



**4. ÜNİTE > Enerji**

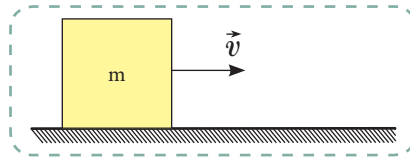
Konu	<b>9.4.2. MEKANİK ENERJİ</b>	⌚ 40 dk.
Kazanımlar	9.4.2.1. Öteleme kinetik enerjisi, yer çekimi potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisinin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. a) Öteleme kinetik enerjisi, yer çekimi potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisinin matematiksel modelleri verilir. Deney veya simülasyonlar yardımıyla değişkenlerin analiz edilmesi sağlanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez. b) Esneklik potansiyel enerjisinde tek yaylı sistemler dikkate alınmalıdır. c) Mekanik enerjinin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamına eşit olduğu vurgulanır.	

**1. Yönerge**
**Öteleme kinetik enerjisi, yer çekimi potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisinin bağlı olduğu değişkenler analiz edilir.**

Bir cismin ya da sistemin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamına **mekanik enerji** denir. Hareket hâlindeki cisimlerin hızlarından dolayı sahip oldukları enerjiye **kinetik enerji** denir.

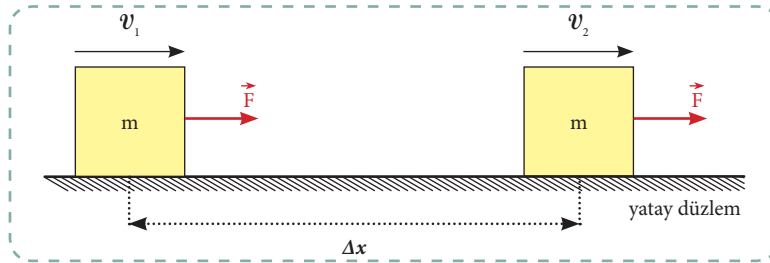
Görsel 1'deki gibi  $\vec{v}$  hızıyla hareket eden  $m$  kütleli bir cismin öteleme kinetik enerjisi

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ eşitliğinden bulunur.}$$



**Görsel 1:**  $v$  hızı ile hareket eden  $m$  kütleli cisim

Öteleme kinetik enerjisi, cismin kütlesiyle ve sahip olduğu hızın büyüklüğünün karesi ile doğru orantılıdır. Yatay sürtünmesiz düzlemde  $v_1$  hızıyla hareket etmekte olan  $m$  kütleli cisme  $\Delta x$  yolu boyunca  $F$  kuvveti etki ederse cisim düzgün hızlanan hareket yapar ve  $v_2$  hızına ulaşır (Görsel 2). İş-enerji teoremine göre net kuvvetin yaptığı iş, kinetik enerjideki değişime eşittir.



**Görsel 2:**  $F$  kuvveti etkisi ile  $\Delta x$  yolunu alan  $m$  kütleli cisim

$$W = \Delta E_k = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x} = m \cdot a \cdot \Delta x$$

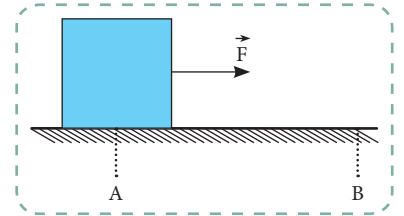
$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$

**Örnek Soru**

AB yatay yolu sürtünmesizdir. A noktasında durmakta olan cisim, B noktasına kadar yatay  $F$  kuvvetiyle çekilmektedir.

**Buna göre**

- I. AB yolunu kısaltmak
- II. Kuvvetin büyüklüğünü arttırmak
- III. Cismin kütlesini arttırmak


**İşlemlerinden hangileri yapılırsa cisim, B noktasından daha büyük bir kinetik enerjiyle geçer?**

**Cevap:** Sürtünmesiz yüzeyde duran bir cisme kuvvet uygulandığında cisim hızlanır. Öteleme kinetik enerjisi, cismin kütlesi ve hızının büyüklüğünün karesi ile doğru orantılıdır.

$$W = \Delta E_k$$

$$F \cdot x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

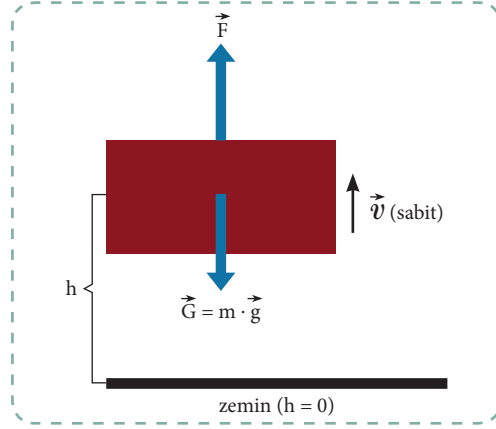
bağıntılarından da görüldüğü gibi doğru cevap II ve III'tür.



Seçilen referans noktasına göre yüksekliği artan cisimlerin kazandığı enerjiye **yer çekimi potansiyel enerjisi** denir. Yerde duran bir cisme  $F = m \cdot g$  büyüklüğünde yukarı yönlü bir kuvvet uygulandığında cisim sabit hızla yukarı yönde hareket eder ve yerden  $h$  kadar yükseğe çıkar (Görsel 3).  $F$  kuvvetinin yaptığı iş, cisme yer çekimi potansiyel enerjisi kazandırır.

$$W = \Delta E_p$$

$$W = E_p = F \cdot h = m \cdot g \cdot h$$



Görsel 3:  $F$  kuvveti etkisi ile yerden  $h$  kadar yükselen cisim

Cismin sahip olduğu yer çekimi potansiyel enerjisi cismin kütesine ( $m$ ), yer çekimi ivmesine ( $g$ ) ve cismin yerden yüksekliğine ( $h$ ) bağlıdır.

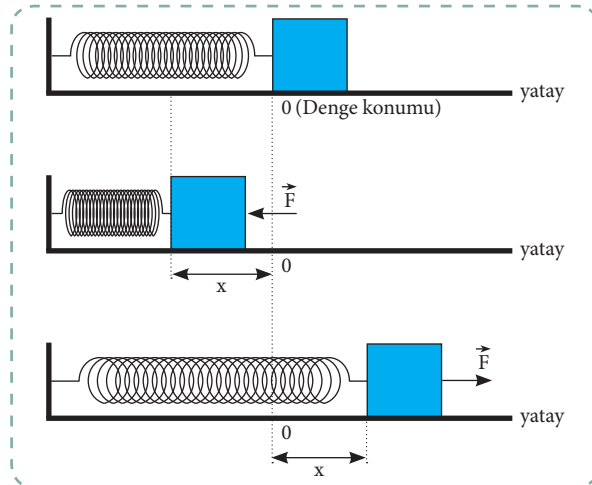
#### Örnek Soru

Kütlesi  $m$ , yerden yüksekliği  $h$  olan bir cismin yere göre potansiyel enerjisi  $E$ 'dir.

**Buna göre kütlesi  $3m$ , yerden yüksekliği  $\frac{h}{2}$  olan cismin yere göre potansiyel enerjisi kaç  $E$  olur?**

Cevap:  $E = m \cdot g \cdot h$        $E' = 3 \cdot m \cdot g \cdot \frac{h}{2}$        $E' = \frac{3}{2} m \cdot g \cdot h$        $E' = \frac{3}{2} E$  olur.

Esnek cisimlerin sıkışması veya gerilmesi sonucunda sahip oldukları **enerjiye esneklik potansiyel enerjisi** denir. Bir ucundan sabitlenen denge konumundaki esnek bir yay  $F$  kuvveti uygulanarak  $x$  kadar sıkıştırıldığında veya uzatıldığında yayda  $\vec{F}_{\text{yay}}$  kuvvetine zıt yönde bir gerilme kuvveti ( $\vec{F}_{\text{yay}}$ ) oluşur (Görsel 4).



Görsel 4:  $F$  kuvveti etkisi ile  $x$  kadar sıkıştırılan veya uzatılan yay

Denge konumundaki yaya uygulanan kuvvet ile yayın boyundaki değişim miktarı (uzanım) arasındaki ilişki

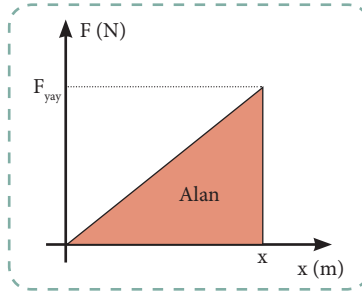
$$F = -k \cdot x \text{ şeklindedir.}$$

Burada  $k$ , yayın esneklik sabitini (yay sabiti) ifade eder. Birimi  $N/m$ 'dir ( $kg/s^2$ ). Eksi (-) işareti ise yay kuvveti ile yayın uzama yönünün zıt olduğunu gösterir.

- ▶ Kuvvet-uzanım grafiğinin eğimi yay sabitini verir.
- ▶ Kuvvet-uzanım grafiği ile yatay eksen arasındaki alan yapılan işi verir (Görsel 5).
- ▶  $F$  kuvvetinin yaptığı iş yayda potansiyel enerji olarak depolanır.

$$W = \Delta E_{\text{yay}} \text{ olduğundan } E_{\text{yay}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

- ▶ Esneklik potansiyel enerjisi, yay sabiti ve uzanımın karesi ile doğru orantılıdır.



Görsel 5: Kuvvet-uzanım grafiği

#### Örnek Soru

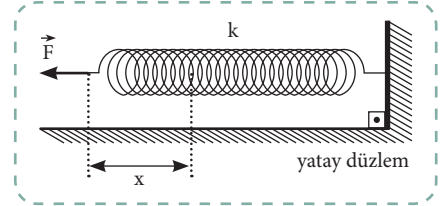
Şekildeki yay sabiti  $k$  olan esnek yaya  $F$  kuvveti uygulandığında yay  $x$  kadar uzamakta ve yayda  $E$  kadar potansiyel enerji depolanmaktadır.

**Yaya uygulanan kuvvet 3 katına çıkarılırsa**

- Yay sabiti
- Yayın uzama miktarı
- Yayda depolanan enerji

**büyükliklerinden hangileri 3 katına çıkar?**

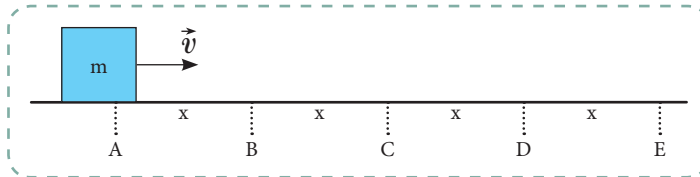
**Cevap:** Yay sabiti ( $k$ ) yayın yapıldığı maddenin cinsine, boyuna, telin kalınlığına ve halkaların yarıçapına bağlıdır. Dolayısıyla yay sabiti değişmez. Yayın uzama miktarı, uygulanan kuvvet ile doğru orantılı olduğundan 3 katına çıkar. Yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi, uzama miktarının karesi ile doğru orantılı olduğundan 9 katına çıkar. O hâlde doğru cevap yalnız II'dir.



#### 2. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözülür.

##### Sorular

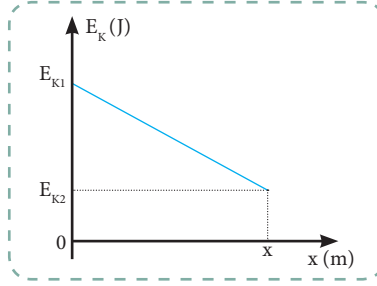
- ①  $m$  kütleli cisim, sürtünmeli yolun A noktasından  $\vec{v}$  hızıyla fırlatılınca B noktasında durmaktadır.



**$2m$  kütleli cisim, A noktasından  $2\vec{v}$  hızıyla fırlatılırsa nerede durur?** (Sürtünme katsayısı her iki cisim için de aynıdır.)



- 2) Bir cismin kinetik enerjisi ile aldığı yol arasındaki ilişkiyi gösteren grafik şekildeki gibidir.

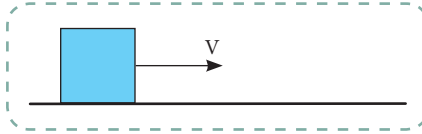


$E_{k1}$ ,  $E_{k2}$  ve  $x$  bilindiğine göre

- I. Cismin son sürati
- II. Cisme etki eden net kuvvet
- III. Net kuvvetin yaptığı iş

**büyükliklerinden hangileri bulunabilir?**

- 3) Bir cisim sürtünmeli yatay yola  $v$  hızıyla fırlatılınca  $x$  kadar yol aldıktan sonra duruyor.

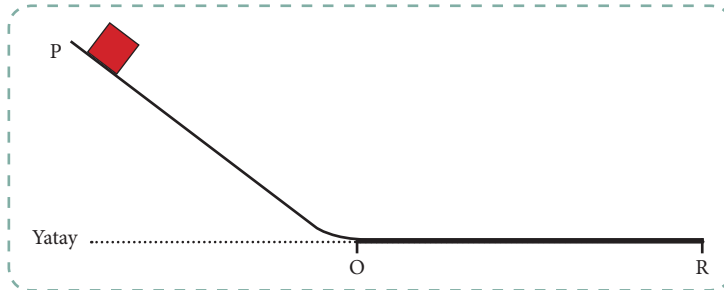


**Buna göre; sürtünme kuvvetinin yaptığı işi hesaplayabilmek için**

- I. Cismin kinetik enerjisi EK
- II. Cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü FS
- III. Cismin duruncaya kadar aldığı yol  $x$

**büyükliklerinden hangilerini bilmek yeterlidir?**

- 4) Şekildeki POR yolunun yalnızca OR bölümü sürtünmelidir. P noktasından serbest bırakılan cismin PO ve OR arasındaki kinetik enerjisi için ne söylenebilir?

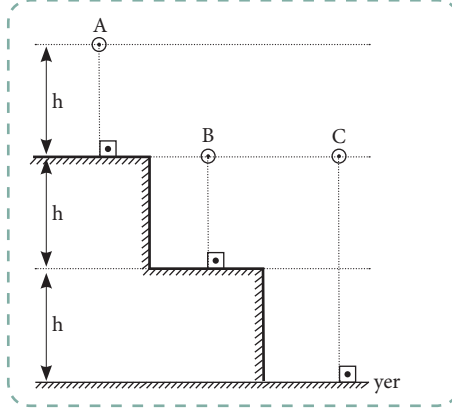


- |    | <u>PO</u> | <u>OR</u> |
|----|-----------|-----------|
| A) | Sabit     | Artar     |
| B) | Sabit     | Azalır    |
| C) | Artar     | Artar     |
| D) | Artar     | Azalır    |
| E) | Azalır    | Azalır    |

- 5) Kütleleri  $2m$  ve  $3m$  olan cisimlerin yerden yükseklikleri sırasıyla  $h_1$  ve  $h_2$ 'dir.

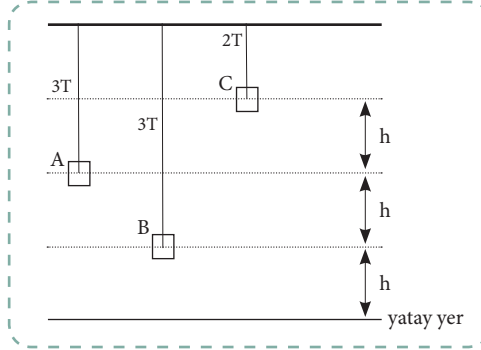
**Cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri eşit olduğuna göre yerden yükseklikleri oranı  $\frac{h_1}{h_2}$  kaçtır?**

- 6) Şekildeki A, B ve C cisimlerinin buldukları konumlarda yere göre potansiyel enerjileri eşittir.



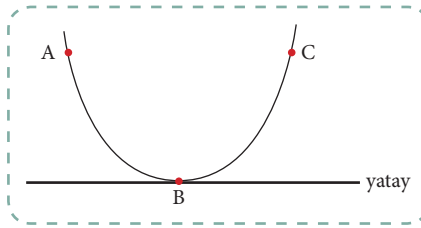
Buna göre cisimlerin kütleleri  $m_A$ ,  $m_B$  ve  $m_C$  arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

- 7) Şekildeki A, B ve C cisimlerinin asıldıkları iplerde oluşturdukları gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla  $3T$ ,  $3T$  ve  $2T$  dir.



Buna göre cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri  $E_A$ ,  $E_B$  ve  $E_C$  arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

- 8) Sürtünmelerin önemsenmediği yolun A noktasından serbest bırakılan cisim, C noktasına kadar çıkabilmektedir.



Buna göre

- I. A'dan B'ye giderken kinetik enerjisi artmıştır.
- II. B'den C'ye giderken kinetik enerjisi azalmıştır.
- III. B'den C'ye giderken potansiyel enerjisi artmıştır.

Yargularından hangileri doğrudur?



- 9 Sürtünmeli yatay yolun A noktasından  $\vec{v}_1$  hızıyla atılan cisim B noktasından  $\vec{v}_2$  hızıyla geçmektedir.

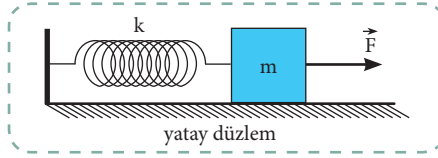


Buna göre

- I. Kinetik enerjisi azalmıştır.
- II. Mekanik enerjisi değişmemiştir.
- III. Yere göre potansiyel enerjisi artmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- 10 Bir ucundan sabitlenen esnek yayın diğer ucuna  $m$  kütleli cisim bağlanmıştır. Cisme  $\vec{F}$  kuvveti uygulandığında yay  $x$  kadar uzamıştır.



Buna göre yayda depolanan potansiyel enerjiyi bulabilmek için

- I.  $k$  yay sabiti
- II.  $x$  uzama miktarı
- III.  $m$  kütlesi

büyükliklerinden hangilerinin bilinmesi gerekli ve yeterlidir?



## 4. ÜNİTE &gt; Enerji

Konu	9.4.4. VERİM	⌚ 40 dk.
Kazanımlar	9.4.4.1. Verim kavramını açıklar.	

1. Yönerge **Verim kavramı açıklanır.**

Sanayide ve günlük hayatımızda kullandığımız makinelerde bazı enerji türleri başka enerji türlerine dönüştürülür. Bu dönüşüm sürecinde makine veya sistemin yapısı gereği bazı amaç dışı dönüşümler de gerçekleşir. En genel amaç dışı dönüşüm, sürtünme kaynaklı ısı enerjisidir. Örneğin evlerde kullanılan akkor lambaların harcadığı enerjinin tümü ışık enerjisine dönüşmez. Enerjinin bir kısmı, ısı enerjisine dönüşür ve lambanın sıcaklığı artar. Herhangi bir mekanik düzeneğin verimi; alınan enerjinin verilen enerjiye oranı olarak tanımlanır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Alınan enerji}}{\text{Verilen enerji}} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}}$$

şeklinde hesaplanır.

Mekanik düzeneklerde enerji dönüşümü %100 verimle gerçekleşmez.

**Örnek Soru**

Bir makine, 1600 J iş yapmak için 2000 J enerji harcamaktadır.

**Bu makinenin verimi yüzde kaçtır?**

Cevap:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} = \frac{1600}{2000} = \frac{80}{100}$$

O halde verim %80'dir.

2. Yönerge **Enerji tasarrufu ve enerji verimliliği arasındaki ilişki açıklanır.**

Amaç dışı enerji azaldıkça verim artar. Daha verimli araçlar kullanarak ihtiyaçlar daha az enerjiyle giderilebilir. Böylece enerji tasarrufu sağlanır.

Enerji tasarrufu,

- ▶ Enerji kayıplarının en aza indirilmesidir.
- ▶ Aynı enerji ile daha çok iş yapılmasıdır.
- ▶ Aynı iş için daha az enerji kullanılmasıdır.

Dünyada enerji dönüşümü yapan tüm araçlarda verim düzeyini gösteren enerji kimlik belgeleri kullanılmaktadır.

**Örnek Soru**

Enerji tasarrufu ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır.

- A) Kalite ve üretimi düşürmez.
- B) Yeni teknolojileri kullanır.
- C) Aynı enerji ile daha az iş yapılır.
- D) Enerjiyi etkin ve verimli kullanır.
- E) İyileştirme yöntemlerini uygular.

Cevap: Enerji tasarrufunda amaç, aynı enerji ile daha fazla iş yapmaktır. Bu nedenle "C" seçeneğinde verilen ifade yanlıştır.





3. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözümlür.

Sorular

1 Verim ile ilgili

- I. Birim zamanda harcanan enerjidir.
- II. Alınan enerjinin harcanan enerjiye oranıdır.
- III. Her zaman birden küçüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

2 Bir makinenin verimi aşağıdakilerden hangisine eşit olamaz?

- A)  $\frac{1}{3}$       B)  $\frac{1}{2}$       C)  $\frac{3}{4}$       D)  $\frac{4}{5}$       E)  $\frac{6}{5}$

3 Gücü 8 kW olan bir asansör, 200 kg kütleli yükü sabit hızla 10 saniyede 30 m yüksekliğe çıkarmaktadır.

Buna göre asansörün motorunun verimi % kaçtır? (  $g = 10 \text{ m/s}^2$  )

4 K, L ve M elektrik motorlarının harcadıkları ve yaptıkları işler karşılığında aldıkları enerjiler tabloda verilmiştir.

Elektrik Motoru	Verilen Enerji (kJ)	Alınan Enerji (kJ)
K	4	2
L	4	3
M	6	4

Buna göre K, L ve M elektrik motorları ile ilgili olarak

- I. K motorunun verimi en düşüktür.
- II. M motorunun verimi en yüksektir.
- III. K ve L motorlarının verimi eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

5 Enerji tasarrufu ve enerji verimliliği ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Çamaşır makinesi, buzdolabı gibi beyaz eşyaları alırken enerji kimlik belgelerine dikkat edilmelidir.
- B) A++ etiketi taşıyan buzdolaplarının verimliliği çok yüksektir.
- C) İdeal sistemlerin verimi %100'dür.
- D) Enerji tasarrufu, kalite ve üretimi düşürmeden sosyo ekonomik düzeyi korumak şartıyla enerjiyi daha verimli kullanmaktır.
- E) Teknolojinin ilerlemesi, enerji verimliliğini ve tasarrufunu olumsuz etkilemektedir.

## 5. ÜNİTE &gt; Isı ve Sıcaklık

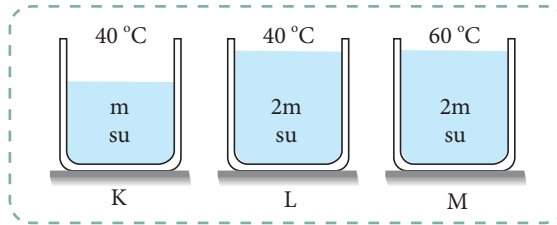
Konu	9.5.1. ISI VE SICAKLIK	🕒 40 dk.
Kazanımlar	9.5.1.1. Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını açıklar. a) Entalpi ve entropi kavramlarına girilmez. b) Isı ve sıcaklık kavramlarının birimleri ve ölçüm aletlerinin adları verilir.	

1. Yönerge **Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramları açıklanır.**

Bir maddeyi oluşturan tanecikler (atom veya moleküller) maddenin fiziksel hâline göre öteleme, titreşim ve dönme hareketi yapabilir. Tanecikler, yapmış oldukları bu hareketlerden dolayı kinetik enerjiye, aralarındaki etkileşimden dolayı da potansiyel enerjiye sahiptir. Taneciklerin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamına **iç enerji** denir. Bir maddenin sıcaklığı veya sıcaklık sabit tutularak madde miktarı artırıldığında iç enerjisi de artar.

## Örnek Soru

K, L ve M kaplarına konulan suların sıcaklıkları ve m cinsinden kütleleri şekilde verilmiştir.

**Buna göre K, L ve M kaplarındaki suların iç enerjileri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?**

**Cevap:** Eşit sıcaklıktaki suların bulunduğu K ve L kaplarından L kabındaki suyun kütlesi daha büyük olduğu için iç enerjisi K'deki suyun iç enerjisinden büyüktür. Eşit kütleli suların bulunduğu L ve M kaplarında ise M'deki suyun sıcaklığı büyük olduğundan iç enerjisi L'deki suyun iç enerjisinden büyüktür. Bu durumda kaplardaki suların iç enerjileri arasındaki büyüklük ilişkisi  $M > L > K$  olur.

**Sıcaklık**, bir maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjisine bağlı bir büyüklüktür. T ile gösterilir ve Sİ'da birimi kelvindir (K). Sıcaklık arttığında maddeyi oluşturan taneciklerin hızı ve moleküllerin ortalama kinetik enerjisi de artar. Sıcaklık, termometre ile ölçülebilen ve madde miktarına bağlı olmayan bir fiziksel niceliktir.

**Isı**, iki sistem veya sistem ile çevresi arasındaki sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji olarak tanımlanır. Q ile gösterilir ve Sİ'da birimi jouledür (J). Günlük hayatta ise birim olarak genellikle kalori (cal) kullanılır. Bir sistemin ısısından bahsedilemez, sistemin aldığı veya verdiği ısı miktarından bahsedilebilir. Alınan veya verilen ısı miktarı, kalorimetre kabı kullanılarak hesaplanabilir.

Sıcaklık farkı, ısı geçişine neden olur. Yüksek sıcaklık farkı, yüksek miktarda ısı geçişine neden olur. Sıcaklıkları farklı iki madde etkileştiğinde sıcaklığı büyük olan maddeden sıcaklığı küçük olan maddeye doğru ısı geçer. Isı geçişi, iki maddenin sıcaklığı eşit oluncaya kadar devam eder. Bu durumda, ısı veren maddenin iç enerjisi azalırken ısı alan maddenin iç enerjisi artar.

## Örnek Soru

**Isı ve sıcaklık ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?**

- A) Isı ve sıcaklık aynı kavramlardır.
- B) Sıcaklığı yüksek olan maddenin ısısı da yüksektir.
- C) Isı, moleküllerin potansiyel enerjilerinin; sıcaklık ise kinetik enerjilerinin toplamıdır.
- D) Isının birimi sadece kaloridir.
- E) Sıcaklık, maddeyi oluşturan atom veya moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür.

**Cevap:** "Sıcaklık, maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür." ifadesi doğrudur. Diğer seçeneklerdeki ifadelerde kavram yanlışları mevcuttur. Bu durumda doğru cevap E seçeneğidir.



2. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözümlür.

- 1) Deniz seviyesinde ve aynı ortamda bulunan bir buz kalıbının iç enerjisinin, bir sürahi dolusu kaynar suyun iç enerjisinden büyük olduğu tespit edilmiştir.

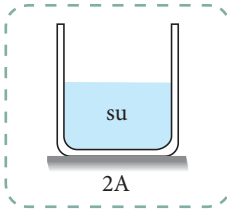
**Bu durum**

- I. Buzun kütlesi, suyun kütlesinden büyüktür.
- II. Buzun ısısı, suyun ısısından büyüktür.
- III. Buzun sıcaklığı, suyun sıcaklığından büyüktür.

**ifadelerinden hangileri ile açıklanabilir?**

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

- 2) Kesit alanı  $2A$  olan bir kap, yarı yüksekliğine kadar su ile doludur.



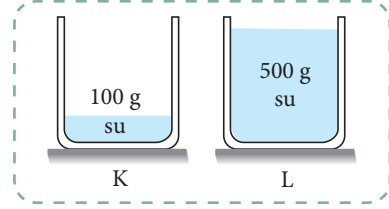
**Kaptaki suyun iç enerjisinin artması için**

- I. Tamamen doluncaya kadar kaba aynı sıcaklıkta su eklemek
- II. Kaptaki suyu kesit alanı  $A$  olan, yeterince uzun bir kaba koymak
- III. Kaptaki suyu ısıtmak

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?**

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

- 3) K ve L kaplarında bulunan eşit sıcaklıktaki suların kütleleri sırasıyla  $100\text{ g}$  ve  $500\text{ g}$ 'dir.



**Buna göre**

- I. L kabındaki suyun ısısı, K kabındaki suyun ısısından büyüktür.
- II. L kabındaki suyun iç enerjisi, K kabındaki suyun iç enerjisinden büyüktür.
- III. K ve L kaplarındaki su moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri eşittir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

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

- 4) Isı ve sıcaklık kavramları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

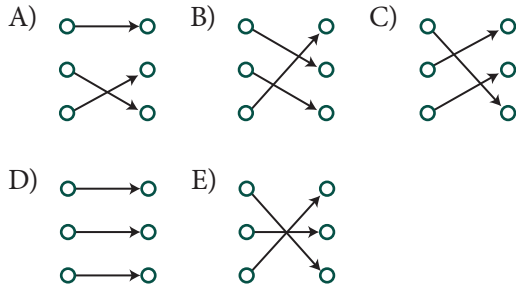
- A) Bir cisme verilen ya da cisimden alınan ısı miktarı, cismin madde miktarına bağlıdır; sıcaklık ise madde miktarına bağlı değildir.
- B) Isı bir enerji çeşididir, sıcaklık ise enerji çeşidi değildir.
- C) Uluslararası birim sisteminde (SI) ısı birimi joule, sıcaklık birimi kelvindir.
- D) Isı, maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamına; sıcaklık ise ortalama kinetik enerjiye bağlıdır.
- E) Isı, kalorimetre kabı yardımıyla hesaplanır; sıcaklık ise termometre ile ölçülür.

- 5) Bir maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır.   Sıcaklık

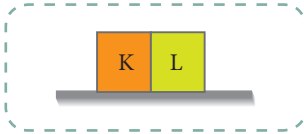
Bir maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür.   Isı

İki sistem arasında sıcaklık farkından dolayı   İç enerji aktarılan enerjidir.

**Aşağıdakilerden hangisinde, verilen tanımlar ile ait oldukları fiziksel nicelikler doğru eşleştirilmiştir?**



- 6) Isıca yalıtılmış bir ortamda şekildeki gibi birbirine temas edecek biçimde konulan K ve L cisimlerinin sıcaklıkları sırasıyla  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir.



**Cisimlerde hâl değişimi olmadığına göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

- A) L cisminden K cismine ısı geçer.  
B) K cismindeki taneciklerin ortalama kinetik enerjileri artar.  
C) K cisminin iç enerjisi artar.  
D) L cisminin sıcaklığı azalır.  
E) L cisminin ısısı azalır.



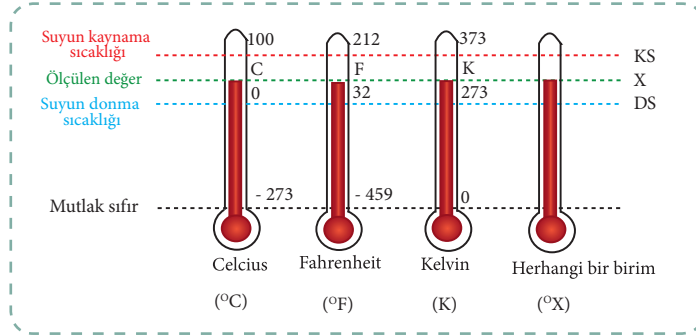
**BU SAYFA BOŞ  
BIRAKILMIŞTIR**

## 5. ÜNİTE &gt; Isı ve Sıcaklık

Konu	9.5.1. ISI VE SICAKLIK	⌚ 40 dk.
Kazanımlar	9.5.1.3. Sıcaklık birimleri ile ilgili hesaplamalar yapar. °C, °F, K için birim dönüşümleri yapılması sağlanır.	

1. Yönerge **Sıcaklık birimleriyle ilgili hesaplama ve dönüşüm işlemlerinin yapılması sağlanır.**

Bir maddenin sıcaklığı termometre ile ölçülür. Sıvılı termometreler ölçeklendirilirken, deniz seviyesinde ve 1 atm basınç altındaki suyun donma ve kaynama sıcaklıkları referans olarak alınmıştır (Görsel 1).



Görsel 1: Sıcaklık ölçeklerinin gösterimi

Celcius, suyun donma sıcaklığını 0 °C, kaynama sıcaklığını 100 °C kabul ederek bu iki değer arasında 100 eşit parçaya bölmüştür. Günlük hayatta sıcaklık birimi olarak Celcius tarafından oluşturulan santigrat derece (°C) kullanılır.

Fahrenheit, suyun donma sıcaklığını 32 °F, kaynama sıcaklığını 212 °F kabul ederek bu iki değer arasında 180 eşit parçaya bölmüştür.

Kelvin, teorik olarak erişilebilecek en düşük sıcaklık olan -273,15 °C'yi (yaklaşık olarak -273 °C) mutlak sıfır noktası olarak kabul etmiştir. Suyun donma sıcaklığını 273 K, kaynama sıcaklığını 373 K kabul ederek bu iki değer arasında 100 eşit parçaya bölmüştür. Kelvin ölçeğinde başlangıç noktası sıfır olduğu için sıcaklık oranlaması yapılabilir; 10 K sıcaklık, 5 K sıcaklığın iki katıdır, denilebilir.

Herhangi biri tarafından isimlendirilen bir termometrede suyun donma sıcaklığı DS °X, kaynama sıcaklığı KS °X olarak kabul edilsin.

Farklı ölçeklendirilmiş termometreler, aynı sıcaklık değerini farklı büyüklüklerde gösterebilirler. Bu büyüklükler

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100} = \frac{X - DS}{KS - DS}$$

eşitliği kullanılarak birbirine dönüştürülebilir.

## Örnek Sorular

1 Bir odanın sıcaklığı Celcius ölçeği kullanılarak 20 °C olarak ölçülmüştür.

**Fahrenheit ölçeği kullanılarak ölçüm yapılsaydı odanın sıcaklığı kaç °F olarak ölçülürdü?**

Cevap:  $\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$  bağıntısında C yerine 20 yazılırsa  $\frac{20}{100} = \frac{F - 32}{180}$  olur. Buradan F = 68 °F bulunur.

2 Deniz seviyesinde ve 1 atm basınç altında ölçeklendirilen bir X termometresinde suyun donma sıcaklığı 20 °X, kaynama sıcaklığı 200 °X olarak kabul edilmiştir.

**Buna göre 30 °C sıcaklığı X termometresinde kaç °X olarak ölçülür?**

Cevap:  $\frac{C}{100} = \frac{X - DS}{KS - DS}$  bağıntısında değerler yerine konulursa

$$\frac{30}{100} = \frac{X - 20}{200 - 20} \text{ olur. Buradan } X = 74 \text{ °X bulunur.}$$



2. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözümlür.

1 Bir buz kalıbının sıcaklığı  $-4^{\circ}\text{F}$  olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümde Celcius ölçeği kullanılsaydı ölçülen değer kaç  $^{\circ}\text{C}$  olurdu?

- A) -40 B) -20 C) -10 D) -5 E) 0

2 Yapılan bir bilimsel çalışmada oda sıcaklığı 300 K olarak ölçülmüştür. Aynı odanın sıcaklığı Celcius ölçeğine göre kaç  $^{\circ}\text{C}$ 'dir?

- A) 23 B) 25 C) 27 D) 30 E) 37

3 X termometresiyle deniz seviyesinde suyun donma noktası  $30^{\circ}\text{X}$  olarak belirleniyor.

X termometresi  $20^{\circ}\text{C}$  sıcaklığı  $54^{\circ}\text{X}$  olarak ölçtüğüne göre suyun kaynama sıcaklığını kaç  $^{\circ}\text{X}$  ölçer?

- A) 100 B) 110 C) 120 D) 140 E) 150

4 Bir fizik laboratuvarında görevli kişiler, yaptıkları farklı çalışmalarda maddelerin sıcaklığını ölçüp buldukları değerleri tabloya kaydetmiştir.

Görevli	Ölçülen Sıcaklık Değeri
Ahmet	$-20^{\circ}\text{C}$
Derya	$-35^{\circ}\text{F}$
Kenan	$0^{\circ}\text{F}$
Miray	12 K
Selin	$-2\text{ K}$

Hangi görevlinin tabloya kaydettiği değer bilimsel olarak hatalıdır?

- A) Ahmet  
B) Derya  
C) Kenan  
D) Miray  
E) Selin

5 X, Y ve Z cisimlerinin sıcaklıkları, farklı termometreler kullanılarak sırasıyla  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{F}$  ve 280 K olarak ölçülmüştür.

Buna göre X, Y ve Z cisimlerinin sıcaklıkları arasındaki büyüklük ilişkisi aşağıdaki-lerden hangisidir?

- A)  $X > Z > Y$   
B)  $Z > Y > X$   
C)  $Y > X > Z$   
D)  $X > Y > Z$   
E)  $Z > X > Y$

6 Bir cismin sıcaklığı ayrı ayrı

I.  $20^{\circ}\text{C}$ 'den  $40^{\circ}\text{C}$ 'ye

II. 150 K'den 300 K'e

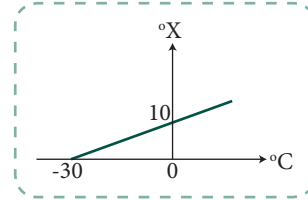
III.  $60^{\circ}\text{F}$ 'den  $120^{\circ}\text{F}$ 'ye

çıkarılıyor.

Bunlardan hangilerinde cismin sıcaklığı iki katına çıkarılmıştır?

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

7 X termometresinde okunan değerler ile Celcius termometresinde okunan değerler arasındaki ilişki grafikteki gibidir.



Buna göre Celcius termometresinde ölçülen  $60^{\circ}\text{C}$  sıcaklık, X termometresinde kaç  $^{\circ}\text{X}$  olarak ölçülür?

- A) 20 B) 25 C) 30 D) 40 E) 50

8 Termometre ölçekleri ile ilgili

I.  $293\text{ K} = 20^{\circ}\text{C}$

II.  $60^{\circ}\text{C} = 140^{\circ}\text{F}$

III.  $176^{\circ}\text{F} = 353\text{ K}$

dönüşümlerinden hangileri doğrudur?

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



## 5. ÜNİTE &gt; Isı ve Sıcaklık

Konu	9.5.1. ISI VE SICAKLIK	🕒 40 dk.
Kazanımlar	9.5.1.4. Öz ısı ve ısı sığası kavramlarını birbiri ile ilişkilendirir. Günlük hayattan örnekler (denizlerin karalardan geç ısınıp geç soğuması gibi) verilir.	

1. Yönerge **Öz ısı ve ısı sığası kavramları birbiriyle ilişkilendirilir.**

Aynı miktardaki maddelerin sıcaklıklarını belirli bir miktar arttırmak için bu maddelere verilmesi gereken ısı miktarları farklıdır. Örneğin 1 kg suyun sıcaklığını 1 °C arttırmak için verilmesi gereken ısı miktarı 4186 J'dür. 1 kg bakırın sıcaklığını 1 °C arttırmak için verilmesi gereken ısı miktarı ise 387 J'dür. Bu farklılık, su ve bakırın öz ısılarının farklı olmasından kaynaklanır.

Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştirebilmek için maddeye verilmesi veya maddeden alınması gereken ısı miktarına **öz ısı** denir.  $c$  ile gösterilir ve SI'da birimi J/kg.K'dir. Ancak cal/kg.°C veya J/kg.°C olarak da kullanılır. Öz ısı, madde miktarına bağlı olmayıp maddenin cinsine bağlıdır. Bu nedenle maddeler için ayırt edici bir özelliktir (Tablo 1).

Tablo 1: Sıcaklık Ölçeklerinin Gösterimi

Madde	Öz Isı (J/kg.°C)	Öz Isı (cal/g.°C)
Alüminyum	900	0,215
Bakır	387	0,0924
Cam	837	0,200
Su (15 °C)	4186	1,00
Buz (-5 °C)	2090	0,50

Bir maddenin sıcaklığını 1 °C değiştirebilmek için gerekli ısı miktarına ısı sığası denir.  $C$  ile gösterilir ve SI'da birimi J/K'dir, cal/°C olarak da kullanılır. Bir maddenin ısı sığası  $C = m \cdot c$  bağıntısı ile hesaplanır. Bağıntıda yer alan  $m$ , cismin kütlesi;  $c$  ise öz ısıdır. Isı sığası, kütleyle bağlı olduğundan maddeler için ayırt edici özellik değildir.

Öz ısı küçük olan maddelerin sıcaklığı hızlı artıp hızlı azalır. Öz ısı büyük olan maddelerin sıcaklığı ise yavaş artıp yavaş azalır. Öz ısı büyük olan maddelerden biri de sudur. Deniz kenarlarındaki veya büyük göllerin yakınlarındaki yerleşim alanlarında iklimin ılıman olması, suyun öz ısısının büyük olması ile açıklanabilir. Deniz veya göllerin yaz aylarında ısınması ve kış aylarında soğuması karalara göre uzun sürer. Suyun öz ısı büyük olduğundan merkezî ısıtma sistemlerinde radyatörlerin uzun süre sıcak kalması için de su kullanılır.

## Örnek Soru

Bakır ve alüminyumdan yapılmış eşit kütleli iki cisme eşit miktarda ısı verildiğinde bakırın sıcaklığının alüminyumun sıcaklığından daha fazla arttığı görülmektedir.

## Bu durum

- I. Bakırın ilk sıcaklığının alüminyumun ilk sıcaklığından büyük olması
- II. Bakırın öz ısısının alüminyumun öz ısısından küçük olması
- III. Başlangıçta bakırdaki ısı miktarının alüminyumdaki ısı miktarından büyük olması

**İfadelerinden hangileri ile açıklanabilir?** (Hâl değişimi olmamaktadır.)

**Cevap:** İki cisme eşit miktarda ısı enerjisi verildiğinde ısı sığası küçük olan cismin sıcaklığı daha fazla artar. Bu durumda bakırın ısı sığası daha küçük olmalıdır. Isı sığası  $C = m \cdot c$ 'dir. Kütleler eşit olduğu için bakırın ısı sığasının küçük olması için öz ısısının küçük olması gerekir (II. doğru). Sıcaklıktaki artma miktarı, ilk sıcaklığa bağlı değildir (I. yanlış). Bir maddenin ısısından bahsedilemez (III. yanlış).





2. Yönerge **Kazanım kavrama soruları çözümlür.**

- ① K ve L maddelerinden yapılan cisimlerin kütleleri sırasıyla  $m$  ve  $2m$ , öz ısıları  $2c$  ve  $c$ 'dir.

**Buna göre**

- I. K ve L farklı maddelerdir.
- II. Cisimlerin ısı sığaları eşittir.
- III. L maddesi K maddesinden daha hızlı ısınır ve soğur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

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

- ② Yemek pişirilen bir tencerede metal kısma dokunduğumuzda elimiz yanar. Ancak tencereyi kulpundan tuttuğumuzda elimiz yanmaz.

**Bu durum**

- I. Metal kısmın öz ısısının küçük olması
- II. Kulpun yapıldığı maddenin öz ısısının büyük olması
- III. Kulpun ısı kaynağından uzak olması

**durumlarından hangileri ile açıklanabilir?**

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

- ③ Su, öz ısısı büyük olan sıvılardan biridir.

**Buna göre**

- I. Araba radyatörlerinde soğutucu olarak su kullanılması
- II. Merkezî ısıtma sistemlerinde radyatörler içerisinde su kullanılması
- III. Denizlerin karalara göre yavaş ısınıp yavaş soğuması

**durumlarından hangilerinin nedeni suyun öz ısısının büyük olmasıdır?**

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

- ④ Günlük hayatta bazı alanlarda kullanılan maddelerin öz ısısının küçük olması istenir.

**Buna göre**

- I. Elektronik devrelerin soğutulmasında kullanılan plakalar
- II. Evlerde ısıtma amaçlı kullanılan yağlı radyatörlerdeki sıvılar
- III. Sobaların içerisine döşenen tuğlalar

**seçilirken hangilerinde öz ısısı küçük olan maddeler tercih edilir?**

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

- ⑤ Karaların sıcaklığı denizlere göre daha hızlı artar.

**Bu durum**

- I. Denizlerin öz ısısı, karaların öz ısısından büyüktür.
- II. Öz ısısı küçük olan maddelerin sıcaklığı daha hızlı yükselir.
- III. Karaların ısısı, denizlerin ısısından fazladır.

**ifadelerinden hangileri ile ilgilidir?**

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

- ⑥ I. Öz ısı

II. Isı sığası

III. İç enerji

**fiziksel niceliklerinden hangileri madde miktarına bağlı değildir?**

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

**5. ÜNİTE > Isı ve Sıcaklık**

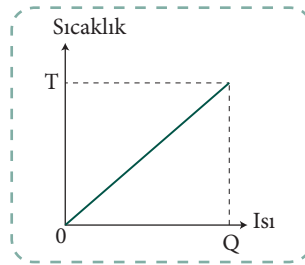
Konu	<b>9.5.1. ISI VE SICAKLIK</b>	⌚ 40 dk.
Kazanımlar	9.5.1.5. Isı alan veya ısı veren saf maddelerin sıcaklığında meydana gelen değişimin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. Deney veya simülasyonlardan yararlanılarak değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemeleri sağlanır. Matematiksel model verilir. Matematiksel hesaplamalara girilmez.	

**1. Yönerge** *Isı alan veya ısı veren saf maddelerin sıcaklığında meydana gelen değişimin bağlı olduğu değişkenler analiz edilir.*

Isının madde üzerindeki etkilerinden biri, maddenin sıcaklığında meydana getirdiği değişimdir. Hâl değişimi olmadığı kabul edilirse ısı alan maddenin sıcaklığı artar, ısı veren maddenin sıcaklığı azalır. Sıcaklık değişimi, alınan veya verilen ısı miktarına, maddenin kütesine ve maddenin öz ısısına bağlıdır.

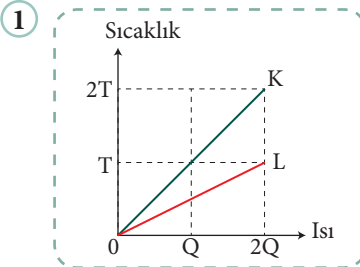
Bir maddenin ısı değişimi  $Q$ , kütesi  $m$ , öz ısısı  $c$  ve sıcaklık değişimi  $\Delta T$  olarak kabul edilirse aralarındaki ilişki  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$  şeklinde ifade edilir.

Bağıntı incelendiğinde sıcaklık değişiminin kütle ve öz ısı ile ters orantılı, verilen veya alınan ısı miktarı ile doğru orantılı olduğu görülür. Bu durumda bir maddeye ait sıcaklık-ısı grafiği Görsel 1'deki gibi olur.



Görsel 1: Sıcaklık-ısı grafiği

Sıcaklık-ısı grafiklerinde ısıtıcının gücü sabit ise ısı eksenini, zaman eksenini olarak da alınabilir. Grafiğin eğiminden yararlanılarak bir maddenin ısı sığası bulunabilir.

**Örnek Sorular**


K ve L cisimlerinin kütleleri sırası ile  $m$  ve  $2m$ 'dir.

**Cisimlerin sıcaklık-ısı grafikleri şekildeki gibi ise öz ısılarının oranı  $\frac{c_K}{c_L}$  kaçtır?**

**Cevap:** Grafikte görüldüğü gibi cisimlere  $Q$  kadar ısı verildiğinde K cisminin sıcaklığı  $2T$ , L cisminin sıcaklığı  $T$  kadar artmıştır. Bu durumda  $Q = m \cdot c_K \cdot 2T$  ve  $Q = 2m \cdot c_L \cdot T$  bağıntıları yazılabilir. Bağıntılardan yararlanılarak  $m \cdot c_K \cdot 2T = 2m \cdot c_L \cdot T$  yazıldığında  $c_K = c_L$  bulunur. Bu durumda  $\frac{c_K}{c_L} = 1$  olur.

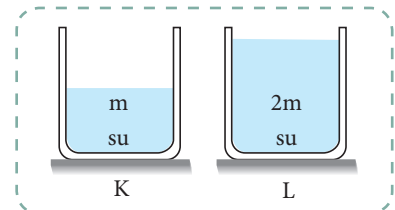
2 K ve L kaplarında bulunan eşit sıcaklıktaki suların kütleleri sırasıyla  $m$  ve  $2m$ 'dir.

**Buna göre**

- Kaplar özdeş ısıtıcılar ile ısıtıldığında K kabındaki su daha erken kaynar.
- Kaplardaki suyun kaynaması için L kabına daha fazla ısı verilmesi gerekir.
- Kaplardaki suya eşit miktarda ısı verildiğinde K kabındaki suyun sıcaklığı  $2\Delta T$  kadar artıyorsa L kabındaki suyun sıcaklığı  $\Delta T$  kadar artar.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

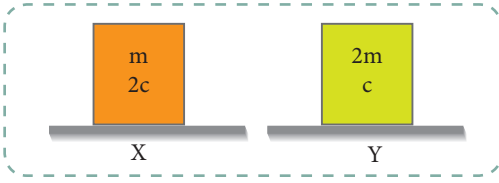
**Cevap:** Bir maddenin sıcaklık değişimi  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$  bağıntısı ile bulunur. Kaplarda aynı madde olduğuna göre her iki kap için öz ısı eşittir. Bu durumda eşit miktarda ısı verildiğinde kütle küçük olan suda sıcaklık artışı hızlı gerçekleşir ve K kabındaki su erken kaynar (I. doğru). Aynı bağıntıya göre L kabındaki su kütle büyük olduğundan kaynama sıcaklığına çıkabilmesi için verilmesi gereken ısı miktarı daha fazladır (II. doğru). Kaplardaki suya eşit miktarda ısı verildiğinde sıcaklık değişimi ısı sığası ile ters orantılı olur (III. doğru).





2. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözümlür.

- 1 Sıcaklıkları birbirine eşit olan şekildeki X ve Y cisimlerinin kütleleri  $m$ , öz ısıları  $c$  cinsinden verilmiştir.



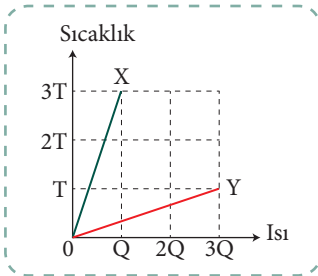
Buna göre

- I. X ve Y cisimleri farklı maddelerden yapılmıştır.
- II. Eşit miktarda ısı verilirse cisimlerin son sıcaklıkları eşit olur.
- III. Cisimler eşit kütleli olsaydı X'in ısı sığası Y'nin ısı sığasından büyük olurdu.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

- 2 Kütleleri sırasıyla  $m$  ve  $2m$  olan X ve Y cisimlerine ait sıcaklık-ısı grafiği aşağıdaki gibidir.



Buna göre cisimlerin öz ısılarının oranı

$\frac{c_x}{c_y}$  kaçtır?

- A)  $\frac{2}{9}$       B)  $\frac{1}{3}$       C)  $\frac{2}{3}$       D) 1      E)  $\frac{3}{2}$

- 3 Kütleleri  $m$ , öz ısıları  $c$  olan bir cisme  $Q$  kadar ısı verildiğinde cismin sıcaklığı  $\Delta T$  kadar artmaktadır.

Buna göre kütleleri  $2m$ , öz ısıları  $c$  olan bir cisme  $Q$  kadar ısı verilirse cismin sıcaklığı kaç  $\Delta T$  artar? (Hâl değişimi olmadığı kabul edilecektir.)

- A)  $\frac{\Delta T}{5}$       B)  $\frac{\Delta T}{4}$       C)  $\frac{\Delta T}{3}$       D)  $\frac{\Delta T}{2}$       E)  $\Delta T$

- 4 T sıcaklığındaki X ve Y sıvıları özdeş ısıtıcılar ile eşit süre ısıtıldığında X sıvısının sıcaklığı  $4T$ , Y sıvısının sıcaklığı  $5T$  olarak ölçülmüştür.

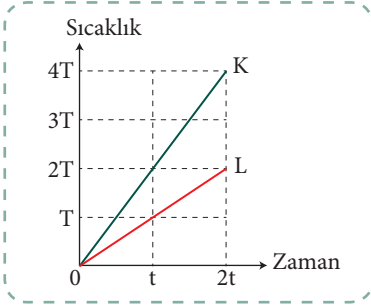
Hâl değişimi olmadığına göre

- I. X sıvısının kütlesi, Y sıvısının kütlesinden büyüktür.
- II. X sıvısının öz ısı, Y sıvısının öz ısından büyüktür.
- III. X sıvısının ısı sığası, Y sıvısının ısı sığasından büyüktür.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

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

- 5) K ve L cisimleri özdeş ısıtıcılar ile ısıtıldığında sıcaklık-zaman grafikleri aşağıdaki gibi olmaktadır.



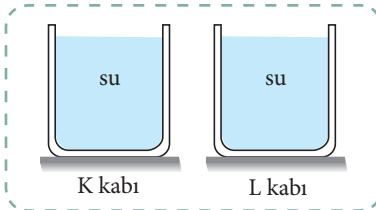
**Cisimlerin kütleleri eşit olduğuna göre**

- I. 0-2t arasında cisimlerin iç enerjilerindeki artma miktarı eşittir.  
II. K ve L cisimlerinin öz ısıları eşittir.  
III. K cisminin öz ısısı, L cisminin öz ısısından küçüktür.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

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

- 6) K ve L kaplarında eşit kütlede su bulunmaktadır. K kabındaki suya Q kadar ısı verildiğinde suyun sıcaklığı  $\Delta T$  kadar artmaktadır.



**Hâl değişimi olmamak şartıyla L kabındaki suya 3Q kadar ısı verilirse suyun sıcaklığı kaç  $\Delta T$  artar?**

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



**BU SAYFA BOŞ  
BIRAKILMIŞTIR**



## 5. ÜNİTE &gt; Isı ve Sıcaklık

Konu	9.5.2. HÂL DEĞİŞİMİ	🕒 40 dk.
Kazanımlar	9.5.2.1. Saf maddelerde hâl değişimi için gerekli olan ısı miktarının bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. Deney veya simülasyonlardan yararlanılarak değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemeleri sağlanır. Matematiksel model verilir. Matematiksel hesaplamalara girilmez.	

## 1. Yönerge

*Saf maddelerde hâl değişimi için gerekli olan ısı miktarının bağlı olduğu değişkenler analiz edilir.*

Maddelerin ısı olarak veya ısı vererek bir fiziksel hâlden başka bir fiziksel hâle geçmesine **hâl değişimi** denir. Madde hâl değiştirirken maddenin sıcaklığı değişmez. Bu nedenle maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri de değişmez. Alınan veya verilen ısı, maddenin molekülleri arasındaki bağ enerjilerini (potansiyel enerjiyi) değiştirerek hâl değiştirmesine neden olur.

**Erime ve Donma**

Bir maddenin ısı olarak katı hâlden sıvı hâle geçmesine **erime**, ısı vererek sıvı hâlden katı hâle geçmesine de **donma** denir.

Sabit atmosfer basıncı altında bir katının sıvı hâle geçtiği sıcaklık değerine **erime sıcaklığı (erime noktası)** denir. Erime sıcaklığındaki bir katının 1 gramına, yine aynı sıcaklıkta sıvı hâle gelmesi için verilmesi gereken ısı miktarına **erime ısısı** denir.  $L_e$  ile gösterilir ve SI'da birimi  $J/kg$ 'dır. Ancak  $cal/g$  veya  $J/g$  olarak da kullanılabilir.

Sabit atmosfer basıncı altında bir sıvının katı hâle geçtiği sabit sıcaklık değerine **donma sıcaklığı (donma noktası)** denir. Donma sıcaklığındaki bir sıvının 1 gramından, yine aynı sıcaklıkta katı hâle gelmesi için alınması gereken ısı miktarına **donma ısısı** denir ve  $L_d$  ile gösterilir.

Bir maddenin erime sıcaklığı donma sıcaklığına, erime ısısı da donma ısısına eşittir. Bu fiziksel nicelikler, maddenin cinsine bağlı olduğundan maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Bir maddenin erime veya donma sıcaklığı sabittir. Basınç veya maddenin saflığı değiştirilirse erime ve donma sıcaklığı da değişir.

**Örnek Soru**

Isıya yalıtılmış bir ortamda sıcaklıkları farklı K ve L katı cisimleri etkileştiğinde K'nin sıcaklığı azalırken L'nin sıcaklığı değişmemiştir.

**Buna göre**

- I. Başlangıçta K cisminin sıcaklığı, L cisminin sıcaklığından büyüktür.
- II. L cismi erimektedir.
- III. K cisminin erime noktası, L cisminin erime noktasından büyüktür.

**İfadelerinden hangileri doğrudur?**

**Cevap:** Sıcaklıkları farklı cisimler etkileştiğinde sıcaklığı büyük olan cisimden sıcaklığı küçük olan cisme ısı geçer. K cisminin sıcaklığı azaldığına göre ısı vermiştir. Bu durumda başlangıçta K cisminin sıcaklığı L cisminin sıcaklığından büyüktür (I. doğru). L cismi ısı aldığı hâlde sıcaklığı değişmemiştir. Isı alan bir katının sıcaklığı değişmiyorsa o katı eriyordur (II. doğru). Sıcaklığı K cisminin sıcaklığından küçük olduğu hâlde eridiğine göre L cisminin erime noktası, K cisminin erime noktasından küçüktür (III. doğru).

**Buharlaşma ve Yoğunlaşma**

Sıvı bir maddenin ısı olarak gaz hâle geçmesine **buharlaşma**, gaz bir maddenin ısı kaybederek sıvı hâle geçmesine **yoğunlaşma** denir.

Kaynama noktasındaki 1 gram sıvının gaz hâle geçmesi için sıvıya verilmesi gereken ısı miktarına **buharlaşma ısısı** denir ve  $L_b$  ile gösterilir. Yoğunlaşma sıcaklığındaki 1 gram gazın sıvı hâle geçmesi için gazın dışarıya vermesi gereken ısı miktarına **yoğunlaşma ısısı** denir ve  $L_y$  ile gösterilir. Bir maddenin buharlaşma ısısı, yoğunlaşma ısısına eşittir.

Maddeler dışarıdan ısı olarak buharlaştıkları için buharlaşma ortamda serinlemeye neden olur. Toprak testi içerisindeki suyun soğumasının veya sıcak bir günde havuzdan çıkan ıslak bir kişinin üşümesinin nedeni budur. Buharlaşma her sıcaklıkta olabilir. Bu nedenle buharlaşma noktasından söz edilemez. Kaynamayan sıvılarda buharlaşma sıvı yüzeyinde gerçekleşir. Buharlaşma miktarını arttırmak için sıvının açık yüzey alanı ve sıcaklığı artırılabilir veya ortamın basıncı azaltılabilir.



Bir kapta bulunan sıvıya ısı verilirse sıvının sıcaklığı ve buharlaşma miktarı artar. Sıvının sıcaklığının artmasıyla meydana gelen buhar basıncının sıvı yüzeyine etki eden basınca eşit olması durumunda sıvı kaynamaya başlar. Kaynama sırasında sıvının sıcaklığı sabit kalır. Sabit atmosfer basıncı altında bütün sıvı maddelerin sıvı hâlden gaz hâle geçtiği sabit sıcaklık değerine **kaynama sıcaklığı (kaynama noktası)** denir. Kaynama noktası maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Sıvı üzerine etki eden basıncın ve maddenin saflığının değiştirilmesi kaynama sıcaklığını da değiştirir. Bir maddenin kaynama noktası, yoğunlaşma noktasına eşittir.

#### Örnek Soru

Maddeler buharlaşırken dışarıdan ısı alır ve bu durum ortamda serinlemeye neden olur.

#### Bu ifade ile

- I. Yazın sıcak günlerinde serinlemek için ele kolonya dökülmesi
- II. Toprak testideki suyun aynı ortamdaki cam sürahideki sudan soğuk olması
- III. Kesilerek kısa bir süre güneş altında bekletilen karpuzun yeni kesilen karpuzdan daha serin olması

#### durumlarından hangileri açıklanabilir?

**Cevap:** Kolonya kolay buharlaşabilen bir sıvıdır. Yazın sıcak günlerinde ele dökülen kolonya buharlaşırken elden ısı alır ve serinlemeye neden olur (I. doğru). Toprak testinin gözeneklerinden sızan su buharlaşırken ortamdaki ısı alır ve testideki suyun soğumasını sağlar (II. doğru). Karpuz kesilerek bir süre güneş ışığı altında bekletildiğinde su buharlaşmaya başlar. Su buharlaşırken karpuzdan ısı alır ve sıcaklığın bir miktar düşmesine neden olur (III. doğru).

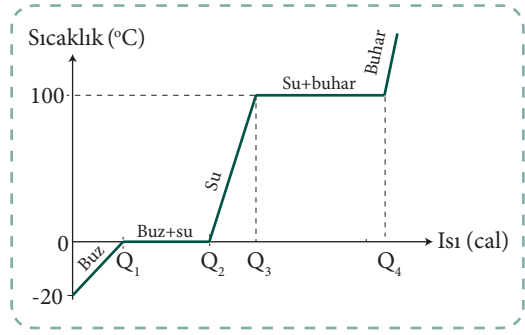
#### Süblimleşme ve Kırağlaşma

Katı hâldeki bazı maddeler ısı alınca sıvı hâle geçmeden doğrudan gaz hâle geçer. Bu olaya **süblimleşme** denir. Naftalin ve iyot süblimleşebilen maddeler arasındadır.

Gaz hâlindeki bazı maddeler ısı kaybettiklerinde sıvı hâle geçmeden doğrudan katı hâle geçerler. Bu olaya **kırağlaşma** denir. Uçak motorundan çıkan su buharının aniden katılaşıp iz bırakmasının nedeni kırağlaşmadır.

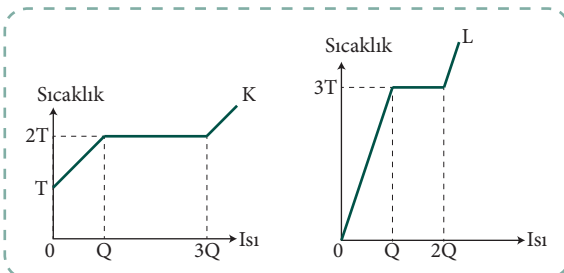
Hâl değişimi sırasında alınması veya verilmesi gereken ısı miktarı, maddenin cinsine ve kütlesine bağlıdır. Maddenin hâl değişim ısısı  $L$  ve kütlesi  $m$  olarak alınırsa alınması veya verilmesi gereken ısı miktarı  $Q = m \cdot L$  bağıntısı ile bulunur.

Deniz seviyesinde ve 1 atm basınç altındaki, sıcaklığı erime sıcaklığından küçük olan bir buz kalıbına ısı verildiğinde buzun sıcaklığı bir süre artar.  $0^\circ\text{C}$ 'ye geldiğinde buz hâl değiştirmeye başlar ve buzun tamamı eriyinceye kadar sıcaklık değişmez. Hâl değişiminden sonra da ısı verilmeye devam edildiğinde sıcaklık artar ve su  $100^\circ\text{C}$ 'de kaynamaya başlar. Sıvının tamamı buharlaşmaya kadar sıcaklık değişmez. Bu durumda buzun su buharı olana kadarki sıcaklık-ısı grafiği Görsel 1'deki gibi olur.



Görsel 1: Buzun su buharı olana kadarki sıcaklık-ısı grafiği

#### Örnek Soru



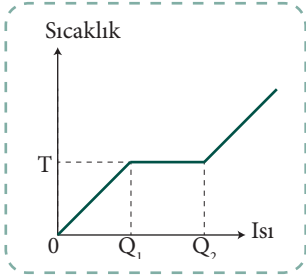
Eşit kütleli K ve L katılarına ait sıcaklık-ısı grafikleri şekildeki gibidir.

K ve L katılarının erime ısıları  $\frac{L_K}{L_L}$  oranı kaçtır?

**Cevap:** Grafikler incelendiğinde K'nin erimesi için  $2Q$ , L'nin erimesi için  $Q$  kadar ısı verildiği görülür. Kütleleri  $m$  olarak kabul edilip bağıntıda yerlerine konulursa  $2Q = m \cdot L_K$  ve  $Q = m \cdot L_L$  eşitlikleri elde edilir. Eşitlikler taraf tarafa oranlanırsa  $\frac{L_K}{L_L} = 2$  bulunur.

**2. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözümler.**

- 1 Bir sıvıya ait sıcaklık-ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre sıvının buharlaşma ısısının hesaplanabilmesi için kütlesi ile birlikte grafikteki

- I.  $T$   
 II.  $Q_1$   
 III.  $Q_2$   
 niceliklerinden hangilerinin bilinmesi gerekir?

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

- 2 **Kaynama ve buharlaşma ile ilgili**

- I. Kaynama sırasında sıvının her yerinden buharlaşma olurken kaynamayan sıvıda sadece yüzeyden buharlaşma olur.  
 II. Kaynama belirli bir sıcaklıkta gerçekleşir, buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşir.  
 III. Kaynama için ısıya ihtiyaç duyulurken buharlaşma için ısıya ihtiyaç yoktur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

- 3 Bir maddenin saflığı değiştirilerek erime ve donma noktası değiştirilebilir.

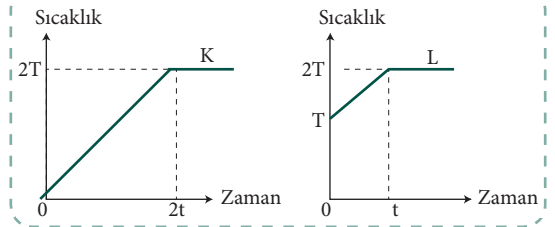
**Buna göre**

- I. Kış aylarında buzlu yollara tuz dökülmesi  
 II. Araba radyatörlerine antifiriz konulması  
 III. Kış aylarında uçak pistlerinin alkolle yıkanması

eylemlerinden hangilerinin amacı, erime veya donma noktalarının değiştirilmesidir?

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

- 4



Isıca yalıtılmış bir ortamda K ve L katıları özdeş ısıtıcılar ile ısıtıldığında bu katılara ait sıcaklık-zaman grafiği şekildeki gibi olmaktadır.

**Buna göre**

- I. K ve L aynı maddedir.  
 II. Maddelerin ısı sığaları eşittir.  
 III. L'nin ısı sığası, K'nin ısı sığasından büyüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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





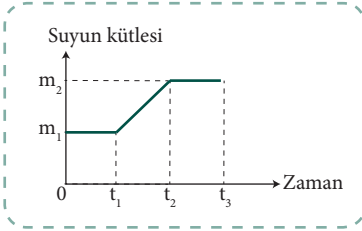
5 Bir sıvının kaynama sıcaklığı

- I. Sıvının cinsine
- II. Sıvının kütlesine
- III. Isıtıcının gücüne

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

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

6 Deniz seviyesinde ve ısıca yalıtılmış bir ortamda bulunan bir kaptaki suya bir buz kalıbı konulduğunda suyun kütlesinin zamanla değişim grafiği şekildeki gibi olmaktadır.



Buna göre

- I. Buzun ilk sıcaklığı  $0^{\circ}\text{C}$ 'den küçüktür.
- II. Buzun tamamı erimiştir.
- III. Suyun ilk sıcaklığı  $0^{\circ}\text{C}$ 'den büyüktür.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

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



## 5. ÜNİTE &gt; Isı ve Sıcaklık

Konu	<b>9.5.3. ISIL DENGE</b> <b>9.5.5. GENLEŞME</b>	🕒 80 dk.
Kazanımlar	9.5.3.1. Isıl denge kavramının sıcaklık farkı ve ısı kavramı ile olan ilişkisini analiz eder. b) Isıl denge ile ilgili matematiksel hesaplamalara girilmez. 9.5.5.1. Katı ve sıvılarda genleşme ve büzülme olaylarının günlük hayattaki etkilerini yorumlar. b) Su ve buzun özkütle, öz ısıları karşılaştırılarak günlük hayata etkileri üzerinde durulur. c) Genleşme ile ilgili matematiksel hesaplamalara girilmez.	

1. Yönerge **Isıl denge kavramının sıcaklık farkı ve ısı kavramı ile olan ilişkisi incelenir.**

Bir arada bulunan farklı sıcaklıktaki maddelerin ısı alışverişi sonucu sıcaklıklarının eşitlenmesine **ısı denge** denir.

- Isı enerjisi, yüksek sıcaklıktaki maddeden düşük sıcaklıktaki maddeye doğru aktarılır.
- Isı alışverişinde cisimler arasında alınan ve verilen ısı enerjileri eşittir.
- Isı alışverişi, cisimlerin sıcaklıkları eşit oluncaya kadar devam eder.
- Cisimlerin ısı dengeye ulaştığı sıcaklık değerine **denge sıcaklığı** denir.
- Denge sıcaklığı, ısı sığası büyük olan maddenin sıcaklığına daha yakındır.
- $T_1 > T_2$  sıcaklıklarına sahip iki madde yalıtılmış bir ortamda ısı dengeye ulaştıklarında denge sıcaklığı

$$T_1 \geq T_D \geq T_2$$

olur. Eşitlik hâli ancak en az bir maddenin başlangıçta hâl değişim sıcaklığında olması ile gerçekleşir.

## Örnek Sorular

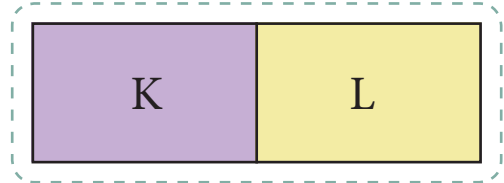
- 1 Farklı sıcaklıktaki K ve L maddeleri ısıca yalıtılmış bir ortamda temas ettiriliyor.

**Buna göre**

- Cisimlerin sıcaklık değişimleri eşittir.
- Alınan ve verilen ısı enerjileri eşittir.
- Isı enerjisinin akış yönü K'den L'ye doğrudur.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

**Cevap:** Cisimlerin ilk sıcaklıkları bilinmediği için sıcaklık değişimleri ve ısı enerjisinin akış yönü hakkında kesin bir şey söylenemez. Ancak ısı alışverişi sadece cisimler arasında olduğu için alınan ve verilen ısı enerjileri birbirine eşittir. Buna göre sadece I. yargı doğrudur.



- 2 0°C'de bir miktar buz ile 30°C'de bir miktar su ısıca yalıtılmış bir ortamda aynı kaba konularak sıcaklıkları dengeye gelinceye kadar beklenmektedir.

**Buna göre denge sıcaklığı ile ilgili**

- 0°C olur.
- 15°C olur.
- 30°C olur.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

**Cevap:** Denge sıcaklığı, buzda hâl değişimi olacağı için 0°C ve suyun sıcaklığı azalacağı için 15°C olabilir.

- 3 Isıca yalıtılmış ortamda katı X ve Y cisimleri temas ettirilmektedir.

**Cisimler arasında ısı alışverişi gerçekleşmediğine göre X ve Y cisimleri için**

- Isı
- Sıcaklık
- Isı sığası

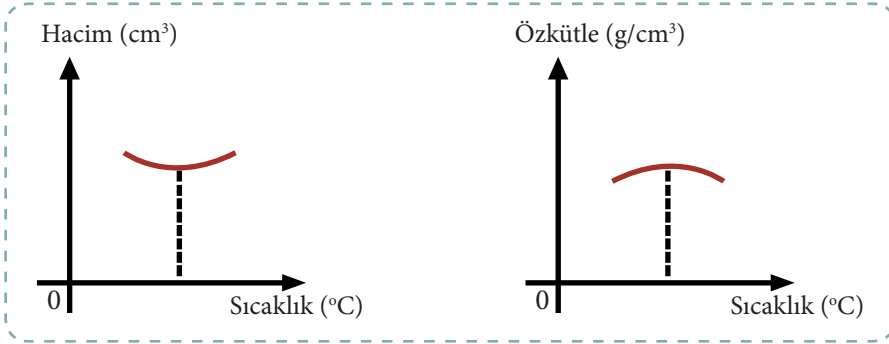
**niceliklerinden hangileri kesinlikle eşittir?**

**Cevap:** Temas hâlindeki cisimler arasında ısı alışverişi olmaması cisimlerin sadece sıcaklıklarının eşit olduğunu gösterir.



## 2. Yönerge Genleşme ve büzülme olaylarının tanımı yapılır. Suyun genleşmesi incelenir.

Isı alarak sıcaklıkları artan maddelerin hacimlerinde meydana gelen artışa **genleşme** denir. Isı vererek sıcaklıkları düşen maddelerin hacimlerinde meydana gelen azalmaya **büzülme** denir. Genleşme ve büzülme miktarı; maddenin cinsi, sıcaklık değişimi ve madde miktarı ile doğru orantılıdır.



Görsel 1: Suyun sıcaklığa bağlı hacim ve özkütle değişim grafikleri

0°C'den 4°C'ye kadar ısıtılan suyun sıcaklığı ve özkütlesi artarken hacmi azalır. Sıcaklığı 4°C'yi geçtikten sonra da ısıtmaya devam ederse hacmi artarken özkütlesi azalır. Dolayısı ile 4°C'de suyun hacmi en küçük, özkütlesi en büyük olur (Görsel 1).

Suyun buza dönüşürken hacmi artarak özkütlesi azalır. Dolayısıyla buzun özkütlesi suyun özkütlesinden küçük olur ve buz suda yüzer.

Kütleleri eşit buz ve suyun sıcaklıklarını eşit miktarda arttırmak için gereken ısı miktarları da farklıdır.

Suyun genleşmesinin birçok sınıvınkinden farklı olması, doğadaki yaşam için oldukça önemlidir. Buzun sudan daha düşük özkütleye sahip olması deniz ve göllerde donma olayının yüzeyde oluşmasını sağlar.

### Örnek Sorular

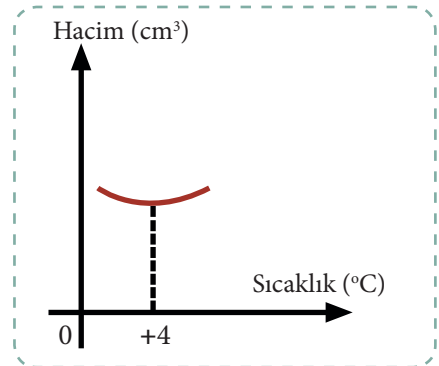
1 Şekilde suya ait hacim–sıcaklık grafiği verilmiştir.

**Buna göre**

- Suyun 2°C'deki hacmi, 3°C'deki hacminden büyüktür.
- Suyun 2°C'deki özkütlesi, 3°C'deki özkütlesinden küçüktür.
- Suyun 2°C'deki özkütlesi, 3°C'deki özkütlesine eşittir.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

**Cevap:** Su 0°C'den +4°C'ye kadar ısıtıldığında sıcaklığı artarken hacmi azalır ve özkütlesi artar. Bundan dolayı 2°C'deki hacmi, 3°C'deki hacminden büyüktür. 2°C'deki özkütlesi ise 3°C'deki özkütlesinden küçük olur.



2 Sıvıların çoğunun katı hâle geçerken hacmi azalır ve özkütlesi artar. Eğer suyun genleşmesi de çoğu sıvı gibi olsaydı bu durumun göl ve denizlerdeki canlı yaşamına etkisi nasıl olurdu?

**Cevap:** Suyun katı hâle geçerken hacmi azalır ve özkütlesi artardı. Oluşan buzun özkütlesi daha büyük olacağı için buz suda batardı. Buz tabakası göl ve denizlerde yüzeyden değil, tabandan itibaren oluşmaya başlardı. Dolayısıyla göl ve denizler buz tuttuğunda canlıların yaşam alanları olan bu sular ve içindeki canlılar tamamen donardı.

## 3. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözülür.

### Sorular

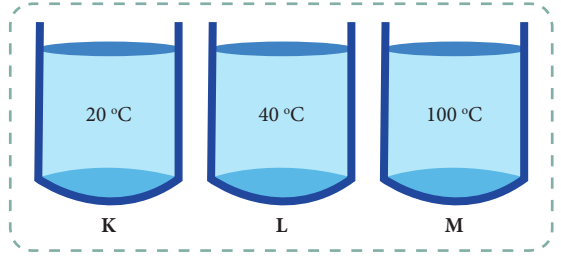
1 Sıcaklıkları sırasıyla T ve 2T olan X ve Y cisimleri ısıca yalıtılmış bir ortamda temas ettiriliyor.

**Buna göre**

- X'in sıcaklığı artar.
- Y'nin iç enerjisi artar.
- Isı enerjisinin akış yönü Y'den X'e doğrudur.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

- 2) Şekilde sıcaklıkları sırasıyla 20 °C, 40 °C ve 100 °C olan K, L ve M kaplarında ısı sığaları farklı sular bulunmaktadır. K ve L sıvıları karıştırılınca denge sıcaklığı  $T_1$ , K ve M karıştırılınca denge sıcaklığı  $T_2$  olmaktadır.



Buna göre  $\frac{T_1}{T_2}$  oranı

- I. 1/2'dir.
- II. 1'dir.
- III. 3/2'dir.

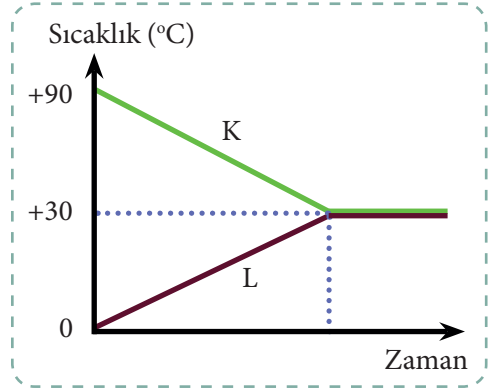
yargılarından hangileri olabilir?

- 3) 90 °C ve 0 °C sıcaklığındaki aynı cins K ve L sıvıları ısıca yalıtılmış bir kapta karıştırılmıştır.

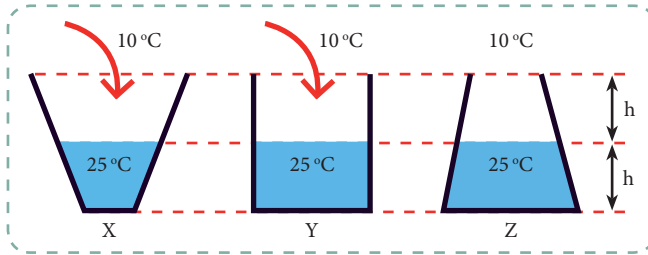
Sıvıların sıcaklıklarının değişimi şekildeki gibi olduğuna göre

- I. K'nin iç enerjisi azalmıştır.
- II. K'nin kütlesi L'den küçüktür.
- III. K'den L'ye sıcaklık geçişi olmuştur.

yargılarından hangileri doğrudur?



- 4) Şekildeki X, Y ve Z kaplarında 25 °C sıcaklığında sular bulunmaktadır.



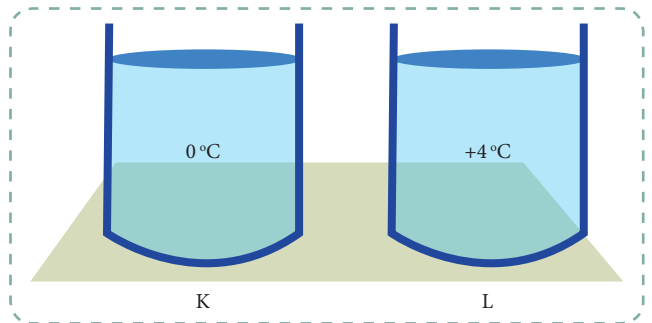
Bu kaplar 2h seviyesine kadar 10 °C sıcaklığında su ile doldurulduğuna göre kaplarda oluşan karışımların denge sıcaklıklarını sıralayınız.

- 5) Şekilde K ve L kaplarında sıcaklıkları sırasıyla 0 °C ve +4 °C olan sular bulunmaktadır.

Bu sulara sıcaklıkları 25 °C oluncaya kadar ısı verildiğine göre

- I. K kabındaki suyun hacmi sürekli artar.
- II. L kabındaki suyun hacmi sürekli artar.
- III. L kabındaki suyun özgül ısı değişimi daha büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?



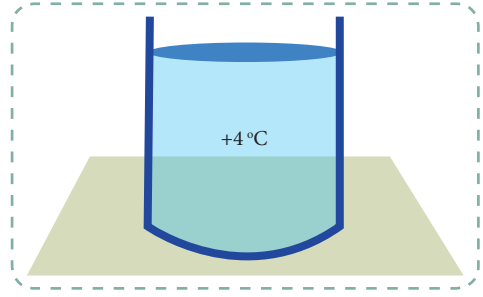


- 6) Şekildeki kap, üst kısmında az bir boşluk kalacak şekilde  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklığındaki su ile doldurulmuştur.

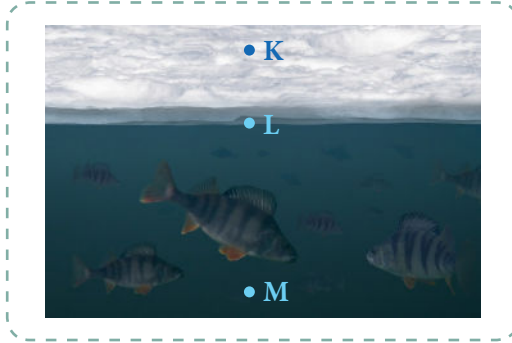
**Buna göre**

- I. Suyu ısıtmak
- II. Suyu soğutmak
- III. Kaba, su ile karışmayan ve özkütlesi sudan büyük bir sıvı eklemek

**işlemlerinden hangileri yapılırsa kaptan su taşabilir?**



- 7) Hava sıcaklığının  $-20^{\circ}\text{C}$  olduğu bir ortamda görselde gösterilen buzun üst kısmındaki K, buzun alt kısmındaki L, tabandaki M noktalarının sıcaklıkları sırasıyla  $T_K$ ,  $T_L$  ve  $T_M$  olduğuna göre  $T_K$ ,  $T_L$  ve  $T_M$  sıcaklıklarını sıralayınız.



- 8) Isı verilen maddelerin boyutları artar. Mühendislik hesaplarında bu durum dikkate alınarak işlemler yapılır. Aşağıdaki tabloda verilen örneklerle benzerlik gösteren, genişmenin ve büzülmenin etkili olduğu durumlara üçer örnek yazınız.

Genleşme özelliğinin etkili olduğu durumlar	Büzülme özelliğinin etkili olduğu durumlar
Açılmayan konserve kavanozunun metal kapaklığını ısıtarak açmak	Konserve yaparken metal kapaklı kavanozları kaynattıktan sonra soğumaya bırakmak
1.	1.
2.	2.
3.	3.

- 9) Genleşmesi önemsiz düzgün K, L ve M kapları ağızlarına kadar sırasıyla  $4^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$  ve  $8^{\circ}\text{C}$  saf su ile doludur.
- a) Buna göre kaplar  $2^{\circ}\text{C}$  sıcaklığı olan bir ortama götürülüp yeterince beklendiğinde sıvıların taşıp taşmayacağı hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.
  - b) Kaplar  $5^{\circ}\text{C}$  sıcaklığı olan bir ortama götürülüp yeterince beklendiğinde sıvıların yüksekliğindeki değişim hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.

- 10) Aşağıdaki olaylardan hangileri genişlemenin olumsuz etkisi sonucu gerçekleşmiş olabilir?

- I. Gözlük camlarının buğulanması
- II. Asfalt ziftinin yüzeyde toplanması
- III. Su dolu cam şişenin buzlukta patlaması
- IV. Kış günlerinde elektrik tellerinin kopması

A) Yalnız I.

B) II ve III.

C) III ve IV.

D) I, II ve III.

E) II, III ve IV.

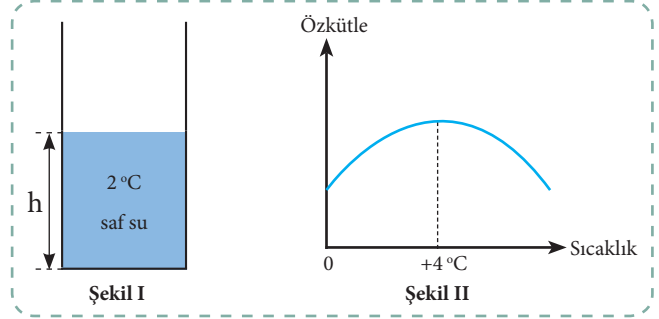
- 11) Mutfak, banyo gibi mekânların zeminlerine fayanslar, aralarında boşluk bırakılarak döşenir.

**Aşağıdakilerden hangileri bu açıklama ile aynı ilkeye dayanarak yapılır?**

- I. Tren rayları arasına boşluk bırakılması
- II. Pencereerde iki cam arasına boşluk bırakılması
- III. Tenceredeeki sütün taşmaması için metal kaşık kullanılması
- IV. Direklerdeki telefon tellerinin döşenirken gevşek bırakılması

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

- 12) Şekil I'de verilen genleşmesi önemsiz kaptaki saf suya ait özkütle-sıcaklık grafiği Şekil II'deki gibidir. Kaptaki saf suyun yüksekliği  $h$ ,  $T_1$  sıcaklığında artarken  $T_2$  sıcaklığında azalmaktadır. Saf suyun özkütlesi ise  $T_1$  sıcaklığında  $d_1$ ,  $T_2$  sıcaklığında  $d_2$  olmaktadır.



**Buna göre**

- I.  $T_1 > T_2$  ise  $d_1 < d_2$
- II.  $T_1 > T_2$  ise  $d_1 > d_2$
- III.  $T_2 > T_1$  ise  $d_1 < d_2$

**Yargılarından hangileri doğru olabilir?**

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

- 13) I. Yazın gözlük camlarının düşmesi  
II. Termometredeki cıva seviyesinin azalması  
III. Kalorifer yanındaki şişmiş balonun patlaması  
IV. Sıcak bardağa soğuk su konulduğunda bardağın çatlaması

**Yukarıda verilen genleşme ve büzülme olayları aşağıdakilerden hangisinde doğru gruplandırılmıştır?**

	<u>Genleşme</u>	<u>Büzülme</u>
A)	III ve IV.	I ve II.
B)	I ve III.	II ve IV.
C)	I ve II.	III ve IV.
D)	II ve III.	I ve IV.
E)	I ve IV.	II ve III.

- 14) **Aşağıdaki olaylardan hangisinde genleşme olayı etkilidir?**

- I. Şimşek çaktığında gök gürültüsünün oluşması
- II. Kaya içindeki suların kayayı çatlatarak küçük parçalara ayırması
- III. Çok soğuk ve çok sıcak gıdaların art arda tüketilmesi sonucu dişlerin çatlaması
- IV. Brülör ateşi söndürüldüğünde sıcak hava balonunun aşağıya inmesi

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



**BU SAYFA BOŞ  
BIRAKILMIŞTIR**

## 6. ÜNİTE &gt; Elektrostatik

Konu	9.6.1. ELEKTRİK YÜKLERİ	⌚ 80 dk.
Kazanımlar	9.6.1.1. Elektrikle yüklenme çeşitlerini örneklerle açıklar. a) Yük, birim yük ve elektrikle yüklenme kavramları verilir. b) Elektrikle yüklenmede yüklerin korunumlu olduğu vurgulanmalıdır. c) Elektroskopun yük cinsinin tayininde kullanılmasına örnekler verilir. 9.6.1.2. Elektriklenen iletken ve yalıtkan maddelerde yük dağılımlarını karşılaştırır. c) Topraklama olayı açıklanarak günlük hayattaki önemi vurgulanır.	
Gerekli Materyaller: Genel ağ bağlantılı bilgisayar, farklı materyallerden yapılmış kalemler, kâğıt.		

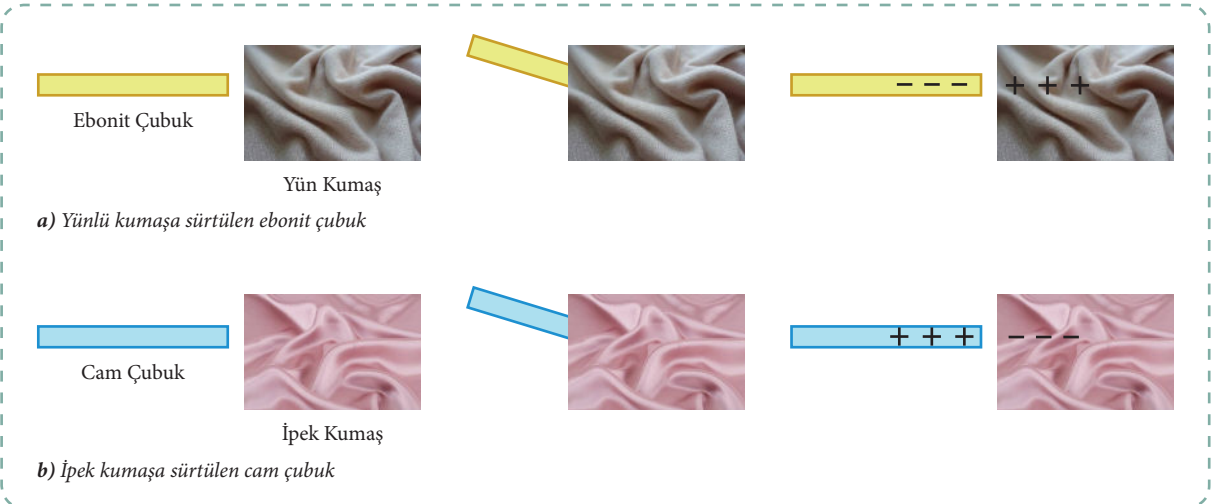
1. Yönerge **Yük, elemanter yük ve elektrikle yüklenme kavramları açıklanır.**

Maddenin yapı taşı olan atomlar; elektron, proton ve nötronlardan oluşur. Doğada bulunan bütün maddeler nötr olma eğilimindedir. Yani bir etki olmadığı sürece proton ve elektron sayıları eşittir. Nötr madde, herhangi bir şekilde elektron verirse ya da alırsa elektrikle yüklenmiş olur. Elektron kaybeden maddeler (+) yüklü, elektron alan maddeler (-) yüklü hâle gelir. Elektrik yükü  $q$  ile gösterilir ve birimi SI'da **coulomb** (kulon) olup sembolü **C**'dir. Bir elektronun sahip olduğu yük miktarı olan  $1,6 \times 10^{-19}$  C'a **elemanter yük** adı verilir.

Bir maddenin elektron kaybetmesi veya kazanması olayına **elektriklenme** denir. Cisimler; sürtünme, dokunma ve etki ile elektrikleenebilir. Elektrikle yüklenme sırasında toplam yük sabit kalır yani yük korunur. Fotokopi makinesinde mürekkebin kâğıda yapışması, otomobillerin fabrikalarda pürüzsüz boyanması cisimlerin elektriklelenmesinden faydalanılarak gerçekleştir.

2. Yönerge **Sürtünmeyle elektriklelenme açıklanır.**

Sürtünmeyle elektriklelenme, uygun seçilmiş iki yalıtkan malzemenin birbirine sürtülmesi ile gerçekleşir. Sürtünmeyle elektrikleenecek maddeler seçilirken ebonit ile yün, cam ile ipek gibi birinin elektron verme, diğerinin elektron alma eğiliminde olduğu maddeler tercih edilir. Bu tür maddeler sürtündüğünde biri elektron kaybederken diğeri kazanır. Böylece, birbirine sürtünen maddeler eşit miktarda ve zıt yükle yüklenmiş olur (Görsel 1.a,b).



Görsel 1: Sürtünme sonucu cisimlerin elektriklelenmesi

## Örnek Soru

**Şimşek ve yıldırım olaylarını açıklayınız.**

**Cevap:** Hava akımları, bulutların sürtünmeyle elektriklelenmesine neden olur. Sürtünme sonucu yüklenen bulutlardaki statik elektrik başka bir buluta akarsa şimşek, toprağa akarsa yıldırım meydana gelir.





### 3. Yönerge Aşağıdaki etkinlik uygulanır. Etkinlikle ilgili sorular çözülür.

- Farklı malzemelerden yapılmış kalemleri saçınıza sırayla sürtüp küçük kâğıt parçacıklarına yaklaştı-  
rınız.

1 Hangi malzemelerden yapılmış kalemler saça sürtüldükten sonra kâğıt parçacıklarını çekmiştir?  
Nedenini açıklayınız.

---



---



---



---

2 Kaleme yapışan kâğıt parçacıklarının bir süre sonra düştüğü görülür. Bunun nedeni nedir? Açık-  
layınız.

---



---



---

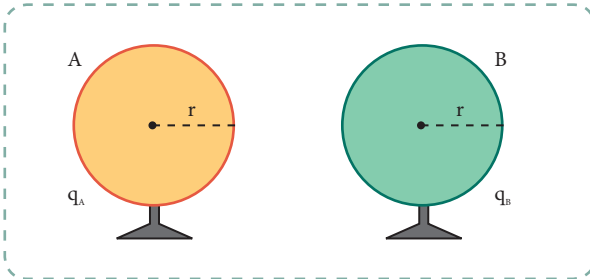


---

### 4. Yönerge Dokunmayla elektriklenme açıklanır.

Dokunmayla elektriklenme, en az biri yüklü iletken cisimlerin birbirine teması sırasında elektron geçişi  
ile gerçekleşir ve cisimler, toplam yükü büyüklükleri (kapasiteleri) oranında paylaşırlar.

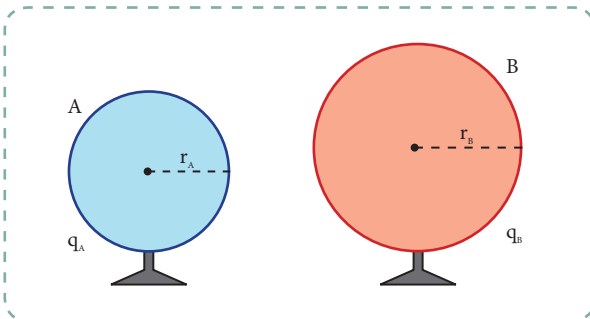
Yalıtkan ayaklar üzerinde duran özdeş, yüklü, iletken A ve B kürelerinin yükleri sırasıyla  $q_A$  ve  $q_B$ , yarı-  
çapları ise  $r$ 'dir (Görsel 2). Birbirlerine dokundurulmuş bu kürelerin son yükleri ( $q_A'$  ve  $q_B'$ )



$$q_A' = q_B' = \frac{q_A + q_B}{2} \text{ ile bulunur.}$$

Görsel 2: Yüklü, özdeş A ve B iletken küreleri

Yalıtkan ayaklar üzerinde duran farklı büyüklükteki, yüklü, iletken A ve B kürelerinin yükleri sırası-  
yla  $q_A$  ve  $q_B$ , yarıçapları ise  $r_A$  ve  $r_B$ 'dir (Görsel 3). Birbirlerine dokundurulmuş bu kürelerin son yükleri  
( $q_A'$  ve  $q_B'$ )



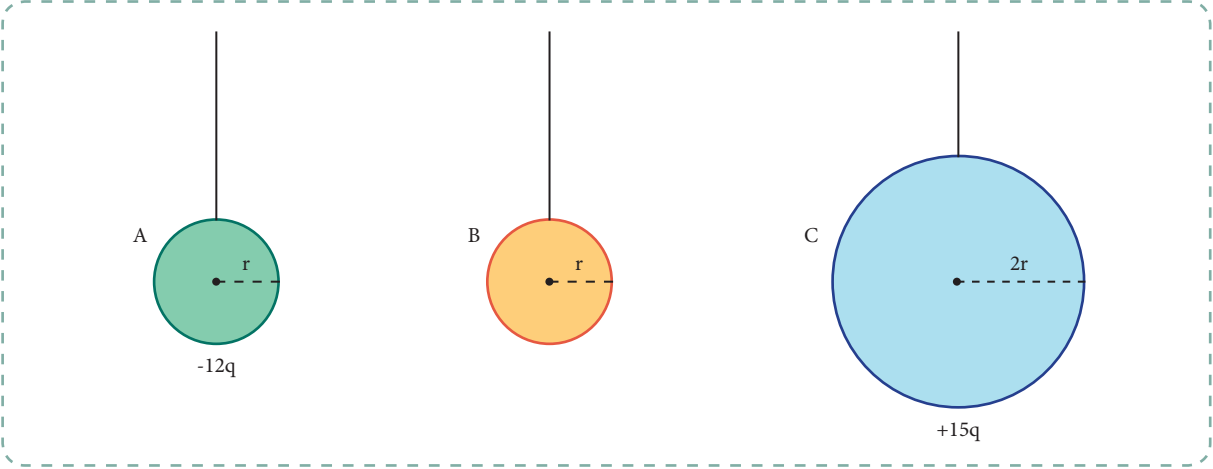
$$\frac{q_A'}{q_A + q_B} = \frac{r_A}{r_A + r_B} \text{ ve}$$

$$\frac{q_B'}{q_A + q_B} = \frac{r_B}{r_A + r_B} \text{ ile bulunur.}$$

Görsel 3: Farklı büyüklükteki özdeş A ve B iletken küreleri

## Örnek Soru

-12q yüke sahip, r yarıçaplı iletken A küresi, r yarıçaplı nötr iletken B küresine yalıtkan ipinden tutularak dokundurulmaktadır. Daha sonra B küresi, yalıtkan ipinden tutularak +15q yüke sahip, 2r yarıçaplı iletken C küresine dokundurulmaktadır.



Buna göre A, B ve C iletken kürelerinin son yükleri ne olur?

Cevap:

$$q_A' = q_B' = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{-12q}{2} = -6q$$

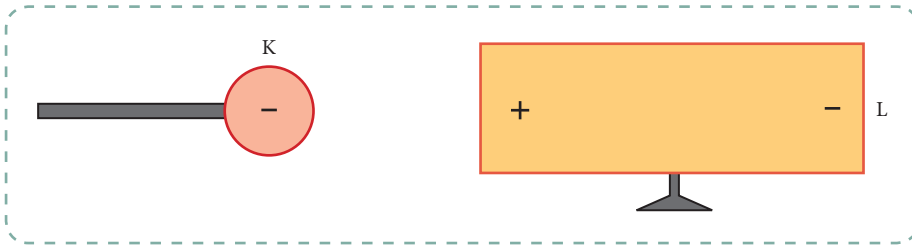
$$\frac{q_B'}{q_B + q_C} = \frac{r_B}{r_B + r_C} \quad \frac{q_B}{-6q + 15q} = \frac{r}{r + 2r} \Rightarrow q_B' = +3q$$

$$\frac{q_C'}{q_B + q_C} = \frac{r_C}{r_B + r_C} \quad \frac{q_C}{-6q + 15q} = \frac{2r}{r + 2r} \Rightarrow q_C' = +6q$$

### 5. Yönerge Etkiyle elektriklenme açıklanır.

Etki ile elektriklenmede etkileşen cisimler arasında temas yoktur. Yüklü bir cisim nötr iletkene yaklaştırıldığında yüklü cismin etkisiyle nötr iletken üzerindeki elektronlar harekete geçer. İletken cismin yüklü cisme yakın olan ucu zıt yükle, uzak olan ucu ise aynı tür yükle yüklenir.

(-) yüklü K cismi, nötr iletken L cismine yaklaştırıldığında L cismi üzerindeki elektronları kendisine en uzak noktaya doğru iter. Böylece L cisminin K cismine yakın olan ucu (+), uzak olan ucu (-) ile yüklenir (Görsel 4). Etkiyle elektriklenen cismin üzerindeki net yük sıfır olup sadece etki sonucu yükler kutuplanır.

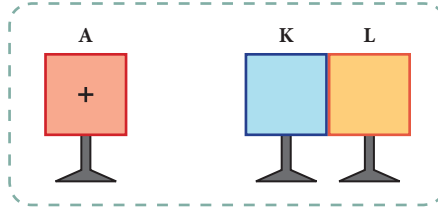


Görsel 4: Etki ile elektriklenme



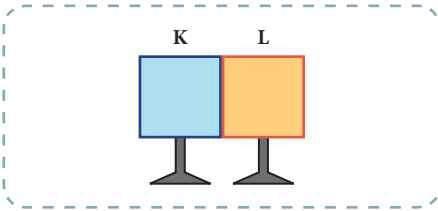
## Örnek Soru

(+) yüklü A cismi ile birbirine temas eden K ve L nötr iletken cisimleri yalıtkan ayaklar üzerinde durmaktadır. A cismi, K cisminin yakınındayken K ve L cisimleri yalıtkan ayaklarından tutularak birbirinden ayrılmaktadır.

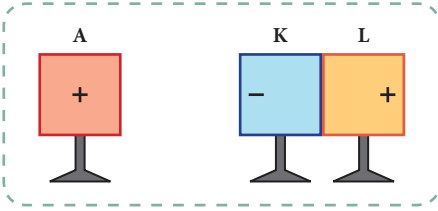


Buna göre K ve L cisimlerinin son yükleri ne olur?

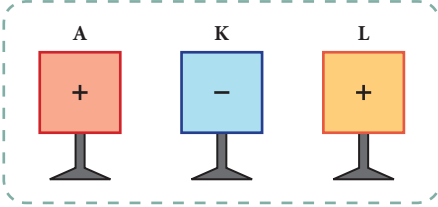
Cevap:



K ve L iletken cisimleri nötr olduğuna göre üzerlerindeki elektron ve proton sayıları eşittir.



(+) yüklü A cismi K cisminin yakınına getirilince elektronlar, (+) yükün etkisi ile K cismine hareket eder.



Bu sırada K ve L iletken cisimleri birbirinden ayrılırsa K cismi (-) yükle, L cismi ise (+) yükle yüklenmiş olur.

### 6. Yönerge Aşağıdaki etkinlikler uygulanır.

1 ● Bağlantıdaki simülasyonu inceleyiniz.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_tr.html)

- Simülasyondaki balonu kazağa sürtünüz. Balonu sağ taraftaki duvara yaklaştırınız.
- Simülasyonda hangi tür elektriklenmelerin gerçekleştiğini açıklayınız.

---



---

2 ● Bağlantıdaki simülasyonu inceleyiniz.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_tr.html)

- Adamın ayağını hareket ettiriniz ve oluşan yük hareketine dikkat ediniz.
- Adamın elini hareket ettiriniz ve oluşan yük hareketine dikkat ediniz.
- Simülasyonda hangi tür elektriklenmelerin gerçekleştiğini açıklayınız.

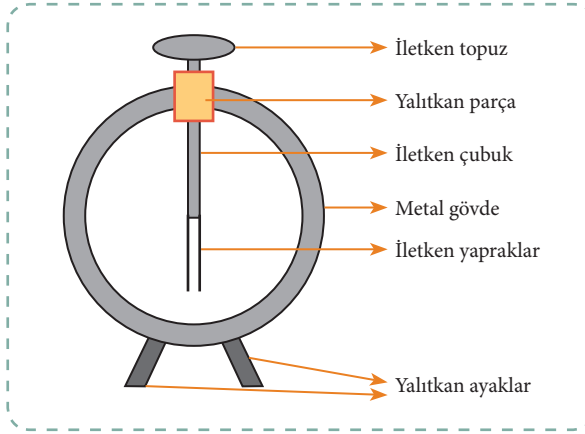
---



---

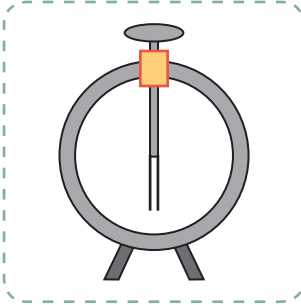
**7. Yönerge** Elektroskop tanıtılır ve elektroskopun yük tayininde kullanımı açıklanır.

**Elektroskop**, bir cismin elektrikle yüklü olup olmadığını, yüklü ise hangi tür yük ile yüklü olduğunu anlamamızı sağlayan araçtır. Elektroskopun yapısı Görsel 5'te gösterilmiştir.

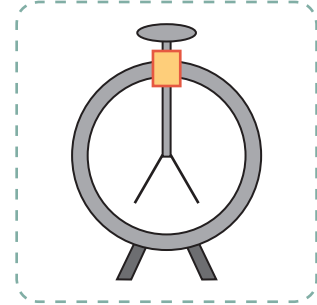


Görsel 5: Elektroskopun yapısı

Elektroskopun yaprakları kapalı ise elektroskop yüksüz (Görsel 6), açık ise yüküdür (Görsel 7).



Görsel 6: Yüksüz elektroskop



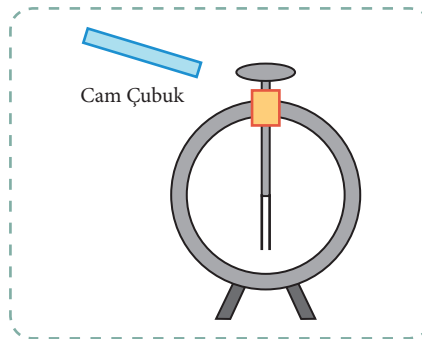
Görsel 7: Yüklü elektroskop

Bir cismin elektrik yükünün türü, yük türü bilinen elektroskopun topuzuna bu cismin yaklaştırılması ya da dokundurulması ile bulunabilir. Cisim yaklaştırıldığında elektroskopun yaprakları kapanırsa cisim elektroskopla zıt, daha çok açılsa aynı tür yükle yüküdür.

Yüklü elektroskopun yaprakları arasındaki açının büyüklüğü, elektroskopun yük miktarı ile doğru orantılıdır.

**Örnek Sorular**

- İpek parçasına sürtülerek yüklenen cam çubuğun ucu, yüksüz elektroskopun topuzuna dokundurulup uzaklaştırılmaktadır.

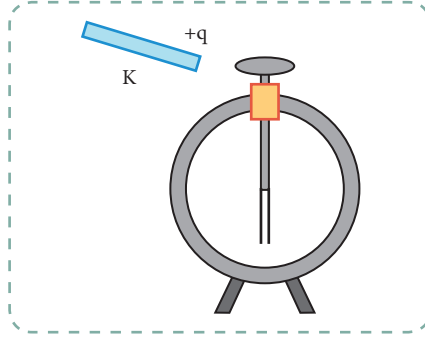


**Buna göre elektrik yüklerinin hareket yönü, cam çubuğun ve elektroskopun son yük türü ne olur?**

**Cevap:** Cam çubuk, ipek parçasına sürtülünce (+) yük ile yüklenir. Çubuk elektroskopa dokununca elektroskoptan kendisini nötrleyecek kadar elektron çeker. Sonuç olarak cam çubuk nötr olmuş, elektroskop ise (+) yükü yüklenmiş olur.



- 2)  $+q$  yüklü iletken K cismi, yüksüz elektroskopun topuzuna dokundurulup çekilmektedir.



### Buna göre K iletken cisminin ve elektroskopun son yük türü ve miktarı ne olur?

**Cevap:** Elektroskopa yüklü cisim dokundurulduğunda toplam yük, iletken cisim ve elektroskop arasında paylaşılır. Bu paylaşım, iletken cisim ile elektroskopun büyüklükleri ile doğru orantılı olacak biçimdedir. Bu durumda  $+q$  yüklü K iletken cismi elektroskopa dokundurduğunda elektroskoptan bir miktar elektron K cismine geçer. Hem K cismi hem de elektroskop (+) yükle yüklenmiş olur. K cisminin ve elektroskopun büyüklükleri bilinmediği için son yük miktarları hakkında bir şey söylemez. Ancak K cisminin ve elektroskopun son yüklerinin toplamı, K cisminin başlangıçta sahip olduğu  $+q$  yüküne eşittir.

### 8. Yönerge Topraklama açıklama önemi vurgulanır.

**Topraklama**, yüklü bir cismi ya da sistemi iletken kablo ile toprağa bağlama işlemidir. Böylece cisim ile yerküre arasında yük paylaşımı olur. Ancak yerkürenin yük taşıma kapasitesi tüm sistemlere göre sonsuz büyüklükte olduğundan tüm yükü yerküre alır ve cisim nötr olur.

Günlük hayatta ise topraklama, bir elektrik devresinin toprağa bağlanmasıdır. Buradaki amaç, herhangi bir elektrik kaçağında can ve mal güvenliğini sağlamaktır. Kaçak anında elektrik akımı, direnci düşük olan toprak hattını seçer. Böylece elektrikli cihazı kullanan kişi ve cihaz zarar görmemiş olur.

### Örnek Soru

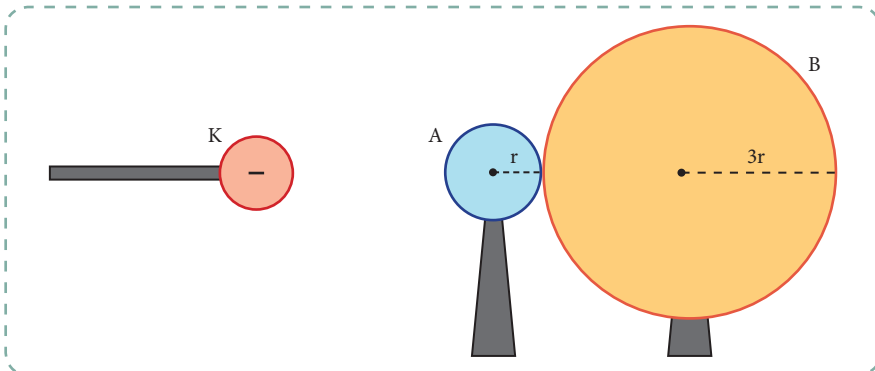
### Yanıcı veya patlayıcı madde taşıyan tankerlerden hareket sırasında yola temas edecek şekilde zincir sarkıtılmasının nedeni nedir?

**Cevap:** Araç hareket hâlindeyken lastiklerin asfaltla teması sırasında sürtünmeyle elektriklenme oluşur. Araç yanıcı veya patlayıcı madde taşıyan bir tanker ise bu elektriklenme tehlikeli sonuçlar ortaya çıkarabilir. Sürtünmeyle tankerde biriken elektronlar, boşalma sırasında kıvılcım çıkarır. Bu kıvılcımlar yangın ya da patlamaya neden olabilir. Bu nedenle yanıcı veya patlayıcı madde taşıyan tankerler hareket hâlinde iken tankerden yola temas edecek şekilde zincir sarkıtılır. Bu zincir, topraklama görevi yaparak tankerde biriken elektrik yükünün toprağa akmasını sağlar.

### 9. Yönerge Kazanım kavrama soruları çözülür.

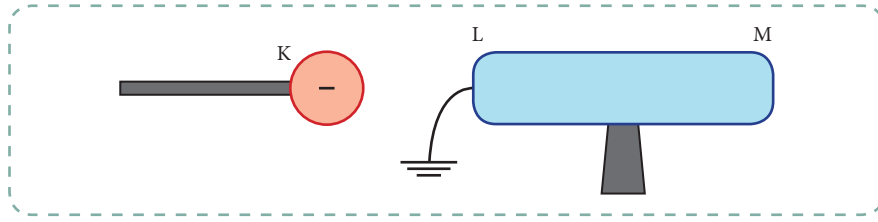
### Sorular

- 1) Yalıtkan ayaklar üzerinde durmakta olan  $r$  ve  $3r$  yarıçaplı A ve B nötr iletken küreleri birbirine temas hâlindeyken (-) yüklü K cismi A küresine yaklaştırılmıştır. Daha sonra küreler yalıtkan ayaklarından tutularak birbirinden uzaklaştırılmıştır.



### Buna göre A ve B kürelerinin son yük miktarları ve yük türleri ne olur?

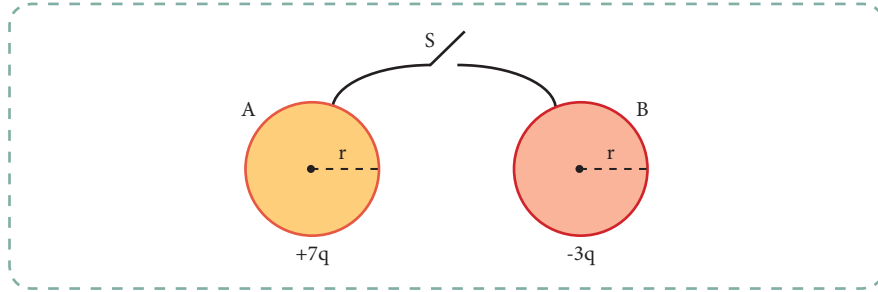
2



(-) yüklü K cismi, L ucundan topraklanan ve yalıtkan ayaklar üzerinde duran nötr iletken cisme şeklindeki gibi yaklaştırıldığında L ve M uçlarının yük türü ne olur?

3

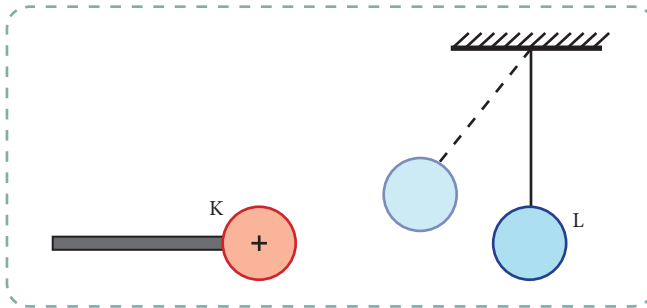
r yarıçaplı iletken A küresi  $+7q$  ve r yarıçaplı iletken B küresi  $-3q$  yüke sahiptir.



Küreler arasındaki iletken telde bulunan S anahtarı kapatıldığında yük geçişi nasıl gerçekleşir ve kürelerin son yükleri ne olur?

4

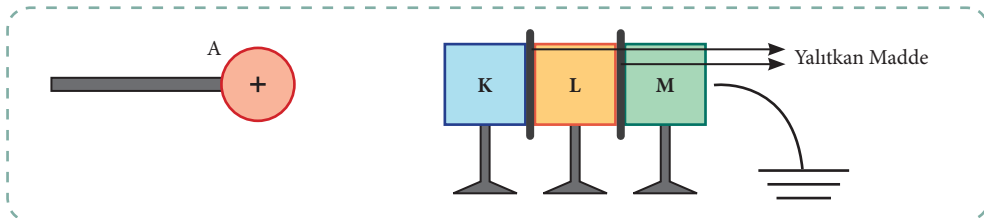
(+) yüklü K küresi, yalıtkan ipe tavana asılan ve ağırlığı ihmal edilen iletken L küresine yaklaştırıldığında L küresinin K küresine doğru harekete geçtiği gözlemlenmektedir.



Buna göre L küresinin yükü hakkında ne söylenebilir?

5

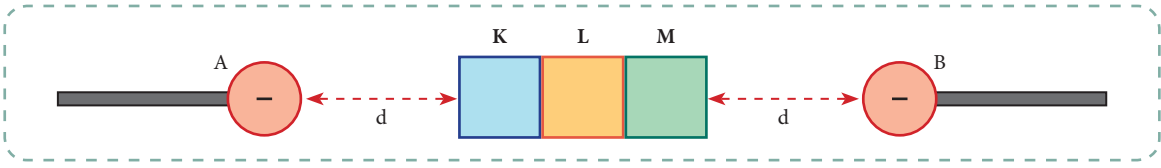
Yalıtkan ayaklar üzerinde durmakta olan K, L ve M nötr iletken cisimlerinin birbirlerine temas eden yüzeyleri yalıtılmış ve M cismi bir iletkenle toprağa bağlanmıştır. (+) yüklü A cismi, K cisminin dokundururken toprak bağlantısı kesilmiştir. A cismi uzaklaştırıldıktan sonra K, L ve M cisimleri yalıtkan ayaklarından tutularak birbirinden ayrılmıştır.



Buna göre K, L ve M cisimlerinin son yük türü ne olur?

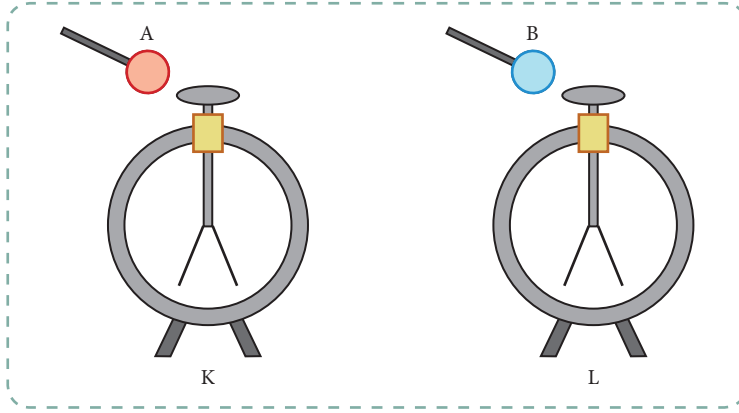


- 6 Eşit büyüklükte (-) yükle yüklü A ve B cisimleri, nötr iletken K, L ve M cisimlerine eşit uzaklıkta tutulmaktadır.



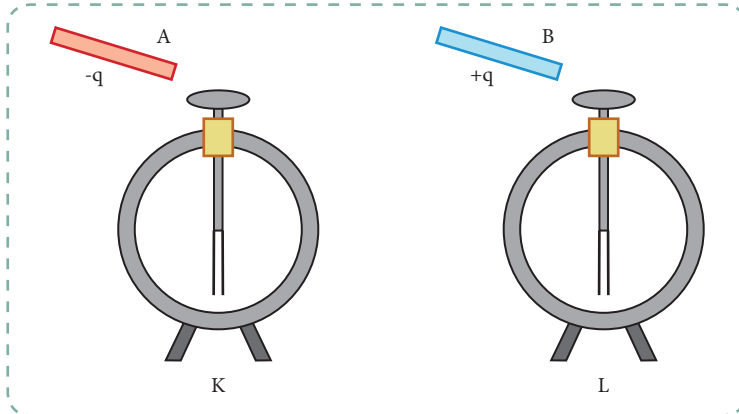
Buna göre K, L ve M cisimlerinin yük miktarları ve yük türleri hakkında ne söylenebilir?

- 7 K ve L elektroskopları  $-q$  yüklüdür. A iletken cismi K elektroskopa dokundurulduğunda elektroskopun yaprakları önce kapanıp sonra açılmaktadır. B iletken cismi L elektroskopa dokundurduğunda ise elektroskopun yaprakları tamamen kapanmaktadır.



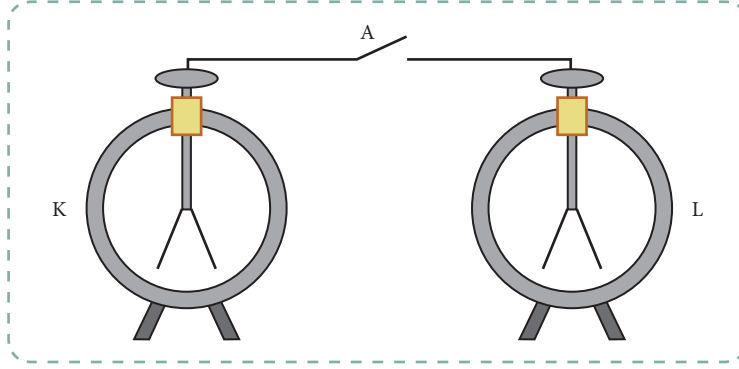
Buna göre A ve B cisimlerinin ilk yüklerinin miktarı ve türü hakkında ne söylenebilir?

- 8 Özdeş ve nötr elektroskoplardan K'ye  $-q$  yüklü A iletken çubuğu, L'ye ise  $+q$  yüklü B yalıtkan çubuğunun yüklü ucu dokundurulup çekilmiştir. Daha sonra K ve L elektroskopları bir iletken telle birbirine bağlanmıştır.



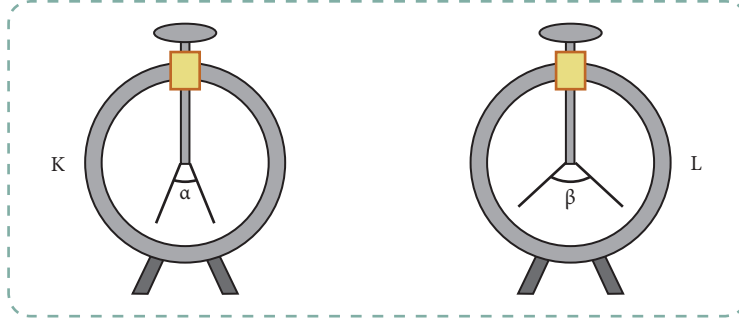
Buna göre elektroskopların son yük durumu hakkında ne söylenebilir?

- 9 Özdeş iki elektroskop elektrikle yüklüdür.



Elektroskopları birbirine bağlayan iletken tel üzerindeki A anahtarı kapatılırsa elektroskopların yapraklarının hareketi için aşağıdakilerden hangileri söylenebilir?

- Yapraklar tamamen kapanabilir.
  - Yapraklar olduğu gibi kalabilir.
  - Yapraklar daha çok açılabilir.
  - K'nin yaprakları biraz kapanırken L'ninki daha çok açılabilir.
  - L'nin yaprakları biraz kapanırken K'ninki daha çok açılabilir.
- 10 K ve L elektroskopları elektrik yüklü olup elektroskopların yaprakları arasındaki açılar sırasıyla  $\alpha$  ve  $\beta$ 'dir.



$\alpha < \beta$  olduğu bilindiğine göre elektroskopların topuzları birbirine dokundurulup ayrıldığında elektroskopların yapraklarının hareketi için aşağıdakilerden hangileri doğru olabilir?

- K ve L'nin yaprakları olduğu gibi kalabilir.
- K ve L'nin yaprakları tamamen kapanabilir.
- $\alpha$  artarken  $\beta$  azalır.
- $\alpha$  azalırken  $\beta$  artar.
- K'nin yaprakları önce kapanıp sonra açılırken L'ninki biraz kapanabilir.





**BU SAYFA BOŞ  
BIRAKILMIŞTIR**

## 6. ÜNİTE &gt; Elektrostatik

Konu	<b>9.6.1. ELEKTRİK YÜKLERİ</b>	⌚ 80 dk.
Kazanımlar	9.6.1.3. Elektrik yüklü cisimler arasındaki etkileşimi açıklar. a) Deney veya simülasyonlardan yararlanılarak elektrik yüklü cisimler arasındaki etkileşimin (Coulomb Kuvveti) bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemeleri sağlanır. Matematiksel model verilir. b) Yüklerin etkileşimi ile ilgili noktasal yüklerle ve tek boyutta matematiksel hesaplamalar yapılması sağlanır. 9.6.1.4. Elektrik alan kavramını açıklar. Deney veya simülasyonlardan yararlanılarak elektrik alan kavramı ile elektriksel kuvvet arasındaki ilişki açıklanır. Matematiksel model verilir. Matematiksel hesaplamalara girilmez.	
Gerekli Materyaller:	Genel ağ bağlantılı bilgisayar.	

1. Yönerge **Yüklü cisimler arasındaki etkileşim kuvveti açıklanır.**

Aynı elektrik yükü ile yüklü cisimler birbirini iterken farklı elektrik yükü ile yüklü cisimler birbirini çeker. Elektrik yüklerinden kaynaklanan bu itme ve çekme kuvvetlerine **elektriksel kuvvetler** adı verilir. Coulomb yaptığı deneyler sonucunda yüklü cisimler arasındaki itme ya da çekme kuvvetinin cisimlerin yükleri ile doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu göstermiştir. İki yüklü cismin birbirini etkilemesinde cisimler arasındaki ortamın da etkisi vardır. En büyük etkileşme boşlukta gerçekleşir.

Aralarında  $d$  uzaklık bulunan  $q_1$  ve  $q_2$  yüklerine sahip noktasal cisimlerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü

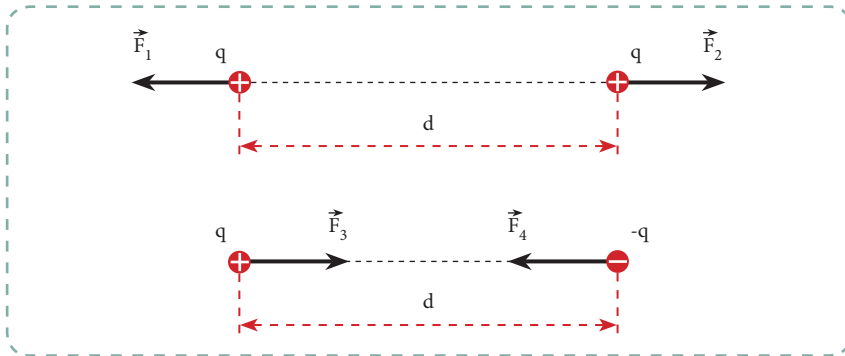
$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \text{ ile bulunur.}$$

$k$ , Coulomb sabiti olup boşluk için değeri  $8,987551787 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  dir.

Coulomb Kuvveti'nin yönü, yüklerin işaretine bağlı olarak değişir.

Görsel 1'de verilen ve aralarında  $d$  kadar uzaklık bulunan  $q$  yüklü cisimlere etki eden elektriksel kuvvetlerin büyüklüğü

$$F = k \frac{q^2}{d^2} \text{ olup } \vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ ve } \vec{F}_3 = -\vec{F}_4 \text{ 'tür.}$$



Görsel 1: Aralarında  $d$  kadar uzaklık bulunan  $q$  yüklü cisimlere etki eden elektriksel kuvvetlerin yönü

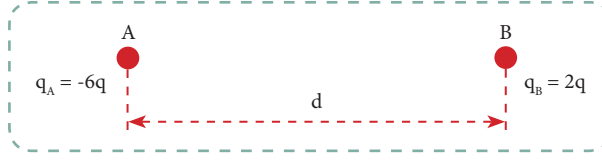
2. Yönerge **Aşağıdaki etkinlikler uygulanır.**

- Bağlantıdaki simülasyonu inceleyiniz.  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_tr.html)
- “Macro Boyutta” seçeneğini seçiniz.
- Simülasyonda verilen cisimlerin yüklerini değiştiriniz ve kuvvetin nasıl değiştiğini gözlemleyiniz.
- Cisimlerin arasındaki uzaklığı değiştiriniz ve kuvvetin nasıl değiştiğini gözlemleyiniz.



## Örnek Soru

Aynı doğru üzerinde olan ve aralarında  $d$  kadar uzaklık bulunan özdeş, noktasal A ve B cisimlerinin yükleri sırasıyla  $-6q$  ve  $2q$ 'dir. Yüklerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvet  $\vec{F}$ 'dir.



**Cisimler birbirine dokundurulup aralarında  $2d$  uzaklık olacak şekilde aynı doğru üzerine yerleştirilirse yüklerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvet kaç  $\vec{F}$  olur?**

Cevap:

$$F = k \frac{(-6q) \cdot 2q}{d^2} = -12k \frac{q^2}{d^2} \text{ (çekme kuvveti)}$$

Cisimler birbirine dokundurulup ayrılınca cisimler toplam yükü eşit olarak paylaşıyor ve yükleri  $-2q$  olur. Bu durumda elektriksel kuvvet

$$F = k \frac{(-2q) \cdot (-2q)}{(d)^2} = k \frac{q^2}{d^2} \text{ (itme kuvveti)}$$

$$\vec{F}' = -\frac{1}{12} \vec{F} \text{ olur.}$$

### 3. Yönerge Aşağıdaki etkinlikler uygulanır.

- 1 ● Bağlantıdaki simülasyonu inceleyiniz.  
<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/electric-hockey>  
 (Simülasyon Java destekli cihazlarda çalışır. Simülasyonu açacağınız cihazda Java desteği olup olmadığını kontrol ediniz. <http://java.com/inc/BrowserRedirect1.jsp> adresinden gerekli yazılımı indirip destekleyen cihazınıza kurabilirsiniz.)
  - Hokey diskinin işaretini (+) olarak ayarlayınız.
  - “Alan” seçeneğinin önündeki kutucuğu işaretleyiniz.
  - Alana (+) yüklerden farklı miktarlarda yerleştiriniz.
  - Elektrik alan çizgilerinin dağılımını gözlemleyiniz.
  - “Başlat” seçeneğini tıklayıp hokey diskinin hareketini gözlemleyiniz.
  - Simülasyonu “Temizle” seçeneğini kullanarak temizleyiniz.
  - Alana (-) yüklerden farklı miktarlarda yerleştirerek simülasyonu tekrarlayınız.
  - Alana (+) ve (-) yüklerden farklı miktarlarda yerleştirerek simülasyonu tekrarlayınız.
  - Hokey diskinin hareketinde ortamda bulunan yüklerin türü ve miktarı etkili midir? Açıklayınız.

---
- 2 ● Bağlantıdaki simülasyonu inceleyiniz.  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_tr.html)
  - Simülasyonun sağ üst kısmında yer alan “Elektrik Alan” seçeneğini işaretleyiniz.
  - Ekranın alt kısmında yer alan yüklerden bir tane (+) yük seçerek alana sürükleyiniz ve elektrik alan çizgilerinin yönelimini gözlemleyiniz.
  - Ekranın sağ alt köşesinde bulunan yenileme butonu ile ekranı temizleyiniz.
  - (-) yük seçerek alana sürükleyiniz ve elektrik alan çizgilerinin yönelimini gözlemleyiniz.
  - Simülasyonu farklı sayıda (+) ve (-) yükler kullanarak tekrarlayınız ve elektrik alan çizgilerinin yönelimini gözlemleyiniz.

4. Yönerge **Elektriksel alan kavramı açıklanır.**

Elektriksel yükler çevrelerinde bir etki alanı oluşturur. Bir elektrik yükünün çevresinde elektriksel kuvvetlerin hissedildiği bölgeye o yükün elektrik alanı denir. Elektrik alanın şiddeti, birim elektrik yüküne (+1 C) etkiyen elektriksel kuvvetin büyüklüğüdür. Elektriksel alan, vektörel bir büyüklük olup  $\vec{E}$  ile gösterilir. Elektrik alanın matematiksel modeli

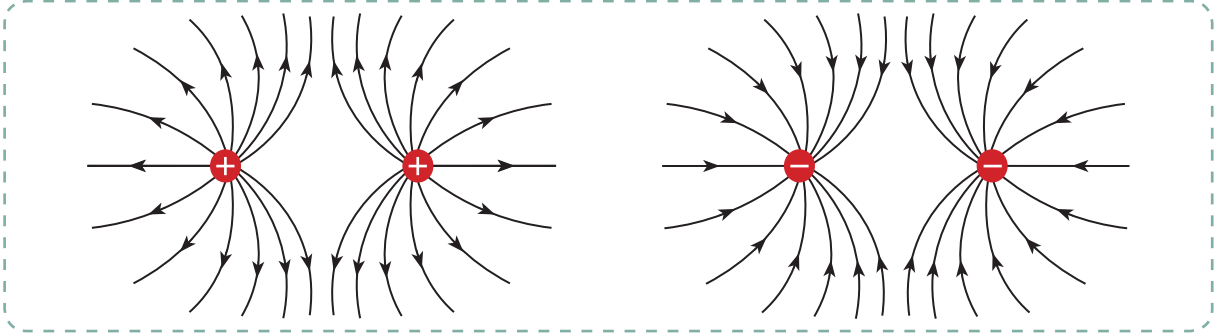
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \text{ şeklindedir.}$$

Yüklü bir noktasal cismin çevresinde herhangi bir noktaya konulan pozitif birim yüke etkiyen elektriksel kuvvetin yönü, aynı zamanda elektriksel alanın da yönüdür (Görsel 2.a,b).

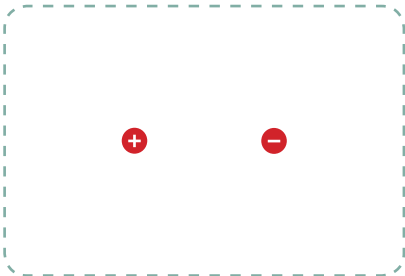


Görsel 2: Yüklü noktasal cisimlerin kendilerinde d kadar uzaklıktaki bir noktada meydana getirdiği elektrik alanının yönü

Elektrik alan, elektrik alan çizgileriyle temsil edilir. Elektrik alan çizgileri, herhangi bir (+) yüklü parçacıktan çıkıp herhangi bir (-) yüklü parçacığa son bulur. Alan çizgileri yüzeyde değdiği noktaya daima diktir. Ayrıca alan çizgileri, elektrik alan şiddetinin arttığı yerde sık; azaldığı yerde seyrek çizilir. Eşit büyüklükteki pozitif ya da negatif iki noktasal yük etrafındaki elektrik alan çizgileri Görsel 3'teki gibi gösterilir.

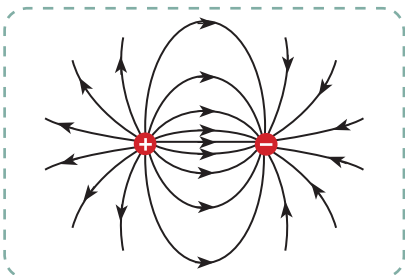


Görsel 3: Karşılıklı yerleştirilmiş eşit büyüklükteki (+) ve (-) yüklerin elektrik alan modelleri

**Örnek Soru**

Şekildeki gibi yerleştirilmiş eşit büyüklükteki (+) ve (-) yüklü noktasal iki cisim arasında oluşan elektrik alan çizgilerini şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

Cevap:

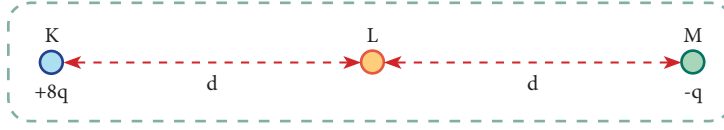




5. Yönerge **Kazanım kavrama soruları çözümlür.**

Sorular

- 1 Aynı doğru üzerinde bulunan yüklü ve noktasal K, L ve M cisimlerinden K'nin yükü  $+8q$  ve M'nin yükü  $-q$ 'dur. K ve L cisimlerinin yeri sabitken M cismi hareketsiz kalabilmektedir.



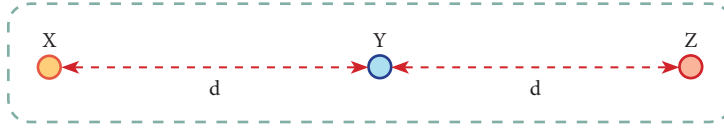
Buna göre L cisminin yükü kaç  $q$ 'dur?

- 2 Yüklü noktasal R cismi, yerleri sabit P ve S yüklü noktasal cisimlerinin arasına şekildeki gibi yerleştirildiğinde hareketsiz kalmaktadır.



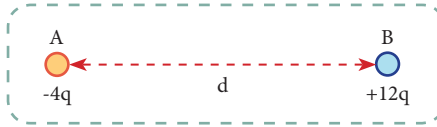
Buna göre P ve S cisimlerinin yüklerinin oranı  $\frac{q_P}{q_S}$  nedir?

- 3 (+) yüklü X, Y ve Z noktasal cisimlerinin yük miktarları eşittir. X cismi ile Z cismi arasındaki etkileşim kuvvetinin büyüklüğü  $0,2 \text{ N}$ 'dir.



Buna göre X ve Y cisimlerinin Z cismine uyguladığı kuvvetlerin bileşkesi kaç  $\text{N}$ 'dir?

- 4 Aralarında  $d$  kadar uzaklık bulunan  $-4q$  yüklü noktasal iletken A cismi ile  $+12q$  yüklü noktasal iletken B cismi özdeş olup cisimler arasındaki etkileşim kuvveti  $\vec{F}$ 'dir.

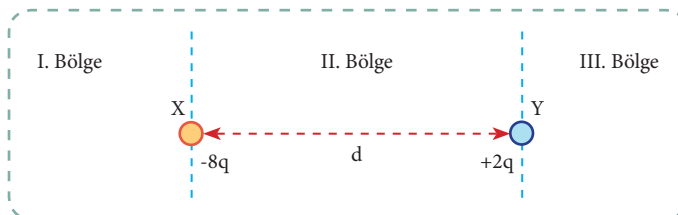


Cisimler birbirine dokundurulup aralarında  $2d$  uzaklık olacak biçimde aynı doğru üzerine yerleştirilirse etkileşim kuvveti kaç  $\vec{F}$  olur?

- 5 Noktasal iki yük arasındaki uzaklık üç katına çıkartılırken yüklerden her birinin değeri 2 katına çıkartılmaktadır.

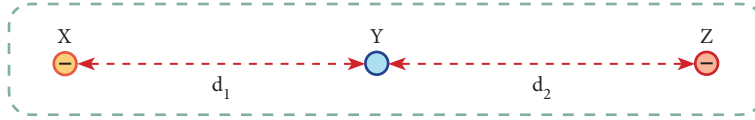
Buna göre yükler arasındaki etkileşim kuvveti önceki değer kaç katı olur?

- 6  $-8q$  yüklü noktasal X cismi ile  $+2q$  yüklü noktasal Y cismi arasında  $d$  kadar uzaklık vardır.



$+2q$  yüklü noktasal Y cismi, bu yüklerden ne kadar uzağa ve hangi bölgeye konulursa hareketsiz kalır?

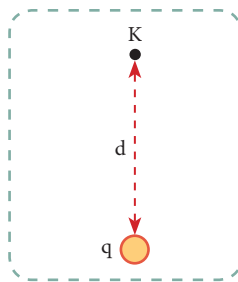
- 7) Yüklü noktasal Y cismi, yerleri sabit (-) yüklü noktasal X ve Z yüklerinin arasında dengededir.



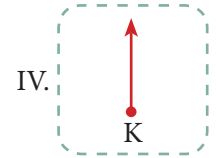
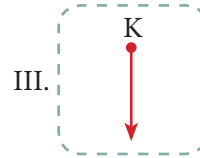
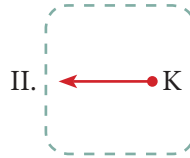
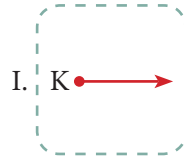
Aşağıdakilerden hangileri tek başına yapıldığında bu denge bozulmaz?

- I. X'in yükü azaltılırsa
- II. Y'nin yükü azaltılırsa
- III. Z'nin yükü azaltılırsa
- IV. Y'nin yük türü değiştirilirse
- V.  $d_1$  ve  $d_2$  aynı oranda arttırılırsa

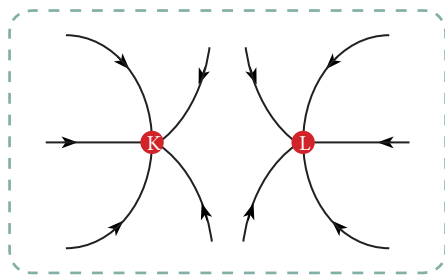
8)



$q$  yüklü noktasal cismin  $d$  uzaklıktaki K noktasında meydana getirdiği elektrik alanın yönü aşağıdakilerden hangileri olabilir?



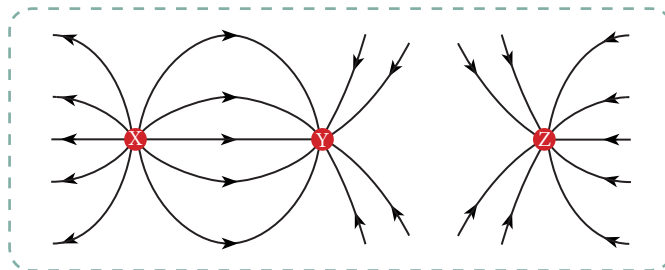
9)



K ve L noktasal yüklü cisimlerin elektrik alan çizgileri verilmiştir.

Buna göre K ve L cisimlerinin yük türleri nedir?

10)



X, Y ve Z noktasal yüklü cisimlerinin elektrik alan çizgileri verilmiştir.

Buna göre X, Y ve Z cisimlerinin yük türleri nedir?



## CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 1	
Sorular	Cevaplar
1	E noktasında durur.
2	II ve III.
3	Yalnız I.
4	D
5	$\frac{3}{2}$
6	$m_B = m_C > m_A$
7	$E_A = E_C > E_B$
8	I, II ve III.
9	Yalnız I.
10	I ve II.

Etkinlik No.: 2	
Sorular	Cevaplar
1	II ve III.
2	E
3	%75
4	Yalnız I.
5	E

Etkinlik No.: 3	
Sorular	Cevaplar
1	A
2	C
3	D
4	D
5	C
6	E

Etkinlik No.: 4	
Sorular	Cevaplar
1	B
2	C
3	E
4	E
5	A
6	B
7	C
8	E

Etkinlik No.: 5	
Sorular	Cevaplar
1	E
2	B
3	E
4	D
5	B
6	A

Etkinlik No.: 6	
Sorular	Cevaplar
1	E
2	A
3	D
4	C
5	E
6	B

Etkinlik No.: 7	
Sorular	Cevaplar
1	D
2	C
3	E
4	D
5	A
6	C

Etkinlik No.: 8									
Sorular	Cevaplar								
1	I ve III.								
2	Yalnız II.								
3	I ve II.								
4	$Z > Y > X$								
5	II ve III.								
6	I, II ve III.								
7	$T_M > T_L > T_K$								
8	<table border="1"><thead><tr><th>Genleşme özelliğinin etkili olduğu durumlar</th><th>Büzülme özelliğinin etkili olduğu durumlar</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Dödüklü tencerede yemek pişirmek</td><td>1. Gözlük çerçevesinin camları takılmadan önce ısıtılması</td></tr><tr><td>2. Ağzına kadar su dolu pet şişenin dondurucuda patlaması</td><td>2. Soğuyan ütünün termostatının çalışması</td></tr><tr><td>3. Tenceredeki sütün taşması</td><td>3. Fırından çıkan cam kâsenin ıslak bezle tutulduğunda çatlaması</td></tr></tbody></table>	Genleşme özelliğinin etkili olduğu durumlar	Büzülme özelliğinin etkili olduğu durumlar	1. Dödüklü tencerede yemek pişirmek	1. Gözlük çerçevesinin camları takılmadan önce ısıtılması	2. Ağzına kadar su dolu pet şişenin dondurucuda patlaması	2. Soğuyan ütünün termostatının çalışması	3. Tenceredeki sütün taşması	3. Fırından çıkan cam kâsenin ıslak bezle tutulduğunda çatlaması
Genleşme özelliğinin etkili olduğu durumlar	Büzülme özelliğinin etkili olduğu durumlar								
1. Dödüklü tencerede yemek pişirmek	1. Gözlük çerçevesinin camları takılmadan önce ısıtılması								
2. Ağzına kadar su dolu pet şişenin dondurucuda patlaması	2. Soğuyan ütünün termostatının çalışması								
3. Tenceredeki sütün taşması	3. Fırından çıkan cam kâsenin ıslak bezle tutulduğunda çatlaması								
9	a) K'deki su taşar, L ve M kaplarındaki su taşmaz. b) K'deki su hacim artışı sebebiyle taşar. Kaptaki sıvı yüksekliği aynı kalır. L'deki sıvının yüksekliği önce artar sonra ilk yüksekliğine göre daha az olur. M'deki sıvının yüksekliği azalır.								
10	E								
11	A								
12	D								
13	B								
14	E								



## CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 9	
Sorular	Cevaplar
1	A ve B küreleri eşit miktarda yüklenmiş olup A'nın son yükü (+), B'nin son yükü (-)'dir.
2	L (+), M nötr
3	B küresinden A küresine -5q yük geçer. A ve B kürelerinin son yükleri birbirine eşit ve +2q'dur.
4	L küresi nötr ya da (-) yük ile yüklüdür.
5	K (+), L nötr, M (-)
6	$q_K = +q$ $q_L = -2q$ $q_M = +q$
7	A cisminin ilk yük türü (+) olup miktarı q'dan büyüktür. B cisminin ilk yük türü (+) olup miktarı q kadardır.
8	K ve L elektroskoplarının ikisi de eşit miktarda (+) yükle yüklenir.
9	I, II, IV ve V.
10	I, II, III, IV ve V.

Etkinlik No.: 10	
Sorular	Cevaplar
1	$q_L = -2q$
2	$\frac{q_P}{q_S} = \frac{1}{4}$
3	1 N
4	$-\frac{1}{12} \vec{F}$
5	$\frac{4}{9}$
6	Z cismi, III. bölgeye Y'den d kadar uzağa konulmalıdır.
7	II, IV ve V.
8	III ve IV.
9	K (-) ve L (-)
10	X (+), Y (-) ve Z (-)