



## Tanıtım

Tema: Enerji

Konu: Hâl Değişimi

Alt Konu: Maddenin Halleri, Hâl Değiştirme Isısı

Temanın Amacı: Maddenin fiziksel hallerinin incelenmesi, hal değişimi için gerekli enerjinin hesaplanması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kavramlar: Donma, Erime, Kaynama, Yoğunlaşma, Krağılaşma, Süblimleşme, İyonizasyon, Deiyonizasyon

## Köprü Kurma

### Klima

Hal değişimi, günlük hayatımızda sıkça karşılaştığımız ve çeşitli alanlarda önemli rol oynayan bir kavramdır. Hal değişimi, maddelerin katı, sıvı ve gaz fazları arasında geçiş yapmasıdır. Klima ve buzdolabı gibi cihazlar, soğutma sağlamak için buharlaşma ve yoğunlaşma süreçlerini kullanır. Klima, bir ortamın sıcaklığını, nem seviyesini ve hava kalitesini düzenleyen bir cihazdır. Klima cihazları, genellikle iç mekanların konforunu artırmak amacıyla kullanılır.

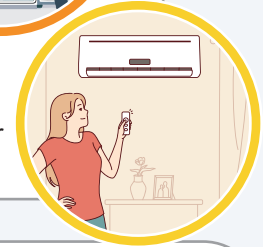
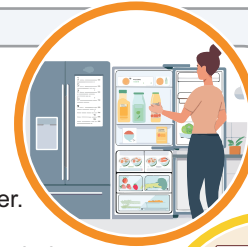
Klimalar, temel olarak buzdolaplarına benzer bir şekilde çalışır ve dört ana bileşenden oluşur bunlar;

**Kompresör:** Soğutucu gazı sıkıştırarak basıncını ve sıcaklığını artırır. Bu sıcak gaz daha sonra kondansatöre gönderilir.

**Kondansatör:** Kompresörden gelen sıcak gaz, burada soğutulur ve sıvı hale geçer. Bu süreçte, gazın ısısı dış ortama atılır.

**Genleşme Valfi:** Sıvı haldeki soğutucu gazın basıncını düşürerek evaporatöre gönderir. Bu basınç düşüşü, gazın soğumasına neden olur.

**Evaporatör:** Soğutulmuş sıvı, evaporatörde buharlaşarak tekrar gaz haline gelir. Bu buharlaşma süreci sırasında, evaporatör çevresindeki ısıyı emer ve ortamı soğutur. Soğuyan gaz tekrar kompresöre gönderilir ve döngü devam eder.



Hal değişimi, bu örneklerde görüldüğü gibi, günlük hayatımızda karşımıza çıkar ve yaşamımızı kolaylaştırır. Maddelerin fazları arasındaki bu geçişler, enerji transferi ile ilişkilidir ve bu süreçlerin anlaşılması, çeşitli uygulamalarda verimliliği artırmak için önemlidir.

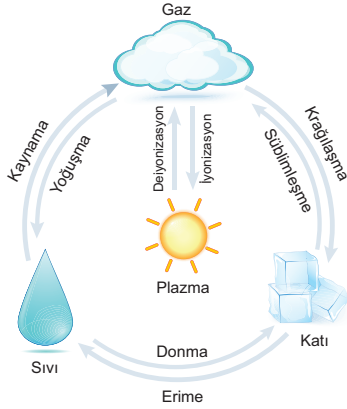
## ENERJİ

## Hâl Değişimi



## Tanım

Hâl değişimi; maddenin bir fazdan diğer faza geçişidir.



- Maddeler ısı etkisi ile hal değiştirir.

## Maddenin Halleri

## Donma

- Sıvı hâldeki bir maddenin ısı vererek katı hâle geçmesi olaydır.

## Erime

- Katı hâldeki bir maddenin ısı alarak sıvı hâle geçmesi olaydır.

## Süblimleşme

- Isı alan katı hâldeki bir maddenin doğrudan gaz hâle geçmesi olaydır.
- Süblimleşme naftalin, arsenik, iyot, kuru byz gibi maddelerin ısı alınca katı hâlden doğrudan gaz hâle geçmesi olaydır.

## Kırağılaşma

- Isı veren gaz hâldeki bir maddenin doğrudan katı hâle geçmesi olaydır.

## Buharlaşma

- Sıvı hâldeki bir maddenin ısı alarak gaz hâline geçmesi olaydır.



## Bir Adım İleri

Sıcak bir günde, buzdolabının derin dondurucu kapağını açtığımızda buhar çıktığını görürüz. Bu kadar soğuk bir ortamdaki buharın çıkmasını nasıl açıklarız?



## Not

Buharlaşma mutlak sıfırın üzerindeki tüm sıcaklıklarda gerçekleşir.

## Yoğuşma (Yoğunlaşma)

- Gaz hâldeki bir maddenin ısı vererek sıvı hâle geçmesi olaydır.

## İyonizasyon:

- Gaz hâldeki bir maddenin ısı alarak plazma hâline geçmesi olaydır.

## Deiyonizasyon

- Plazma hâldeki bir maddenin ısı vererek gaz hâline geçmesi olaydır.

## Kaynama

Bir sıvının ısı alarak gaz hâle geçmesidir.

- Kaynama, sıvının her noktasında gerçekleşir.
- Saf maddelerde kaynama belirli sıcaklıkta olur.
- Hâl değişim sıcaklığı saf maddeler için ayırt edici özelliktir.
- Bazı saf maddelerin hâl değişim sıcaklıkları;

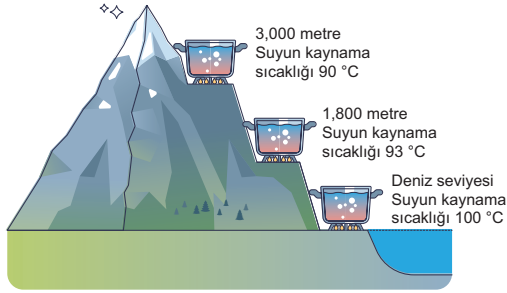
Madde	Donma Sıcaklığı (°C)	Kaynama Sıcaklığı (°C)
Azot	-209,9	-195,7
Cıva	-38,8	356,5
Kalay	232,1	2270,0
Kurşun	327,4	1751,0
Sofra tuzu	808,0	1473,0
Altın	1064,6	2807,0
Demir	1535,0	2750,0

- Basınç hâl değişim sıcaklığını değiştirir.

Katı madde üzerine etki eden basınç artarsa iki durum oluşabilir. Erirken hacmi artan maddelerde (buz dışındakiler) basınç artarsa erime sıcaklığı yükselir. Erirken hacmi azalan maddelerde (buz) basınç artarsa erime sıcaklığı düşer.

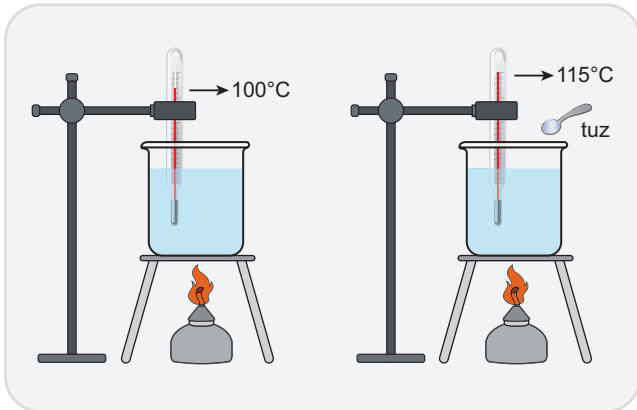


- Sıvı maddelerin üzerindeki basınç artarsa kaynama sıcaklığı yükselir.

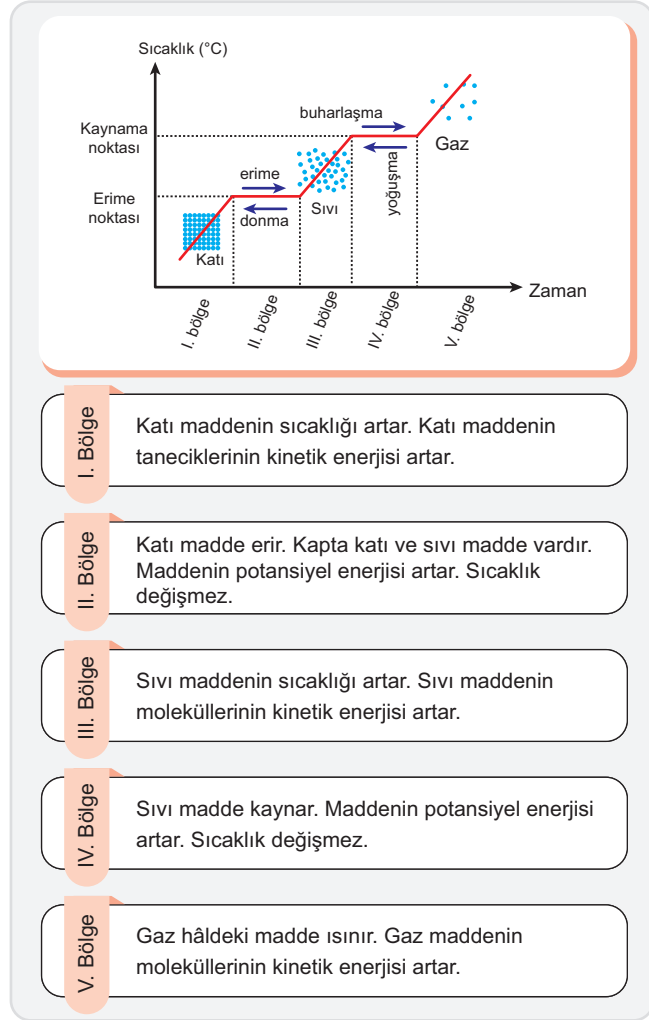


- Maddelerin saflık derecesi de hâl değişim sıcaklığına etki eder.

İçinde tuz çözülmüş suyun erime sıcaklığı azalır, kaynama sıcaklığı ise artar.



- Saf bir katının hâl değişimi grafiği;



I. Bölge

Katı maddenin sıcaklığı artar. Katı maddenin taneciklerinin kinetik enerjisi artar.

II. Bölge

Katı madde erir. Kaptaki katı ve sıvı madde vardır. Maddenin potansiyel enerjisi artar. Sıcaklık değişmez.

III. Bölge

Sıvı maddenin sıcaklığı artar. Sıvı maddenin moleküllerinin kinetik enerjisi artar.

IV. Bölge

Sıvı madde kaynar. Maddenin potansiyel enerjisi artar. Sıcaklık değişmez.

V. Bölge

Gaz hâldeki madde ısınır. Gaz maddenin moleküllerinin kinetik enerjisi artar.



### Örnek 1

Hâl değişimi, bir maddenin bulunduğu fiziksel hâlden başka bir hâle geçmesidir.

Buna göre,

- donma,
- süblimleşme,
- iyonizasyon

hâl değişimlerinden hangilerinin gerçekleşmesi için madde ortamdan enerji almalıdır?

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

I. Donma ısı verir.

II. Süblimleşme ısı alır.

III. İyonizasyon ısı alır.

Cevap: D



## Örnek 2

Saf K, L ve M maddelerinin erime ve kaynama sıcaklıkları aşağıdaki tablodaki gibidir.

Madde	Erime sıcaklığı (°C)	Kaynama sıcaklığı (°C)
K	-20	60
L	0	100
M	10	80

K, L ve M maddelerinin bulunduğu ortamın sıcaklığı  $-10$  °C'den  $70$  °C'ye kadar artırılıyor.

**Buna göre; K, L ve M maddelerinden hangileri hâl değiştirir?**

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

*-10 °C'de K sıvı 70 °C'de gaz hâlde olduğundan hâl değiştirir.*

*-10 °C'de L katı 70 °C'de L sıvı olduğundan hâl değiştirir.*

*-10 °C'de katı 70 °C'de M sıvı olduğundan hâl değiştirir.*

Cevap: E

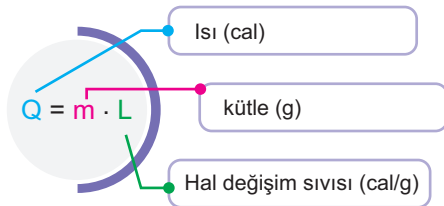
## Hâl Değiştirme Isısı

- Saf bir maddenin hâl değiştirmesi için gereken ısı, maddenin miktarına ve cinsine bağlıdır.
- Hâl değiştiren maddelerin potansiyel enerjisi değişir.
- L, maddenin hâl değişim ısısının sembolüdür ve maddeler için ayırt edicidir.
- Birimi cal /g veya Joule/kg dır.
- Maddenin fiziksel haline göre farklı değerler alabilir.

Örneğin: 1 g suyun hâl değişimi için gerekli ısı miktarları;

$L_e = 80$ cal/g	$L_b = 540$ cal/g
$L_d = 80$ cal/g	$L_y = 540$ cal/g

- Bir maddenin hâl değiştirirken aldığı ya da verdiği ısı;



bağıntısı ile hesaplanır.

## Erime Isısı

- Erime sıcaklığındaki 1 katı maddenin sıvı hâlde geçebilmesi için maddeye verilmesi gereken ısı miktarıdır.
- $L_e$  ile gösterilir.
- Birimi cal/g dir.

## Donma Isısı

- Donma sıcaklığındaki 1 sıvı maddenin katı hâlde geçebilmesi için dışarı vermesi gereken ısı miktarıdır.
- $L_d$  ile gösterilir.
- Birimi cal/g dır.
- Saf bir maddenin erime ısısı donma ısısına eşittir.

$$L_e = L_d$$

## Buharlaştırma Isısı

- Kaynama sıcaklığındaki 1 sıvı maddenin gaz hâlde geçmesi için maddeye verilmesi gereken ısı miktarıdır.
- $L_b$  ile gösterilir.
- Birimi cal/g dır.

## Yoğuşma (Yoğunlaşma) Isısı

- Yoğuşma (yoğunlaşma) sıcaklığındaki 1 gaz maddenin sıvı hâlde geçmesi için dışarı vermesi gereken ısı miktarıdır.
- $L_y$  ile gösterilir.
- Birimi cal/g dır.
- Saf bir maddenin buharlaştırma ısısı ve yoğuşma (yoğunlaşma) ısısına eşittir.

$$L_b = L_y$$

- Bazı maddelere ait hâl değiştirme ısıları;

Madde	Erime - Donma Sıcaklığı (cal/g)	Kaynama - Yoğuşma Sıcaklığı (cal/g)
Cıva	2,7	70,5
Altın	115	392
Alkol	25	104
Gümüş	25	564
Demir	64	1503
Su	80	540

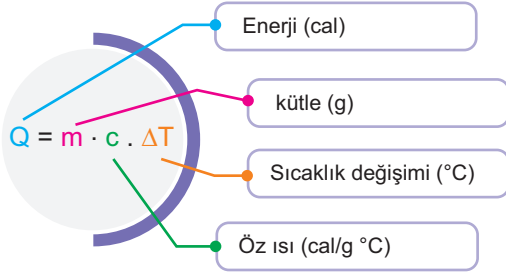
- Maddenin fiziksel hâline göre farklı değerler alır.

Örneğin su için;

$$L_{\text{Erime}} = 80 \text{ cal/gram}$$

$$L_{\text{buharlaştırma}} = 540 \text{ cal/gram}$$

- Bir maddenin aldığı ısıya bağlı sıcaklığındaki değişimi;



bağıntısıyla hesaplanır.

- Hâl değişimi için gerekli olan enerji; maddenin kütlesi ve hâl değişim ısısıyla doğru orantılıdır.

### ! Önemli

Buz dışındaki katı maddelerde dış basınç artar ise erime noktası yükselir. Buzda ise basınç artar ise erime noktası düşer.

- Erime sırasında hacmi artan maddelerde, basıncın artması erimeyi zorlaştırır. Bu durumda artan basınçla erime noktası yükselir.

Erime sırasında hacmi azalan maddelerde, basıncın artması erimeyi kolaylaştırır. Bu durumda artan basınçla erime noktası düşer.

Eşit kütledeki farklı maddeler enerji aldıklarında ya da verdiklerinde bu maddelerin sıcaklık değişim miktarları aynı olmaz. Bu farklılık, her maddenin ısı ve sıcaklıkla ilişkili olarak kendine ait bir özelliği olduğunu gösterir ve öz ısı kavramı ile açıklanabilir.

### Örnek 3

Hâl değişim ısısı ile ilgili,

- L sembolü ile gösterir.
- Maddeler için ayırt edici özelliktir.
- Bir maddenin fiziksel hâline göre değişkenlik gösterir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Hâl değişim ısısı,

L ile gösterilir.

Ayırt edici özelliktir.

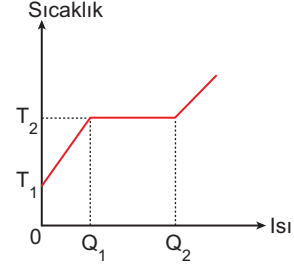
Erime ve buharlaştırma ısıları fazladır.

Cevap: E



### Örnek 4

Katı hâldeki m kütleli bir maddenin sıcaklık - ısı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre maddenin kütlesi artırılırsa,

- $T_2$
- $Q_2 - Q_1$
- $L_e$

fiziksel niceliklerinden hangileri değişir? ( $L_e$  : erime ısısı)

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

$T_2$  : Erime sıcaklığı, değişmez

$Q_2 - Q_1$  : Maddenin erimesi için gerekli enerji artar.

$L_e$  : Madde değişmediği için değişmez.

Cevap: B



### Örnek 5

- soğuk bir günde pencerelerin evin içine bakan yüzeylerinin buğlanması,
- sıcak bir günde toprak testi içindeki suyun soğuk kalması,
- elimize kolonyaya döküldüğünde elimizin soğuması

Yukarıdaki olaylardan hangileri maddelerin hâl değişimi sonucunda gerçekleşir?

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

I. Camın iç yüzeyindeki hava dış yüzeyin soğuk olmasından dolayı yoğunlaşır ve sıvı hale geçer.

II. Toprak testideki su gözeneklerden çıkar. Testi içindeki sudan enerji alıp buharlaşır. Bu olay sonucunda testideki su soğuk kalır.

III. Elimize dökülen kolonyaya elimizden ısı alıp buharlaşır.

Cevap: E



### Örnek Cevap Anahtarı

1. D

2. E

3. E

4. B

5. E



## Etkinlik - 1

Isıca yalıtılmış ortamda  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklığındaki 10 g buza ısı kaynağı ile enerji veriliyor.

( $c_{\text{su}} = 1\text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $c_{\text{buz}} = 0,5\text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $L_e = 80\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$ ,  $L_b = 540\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$ )

- a. Buzun sıcaklığının  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  olması için verilmesi gereken enerji kaç kaloridir.

$$Q = 10 \cdot 0,5 \cdot 20$$

- b. Buzun yarısını eritmek için verilmesi gereken ısı kaç kaloridir.

$$Q = 10 \cdot 0,5 \cdot 20 + \frac{10}{2} \cdot 80$$

$$= 100 + 400 = 500\text{ cal}$$

- c. 20 g buzun tamamının  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  de su olması için verilmesi gereken enerji kaç kaloridir.

$$Q = 10 \cdot 0,5 \cdot 20 + 10 \cdot 80 + 10 \cdot 1 \cdot 100$$

$$= 100 + 800 + 1000 = 1900\text{ cal}$$

- d.  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  deki buzun  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  de su buharı oluncaya kadar sıcaklık ısı grafiğini çiziniz.

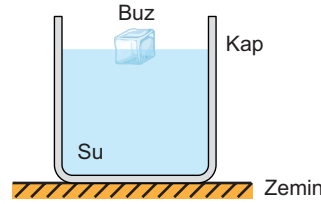
$$Q = 10 \cdot 0,5 \cdot 20 + 10 \cdot 80 + 10 \cdot 1 \cdot 100 + 10 \cdot 540 + 10 \cdot 0,5 \cdot 10$$

$$= 100 + 800 + 1000 + 5400 + 50 = 7350\text{ cal}$$



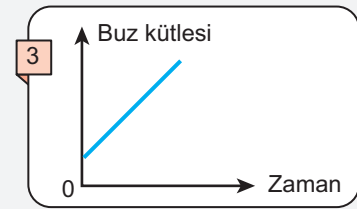
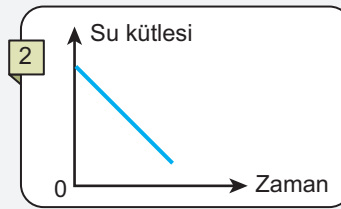
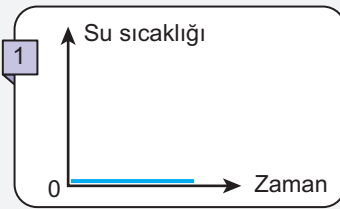
## Etkinlik - 2

Isıca yalıtılmış bir ortamda içerisinde su bulunan kabın içerisine şekildeki gibi buz konuluyor.

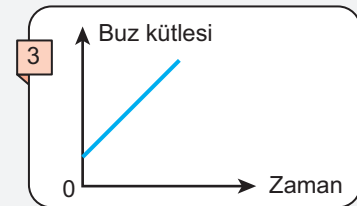
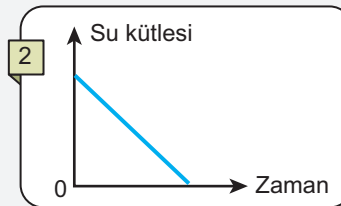
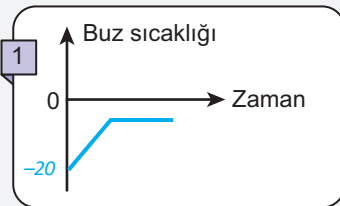


Buna göre;

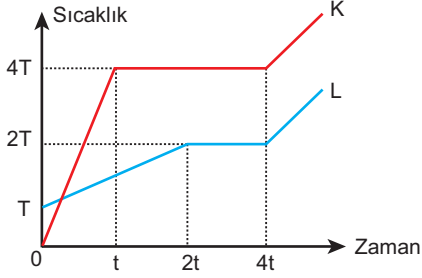
- a.  $T_{\text{su}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{buz}} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  olup denge sıcaklığı  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  iken kaptaki suya ait sıcaklık zaman grafiği, su ve buzun kütle zaman grafiğini çiziniz.



- b.  $T_{\text{su}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{buz}} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  olup denge sıcaklığı  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  den küçük iken kaptaki buza ait sıcaklık zaman grafiği, su ve buzun kütle zaman grafiğini çiziniz.



1. Başlangıçta katı halde olan ısıca yalıtılmış ortamdaki 3m, 2m kütleli K, L maddeleri özdeş ısıtıcılar ile ısıtıldığında sıcaklık-zaman grafiği şekildeki gibi oluyor.



Buna göre,

- K maddesinin öz ısısı, L maddesinin öz ısısından büyüktür.
- K maddesinin erime ısısı, L maddesinin erime ısısından eşittir.
- 0-4t zaman aralığında K ve L maddelerinin aldığı enerjiler eşittir.

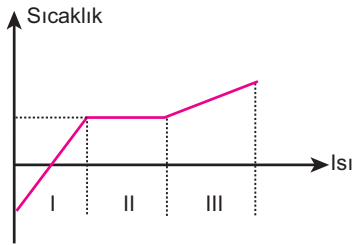
yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

- I.  $Q = 3m \cdot C_K \cdot 4T$       II.  $3Q = 3m \cdot L_K$   
 $2Q = 2m \cdot C_L \cdot T$        $2Q = 2m \cdot 2L$   
 $12C_K = C_L$        $L_K = L_L$   
 III. Özdeş ısıtıcılar eşit sürede eşit enerji verir.

Cevap: D

2. Saf bir maddenin ısı - sıcaklık grafiği şekildeki gibidir.



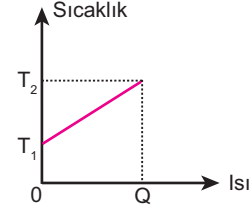
Grafiğe göre, madde hangi zaman aralıklarında hâl değiştirmektedir?

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

Sıcaklığın sabit kaldığı anlarda madde hâl değiştirir.

Cevap: B

3. Saf bir maddenin ısı-sıcaklık grafiği şekildeki gibidir.



Cismin kütleli;  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $Q$  değerleri bilindiğine göre cisme ait,

- öz ısısı,
- ısı sığası,
- erime ısısı

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

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

$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$  den öz ısı bulunur.

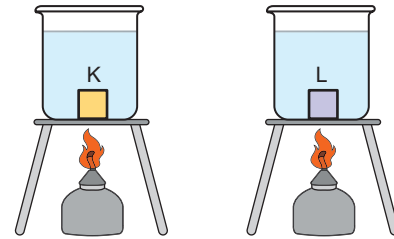
$C = m \cdot c$  den ısı sığası bulunur.

Erime ısısı verilen bilgiler ile bulunamaz.

Cevap: C

4. Isıca yalıtılmış ortamda özdeş kaynakların üzerine aynı sıcaklıktaki kurşun ve demirden yapılmış K ve L cisimleri konuluyor.

Madde	Erime Sıcaklığı (°C)
Kurşun	328
Demir	1538



K cismi L cisminde önce eridiğine göre,

- K cisminin kütlesi, L cisminin kütlesinden büyüktür.
- L cismi demirdir.
- t sürede sonunda kurşunun aldığı enerji, demirin aldığı enerjiden büyüktür.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

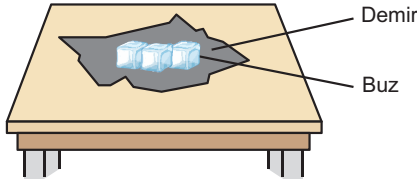
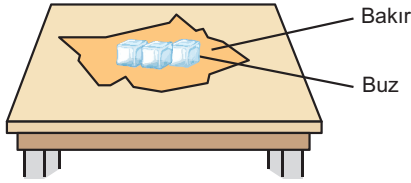
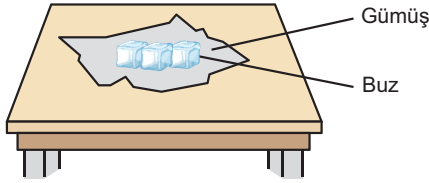
- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) II ve III      E) I, II ve III

K cismi önce eridiği için kurşun, L cismi demirdir. Cisimlerin aldıkları enerjiler eşittir. Kütle erime sıcaklığına etki etmediği için K'nin kütlesi L'nin kütlesinden büyük olabilir

Cevap: C

5. Isıca yalıtılmış ortamdaki öz ısısı tablodaki gibi olan 20 °C deki eşit kütleli metal levhaların üzerine -1 °C deki buz küplerinden üçer tane şekildeki gibi konuluyor.

Madde	Öz Isı (cal/g°C)
Gümüş	0,06
Bakır	0,09
Demir	0,11



Buna göre,

- I. İlk olarak demir levha üzerindeki buz erimeye başlar.
- II. Bakır levha üzerindeki buz erimeye başladığı anda gümüş levha üzerindeki buz kütlesi, demir levha üzerindeki buz kütlesinden büyüktür.
- III. Levhalar üzerindeki buzların sıcaklığı 0 °C ye geldiği anda demir levhanın sıcaklığı, bakır levhanın sıcaklığından büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Demir'in ısı sığası daha büyük olduğundan ilk demir üzerindeki buz erir. Demirin sıcaklığı en büyük olur. Cevap: E

6. Deniz seviyesinde ısıca yalıtılmış ortamda içerisinde 0 °C'de su bulunan kabın içerisine -5 °C'de bir miktar buz atılıyor.

Buna göre,

- I. Su donmaya başlar.
- II. Suyun sıcaklığı azalır.
- III. Buz suya ısı verir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

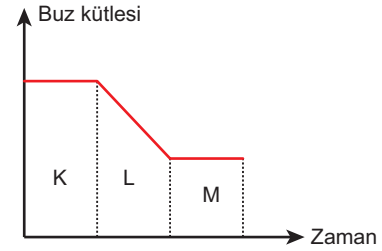
I. Su donmaya başlar.

II. Su hâl değiştirdiği için sıcaklığı sabit kalır.

III. Su buza ısı verir.

Cevap: A

7. Deniz seviyesinde ısıca yalıtılmış ortamda bulunan kabın içerisine buz parçası atılıyor. Buz parçasının kütesinin zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre,

- I. K bölgesinde buzun sıcaklığı artmaktadır.
- II. L bölgesinde suyun sıcaklığı azalmaktadır.
- III. M bölgesinde buz erimektedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

L bölgesinde buzun kütlesi azaldığında bu bölgede buz erir. Suyun sıcaklığı azalır. Bu durumda K bölgesinde buzun sıcaklığı 0°C'den küçük, suyun sıcaklığı

0 °C'den büyüktür. M bölgesinde buz kütlesi değişmediğinden buz erimez.

Cevap: D



Cevap Anahtarı

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