



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TELAFİ EĞİTİMİ

FİZİK

9. SINIF



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TELAFİ EĞİTİMİ

FİZİK

9. SINIF

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI • ...
YARDIMCI KAYNAK EĞİTİM MATERYALİ • ...

TELAFİ EĞİTİMİ
FİZİK 9. SINIF

ISBN ...

Basım Adedi ...

Yazar
KOMİSYON

Türkçe yayın hakları MEB, 2023

Tüm yayın hakları saklıdır. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz ve kullanılamaz.

Baskı ...

Sertifika No. ...





İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerihamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

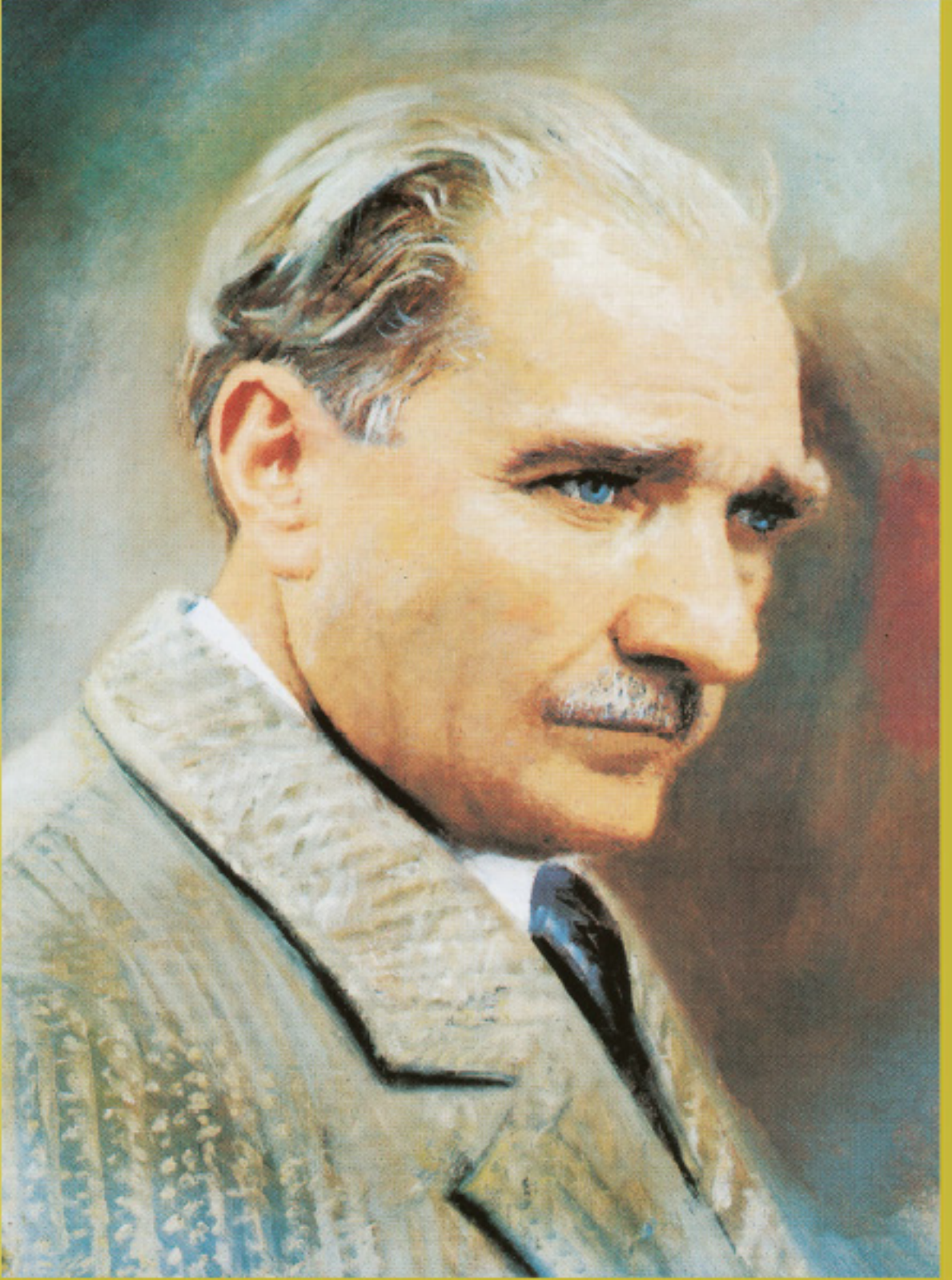
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

ÖN SÖZ	8
HAREKET	10
NEWTON'IN HAREKET YASALARI	19
İŞ, ENERJİ VE GÜÇ	26
ISI VE SICAKLIK	34
ISIL DENGİ	36
ELEKTRİK YÜKLERİ	42
CEVAP ANAHTARI	53

Değerli Öğretmenler ve Sevgili Öğrenciler,

Millî Eğitim Bakanlığı olarak her koşulda eğitim ve öğretimin devamlılığını sağlamak için gerekli tedbirleri almaktayız. Ülkemizde yaşanan deprem nedeniyle bazı illerimizde eğitim öğretime ara verilmiştir. Bu kapsamda deprem felaketinin eğitim üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak, öğrencilerin akademik becerilerini geliştirmek, eksik oldukları konuları telafi etmek amacıyla eğitimde fırsat eşitliği ilkesini temel alarak öğrencilerimize yönelik telafi eğitimleri başlatılmıştır.

- Eğitim öğretime ara verilen 2022-2023 eğitim öğretim yılının ikinci döneminden başlamak üzere derslerde işlenemeyen konu ve kazanımlar tespit edilmiştir. Bu kazanımların kısa bir süre içinde verilebilmesi, öğrenmenin kalıcı olabilmesi, sonraki öğrenmeleri destekleyebilmesi adına öğretim yöntem ve teknikleri çerçevesinde ders notları, etkinlikler ve sorular hazırlanmıştır.

Yapılan hazırlıklar çerçevesinde hazırlanan ders notlarında “Konu Özetleri ve Kritik Bilgi, Dikkat, Biliyor musunuz?, Hatırlayalım” gibi başlıklarla konuların önemli noktalarına değinilmiştir. Bulmaca, eşleştirme gibi etkinliklerin yanı sıra çoktan seçmeli, beceri temelli ve açık uçlu gibi farklı soru tarzları da çalışma içinde yer almaktadır. Bu sayede üzerinde durulan kritik kazanımlara ait konuların pekiştirilmesi planlanmıştır. Ayrıca çalışma içinde yer alan ders anlatım ve soru çözüm videolarına karekodlar aracılığıyla ulaşılabilmektedir.

Telafi sürecinde bu kaynakların sizlere faydalı olması dileğiyle...



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

FİZİK

9. SINIF

3. ÜNİTE

HAREKET VE KUVVET

- HAREKET
- KUVVET

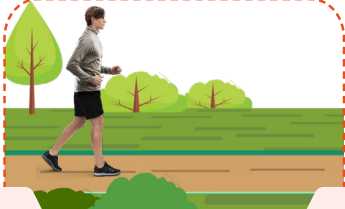
Hareket

Cismin seçilen bir noktaya göre yer değiştirmesine **hareket** denir.

Bir cisim öteleme hareketi, dönme hareketi ve titreşim hareketi yapabilir.

Cisimler öteleme, dönme ve titreşim hareketlerinin birleşiminden oluşan birden çok hareketi de aynı anda yapabilir.

HAREKET



Öteleme Hareketi

Düz bir doğrultu üzerindeki cismin tüm noktalarının eşit miktarda ilerlemesine öteleme hareketi denir. Yolda giden araba, uçan kuş ve yürüyen bir çocuk öteleme hareketine örnektir.



Dönme Hareketi

Bir cismin belirli bir eksen etrafında öteleme hareketi yapmadan dolanmasına denir. Lunaparkta dönme dolabın hareketi dönme hareketine örnektir.



Titreşim Hareketi

Belirli bir zaman aralığında iki nokta arasındaki gidip gelme hareketidir. Katıları oluşturan atomların hareketi, çalınan gitardaki telin hareketi, sarkaçlı duvar saatinde sarkacın hareketi, titreşim hareketine örnektir.

Referans Noktası

Hareketi tanımlamak için seçilen gözlem noktasına **referans noktası** denir.

Referans noktasına göre durgun olan cisim, başka bir referans noktasına göre hareketli olabilir. Bu durum hareketin göreceli olduğunu belirtir.

Görsel 1'de hareketli platform üzerinde duran yolcular birbirlerini hareketsiz görürken platform dışında duran başka bir gözlemci bu yolcuları hareketli olarak görür.



Görsel 1: Yürüyen platform

Yörünge

Bir cismin hareketi sırasında izlediği yola **yörünge** denir.

Alınan yol (x)

Bir cismin izlediği yörüngenin uzunluğuna **alınan yol** denir.

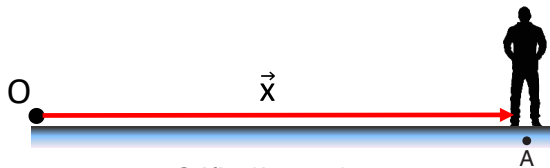
Skaler bir büyüklük olup SI'da birimi metre (m)'dir.

Konum ($\vec{x}$)

Bir cismin seçilen bir referans noktasına göre bulunduğu yere **konum** denir.

Konum vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi metre (m)'dir.

Konum vektörü Şekil 1'deki gibi O referans noktasından yönü A noktasında duran bir kişiye doğru olan bir vektördür.



Şekil 1: Konum vektörü

Yer değiştirme ($\Delta \vec{x}$)

Bir cismin ilk konumundan son konumuna doğru çizilen en kısa yönlü uzaklığa **yer değiştirme** denir.

Yer değiştirme vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi metre (m)'dir.

Şekil 2'deki gibi A noktasından hareketine başlayan bir cisim 1, 2 ve 3 numaralı yörüngeleri kullanarak B noktasına hareket edebilir. Cismin bu üç durum için yer değiştirmesi aynıdır. $\Delta \vec{x}$ A noktasından B noktasına doğru çizilen yer değiştirme vektörüdür. Yer değiştirme

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$$

bağıntısıyla bulunur.

$\vec{x}_{\text{son}}$: Cismin son konum vektörü

$\vec{x}_{\text{ilk}}$: Cismin ilk konum vektörü

Hız

Bir hareketlinin birim zamandaki yer değiştirme miktarına **hız** denir.

Hız vektörel büyüklük olup $\vec{v}$ ile gösterilir.

SI'da birimi m/s'dir.

$$\text{Hız} = \frac{\text{Yer değiştirme}}{\text{Zaman}} \Rightarrow \vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v} = \frac{\vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}}$$

Sürat

Bir hareketlinin birim zamanda aldığı yola **sürat** denir.

Sürat skaler büyüklük olup v ile gösterilir.

SI'da birimi m/s'dir.

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan yol}}{\text{Zaman}} \Rightarrow v = \frac{x}{t}$$

KRİTİK BİLGİ

m/s ve km/h arasında $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ ilişkisi vardır.

KRİTİK BİLGİ

Hız yer değiştirmeye, sürat alınan yola bağlı olan farklı kavramlardır. Doğrusal bir yolda ve aynı yönde hareket eden cismin hız büyüklüğü ile sürati eşittir.

Anlık Hız

Bir cismin hareketinin herhangi bir anında sahip olduğu hıza denir.

Anlık hız vektörel bir büyüklüktür.

Anlık hız ile anlık sürat büyüklüğü aynıdır.

Anlık hızdan bahsedilirken yön belirtilmesi gerekir.

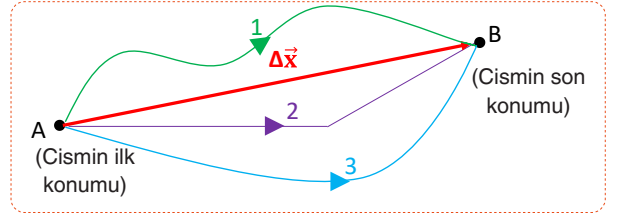
Ortalama Hız

Bir hareketlinin belirli bir zaman aralığında yaptığı yer değiştirmeye denir.

Bir cisim Δt zaman aralığında farklı hızlarla hareket ettiğinde cismin ortalama hızı;

$$\text{Ortalama hız} = \frac{\text{Yer değiştirme}}{\text{Toplam zaman}} \Rightarrow \vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}}$$

bağıntısıyla bulunur.



Şekil 2: Yer değiştirme vektörü

KRİTİK BİLGİ

Yer değiştirme vektörel, alınan yol ise skaler bir büyüklüktür.

Ortalama Sürat

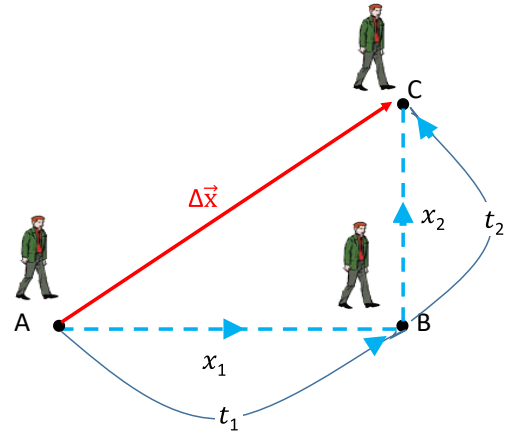
Belirli bir zaman aralığında alınan toplam yolun, geçen toplam zamana oranına denir.

$$\text{Ortalama sürat} = \frac{\text{Toplam alınan yol}}{\text{Toplam zaman}} \Rightarrow v = \frac{x}{t}$$

Şekil 3'teki gibi IABI yolunu t_1 sürede, IBCI yolunu t_2 sürede alarak C'ye ulaşan Ali'nin ortalama hızı ve ortalama süratı;

$$\vec{v}_{\text{ort.Ali}} = \frac{\text{Yapılan yer değişime}}{\text{Toplam zaman}} = \frac{\Delta \vec{x}}{t_1 + t_2}$$

$$v_{\text{Ali}} = \frac{\text{Alınan toplam yol}}{\text{Toplam zaman}} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2}$$



Şekil 3: Ortalama hız ve ortalama sürat

bağıntılarıyla bulunur.



KONU ANLATIMI

• Hareket ile ilgili Temel Kavramlar

KRİTİK BİLGİ

Yeşil Dalga Sistemi

Yeşil dalga, sık aralıklarla trafik ışığı bulunan yollarda yaşanan araç yoğunluğunu azaltacak alternatif bir uygulamadır. Yol üzerinde bulunan yeşil dalga sistemindeki sürat levhalarında yazan değer, ortalama sürati ifade etmektedir. Yeşil dalga sistemindeki levhalarda yazan ortalama sürat değerlerine uygun hızda hareket eden araç sürücülerini bir sonraki ve daha sonraki kırmızı ışıklara yakalanmadan seyahatlerini yapabilirler. Bu sayede trafik yoğunluğu önlenmiş olur. Bu uygulamanın en temel amaçlarından biri de zamandan ve yakıttan tasarruf sağlayıp ülke ekonomisine destek olmaktadır.



Düzgün Doğrusal Hareket

Doğrusal yolda hareket eden bir cisim eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmeler yapıyorsa bu cismin hareketine **düzgün doğrusal hareket** denir. Düzgün doğrusal harekette hız sabittir ve yönü değişmez.

Havaalanlarındaki yürüyen merdivenlerin ve bantların hızları sabittir. Bu sistemleri kullanan insanlar sistem üzerindeki konumlarını değiştirmedeği sürece düzgün doğrusal hareket yapar.

İvme

Birim zamandaki hız değişimine **ivme** denir.

İvme, $\vec{a}$ sembolüyle gösterilir.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{\text{son}} - \vec{v}_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}}$$

Vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi m/s^2 'dir.

Bir cismin hızı artıyor veya azalıyorsa cisim ivmeli hareket yapar.

Sabit hızlı hareket yapan cismin ivmesi sıfırdır.

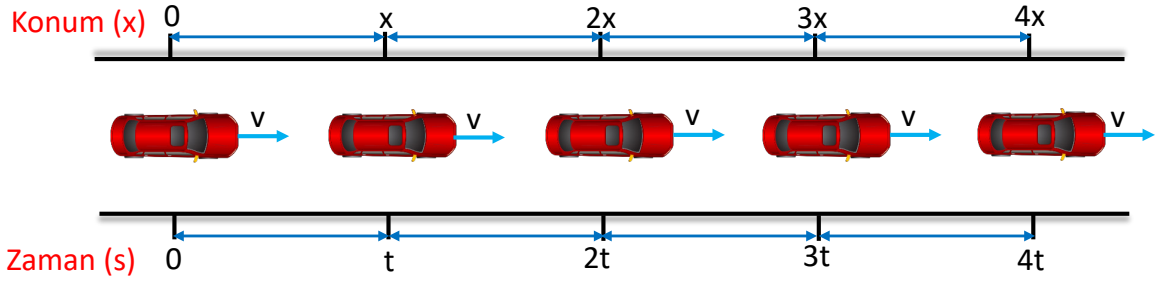
İvmesi sıfır olan bir araç ya duruyordur ya da sabit hızla hareket ediyordur.



KONU ANLATIMI

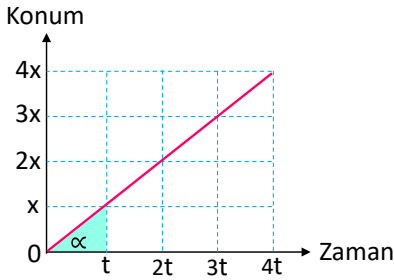
• Düzgün Doğrusal Hareket - I

Şekil 4'te doğrusal bir yolda sabit v büyüklüğündeki hızla hareket eden araç, t sürede x büyüklüğünde yer değiştirmeler yapmaktadır.



Şekil 4: Eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirme yapan araç

Aracın konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri çizildiğinde şekillerdeki gibi olur.

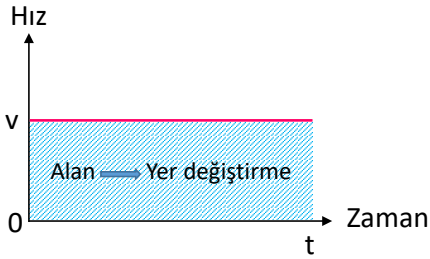


KRİTİK BİLGİ

Konum-zaman grafiğinde doğrunun eğimi hızı verir.

$$\text{Eğim} = v = \frac{x - 0}{t - 0} = \frac{x}{t}$$

Konum-zaman grafiğinde doğrunun eğimi her noktada aynıdır.



Şekil 6: Hız-zaman grafiği

KRİTİK BİLGİ

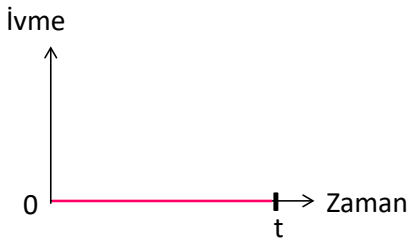
Hız-zaman grafiğinde doğru ile zaman ekseninde kalan alan yer değiştirmenin büyüklüğünü verir.

$$\text{Alan} = \text{Yer değiştirme}$$

$$\Delta x = v \cdot t$$

Düzgün doğrusal harekette cismin hızı sabittir.

Hız-zaman grafiğinde doğru, zaman eksenine paraleldir.



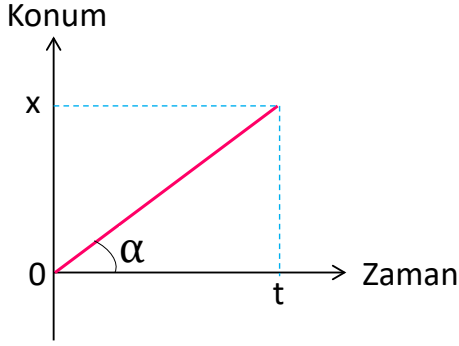
Şekil 7: İvme-zaman grafiği

KRİTİK BİLGİ

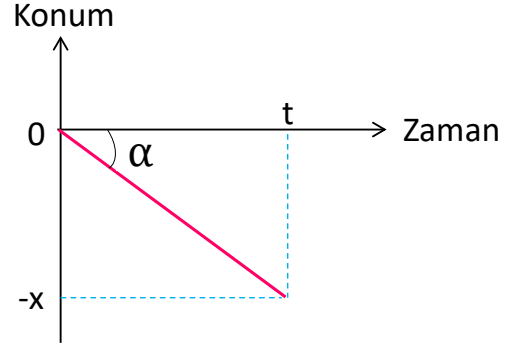
Düzgün doğrusal harekette cismin ivmesi sıfırdır.

Düzgün Doğrusal Hareket Grafikleri

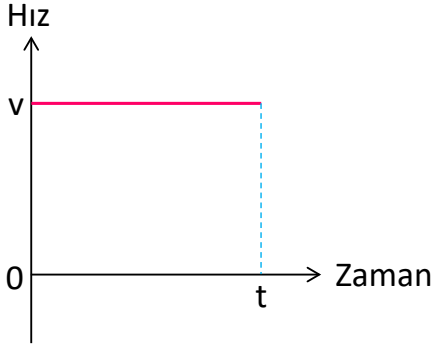
+x yönünde konum-zaman (x-t) grafiği



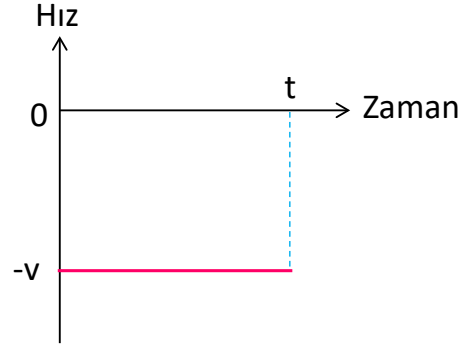
-x yönünde konum-zaman (x-t) grafiği



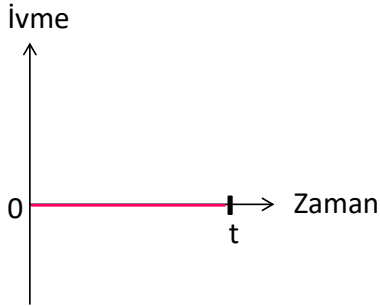
+x yönünde hız-zaman (v-t) grafiği



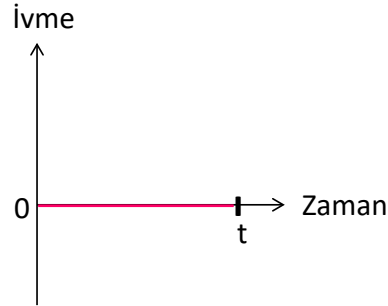
-x yönünde hız-zaman (v-t) grafiği



+x yönünde ivme - zaman (a-t) grafiği



-x yönünde ivme - zaman (a-t) grafiği



KRİTİK BİLGİ



Şekil 8: Konum-zaman grafiği, hız-zaman grafiği, ivme-zaman grafiği arasındaki dönüşümler

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Aşağıda verilen görselleri inceleyerek hareket türlerini belirleyiniz.



Görsel 1: Konuşma sırasında yayılan ses dalgaları:.....



Görsel 2: Spor aletinde egzersiz yapan bir kişi:



Görsel 3: Asfalt üzerinde hareket eden iş makinesi silindiri:



Görsel 4: Oyun sırasında atılan frizbi:.....



Görsel 5: Kahve çekirdeği öğütmekte olan bir kahve değirmeni:



Görsel 6: Kilden çömlek yapımı sırasında çömleğin hareketi:

ÇÖZÜM:

Görsel 1: Titreşim hareketi

Görsel 2: Titreşim hareketi

Görsel 3: Dönme hareketi-Öteleme hareketi

Görsel 4: Dönme hareketi-Öteleme hareketi

Görsel 5: Dönme hareketi

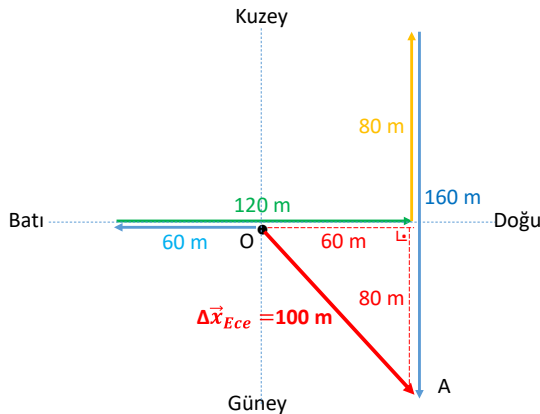
Görsel 6: Dönme hareketi

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Ece, 40 saniyede önce 60 m batıya sonra 120 m doğuya daha sonra 80 m kuzeye ve en son 160 m güneye hareket etmektedir.

Buna göre Ece'nin sürati kaç m/s'dir?

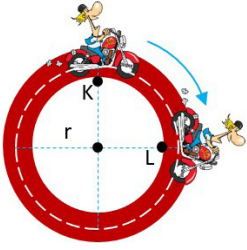
ÇÖZÜM:



$$\text{Ece'nin hızı; } \vec{v}_{Ece} = \frac{\Delta \vec{x}_{Ece}}{\Delta t} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Ece'nin sürati; } v = \frac{x_{\text{toplam}}}{t} = \frac{60+120+80+160}{40} = \frac{420}{40} = 10,5 \text{ m/s}$$

ÇÖZÜMLÜ SORU:



Şekildeki dairesel pistte K noktasından sabit hız büyüklüğü ile harekete geçen motorcu 2,5 dakika sonra L noktasından ikinci kere geçtiğinde 750 m yol almaktadır.

Buna göre

a) Dairesel pistin yarıçapı kaç m'dir?

b) Motorcunun L noktasındaki hızı kaç m/s'dir? ($\pi = 3$ alınız.)

ÇÖZÜM:

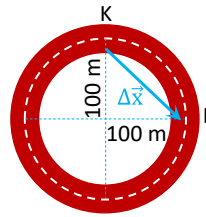
Motorcu L noktasından ikinci defa geçtiğinde dairesel pistin çevresinin $\frac{5}{4}$ katı yol alır.

a) Dairesel pistin yarıçapı; $\frac{5}{4} \cdot 2\pi r = 750$

$$\frac{5}{4} \cdot 2 \cdot 3 \cdot r = 750$$

$$r = 100 \text{ olur.}$$

b) Motorcunun yer değiştirmesi;

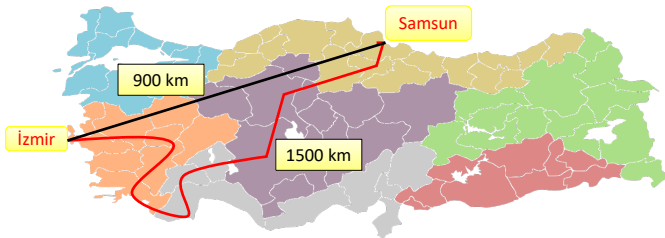


$$\Delta \vec{x} = 100\sqrt{2} \text{ m}$$

$$\text{Hızı } \vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{100\sqrt{2}}{150} = \frac{2\sqrt{2}}{3} \text{ m/s}$$

olur.

ÇÖZÜMLÜ SORU:



Tarık Bey İzmir'den Samsun'a giderken 900 km'lik yolu 10 saatte; Samsun'dan İzmir'e dönerken 1500 km'lik yolu 15 saatte almaktadır.

Tarık Bey aracıyla İzmir-Samsun arasını $\vec{v}_1$ ortalama hızıyla, Samsun-İzmir arasını $\vec{v}_2$ ortalama hızıyla gittiğine göre ortalama hızlarının büyüklükleri oranı $\frac{v_2}{v_1}$ kaçtır?

ÇÖZÜM:

$$\vec{v}_1 = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t_1} = \frac{900}{10} = 90 \text{ km/h}$$

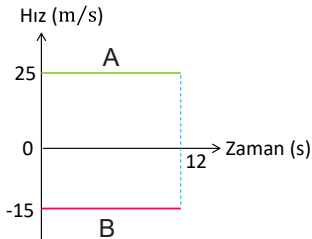
Bu durumda ortalama hızların büyüklükleri oranı:

$$\vec{v}_2 = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t_2} = \frac{900}{15} = 60 \text{ km/h}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{60}{90} = \frac{2}{3} \text{ olur.}$$

ÇÖZÜMLÜ SORU:

$t = 0$ anında yan yana bulunan A ve B araçlarına ait hız-zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre 12. s'de A ve B araçları arasındaki uzaklık kaç m'dir?

ÇÖZÜM:

A aracı (+) yönde, B aracı (-) yönde düzgün doğrusal hareket yapmaktadır. Hız-zaman grafiğinde doğru ile zaman eksenini arasında kalan alan yer değiştirmeyi verir.

$$\Delta \vec{x}_A = 25 \cdot 12 = 300 \text{ m} \quad \Delta \vec{x}_B = -15 \cdot 12 = -180 \text{ m}$$

Buna göre A ve B araçları zıt yönlerde hareket ettiklerinden aralarındaki uzaklık $x = 300 - (-180) = 480 \text{ m}$ olur.

1. Bir sporcu yarıçapı 20 m olan çembersel bir pistte sabit süratle koşuyor.

Bu sporcu pist çevresindeki bir tam turu 20 s'de tamamladığına göre 50. s'deki yer değiştirmesi kaç m'dir?

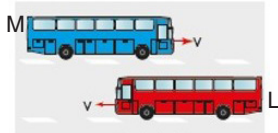
- A) 20 B) 40 C) 50 D) 70 E) 90



2. Ömer M otobüsü ile yolculuk yaparken Şekil I'deki K aracını durgun, Şekil II'deki L aracını ise $2v$ büyüklüğündeki hızla gidiyormuş gibi görmektedir.



Şekil I



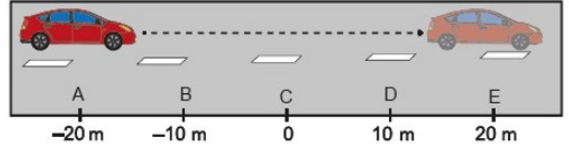
Şekil II

Bu durum aşağıdakilerden hangisi ile açıklanır?

- A) Hareket göreceli bir kavramdır.
B) Hareket gözlemciden bağımsızdır.
C) Hız ile ilgili gördüklerimiz gözleyen kişiden etkilenmez.
D) Otobüsler hareketi yanlış algılamamıza neden olur.
E) Otobüslerin hızlarının aynı büyüklükte olması olayın anlaşılmasını zorlaştırır.



3. Şekildeki A noktasından harekete başlayan bir otomobil 2 s sonra E noktasına varıyor.



Buna göre arabanın ortalama hızı kaç m/s'dir?

- A) 5 B) 10 C) 20 D) 30 E) 40



4. Hız ile ilgili olarak;

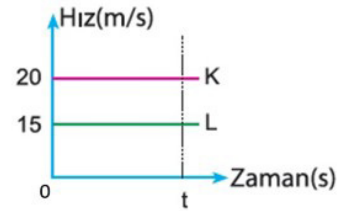
- I. Skaler bir büyüklüktür.
II. Birimi m/s'dir.
III. Türetilmiş bir büyüklüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



5. Doğrusal bir yolda $t = 0$ anında yan yana olan K ve L araçlarının hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir.

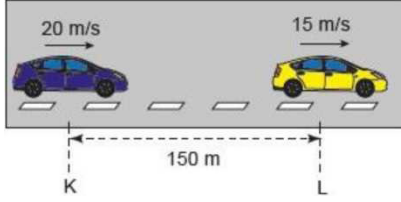


t saniye sonunda K ve L araçları arasındaki uzaklık 30 metre olduğuna göre t kaçtır?

- A) 4 B) 5 C) 6 D) 7 E) 8



6. Aralarında 150 m olan iki araç şekildeki gibi sabit hızlarla aynı yönde hareket ediyorlar.

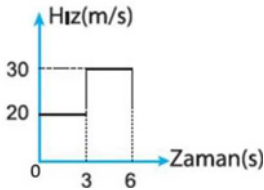


Buna göre araçlar kaç saniye sonra yan yana olurlar?

- A) 5 B) 10 C) 15 D) 30 E) 35



7. Doğrusal bir yolda hareket etmekte olan aracın hız-zaman grafiği verilmiştir.

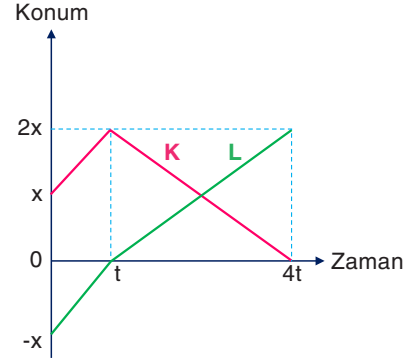


Aracın 6 s sonundaki yer değiştirmesi kaç m'dir?

- A) 100 B) 125 C) 150 D) 175 E) 200



8. Doğrusal bir yörüngede hareket eden K ve L araçlarına ait konum-zaman grafikleri şekilde verilmiştir.



Buna göre araçların,

- I. 0-4t zaman aralığında aldıkları yollar eşittir.
- II. 0-t zaman aralığında aynı yönde hareket etmiştir.
- III. t-4t zaman aralığında süratleri eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



9. Aşağıda bazı fiziksel büyüklükler ve bu büyüklüklerin sınıflandırmaları verilmiştir.

Buna göre eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

- A) Hız – vektörel büyüklük
- B) Yer değiştirme – vektörel büyüklük
- C) Konum – skaler büyüklük
- D) Sürat – skaler büyüklük
- E) Alınan yol – skaler büyüklük

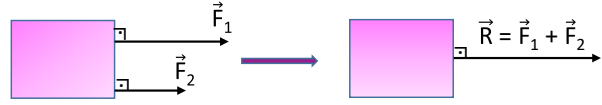


Bileşke Kuvvet

İki veya daha fazla kuvvetin gösterdiği etkiyi tek başına gösterebilen kuvvete **bileşke kuvvet** denir. Bileşke kuvvet $\vec{R}$ ile gösterilir.

Aynı doğrultulu ve aynı yönlü olan kuvvetlerin bileşkesi kuvvetlerin büyüklüklerinin toplamı ile bulunur.

Bileşke kuvvetin yönü kuvvetlerle aynı yöndedir.



Bileşke kuvvetin büyüklüğü; $R = F_1 + F_2$ dir.

Aynı doğrultulu ve zıt yönlü olan kuvvetlerin bileşkesi büyük kuvvetten küçük kuvvet çıkarılarak bulunur.

Bileşke kuvvetin yönü büyük kuvvet yönündedir.



$|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$ ise bileşke kuvvetin büyüklüğü; $R = F_1 - F_2$ dir.

KRİTİK BİLGİ

- Bileşke kuvvet sıfırsa cisim duruyor veya sabit hızlı hareket yapıyor.
- Yatay zemin üzerinde durmakta olan cisimler daima bileşke kuvvet yönünde harekete geçerler.

Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetler

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet (bileşke kuvvet) sıfırsa cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir. Dengede olan cisimler duruyorsa durmaya devam ederler. Hareket halindelerse o andaki hızlarıyla hareket doğrultularında sabit hızla hareketlerine devam ederler. Bu durumdaki cisimlere etki eden kuvvetlere **dengelenmiş kuvvetler** denir. Örneğin masa üzerinde bulunan bir kitap, sabit hızla giden bir araç, ağaçta asılı duran meyve dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir.

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet (bileşke kuvvet) sıfır değilse cisim dengede değildir. Bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfırdan farklı ise cisim dengelenmemiş kuvvetlerin etkisi altındadır. Örneğin hızlanan bir araç, ağaçtan kopan meyve, rüzgârda kuruyan çamaşırlar dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindedir.

**KONU ANLATIMI**

- Kuvvet

**KONU ANLATIMI**

- Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetlerin Etkisinde Hareket
- Newton'ın Hareket Kanunları-I

Ağırlık ve yer çekimi ivmesi

Bir gezegenin yüzeyindeki bir cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetine **ağırlık** denir. Ağırlık vektörel büyüklük olup dinamometre ile ölçülür. SI birim sisteminde birimi Newton (N)'dir. $\vec{G}$ sembolü ile gösterilir.

Bir gezegen üzerinde bulunan birim kütleyle uygulanan kütle çekim kuvvetine gezegenin **çekim ivmesi** denir. $\vec{g}$ sembolü ile gösterilir. Dünya'da **yerçekimi ivmesi** adını alır.

Dünya'da yerçekimi ivmesi ortalama olarak $g = 9,81 \text{ N/kg}$ olup hesaplamalarda kolaylık sağlaması için $g = 10 \text{ N/kg}$ alınabilir.

Dünya'da m kütleli bir cismin ağırlığı;

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

bağıntısıyla bulunur.

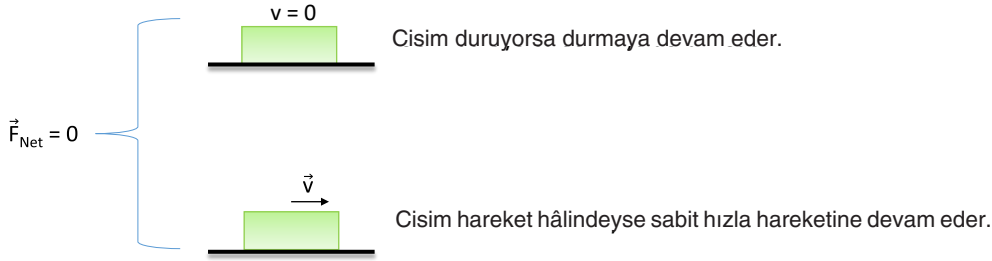
NEWTON'IN HAREKET KANUNLARI

Newton (Newton) yıldızları ve gezegenleri gökyüzünde tutan etki ile elmayı yere düşüren etkinin aynı şey olduğunu öne sürerek "İki cisim birbirini nasıl çeker?" sorusuna cevap aramış ve bulmuştur. Newton'a göre cisimler birbirlerini kütle çekim kuvveti ile çekmektedir. Kütle Çekim Yasası adı verilen bu yasa evrendeki her şey için geçerli olduğundan evrensel bir yasa olmuştur. Mekanik biliminin temelini oluşturan Evrensel Kütle Çekim Yasası sayesinde insanlar Ay'a ayak basmış, yeni gezegenler keşfedilmiştir.

Newton'un I. Hareket Kanunu (Eylemsizlik Prensibi)

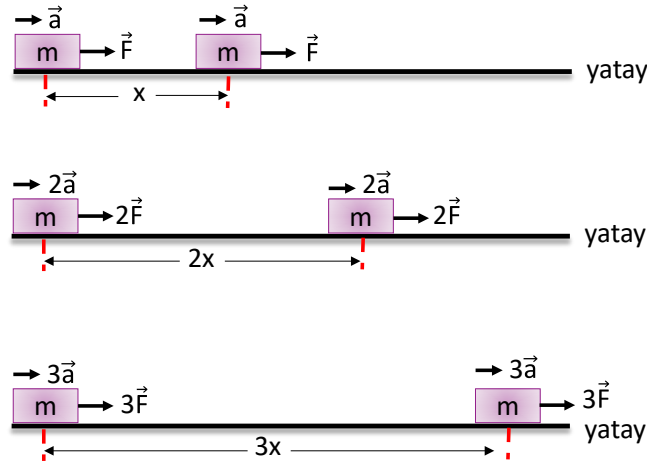
Cisimlerin mevcut hareket durumlarını koruma isteğine **eylemsizlik** denir. Yani bir cismin hızında meydana gelecek değişime direnme eğilimi o cismin eylemsizliğidir. Eylemsizlik maddelerin ortak özelliklerindendir.

Bir cisme etki eden dış kuvvetlerin bileşkesi (net kuvvet) sıfırsa cisim duruyorsa durmaya devam eder, hareket hâlindeyse o andaki hızıyla sabit hızlı hareket yapar.



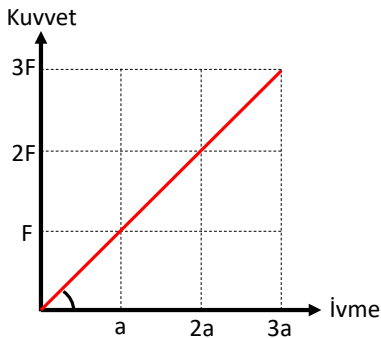
Newton'un II. Hareket Kanunu (Temel Prensip)

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet sıfırdan farklı ise cisim ivmeli hareket yapar.



Yandaki şekillerde sürtünmesiz yüzeyde duran m kütleli cisme sırasıyla uygulanan $\vec{F}$, $2\vec{F}$ ve $3\vec{F}$ kuvvetleri, uygulanan kuvvetle doğru orantılı olarak cisme sırasıyla $\vec{a}$, $2\vec{a}$ ve $3\vec{a}$ ivmelerini kazandırmış ve eşit sürelerde sırasıyla x, 2x ve 3x yer değiştirmelerini yaptırmıştır.

- Kuvvet-ivme grafiğinde doğrunun eğimi cismin kütlesini verir.



$$\text{Eğim} = \frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = \text{sabit} = m \text{ olur.}$$

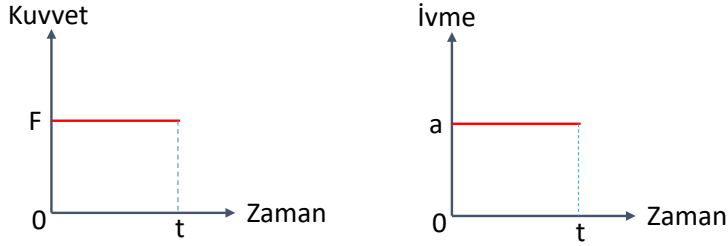
Buna göre;

$$\vec{F}_{\text{Net}} = m \cdot \vec{a}$$

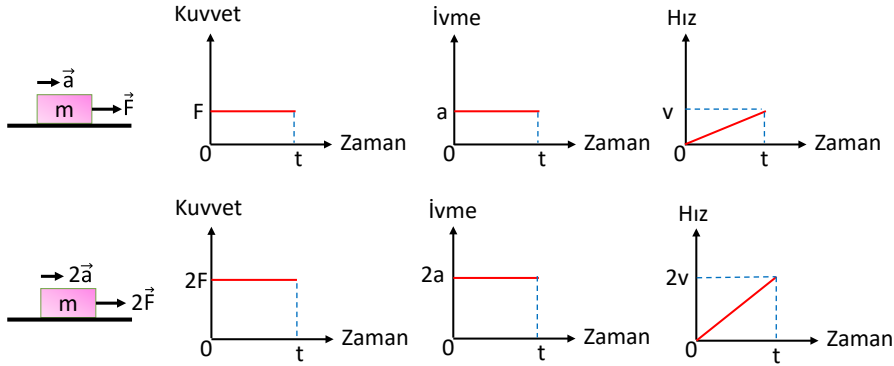
bağıntısı elde edilir.

Grafik: Kuvvet – İvme Grafiği

- Cismin kütlesi sabit olmak şartıyla; kuvvet-zaman grafiği ile ivme-zaman grafiği şekil olarak aynıdır.

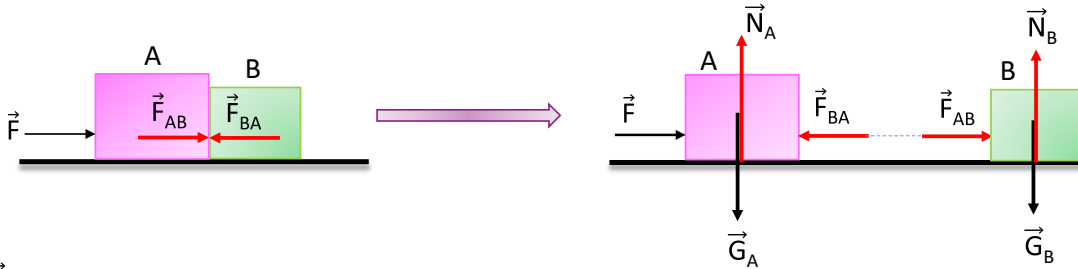


Durgun hâlde bulunan m kütleli cisme sırasıyla F ve $2F$ büyüklüğündeki kuvvetler etki ettiğinde m ve $2m$ kütleli cisme ait kuvvet-zaman ($F-t$), ivme-zaman ($a-t$) ve hız-zaman ($v-t$) grafikleri aşağıdaki gibi olur.



Newton'un III. Hareket Kanunu (Etki-Tepki Prensibi)

- Bir A cismi, bir B cisminde bir kuvvet uyguladığında, B cismi de A cisminde eşit büyüklükte fakat zıt yönde bir tepki kuvveti uygular.
- Evrende her etki kuvvetine karşılık eşit büyüklükte ve zıt yönlü olacak şekilde bir tepki kuvveti vardır.
- Etki-tepki kuvvetleri daima çiftler hâlinde bulunur.
- Etki ve tepki kuvvetleri eşit büyüklükte ve zıt yönde olmalarına rağmen birbirlerini dengelemezler. Çünkü etki ve tepki kuvvetleri aynı cisim üzerinde değil, farklı cisimler üzerine etki ederler.
- Temas gerektiren ve temas gerektirmeyen kuvvetler etki-tepki kuvvet çifti oluştururlar.



$\vec{F}_{AB}$: A cisminin B cisminde uyguladığı kuvvet (Etki)

$\vec{F}_{BA}$: B cisminin A cisminde uyguladığı kuvvet (Tepki)

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad |\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}|$$



KONU ANLATIMI

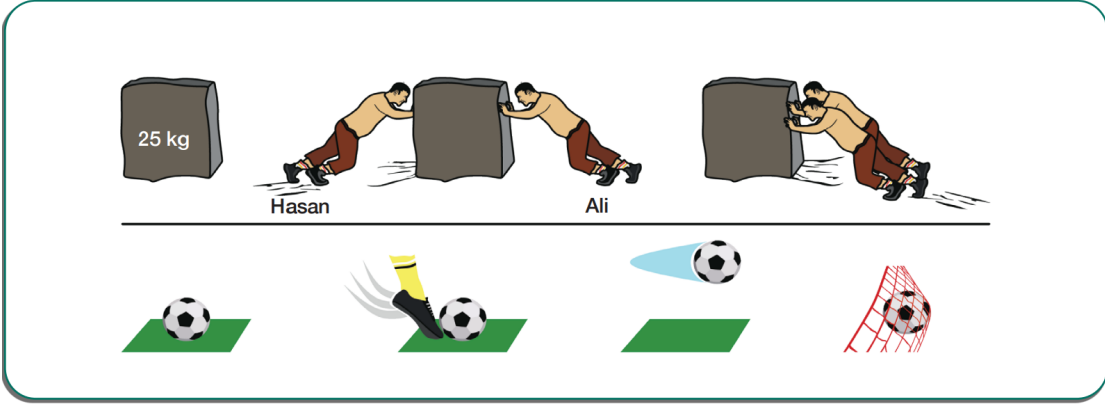
- Newton'ın Hareket Kanunları-II



KONU ANLATIMI

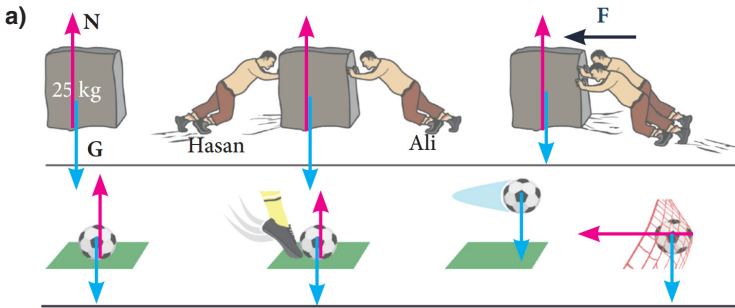
- Newton'ın Hareket Kanunları-III

ÇÖZÜMLÜ SORU:



- a) Görselde verilen şekillerin üzerine serbest cisim diyagramlarını çiziniz?
 b) Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda Hasan 180 N, Ali ise 55 N kuvveti önce karşılıklı zıt yönlerde daha sonra birlikte aynı yönde 25 kg kütleli cisme uygulamaktadır. Her iki durum için de cismin ivmesini hesaplayınız?

ÇÖZÜM:



b) Zıt yönlerde:

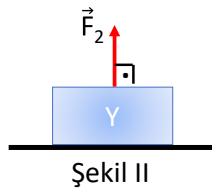
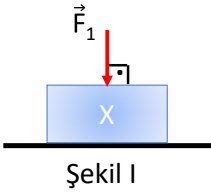
$$180 - 55 = 25 \cdot a \quad a = 5 \text{ m/s}^2$$

Aynı yönlerde:

$$180 + 55 = 25 \cdot a \quad a = 9,4 \text{ m/s}^2$$

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Yatay zeminde durmakta olan X ve Y cisimlerinin kütleleri eşit ve sekizer kg'dır. X cismine Şekil I'deki gibi aşağı düşey doğrultuda $F_1 = 60 \text{ N}$, Y cismine Şekil II'deki gibi yukarı düşey doğrultuda $F_2 = 45 \text{ N}$ büyüklüğünde kuvvetler uygulanıyor.

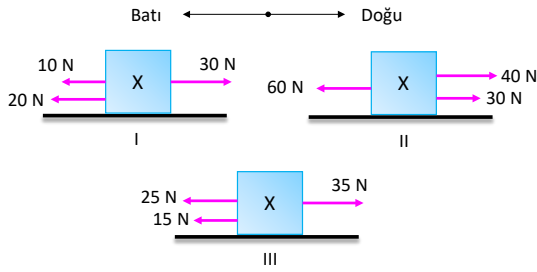


Buna göre X ve Y cisimlerine yatay düzlem tarafından uygulanan tepki kuvvetlerinin büyüklükleri oranı $\frac{N_x}{N_y}$ kaçtır? ($g = 10 \text{ N/kg}$)

ÇÖZÜM:

$$\begin{aligned} G &= m \cdot g & N_y &= G - F_2 \\ G &= 8 \cdot 10 = 80 \text{ N} & N_y &= 80 - 45 \\ N_x &= F_1 + G & N_y &= 35 \text{ N} \\ N_x &= 60 + 80 & \frac{N_x}{N_y} &= \frac{140}{35} = 4 \text{ bulunur.} \\ N_x &= 140 \text{ N} \end{aligned}$$

1. Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan X cismine şekildeki kuvvetlerin hepsi yatay düzleme paralel olarak uygulanmaktadır.

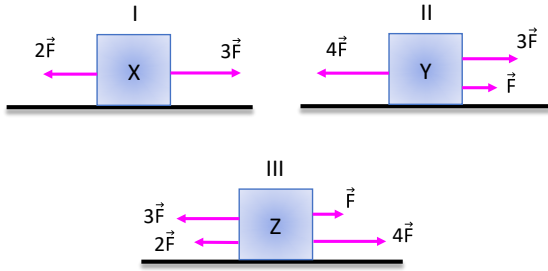


Buna göre I, II ve III durumlarından hangilerinde etki eden net kuvvet doğu yönünde 10 N'dır?

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



2. Sürtünmesiz yatay yolda özdeş X, Y ve Z cisimleri şekildeki kuvvetlerin etkisindedir.



Buna göre hangi cisimler dengededir?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
D) Y ve Z E) X, Y ve Z

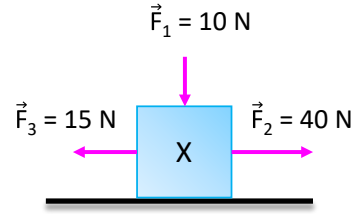


3. Eylemsizliği günlük hayatımızda birçok olayda gözlemleriz. Aşağıdakilerden hangisi bu olaylara örnek olarak gösterilemez?

- A) Ani fren yapan otobüste ileri doğru savrulmak
B) Durgun otobüs harekete geçtiğinde arkaya doğru itilmek
C) Arabayla giderken virajda savrulmak
D) Arabaların hava yastıklarının açılması
E) Bir cisme kuvvet uyguladığımızda aynı kuvvetin bize de etki etmesi



4. Sürtünmenin önemsenmediği yatay düzlemdeki X cismi şekildeki kuvvetlerin etkisinde 5 m/s^2 lik ivme kazanıyor.

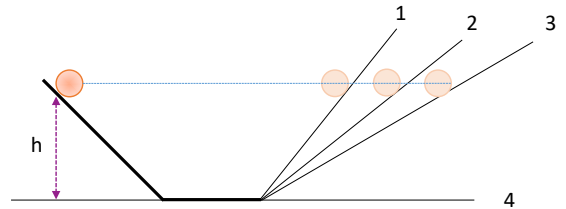


Buna göre cismin kütlesi kaç kg'dır?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6



5. Galileo'nun yaptığı sürtünmesi önemsiz eğik düzlem deneyinde, eğim açısı değiştirilerek her defasında aynı h yüksekliğinden bırakılan cismin aynı yüksekliğe çıktığı fakat geçen zaman ve alınan yolun farklı olduğu gözleniyor.



Buna göre;

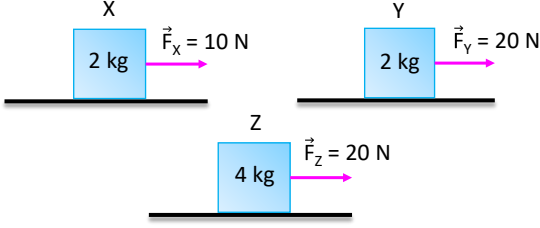
- I. Hareket başladıktan sonra devamı için kuvvete gerek yoktur.
II. Newton'ın Birinci Hareket Yasası'nın temelini oluşturur.
III. Eğik düzlemin diğer kolu 4 konumuna getirilirse cisim yatay yolda sabit hızla hareketine devam eder.

Yorumlarından hangileri yapılabilir?

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



6. Sürtünmesiz ortamda X, Y ve Z cisimlerine uygulanan zemine paralel kuvvetler şekillerde verilmiştir.

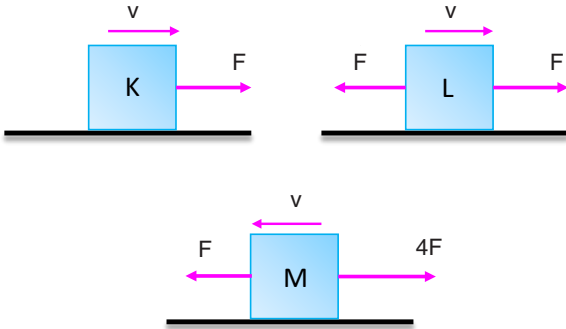


Buna göre cisimlerin ivmelerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $a_x = a_y = a_z$
 B) $a_x = a_y > a_z$
 C) $a_y > a_x = a_z$
 D) $a_x > a_y > a_z$
 E) $a_x > a_z > a_y$



7. Sürtünmesiz yatay düzlemde v büyüklüğündeki hızlarla hareket eden özdeş K, L ve M kütlelerine şekildeki zemine paralel kuvvetler etki ediyor.

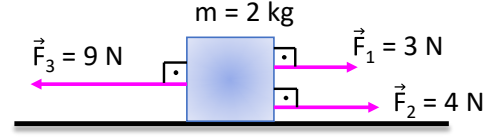


Buna göre zamanla hangi cisimlerin hız büyüklükleri değişir?

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



8. Sürtünmesiz yatay düzlemde duran 2 kg kütleli cisme şekildeki gibi üç kuvvet etki etmektedir.

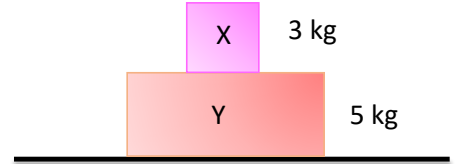


Buna göre cismin ivmesi kaç m/s^2 'dir?

- A) 1
 B) 2
 C) 3
 D) 4
 E) 5



9. X ve Y cisimleri şekildeki gibi üst üste konulmuştur.



Buna göre zeminin Y cismine uyguladığı tepki kuvveti kaç N olur? ($g = 10 m/s^2$)

- A) 45
 B) 60
 C) 70
 D) 80
 E) 90





ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

FİZİK

9. SINIF

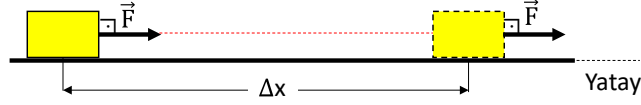
4. ÜNİTE

ENERJİ

• İŞ, ENERJİ VE GÜÇ

İş

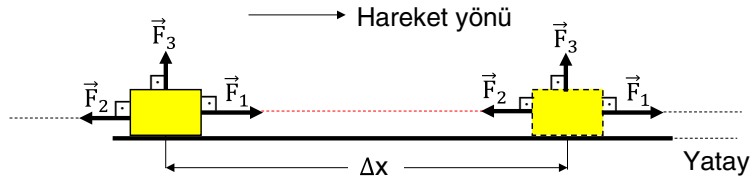
Fiziksel olarak iş kavramı ve günlük yaşamda kullanılan iş kavramının anlamları farklıdır. İş, sistemlerde enerji değişimine sebep olan faaliyetlerin tamamı iş olarak tanımlanır. İş, W sembolüyle gösterilir. İş, türetilmiş ve skaler bir büyüklük olup SI'da birimi Newton·metre = Joule (J)'dür.



İş = Kuvvet · Yer değiştirme

$$W = F \cdot \Delta x$$

- Yapılan işin büyüklüğü cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve cismin yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.



- Cisme hareket yönünde uygulanan $\vec{F}_1$ kuvvetinin yaptığı iş, pozitif (+) olur.

$$W_1 = F_1 \cdot \Delta x$$

- Cisme hareket yönüne zıt yönde uygulanan $\vec{F}_2$ kuvvetinin yaptığı iş, negatif (-) olur.

$$W_2 = F_2 \cdot \Delta x$$

- Cismin hareket doğrultusuna dik olarak uygulanan kuvvetler iş yapmaz.

$$W_3 = 0$$

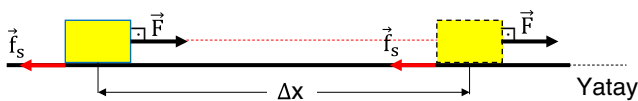
- Net kuvvetin yaptığı iş; $W_{\text{Net}} = F_{\text{Net}} \cdot \Delta x$

$$W_{\text{Net}} = (F_1 - F_2) \cdot \Delta x$$

$$W_{\text{Net}} = (F_1 \cdot \Delta x - F_2 \cdot \Delta x)$$

$$W_{\text{Net}} = W_1 - W_2 \quad \text{bağıntısıyla bulunur.}$$

Sürtünme Kuvvetinin Yaptığı İş



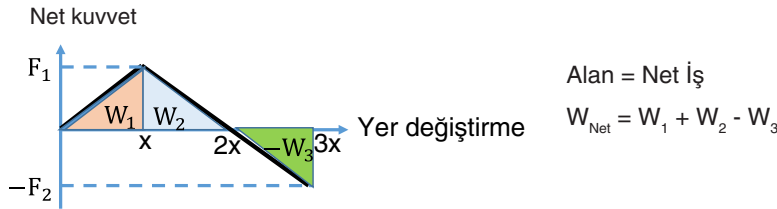
Şekildeki gibi bir cisim sürtünmeli yüzeyde hareket ettiğinde cisme etki eden sürtünme kuvveti ($\vec{f}_s$) bir iş yapar. Hareket esnasında sürtünme kuvveti daima yer değiştirmeye zıt yönde olduğundan, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş negatif olup sürtünmeden kaynaklı ısıya dönüşen enerjiye eşittir.

Buna göre sürtünme kuvvetinin yaptığı iş;

$$W_s = -f_s \cdot \Delta x \quad \text{bağıntısı ile bulunur.}$$

Burada (-) işareti cismin enerjisinin azaldığını göstermektedir.

- Net kuvvet - yer değiştirme (F-x) grafiğinde; doğru ile yer değiştirme ekseninde kalan alanların cebirsel toplamı, net kuvvetin yaptığı işi verir.



İş ile Enerji Arasındaki İlişki

Günlük hayatta bir işin yapılabilmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Bu nedenle en genel tanımı ile enerji, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bir cisim üzerinde iş yapıldığında, cisme enerji aktarılır. Cismin enerjisi, cisme aktarılan enerji kadar değişir. Bu olayı açıklayan teoreme İş-Enerji Teoremi denir.

İş-Enerji teoremi: "Bir cisim üzerine yapılan iş, cismin enerjisindeki değişime eşittir." şeklinde ifade edilir.

Yapılan iş W ve cismin enerjisindeki değişim ΔE olmak üzere iş-enerji teoreminin matematiksel modeli;

$$W = \Delta E$$

$$W = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Güç

Fizik biliminde güçlü olmak, aynı işi en kısa zamanda yapabilmektir.

Güç, "bir işin birim zamanda yapılma hızına denir." veya "Birim zamanda yapılan işe denir."

Güç P sembolü ile gösterilir. Güç skaler bir büyüklük olup SI'da birimi watt'tır ve W ile gösterilir. (1 watt = 1 joule/saniye)

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

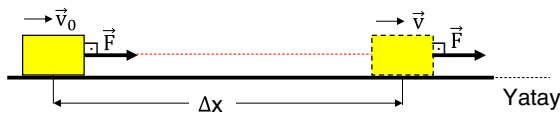
$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s'dir.}$$

kWh (kilowattsaat) enerji birimi olarak kullanılmaktadır.

Bir cisme F kuvveti uygulandığında, F kuvvetinin Δt süresinde yaptığı iş W olmak üzere bu sürede harcanan güç;

$$\text{Güç} = (\text{Yapılan iş})/(\text{Geçen zaman}) = (\text{Aktarılan enerji})/(\text{Geçen zaman})$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ veya } P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$



Bir cisme hareket yönünde kuvvet uygulandığında cisim hızlanan hareket, hareket yönüne zıt yönde kuvvet uygulandığında cisim yavaşlayan hareket yapar. Bu durumda ortalama hız kavramı dikkate alınır.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = F \cdot v_{\text{ortalama}} \text{ yazılırsa } P = F \cdot v_{\text{ort}} \text{ bağıntısı elde edilir.}$$



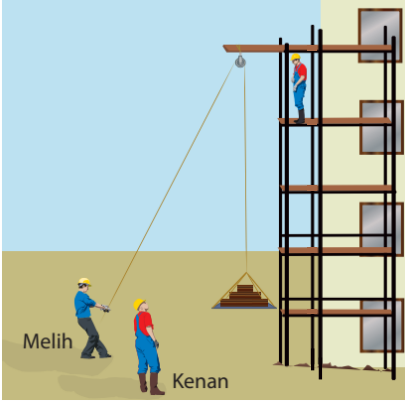
KONU ANLATIMI

• İş - Güç

ÇÖZÜMLÜ SORU:



Semih



Melih

Kenan



Semih

Semih, çok sevdiği okuluna mutlu bir şekilde her zamanki istek ve arzusuyla okul çantasını sallamadan yere paralel ve dik bir şekilde tutarak gidiyordu. Mehmet adındaki inşaat işçisinin el arabasına kum doldurarak el arabasını sürdürdüğünü gördü. Merakla inşaatla olanları izlemeye başladı.

Mehmet, el arabası ile yükünü boşalttıktan sonra Ali'ye yardım etmek için koşmaya başladı. Ali su dolu tekerlekli depoyu itmesine rağmen su deposu hareket etmiyordu. Mehmet, Ali ile birlikte itince su deposu hareket etti. Bu esnada yukarıdan diğer bir inşaat işçisi, Melih adında başka bir işçiyi çağırıyordu. Kendisi 4. kata tuğla istiyordu. Melih'e, tuğlaları yükleyip makara sistemiyle yukarı çekmesini söyledi. Melih, tuğlaları o kadar yavaş çekti ki yukarıdaki işçi "Sen yapma!" diye bağırdı, ardından "Kenan, Melih'e göre çok çabuk çekiyor." dedi. İkisi de eşit miktarda tuğla çekmesine rağmen Kenan gerçekten Melih'e göre çok çabuk çekti.

Semih, bu olayları izledikten sonra okula yürüdü. Okula varıp okul bahçesinde sıraya girdi. Bir süre bekledikten sonra sınıflara girilmeye başlandı. Semih, nöbetçi öğretmenden asansörü kullanmak için izin alarak öğretmenlerin kullandığı asansörle okulun 3. katındaki sınıfına gitmek için asansöre bindi. Çantasını yine dik bir şekilde tutarak 3. kata ulaştı. Asansörden inerek sınıfına gitti.

1. Ali, su deposunu iterken fiziksel anlamda iş yapmış mıdır? Neden?
2. Melih ile Kenan'ın yaptığı fiziksel iş ve gücü kıyaslayarak açıklayınız.
3. El arabasıyla yük taşıyan Mehmet, fiziksel anlamda iş yapmış mıdır? Neden?
4. Melih tuğlaları yukarı çektiğinde, tuğlalara bir enerji kazandırmış mıdır? Bu durumu nasıl açıklarsınız?
5. Semih, okulun asansörü ile 3. kata çıktığında bir iş yapmış mıdır? Sebebini açıklayınız.
6. Semih, çantası üzerinde bir iş yapmış mıdır? İş yapabilme koşulunu göz önünde bulundurarak açıklayınız.

ÇÖZÜM:

1. Ali, cismi hareket ettiremediğinden cisim kuvvet doğrultusunda bir yol almamıştır. Böylelikle fiziksel anlamda iş yapılmamıştır.
2. Tuğlaların ağırlıkları eşit olduğundan ve tuğlalar eşit yol aldıklarından fiziksel anlamdaki işler eşittir. Fakat Melih, tuğlaları daha uzun sürede çektiğinden fiziksel anlamda harcadığı güç daha azdır.
3. Cisim, kuvvet doğrultusunda yer değiştirdiği için fiziksel anlamda iş yapılmıştır.
4. Melih, tuğlaları yukarı çektiğinde tuğlaların yere göre yükseklikleri arttığından yer çekimi potansiyel enerjileri artacaktır. Böylelikle mekanik enerji artmıştır.
5. Semih, okulun asansörü ile yukarı çıkarken çanta üzerinde fiziksel anlamda iş yapmamıştır. Burada asansör motoru iş yapmıştır. Çantaya uygulanan kuvvet ile hareket doğrultusu birbirine paralel olduğundan fiziksel anlamda iş yapılmıştır.
6. Semih, okula giderken çantaya uyguladığı kuvvet ile çantanın hareket yönü birbirine dik olduğundan Semih, fiziksel anlamda iş yapmamıştır. Kuvvet doğrultusu ile cismin hareket yönü birbirine paralel ise "fiziksel anlamda iş yapılmıştır" deriz.

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Bir vinç, kat yüksekliği 240 cm olan bir apartmanın 5. katındaki pencere seviyesine, yerden toplam kütlesi 250 kg olan buzdolabı ve bulaşık makinesini aynı anda sabit hızla 50 saniyede çıkarıyor. Pencere seviyeleri kat seviyelerinden 1 m yukarıda bulunmaktadır.

Buna göre vincin gücü kaç kilowatt'tır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ÇÖZÜM:

Buzdolabı ve bulaşık makinesinin toplam ağırlığı; $G = m \cdot g = 250 \cdot 10 = 2500 \text{ N}$ 'dur.

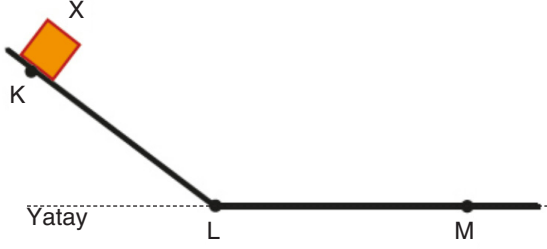
Buzdolabı ve bulaşık makinesinin yerden çıkarılacağı yükseklik; $h = (2,4 \cdot 5) + 1 = 12 + 1 = 13 \text{ m}$ 'dir.

Vincin yaptığı iş; $W = G \cdot h = 2500 \cdot 13 = 32500 \text{ J}$

Motorun gücü; $P = \frac{W}{t} = 32500/50 = 650 \text{ watt}$

$P = 650/1000 = 0,65 \text{ kw}$ bulunur.

1. Düşey kesiti şekilde verilen sürtünmesiz yolun K noktasından bir X cismi serbest bırakılıyor.



KL ve LM uzunlukları eşit olduğuna göre;

- I. KL arasında cisme net bir kuvvet etki eder.
- II. LM arası cisme etki eden net kuvvet sıfırdır.
- III. Cisim KL ve LM yollarını eşit sürede alır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



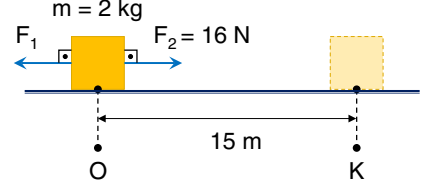
2. Bir cisim 300 W güç harcanarak 10 m yüksekliğe 5 s'de ancak çıkartılabiliyor.

Hareket boyunca cismin hız büyüklüğü sabit olduğuna göre, cismin kütlesi kaç kg'dır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 10 B) 15 C) 20 D) 30 E) 35



3. Sürtünmesiz zeminde 2 kg kütleli cisim $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin etkisiyle 15 m ilerideki K noktasına götürülerek 150 J lük iş yapılmıştır.

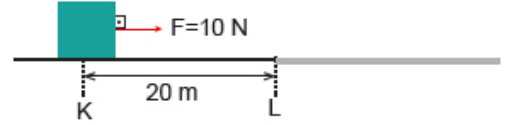


Buna göre $\vec{F}_1$ kuvveti kaç N'dur?

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 10



4. K noktasındaki cisme $F = 10 \text{ N}$ büyüklüğündeki kuvvet L noktasına kadar uygulanıyor. KL arası sürtünmesiz, L'den sonrası sürtünmelidir.



Cisim L noktasından sonra 8 m ilerleyebildiğine göre sürtünme kuvveti kaç N'dur?

- A) 40 B) 25 C) 20 D) 10 E) 8

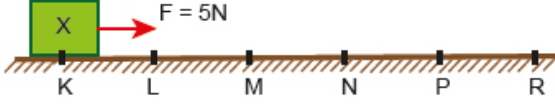


5. Gücü 2000 watt olan bir elektrikli süpürge 5 dakika çalıştırılırsa kaç kJ lük enerji harcar?

- A) 600 B) 700 C) 800 D) 1000 E) 2000



6. Yatay ve eşit bölmeli şekildeki sürtünmeli yolun K noktasında durmakta olan X cismine 5 N büyüklüğündeki kuvvet N noktasına kadar uygulanıyor.



Buna göre noktalar arası sürtünme kuvveti sabit ve 3 N büyüklüğünde ise X cismi hangi noktada durur?

- A) L B) M C) N D) P E) R



7. Bir evde bulunan bazı elektrikli aletlerin güçleri ve günlük çalışma süreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Elektrikli Alet	Güç (Watt)	Günlük Çalışma Süresi (Saat)
LED TV	300	5
Akvaryum Pompası	50	24
Çamaşır Makinesi	500	2
Akıllı Lamba	10	10

Buna göre bu aletlerin günlük toplam elektrik harcaması kaç TL'dir? (1kwh = 2 TL olduğu kabul edilecektir.)

- A) 3,8 B) 6,6 C) 7,2 D) 7,6 E) 8



8. Evden eve nakliyat işinde çalışmakta olan iki işçiden Ahmet, apartman girişinde bulunan 50 kg kütleli bir buzdolabını 4 dakikada, Mehmet ise 40 kg kütleli çamaşır makinesini 3 dakikada apartmanın 5. katında bulunan eve çıkarıyorlar.

Buna göre,

- Ahmet'in uyguladığı güç, Mehmet'in uyguladığı güçten daha fazladır.
- Ahmet'in buzdolabının ağırlığına karşı yaptığı iş, Mehmet'in çamaşır makinesinin ağırlığına karşı yaptığı işten fazladır.
- Her iki işçi de yer çekimi kuvvetine karşı iş yapmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



9. Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan bir oyuncak arabaya yola paralel bir $\vec{F}$ kuvveti t süre uygulayarak kuvvetin W kadar iş yapması sağlanıyor.

Kuvvet ve kuvvetin uygulama süresi 2 katına çıkarılırsa yapılan iş kaç W olur?

- A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 E) 32







ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

FİZİK

9. SINIF

5. ÜNİTE

ISI VE SICAKLIK

- ISI VE SICAKLIK
- ISIL DENGİ

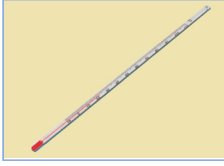
Isı –Sıcaklık - İç Enerji

Bir sistemi oluşturan atom ve moleküllerin kinetik (titreşim) ve potansiyel (bağ) enerjilerinin toplamı, iç enerji olarak tanımlanmaktadır.

Sistem üzerinde iş yapıldığında ya da sisteme enerji aktarıldığında sistemin iç enerjisinde değişiklik meydana gelir. Örneğin su dolu çaydanlık ocağa konulduğunda ocaktan suya ısı aktarılır. Enerjisi artan su moleküllerinin hızı ve dolayısıyla kinetik enerjisi artar.

SICAKLIK

- Bir sistemdeki atom ve moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir.
- Enerji değildir.
- Termometre ile ölçülür ve T sembolü ile gösterilir.
- SI'daki birimi Kelvin'dir (K).

**ISI**

- Sıcaklıkları farklı, etkileşim hâlindeki iki sistem arasında sıcaklığı yüksek olandan düşük olana doğru, sıcaklığın dengelenmesi için transfer edilen enerjidir.
- Q sembolü ile gösterilir.
- SI'daki ısı birimi Joule olmasına rağmen genellikle kalori (cal) kullanılmaktadır.

$$1 \text{ cal} \cong 4,186 \text{ J}$$



Kalorimetre kabı

KRİTİK BİLGİ

Bir sistem dışarıdan ısı enerjisi alıyorsa iç enerjisi kesinlikle artar.

KRİTİK BİLGİ

Bir sisteme dışarıdan madde eklenirse eklenen maddenin sıcaklığına bakılmaksızın madde miktarına bağlı olarak sistemin içi enerjisi artar.

Isıya yalıtılmış bir ortamda 90 °C sıcaklıktaki suya bir miktar buz eklendiğinde sistemin içi enerjisi kesinlikle artar.

ÖZ ISI (ÖZGÜL ISI)

Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştirmek için maddeye verilmesi ya da maddeden alınması gereken ısı miktarına öz ısı adı verilir. Öz ısı c sembolü ile gösterilir. Birimi cal/g °C ya da J/kg °C şeklindedir. Öz ısı, maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

Madde miktarına bağlı değildir.

Madde	Öz Isı (cal/g°C)	Öz Isı (J/kg°C)
Gümüş	0,06	251
Bakır	0,09	377
Tahta	0,42	1760
Buz	0,50	2093
Buhar	0,50	2093
Su	1,00	4187

Bazı maddelerin öz ısı değerleri

KRİTİK BİLGİ

Öz ısı, ısı alan ya da veren bir maddenin sıcaklığının ne kadar hızlı değiştiğinin bir göstergesidir. Öz ısı yüksek olan maddelerin sıcaklık değişimi yavaş, düşük olanlarınki daha hızlı gerçekleşir.

ISI SIĞASI (KAPASİTESİ)

Bir maddenin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için maddeye verilmesi ya da maddeden alınması gereken ısı miktarıdır. Maddenin cinsine ve miktarına bağlı olan ısı sığası C sembolü ile gösterilir.

Isı sığasının matematiksel modeli

$$C = m \cdot c$$

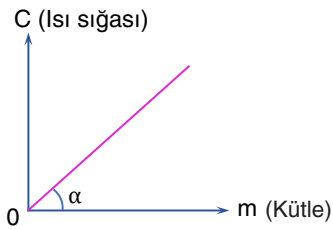
şeklindedir ve birimi cal/°C ya da J/°C'dir.

Isı sığası, madde miktarına bağlı olduğu için ayırt edici bir özellik değildir.

KRİTİK BİLGİ

Isı sığası büyük olan maddelerin sıcaklığını değiştirmek için maddeye daha fazla ısı verilmesi ya da maddeden daha fazla ısı alınması gerekir.

Isı sığasının madde miktarına bağlı değişim grafiği verilmiştir. Grafiğin eğimi maddenin öz ısını verir.



$$\text{Eğim} = \frac{\text{Isı Sığası}}{\text{Kütle}} = \text{Öz Isı}$$

Saf bir madde ısı aldığı ya da bu maddeye ısı verildiğinde (hâl değişimi sıcaklığında olmayan) maddenin sıcaklığı değişir. Sıcaklıktaki bu değişim; ısı miktarına, maddenin kütlesine ve maddenin öz ısısına bağlıdır. Alınan ya da verilen ısı Q, maddenin kütlesi m, öz ısı c ve sıcaklık değişimi ΔT olmak üzere bu nicelikler arasında

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

ilişkisi vardır.

Bu matematiksel modelden sıcaklık değişiminin $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$ olduğu görülür.

KRİTİK BİLGİ

Sıcaklık değişimi maddeye verilen ya da maddeden alınan ısı miktarı ile doğru, madde miktarı ve öz ısı ile ters orantılıdır.

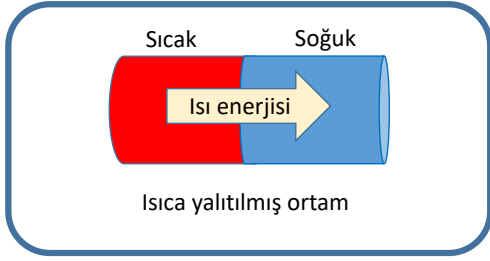
**KONU ANLATIMI**

- Isı - Sıcaklık Kavramları - Sıcaklık Ölçekleri

**KONU ANLATIMI**

- Öz ısı ve Isı Sığası

ISIL DENGİ



Sıcaklıkları farklı sistemler ısı temas hâlindeyse aralarında ısı alışverişi olur. Isı enerjisi, sıcaklığı büyük olan sistemden küçük olan sisteme doğru aktarılır. Sistemlerin sıcaklıkları eşit olunca **ısı (termal) dengeye** ulaşırlar ve ısı alışverişi durur. Sistemlerin ısı dengeye ulaştığı andaki sıcaklığa **denge sıcaklığı** denir. Isıca yalıtılmış ortamda sıcaklıkları farklı iki maddeden birinin verdiği ısı değerinin aldığı ısıya eşittir. Denge sıcaklığı ısı sığası büyük olan maddeye daha yakın olur.

KRİTİK BİLGİ

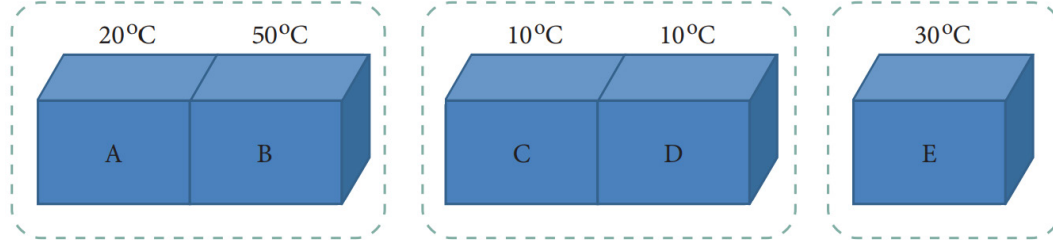
Isı veren maddenin iç enerjisi azalır, ısı alan maddenin iç enerjisi artar.

KRİTİK BİLGİ

Denge sıcaklığı; ısı veren maddenin sıcaklığından daha yüksek, ısı alan maddenin sıcaklığından daha düşük olamaz.

ÇÖZÜMLÜ SORU:

A, B, C, D ve E katı cisimleri aynı maddeden yapılmış olup sıcaklıkları sırasıyla 20°C , 50°C , 10°C , 10°C ve 30°C 'dir. Bunlardan A cismi B cismiyle, C cismi de D cismiyle temas hâlinindedir. Cisimler ısı kaybetmeden A ile B, C ile D birlikte; E cismi ise tek olarak çevreden ısıca izole edilmiştir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.



1. Cisimlerden hangilerinin sıcaklığı değişir? Sebebinizi açıklayınız.
2. Cisimlerden hangilerinin iç enerjisi değişir? Sebebinizi açıklayınız.
3. Tüm cisimler, şekilde verilen ilk sıcaklıklarıyla ısı temas hâline getirilip birlikte çevreden ısıca izole edilseydi hangi cisimlerin sıcaklığı kesinlikle değişirdi? Sebebinizi açıklayınız.
4. Mutfaktan getirilen bir sürahi su, odadaki masaya bırakılmıştır. 10 dakika sonra su moleküllerinin ortalama kinetik enerjisinin arttığı bilinmektedir. Buna göre 10 dakika sonra suyun sıcaklığı, ısı alışveriş durumu, iç enerjisi ve odanın sıcaklığı hakkında neler söylenebilir? Bu konudaki düşüncelerinizi yazınız. Cevaplarınızı, sınıf arkadaşlarınızın cevapları ile karşılaştırınız.

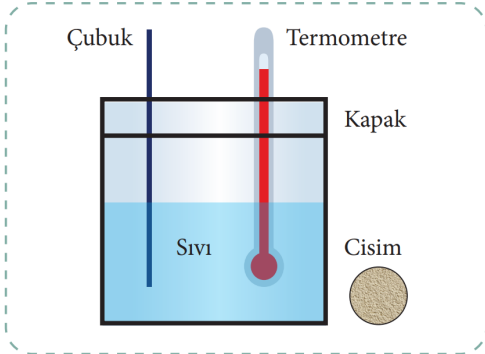
ÇÖZÜM:

1. Isı alışverişi yalnız A ve B cisimleri arasında gerçekleşir. A cismin sıcaklığının B cisminden daha düşük olmasından dolayı B cisminden A cismine doğru ısı akışı gerçekleşir.
2. Aralarında ısı alışverişi gerçekleşen cisimlerden A cisminin iç enerjisi artar, B cismininki azalır.
3. Isı, sıcaklığı yüksek olan maddeden düşük olan maddeye aktarılan enerji olduğundan C ve D cisminin sıcaklığı kesinlikle yükselir, B cismininki kesinlikle düşer. Verilen bilgilerle diğer cisimlerin sıcaklıklarıyla ilgili kesin bir yorum yapılamaz.

4. Sıcaklık, bir sistemdeki atom ve moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinin bir göstergesidir. Su moleküllerinin ortalama kinetik enerjisi arttığına göre suyun sıcaklığı artmıştır. Sıcaklığı arttığına göre ısı almış ve iç enerjisi de artmış olmalıdır. Bu durumda suyun odaya getirildiği andaki sıcaklığı oda sıcaklığından düşüktür. Ancak 10 dakika sonra su ve oda sıcaklığının dengelenip dengelenmediği bilgisi verilmemiştir. Bu nedenle su ve oda sıcaklığı dengelenmiş olabileceği gibi oda sıcaklığı hâlâ suyun sıcaklığından yüksek olabilir.

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Kapağının üzerinde iki delik bulunan bir kap, ısı yalıtımlı bir çubuk ve termometre kullanılarak bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Bu deneyde katı bir cisim ile içinde erimeyeni sıvı arasındaki ısı alışverişinden faydalanarak katı cismin öz ısısı hesaplanmak istenmektedir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.



1. Deneyin istenilen sonuca ulaşması için uygulama basamakları ne olmalıdır?
2. Kullanılan kabın deney sonucunu etkilememesi için hangi özelliği taşıması gerekir?
3. Çubuğunun deneydeki görevi nedir?
4. Deneyde hangi fizik yasası işletilmiştir?
5. Cisim ve sıvının kütleleri ile ilk sıcaklıklarının ve denge sıcaklığının bilinmesi, deneyin doğru sonuca ulaşması için yeterli midir? Açıklayınız.
6. Kütle (m), öz ısı (c) ve süre (t) ile ilgili verileri kullanarak cismin öz ısısını bulmak için matematiksel bir model oluşturunuz.
7. Deneyde kullanılan kap düzeneğinin bilimsel adı nedir? Araştırınız.

ÇÖZÜM:

1. Deneyin başlangıcında deneyde kullanılacak kabın, çubuğun ve termometrenin kütleleri ölçülüp kaydedilir. Kütle ölçülen sıvı, kaba konulup bir süre beklenir. Çubuk ile sıvı ara ara karıştırılır. Sıvının sıcaklığı sabitlenince termometrenin gösterdiği değer okunup kaydedilir. Cismin kütlesi ve ilk sıcaklığı da ölçülüp kaydedilir. Sonra cisim sıvının içine bırakılıp kabın kapağı kapatılır. Çubuk ile sıvı ara ara karıştırılır. Sıvının sıcaklığı sabitlenince termometrenin gösterdiği değer okunup kaydedilir.
2. Deneyde kullanılan kabın ısı yalıtımlı bir kap olması gerekir.
3. Çubuk, kapağın açılmadan sıvının karıştırılabilmesi için kullanılır. Böylece sıvının her yerinin ısı dengeye ulaşması sağlanır.
4. Bu deneyde ısı denge konusu ile ilgili "Termodinamiğin Sıfırıncı Yasası" işletilmiştir.
5. Cisim ve sıvının kütleleri ile ilk sıcaklıklarının ve denge sıcaklığının bilinmesi, deneyin doğru sonuca ulaşması için yeterli değildir. Çünkü ısı alışverişi sadece sıvı ile cisim arasında değil; aynı zamanda kap, termometre ve karıştırma çubuğu arasında da olmaktadır. Doğru sonuca ulaşmak için kabın, termometrenin, karıştırma çubuğunun yapıldığı malzemelerin ve sıvının öz ısısının da bilinmesi gereklidir.

6. Kabın kütlesi: m_{kap}

Termometrenin kütlesi: $m_{\text{termometre}}$

Karıştırma çubuğunun kütlesi: $m_{\text{çubuk}}$

Sıvının kütlesi: $m_{\text{sıvı}}$

Kabın ve sıvının ısı dengeye geldikten sonraki sıcaklığı: t_1

Cismin kütlesi: m_{cisim}

Cismin ilk sıcaklığı: t_2

Cisim ve sıvının ısıı dengeye geldikten sonraki sıcaklığı: t_{denge} olarak gösterilsin.

Deneydeki sistemde alınan ısı, verilen ısıya eşit olacaktır. Sistemden dışarıya ısı kaçmadığı için $\Delta Q = 0$ olur.

Cismin öz ısısını bulmak için

$$m_{\text{kap}} \cdot c_{\text{kap}} \cdot (t_{\text{denge}} - t_1) + m_{\text{termometre}} \cdot c_{\text{termometre}} \cdot (t_{\text{denge}} - t_1) + m_{\text{çubuk}} \cdot c_{\text{çubuk}} \cdot (t_{\text{denge}} - t_1) + m_{\text{sıvı}} \cdot c_{\text{sıvı}} \cdot (t_{\text{denge}} - t_1) + m_{\text{cisim}} \cdot c_{\text{cisim}} \cdot (t_{\text{denge}} - t_2) = 0$$

matematiksel modeli kullanılır.

7. Deneyde kullanılan düzenek, bilimde kalorimetre kabı olarak adlandırılan kabın bir örneğidir.

1. Aynı ortamda bulunan dikdörtgenler prizması ve silindir yeterince bekletilmektedir.

Buna göre;

- I. İç enerji
- II. Son sıcaklık
- III. Isı

niceliklerinden hangileri dikdörtgenler prizması ve silindir için kesinlikle aynıdır?

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



2. Isı, sıcaklık, iç enerji ile ilgili,

- I. Sıcaklığı artan maddenin iç enerjisi de artar.
- II. Isı alan bir maddenin sıcaklığı artar.
- III. Denge sıcaklığı, sıcaklığı daha yüksek olan cismin sıcaklığına daha yakındır.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

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



3. Maddeler arasında ısı alış veriş olabilmesi için,

- I. Sıcaklıkları
- II. Öz ısıları
- III. Isı sığaları

niceliklerinden hangileri farklı olmalıdır?

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



4. **Halil:** Farklı saf maddelerin öz ısı değerleri de farklıdır.

Ebru: Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli olan ısıya öz ısı denir.

Mevlüt: Öz ısı küçük olan maddeler büyük olanlara göre daha geç ısınır.

Öğrencilerden hangileri öz ısı ile ilgili doğru yorumda bulunmuştur?

- A) Halil
B) Halil, Ebru
C) Mevlüt
D) Ebru, Mevlüt
E) Halil, Ebru, Mevlüt



5. **Sıcaklık ile ilgili verilen,**

- I. Bir sistemdeki atom ve moleküllerin sahip olduğu kinetik enerjiye sıcaklık denir.
- II. Sıcaklığın SI' daki birimi Kelvin'dir.
- III. 0 °K mutlak sıcaklıktır.

numaralandırılmış cümlelerin hangileri bilimsel olarak hatalıdır?

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



6. Günlük hayatta bazen sıcak bir içeceği içmeyi unuttuğumuzda içeceğin soğuduğunu, soğuk bir içeceğin ise ısındığını gözlemleriz. Fakat her iki durumda da ortamın sıcaklığında bir değişiklik hissetmeyiz.

Bu olayın sebebi,

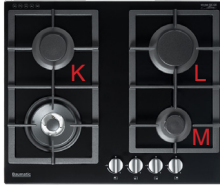
- I. Ortamın ısı sığasının çok büyük olmasıdır.
- II. Isıl denge sağlandığında maddelerin sıcaklıklarının eşit olmasıdır.
- III. Ortam sıcaklığının sıcak maddelerden düşük, soğuk maddelerden yüksek olmasıdır.

yargılarından hangileri ile açıklanabilir?

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



7. Sadece boyutları farklı olan şekildeki X, Y ve Z tencerelerini aynı sıcaklıkta su ile tamamen dolduran bir öğrenci, tenceredeki suların aynı anda kaynamasını amaçlamaktadır ve tencereleri r_K , r_L , r_M yarıçaplı ocakların üzerine koymuştur.



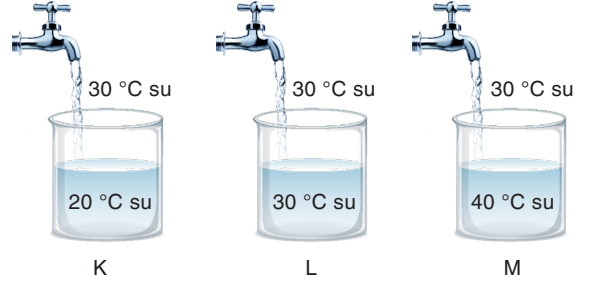
Öğrencinin amacına ulaşabilmesi için tencereleri K, L, M ocaklarına hangi şekilde koyması daha uygun olacaktır? ($r_L > r_K > r_M$)

	K	L	M
A)	X	Y	Z
B)	Z	Y	X
C)	Y	Z	X
D)	Z	X	Y
E)	Y	X	Z



8. Isıca yalıtılmış bir ortamda özdeş K, L, M kaplarının içerisinde şekilde belirtilen sıcaklıklarda su bulunmaktadır.

30 °C sıcaklığında su akıtan musluklar, kaplar tamamen dolunca kapatılmıştır.



Buna göre ısı denge sağlandıktan sonra,

- I. K kabındaki toplam suyun iç enerjisi artmıştır.
- II. L kabındaki toplam suyun iç enerjisi değişmemiştir.
- III. M kabında toplam suyun iç enerjisi azalmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



9. Kütleleri, ilk sıcaklıkları ve yapıldıkları maddeler birbirinden farklı olan iki adet katı cisim tamamen yalıtılmış bir ortamda bulunmaktadır.

Cisimler arasında ısı alışverişi olduğuna göre;

- I. Isıl denge sağlandığında iki cismin sıcaklığı birbirine eşit olur.
- II. Isının akış yönü, sıcaklığı düşük olan cisimden yüksek olana doğrudur.
- III. Cisimler arası ısı alışverişi tamamlandığında, denge sıcaklığı, küçük kütleli cismin ilk sıcaklığına daha yakındır.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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





ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

FİZİK

9. SINIF

6. ÜNİTE

ELEKTROSTATİK

• ELEKTRİK YÜKLERİ

ELEKTROSTATİK

Elektrik Yükleri

Elektrostatik, elektrik yüklerinin özelliklerini birbirlerine olan etkilerini ve bu etkileşmelerin sonuçlarını inceler.

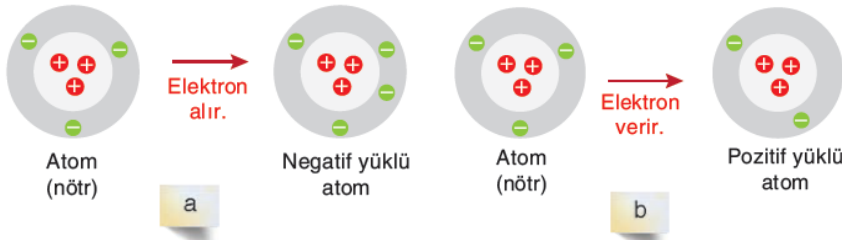
Elektrostatik ile ilgili ilk bilgilerin M.Ö 600'lü yıllarda yaşamış ünlü Yunanlı matematikçi ve filozof Thales (Tales) tarafından taşlaşmış ağaç reçinesinin (Kehribar veya Yunanca'da adı elektron) sürtünme sonucu küçük tozları ve kedi tüylerini çektiğini gözlemlemesi ile başladığı düşünülür.

Amerika'nın kurucu başkanı da olan İngiliz Bilim İnsanı ve Siyasetçi Benjamin Franklin (Benjamin Frenklin) bu yüklerin bugün kullandığımız adlarını plastiğin yükü negatif (eksi) camın yükü pozitif (artı) olsun diye ifade etmiştir.

1800'lü yılların sonlarına doğru bir cismin elektriksel yük kazanmasının nedeni olan ilk atom altı parçacık 1897 yılında JJ. Thomson (Tamsın) tarafından keşfedildi.

Çok geçmeden atomun bir çekirdeği olduğu ve bu çekirdeğin içinde pozitif yüklü protonlar ve yüksüz nötronların bulunduğu ortaya çıktı. Artık maddenin yapı taşı olan atomun proton, nötron ve elektrondan oluştuğu bilinir hale geldi.

Normal durumda maddeyi oluşturan atomlar elektriksel olarak yüksüz (Nötr) hâldelerdir yani çekirdekteki her bir artı yük için orbitalde bir eksi yük bulunur. Herhangi bir yolla atom elektron kaybeder veya kazanırsa denge bozulur ve atom fazlalık yüke göre pozitif veya negatif yüklü hâle gelmiş olur.



Görsel 8.1: a.b: atomun yüklü hâle gelmesi

Yük (Q) ya da (q) sembolü ile gösterilir. Uluslararası Birim Sistemi'nde (SI) yük birimi coulomb (kulon) dur. Yük birimi (C) ile gösterilir.

Doğada iki cins elektrik yükü vardır ve proton ile elektronun yük değerleri eşittir. Elektronun yükü eksi, protonun artı işaretlidir.

Doğada bulunan en küçük yük elektronun yüküdür. Bu nedenle bir elektron yükü **elementer yük** ya da **birim yük** olarak tanımlanır.

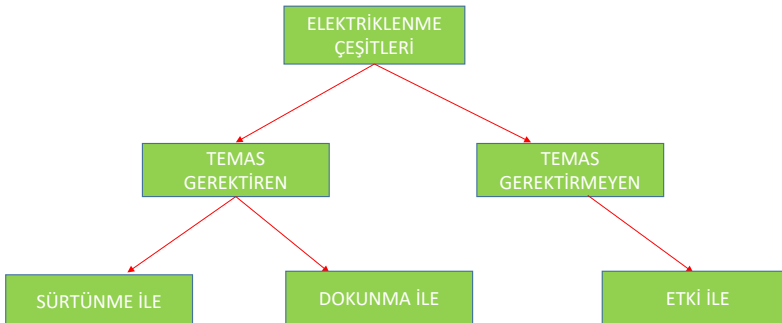
$1e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C'dur. Bir cismin yük miktarı bu değer **tam katları** şeklinde olmalıdır. Bu özelliğe yüklerin tanecikli yapısı denir.

Elektriklenmeyi sağlayan temel parçacık elektrondur. Atomlar arasında elektronlar alınıp verilebilir. Atomun çekirdeğindeki pozitif yükler (protonlar) hareket etmez, bir cisimden diğerine geçmez.

Nötr cisimler dışarıya karşı herhangi bir elektriksel etki göstermez.

Elektrik yüklerinin önemli özelliklerinden biri de korunumlu olmalarıdır. (Herhangi bir elektriksel olay öncesi yükler toplamı olay sonrası yükler toplamına daima eşittir).

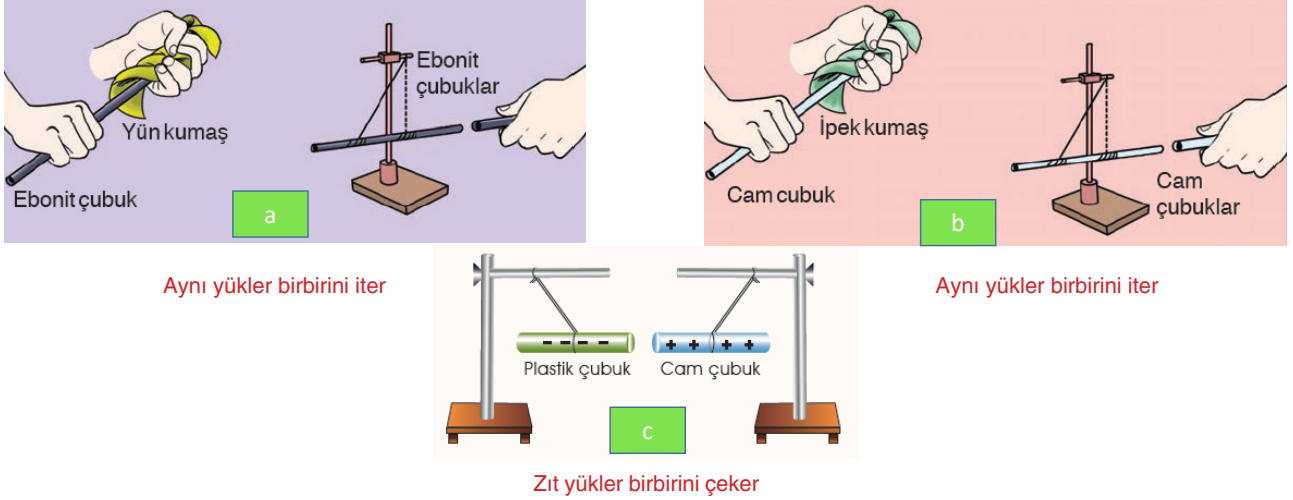
Elektrikle Yükleme Çeşitleri



1. Sürtünme ile Elektriklenme

Elektron ilgisi bakımından biri elektron alma diğeri elektron verme eğiliminde olan iki cisim birbirlerine sürtüldüğünde elektriklenme gerçekleşir. Elektron alan negatif yüklenirken veren pozitif yüklenmiş olur. Son durumda cisimler eşit büyüklükte zıt cins yüke sahip olurlar. Bu çeşit bir elektriklenme iki yalıtkan veya bir yalıtkan ile bir iletken arasında gerçekleşebilirken iki iletkeni sürtme ile yüklü hale getiremezsiniz.

Aşağıda görsel a'da çok kolay elektron alabilen ebonit çubuk çok kolay elektron verebilen yünlü kumaşa sürtülüyor. Böylece yünlü kumaş (+) ebonit çubuk ise (-) yükleniyor ve ebonit çubuk aynı kumaşa sürtülen başka bir ebonit çubuğu itiyor. Görsel b'de ise ipekli kumaşa sürtülen cam çubuk elektron kaybederek (+) yüklenirken elektronu alan ipekli kumaş (-) yükleniyor. Görsel c'de yüklü cam çubuk ve plastik çubuğun birbirlerini çektiğini görüyoruz.



Görsel 8.2 a.b.c: Sürtünme ile elektriklenme

Günlük yaşamımızda sürtünme ile elektriklenmenin örneklerine pek çok alanda rastlayabiliriz. Aşağıda bu durumlara bazı örnekler verilmiştir.

- Fırtınalı havalarda, atmosferdeki bulutlarda statik elektrik yükü birikir. Bu yük, hava hareketlerindeki sürtünmeler sonucu oluşur.
- Şimşek, elektrik yüklü iki bulut arasındaki elektrik boşalmasıdır. Yıldırım ise bulutla yeryüzü arasındaki elektrik boşalmasıdır. Neticede bulutlar arasında ve bulutla yer arasındaki elektrik yüklerinin boşalması kendini yıldırım ve şimşek şeklinde gösterir.
- Yıldırım tehlikesine karşı havadaki statik yük birikimini engellemek ve yükü cılız bir akımla kontrollü biçimde topraklamak amacı ile ilk kez **Benjamin Franklin** tarafından adına **paratoner** denilen bir araç geliştirilmiştir.
- Saçlarımız çok temiz ve kuru iken plastik bir tarakla taradığınızda hafif çıtırtılar oluşur ve saç telleri havalanır. Bu çıtırtıların oluşma nedeni saç telleri ile tarak arasındaki statik elektrik yüklerinin boşalması sonucudur.
- Statik yük birikmesi bazı durumlarda tehlike yaratabilir. Bu durumun engellenmesi için günlük yaşamımızda bazı önlemler alınmıştır. Örneğin akaryakıt gibi yanıcı ve patlayıcı maddeler taşıyan tankerlerin arkasında yere değen bir zincir bulunur.
- Parlayıcı sıvı taşıyan tankerlerde hava ile sürtünmeye ilaveten tankın içerisindeki sıvının çalkalanması sebebiyle de fazla bir statik elektrik yükü birikir. Bu nedenle, bu statik elektrik yükünün tehlikeli seviyeye erişmesine mâni olmak ve oluşacak yükü sürekli olarak toprağa iletmek için bu araçlarda topraklama zincirleri kullanılması mecburidir.
- Statik elektrik boşalmaları (deşarjları) her gün yaşayabildiğimiz bir dizi fiziksel olaydır. Statik yükler; iletken ve iletken olmayan maddeler üzerinde olabileceği gibi insanlar üzerinde de oluşabilir. İnsanlar; yürüme esnasındaki sürtünmeler, araçlara inip-binme, masada çalışırken, giyilip-çıkarılan elbiseler vb. gibi günlük aktiviteler sırasında (–) veya (+) elektrik yükü ile yüklenir. Günlük hayatta bazen tokalaşırken bazen de kapı koluna dokunulduğunda çarpılma hissi yaşanılır. Tüm bu durumlar insan üzerinde biriken elektrostatik yükün boşalmasıdır.

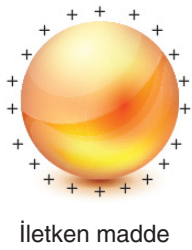
Not: Duş aldığınızda, el yüz yıkadığınızda veya çıplak ayakla toprakta yürüdüğünüzde kendinizi rahatlamış hissetmeniznin nedeni statik yükünüzü topraklamanız olabilir mi?

2. Dokunma ile Elektriklenme

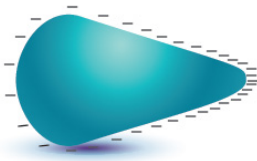
Cisimler birbirlerine temas ettirildiklerinde aralarında elektron alış veriş gerçekleşebilir. Bunun sonucunda yüksüz olan yüklü hâle gelirken yüklü olanda yük artışı veya azalışı olabilir.

Birbirine dıştan dokundurulan cisimler iletken ise;

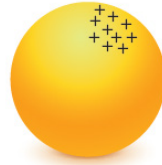
- Sayısı önemli değil, tek bir iletken gibi olurlar. Bu yüzden dokunmadan önce yükler toplamı pozitif (+) ise hepsi pozitif, negatif (-) ise hepsi negatif olur. Toplam yük sıfırsa hepsi son durumda nötr olur.
- İletkende serbest yük iletkenin **dış yüzeyine** dağılır, iletkenin iç kısmında iç kısım ister dolu ister boş olsun **serbest yük içeride** bulunamaz.
- İletkenin yapısında sivri uç, kenar ve köşeler varsa buralardaki yük yoğunluğu diğer taraflara göre daha büyük olur.
- Dokunan cisimler düzgün küreler ise toplam yük toplam yarıçapa bölünerek yarıçap başına yük bulunup kürelere yarıçapları oranında dağıtılır.



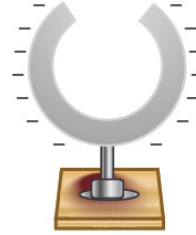
İletken madde



İletken madde



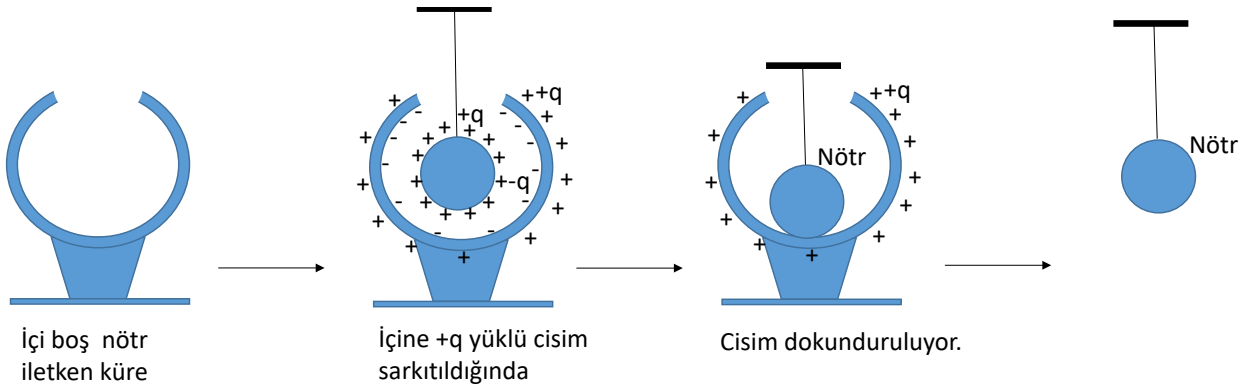
Yalıtkan madde



İçi boş iletken küre

Görsel 8.3: Bazı cisimler üzerindeki yük dağılımı

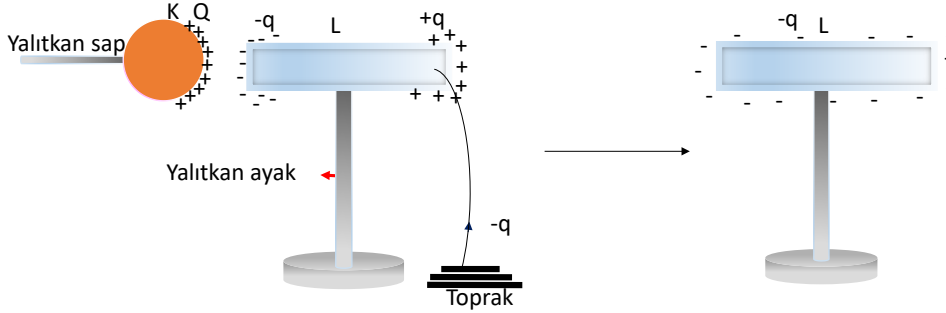
- Yüklü bir iletken, içi boş kapalı bir iletkenin iç kısmına dokundurulursa hemen nötr hâle gelir.
- Yüklü iletken bir cisim kendisinden yüzeyce çok büyük bir cisme dokunduğunda ya da iletken bir kablo ile toprağa bağlandığında çok kısa sürede nötr hâle gelir.
- Bir yük sistemindeki yüklü iletkenlerden herhangi biri topraklanırsa **sistemdeki fazlalık** yüke göre topraktan ya elektron gelir veya toprağa elektron akar.



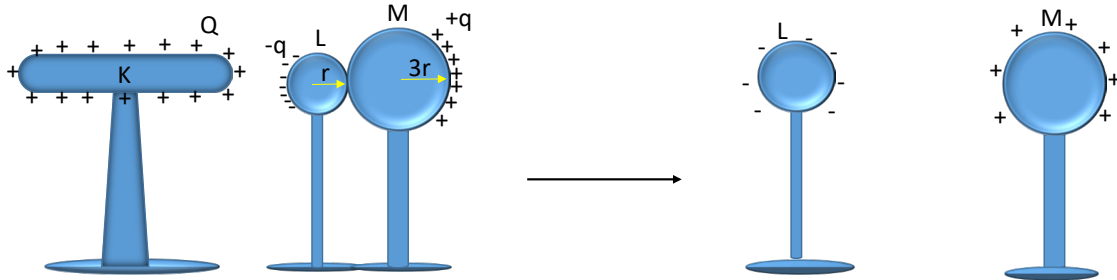
İçten dokunmada iletkenin içine dokunan cismin nötr hâle gelme durumu içine dokunulan cismin başlangıçta yüklü olup olmamasına da bağlı değildir. Yani içi boş iletkenimiz başlangıçta yüklü bile olsaydı dokunan cisimimiz yine de nötr hâle gelecekti.

3. Etki ile Elektriklenme

Bu tip bir elektriklenmede cisimler birbirine temas etmez. Nötr hâlde bulunan cisme yaklaşan yüklü cisim yaklaştığı uçta kendisi ile zıt yükte bir birikim oluşmasına neden olurken, uzak uç yaklaşan cisimle aynı yüklü olacak şekilde bölgesel olarak elektriklenir. Cismin yüklü kalması isteniyorsa ya topraklama yapılır ya da başka bir cisimden yardım alınır. Örneğin aşağıdaki gibi nötr hâldeki L iletken cismine $+Q$ yüküne sahip K cismi yaklaştırıldığında L'nin K'ye yakın ucunda $-q$ kadar yük toplanırsa uzak uçta da $+q$ kadar yük toplanır. Sistemde $+q$ kadar fazlalık yük için topraktan $-q$ kadar yük gelir ve $+q$ yükün bulunduğu uç nötrlenir. Bağlantı kesilip K uzaklaşırsa L cismi $-$ yüklenmiş olur.



Bu örnekte ise toprak bağlantısı olmadan birbirine temas hâlinde olan nötr iletken L ve M kürelerine $+$ yüklü K cismi yaklaştırıldığında yarıçaplarının önemi olmadan L ve M kürelerinin eşit miktarda zıt yüklendiklerini görüyoruz. K oradayken küreler yalıtkan saplarından tutularak ayrılırlarsa biri $-$ diğeri eşit miktarda $+$ yüke sahip yüklü iki cisimimiz olur.



KONU ANLATIMI

- Elektrikle Yükllenme Çeşitleri

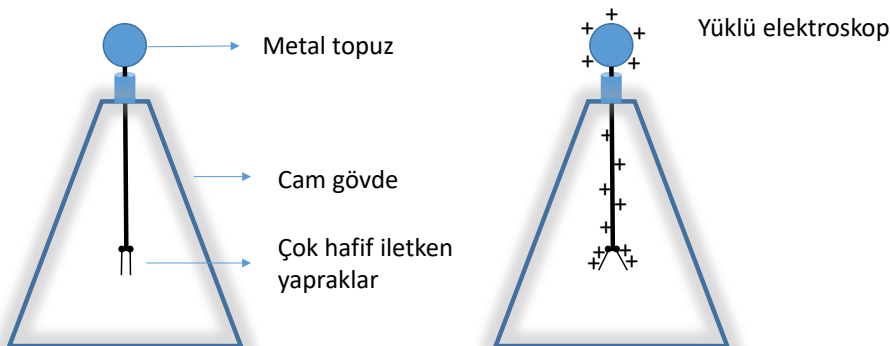


KONU ANLATIMI

- Elektrikle Yükllenme Çeşitleri - II

Elektroskop

Bir cismin elektrikle yüklü olup olmadığını yüklü ise yükünün cinsini belirlemeye yarayan araca denir.



Pozitif yüklü bir elektroskopa iletken bir cisim dokundurarak bu cismin yükü nasıl anlaşılır?

(Özel olarak cismin yük tutma kapasitesini elektroskopa aynı kabul edeceğiz.)

CEVAP: Yapraklarda meydana gelen değişime bakarak yorum yapılır.

Yapraklarda herhangi bir değişim olmuyorsa

Cisim kesin pozitif ve yük miktarı $q_c = q_e$

Yapraklar daha fazla açıldı ise

Cisim kesin pozitif yük miktarı $q_c > q_e$

Yapraklar biraz kapandı ise

Cisim nötr, pozitif veya negatif olabilir. Nötr değilse yük miktarı $q_c < q_e$ olmalı

Yapraklar tamamen kapandı ise

Cisim kesin negatif ve yük miktarı $q_c = q_e$

Yapraklar önce kapanıp sonra yeniden açıldı ise

Cisim kesin negatif ve yük miktarı $q_c > q_e$

Pozitif yüklü bir elektroskopa iletken bir cisim dokundurulmadan yaklaştırıldığında cismin yükü nasıl anlaşılır?

Yapraklar daha fazla açılıyorsa

Cisim kesin pozitif

Yapraklar biraz kapandı ise

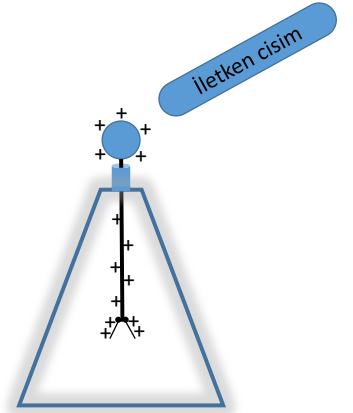
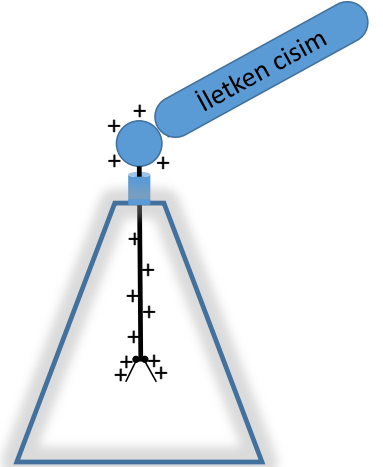
Cisim negatif veya nötr olabilir.

Yapraklar tamamen kapandı ise

Cisim kesin negatif ve yük miktarı $q_c > q_e$

Yapraklar önce kapanıp sonra yeniden açıldı ise

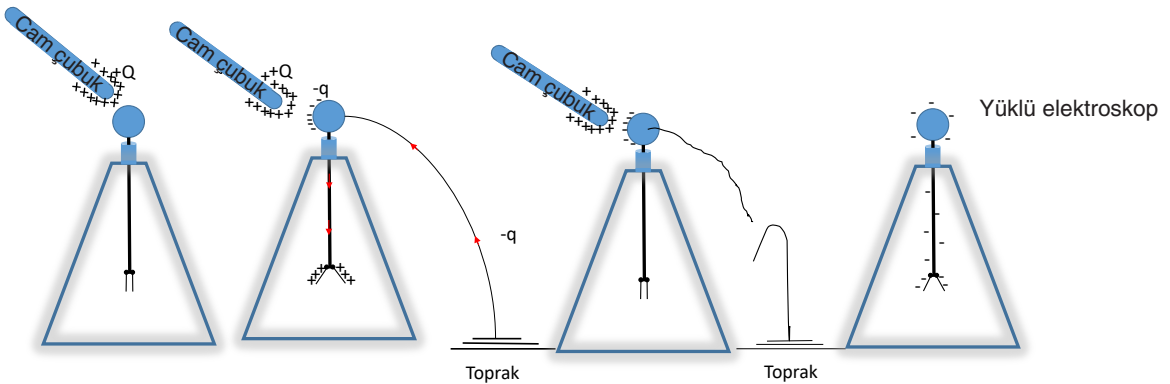
Cisim kesin negatif ve yük miktarı $q_c > q_e$



KONU ANLATIMI

- Elektroskop

Nötr bir elektroskopun etki ile yüklü hale getirilmesi



Nötr hâldeki bir elektroskopa yüklü bir cisim dokundurulmadan yaklaştırıldığında topuz yaklaşan cisimle zıt yüklenirken yapraklar aynı cins yükle yüklenir. Bu durumda topuz topraklandığında yapraktaki yüke göre topraktan ya elektron gelir ya da yaprakta elektron varsa toprağa elektron gider yapraklar kapanır. Toprak bağlantısı kesilip cisim uzaklaştırıldığında elektroskop yaklaştırılan cisimle zıt yüke sahip olur.

Topraklama

Yüklü bir cismi ya da sistemi toprağa bağlayarak nötr yapma olayına **topraklama** adı verilir. Pozitif yüklü iletken bir cisim toprağa bağlandığında topraktan cisme elektron geçişi olur, negatif yüklü iletken bir cisim toprağa bağlandığında ise cisimden toprağa negatif yükler geçer. Her iki durumda da cisimler nötr hale gelir.

Faraday Kafesi

Michael Faraday (Maykıl Faraday) iletkenlerde bulunan fazla yüklerin, iletkenin dış yüzeyinde toplandığını keşfettikten sonra metal tellerle ağ şeklinde örülmüş bir yapının elektrostatik kalkan olarak kullanılabileceğini söylemiştir. Bu yapı Faraday Kafesi olarak adlandırılır. Kafesin içi, yüksek elektrik boşalmasından korunmuş olur. Buna örnek olarak yıldırım düşmesi sırasında arabanın içinin güvenli olmasını verebiliriz. Bunun yanında uçakların metal gövdesi de Faraday Kafesi işlevi görür.

COULOMB KUVVETİ

Aynı cins yüklerin birbirlerini ittiklerini zıt cins yüklerin ise birbirlerini çektiklerini biliyoruz. Bu etkinin nelere bağlı olarak değiştiği ilk kez 1785 yılında Charles Augustin de Coulomb (Şarl Ağüstan dö Kulon) tarafından kendi adıyla anılan **Coulomb Yasası** ile aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

COULOMB YASASI: Aralarındaki mesafenin yanında noktasal sayılabilecek yüklü cisimler birbirlerini bu yük değerlerinin çarpımı ile doğru orantılı aradaki mesafenin karesi ile ters orantılı olacak şekilde iterler veya çekerler.

q_1 ve q_2 yüklerinin arasındaki mesafe d ve Coulomb sabiti ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$) olmak üzere yüklerin birbirine uyguladığı itme ya da çekme kuvvetinin büyüklüğünün matematiksel modeli ise şekildedir.



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

Hangi yükün daha büyük olduğunun bir önemi yok, iki yükünde birbirine uyguladığı kuvvet aynı büyüklükte ancak zıt yöndedir.

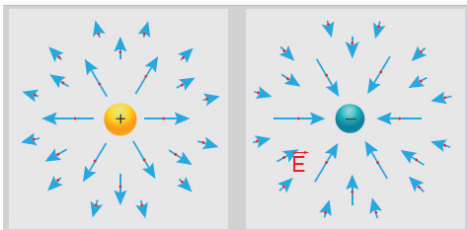
Şimdi sormamız gereken bir soru var oda arada maddesel bir bağ bulunmadan bu kuvvet aktarımının nasıl olabildiğidir.

ELEKTRİK ALAN

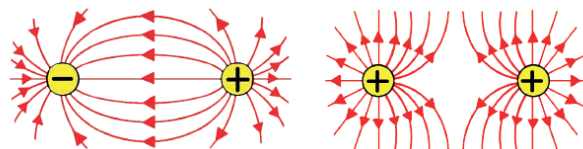
Elektrik yüklerinin etki sahasına denir. Elektrik alan, pozitif birim yüke etkiyen elektriksel kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Vektörel bir nicelik olan elektrik alan E ile gösterilir ve yönü elektriksel kuvvet yönündedir. SI birim sisteminde birimi N/C 'dur. Noktasal yükler için elektrik alanın matematiksel modeli;

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad \text{+}q \quad \text{+}1 \quad \vec{E}_A \quad E = k \frac{q}{d^2}$$

şeklinde. Bir noktasal yükün etrafında herhangi bir noktada elektriksel alan şiddetini hesaplamak için o noktaya +1 birimlik bir test yükü yerleştirilir ve bu yüke uygulanan elektriksel kuvvet hesaplanır. Yükten d kadar uzakta her noktada aynı büyüklükte bir elektrik alan oluşur. Olayın daha anlaşılır olabilmesini sağlamak için etki sahası, gerçekte var olmayan adına elektriksel kuvvet çizgileri denilen çizgilerle modellenmiştir.



Hayali çizgilerimiz + yükten sonsuza, - yükte ise sonsuzdan yük merkezine doğru yönelmiş kabul edilir.

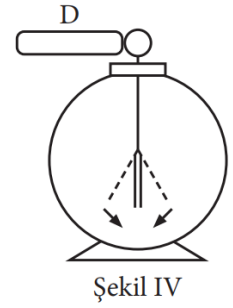
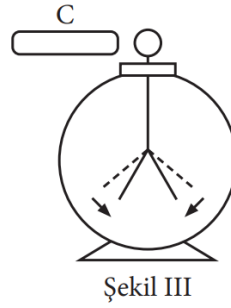
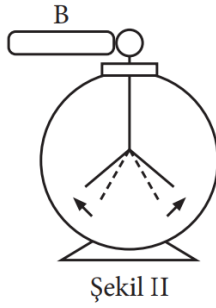
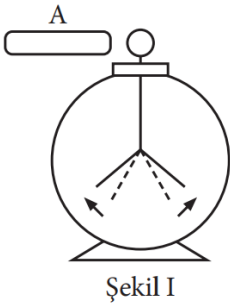


Birden fazla yükün bulunduğu ortamda çizgiler.

- Elektrik alan çizgileri asla birbirini kesmez.
- + yükte başlayıp – yükte sonlanırlar.
- Çizgilerin sayısı yükün büyüklüğü ile doğru orantılıdır.
- Çizgilerin sık olduğu yerlerde alan şiddetli, seyrek olduğu yerlerde alan zayıf olur.
- Çizgiler girdikleri ve çıktıkları yüzeylere daima diktir.

**KONU ANLATIMI**

- Coulomb Kuvveti
- Elektrik Alan

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Erkan, elektroskopun hangi amaçlarla kullanıldığını araştırıp A, B, C ve D cisimlerinin elektrik yüklerinin belirlenmesiyle ilgili bir deney yapmıştır. Bu deneyde negatif (-) yüklü elektroskoplardan yararlanmıştır. A ve C cisimlerini elektroskopların topuzuna yaklaştırmış, B ve D cisimlerini ise dokundurmuştur. Elektroskop yapraklarının Şekil I ve Şekil II'de açıldığını, Şekil III'te biraz kapandığını, Şekil IV'te ise tamamen kapandığını gözlemlemiştir.

Erkan'ın gözlemlerinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. **Cisimlerin elektrik yüklerinin cinsi nedir? Açıklayınız.**
2. **A cismi elektroskopa biraz daha yaklaştırılırsaydı elektroskopun yapraklarındaki yük miktarı ve yaprakları arasındaki açı nasıl değişirdi?**
3. **D cismi yük miktarı artırılarak elektroskopun topuzuna dokundurulsaydı elektroskopun son durumdaki yük dağılımı ve yaprakların durumu ne olurdu?**
4. **Cisim ve elektroskopun elektriklenmeden önce ve sonraki yüklerinin cebirsel toplamalarını her bir şekil için karşılaştırınız.**
5. **Elektroskop, deneyde verilen kullanım şekline başka hangi amaçlar için kullanılabilir? Araştırarak cevaplarınızı, sınıf arkadaşlarınızın cevapları ile karşılaştırınız.**

ÇÖZÜM:

1. A cismi (-) yüklü elektroskopa yaklaştırıldığından etkiyle elektriklenme gerçekleşmiştir. Elektroskopun yaprakları açıldığına göre yapraklardaki (-) yük miktarı artmıştır. Elektroskop dışarıdan yük almadığına göre topuzundaki yükler yapraklara doğru itilmiş olmalıdır. Aynı cins elektrik yükleri birbirini iteceğinden A cismi (-) yüklüdür.

B cismi ile elektroskop arasında dokunmayla elektriklenme gerçekleşmiştir. Dokunmayla elektriklenme sırasında elektrik yükleri birbirine dokunan iletken cisimlerin her birinin yüzeyine dağılır. Elektroskopun yaprakları açıldığına göre yapraklardaki yük miktarı, B cisiminden (-) yük alarak artmış olmalıdır. Buna göre B cismi (-) yüklüdür.

C cismi (-) yüklü elektroskopa yaklaştırıldığından etkiyle elektriklenme gerçekleşmiştir. Elektroskopun yaprakları biraz kapandığına göre yapraklardaki (-) yük miktarı azalmıştır.

Elektroskop dışarıdan yük almadığına göre yapraklarındaki yükler topuzuna doğru çekilmiş olmalıdır. Farklı cins elektrik yükleri birbirini çekeceğinden C cismi (+) yüklü ya da nötr olabilir. C cisminin nötr olması durumunda elektroskoptaki (-) yükler C cismindeki (-) yükleri cismin uzak ucuna iter, yakın uca ise (+) yükler kalır. Yakın uçtaki (+) yükler, yapraklardaki (-) yükleri topuza doğru çekecektir.

D cismi ile elektroskop arasında dokunmayla elektriklenme gerçekleşmiştir. Elektroskopun yaprakları, kapandığına göre yüksüz kalmış olmalıdır. Buna göre D cismi başlangıçta (+) yüklüdür ve yük miktarı, elektroskopun başlangıçtaki yük miktarına eşittir.

2. A cismi elektroskopa biraz daha yaklaşılsaydı elektriklenmenin etkisi artardı. A cismi (-) yüklü olduğundan elektroskopun topuzundan yapraklarına doğru itilen (-) yük miktarı artar, yapraklar daha fazla açılır ve yapraklar arasındaki açı büyürdü.
3. D cismi (+) yüklüdür. D cismindeki (+) yük miktarı artırılarak elektroskopa dokundurulsaydı elektroskop nötrlendikten sonra D cisminde kalan (+) yükler elektroskoptan bir miktar daha elektron çekmeye devam ederdi. Bu durumda elektroskopun topuzu ve yaprakları (+) yüklü olurdu. Elektroskopun yaprakları önce kapanır, sonra açılırdı.
4. A ve C cisimleriyle yaklaştırıldıkları elektroskoplardaki yük dağılımı değişir. Ancak hiçbirinde yük miktarları değişmediği için yükler korunur. B ve D cisimleri elektroskoplara dokundurulduğunda yük alışverişi yalnız cisimlerle elektroskoplara arasında gerçekleşir. Cisim ve elektroskoplardaki yüklerin cebirsel toplamı değişmediğinden yükler yine korunur.
5. Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir.

Muhtemel cevaplar:

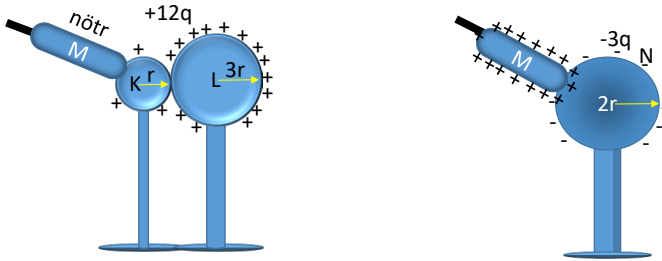
-Ortamda radyoaktif madde olup olmadığını tespit etmek için kullanılabilir.

-Cisimlerin elektrik iletkeni veya yalıtkanı olduğunu tespit etmek için kullanılabilir.

-Yüklü cisimlerin birbirini itmesi ya da çekmesi şeklindeki etkileşimleri ifade eden elektriklenmenin varlığını ispat etmek için kullanılabilir.

ÇÖZÜMLÜ SORU:

Birbirlerine dokunmakta olan r ve $3r$ yarıçaplı K ve L iletken kürelerinin toplam yükü $+12q$ 'dur. İletken ve nötr M küresi yalıtkan ayağından tutularak K, L kürelerine dokundurulduğunda K'nin yükü $+q$ oluyor.

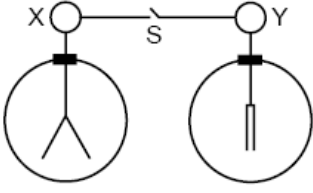


M cismi buradan yarıçapı $2r$, yükü $-3q$ olan N küresine dokundurulursa N'nin son yükü kaç q olur?

ÇÖZÜM:

Dokunma sonrasında K'nin yükünün $+q$ kalması yük paylaşımının yarıçap başına $+q$ olduğunu gösteriyor. Bu durumda L'nin yükü $+3q$, M'nin yükü ise $+8q$ olmalıdır. M'nin yükünün $+8q$ olması, onu yarıçapı $8r$ olan küre gibi düşünebileceğimizi gösterir. Böyle alıncada N'ye dokunduğunda toplam yük $+5q$ kalacak paylaşımda M'de $+4q$, N'de ise $+q$ şeklinde olacaktır.

1. Şekildeki özdeş elektroskoplardan X'in yaprakları açık, Y'nin ise kapalıdır.

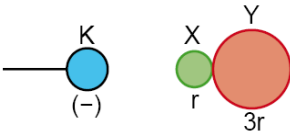


Buna göre topuzları birbirine bağlayan iletken tel üzerindeki S anahtarı kapatılıp yük akışı bitene kadar aşağıdakilerden hangisi gerçekleşemez?

- A) X'ten Y'ye elektronlar geçer.
 B) Y'den X'e elektronlar geçer.
 C) X'in yaprakları biraz kapanır.
 D) Y'nin yaprakları açılır.
 E) X'in son durumda yaprakları Y'den daha açık olur.



2. Yarıçapları r ve $3r$ olan nötr iletken X, Y küreleri birbirine dokunmakta iken $(-)$ yüklü K küresi şekildeki gibi X'e yaklaştırılıyor.

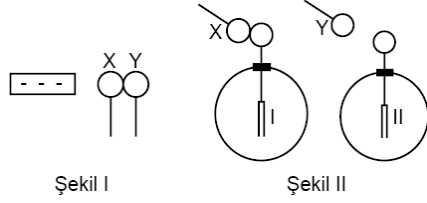


Buna göre küreler birbirinden ayrıldığında X ve Y'nin yükü aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	X	Y
A)	$-q$	$+3q$
B)	$+q$	$-3q$
C)	$+q$	$-q$
D)	$-q$	$+q$
E)	$+q$	$+3q$



3. Şekil I'de $(-)$ yüklü çubuk birbirine dokunmakta olan nötr iletken X ve Y kürelerine yaklaştırılıp küreler birbirinden ayrılıyor.

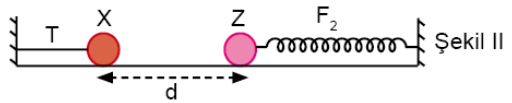
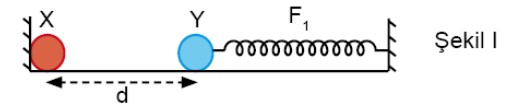


Buna göre Şekil II'deki gibi X küresi nötr bir elektroskobun topuzuna dokundurularak, Y küresi nötr bir elektroskoba yaklaştırılırsa I ve II yapraklarının yük işareti ne olur?

	X	Y
A)	$+$	$+$
B)	$+$	$-$
C)	$-$	$-$
D)	$-$	$+$
E)	$+$	Nötr



4. İletken X ve Y küreleri $-q$, Z ise $+q$ yüküne sahiptir. Cisimler Şekil I ve Şekil II'deki konumlarından serbest bırakılıp dengeye geldiğinde esnemeyen ipteki gerilme kuvveti T , yaylardaki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri F_1 , F_2 olmaktadır.

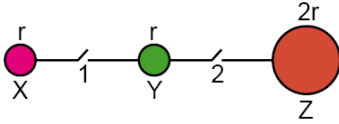


Cisimler birbirine dokunmadığına göre T , F_1 , F_2 kuvvetlerinin büyüklükleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

- A) $T = F_1 = F_2$ B) $T = F_2 > F_1$ C) $F_1 > T = F_2$
 D) $F_1 > F_2 > T$ E) $F_1 > T > F_2$



5. İletken tellere bağlı r , r , $2r$ yarıçaplı iletken kürelerden X ve Z (+), Y ise (-) yüklüdür.

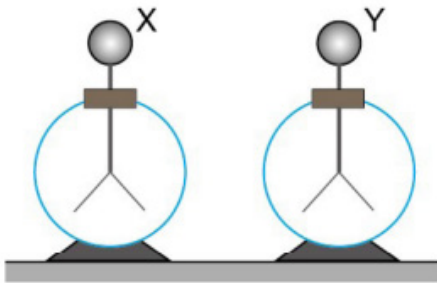


Buna göre önce 2 daha sonra 1 anahtarı kapatılıp açılırsa kürelerin son yükleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi söylenemez?

- A) X ve Y'nin yük miktarı eşit olur.
- B) X ve Z zıt işaretli olur.
- C) X ve Y zıt işaretli olur.
- D) Y ve Z zıt işaretli olur.
- E) X ve Z'nin yük miktarı eşit olur.



6. Özdeş X, Y elektroskoplarının yaprakları açıktır. Elektroskopların topuzları birbirine dokundurulup ayrılınca, X'in yaprakları tamamen kapanarak dengede kalıyor.



Buna göre;

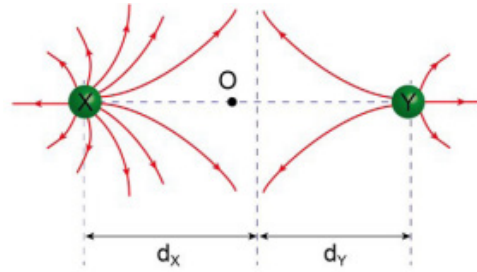
- I. Y'nin yaprakları biraz açılmıştır.
- II. Elektroskopların ilk yükleri zıt işaretlidir.
- III. X'in yükü Y'nin yükünden azdır.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

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



7. Elektrik yükü ile yüklü noktasal X ve Y cisimleri sürtünmesiz düzleme yerleştirildiğinde elektrik alan çizgileri şekildeki gibi oluyor.



$d_x > d_y$ olduğuna göre,

- I. X ve Y cisimleri pozitif yüklüdür.
- II. X cisminin yükü Y cisminin yükünden fazladır.
- III. Yüklere eşit uzaklıktaki O noktasına negatif yüklü noktasal bir cisim konulursa dengede kalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



8. Negatif elektrik yükü ile yüklenmiş elektroskobun topuzuna negatif yüklü iletken bir cismin dokunduğunda elektroskop yapraklarında,

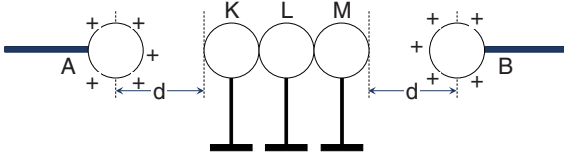
- I. Biraz kapanma
- II. Tamamen kapanma
- III. Kapanıp açılma
- IV. Biraz daha açılma

olaylarından hangileri kesinlikle gözlenmez?

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



9. İletken K, L ve M özdeş küreleri başlangıçta nötrdür. Yük miktarları eşit ve (+) yüklü olan özdeş A ve B cisimleri şekildeki gibi eşit uzaklıklara yerleştiriliyor.



Buna göre kürelerin yük cinsi ve yük miktarları sırasıyla (K, L, M) aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) +q, +q, +q
- B) -q, +2q, -q
- C) -2q, +2q, -2q
- D) +2q, -2q, +2q
- E) -q, Nötr, -q



11. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Proton sayısı elektron sayısına eşit olan atoma nötr atom denir.
- B) Atomlar arası etkileşimlerde elektron alışverişi olur.
- C) Nötr atom dışarıya elektron verirse verdiği elektron sayısı kadar pozitif değerlikli olur.
- D) Elektriklenme pozitif ve negatif yük farklılığından kaynaklanır.
- E) Atomun çekirdeğinde nötronlar ve elektronlar bulunur.



10. Yükleri q_1 ve q_2 olan iki cisim birbirinden d kadar mesafe uzaklıkta tutulurken aralarındaki elektriksel kuvvetin büyüklüğü F'dir. Yüklü cisimlere, kendilerine özdeş nötr birer cisim dokundurularak ayrılıyor ve yükler arasındaki mesafe yarıya indiriliyor.

Son durumda yükler arasındaki kuvvetin büyüklüğü kaç F olur?

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



HAREKET

1. B 2. A 3. C 4. D 5. C 6. D 7. C 8. E 9. C

KUVVET

1. B 2. D 3. E 4. D 5. E 6. C 7. E 8. A 9. D

İŞ, GÜÇ VE ENERJİ

1. D 2. B 3. C 4. B 5. A 6. E 7. D 8. E 9. D

ISI VE SICAKLIK

1. B 2. A 3. A 4. B 5. D 6. A 7. C 8. A 9. A

ELEKTROSTATİK

1. E 2. C 3. B 4. B 5. C 6. B 7. C 8. B 9. B 10. C 11. E

