinde aldıkları ısı nedeniyle moleküller arasındaki mesafe artar ve moleküller daha serbest hale geçerler. Maddenin sıcaklığının değişmediği bu sıcaklık değerine maddenin kaynama sıcaklığı denir.

Su-Buz Karışımı: Isıca yalıtılmış bir ortamda deniz seviyesinde bulunan bir kaptaki suya buz atılıyor. Buna göre;

I. Su ve buz 0°C de ise ısı alışverişi olmaz.

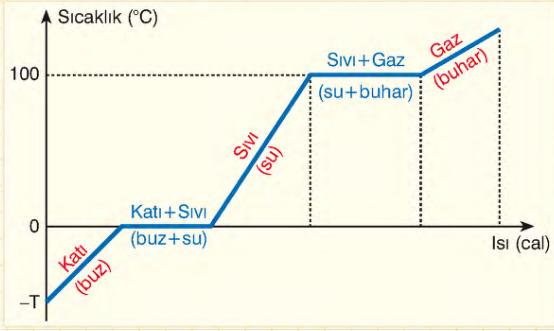
II. Su 0 °C de, buz – T °C de ise, kaptaki buz kütlesi artar.

III. Buz 0 °C de, su + T °C de, kaptaki su kütlesi artar.

IV. Su + T °C de, buz – T °C de ise, su ısı vererek buzda ısı alarak ısı dengeye ulaşılır. Isıl denge sıcaklığı 0 °C olabileceği gibi 0 °C nin üstünde veya altında da olabilir.

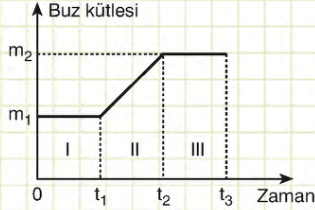
Suyun Haldeğişim Grafiği

Deniz seviyesindeki bir kaptaki bulunan $-T$ sıcaklığındaki m kütleli buza, ısı verildiğinde *sıcaklık-ısı* grafiği şekildedir.



Örnek 4

Deniz düzeyinde, ısıya ısıtılmış bir kaptaki suya bir miktar buz konulduğunda, buzun *kütle-zaman* grafiği şekildedir.



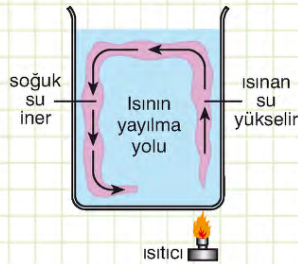
Buna göre; I, II, III zaman aralıklarının hangilerinde suyun sıcaklığı 0°C olabilir?

ISININ YAYILMASI

1. İletim Yoluyla : Isıyı alan katı moleküllerinin hareket enerjileri ve taneciklerin titreşimleri artar. Titreşen tanecik aldığı ısıyı komşu moleküllere aktarır. Isının bu şekilde yayılmasına iletim yolu ile yayılma denir. Katılar bu yolla ısıyı yayarlar. Sıvılarda ise çok etkili olmasa da ısı bu yolla da yayılır. Katılar arasında ısıyı en iyi metaller iletir, bu yüzden yemek yaparken kullanılan metal kaşık elimizi yakarken, tahta kaşık elimizi yakmaz.

2. Konveksiyon (Taşıma) Yoluyla : Gazlar ve sıvılar ısıyı bu yolla yayarlar. Isınan moleküllerin, genleşmesi sonucu özkütlesi azalır ve hareket etmeye başlar.

Yoğunluğu azalan moleküller yukarı doğru çıkarlar ve aldıkları ısıyı da beraberinde taşırlar. Kaleriferlerin odayı ısıtması ve suyun ısınması bu şekilde olur.



3. Radyasyon (Işıma) Yoluyla : Moleküler ortama gerek duyulmadan cisimlerin ısıyı ışınlar yoluyla yaymasıdır. Güneş ışınlarının dünyaya ulaşması bu şekildedir.

Isı Yalıtımı: Gazlar ısıyı iletim yolu ile yaymazlar. Bu nedenle ısı yalıtımında hava ve boşluklardan yararlanılır. Bazı katılar ısıyı iyi iletmezler. Binaların yapımında delikli tuğla kullanılması, tuğlalar arasına köpük konulması, çift cam kullanılması, çatılarda izocam, bodrumlarda strafor kullanılması ısı ve ses yalıtımı içindir.

NOT ALINIZ

GENLEŞME

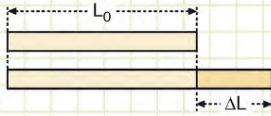
Isı alan ve ısı veren maddelerin boyutlarında gözlenen değişime **genleşme** denir. Genleşme içten dışa doğrudur. Genleşme ve büzülme tersinir olaylardır. Genleşme için belirtilen kurallar büzülme için de geçerlidir.

Katılarda Genleşme

Katılardaki genleşme tek boyutta (boyca genleşme), iki boyutta (yüzeyce genleşme), üç boyutta (hacimce genleşme) olmak üzere üç farklı biçimde incelenir.

1. Boyca Genleşme: Bir çubuğun boyca genleşme miktarı; çubuğun boyuna, sıcaklık değişimine, çubuğun yapıldığı metalin cinsine bağlıdır. Çubuğun kesit alanına ise bağlı değildir.

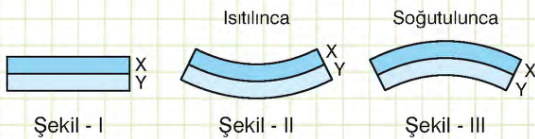
Boyca Genleşme Katsayısı (λ): Cisimlerin birim uzunluklarının sıcaklığı 1°C değiştirildiğinde boylarında görülen değişim miktarına boyca genleşme katsayısı denir. λ ile gösterilir. Katılarda ayırtedici özelliktir. Boyca uzama katsayısı büyük olan çubuk ısıtıldığında daha çok uzar, soğutulduğunda ise daha çok kısalır.



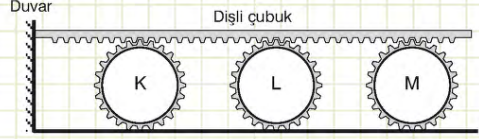
İlk boyu L_0 olan bir telin sıcaklığı ΔT kadar değiştirildiğinde çubuğun boyundaki değişim,

$\Delta L = \dots\dots\dots$ bağıntısından bulunur. λ nın birimi $1/^\circ\text{C}$ dir.

Metal Çifti: Uzunlukları eşit ve birbirine perçinli metal levhalardan yapılan cisme metal çifti denir. Şekil-I deki gibi birbirine perçinli iki metal çiftinin boyca genleşme katsayıları arasında $\lambda_X < \lambda_Y$ ilişkisi varsa ısıtılınca ve soğutulunca Şekil-II ve Şekil-III de gösterilen biçimleri alacaktır.



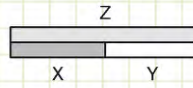
> Örnek 1



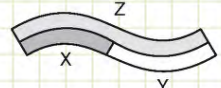
Şekildeki gibi bir ucundan duvara tutturulmuş dişli çubuğun altındaki ısıya yalıtılmış eşit yarıçaplı K, L, M çarkları serbestçe dönebilmektedir. Dişli çubuğun sıcaklığı ΔT kadar artırıldığında K, L, M çarklarının tur sayıları n_K , n_L , n_M oluyor.

Buna göre; n_K , n_L , n_M arasındaki ilişki nedir?

> Örnek 2



Şekil - I



Şekil - II

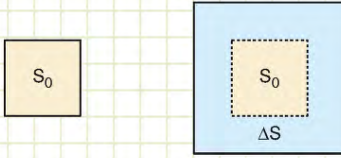
Şekil-I deki birbirine perçinlenmiş aynı sıcaklıktaki X, Y, Z metal çubuklarının sıcaklıkları ΔT kadar azaltıldığında Şekil-II deki gibi bükülmektedir.

Çubukların boyca uzama katsayıları λ_X , λ_Y , λ_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

2. Yüzeyce Genleşme

Isı alan bir levhanın yüzey alanı artar. Bu artış, levhanın yapıldığı maddenin cinsine, ilk yüzey alanına ve sıcaklık artışına bağlıdır.

Yüzeyce Genleşme Katsayısı (2λ): Bir cismin sıcaklığı 1°C değiştirildiğinde birim yüzeydeki değişim miktarına yüzeyce genleşme katsayısı denir. Katılarda ayırtedici özelliktir ve 2λ ile gösterilir.



Yüzey alanı S_0 olan bir levhanın sıcaklığı ΔT kadar değiştirildiğinde yüzeydeki değişim miktarı,

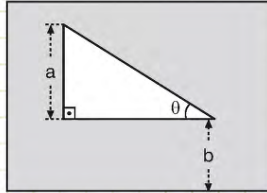
$\Delta S = \dots\dots\dots$ bağıntısı ile bulunur.

Maddenin yüzeyce genleşmesi, maddenin kütle merkezinden dışı doğrudur. Bu nedenle içinden bir kısmı kesilmiş cisimlerde de içe doğru genleşme olmaz. Ayrıca yüzeyce genleşme, bir cismin fotokopi ile büyütülmesine benzer bir şekilde gerçekleşir. Yani cismin görünümünde bozulma olmaz.

Örnek 3

Türdeş kare levhadan üçgen şeklindeki parça kesilip atılıyor.

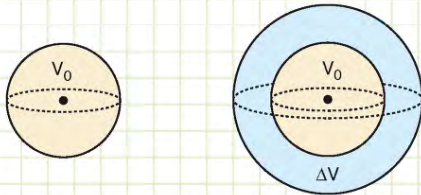
Levhanın sıcaklığı azaltılırsa a , b uzunlukları ile θ açısı için ne söylenebilir?



3. Hacimce Genleşme

Isı alan bir cisim hacimce genişler. Cismin hacim artışı; ilk hacim, maddenin cinsi ve sıcaklık farkına bağlıdır.

Hacimce Genleşme Katsayısı (3λ): Bir cismin sıcaklığı 1°C değiştirildiğinde birim hacimdeki değişim miktarına hacimce genleşme katsayısı denir. Katılarda ayırtedici bir özelliktir ve 3λ ile gösterilir.



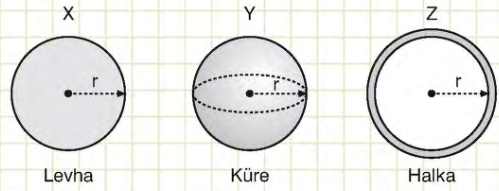
İlk hacmi V_0 olan bir cismin sıcaklığı ΔT kadar değiştirildiğinde hacimdeki değişim miktarı;

$\Delta V = \dots\dots\dots$ bağıntısı ile bulunur.

Yarıçap değişimi ise boyca genleşme olduğu için,

$\Delta r = \dots\dots\dots$ bağıntısından bulunur.

Örnek 4



X, Y, Z metal cisimleri başlangıçta aynı sıcaklıkta iken X levhası ve Y küresi Z halkasının içinden ancak geçebiliyor.

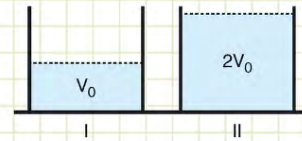
Cisimlerin sıcaklığı ΔT kadar azaltıldığında Z den, X levhası rahatlıkla geçerken Y geçemediğine göre, cisimlerin boyca genleşme katsayıları $\lambda_X, \lambda_Y, \lambda_Z$ arasındaki ilişki nedir?

Sıvılarda Genleşme

Sıvılar hacimce genleşme gösterirler. İlk hacmi V_0 , sıcaklık değişimi ΔT ve hacimce genleşme katsayısı α olan bir sıvının hacimce genleşme miktarı;

$\Delta V = \dots\dots\dots$ den bulunur. Her bir sıvı için α farklı olduğundan ayırtedici bir özelliktir.

Şekildeki $V_0, 2V_0$ hacminde aynı cins sıvı bulunan ısıya yalıtılmış I ve II kaplarındaki sıvıların;



- Sıcaklıkları eşit miktarda artırıldığında hacimce genleşme miktarları,

$$\Delta V_1 = \dots\dots\dots$$

$$\Delta V_2 = \dots\dots\dots \Rightarrow \Delta V_2 = \dots\dots\dots \text{ olur.}$$

Buna göre; hacmi fazla olan sıvı daha fazla genleşir.

- Eşit ısı verildiğinde hacimce genleşme miktarları,

$$\Delta V = V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \text{ ve } Q = m \cdot c \cdot \Delta T \text{ formülleriyle hesaplanır.}$$

Buna göre; hacimleri ne olursa olsun ilk sıcaklıkları eşit olan aynı cins maddelere eşit ısı verildiğinde hacimce genleşme miktarları eşit olur. (Hal değişimi yok)

GÖLGE

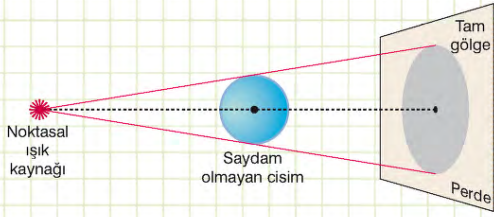
Saydam ortamlarda yayılır ve enerjileri vardır. Foton denilen taneciklerden oluşur. Kaynaktan çıkarak doğrular boyunca yayılan çok ince ışık demetine **ışık ışını** denir.

Her yerde, gece ve gündüz kendiliğinden ışık yayarak görülebilen cisimlere **ışık kaynağı** denir.

Üzerine düşen ışığı tamamen geçiren maddelere **saydam** (hava, su, cam ...), hiç geçirmeyen maddelere ise **saydam olmayan madde** denir. (odun, duvar vb.)

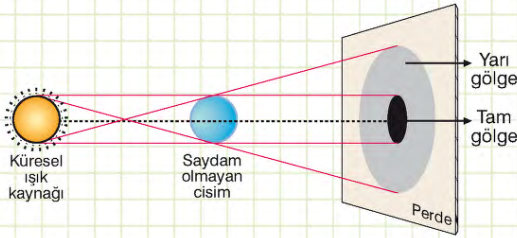
Tam Gölge

Saydam olmayan bir cismin üzerine ışık düşürüldüğünde, ışığı geçirmediğinden dolayı arka taraflarında karanlık bölgeler oluşur. Meydana gelen bu karanlık bölgelere **tam gölge** denir. Gölgenin şekli, saydam olmayan cismin şeklinin en büyük kesiti gibidir.

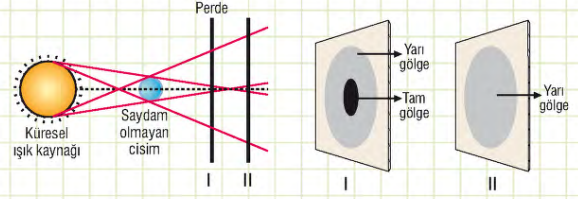


Yarı Gölge

Şekildeki küresel ışık kaynağından çıkan ışınların hiç düşmediği bölgelere **tam gölge**, kaynağın bazı kısımlarından ışık düşüp bazı kısımlarından ışık düşmediği bölgelere ise **yarı gölge** denir.

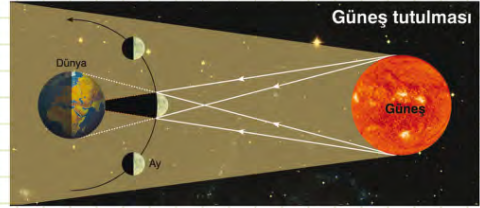


Kaynağın boyutları ve perdenin yeri oluşacak gölgenin şeklini etkileyebilir. Kullanılan ışık kaynağı saydam olmayan engelden büyük ise, perde (I) konumunda iken şekilindeki gibi ortada tam gölge ve etrafında yarı gölge oluşur. Perde (II) konumunda iken yalnız yarı gölge oluşur.

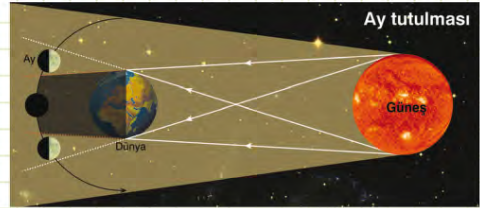


Güneş ve ay tutulması

Ay, Dünya ile Güneş arasında şekilindeki gibi girdiğinde, Ay'ın gölgesi Dünya üzerine düşer ve Dünya üzerindeki bazı bölgelerden bakan gözlemciler Güneş'i göremez.

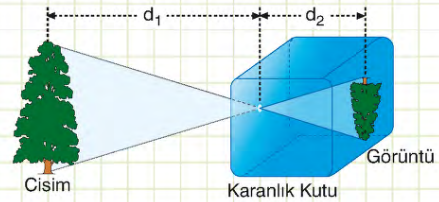


Dünya, Güneş etrafında dönerken Ay ile Güneş arasında şekilindeki gibi girdiğinde Dünya'nın gölgesi, Ay üzerine düşer ve Dünya üzerindeki bazı bölgelerden bakan gözlemciler Ay'ı göremez.



Pinhole

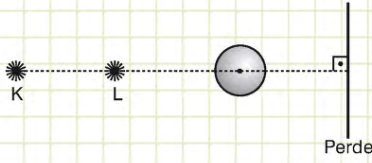
Işığın doğrusal olarak yayıldığını gösteren karanlık kutu düzeneğidir.



Basit bir fotoğraf makinesine benzer. Küçük bir delikten geçen ışık, ekran üzerinde ters ve gerçek bir görüntü oluşturur.

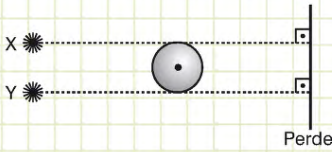
Şekilde, $\frac{d_1}{d_2} = \text{---}$ dür.

> Örnek 1



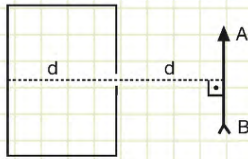
Saydam olmayan küresel bir cisim, K ve L noktasal ışık kaynakları ile şekildeki gibi aydınlatılırsa perdede oluşan gölgenin şekli nasıl olur?

> Örnek 2



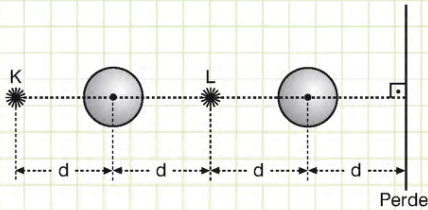
Şekildeki saydam olmayan cisim X ve Y noktasal ışık kaynakları ile aydınlatıldığında perdede oluşan gölgenin şekli nasıl olur?

> Örnek 3



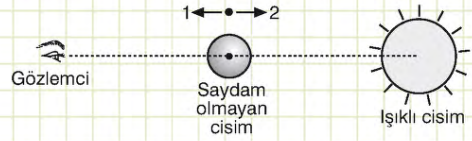
Şekildeki pinhole düzeneğinde AB ışıklı cisminin karanlık kutda oluşacak görüntüsünün özellikleri için ne söylenebilir?

> Örnek 4



Saydam olmayan özdeş cisimler ve K, L noktasal ışık kaynaklarıyla kurulan şekildeki düzenekte perde üzerindeki gölge deseni nasıldır?

> Örnek 5



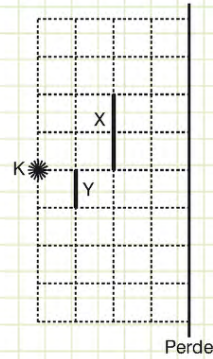
Şekilde gözlemci ile ışıklı cismin arasına saydam olmayan bir cisim konulduğunda halka şeklinde ışıklı bir bölge görülüyor.

Buna göre, gözlemcinin gördüğü ışıklı bölgenin alanının artması için;

- Gözlemciyi 2 yönünde hareket ettirmek
- Saydam olmayan cisimi 2 yönünde hareket ettirmek
- Işıklı cisimi 1 yönünde hareket ettirmek

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

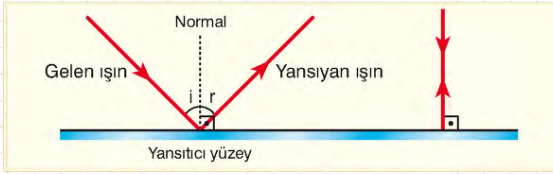
> Örnek 6



Saydam olmayan X ve Y çubukları K noktasal ışık kaynağı ile şekildeki gibi aydınlatıldığında yeterince uzun perdede oluşan gölgelerinin boyları h_X ve h_Y olduğuna göre; $\frac{h_X}{h_Y}$ oranı kaçtır?

Yansım

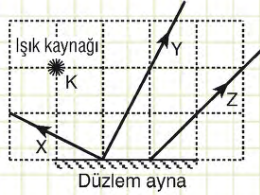
Işık ışınlarının bir yüzeye çarpıp geri dönmesi olayına yansıma denir. Yansıma olaylarında yüzey normali, ışığın dokunduğu yerden yüzeye dik olarak çizilir.

**Yansıma kanunları**

1. Gelen ışın, normal ve yansıyan ışın aynı düzlemindedir.
2. Gelme açısı yansıma açısına eşittir. ($i = r$)

NOT: Normal üzerinden gelen ışınlar kendi üzerinden geri yansır.

- Yansıma olayında; yansıyan ışığın hızı, frekansı ve rengi gibi özellikleri değişmez, yalnızca hareket yönü değişir.

Örnek 1

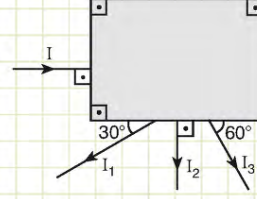
Bir düzlem aynadan yansıyan X, Y, Z ışınları şekildeki gibidir.

Buna göre, bu ışıklardan hangileri, aynaya K noktasal ışık kaynağından gelmiş olabilir?

Örnek 2

I ışını düzlem aynaya şekildeki gibi gönderilirse, ışının yatayla yaptığı açılar oranı; $\frac{\theta}{\alpha} = \frac{1}{2}$ oluyor.

Buna göre, I ışınının yansıma açısı kaç derecedir?

Örnek 3

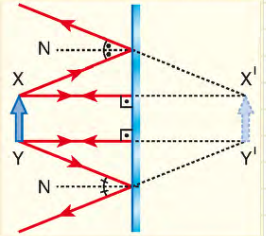
Optik kutu içindeki düzlemaynaya şekildeki gibi gönderilen I ışını, aynanın üç farklı konumu için I_1 , I_2 , I_3 ışını olarak yansıyor.

I ışınının aynadan yansıma açıları θ_1 , θ_2 , θ_3 olduğuna göre; bunlar arasındaki ilişki nedir?

Görüntü oluşumu

Noktasal bir cismin görüntüsünü bulabilmek için bu cisimden çıkan iki ışın gereklidir. Bu ışınlar yansıma kurallarına göre yansıtılır ve ışınların uzantılarının kesiştiği yerde görüntü oluşur.

XY cisminin görüntüsünü bulabilmek için X ve Y noktalarının ayrı ayrı görüntüleri bulunur ve bu noktalar birleştirilerek XY cisminin görüntüsü $X'Y'$ elde edilir.



- Yansıyan veya kırılan ışınların kendileri kesişiyorsa gerçek, uzantıları kesişiyorsa zahiri (sanal) görüntü oluşur. Zahiri görüntüler her zaman gözle görülebilir. Gerçek görüntüler bir perde ya da ekran üzerine düşürüldüğünde ya da uygun doğrultuda bakıldığında görülebilir. TV ekranındaki ve sinema perdesindeki görüntü gerçektir.

Düzlem aynalarda oluşan görüntülerin özellikleri

- Görüntü cisimle; eşit boyda, aynaya eşit uzaklıkta ve aynaya göre simetriktir.
- Düzlem aynada görüntü sanal (zahiri) yani gerçek değildir.

Düzlem aynada görüntü sayısı

Sadece bir tane düzlem ayna varsa, noktasal K cisminin

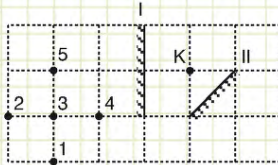


> Örnek 4

521

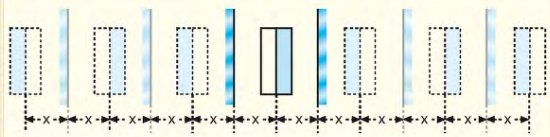
Bir düzlem aynanın önüne konulan şekildeki **521** sayısının aynadaki görüntüsü kaçtır?

> Örnek 5



Şekildeki gibi iki düzlem ayna ile kurulan düzenekte K cisminin çıkan ışınların önce II, sonra I aynasında yansımalarıyla oluşan görüntü nerededir?

Birbirine paralel ve yansıtıcı yüzeyleri birbirine bakan iki düzlem ayna arasındaki bir cismin görüntü sayısı sonsuzdur.



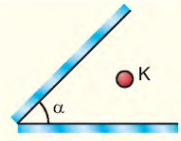
> Örnek 6



Birbirine paralel X ve Y düzlem aynaları arasında çelik bir bilye konuluyor.

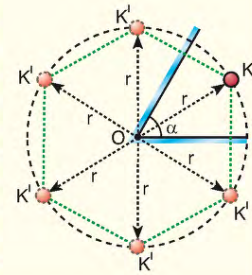
Şekildeki K, L, M, N, P ile belirtilenlerden hangileri çelik bilyenin Y aynasındaki görüntülerindendir?

Kesişen ve yansıtıcı yüzeyleri birbirine doğru olan iki düzlem ayna arasındaki açı α ise aynalar arasında oluşan görüntü sayısı,

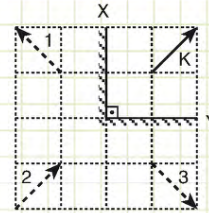


$$n = \frac{360}{\alpha} - 1 \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

Kesişen aynalarda oluşan görüntülerin tamamı; aynaların kesişim noktasını merkez, bu noktanın cisme uzaklığını yarıçap kabul ederek çizilen çember üzerindedir. (Görüntüler düzgün çokgenin köşegenlerinde oluşur.)



> Örnek 7



Birbirine dik X, Y düzlem aynaları arasında bir K cismi şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

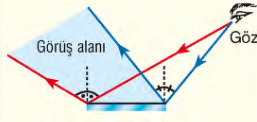
Buna göre, şekilde 1, 2, 3 ile belirtilenlerden hangileri K cisminin aynalardaki görüntüsüdür?

Düzlem Aynalarda Görüş Alanı

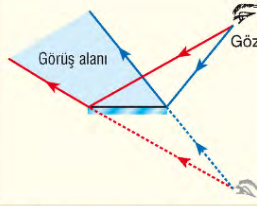
Görüş alanı, aynaya bakıldığında görülecek alanı ifade eder. Bu alan gözlemcinin konumuna bağlıdır. Görüş alanı üç yolla bulunur.

I. Yol: Gözden aynanın uç kısımlarına ışınlar gönderilir.

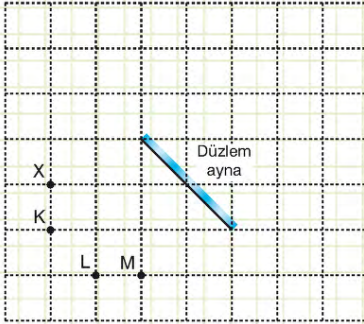
Yansıyan ışınlar arasında kalan bölge görüş alanıdır. Bu ışınlar üzerinde kalan noktalar gözün görüş alanı içinde kabul edilir.

**II. Yol: Gözün aynadaki görüntüsü alınır.**

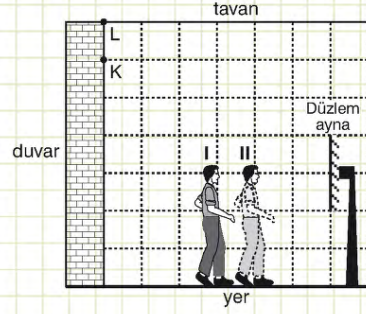
Aynanın kenarlarına ışınlar gönderilir. Aynanın önündeki ışınlar arasında kalan bölge görüş alanıdır.

**III. Yol: Gözden aynanın uç kısımlarına ışınlar gönderilir.**

Uçlara gönderilen ışınlar devam ettirildiğinde, görüntüsü bu bölgede kalan cisimleri gözlemci görür.

**Örnek 8**

Şekildeki K, L, M noktalarından bakan gözlemcilerden hangileri noktasal X cisminin düzlem aynadaki görüntüsünü göremez?

Örnek 9

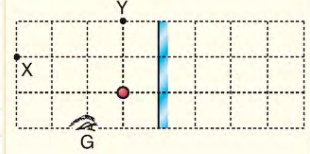
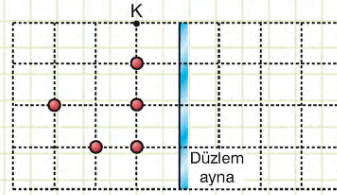
Çocuk şeklindeki gibi I. konumda iken duvardaki KL arasını ve vücudundaki diz kapağından aşağısını göremiyor.

Çocuk II. konuma geldiğinde,

- I. KL arasını görür.
- II. Diz kapağından aşağısını görür.
- III. Diz kapağından aşağısını göremez.

yargılarından hangileri doğrudur?

Saydam olmayan cisimler ve bunların görüntüleri, diğer cisimlerin görüntüsünün görülmesini engelleyebilir. Burada X ve Y nin görüntüsünü G gözlemcisi göremez.

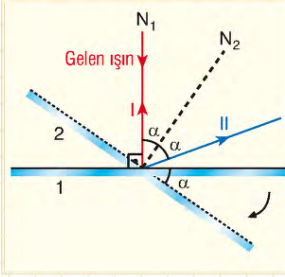
**Örnek 10**

Bir düzlem ayna önüne, şekildedeki gibi saydam olmayan 5 tane özdeş çelik bilye konulmuştur.

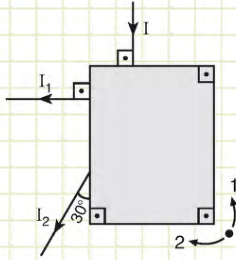
K noktasından bakan bir göz, düzlem aynada bu çelik bilyelerden kaç tanesinin görüntüsünü görür?

Düzlem Aynanın Döndürülmesi

Bir düzlem aynaya gelen ışının doğrultusu değiştirilmeden, ayna şeklindeki gibi α açısı kadar ok yönünde döndürülürse yansıyan ışın I yerine II yolunu izleyerek 2α kadar aynı yönde döner.



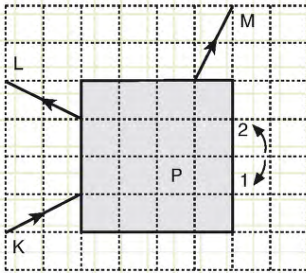
Örnek 11



Optik kutu içindeki düzlem aynaya şekildeki gibi gönderilen I ışını başlangıçta I_1 ışını gibi yansırken, düzlem ayna α açısı kadar döndürüldüğünde I_2 ışını gibi yansımaktadır.

Buna göre, düzlem ayna hangi yönde en az kaç derece döndürülmüştür?

Örnek 12

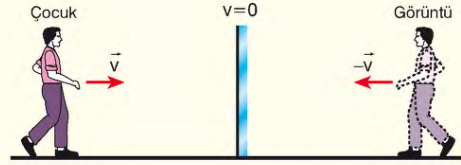


Şekildeki P bölgesinde bulunan bir düzlem aynaya gelen K ışını, L olarak yansıyor.

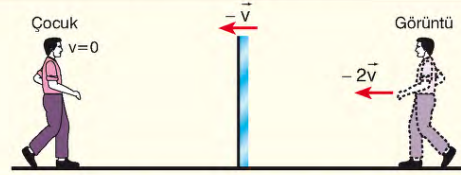
Ayna bir miktar döndürüldüğünde K ışını M olarak yansıdığına göre, aynanın dönme yönü ve açısı en az kaç derecedir?

Düzlem Aynanın Hareketi

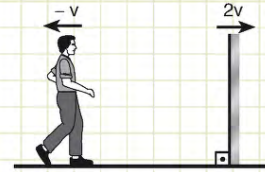
Bir çocuk duran bir aynaya $\vec{v}$ hızı ile yaklaşırsa görüntüsü de aynaya $-\vec{v}$ hızı ile yaklaşır.



Ayna duran bir çocuğa $-\vec{v}$ hızı ile yaklaşırsa çocuğun görüntüsü de çocuğa $-2\vec{v}$ hızı ile yaklaşır.



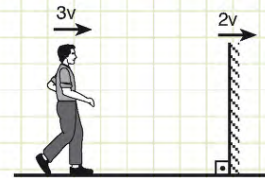
Örnek 13



Şekilde çocuk ve düzlem ayna aynı doğrultuda birbirlerinden $-v$ ve $2v$ hızlarla uzaklaşmaktadır.

Buna göre, çocuğun görüntüsünün çocuğa göre hızı kaç v dir?

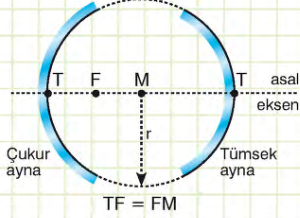
Örnek 14



Şekilde çocuk ve düzlem ayna aynı doğrultuda yere göre $3v$ ve $2v$ hızlarıyla hareket ediyor.

Buna göre, çocuğun görüntüsünün çocuğa göre hızı kaç v dir?

Küresel Aynalar



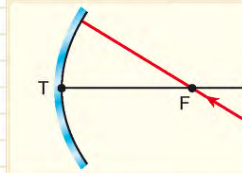
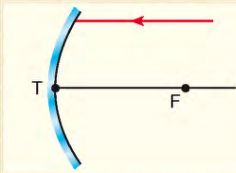
- Bir kürenin iç yüzeyi yansıtıcı ise çukur (konkav) ayna, dış yüzeyi yansıtıcı ise tümsek (konveks) aynadır.
- Aynaların asal eksenle çakıştığı noktaya T tepe noktası, tepe ile merkez noktalarının tam ortasındaki noktaya da F odak noktası denir.
- Odak uzunluğu eğrilik yarıçapı r'nin yarısına eşittir.
 $f = \frac{r}{2}$ dir.

Küresel Aynalarda Işığın Yansıması

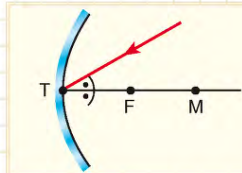
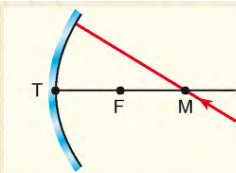
Küresel aynalara gelen ışınlar yansıma kanunlarına uygun olarak yansır.

Çukur Aynada Özel Işınlar

1. Asal eksene paralel gelen ışınlar odakta geçerek yansır.
2. Odak noktasından gelen ışınlar asal eksene paralel yansır.

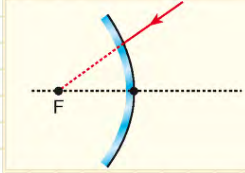
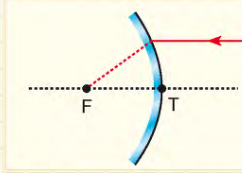


3. Merkezden gelen ışınlar yine merkezden geçecek şekilde yansır.
4. Tepe noktasına gelen ışınlar, asal eksenle eşit açı yaparak yansır.

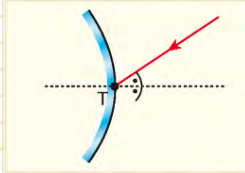
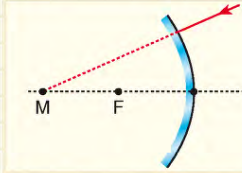


Tümsek Aynalarda Özel Işınlar

1. Asal eksene paralel gelen ışınlar, uzantıları odakta geçecek şekilde yansır.
2. Uzantıları odakta geçecek şekilde gelen ışınlar, asal eksene paralel olacak şekilde yansır.

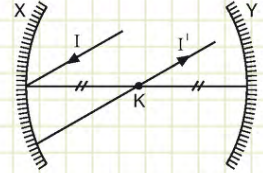


3. Uzantısı merkezden geçerek gelen ışın, kendi üzerinden geri yansır.
4. Tepe noktasına gelen ışınlar, asal eksenle eşit açı yaparak yansır.



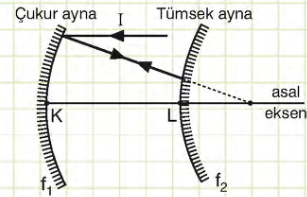
> Örnek 1

Odak noktası K olan X aynasına şekildeki gibi gelen I ışını, X aynasından ikinci kez I' ışını olarak yansıyor.



Aynaların odak uzaklıkları f_X ve f_Y olduğuna göre, $\frac{f_X}{f_Y}$ oranı kaçtır?

> Örnek 2

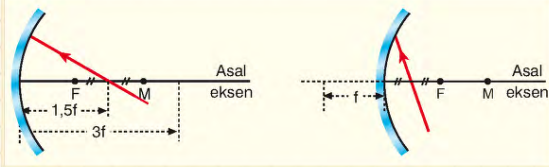


Asal eksenleri çakışık, odak uzaklıkları f_1 ve f_2 olan çukur ve tümsek aynalara bir I ışını asal eksene paralel olarak gönderildiğinde aynalardan yansıdıktan sonra şekildeki gibi kendi üzerinden geri dönüyor.

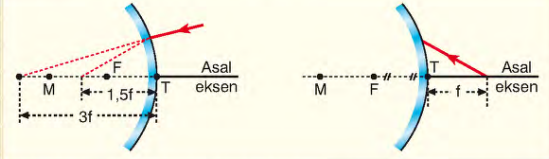
Buna göre, aynaların tepe noktaları KL arasındaki uzunluğu veren ifade nedir?

Özel Durumlar

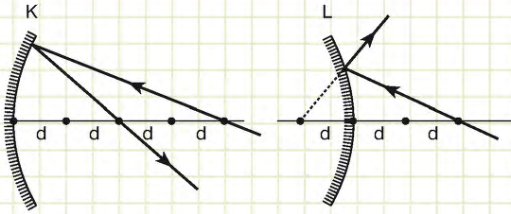
1. Odak uzaklığı f olan çukur aynada $1,5f$ ten gelen ışın $3f$ ten, $\frac{f}{2}$ den gelen ışın uzantısı aynanın arkasından f den geçecek şekilde yansır.



2. Odak uzaklığı f olan tümsek aynada uzantısı $3f$ den geçecek şekilde gelen ışın uzantısı yine aynanın arkasından $1,5f$ ten geçecek şekilde yansır. Tümsek aynanın f kadar önünden gelen ışın, uzantısı aynanın arkasında $\frac{f}{2}$ den geçecek şekilde yansır.



Örnek 3



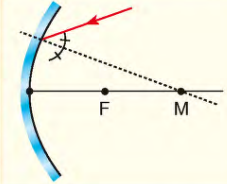
Odak uzaklıkları f_K, f_L olan K, L küresel aynalarına gönderilen ışınlar şekildeki yolları izliyor.

Buna göre, $\frac{f_K}{f_L}$ oranı kaçtır?

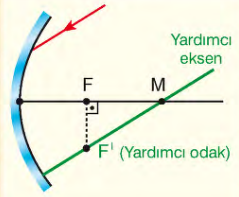
Küresel Aynalarda Herhangi Bir Işının İzlediği Yol

Küresel aynalara herhangi bir şekilde gelen ışınların yansımaları farklı yollarla bulunabilir.

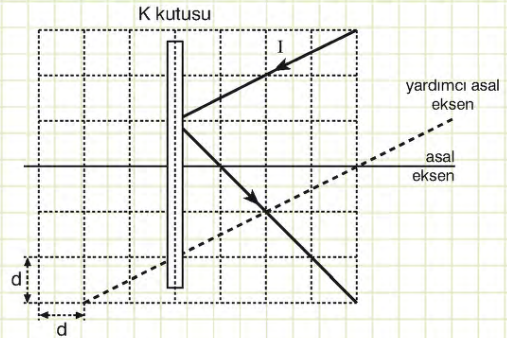
I. Yol: Işının aynaya değdiği yere merkezden normal çizilir. Işın yansıdıktan sonra normale eşit açı yapmalıdır.



II. Yol: Gelen ışığa paralel yardımcı eksen çizilir. Odaktan çizilen düşey çizgi ile yardımcı eksenin kesiştiği nokta yardımcı odaktır. Yansıyan ışınların çukur aynada kendisi, tümsek aynada uzantısı bu noktadan geçer.



Örnek 4



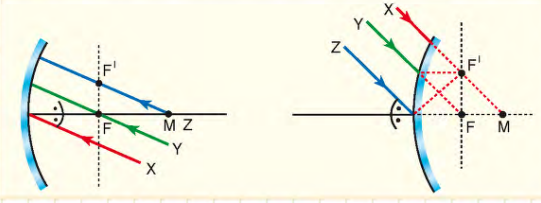
Şekildeki K kutusuna bir ayna yerleştirilmiştir. K kutusundaki aynaya gelen I ışık ışını şekildeki yolu izleyerek düzeneğe çıkıyor.

I için çizilen yardımcı asal eksen şekildeki gibi olduğuna göre;

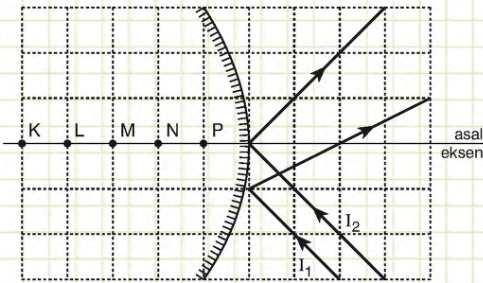
- Aynanın odak uzaklığı $2d$ dir.
- Ayna çukur aynadır.
- Ayna tümsek aynadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

Küresel aynalara birbirine paralel olacak şekilde gelen ışınlar odağın düşey doğrultusu üzerinde bir yerde kesişirler.



Örnek 5



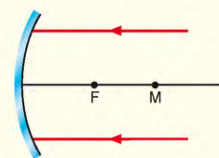
Bir tümsek aynaya gönderilen birbirine paralel I_1, I_2 ışık ışınları şeklindeki yolları izliyor.

Buna göre, tümsek aynanın merkez noktası nerededir?

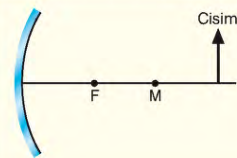
Çukur Aynada Görüntü Çizimleri

Bir cismin aynalardaki görüntüsünün yerini bulmak için en az iki ışın kullanmak gereklidir. Kullanılan ışınlar yansıdıktan sonra kendileri veya uzantıları nerede kesişirlerse görüntü orada oluşur.

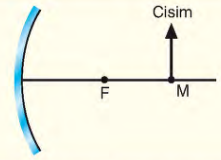
1. Sonsuzdaki cisimden çıkan ışınlar aynanın asal eksenine paralel geldiği için cisim sonsuzda ise, görüntü odakta nokta halinde oluşur ve gerçektir.



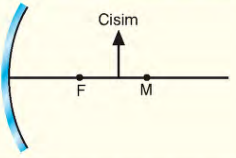
2. Cisim merkezin dışında ise; görüntü, odak ve merkez arasında, ters gerçek ve boyu cismin boyundan küçüktür.



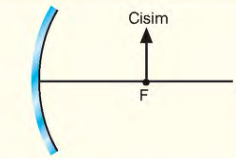
3. Cisim merkezde ise; görüntü, merkezde, ters, gerçek ve boyu cismin boyuna eşittir.



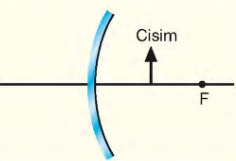
4. Cisim odakla merkez arasında ise; görüntü merkezin dışında ters, gerçek ve boyu cismin boyundan büyüktür.



5. Cisim odakta ise; görüntü sonsuzdadır.

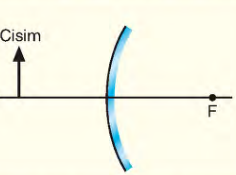


6. Cisim ayna ile odak arasında ise; görüntü aynanın arkasında, düz, zahiri ve boyu cismin boyundan büyüktür.



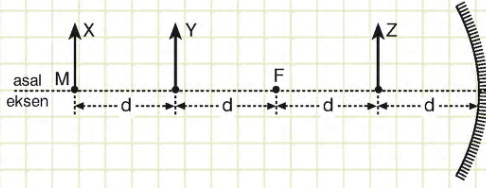
Tümsek Aynada Görüntü Çizimi

Tümsek aynalarda cisim nerede olursa olsun, görüntü her zaman ayna ile odak noktası arasında, düz, zahiri ve boyu cismin boyundan küçüktür.



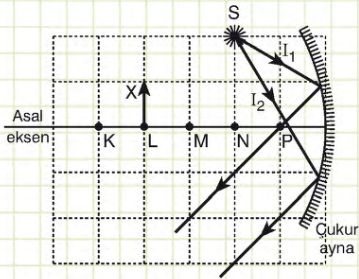
- Cisim sonsuzda iken görüntü odakta noktasal olur.
- Tümsek aynada cisim aynaya yaklaştıkça görüntü de aynaya yaklaşır ve boyu büyür.

> Örnek 6



Odak noktası F, merkezi M olan çukur aynanın önüne şekildeki gibi yerleştirilen eşit boydaki X, Y, Z cisimlerinin çukur aynadaki görüntülerinin boyları h_X , h_Y , h_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

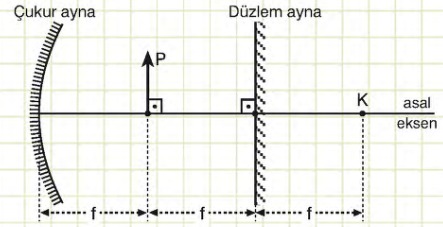
> Örnek 7



Noktasal S ışık kaynağından çıkan I_1 ve I_2 ışınları çukur aynadan şekildeki gibi birbirine paralel yansımaktadır.

Buna göre, asal eksen üzerinde L noktasındaki X cisminin görüntüsü nerededir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

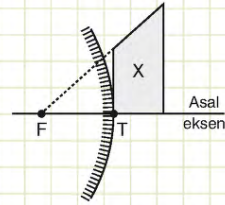
> Örnek 8



Bir P cismi, odak uzaklığı f olan çukur ayna ile bir düzlem ayna arasına şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Önce düzlem aynada sonra da çukur aynada yansıyan ışınların oluşturduğu ilk görüntünün boyu h, cisme uzaklığı d dir.

Düzlem ayna asal eksene dik olacak şekilde K noktasına kaydırılırsa h ve d için ne söylenebilir?

> Örnek 9



Odak noktası F, tepe noktası T olan tümsek aynanın önüne şekildeki gibi yerleştirilen X cisminin görüntüsü nasıldır?

Saydam bir ortamdan gönderilen ışın başka bir saydam ortama, hızı değişerek geçer. Mercekler, prizmalar, fiberoptik kablo, renklenme, gökkuşağı oluşumu, serap gibi olayları açıklamaya yarayan bu fiziksel olaya **kırılma** denir.

Saydam bir maddenin kırılma indisi, ışığın boşluktaki hızının, saydam maddedeki hızına oranıdır. Bu indise **mutlak kırılma indisi** de denir. Kırılma indisi n sembolü ile gösterilir.

$$n_{\text{madde}} = \frac{c}{v_{\text{madde}}} \text{ dir.}$$

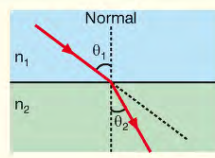
Boşluğun mutlak kırılma indisi 1 dir. Bütün saydam maddelerin mutlak kırılma indisi 1 den büyüktür.

Herhangi bir ortamın başka bir ortama göre kırılma indisine **bağıl kırılma indisi** denir.

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1} \text{ (ikinci ortamın birinci ortama göre kırılma indisidir.)}$$

Kırılma Kanunları

1. Gelen ışın, kırılan ışın ve normal aynı düzlemedir.
2. Gelme açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranı sabittir. Bu sabite, 2. ortamın 1. ortama göre kırılma indisi denir.



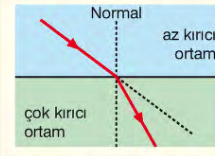
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$

Özellikler

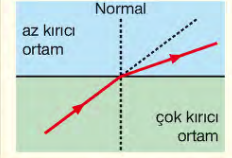
1. Bir ortamdan kırıcılık indisi farklı başka bir ortama geçerken ışığın frekansı değişmez, fakat hızı ve dalga boyu değişir.
2. Işığın dalga modeline göre; kırılma indisi, açı, hız ve dalga boyu arasındaki ilişki,

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \text{ dir}$$

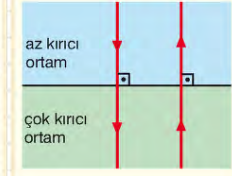
3. Işık az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama geçerken normale yaklaşacak şekilde kırılır.



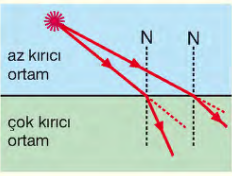
4. Işık çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşacak şekilde kırılır.



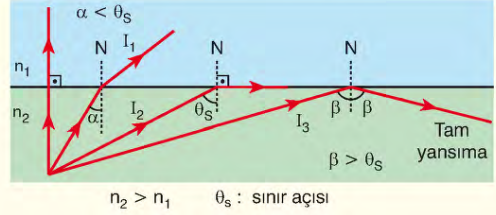
5. Işık, az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama veya çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama dik olarak gelirse doğrultusu değişmeden geçer. Fakat ışığın dalga boyu ve hızı değişir.



6. Işık ışınları az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama hangi açı ile gelirse gelsin mutlaka diğer ortama geçer ve normale yaklaşır.



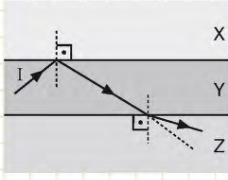
Sınır Açısı ve Tam Yansırma



1. Kırılma açısının 90° olduğu durumda gelme açısına sınır açısı (θ_s) denir. Bu durumda ışın iki ortamı ayıran yüzeye paralel olacak şekilde kırılır (I_2 ışını).
2. Işık ışınları sınır açısından küçük bir açıyla gelirse, ışık normalden uzaklaşarak diğer ortama geçer (I_1 ışını).
3. Işık ışınları sınır açısından büyük bir açıyla gelirse, ışık diğer ortama geçemez. Bu olaya tam yansırma olayı denir. (I_3 ışını).

- Sınır açısı ortamlara bağlı bir niceliktir. Örneğin sudan havaya geçişte sınır açısı 48°, camdan havaya geçişte sınır açısı 42° dir.
- Ortamlar arasındaki kırıcılık indisi farkı arttıkça, sınır açısı küçülür.

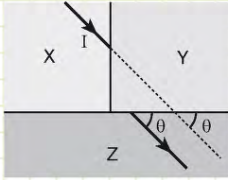
Örnek 1



Birbirine paralel, saydam X, Y ve Z ortamlarında bir I ışığının izlediği yol şekildeki gibidir.

Buna göre, ortamların kırıcılık indisleri n_X , n_Y , n_Z arasındaki ilişki nedir?

Örnek 2



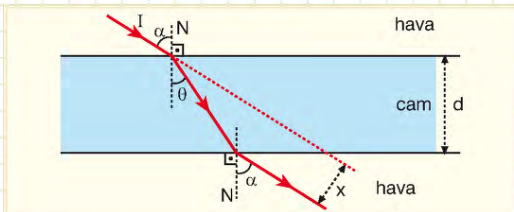
Saydam X, Y, Z ortamlarına, X den gönderilen tek renkli I ışını şeklindeki yolu izliyor.

Işığın bu ortamdaki hızları v_X , v_Y , v_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

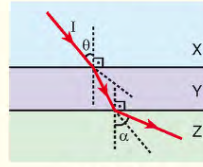
Işığın Paralel Yüzlü Ortamlardan Geçiş

Paralel Kayma

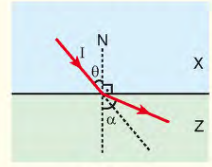
- Hava ortamındaki cama şekildeki gibi gönderilen I ışını, önce normale yaklaşarak, sonra da normalden uzaklaşarak kırılır. Gelen ışın ile camdan havaya çıkışta kırılan ışın birbirlerine paralel olur ve ışın x kadar paralel kaymaya uğrar. **x kayma miktarını artırmak için**, camın kalınlığı d, kırıcılık indisi n_{cam} ve ışığın cama gelme açısı α artırmalı, dış ortamın kırıcılık indisi n_{ortam} azaltılmalıdır.



- Paralel ortamlarda, gelme açısı ve ışığın rengi değiştirilmeden araya paralel saydam bir ortam konulduğunda veya çıkarıldığında ışığın aynı ortamda izlediği yol değişmez.



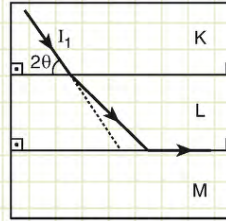
Şekil - I



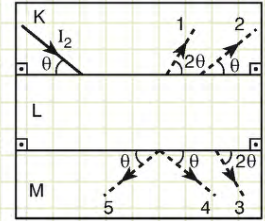
Şekil - II

I ışığının X, Y, Z paralel saydam ortamlarında izlediği yol Şekil-I deki gibidir. Saydam Y ortamı Şekil-II deki gibi aradan çıkarılırsa, ışığın Z ortamındaki kırılma açısı değişmez.

Örnek 3



Şekil - I



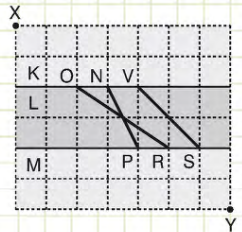
Şekil - II

I_1 ışık ışını saydam K, L, M ortamlarından oluşan düzende Şekil-I deki yolu izliyor.

Buna göre, Şekil-II deki aynı renkli I_2 ışık ışını kesikli çizgilerle belirtilen yollardan hangisini izler?

Örnek 4

Ara kesitleri birbirine paralel olan K, L, M saydam ortamlarına X noktasından giren I ışık ışını kırılmalar sonucunda Y noktasına ulaşıyor. K ortamının ışığı kırma indisi M ninkine eşittir.

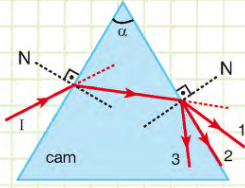


Buna göre, bu ışığın L ortamında izlediği yol;

- OR
- NP
- VS

I, II, III ile verilenlerden hangileri olabilir?

Prizmalar



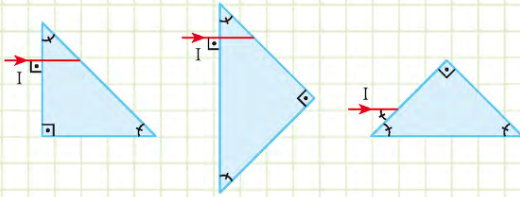
Birbirine paralel olmayan (kesişen) düzlemler arasındaki saydam ortamlara ışık prizması denir. Şekildeki gibi kesişen iki düzlem arasındaki α açısına ise tepe açısı denir.

Hava ortamındaki bir prizmaya gelen I ışını şekildeki 1, 2 ve 3 yollarını izleyebilir.

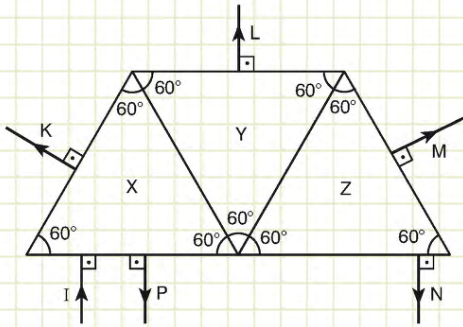
Tam Yansımali Prizmalar

Kesiti ikizkenar dik üçgen şeklinde olan camdan yapılmış prizmalara **tam yansımali prizmalar** denir.

- Tek renkli bir I ışık ışınının camdan yapılmış hava ortamındaki tam yansımali prizmalarda izlediği yollar şekillerdeki gibidir. (Camdan havaya geçişte sınır açısı 42° dir.)



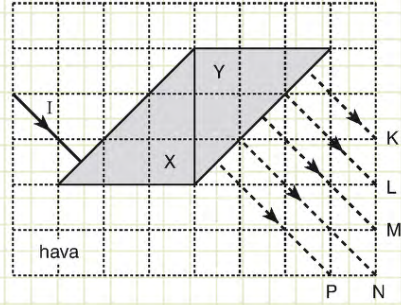
Örnek 5



Eşkenar üçgen biçiminde olan X, Y, Z ışık prizmaları, aralarında boşluk olmayacak biçimde, şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

X prizmasının yüzeyine dik olarak gelen I ışık ışını, prizmayı K, L, M, N, P ışık ışınlarından hangisi gibi terk edebilir?

Örnek 6

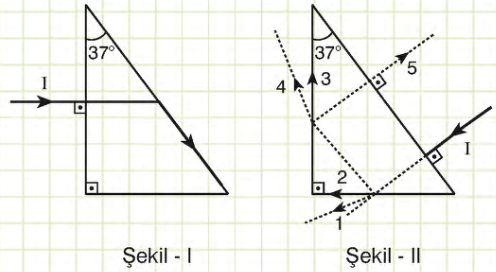


Hava ortamında bulunan camdan yapılmış X, Y prizmalarına I ışık ışını şekildeki gibi geliyor.

Buna göre, bu ışın prizmaları kesikli çizgilerle belirtilen ışıklardan hangisi gibi terk eder?

(Camdan havaya sınır açısı 42° dir.)

Örnek 7

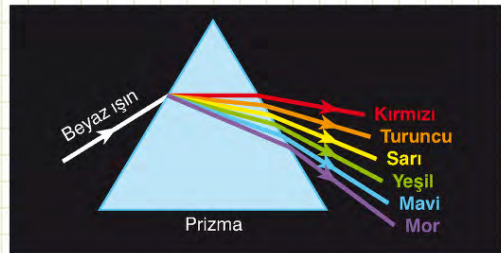


Hava ortamında bulunan bir prizmaya gelen tek renkli I ışınının izlediği yol Şekil-I deki gibidir.

Buna göre, aynı I ışını prizmaya Şekil-II deki gibi gönderilirse hangi yolu izler?

Işıktaki Renkler

Bir prizmaya gönderilen beyaz ışık, prizmadan geçtikten sonra renklere ayrılır. Kırmızıdan mora doğru gidildikçe sapma açısı, enerji ve frekans artarken dalga boyu küçülür.



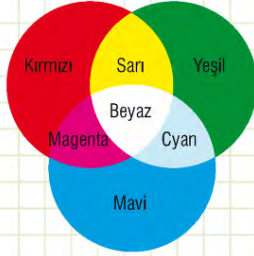
Renkli Görme

İnsan gözünde üç farklı koni hücresi vardır. Bu hücreler beyaz ışığı oluşturan renkli ışınların üçünden etkilenir. Kırmızı, yeşil ve mavi olan bu renkler **ana renkler** olarak kabul edilir. Bu ışıkların birlikte gönderilmesiyle elde edilen renklere de **ara renkler** denir. Bu renkler sarı, magenta ve cyandır.

Kırmızı + Yeşil =

Yeşil + Mavi =

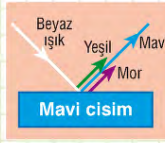
Kırmızı + Mavi =



- Beyaz renkli yüzeyler her renk ışığı yansıtırlar.
- Siyah renkli yüzeyler üzerine düşen her renk ışığı soğururlar (Şekil-I).
- Ana renkli yüzeyler kendi rengini baskın, komşu renkleri ise zayıf olarak yansıtırlar (Şekil-II).
- Ara renkli yüzeyler kendini ve kendini oluşturan ışınları baskın olarak yansıtırlar (Şekil-III).



Şekil - I



Şekil - II



Şekil - III

> Örnek 8

Karanlık bir ortamda, yeşil renkli bir kitaba kırmızı ışık altında bakan bir gözlemci kitabı hangi renkte görür?

> Örnek 9



Beyaz bir kağıt üzerine maviboya ile M, cyan renkteki boya ile S harfi yazılıyor.

Karanlık bir ortamda kağıt kırmızı ışık ile aydınlatıldığında M, S harfleri ve kağıt hangi renkte görünür?

(mavi + yeşil = cyan)

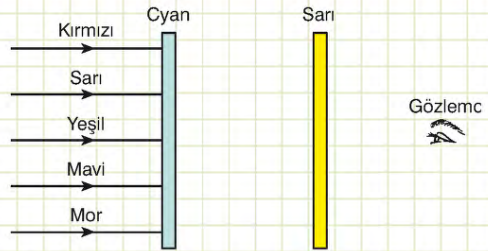
Renkli Cam Filtreler

Işıktaki ana renkler kullanılarak yapılan renkli cam filtreler kendi renklerini kuvvetli, komşu renkleri de zayıf şiddette geçirirler.



Ara renkler kullanılarak yapılan filtreler ise kendi rengindeki ve kendini oluşturan renklerdeki ışığı kuvvetli geçirirler.

> Örnek 10

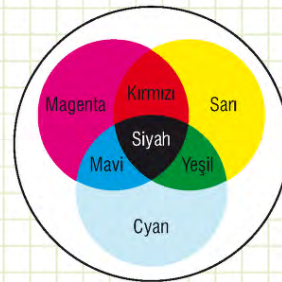


Şekildeki cyan cam filtreye beş renkli ışık gönderiliyor.

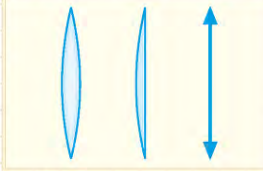
Buna göre; sarı cam filtrenin arkasından bakan bir gözlemci sarı filtreyi hangi renkte görür?

Boya Renkleri

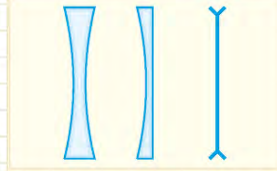
Işıktaki ana renkler ile boyadaki ana renkler birbirinden farklıdır. Boyadaki ana renkler magenta, cyan ve sarıdır. Ara renkler ise kırmızı, yeşil ve mavidir.



En az bir yüzü küresel, kenarlarından ortasına doğru kalınlığı değişen saydam ortamlara mercek denir. İnce ve kalın kenarlı olmak üzere iki çeşit mercek vardır.



İnce kenarlı mercek

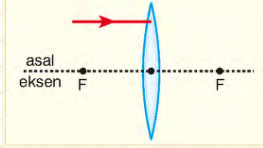


Kalın kenarlı mercek

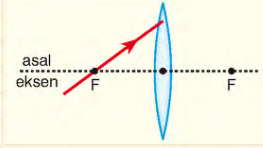
- Hava ortamında bulunan merceklerden ince kenarlı mercekler, üzerine düşen paralel ışın demetini bir noktada topladığından yakınsak mercek, kalın kenarlı mercekler ise üzerine düşen paralel ışın demetini bir noktadan geliyor-muş gibi dağıttığından iraksak mercek adını alırlar.

İnce Kenarlı Merceklerde Özel Işıklar

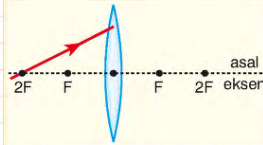
- Asal eksene paralel gelen ışın, odakta kırılır.



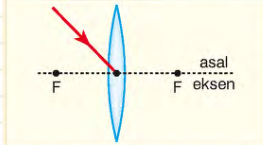
- Odaktan gelen ışın, asal eksene paralel olarak kırılır.



- 2F den gelen ışın, 2F den geçecek biçimde kırılır.

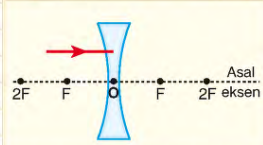


- Optik merkeze gelen ışın, doğrultu değiş-tirmez.

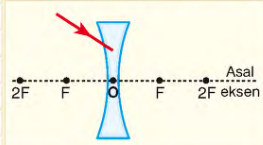


Kalın Kenarlı Merceklerde Özel Işıklar

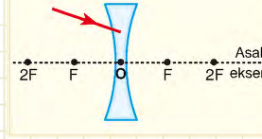
- Asal eksene paralel gelen ışın uzantısı odak-tan geçecek şekilde kırılır.



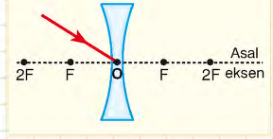
- Uzantısı odakta geçecek şekilde gelen ışın; asal eksene paralel ola-cak şekilde kırılır.



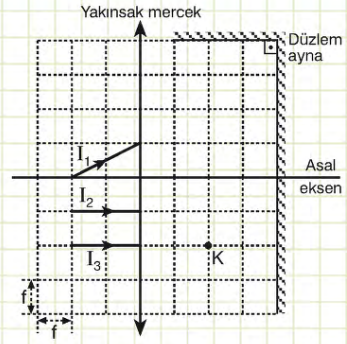
- Uzantısı 2F den geçecek şekilde gelen ışın; uzantısı 2F den geçecek şekilde kırılır.



- Optik merkeze gelen ışın; doğrultu değiştirmeden yoluna devam eder.



Örnek 1

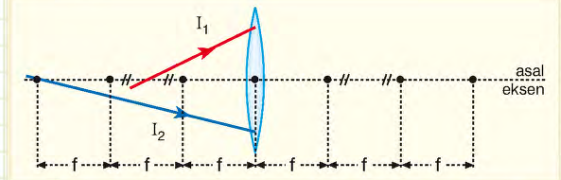


Odak uzaklığı f olan yakınsak mercek ile iki düzlem ayna şekilindeki gibi yerleştiriliyor.

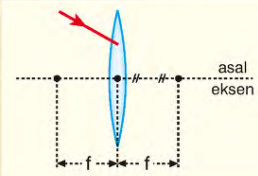
Yakınsak merceğe gelen I_1 , I_2 , I_3 ışık ışınlarından hangileri kırılma ve yansımada sonra K noktasından geçer?

Özel Durumlar

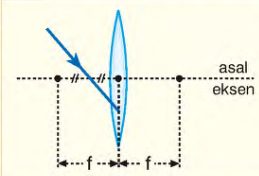
Odak uzaklığı f olan ince kenarlı mercekte $1,5f$ ten gelen ışın $3f$ ten (I_1), $3f$ ten gelen ışın $1,5f$ ten geçecek şekilde kırılır (I_2).



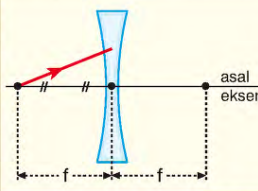
Odak uzaklığı f olan ince kenarlı mercekte uzantısı odaktan geçecek şekilde gelen ışın $f/2$ den geçecek şekilde kırılır.



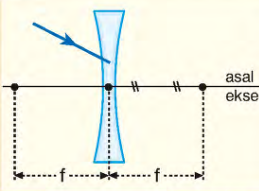
Odak uzaklığı f olan ince kenarlı mercekte $f/2$ den gelen ışın uzantısı odaktan geçecek şekilde kırılır.



Odak uzaklığı f olan kalın kenarlı mercekte f den gelen ışın uzantısı $f/2$ den geçecek şekilde kırılır.

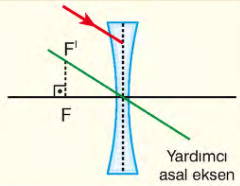
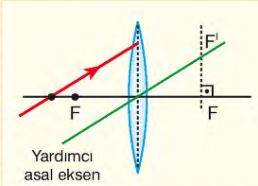


Odak uzaklığı f olan kalın kenarlı mercekte uzantısı $f/2$ den geçecek şekilde gelen ışın kırıldıktan sonra odaktan geçer.

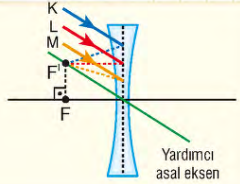
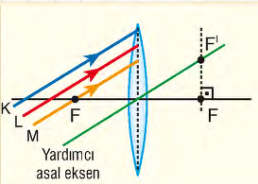


Merceklerde Herhangi Bir Işının İzlediği Yol

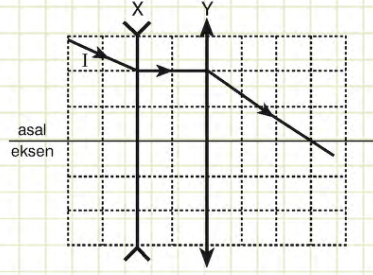
Optik merkezden gelen ışına paralel bir doğru (yardımcı eksen) çizilir. Yardımcı odak noktası (F'), F den çizilen dikmenin yardımcı eksenini kestiği noktadır. Gelen ışın ince kenarlı mercekte F' den geçecek şekilde, kalın kenarlı mercekte ise uzantısı F' den geçecek şekilde kırılır.



Merceklerle paralel olarak gönderilen aynı renkli K, L, M ışınlarının ince kenarlı mercekte kendileri, kalın kenarlı mercekte ise uzantıları odak veya odağın düşeyinde keşirirler.



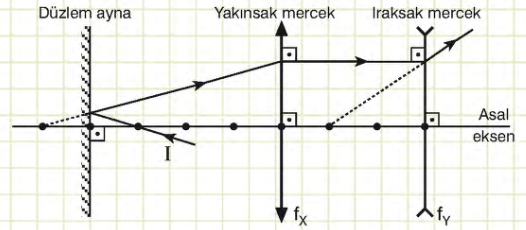
Örnek 2



I ışık ışını asal eksenleri çakışık X ıraksak merceği ve Y yakınsak merceklerinde şekildeki yolu izleyerek kırılıyor.

X merceğinin odak uzaklığı f_X , Y ninki f_Y olduğuna göre; $\frac{f_X}{f_Y}$ oranı kaçtır?

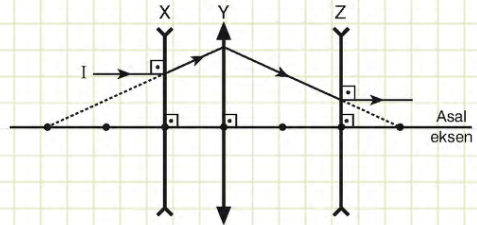
Örnek 3



Düzlem aynaya gelen I ışık ışını şekildeki yolu izleyerek düzlenekten çıkıyor.

Yakınsak merceğin odak uzaklığı f_X , ıraksak merceğin odak uzaklığı f_Y olduğuna göre, $\frac{f_X}{f_Y}$ oranı kaçtır? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

Örnek 4



Asal eksenleri çakışık, odak uzaklıkları f_X , f_Y , f_Z olan yakınsak ve ıraksak merceklerle gönderilen I ışık ışınının kırılmalar sonucu izlediği yol şekildeki gibidir.

Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre; f_X , f_Y , f_Z arasındaki ilişki nedir?

ELEKTROSTATİK

Maddeler atomlardan, atomlar ise elektron, proton ve nötronlar gibi parçacıklardan oluşur. Elektronun yükü (-) negatif, protonun yükü ise (+) pozitif kabul edilmiştir. Maddeler, üzerindeki elektrik yüklerine göre gruplandırılabilir.

1. Nötr (yüksüz) madde: Üzerindeki (+) ve (-) yük sayısı eşit olan maddelerdir.
 2. Negatif yüklü madde: Üzerindeki (-) yük sayısı (+) yük sayısından fazla olan maddedir.
 3. Pozitif yüklü madde: Üzerindeki (+) yük sayısı (-) yük sayısından fazla olan maddedir.
- Aynı yüklü cisimler birbirini iter, zıt yüklü cisimler ise birbirini çeker.

Maddeleri Elektrikle Yükleme Yolları

1. Sürtünme ile elektriklenme

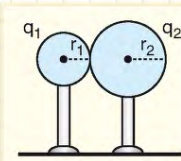
Bazı maddeler sürtünme ile yüklenebilirler. Ebonit (plastik) çubuk yün kumaşa sürtüldüğünde ebonit (-) ile yün kumaş ise (+) ile yüklenir. Cam çubuk ise ipek kumaşa sürtüldüğünde cam (+) ile ipek kumaş ise (-) ile yüklenir.

- Nötr iki cismin sürtünme ile elektriklenmesinde cisimlerden biri +q yüklenirse diğeri -q yüklenir. Bu olay cisimlerin boyutlarına bağlı değildir.

2. Dokunma ile elektriklenme

Yüklü iletken bir cisim başka bir iletkene dokundurulursa iki cisim elektrik yükünü paylaşır.

- Birbirlerine dokunan küresel cisimler, dokunmadan sonra; net yükü (q_{net}) yarıçapları ile doğru orantılı paylaşırlar.



$$q_{\text{net}} = q_1 + q_2, \quad r_{\text{Toplam}} = r_1 + r_2$$

Cisimlerin son durumdaki yükleri;

$$q_1' = \quad, \quad q_2' =$$

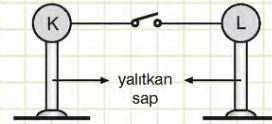
- Birbirine dokundurulan cisimlerin son durumdaki yük işareti aynı olur. Cisimler, dokunmadan önceki yükü büyük olan cismin yük işareti ile yüklenir.

> Örnek 1

Yarıçapları r , $3r$ olan iletken X, Y kürelerinin elektrik yükleri $-2q$, $+10q$ dur.

Küreler birbirine dokundurulup ayrıldığında X ve Y nin elektrik yükleri kaç q olur?

> Örnek 2



Şekildeki elektrik yüklü K ve L iletken kürelerinden K (+) yük-lüdür. İletken tel üzerindeki S anahtarı kapatıldığında K den L ye elektron geçişi olmaktadır.

Buna göre;

- I. K nin yükü azalmıştır.
- II. L nin son yükü (+) dir.
- III. L nin başlangıçtaki yükü (+) dir.

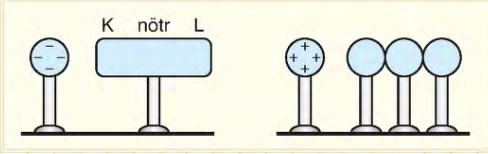
yargılarından hangileri doğrudur?

> Örnek 3

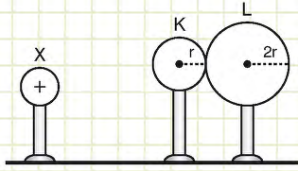
Yarıçapları r , r , $2r$ olan iletken K, L, M kürelerinden önce K, L ye daha sonra L, M ye dokunduruluyor.

Son durumda K nin yükü -q, L ninki ise +q olduğuna göre, başlangıçta M nin yükü kaç q dur?

3. Etki ile elektriklenme : Yüklü bir cisim nötr bir iletke- ne yaklaştırdığında iletken üzerinde yükleme olur. Cismin yaklaştırdığı taraf kendi yükünün zıttı, diğer uç ise kendi yükü ile aynı cins yüklenir.



Örnek 4



Yalıtkan saplı yüksüz K,L iletken kürelerinin yarıçapı sırasıyla r , $2r$ dir. K,L küreleri birbirine dokunacak, (+) yüklü X cismi de ayrı kalacak biçimde, şekildeki gibi yerleştiriliyor.

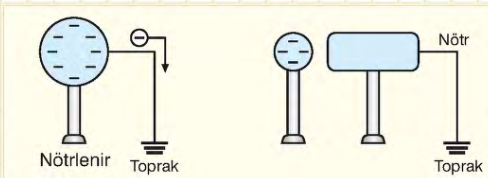
Etki ile elektriklenme gerçekleştiğinde;

- K nin elektrik yük işareti (-), L ninki (+) dır.
- K nin elektrik yük miktarı, L ninkinden küçüktür.
- K nin elektrik yük miktarı, L ninkine eşittir.

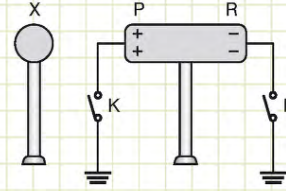
yargılarından hangileri doğrudur?

Topraklama

Yerküreye dokundurulan yüklü cisimler nötrlenirler. Bir ucundan topraklanmış iletkenlere yüklü bir cisim yaklaştırdığında ise topraklanmış cismin sadece cismin yaklaştırdığı tarafın- da yüklenme olur.



Örnek 5



Elektrikle yüklü X cismi, yüksüz PR cisimine yaklaştırdığın- da, cismin uçlarındaki yük işareti şekildeki gibi oluyor.

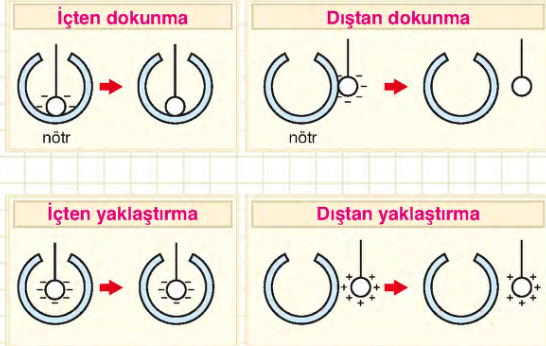
Buna göre,

- X cismi (-) yüklüdür.
- K anahtarı kapatılıp yük dengesi sağlandığında cismin P ucu (+), R ucu nötr olur.
- L anahtarı kapatılıp yük dengesi sağlandığında cismin P ucu (+), R ucu nötr olur.

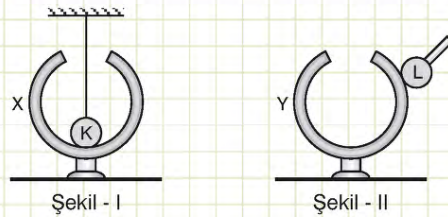
yargılarından hangileri doğrudur?

İçi Boş İletken Cisimler

Küresel ve silindirik cisimler yüklerini iç bölgelerinde tutamaz- lar. Bütün yükü dış yüzeylerinde tutarlar.



Örnek 6



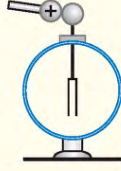
K cismi Şekil-I de içi boş X küresinin iç yüzeyine, L cismi de Şekil-II de içi boş Y küresinin dış yüzeyine dokunacak biçim- de duruyorlar. Bu durumda X, Y küreleri elektrikle yüklüdür.

Daha sonra K cismi X küresinin dış yüzeyine, L cismi de Y küresinin iç yüzeyine dokundurulursa, X ve Y küreleri- nin elektrik yüklerinin büyüklüğü için ne söylenebilir?

Elektroskop

Bir cismin elektrikle yüklü olup olmadığını yüklü ise hangi cins yükle yüklü olduğunu gösteren alete elektroskop denir.

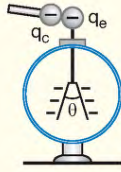
1. Yüksüz bir elektroskopun topuzuna yüklü bir cisim dokundurmak



2. Yüklü bir elektroskopun topuzuna aynı cins yüklü cisim dokundurmak

Elektroskopun yapraklarında üç farklı durum gözlenebilir:

- a)
b)
c)



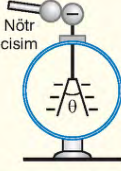
3. Yüklü bir elektroskopun topuzuna zıt yüklü bir cisim dokundurmak

Elektroskopun yapraklarında üç farklı durum gözlenebilir:

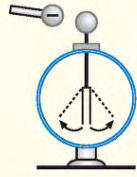
- a)
b)
c)



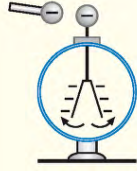
4. Yüklü bir elektroskopun topuzuna yüksüz bir cisim dokundurmak



5. Yüksüz bir elektroskopun topuzuna yüklü bir cisim yaklaştırmak



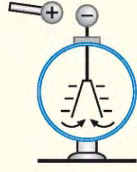
6. Yüklü bir elektroskopun topuzuna aynı cins yükle yüklü cisim yaklaştırmak



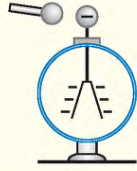
7. Yüklü bir elektroskopun topuzuna zıt yüklü bir cisim yaklaştırmak

Elektroskopun yapraklarında üç farklı durum gözlenebilir:

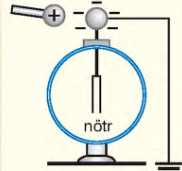
- a)
b)
c)



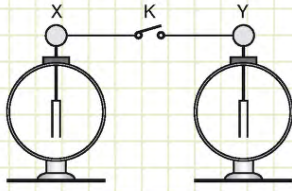
8. Yüklü bir elektroskopun topuzuna yüksüz (nötr) cisim yaklaştırmak



9. Topraklanmış bir elektroskoba yüklü bir cisim yaklaştırmak



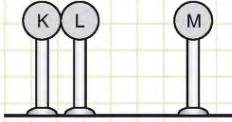
Örnek 1



Yüksüz özdeş X, Y elektroskoplarının topuzları, üzerinde anahtar olan iletken bir telle şekildeki gibi bağlanmıştır. Yüklü iletken bir cisim önce X in topuzuna, sonra Y nin topuzuna dokundurulduktan sonra K anahtarı kapatılıyor.

Anahtar kapatıldıktan sonra X elektroskopunun yapraklarının hareketi için ne söylenebilir?

Örnek 2

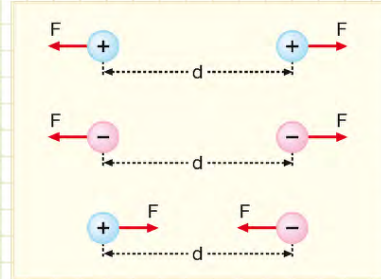


Pozitif yüklü, yalıtkan saplı K, L, M özdeş ve iletken kürelerinin elektrik yükleri birbirine eşittir. Bu küreler, K ile L birbirine dokunacak, M de ayrı kalacak biçimde, şekildeki gibi yerleştiriliyor ve etkiyle elektriklenme gerçekleştikten sonra K, L den ayrılıyor.

K, L, M küreleri sırasıyla yüksüz özdeş X, Y, Z elektroskoplarının topuzlarına dokundurulduğunda yapraklar arasındaki açı θ_X , θ_Y , θ_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

Elektrostatik Kuvvet

Elektrikle yüklü cisimler birbirlerine elektriksel kuvvet uygularlar. Bu kuvvet yüklerin çarpımı ile doğru orantılı, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Aynı cins yüklü cisimler birbirini iterken, zıt yüklü cisimler birbirini çekerler.



$$F_1 = F_2 = k \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ dir.}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 \text{ (coulomb sabiti)}$$

- Yüklü iki cismin birbirlerine uyguladıkları itme ya da çekme kuvvetleri, yük değerleri ne olursa olsun birbirlerine eşit ve zıt yönlüdür.

Örnek 3

Her birinin elektrik yükü $+q$ olan iki noktasal cismin birbirine uyguladıkları elektriksel kuvvetin büyüklüğü, bu cisimlerin arasındaki uzaklık d iken F_1 , $2d$ iken ise F_2 oluyor.

Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?

Örnek 4



Yalıtkan zemin üzerinde bulunan ve elektrik yükleri birbirine eşit olan K, L cisimleri, ipek ipe birbirine şekildeki gibi bağlı iken ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T dir.

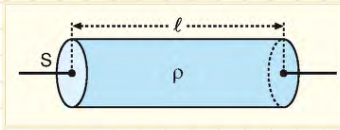
Buna göre, cisimlerin yük miktarları ve ipin uzunluğu iki katına çıkarılırsa ipteki gerilme kuvveti kaç T olur? (Sürtünmeler önemsizdir.)

ELEKTRİK AKIMI

Serbest elektronların iletken bir telde titreşim hareketi yapmasına elektrik akımı denir. Maddeler elektrik iletkenliklerine göre üç gruba ayrılırlar.

1. **İletken maddeler:** Serbest yüklerin hareketine izin veren maddelerdir. Metaller iyi iletkenlerdir.
2. **Yalıtkan maddeler:** Serbest yüklerin hareketine izin vermeyen maddelerdir. Plastikler, tahta, saf su vb.
3. **Yarı iletken maddeler:** Serbest yüklerin hareketine belli şartlarda izin veren maddelerdir. Cep telefonlarındaki piller yarı iletken maddelerden yapılır.

Direnç: Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir. R ile gösterilir ve birimi ohm (Ω) dur. Maddenin uzunluğuna, kesit alanına, öz direncine bağlıdır.



Özdirenç: Kesit alanı 1 birimkare olan bir iletkenin birim uzunluğunun direncidir. Maddelerin ayırtedici özelliklerindendir. Öz direnci büyük olan maddeler elektrik akımını iyi iletmezler.

Bir iletkenin direnci;

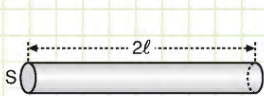
$R = \rho \frac{l}{S}$ formülüyle hesaplanır.

R : Direnç (ohm), ρ : Öz direnç (ohm.metre)

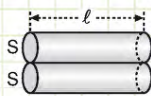
l : Boy (metre), S: Kesit alanı

Dirençler, devrelerde  şeklinde gösterilirler.

> Örnek 1



Şekil - I



Şekil - II

Boyu $2l$, kesit alanı S olan Şekil-I deki iletken telin direnci R dir.

Bu tel, Şekil-II deki gibi katlandığında direnci kaç R olur?

Reosta (Ayarlı Direnç): Değeri değiştirilebilen dirençlerdir.



Devrelerde yukarıdaki sembollerle gösterilir. Direnci değiştirerek akım şiddetini ayarlamaya yararlar.

Ampermetre:  Elektrik akımını ölçen araçlardır.

Akım ölçülecek yere seri olarak bağlanırlar. Genellikle dirençleri önemsenmez. Bu nedenle bir devre elemanına paralel olarak bağlanırlarsa o elemanı kısa devre yaparlar.

Voltmetre:  İki nokta arasındaki potansiyel farkı

ölçen araçlardır. Potansiyel fark ölçülecek yere paralel olarak bağlanırlar. Genellikle dirençleri çok büyüktür. Bu nedenle bir devre elemanına seri olarak bağlanırlarsa o elemandan elektrik akımı geçmez.

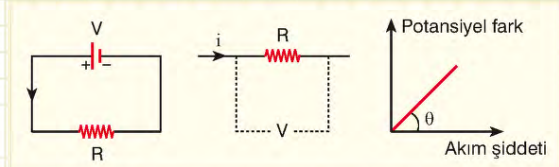
OHM KANUNU

Bir iletkenin uçlarına potansiyel fark uygulanırsa o iletkenin akım geçer. Potansiyel fark uygulamak için üreteçler kullanılır. Üreteçler elektrik devresine elektrik enerjisini sağlarlar. Pil, akümülatör, batarya, güç kaynağı birer üreteçtir.

Üreteçler devrelerde  şeklinde gösterilirler.

Bir iletkenin sıcaklığı sabit kalmak şartı ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı ile iletkenin geçen akım şiddeti arasında sabit bir oran vardır. Bu oran iletkenin direncine eşittir.

Buna ohm kanunu denir. Direnç; $R = \frac{V}{i}$ dir.

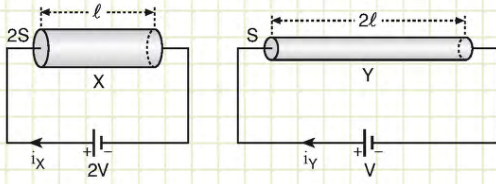


Akım	i	Amper (A)
Gerilim	V	Volt
Direnç	R	Ohm (Ω)

$$\tan \theta = \frac{V}{i} = \text{sabit} = R$$

Bir R direncinin uçları arasındaki V potansiyeli artarsa i akımı da artar ve bunların oranı sabit ve R ye eşit olur. Potansiyel farkı-akım şiddeti grafiği yukarıdaki gibidir.

Örnek 2

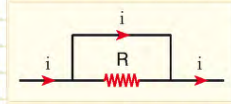


Kesit alanları $2S$, S ve boyları l , $2l$ olan X , Y iletken telleri aynı maddeden yapılmıştır. Bu teller potansiyel farkları $2V$, V olan üreteçlere şekildeki gibi bağlandığında, tellerden geçen akımlar i_X , i_Y oluyor.

Buna göre, $\frac{i_X}{i_Y}$ oranı kaçtır?

Kısa Devre

Bir iletkenin üzerinden geçen akım mümkün olduğu kadar dirençsiz yoldan gitmek ister.

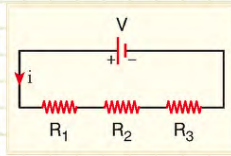


Hiç direnç olmayan bir yol varsa bütün akım bu yoldan gider ve diğer yoldaki devre elemanları kısa devre olur. Şekilde verilen devre parçasında dirençten akım geçmez ve bu direnç kısa devre olur.

Dirençlerin Bağlanması

a) Seri Bağlama

Dirençlerin şekildeki gibi yan yana bağlanmasıyla oluşan bağlama şeklidir. Bu devrelerde dirençlerin hepsinden aynı akım geçer.



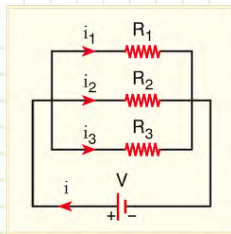
Dirençlerin uçlarındaki gerilimlerin toplamı, üretcin gerilimine eşittir. Devrenin eşdeğer direnci ise dirençlerin değerleri toplamına eşittir.

$$V = \quad ; i =$$

$$iR_{es} = \quad \Rightarrow R_{es} =$$

b) Paralel Bağlama

Dirençlerin şekildeki gibi birbirine paralel olarak bağlanmasıyla oluşan bağlama şeklidir. Bu devrelerde dirençlerden geçen akımlar dirençlerle ters orantılıdır. Dirençlerin uçlarındaki gerilimler, üretcin gerilimine eşittir.



Devrenin eşdeğer direnci ise aşağıdaki gibi bulunur.

$$V = \quad ; i =$$

$$\frac{V}{R_{es}} = \quad + \quad + \quad \text{ise} \quad \frac{1}{R_{es}} = \quad + \quad + \quad$$

Özel Durumlar

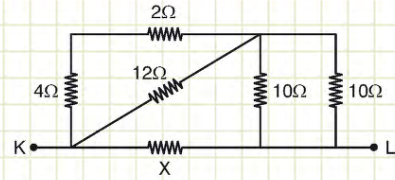
1. İki direnç birbirine paralel olarak bağlanırsa eşdeğer direnç,

$$R_{es} = \quad \text{ olur.}$$

2. Direnci eşit n tane iletken paralel olarak bağlanırsa,

$$R_{es} = \quad$$

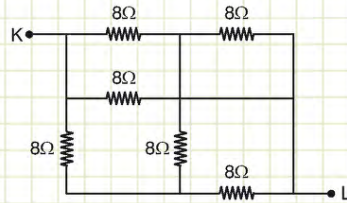
Örnek 3



Şekildeki devre parçasında KL uçları arasındaki eşdeğer direnç 6Ω dur.

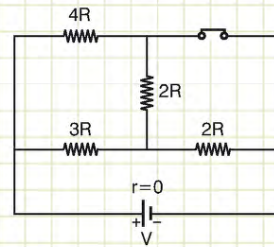
Buna göre, X direnci kaç Ω (ohm) dur?

Örnek 4



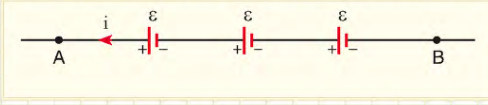
Şekildeki devre parçasındaki KL uçları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω dur?

Örnek 5



Şekildeki devrede ana koldan geçen akım şiddeti anahtar kapalı iken i_1 , anahtar açıkken i_2 dir.

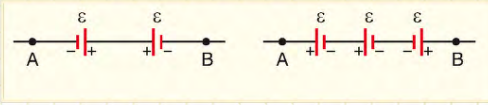
Buna göre, $\frac{i_1}{i_2}$ oranı kaçtır?

Üreteçlerin Bağlanması**Seri Bağlama****a) Düz seri bağlama**

Üreteçler düz seri olarak bağlandığında yüksek potansiyel fark oluşur. Özdeş üreteçler seri olarak bağlandığında üreteçlerin her birinden eşit şiddette akım çekilir. Üreteçlerin iç direnci seri bağlı dirençler gibi toplanarak hesaplara katılır.

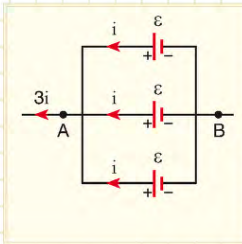
b. Ters Bağlama

Aynı işaretli kutupların birbirine bağlanması ile oluşur. Üreteçlerin iç direnci seri bağlı dirençler gibi toplanarak hesaplara katılır.

**Paralel Bağlama**

Üreteçlerin (+) kutuplarının bir noktadan, (-) kutuplarının bir noktadan bağlanmasıdır.

Paralel bağlı üreteçler özdeş olmalıdır. Farklı üreteçler paralel olarak düz veya ters bağlanırsa sorunun çözümü için kapalı devre çözme kuralları uygulanır.



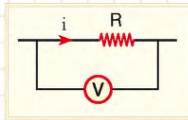
Üreteçlerin iç direnci paralel bağlı dirençler gibi düşünülerek hesaplara katılır. İç direnci önemsiz paralel bağlı üreteç sayısının artması devreden geçen akım şiddetini etkilemez. Fakat üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilen akımın şiddeti azalır.

Bir Dirençte Açığa Çıkan Enerji

Bir R direncinden t sürede, i akımı geçtiğinde bu dirençte bir enerji açığa çıkar. Bu enerji,

$$E =$$

formülüyle bulunur.



NOT ALINIZ

Lambaların Parlaklığı

Lambalar, içlerinde direnç olan elektriksel araçlardır. Lambalardan elektrik akımı geçtiğinde bir enerji açığa çıkar ve lamba ışık verir. Lambanın parlaklığı lambanın gücüne bağlıdır. Güç ise birim zamanda açığa çıkan enerjidir.

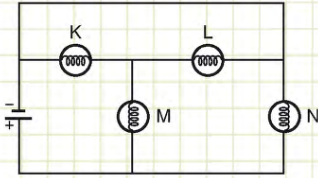
Güç = ————— denklemde enerji yerine yukarıdaki denklemler yazılacak olursa;

$P =$

formülüyle lambaların gücü ve parlaklığı bulunabilir.

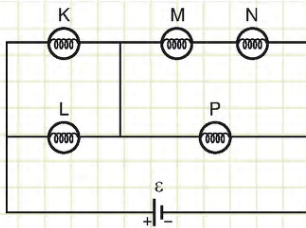
Lambaların ışık verme süresi

Lambaların ışık verme süresi, üreteçlerin tükenme sürelerine bağlıdır. Özdeş üreteçlerin tükenme süresi, üreteçten geçen akımla ters orantılıdır. Üreteçten ne kadar az akım geçerse ömrü o kadar büyük, akım ne kadar büyük olursa ömrü o kadar kısa olur.

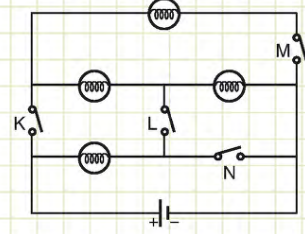
Örnek 1

Üreteç ve özdeş lambalarla kurulan şekildeki devrede K, L, M, N lambaları ışık vermektedir.

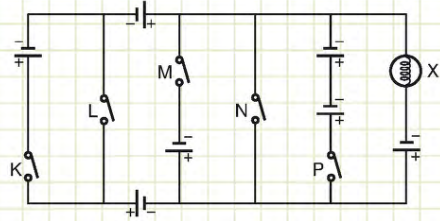
Buna göre; K, L, M, N lambalarından hangileri aynı parlaklıkta ışık verir?

Örnek 2

Özdeş K, L, M, N, P lambaları ve üreteçle kurulan şekildeki devrede, hangi lamba en parlak yanar?

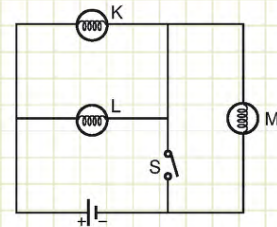
Örnek 3

Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede açık olan K, L, M, N anahtarlarından hangi ikisi birlikte kapatılırsa lambaların tümü ışık verebilir?

Örnek 4

İç dirençleri önemsiz özdeş üreteçler ve lamba ile kurulan şekildeki elektrik devresinde anahtarlar açıktır.

X lambasının parlaklığının en fazla olması için K, L, M, N, P anahtarlarından hangisi tek başına kapatılmalıdır?

Örnek 5

Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede S anahtarı açıkken K, L, M lambaları ışık vermektedir.

S anahtarı kapatıldığında K, L, M lambalarının ışık şiddetleri için ne söylenebilir? (Üretecin iç direnci önemsenmeyecektir.)

NOT ALINIZ

NOT ALINIZ

MIKNATIS VE ÖZELLİKLERİ

Doğada bulunan demirin bir oksiti (Fe_3O_4); demir, nikel, kobalt gibi bazı maddeleri çekebilir. Bu özelliği gösteren maddelere mıknatıs denir. Mıknatıslar yapay olarak ta yapılabilir. Üç çeşit mıknatıs vardır:

1. Doğal mıknatıs:

Doğada bulunan, Fe_3O_4 bileşiğidir.

2. Yapay mıknatıs:

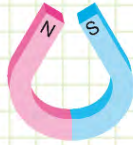
Demir, nikel ya da kobalttan sürtünme, etki veya dokunma yoluyla yapılır. Çubuk, pusula iğnesi, U veya at nalı şekillerine benzeyen çeşitleri vardır.



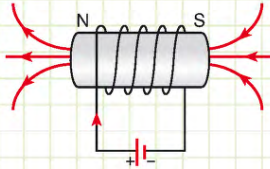
Çubuk mıknatıs



Pusula mıknatıs



At nalı şeklindeki mıknatıs

3. Elektromıknatıslar

Bir demir parçasının etrafına elektrik akımı geçen tel kablo sarılırsa demir parçası mıknatıs özelliği gösterir. Buna **elektromıknatıs** denir.

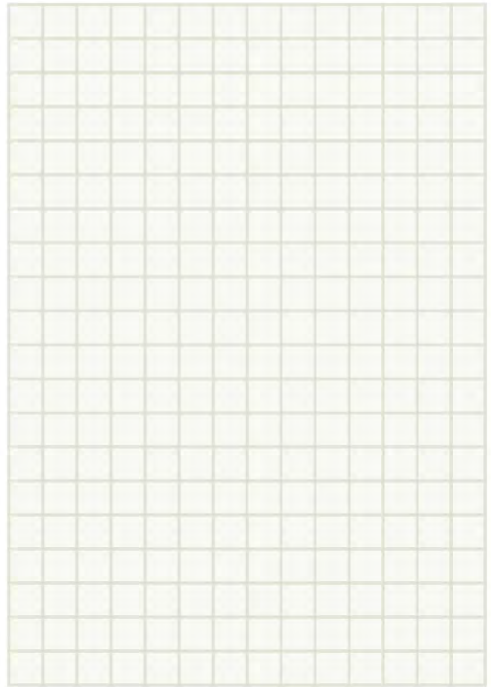
Manyetik Kutuplar

Bir mıknatıs ortasından iple asılırsa, kuzey-güney doğrultusuna yönelerek durur. Kuzeyi gösteren ucuna N kutbu, güneyi gösteren ucuna ise S kutbu denir.

- Mıknatıslarda, aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker.



- Mıknatıslar birbirlerine temas gerektirmeyen, büyüklükçe eşit ve zıt yönlü kuvvetler uygularlar. Mıknatıslar arasındaki mesafe azalırsa bu kuvvet artar, mesafe artarsa da azalır.
- Mıknatısın bulunduğu ortamın cinsi, mıknatısın kuvvetinin büyüklüğünü yok edemez ancak değiştirebilir.

NOT ALINIZ

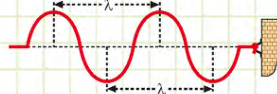
NOT ALINIZ

NOT ALINIZ

Dalga

Bir kaynak tarafından esnek bir ortamda oluşturulan sarsıntı-
nın (titreşimin) bir noktadan diğer noktalara iletilmesine **dal-
ga hareketi** denir. Dalga hareketi aynı zamanda enerji iletimi-
dir.

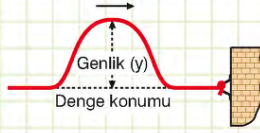
Dalga Boyu (λ): Ardışık iki
dalga çukuru ya da iki dal-
ga tepesi arasındaki yatay
uzaklığa **dalga boyu** denir.



Periyot (T): Bir tam dalganın oluşması için geçen süreye ve-
ya bir noktadan ardışık iki dalga çukuru ya da iki dalga tepe-
sinin geçmesi için gereken süreye **periyot** denir. Periyot T ile
gösterilir. Birimi saniye (s) dir.

Frekans (f): Birim zamanda oluşan dalga sayısına **frekans**
denir. Frekans (f) sembolü ile gösterilir. Birimi s^{-1} = Hertz
dir. Periyot ile frekans arasındaki ilişki $T \cdot f = \dots$ dir.

Genlik (y): Bir atma tepesinin ya
da çukurunun dalganın denge
konumuna olan uzaklığına **gen-
lik** denir. Genlik, ortama bağlı
olarak değişebilir.



Dalganın genliği dalganın taşıdığı enerji ile doğru orantılıdır.

Hız (v): Dalganın birim zamandaki yer değiştirmesine denir.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \text{ dir.}$$

- Dalgalar titreşim doğrultularına ve enerji taşıma şekilleri-
ne göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:

**Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar****1. Enine Dalgalar**

Titreşim doğrultusu ile yayılma doğrultusu birbirine dik olan
dalgalardır. Deprem, yay, su, ışık ve elektromanyetik dalga-
lar enine dalgalardır.

2. Boyuna Dalgalar

Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna paralel olan dalga-
lardır. Ses, deprem, yay ve su dalgaları boyuna dalgalardır.

Taşıdığı Enerjiye Göre Dalgalar**1. Mekanik Dalgalar**

Bir kaynak tarafından maddesel ortamda oluşturulan dalga-
lardır. Bu dalgalarda enerji taneciklerin titreşimi ile birbirine
aktarılır. Mekanik dalganın yayılması için maddesel ortama
ihtiyaç vardır. Ancak yayılan ortam değil, enerjidir. Mekanik
dalgalar, katı, sıvı, gaz ortamlarında yayılabilirler. Deprem (sis-
mik), yay, su ve ses dalgaları mekanik dalgalardır.

2. Elektromanyetik Dalgalar

Elektrik ve manyetik alanlardaki yüklerin ivmeli hareketi so-
nucunda yayılan dalgalara elektromanyetik dalgalar denir.
Elektromanyetik dalgaların yayılması için ortama ihtiyaç yok-
tur. Görünür ışık, radyo dalgaları, mikrodalga, kızılötesi ışık,
morötesi ışık, X ışınları, gama ışınları elektromanyetik dalga-
lardır.

Deprem Dalgaları

Levhaların yanal hareketi sonucu oluşan deprem dalgaları
mekanik dalgalardır. Bu dalgalara **sismik dalgalar** da denir.
Cisim ve yüzey dalgası olmak üzere iki çeşit deprem dalgası
vardır.

1. Cisim Dalgaları: Yerkabuğunun içinde meydana geldik-
leri için cisim dalgaları ismi verilmiştir. Kırılmanın olduğu
yerden (depremin odak noktası) çıkarak her yöne doğru
yayılır. P ve S dalgaları olmak üzere iki çeşit cisim dalga-
sı vardır.

■ **P Dalgası:** Kırılmanın olduğunu haber veren öncü dalga-
lardır. Deprem kaydeden cihazlara ilk önce P dalgaları ula-
şır. Boyuna dalgalardır ve yeryüzeyine paralel salınımlar
oluştururlar. Yıkım etkileri düşüktür. Yerkabuğunda bulu-
nan katı, sıvı, gaz gibi tüm ortamlarda yayılabilir.

- **S Dalgası:** Hızları P dalgalarına göre daha düşük olduğundan deprem kaydeden cihazlara ikinci ulaşan dalgalardır. P dalgalarının aksine sadece katı ortamda (kaya kütleleri) ilerlerler. Enine dalgalar olduklarından yayılmaları sırasında kaya kütlelerini yukarı - aşağı ve sağa - sola hareket ettirirler. Yıkım etkileri yüksektir.

2. Yüzey Dalgaları: Depremin odak noktasının düşey yukarısında depremin merkez üssü bulunur. Yüzey dalgaları depremin merkez üssünden yayılırlar. En yavaş ilerleyen deprem dalgalarıdır. Cisim dalgalarına göre daha fazla hasara sebep olurlar. Bunun nedeni ise, daha fazla yer hareketine sebep olmaları ve etkime sürelerinin uzunluğudur. Love dalgası ve Rayleigh dalgası olmak üzere iki çeşit yüzey dalgası vardır.

- **Love Dalgaları:** Yüzey dalgalarının en hızlısıdır. Yeri yatay düzlemde hareket ettirir ve bu sebeple yapıların temellerine zarar verir.

- **Rayleigh Dalgaları:** Çok fazla enerji taşıyan büyük genlikli ve çembersel hareket yaparak ilerleyen dalgalardır. Bu yüzden deprem sırasında hissedilen dalgaların büyük bir kısmı Rayleigh dalgalarıdır.

Depremin Büyüklüğü ve Şiddeti

Depremlerin oluşumunu, deprem dağlarının yayılmasını, deprem ölçü aletleri ve yöntemlerini, kayıtların değerlendirilmesini ve depremle ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına **sismoloji** bu işle uğraşan bilim adamına **sismolog** denir. Depremin büyüklüğü sismograf adı verilen bir aletle ölçülür. Sismografin tuttuğu kayıtlara **sismogram** denir.

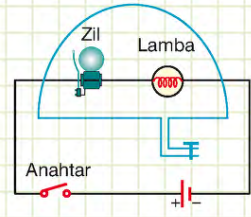
- Depremin büyüklüğü **Richter ölçeğiyle** ölçülür ve 1, 2 ... 9 gibi normal sayılarla ifade edilir. Richter ölçeğinde her bir birimlik artış, yer sarsıntısında 10 katlık artışa denk gelir.
- Deprem şiddeti ise depremin oluşturduğu hasar incelenerek belirlenir. **Mercalli ölçeği** ile ölçülür ve I, II ... XII gibi roma rakamları ile ifade edilir.

SES DALGALARI

Ses dalgaları titreşim doğrultusuna göre boyuna dalga, taşıdığı enerji biçimine göre ise mekanik dalgadır. Moleküllerin titreşimleri ile oluşur.

Ses çıkaran cisimlere ses kaynağı denir. Ses de ışık gibi her yönde yayılır. Sesin yayılması için maddesel ortam gerekir, boşlukta yayılmaz. Ses dalgaları enerji taşırlar.

Şekilde verilen deney düzeneğinde havası boşaltılmış fanusun içindeki elektrik devresinde anahtar kapatıldığında zilin sesi duyulmazken lambanın ışık verdiği görülüyor. Bu deneyden çıkan sonuç; ses boşlukta yayılmaz, ama ışık boşlukta yayılır.



Sesin Özellikleri

Sesin hız, şiddet, frekans, tını, yankı, rezonans gibi özellikleri vardır.

1. Sesin hızı

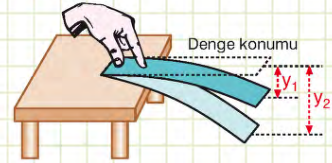
Ses dalgaları ortama bağlı olarak yayılır. Sesin yayılma hızı katılarda en fazla, gazlarda en azdır. $v_{\text{katı}} > v_{\text{sıvı}} > v_{\text{gaz}}$ dir. Sesin havadaki hızı yaklaşık 0 °C de 330 m/s, 20 °C de 343 m/s, 100 °C de ise 390 m/s olmaktadır. Suyun içinde sesin hızı 1500 m/s, katılarda ise 5000 m/s civarındır.

- Sesin yayılma hızı ortamın sıcaklığına bağlıdır. Sıcaklık artarsa yayılma hızı artar.

- Aynı anda meydana gelen şimşek çakması ve gök gürültüsü olayında ışık ve sesin buluttan bize ulaşma süreleri farklıdır. Sesin (gök gürültüsü) ışıktan (şimşek) daha sonra algılanmasının nedeni: ışık hızının sesin hızından büyük olmasıdır.

2. Sesin Şiddeti (Gürlüğü)

Ses kaynağını denge konumundan uzaklaştırma miktarına genlik denir. Genlik büyükse ses şiddetli, küçükse ses zayıf duyulur.



Şekildeki düzenekte esnek cetvel denge konumundan y_1 kadar ayrılıp serbest bırakıldığında oluşan sesin genliği y_2 kadar ayrılıp bırakıldığında oluşandan küçüktür.

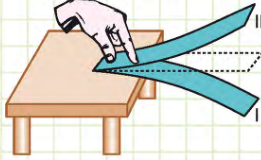
- Ses kaynağından uzaklaştıkça sesin şiddeti azalır. Bu nedenle ses kaynağına yakın yerlerde şiddet büyük, uzak yerlerde ise küçüktür.

- Sesin şiddetinin birimi desibeldir (dB). İşitilebilen en hafif ses 0 dB dir. Buna işitme eşiği denir. Normal şiddetteki sesler 30-60 dB, şiddetli ve rahatsız eden sesler 60 dB den fazla olan seslerdir.

3. Sesin Frekansı (Yüksekliği)

Sesi oluşturan kaynağın bir saniyedeki titreşim sayısına frekans denir. Birimi hertz dir.

Şekildeki düzenekte, denge konumundan ayrılan cetvelin I ile II arasındaki saniyedeki titreşim sayısı sesin frekansı olarak adlandırılır.



- Sesin frekansı sadece kaynağa bağlıdır, ortamın değişmesinden etkilenmez.
- Sesin frekansı arttıkça, saniyede üretilen dalga sayısı artacağından ses kesintisiz gibi duyulur (Arı vızıldaması, elektrik süpürgesi gibi). Frekans azaldıkça ses daha kısa aralıklarda kesintili gibi duyulur (Araba moturu gibi).
- İnsan kulağı frekansı 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki sesleri duyabilir, bunun haricindekileri duyamaz. Duyulamayan bu seslerden frekansı 20 Hz den küçük olan seslere infrasonik, 20.000 Hz den büyük olan seslere ise ultrasonik ses denir.

4. Sesin Tınısı

Farklı kaynaklardan çıkan sesler aynı şiddette ve frekansta olsalar bile birbirinden ayırt edilebilirler. Çünkü her ses kaynağının kendine özgü sesi vardır. Bir sesin hangi kaynaktan çıktığının anlaşılmasını sağlayan özelliğe sesin tınısı denir.

Tınlarının farklılığından faydalanarak bir notanın hangi müzik aletinden çıktığını anlayabiliriz.

NOT ALINIZ

