

4. Ünite

MADDENİN HALLERİ

1. Maddenin Fiziksel Halleri	100
2. Su Döngüsü	102
3. Gazların Özellikleri	107
4. Gaz Yasaları	113
Konu Değerlendirme Testi - 1	118
5. Sıvılar	119
6. Katılar	127
7. Hâl Değişimi	131
Konu Değerlendirme Testi - 2	134
Cevap Anahtarı	136



Maddenin Fiziksel Halleri

301 305

Doğada maddeler **katı, sıvı ve gaz** hal olmak üzere üç temel halde bulunurlar. Maddenin dördüncü haline ise **plazma** hali denir.

Katı Hal

- ✓ Tanecikleri belli bir düzende ve sıkı bir şekilde birbirlerine bağlıdır.
- ✓ Belirli bir şekilleri ve hacimleri vardır.
- ✓ Maddenin en düzenli hali olup tanecikleri yalnız titreşim hareketi yapar.
- ✓ Tanecikleri arası boşluklar yok denecek kadar azdır.
- ✓ Tanecikler arası çekim kuvvetleri yüksektir.
- ✓ Düzenli katı örgü yapısına (kristalli yapı) sahiptirler.
- ✓ Sıkıştırılmazlar.



Sıvı Hal

1. Tanecikleri birbiri üzerinden kayabilir.
2. Buldukları kabın şeklini alırlar, yani belirli bir şekilleri yoktur.
3. Titreşim, dönme ve öteleme hareketi yaparlar.
4. Sıvı tanecikleri arasındaki boşluklar katılara göre fazladır.
5. Tanecikleri arası çekim kuvveti katılara göre az, gazlara göre fazladır.
6. Akışkan yapıda olup sıkıştırılmazlar.



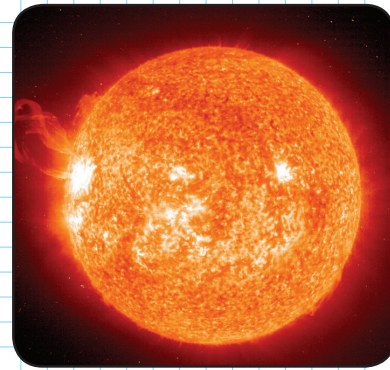
Gaz Hali

1. Sınırsız yayılabilme özelliğine sahiptirler.
2. Buldukları kabın hacmini alırlar.
3. Maddenin en düzensiz halidir.
4. Titreşim, öteleme ve dönme hareketi yaparlar. Ancak soygazlar (He, Ne, ...) sadece öteleme hareketi yapar.
5. Tanecikler arası uzaklıkları ve boşlukları çok fazladır.
6. Buldukları kabın her noktasına eşit basınç yaparlar.
7. Akışkan özellikte olup sıkıştırılabilirler.

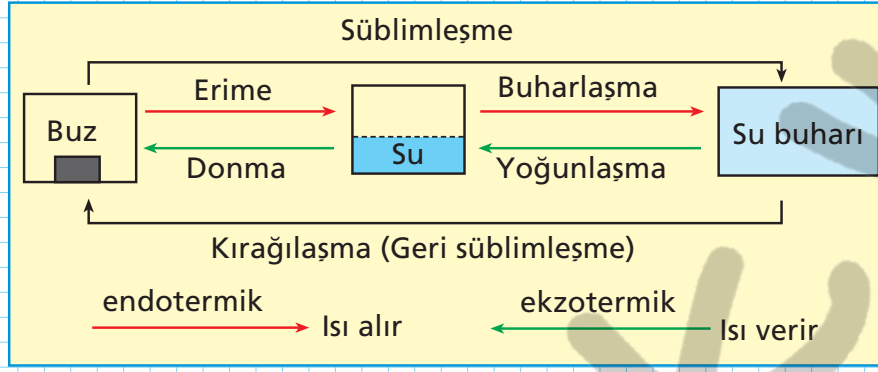


Plazma Hali

- ✓ Pozitif ve negatif yüklü parçacıkların birlikte hareketlerinin tamamına plazma (iyonize olmuş gaz) denir.
- ✓ Güneş ve yıldızlar örnek verilebilir.
- ✓ Nötr yapıdadırlar.
- ✓ Akışkandırlar.
- ✓ Elektrigi iyi iletirler.



Notlarım



? Örnek 1

Aşağıdaki özelliklerden hangisi gazlara ait değildir?

- A) Tanecikleri arasındaki boşluk sıvılara göre daha azdır.
- B) Boşlukta kolaylıkla yayılırlar.
- C) Buldukları kabın hacmini ve şeklini alırlar.
- D) Yüksek basınç altında sıkıştırılabilirler.
- E) Birbirleri ile her oranda karışırlar.

? Çözüm 1

Gazların tanecikleri arasındaki boşluk sıvılara göre daha fazladır.

? Örnek 2

X sıvısının katı hali Y, Z gazının sıvı hali W dir.

Buna göre,

- I. X donarken hacmi büyür.
- II. Z nin belirli bir şekli yoktur.
- III. X, Z ve W akışkan özelliktedir.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

? Çözüm 2

- X arı su ise donarken hacmi büyüyüp özkütlesi küçülebilir.
- Gazların belirli şekilleri ve hacimleri yoktur.
- Sıvılar ve gazlar akışkan özelliktedir.

? Örnek 3

Katı haldeki bir maddenin erimeden gaz haline geçmesine ne ad verilir?

- A) Buharlaşma
- B) Yoğunlaşma
- C) Geri süblimleşme
- D) Kaynama
- E) Süblimleşme

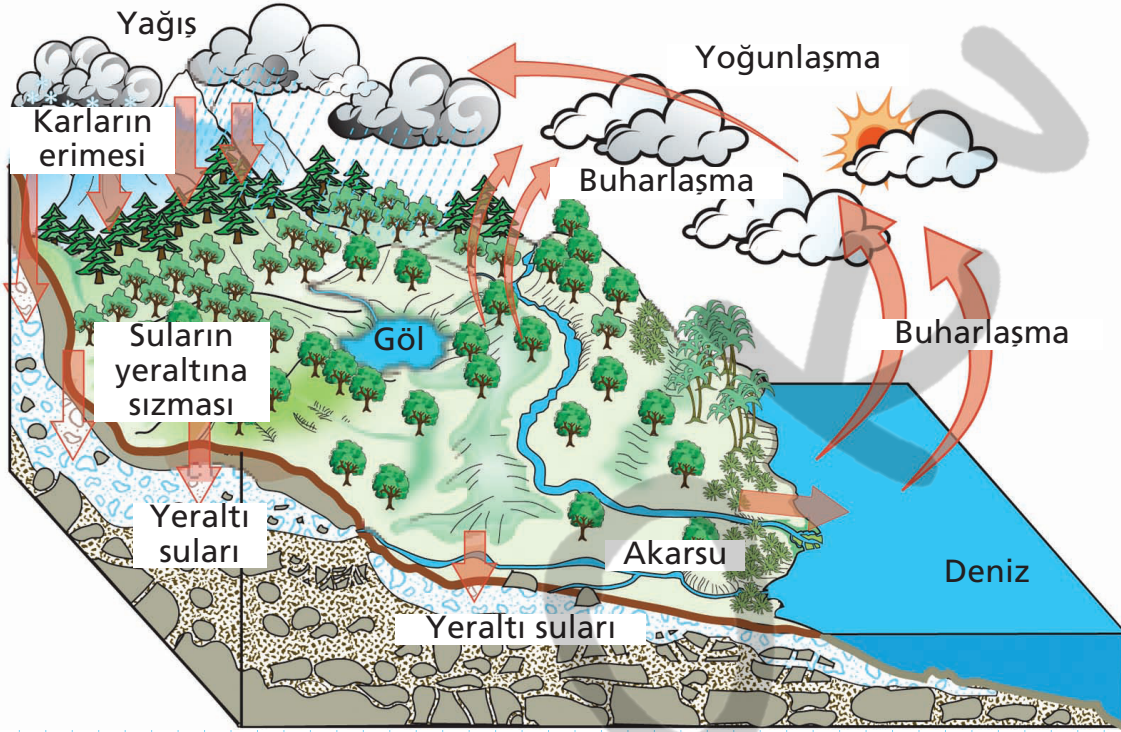
? Çözüm 3

Naftalin, katı iyot, kuru buz gibi maddeler katı halden doğrudan gaz haline geçerler. Bu olaya süblimleşme adı verilir.

Notlarım

Su Döngüsü

310 311



animasyon

Su özel bir sıvıdır. İnsanlar, diğer canlılar ve bitkiler için gereken su son derece önemlidir.

Su iyi bir çözücüdür. Bulduğumuz koşullarda suyun sıvı halde bulunması canlı yaşamı için gereklidir.

Su çeşitli doğa olayları sonucu bir halden diğer hale döner.

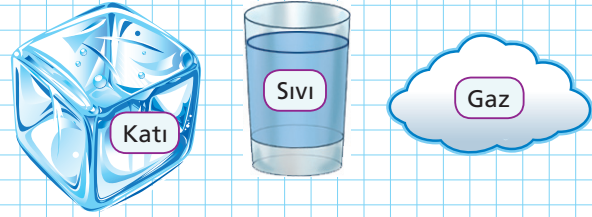
Güneş etkisiyle buharlaşan su, yerden yükseklerde tekrar sıvılaşarak yağmur, kar, dolu şeklinde tekrar dünyamıza geri döner.

Suyun hava, ırmaklar ve denizler arasındaki bu kesintisiz dolaşımı su döngüsü adıyla bilinir.

Havadaki su buharı çok soğuk bir yüzeye çarptığında katılaşarak kırağı oluşturur.



Kırağı



Suyun katı haline buz, gaz haline su buharı denir. Buzda moleküller arası mesafe sudakinden daha fazladır. Bu nedenle su donarken hacmi artar, yoğunluğu küçülür. Bu durum denizlerin, göllerin üstten donmasını sağlayarak altta yaşamın devamını sağlar.

Kayalıklarda çatlaklar arasına giren su donduğunda kayaların çatlamasına dolayısıyla toprak oluşumuna katkı sağlar.

Notlarım

? Örnek 4

- Dolu
- Sis
- Kar
- Yağmur
- Su buharı
- Kırağı

Yukarıda verilenlerden kaç tanesi suyun hallerine örnektir?

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

Çözüm 4

Hepsi suyun hallerine örnektir.

? Örnek 6

Maddelerin çoğunluğunda katı halinin tanecikleri sıvı halinin taneciklerine göre daha sıkı istiflenmiştir. Ancak suyun katı halinin tanecikleri arasındaki uzaklık sıvı halinin tanecikleri arasındaki uzaklıktan fazladır.

Bu bilgilere göre,

- Su donarken hacmi büyür.
- Suyun dışındaki maddeler dipten donarlar.
- Suyun yoğunluğu aynı sıcaklıktaki buzun yoğunluğundan büyüktür.

sonuçlarından hangilerine ulaşılabilir?

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

Çözüm 6

Su donarken hacmi, tanecikler arası mesafe arttığı için büyür. Dolayısıyla suyun katı halinin (buzun) özkütlesi küçük olur ve katısı sıvısında yüzer. Diğer maddelerde bu durum farklıdır.

Notlarım

? Örnek 5

Su döngüsünde,

- buharlaşma
- yoğunlaşma
- süblimleşme

hal değişimlerinden hangileri gerçekleşir?

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

Çözüm 5

Su döngüsünde buharlaşma ve yoğunlaşma gerçekleşir.

? Örnek 7

- Buzun erimesi
- Yağmurun yağması
- Suyun kaynaması

Yukarıdaki olaylardan hangileri endotermik (ısı alan) türdendir?

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

Çözüm 7

Katıdan sıvı hale ve sıvıdan gaz hale geçiş durumları ısı alan (endotermik) olaylardır.

Yağmurun yağmasında ise gaz halindeki su buharı sıvı hale geçmektedir.

Gaz Halindeki Madelerin Hâl Değişimlerinin Hayatımızdaki Önemi

Maddelerin farklı fiziksel hallerinin günlük hayatta pratik kullanım alanları vardır.

Sıvılaştırılmış gaz olarak bilinen bu maddeler arasında;

- ✓ LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı)
- ✓ LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz)
- ✓ İtici gazlar
- ✓ Soğutucu akışkanlar

sayılabilir.

1. Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)

- ✓ LPG, ham doğal gazın ve ham petrolün bir bileşeni veya rafinerilerde yan ürün olarak elde edilir.
- ✓ Ülkemizdeki LPG de % 70 bütan ve % 30 propan bulunur.
- ✓ Renksiz, kokusuz ve havadan ağır bir gazdır.



- ✓ LPG kaçaklarının hissedilebilmesi için içine kokulu bir gaz olan metil merkaptan (CH_3SH) katılır.
- ✓ 250 L gaz LPG sıvılaştırıldığında 1 L sıvı LPG ye dönüşebildiğinden ambalajlanabilme ve kolayca bir yerden başka bir yere taşınabilme özelliğine sahiptir.
- ✓ Çevreci bir yakıttır.
- ✓ Araçlarda, endüstriyel alanlarda ve sanayide kullanılır.
- ✓ Havadan ağır olduğundan sızıntı halinde birike rek dibe çöker.

2. Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG)

- ✓ Doğal gaz, atmosfer basıncında $-163\text{ }^\circ\text{C}$ ye kadar soğutulduğunda yoğunlaşarak sıvı hale geçer ve LNG elde edilir.
- ✓ Renksiz, kokusuz, zehirsiz bir gazdır.
- ✓ Gaz halinin hacmi sıvı halinin hacminden 600 kat daha büyüktür.
- ✓ Gemi ve tanker gibi büyük araçlarda taşınabilir.
- ✓ LNG; % 90 CH_4 , % 5 C_2H_6 ve yanı sıra az miktarda propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}) içeren verimi yüksek bir yakıttır.
- ✓ Çakmıklarda kullanılan gaz LNG dir.
- ✓ Metal sanayi, elektrik üretimi ve buhar elde si gibi geniş kullanım alanları vardır.



3. İtici Gazlar

- ✓ Sıkıştırıldığında kolaylıkla sıvılaşabilen ve üstündeki basınç kaldırılınca genişerek gaz haline geçebilen gazlara **itici gazlar** denir.
- ✓ 1950 li yıllarda itici gaz olarak florokloro karbon (CFC) kullanılmaktaydı. Bu gaz güneşten gelen zararlı ultraviyole ışınlarını süzen ozon tabakasına zarar verdiği ve küresel ısınmaya neden olduğundan kullanımı yasaklanmıştır. Günümüzde florokloro karbon (CFC) yerine diazot monooksit (N_2O), hidrokarbonlar ve karbondioksit (CO_2) kullanılmaktadır.
- ✓ Böcek ilaçları, köpüklü kremler, deodorantlar, yangın söndürücüler gibi spreylerde itici gazlar ve spray içeriği (aerosol karışımlar) bulunur.



Notlarım

Örnek 8

LPG ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Sıvılaştırılmış petrol gazıdır.
- B) 3 - 4 karbonlu hidrokarbonları içerir.
- C) Renksiz ve kokusuzdur.
- D) Yüksek toksik özelliği bulunur.
- E) Sprey kutularında itici gaz olarak kullanılır.

Çözüm 8

Toksik madde, canlı organizmaya ağız, solunum, deri yoluyla girdiğinde normal fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaları bozan veya fazla miktarı canlının ölümüne neden olan maddelerdir.

LPG toksik özelliği bulunmayan bir gazdır.

Örnek 9

Sıvılaştırılmış doğal gaz olarak bilinen LNG nin yapısında bulunan maddeleri yazınız.

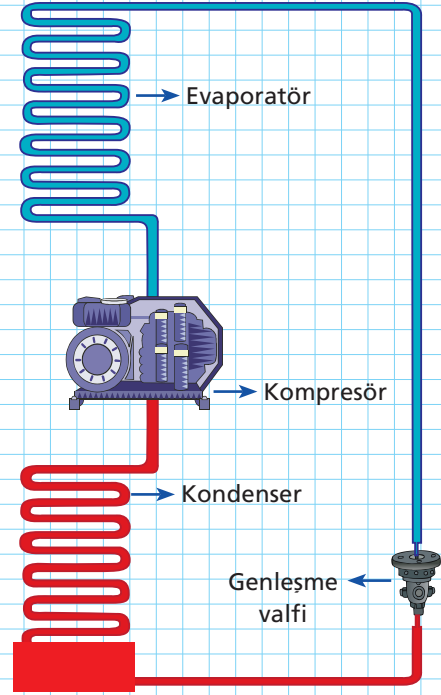
- ❖ % 90 ve üzerinde metan
- ❖ Etan
- ❖ Propan
- ❖ Azot
- ❖ Oksijen
- ❖ Karbon dioksit
- ❖ Su

4. Soğutucu Akışkanlar

Basınç altında sıvılaştırılabilen ve üzerindeki basınç kaldırıldığında buhar haline geçen maddelere itici gazlar, buharlaşırken ortamdan ısı alarak ortam sıcaklığının düşmesine sebep olan gazlara soğutucu akışkanlık denir.

Soğutucu akışkanlar;

- ✓ Kritik sıcaklığı yüksek, kaynama noktası düşük olmalıdır.
- ✓ Uygulanabilir basınç altında kolay sıvılaşmalı ve genişleşerek gaz haline geçmelidir.
- ✓ Çevreye zararlı olmamalı, düşük maliyetli ve az enerji tüketmelidir.
- ✓ Buzdolabı ve klimalarda soğutucu akışkanlar kullanılır.



Buzdolabının Çalışma Prensibi

Notlarım

Havadan Azot ve Oksijen Eldesi

Azot ve oksijen, kimyasal maddelerin eldesinde yaygın olarak kullanılan maddeler arasındadır. Bu gazlarla birlikte argon ve diğer soy gazlar, sıvı havanın ayrımsal damıtılmasıyla elde edilir. Bu işlem yalnızca fiziksel değişmeye dayanır.

Temiz kuru hava, yüksek basınç altında soğutulup sıvılaştırılır. Sonra sıvılaştırılmış havadaki üç gazın kontrollü olarak ısıtılıp buharlaşması sağlanır. Bu işlemde önce en düşük sıcaklıkta kaynayan azot, sonra argon ve en son oksijen elde edilir.

Örnek 10

Sıvı havanın ayrımsal damıtılmasıyla,

- I. sodyum,
- II. oksijen,
- III. azot,
- IV. argon

gazlarından hangileri elde edilir?

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

Çözüm 10

Sıvı havanın ayrımsal damıtılmasıyla oksijen, azot ve argon elde edilir.



ek bilgi

etkinlik

Aşağıdaki cümleleri doğru / yanlış olarak belirtiniz.

1. Katıların tanecikleri arasında boşluk yer derecede azdır. D
2. Maddenin plazma halinde molekül, atom, iyon ve elektronlar bir arada bulunur. D
3. Katı, sıvı ve gaz halindeki maddelerin hepsi titreşim ve öteleme hareketi yaparlar. Y
4. Süblimleşme olayında maddenin sıvı hali gözlenmez. D
5. Suyun bulutlardan katı veya sıvı halde yeryüzüne geri dönmesi yağıştır. D
6. LPG ve LNG katı hale dönüştürülmüş gaz maddedir. Y
7. Doğalgaz renksiz ve kötü kokulu bir gazdır. Y
8. Deodorant ve spreylere özellikli şişelerde itici gazlar kullanılmaktadır. D
9. Soğutucu oluşumların atmosferik basınçta kaynama noktası yüksek olmalıdır. Y
10. Nefes aldığımızı hava içindeki azot ayrımsal damıtma ile elde edilebilir. D

Notlarım



Gazların Özellikleri

325 326

- ✓ Gaz tanecikleri arasında büyük boşluklar vardır. Bu nedenle birbirleri ile **her oranda homojen karışabilir**.
- ✓ Sınırsız yayılabilme özelliğine sahiptir.
- ✓ Gaz molekülleri, sürekli olarak rastgele, doğrusal ve zigzaglı hareketler yaparlar. Bu hareketlere **Brown hareketleri** denir.
- ✓ **İdeal gaz molekülleri sonsuz küçük boyutlu olduğundan molekülün hacmi toplam hacim yanında ihmal edilir.**
- ✓ Gazların yoğunlukları katı ve sıvılara göre **oldukça düşüktür.**
- ✓ Buldukları kabın hacmini ve şeklini alırlar. Bu nedenle **buldukları kabın her noktasına aynı basıncı yaparlar.**
- ✓ Aynı sıcaklıkta tüm gazların ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir. Ortalama kinetik enerji yalnız sıcaklıkla değişir.

- ✓ Gazlar sıcaklık etkisiyle katı ve sıvılara göre daha fazla genişler. Ancak tüm gazların genişleme katsayıları eşit olduğundan **genleşme katsayısı gazlar için ayırt edici bir özellik değildir.**

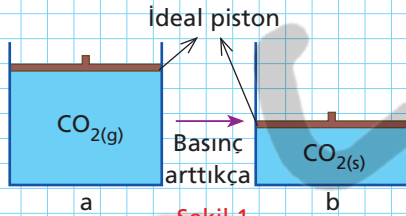
Standart şartlarda (25 °C, 1atm) gaz halde bulunan maddeler için **gaz** terimi, katı ya da sıvı halde bulunan maddelerin gaz hali için **buhar** terimi kullanılır.



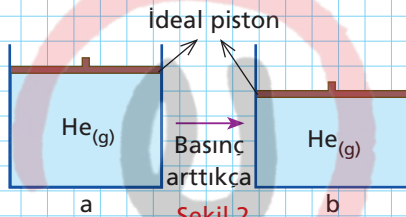
Gazların Sıkıştırma ve Genleşme Özelliği

Katı ve sıvılarda tanecikler birbirleriyle yakın temas halinde olduklarından sıkıştırılmaları zordur. Ancak gaz tanecikleri arasındaki boşluk **fazla olduğundan gazlar sıkıştırılabilir.**

Gaza uygulanan basıncın hacime etkisi şöyle gösterilebilir.



Sekil 1



Sekil 2

Şekil 1 ve Şekil 2 de sürtünmesiz pistonlu kaplarda belli miktarda CO_2 ve He gazları vardır. Basıncı uygulanarak gazlar sıkıştırılmıştır. Bunun sonucunda CO_2 gazının sıvılaştığı, He gazının ise sıvı hale geçmediği görülmüştür.

Tanecikleri arasında itme - çekme kuvvetleri olan ve toplam hacim yanında taneciklerinin hacmi ihmal edilmeyen gazlara gerçek gazlar denir. Gerçek gazlar sıvılaşabilir.

Tanecikleri arasında itme - çekme kuvvetleri olmayan ve toplam hacme göre taneciklerinin hacmi ihmal edilebilen gazlara ideal gazlar denir.

Gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçta idealliğe yaklaşır. Yanda verilen örnekte CO_2 gazı sıvılaştığına göre gerçek gaz, He gazı ise ideale yakın gazdır.



animasyon

Notlarım

Gazlarda Temel Kavramlar

Basınc (P)

Birim yüzeye uygulanan kuvvete basınc denir.

$$\text{Basınc} = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{Alan}} \quad \text{ve} \quad P = \frac{F}{S}$$

Uluslararası birim sisteminde (SI) basınc birimi Newton/metrekare (N/m²) veya Paskal (Pa) dir.

Basınc birimleri arasındaki ilişki şu şekildedir:

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} \\ 1 \text{ atm} &= 101325 \text{ Pa} \\ 1 \text{ atm} &= 1,0133 \text{ bar} \\ 1 \text{ N} &= 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ 1 \text{ bar} &= 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$



video

İlk barometre İtalyan Evangelista Torricelli tarafından yapılmıştır.

Torricelli deneyi deniz seviyesinde ve 0 °C sıcaklıkta gerçekleştirmiştir. Deniz seviyesinde normal atmosfer basıncı 760 mmHg = 76 cmHg = 1 atmosfer dir.

? Örnek II

Aşağıda verilen basınc birimlerinden hangisi atmosfer (atm) birimine yanlıc çevrilmiştir?

- A) 1900 mmHg = 0,25 atm
- B) 20265 Pa = 0,2 atm
- C) 2280 mmHg = 3 atm
- D) 38,0 cmHg = 0,5 atm
- E) 101,325 kPa = 1 atm

? Çözüm II

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 760 \text{ mmHg} \\ ? \text{ atm} &= 1900 \text{ mmHg} \\ ? &= 2,5 \text{ atm} \end{aligned}$$

Notlarım

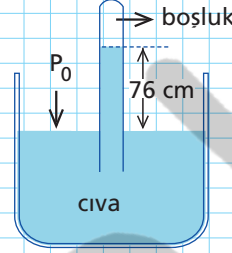
BASINÇ

Atmosfer basıncı

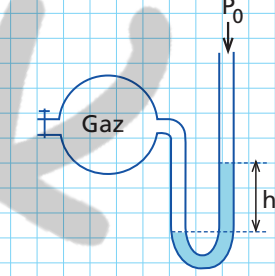
Kapalı kaplarda gaz basıncı

• Barometre ile ölçülür.

• Manometre ile ölçülür.



$$P_0 = 76 \text{ cmHg} \quad (\text{Torricelli Deneyi})$$



$$P_{\text{gaz}} = h + P_0$$

*** Torricelli Deneyinde civa yerine su kullanılması durumunda h yükseklikleri arasındaki ilişki

$d_{\text{civa}} \cdot h_{\text{civa}} = d_{\text{su}} \cdot h_{\text{su}}$ formülüyle hesaplanır.

? Örnek I2

Basınc birimleri ile ilgili;

- I. 1 N / m² lik basınc, 1 paskaldır.
- II. cmHg ve mmHg birimleri birbirine eşittir.
- III. Deniz seviyesinde atmosfer basıncı, 1 atm dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

? Çözüm I2

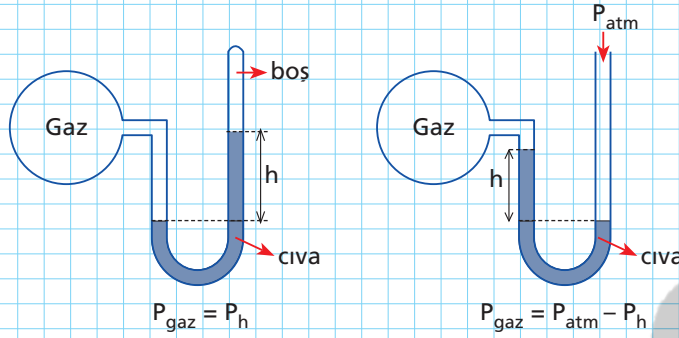
$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ cmHg} = 10 \text{ mmHg}$$

Deniz seviyesindeki basınc 1 atm dir.

Kapalı Kaplarda Gaz Basıncı

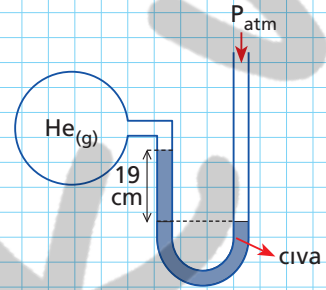
Kapalı kaplardaki gazların basıncını ölçmeye yarayan araçlara **manometre** denir. Manometre kapalı ve açık uçlu manometreler olmak üzere iki çeşittir.



Kapalı uçlu manometre

Açık uçlu manometre

Örnek 13



Yukarıdaki manometrede bulunan helyum gazının basıncı kaç cmHg dir? ($P_{atm} = 76 \text{ cmHg}$)

- A) 19 B) 38 C) 57 D) 76 E) 95

Çözüm 13

$$P_{He} + 19 = 76 \quad P_{He} = 57 \text{ cmHg dir.}$$

Helyum gazının basıncı açık hava basıncından 19 cmHg daha küçüktür.

Atmosfer Basıncı

- Normal atmosfer koşulları, **25 °C sıcaklık** ve **1 atmosfer** basınç koşullarını ifade eder. Bu koşullarda **11 element** gaz halde bulunur. Bu elementler **H, N, O, F, Cl, He, Ne, Ar, Kr, Xe** ve **Rn** dir.
- Atmosferdeki gazlar tarafından uygulanan basınca **Atmosfer (açık hava) Basıncı** denir. Yerden yükseklere çıkıldıkça açık hava basıncı düşer. Örneğin yerden 10 km yükseklikte açık hava basıncı 200 mmHg dir. Atmosfer basıncını ölçmek için kullanılan aletlere **barometre** denir.



Torricelli (1608 - 1647)

İtalyan matematik ve fizik bilginidir. Açık hava basıncı üzerine yaptığı deneylerle tanınır.

Atmosfer Gazları

Madde	Hacimce Yüzde
N ₂	78.084
O ₂	20.948
Ar	0.934
CO ₂	0.0314
Ne	0.00182
He	0.00052
CH ₄	0.0002
Kr	0.00011
H ₂	0.00005
N ₂ O	0.00005
Xe	0.000009

Notlarım

Hacim (V)

- ✓ Gazların hacmi buldukları kabın hacmine eşittir.
- ✓ Çelik ya da cam kapta hacim sabit, ideal pistonlu kaplarda ise hacim değişkendir. Bu nedenle gazın hacmi sıcaklık ve basınçla beraber belirtilmelidir.
- ✓ Gazlarda hacim birimi çoğunlukla litre (L) dir. Litrenin yanı sıra cm^3 , m^3 , dm^3 , mL de kullanılır.

$$1 m^3 = 10^3 dm^3 = 10^6 cm^3$$

$$1 dm^3 = 1 L = 10^3 mL$$

Örnek 14

Aşağıda verilen hacim birimlerinden hangisi belirtilen hacim birimine yanlış dönüştürülmüştür?

A) $0,078 L = 78 mL$

B) $2721 cm^3 = 2,721 dm^3$

C) $2,65 mL = 2,65 cm^3$

D) $2,65 dm^3 = 2650 L$

E) $2,5 L = 2500 cm^3$

Çözüm 14

$$2,65 dm^3 = 2,65 L$$

Sıcaklık (t, T)

Sıcaklık, madde moleküllerinin hızları hakkında bilgi veren kavramdır. Termometre ile ölçülür. Sıcaklık birimleri Celsius (°C), Kelvin (K), Fahrenheit (F) ve Reaumer (R) dir.

Sıcaklık düştükçe taneciklerin hızları düşer. $-273,15$ °C de (0 K) taneciklerin hareketlerinin durduğu kabul edilir. Bu sıcaklığa mutlak sıfır noktası denir.

Kelvin birimi mutlak sıcaklık birimidir. °C ile K ölçeği arasında,

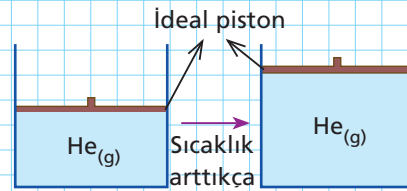
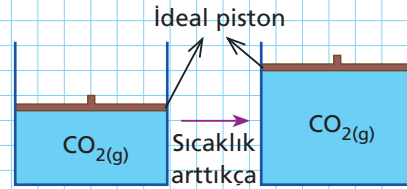
$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273$$

ilişkisi vardır.

Şimdi de içlerinde CO_2 ve He bulunan pistonlu kapların sıcaklığını arttırdığımızda ne olduğunu inceleyelim.

İdeal pistonlu kapların sıcaklıkları artırıldığında gaz tanecikleri daha hızlı hareket eder, kinetik enerjileri artar, kabın çeperlerine daha çok çarparlar. Dolayısıyla piston yukarı doğru itileceğinden hacim büyür.

Sıcaklıkla gazların hacimlerinde meydana gelen bu değişime ısı genleşme denir.



Notlarım

Mol Sayısı (n)

✓ Madde miktarları, mol sayısı ile ifade edilir.

Örneğin;

1 deste kalem = 10 tane kalem

1 düzine pet şişe = 12 tane pet şişe

1 mol fındık = $6,02 \cdot 10^{23}$ tane fındık

1 mol He atomu = $6,02 \cdot 10^{23}$ tane He atomu

✓ 12 gram $^{12}_6\text{C}$ izotopundaki atom sayısı kadar tanecik içeren madde miktarına 1 mol denir ve n ile gösterilir. $^{12}_6\text{C}$ izotopunda $6,02 \cdot 10^{23}$ tane tanecik bulunduğundan 1 mol, $6,02 \cdot 10^{23}$ tanecik içeren madde miktarıdır.

$$\text{Mol sayısı (n)} = \frac{\text{Tanecik sayısı (N')}}{\text{Avogadro Sayısı (N)}}$$

Atom, iyon ve molekül tanecik olarak kabul edilir.

? Örnek 15

Tabloda boş bırakılan yerleri doldurunuz.

(H = 1, C = 12, O = 16, S = 32, Cl = 35,5, Ca = 40,)

Tanecik molü	Kütle	Atom ya da molekül sayısı
0,1 mol H ₂ O	1,8 gram	$6,02 \cdot 10^{22}$ tane H ₂ O
0,5 mol CO	14 gram	$3,01 \cdot 10^{23}$ tane CO
2 mol Ca	80 gram	$12,04 \cdot 10^{23}$ tane Ca
0,2 mol CO ₂	8,8 gram	$1,204 \cdot 10^{23}$ tane CO ₂
0,4 mol Cl ₂	28,4 gram	$2,408 \cdot 10^{23}$ tane Cl ₂

Mol Kütleleri

$6,02 \cdot 10^{23}$ tane atomun (1 mol atom) kütlelerine mol atom kütleleri denir. Birimi g/mol olarak ifade edilir. Mol atom kütleleri $^{12}_6\text{C}$ atomu referans alınarak hesaplanmıştır.

Örneğin;

- 1 mol Ca atomu = 40 gram ($40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
= $6,02 \cdot 10^{23}$ tane Ca atomu
- 1 mol He atomu = 4 gram ($4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
= $6,02 \cdot 10^{23}$ tane He atomu

$$\text{mol(n)} = \frac{\text{kütle (m)}}{\text{mol kütleleri (M}_A)}$$

Mol atom kütlelerinden faydalanarak 1 mol bileşiğin kütleleri (mol kütleleri) bulunur. CaO (kalsiyum oksit) bileşiğinin mol kütleleri;

CaO = $40 + 16 = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ dir.
(Ca = $40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, O = $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

? Örnek 16

Aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

- 1 mol Cu atomu $6,02 \times 10^{23}$ tane Cu atomu içerir.
- 0,2 mol KCl bileşiği $1,204 \times 10^{23}$ tane KCl molekülü içerir.
- 0,1 mol H₂O molekülü $6,02 \times 10^{22}$ tane H₂O molekülü içerir.
- $3,01 \cdot 10^{23}$ tane CO₂ molekülü 0,5 mol CO₂ molekülü içerir.

Notlarım

? Örnek 17

Bileşik	Mol sayısı	Kütle (g)
$\text{Ca}(\text{XO}_3)_2$	0,3	49,2
XY_2	0,2	9,2

Yukarıdaki bilgilere göre,

I. XH_3

II. H_2Y

bileşiklerinin mol kütleleri hangisinde doğru olarak verilmiştir? (H : 1 , O : 16 , Ca : 40)

	I	II
A)	17	18
B)	17	18
C)	21	18
D)	21	17
E)	19	17

? Örnek 19

5,6 gram azot atomu içeren azot molekülü kaç moldür?
(N : 14)

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,4 D) 1 E) 2

? Çözüm 19

Azot doğada iki atomlu moleküller halinde (N_2) bulunur. Bu sebeple de 1 molünde azot atomunun bağlı atom kütlelerinin iki katı kadar azot içerir.

1 mol azot molekülü (N_2) 2 · 14 gram azot içeriyorsa,
? mol azot molekülünde 5,6 gram azot bulunur.

$$? = \frac{5,6}{2 \cdot 14} = 0,2 \text{ mol azot molekülünde bulunur.}$$

? Örnek 18

I. 1 mol C atomu

II. 1 mol C_2H_6 molekülü

III. 1 mol CO_2 molekülü

Yukarıda verilen atom ve moleküllerin içerdikleri atom sayıları arasındaki ilişkiyi bulunuz.

? Çözüm 18

I. 1 mol C atomu = $6,02 \times 10^{23}$ tane C atomu

II. 1 mol C_2H_6 molekülü = $8 \times 6,02 \times 10^{23}$ tane atom
= $48,16 \times 10^{23}$

III. 1 mol CO_2 molekülü = $3 \times 6,02 \times 10^{23}$ tane atom
= $18,06 \times 10^{23}$ tane atom

II > III > I

? Örnek 20

Mol sayıları eşit olan helyum ve hidrojen gazlarının,

I. atom sayısı,

II. kütle,

III. tanecik sayısı

niceliklerinden hangileri farklıdır?

(H : 1, He : 4)

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) I ve III

? Çözüm 20

Soruda tanecik sayısı kavramı geçiyorsa, atom, molekül ya da iyon sayısı kastedilmiştir. Eşit mol sayılı bu maddeler eşit sayıda He atomu ve H_2 molekülü tanecikleri içerirler. (III aynıdır.)

Helyum gaz halde atomik, hidrojen ise iki atomlu molekül yapılı olduğundan atom sayıları farklıdır. (I farklıdır.)

1 mol He 4 gram, H_2 ise 2 gramdır. (II farklıdır.)

Notlarım



Boyle Yasası (Basınç - Hacim İlişkisi)

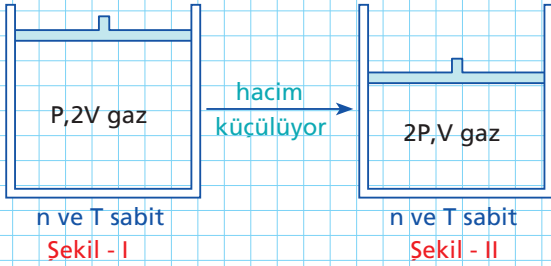
Sabit sıcaklıkta, kütlesi belirli bir gazın **hacmi** ile **basıncı** ters orantılı değişir. Bu durumda gazın **P·V (basınç·hacim)** çarpımı daima sabittir.



Robert Boyle

$$V \propto \frac{1}{P} \Rightarrow PV = \text{sabit}$$

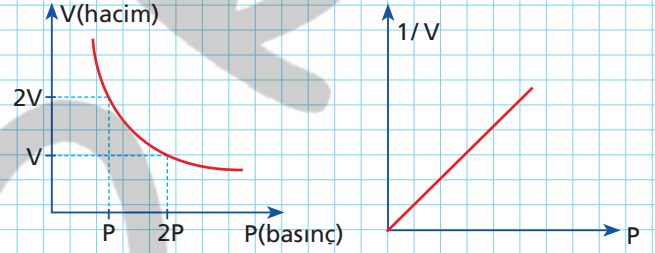
$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots = \text{sabit}$$



Sekil - I'de P basıncındaki gaz 2V hacim yapmış yani çarpımları ($P \cdot 2V = 2PV$),

Sekil II'de V hacmine indirilen kaptaki gaz 2P hacim yapmış yani çarpımları ($2P \cdot V = 2PV$)

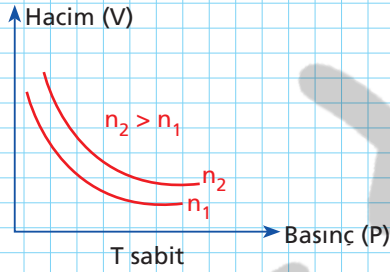
Dolayısıyla basınç·hacim çarpımı sabit.



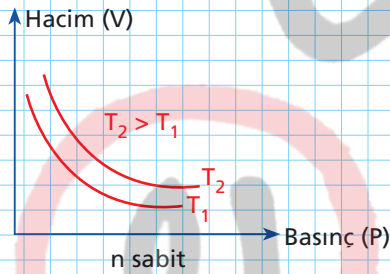
Sekil - I

Sekil - II

PV çarpımını **sıcaklık** ve **mol sayısı** değiştirir.



Sabit sıcaklıkta mol sayısı artarsa PV çarpımı artar.



Sabit molde sıcaklık artarsa PV çarpımı artar.

? Örnek 21

Bir O_2 gaz örneğinin 760 mmHg da hacmi 28 L dir.

Gaz miktarı ve sıcaklık sabitken basınç,

- 380 mmHg ya düşürüldüğünde,
 - 4 atm ye çıkarıldığında
- Yeni hacmi kaç litre (L) olur?

Çözüm 21

- $P_1 = 760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$ $P_2 = 380 \text{ mmHg} = 0,5 \text{ atm}$
 $V_1 = 28 \text{ L}$ $V_2 = ?$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1 \cdot 28 = 0,5 \cdot V_2$$

$$V_2 = 56 \text{ L}$$

- $P_2 = 4 \text{ atm}$
 $V_2 = ?$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1 \cdot 28 = 4 \cdot V_2$$

$$V_2 = 7 \text{ L}$$

Notlarım

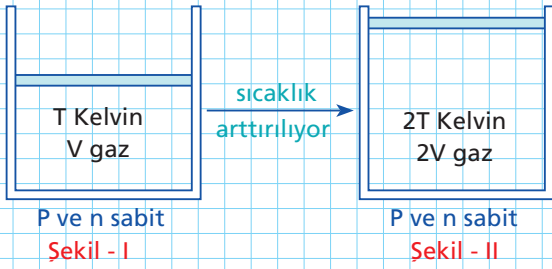
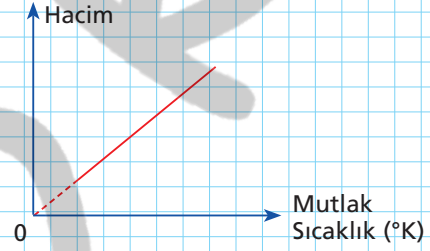
Charles Yasası (Hacim - Sıcaklık İlişkisi)

Sabit basınçta, kütlesi belirli bir gazın **hacmi ile mutlak sıcaklığı** doğru orantılı olarak değişir.



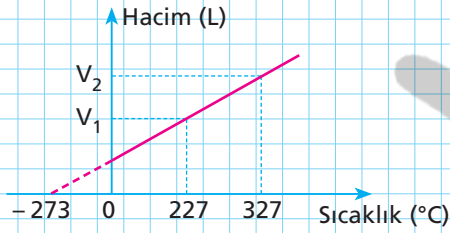
Jacques Charles

$$V \propto T \Rightarrow \frac{V}{T} = k(\text{sabit})$$



Ulaşılabilecek en düşük sıcaklık $-273 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($0 \text{ } ^\circ\text{K}$) olduğundan Kelvin ölçeğinde hacim - sıcaklık grafiğindeki doğru, orjinden başlar.

Örnek 22



Sabit basınçtaki bir miktar gazın hacim - sıcaklık değişimi yukarıda verilmiştir.

Buna göre $\frac{V_1}{V_2}$ değeri kaçtır?

Çözüm 22

$$T_1 = 227 + 273 = 500 \text{ K}$$

$$T_2 = 327 + 273 = 600 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{500}{600} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{5}{6}$$

Örnek 23

$25 \text{ } ^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 1 atm basınçta bir X gazı ideal pistonlu bir kaba doldurulmuştur. Kap ısıtıldığında gazın hacmi $0,25 \text{ L}$ den 1 L ye genişler.

Buna göre, gazın son sıcaklığı kaç $^\circ\text{C}$ dir?

Çözüm 23

$$V_1 = 0,25 \text{ L}$$

$$T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$V_2 = 1 \text{ L} \quad T_2 = ?$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T = t \text{ (} ^\circ\text{C)} + 273$$

$$1192 = t + 273$$

$$t = 919 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{0,25}{298} = \frac{1}{T_2}$$

$$T_2 = 1192 \text{ K}$$

Notlarım

Gay - Lussac Yasası (Sıcaklık - Basınç İlişkisi)

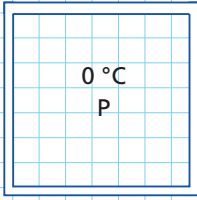
Sabit hacimli bir kaptaki bir miktar gazın sıcaklıkla basınç değişimi yukarıdaki grafikte verilmiştir.



Joseph Gay Lussac

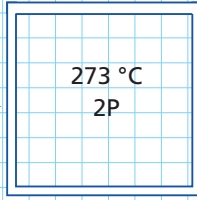
$$P \propto T \Rightarrow \frac{P}{T} = (\text{sabit})$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} = (\text{sabit})$$

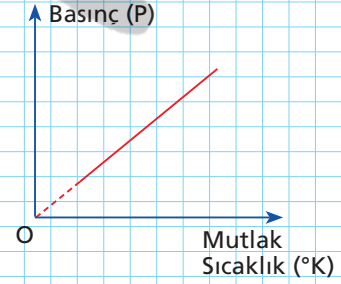
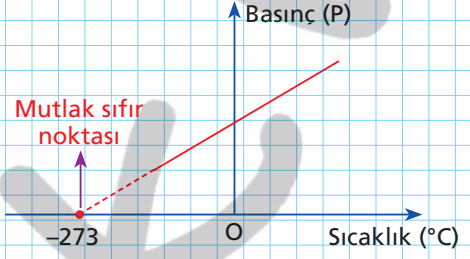


V ve n sabit
(273 K)
Sekil - I

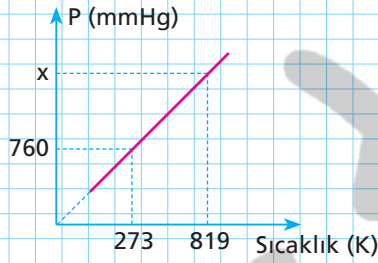
sıcaklık
artırılıyor



V ve n sabit
(546 K)
Sekil - II



Örnek 24



Sabit hacimli bir kaptaki bir miktar gazın sıcaklıkla basınç değişimi yukarıdaki grafikte verilmiştir.

Buna göre, grafikte x değerinin atm cinsinden karşılığını bulunuz.

Çözüm 24

Sıcaklık ile basınç arasındaki ilişki

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ şeklindedir.}$$

$$760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm dir.}$$

$$\frac{1}{273} = \frac{x}{819} \quad x = 3 \text{ atm dir.}$$

Notlarım

Örnek 25

Madde miktarı ve hacmi sabit tutulan bir gazın, basıncının sıcaklıkla değişiminin incelenmesine ait deney sonuçları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Basınç (bar)	Sıcaklık (°C)
10	0
20	273
30	546
60	1365

Buna göre,

- Hacim sabitken ısıtılan bir miktar gazın basıncı, mutlak sıcaklıkla doğru orantılı değişir.
- Mol sayısı ve hacmi sabit tutulan bir gaz soğutulursa $\frac{\text{Basınç}}{\text{Sıcaklık}}$ oranı azalır.
- Hacim ve mol sayıları eşit olan farklı iki gazın $\frac{\text{Basınç}}{\text{Sıcaklık}}$ oranı aynıdır.

yargılarından hangileri yanlıştır?

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

Çözüm 25

Çizelgede n ve V sabitken sıcaklık arttıkça basıncın orantılı olarak arttığı görülmektedir. (I doğru)

Buradan $\frac{P}{T}$ oranı sabit olduğu anlaşılır. (II yanlış)

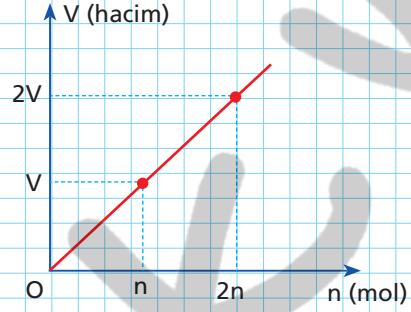
V ve n değerleri aynı olan gazların $\frac{P}{T}$ oranları da aynıdır (III doğru)

Avogadro Yasası (Hacim - Miktar İlişkisi)

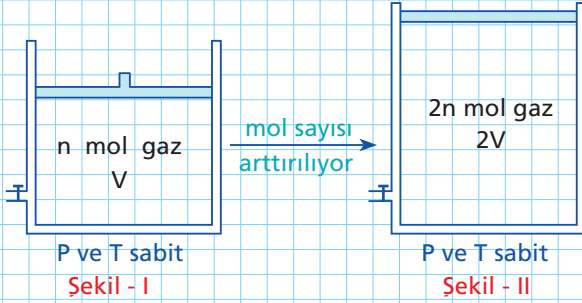
Sıcaklığı ve basıncı sabit bir gazın, **mol sayısı** ile **hacmi** doğru orantılı değişir.



Avogadro



$$V \propto n \Rightarrow \frac{V}{n} = \text{sabit} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \text{ sabit}$$



Avogadro sabit sıcaklık ve basınçta gazların eşit hacimlerinin eşit sayıda molekül içerdiğini söylemiştir.

$$P \text{ ve } T \text{ sabit} \Rightarrow V_1 = V_2 \text{ ise } n_1 = n_2 \text{ olur.}$$



animasyon

İdeal Gaz Denklemi

Moleküller arası çekim kuvvetinin olmadığı, tek bir gaz molekülünün hacminin toplam hacmin yanında ihmal edildiği varsayılan gazlara **ideal gaz** denir. Gerçek gazlar, yüksek sıcaklık ve düşük basınçta ideale yaklaşır.

Gaz yasalarından tek bir denklem elde edilebilir.

- Boyle yasası $\Rightarrow V \propto \frac{1}{P}$
 - Charles yasası $\Rightarrow V \propto T$
 - Avogadro yasası $\Rightarrow V \propto n$
- $V \propto \frac{nT}{P}$ den
- ideale gaz denklemi
- $$PV = nRT$$
- elde edilir.

Not:

$$\text{İdeal gaz sabiti } R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Örnek 2b

27 °C de 1,6 gram CH_4 gazının 4,1 litrelik kaptaki basıncı kaç cmHg olur? ($\text{CH}_4 = 16$)

Çözüm 2b

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$PV = nRT \text{ den}$$

$$P \cdot 4,1 = \frac{1,6}{16} \cdot 8,2 \cdot 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^2$$

$$P = 0,6 \text{ atm} = 45,6 \text{ cmHg}$$



soru

Notlarım

	P	V	n	T	R
Büyüklük :	Basınc	Hacim	Mol sayısı	Mutlak sıcaklık	Gaz sabiti
Birimi :	(atmosfer)	(litre)	(mol)	(kelvin)	$\left(\frac{22,4}{273} \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right)$

R (gaz sabiti) normal şartlarda (0 °C ve 1 atm) 1 mol gaz için hesaplanan değerdir. Bütün gazların 1 molü normal şartlarda 22,4 Litre hacim kaplar.

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}} = \frac{22,4 \text{ atm} \cdot \text{L}}{273 \text{ mol} \cdot \text{K}} = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

R değeri $8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ olarak da alınabilir.

25 °C ve 1 atm basınç koşulları oda koşullarıdır. Oda koşullarında bütün gazların 1 molü 24,5 Litre hacim kaplar.

Örnek:

- Normal şartlarda (N.S.) 2 mol He gazı 44,8 Litre hacim kaplar.
- Oda koşullarında 2 mol He gazı 49 Litre hacim kaplar.

? Örnek 27

Basınc	Hacim	Mol sayısı	Sıcaklık
1,00 atm	I	1,00	273 K
380 mmHg	II	1,00	0 °C
101325 Pa	48,8 L	III	273 °C
0,5 atm	22,4 L	1,5	IV
V	5,0 L	1,25	273 K

İdeal bir gaz ile yapılan deneylerin sonuçları yukarıdaki tabloda verilmiştir.

Buna göre, tabloda I, II, III, IV ve V şeklinde belirtilen nicelikler ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- I nin değeri 22,4 L dir.
- II nin değeri 44,8 L dir.
- III. nün değeri 1 mol dür.
- D) IV. nün değeri 273 °C dir.**
- V. nin değeri 5,6 atm dir.

? Çözüm 27

$$P \cdot V = nRT$$

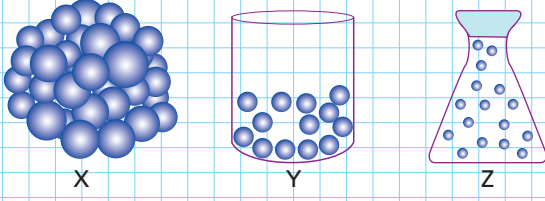
$$0,5 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L} = 1,5 \cdot \frac{22,4}{273} \cdot T$$

$$T = 90 \text{ °K} = -182 \text{ °C}$$



Notlarım

1.



Bir maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinin mikroskopik görünüşleri yukarıda verilmiştir. Aşağıda X, Y ve Z hallerine ait olan özellikler + ile, ait olmayanlar - ile işaretlenmiştir.

Buna göre, yapılan işaretlemelerden hangisi hatalıdır?

Özellik	X	Y	Z
A) Sıkıştırılabilirlik	-	-	+
B) Yoğuşma	-	-	+
C) Akışkan olma	-	+	+
D) Öteleme hareketi yapma	+	-	-
E) Belirli hacme sahip olma	+	+	-

2. I. Katı $\xrightarrow{1}$ Sıvı
 II. Gaz $\xrightarrow{2}$ Katı
 III. Sıvı $\xrightarrow{3}$ Gaz
 IV. Gaz $\xrightarrow{4}$ Sıvı

Yukarıdaki dönüşümlerle ilgili, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) 1 erimedir.
 B) 3 buharlaşmadır.
 C) 2 ve 4, ekzotermik olaydır.
 D) 3 ve 4, sırayla su döngüsüdür.
 E) 2 süblimleşmedir.

3. Aşağıda verilen basınç değerlerinden hangisi diğerlerinden daha büyüktür?

- A) 30 cmHg
 B) 450 mmHg
 C) 1,01325 bar
 D) 10,1325 Pa

E) 1,2 atm

4. Aşağıdaki birimlerden hangisi sıcaklık birimi değildir?

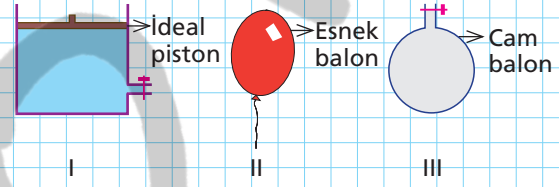
- A) Newton
 B) Kelvin
 C) Reaumur
 D) Celsius
 E) Fahrenheit

5. Aşağıda verilen maddelerden hangisinin mol sayısı diğerlerinden küçüktür?

(C : 12, O : 16)

- A) $3,01 \cdot 10^{23}$ tane Ca atomu
 B) 12 gram C atomu
 C) 6 gram C atomu içeren CO molekülü
 D) 1,6 gram O atomu içeren H_2O molekülü
 E) 0,5 mol Fe atomu

6.

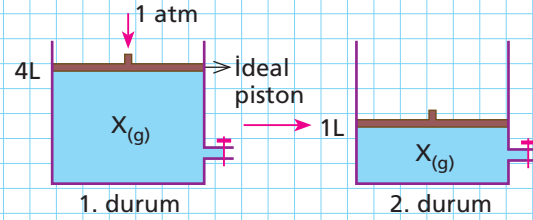


Yukarıda 1 atm basınçlı ortamda içlerinde bir miktar gaz bulunan kap ve balonlar verilmiştir.

Buna göre, hangi kapların sıcaklığı bir miktar artırıldığında gaz basıncı değişmez?

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

7.



Yukarıda verilen 1. durumda X gazı 1 atm dış basınçta ideal pistonlu kaptaki 4 litre hacim kaplamaktadır.

Buna göre, aynı sıcaklıkta 2. durumun oluşabilmesi için kaba kaç atm basınç yapılmalıdır?

- A) 0,5
 B) 1
 C) 2
 D) 4
 E) 5

8. Sabit basınçlı bir kaptaki $-23^\circ C$ sıcaklıktaki Ne gazının hacmi 5 L olarak ölçülüyor.

Buna göre, sıcaklık $227^\circ C$ ye çıkarılırsa hacimdeki artış yüzde kaç olur?

- A) 25
 B) 40
 C) 50
 D) 70
 E) 100

Sıvılar

166 167

Sıvılarla ilgili olarak şu şekilde genellemeler yapılabilir:

- ✓ Sıkıştırılmayan akışkanlardır.
- ✓ Hacimleri belirlidir.
- ✓ Şekilleri belirli değildir.
- ✓ Kaptan sadece doldurdukları kısmın şeklini alırlar.
- ✓ Molekülleri öteleme ve titreşim hareketi yaparlar.
- ✓ Tanecikleri arası çekim kuvvetleri gaz haldekilere göre fazla olduğundan moleküller arası boşluklar gazlara göre daha azdır.
- ✓ Yayılmaları gazlara göre daha azdır.

Sıvıyı oluşturan moleküller arası çekim kuvvetleri varlığı sıvılara,

- ✓ Yüzey gerilimi
- ✓ Viskozite
- ✓ Buhar basıncı

gibi özellikler kazandırır.



Yüzey Gerilimi

Sıvı içerisinde moleküller her yönde eşit kuvvette çekilir. Ancak sıvı yüzeyindeki moleküller ise yana ve aşağı çekilirler, yukarı yöne bir çekim kuvvetleri yoktur. Bu nedenle sıvı yüzeyinde tanecik sayısı azdır. Yüzeydeki tanecik sayısının artması ve moleküllerin sıvı içerisinden yüzeye hareket etmesi için bir iş yapılması gereklidir.

Sıvının yüzeyini bir birim alan (Örneğin 1 m^2) genişletmek ve arttırmak için gereken enerji miktarına **yüzey gerilimi** denir. Birimi genellikle J/m^2 dir.

Moleküller arası çekim kuvvetleri yüksek olan sıvıların **yüzey gerilimleri** de yüksektir. Örneğin; suyun yüzey gerilimi $7,73 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$, cıvanın yüzey gerilimi $48 \cdot 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ dir. **Metalik bağ** kuvvetinin **hidrojen bağından** büyük olmasından dolayı Hg suya göre daha yüksek **yüzey gerilimine** sahiptir.

Sıvılar yüzey gerilimi nedeniyle yüzey alanlarını küçültmek isterler.

Bir elmanın cilalı yüzeyindeki su damlalarının küçük bilye şeklini alma eğilimi küre halindeki sıvının yüzey alanını küçültmesindedir. Yüzey gerilimini etkileyen faktörler **sıcaklık**, **sıvı cinsi** ve **sıvıya katılan** maddelerdir. Yüzey gerilimi sıcaklık ile **ters** orantılı, molekül içi kuvvetlerle **doğru** orantılıdır.

Yüzey gerilimini düşüren maddelere **yüzey aktif maddeler** denir. **Alkoller**, **organik asitler**, **sabun ve deterjanlar**, **esterler** yüzey aktif maddelere örnektir.

Yüzey gerilimini değiştirmeyen maddelere de **yüzey inaktif madde** denir. **Şeker**, **gliserin**, **bazı organik asit tuzları** yüzey inaktif maddelere örnektir.

Notlarım



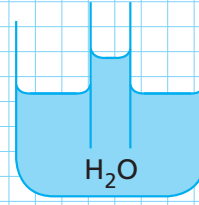
animasyon

Kılcallık (Kapiler Etki) (Adhezyon - Kohezyon Kuvvetleri)

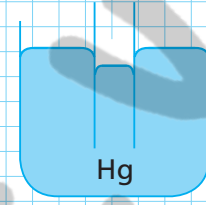
Yüzey gerilimine örnek olarak **kapiler (kılcallık)** etki verilebilir. Maddelerin bu şekilde davranmalarının sebebi **kohezyon ve adhezyon** kuvvetleridir.

Benzer moleküller arasındaki çekim kuvvetine **kohezyon**, farklı moleküller arasındaki çekim kuvvetlerine **adhezyon kuvvetleri** denir.

Adhezyon kuvveti > kohezyon kuvveti ise sıvı **ıslatır** ve kılcal cam boruda yükselir. Bu olaya **kılcallık etkisi (kapiler)** denir. Kohezyon kuvveti > adhezyon kuvveti ise sıvı **ıslatmaz** ve **kapiler** cam boruda alçalır.



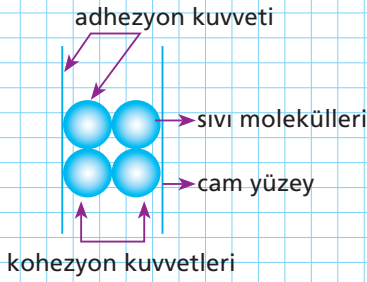
Islatan sıvı



Islatmayan sıvı



Kılcallık (kapiler) etkisi sayesinde kağıt havlu ve sünger gibi maddeler suyu emerler. Uzun ağaçlar kökleri ile aldıkları suyu en uçtaki yaprağa kadar iletim yaparlar.



animasyon

Viskozite

- ✓ Sıvıların akmaya karşı gösterdiği dirence **viskozite** denir.
- ✓ Sıvıların viskozitesi ne kadar **büyükse** akışkanlık o derece **düşüktür**.
- ✓ Moleküller arası çekim kuvvetleri **yüksek** sıvıların viskozluğu, **küçük** olanlarınkinden daha **yüksektir**.
- ✓ Viskozite birimi $N \cdot s/m^2$ ya da $Pa \cdot s$ dir.
- ✓ Farklı sıvıların **viskozitesi farklıdır**.
- ✓ Sıcaklık arttıkça **viskozite azalır** ve **akışkanlık artar**. Sıcak pekmezin akıcılığı, soğuk pekmezin akıcılığından fazladır.



? Örnek 28

Sıvıların viskoziteleri,

- I. moleküller arası çekim kuvveti,
 - II. sıcaklık,
 - III. molekül boyutu ve doğrusallığı
- ile nasıl değişir? Açıklayınız.

Çözüm 28

- I. Moleküller arası çekim kuvvetinin artması viskoziteyi artırır.
- II. Sıcaklık yükseldikçe genellikle viskozite düşer.
- III. Büyük molekül yapılı sıvıların viskozitesi, küçük ve küresel moleküllerden oluşan sıvının viskozitesinden büyüktür.



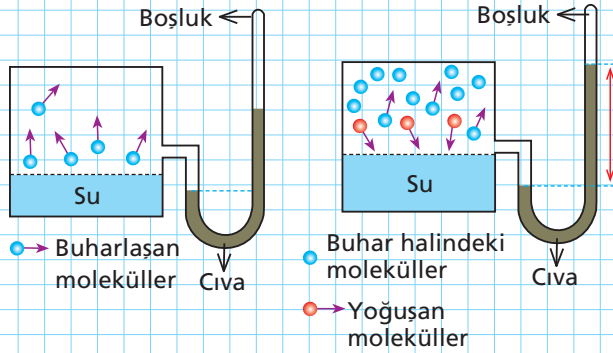
video

Notlarım

Sıvı Buhar Basıncı

Buharlaşma, sıvı haldeki bir maddenin gaz haline geçmesidir. Buharlaşma **ısı alan** (endotermik) bir olaydır.

Buharlaşma sıvının **yüzeyinde** gerçekleşir. Sıvılar her sıcaklıkta **buharlaşır** ve belli bir **buhar basıncı** vardır.



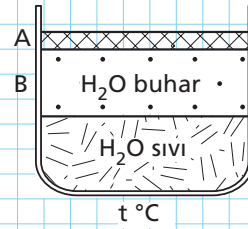
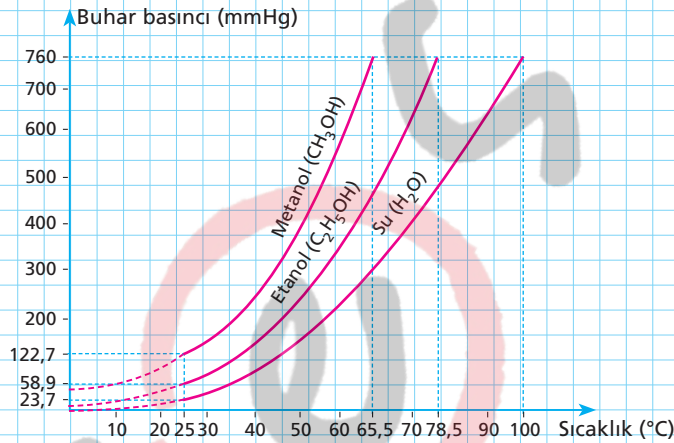
Kapalı bir kaba konulan sıvı buharlaşır. Buharlaşan moleküller tekrar sıvıya döner. Belli bir süre sonra sıvı fazdan ayrılan moleküllerin sayısı, sıvı faza dönen moleküllerin sayısına eşit olur. Dinamik denge adı verilen bu olayda **buharlaşma hızı yoğunlaşma hızına** eşit olur. Dinamik denge halinde, belli sıcaklıkta, sıvısıyla dengede olan buhar moleküllerinin yaptığı basınca **denge buhar basıncı** ya da **buhar basıncı** denir.

Sıvı buhar basıncının büyüklüğü **sıcaklığa**, **moleküller arası çekim kuvvetlerine** ve **sıvının türüne** bağlıdır.

Sıvı buhar basıncı **madde miktarına**, **sıvının bulunduğu kabın hacmine** ve **sıvı üzerinde bulunan farklı gazın basıncına** bağlı değildir.

Metanol, etanol ve suyun ısıtılması sırasında buhar basınçlarının sıcaklıkla değişimleri aşağıdaki grafikte verilmiştir.

Grafığe göre aynı sıcaklıkta örneğin $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ de sıvıların buhar basınçları arasındaki ilişkinin **metanol > etanol > su** şeklinde olduğu görülüyor. Metanol; etanol ve suya göre **daha uçucu bir sıvıdır**.



Yukarıdaki gibi bir kaptaki

Piston sabit iken, sıcaklık arttırılırsa,

- Sıvı molekül sayısı azalır.
- Buhar molekül sayısı artar.
- Suyun denge buhar basıncı artar.
- Birim hacimdeki buhar molekül sayısı artar.

Sıcaklık sabit iken, piston A dan B ye getirilirse,

- Sıvı molekül sayısı artar.
- Buhar molekül sayısı azalır.
- Suyun denge buhar basıncı değişmez.
- Birim hacimdeki buhar molekül sayısı değişmez.

Notlarım

Buharlaşma Hızı

Birim zamanda birim yüzeyden buharlaşan molekül sayısına **buharlaşma hızı** denir.

Buharlaşma hızını etkileyen faktörler şunlardır:

- ✓ Sıcaklık; sıcaklık artırılırsa buharlaşma hızı artar.
- ✓ Sıvı türü; kaynama noktası yüksek sıvıların buharlaşma hızı düşüktür.
- ✓ Safılık derecesi; saf suya alkol eklenirse buharlaşma hızlanır.
- ✓ Yüzey alanı; yüzey alanının artırılması buharlaşma hızını artırır.
- ✓ Dış basınç; dış basınç azaldıkça buharlaşma hızı artar.

Örnek 29

Kapalı bir kapta belli miktardaki saf suyun sıcaklığı artırıldığında,

- I. Buhar basıncı,
- II. Buhar fazdaki molekül sayısı,
- III. Buharlaşma hızı,
- IV. Sıvı miktarı

nicelikleri nasıl değişir? Açıklayınız.

Çözüm 29

Sıcaklık artırıldığında buhar basıncı buharlaşma hızı ve buhar fazdaki molekül sayısı artar. Sıvı miktarı azalır.

Kaynama Olayı

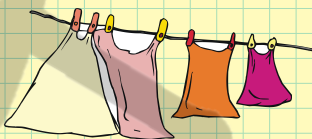
- ✓ Bir sıvının buhar basıncının atmosfer basıncına eşit olduğu ana **kaynama**, kaynamanın başladığı sıcaklığa da **kaynama sıcaklığı** denir.
- ✓ Sıvı buhar basıncının, dış atmosfer basıncı 760 mmHg'ye (1 atmosfer) eşit olduğu sıcaklığa **normal kaynama noktası** denir.

Normal kaynama noktası düşük olan sıvıların,

- Uçuculuğu **yüksektir**.
- Buharlaşma hızı **yüksektir**.
- Buhar basıncı **düşüktür**.
- Moleküller arası çekim kuvveti **düşüktür**.
- Molar buharlaşma ısısı (L_b) **yüksektir**.
- ✓ Kaynama sırasında saf maddelerin sıcaklığı **sabit kalır**. Ancak doymamış tuzlu su gibi çözeltilerin sıcaklığı **artar**.
- ✓ Buharlaşma sıvının **yüzeyinden** gerçekleşip **her sıcaklıkta** olur. Kaynama ise sıvının her yerinde ve sıvı buhar basıncının **atmosfer basıncına** eşit olduğu sıcaklıklarda olur.



Notlarım



Çamaşırların kuruması buharlaşma ile mümkündür.

Kaynama Noktasına Etki Eden Faktörler

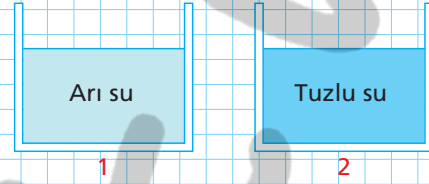
Sıvının Cinsi

Moleküller arası etkileşimler ve bu etkileşimlerin farklılığı, buhar basınçlarının ve kaynama noktalarının farklı olmasını sağlar. Kaynama noktaları yüksek sıvıların tanecikler arası çekim kuvvetleri büyüktür.

Saflik Derecesi

Saf sıvıda uçucu olmayan katılar (tuz, şeker,...) ya da sıvılar (gliserin, ...) çözülrse kaynama noktası yükselir, donma noktası düşer.

? Örnek 30



Aynı şartlarda bulunan sıvıların kaynama noktaları ve donma noktaları ilişkisi nasıldır?

Çözüm 30

Arı suya sofr tuzu eklenirse, Kaynama noktası yükselir. Donma noktası düşer. O halde;

Kaynama noktası $2 > 1$ Donma noktası $1 > 2$

Açık Hava Basıncı (Atmosfer Basıncı)

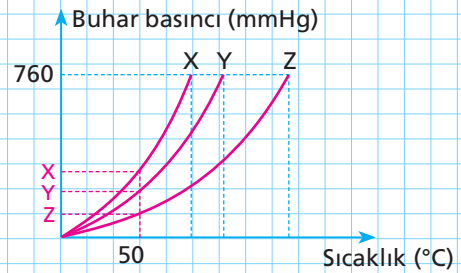
Sıvı üzerinde sıvıya etki eden dış basınç arttırılırsa, sıvı yüzeyinden buharlar zor ayrılır. Bu durumda sıvının buhar basıncı değişmez, ancak buharlaşma hızı azalır ve sıvının kaynama noktası yükselir.

Tüm sıvılar aynı ortamda kaynarken buhar basınçları birbirine eşittir.



Düdüklü tenceredeki basınç, tenceredeki havanın basıncı ile buhar basıncının toplamıdır. Sıcaklık arttıkça düdüklü tenceredeki toplam basınç artar ve kaynama noktası yükselir.

? Örnek 31



Yukarıdaki grafikte X, Y ve Z sıvılarının buhar basınçlarının sıcaklıkla değişimi verilmiştir.

Buna göre, sıvıların 50 °C deki buhar basınçları arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm 31

50 °C de buhar basıncı eksenine paralel çizildiğinde buhar basınçları arasındaki ilişkinin

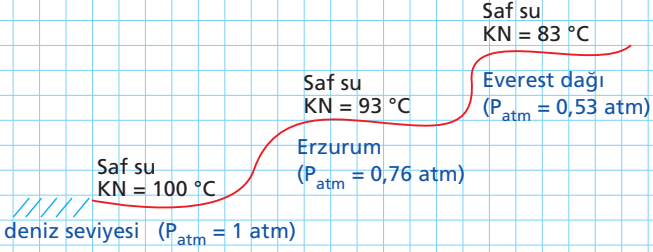
$$X > Y > Z$$

şeklinde olduğu görülür.

Notlarım

Yükselti (Rakım)

Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça açık hava basıncı düşeceğinden **sıvıların kaynama noktası düşer.**



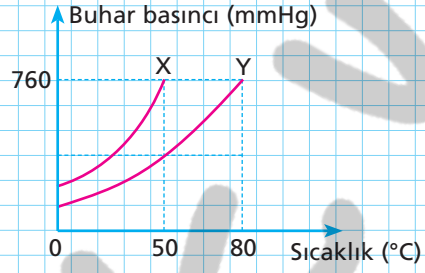
Sıvı üzerindeki dış basıncın değiştirilmesi ile kaynama noktasının değiştirilmesi gündelik hayata bazı kolaylıklar sağlar.

Gıda sanayide, pastörizasyon işleminde sıvı üzerindeki dış basınç düşürülerek sıvının düşük sıcaklıkta kaynaması sağlanır.



animasyon

? Örnek 32



Deniz seviyesinde bulunan saf X ve Y sıvılarının sıcaklıkla buhar basınçlarının değişimi yukarıda verilmiştir.

Buna göre,

- I. X in normal kaynama noktası 50 °C, Y nin 80 °C dir.
- II. X in aynı sıcaklıktaki buhar basıncı Y ninkinden büyüktür.
- III. X, Y den uçucudur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Bağıl Nem

Hava

Nemli Hava

İçerisinde N_2 , O_2 , Ar gazı ve su buharı bulunan soluduğumuz havadır.

Kuru Hava

İçerisinde su buharı bulunmayan havadır.

Su buharı kısmi basıncının aynı sıcaklıkta suyun denge buhar basıncına oranına

bağıl nem denir ve yüzde ile ifade edilir.

$$\text{Bağıl nem} = \frac{\text{Su buharının kısmi basıncı}}{\text{Suyun buhar basıncı}} \times 100$$

Nemli havada bulunan su buharının miktarı değişkendir. Sıcaklık arttıkça havadaki su buharı oranı ve nem artar.

Havada bulunabilecek maksimum nem miktarına **doygunluk noktası** denir.

Doygunluk noktası aşıldığında yağış başlar.

Sıcaklık ve nemi ölçen alete **higrometre** denir.

Bağıl nem % 100 ü geçerse yağış gerçekleşir. Bağıl nem arttıkça hissedilen sıcaklık artar.

Sıcaklık (°C)	Suyun buhar basıncı	
	atm	mmHg
0	0,006	4,6
25	0,031	23,8
27	0,035	26,7
30	0,041	31,8
100	1	760

Notlarım

Hissedilen Sıcaklık

Hissedilen sıcaklık, termometrenin ölçtüğü fiziksel hava sıcaklığından farklı olarak, insan vücudunun hissettiği, algıladığı sıcaklıktır. Bu sıcaklık, iklimsel çevre, giysilerin ısı direnci, vücut yapısı ve kişisel durumdan olduğu kadar, termometre sıcaklığı, nisbi nem, rüzgâr ve radyasyon gibi dört meteorolojik faktörden etkilendiği için subjektif bir kavramdır. Dolayısı ile sıcaklığı algılama ve hissetme kişiden kişiye değişiklik gösterir.

- ✓ Hissedilen sıcaklık, vücudun dış ortam sıcaklığı ile kendi sıcaklığı arasındaki farkı gidermek için girişeceği çabanın bir nevi ölçüsü olduğundan herkes tarafından farklı hissedileceği unutulmalıdır.
- ✓ Yaygın olarak kullanılan "gölgede sıcaklık" tanımı, dış ortam şartlarından (direkt güneş ışığı, rüzgâr, yağış vb.) arındırılmış bir ortamda ölçülen sıcaklık değeridir. Meteorolojik amaçlı sıcaklık ölçümleri bu şekilde yapılmaktadır.

- ✓ Hissedilen sıcaklık değeri hesaplanırken hem nem değerinin hem de sıcaklık değerinin kullanılması gerekmektedir. Bu iki değerden birisi bulunmadığında hissedilen sıcaklık hesaplanamaz.
- ✓ Sıcaklığın 27 derece veya nemin % 40 in altında olduğu durumlarda hissedilen sıcaklık değeri hesaplanmaz.

Aşağıdaki tabloda verilen değerlere bakılarak hava sıcaklığının bağıl nemle birlikte hissedilen sıcaklığa nasıl dönüştüğü kolayca bulunabilir. Örneğin hava sıcaklığı 30 °C iken nem % 5 oranında ise hissedilen sıcaklık 28 °C, aynı şekilde hava sıcaklığı 30 °C iken nem % 80 ise hissedilen sıcaklık 38 °C dir.

		BAĞIL NEM (%)																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
HAVA SICAKLIĞI (°C)	50	45	48	53	58	66	69	76	83	91	99									
	49	44	47	51	55	61	66	72	79	86	94									
	48	43	46	49	53	58	63	68	75	81	88	96								
	47	42	45	48	51	55	60	65	70	76	83	90	98							
	46	41	43	46	49	53	57	62	67	72	78	85	91	99						
	45	41	43	45	48	52	56	62	65	70	76	82	88	96						
	44	40	42	44	46	49	52	57	61	66	71	77	83	89	96					
	43	39	40	42	44	47	50	54	58	62	67	72	77	83	90	97				
	42	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	78	83	90	96			
	41	37	38	39	41	43	45	48	51	55	59	63	67	72	78	83	89	96		
	40	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	
	39	35	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	67	71	76	81	87	93
	38	35	35	36	37	38	40	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	78	83	89
	37	34	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	63	67	72	76	81
	36	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	74
	35	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68
	34	31	31	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	49	52	55	58	61	
	33	31	31	31	31	32	32	33	34	36	37	39	40	42	45	47	49	52	55	58
32	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53	
31	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	45	47	
30	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	
29	27	27	27	27	28	28	28	28	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
28	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	
27	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32	
26	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	28	28	29	
25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	

(-1) - 26	Soğuk - Serin	
27 - 32	Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilene süresine bağlı olarak oluşan termal streten dolayı halsizlik, sinirlilik, dolaşım ve solunum sisteminde birçok rahatsızlık meydana gelebilir.
33 - 41	Çok sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilene süresine bağlı olarak kuvvetli termal stres ile birlikte ısı çarpması ısı krampları ve ısı yorgunlukları oluşabilir.
42 - 54	Tehlikeli sıcak	Güneş çarpması, ısı krampları veya ısı bitkinliği meydana gelebilir.
> 55	Tehlikeli sıcak	Isı veya güneş çarpması tehlikesi oluşur. Termal şok an meslesidir.

Notlarım

? Örnek 33

25 °C de havadaki su buharının kısmi basıncı 12,2 mmHg, aynı sıcaklıkta suyun buhar basıncı 23,8 mmHg olduğuna göre, havadaki bağıl nemi hesaplayınız.

Çözüm 33

$$\text{Bağıl nem} = \frac{\text{Su buharının kısmi basıncı}}{\text{Suyun buhar basıncı}} \times 100$$

$$\text{Bağıl nem} = \frac{12,2}{23,8} \times 100 = \% 51,3$$

? Örnek 34

40 °C de

- suyun buhar basıncı 55,3 mmHg,
- havanın bağıl nemi % 50 dir.

Buna göre, su buharının kısmi basıncını hesaplayınız.

Çözüm 34

$$\text{Bağıl nem} = \frac{\text{Su buharının kısmi basıncı}}{\text{Suyun buhar basıncı}} \times 100$$

$$\frac{50}{100} = \frac{\text{Su buharının kısmi basıncı (x)}}{55,3}$$

$$x = 27,65 \text{ mmHg}$$

? Örnek 35

125. sayfadaki tabloyu inceleyerek aşağıdaki durumların hangisinde hissedilen sıcaklığın en yüksek olduğunu bulunuz.

	Bağıl nem (%)	Sıcaklık (°C)
1. durum	20	25
2. durum	40	30
3. durum	30	25
4. durum	20	30
5. durum	40	25

Çözüm 35

125. sayfadaki tabloya göre

1. durumda hissedilen sıcaklık 25
2. durumda hissedilen sıcaklık 30
3. durumda hissedilen sıcaklık 26
4. durumda hissedilen sıcaklık 28
5. durumda hissedilen sıcaklık 26'dır.

Buna göre 2. durumda hissedilen sıcaklık en yüksektir.

etkinlik

Aşağıdaki cümleleri doğru (D), ya da Yanlış (Y) olarak sınıflandırınız.

1. Havada bulunabilecek maksimum nem miktarına bağıl nem denir.
2. Havadaki su buharı oranı sıcaklık arttıkça artar.
3. Hissedilen sıcaklık her zaman gerçek sıcaklıktan fazladır.
4. Sıvıya etki eden dış basınç düşerse sıvının kaynama noktası da düşer.
5. Viskozitesi yüksek olan sıvıların akışkanlığı düşüktür.
6. Adhezyon kuvveti kohezyon kuvvetinden büyük sıvılar kılcal boruda dış bükey eğrilik gösterir.

Notlarım

Katılar

Maddeyi oluşturan taneciklerin sıkı bir şekilde istiflenmesiyle oluşan maddenin fiziksel hali **katıdır**.

Sıcaklık yeterince düşük olduğunda hemen hemen tüm maddeler katılaşır. Bir katının yapısını atomları, iyonları veya molekülleri sıkıca istiflenmiş bir halde, bir arada tutan kuvvetlerin türü belirler. Katılar kristal ve amorf olarak sınıflandırılır.

Amorf Katılar

Belirli şekilleri olmayan, erime noktaları sabit olmayıp belirli sıcaklık aralığında önce yumuşayıp sonra sıvı hale geçen katılara **şekilsiz anlamına gelen amorf katılar** denir.

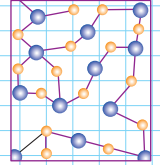
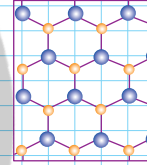
Tereyağı, lastik, plastik ve camda tanecikler gelişigüzel istiflenmiştir. Bu nedenle bu katılar, amorf katılardır.

- ✓ Amorf katıların erimedikçe veya kesilmedikçe **belirli şekilleri yoktur**.

- ✓ Amorf katılar ısıtıldıklarında **sabit sıcaklıkta erimezler**, ısıtılınca önce yumuşarlar ve kıvamlı bir hal alırlar. Sıcaklık arttıkça viskoziteleri azalarak akıcılıkları artar ve sıvı gibi davranmaya başlarlar.

Örneğin cam ısıtılınca yumuşar. Sıcaklık arttıkça akıcı duruma geçer. Akıcı hale geldiği sıcaklıkta cama çeşitli şekiller verilerek soğutulur. Cam molekülleri soğutulduğunda komşu molekülleri ile kalıcı bağlar kurar ve böylelikle moleküller sabit konuma yerleşir.

- ✓ Amorf katılar **sert olma dışındaki özellikler** açısından sıvıya benzerler.



Kristal Katılar

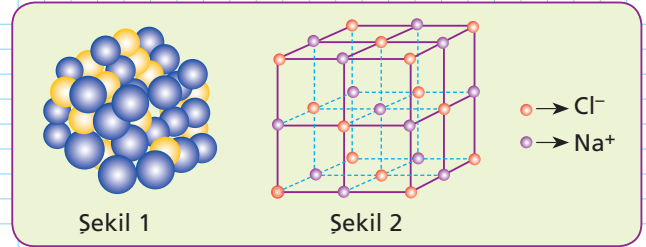
Kristal yapı katılarda tanecikler **belirli bir kurala göre düzenlenirler**.

Bu tür kristaller serttir ve sıkıştırılmazlar. Belirli geometrik şekilleri ve erime noktaları vardır. Atom, iyon veya moleküller kristal katıda düzenli bir şekilde istiflendiğinden **belirgin düzgün yüzeylere sahiptir**.

Kristal katılar tanecikler arası çekim kuvvetlerine göre, iyonik, moleküler, kovalent, metalik kristaller olarak sınıflandırılabilir.

a. İyonik Kristaller

NaCl, KNO₃, KCl gibi iyonik bileşikler katyon ve anyonların **elektrostatik çekim kuvvetleri** ile bir arada düzgün bir şekilde buldukları kristalleri oluşturur. İyonik kristaller kararlı bir yapıya sahiptir. İyonik katılarda kristalin yapısına göre belli sayıda artı yüklü iyon ile belli sayıda eksi yüklü iyon bir birim hücre oluşturarak kristallenir.

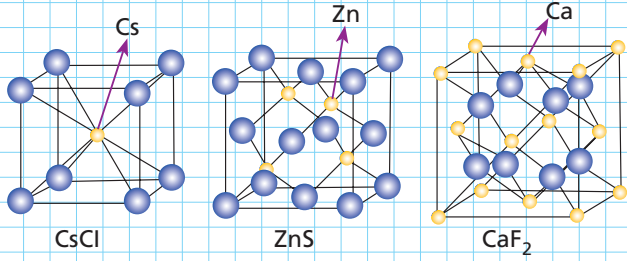


Şekil 1 de NaCl kristalinin bir birim hücresinin yapısı verilmiştir.

Birim hücreler bir araya gelerek NaCl kristallerini oluşturur. NaCl birim hücresinde bir Na⁺ katyonu, 6 tane Cl⁻ anyonu tarafından ve her bir Cl⁻ anyonu, 6 tane Na⁺ katyonu tarafından çevrilmiştir. NaCl yapısındaki iyonların merkezlerini gösteren noktasal yapıları Şekil 2 de belirtilmiştir. NaCl kristalinde birim hücrenin yapısı küp şeklindedir.

Notlarım

Çeşitli iyonik kristallerin farklı kristal yapıları vardır. Aşağıda CsCl, ZnS ve CaF₂ kristallerinin yapıları verilmiştir. Bu şekillerde daha küçük olan küre katyondur.



İyonik kristaller, iyonları bir arada tutan güçlü elektrotstatik çekim kuvvetlerinden dolayı **oda koşullarında katıdır ve erime noktaları çok yüksektir.**

İyonik kristallerde iyonlar sabit konumda bulduklarından **elektriği iletmezler.**

Bu katılar eritildiklerinde veya suda çözüldüklerinde iyonlar serbestçe hareket ettiklerinden **elektriği iletirler.**

b. Moleküler Kristaller

I₂, P₄, S₈, CO₂, H₂O, C₁₂H₂₂O₁₁ gibi moleküllerden oluşan katılara **moleküler katılar** denir. Moleküler katıların molekülleri arasında **London kuvvetleri**, **dipol - dipol kuvvetleri** ve **hidrojen bağları** bulunabilir.

Kovalent ve iyonik bağlarla karşılaştığımızda Van der Waals ve hidrojen bağları oldukça zayıf olduğundan bu tür kristaller kolay bozulur. Kaynama ve donma noktaları düşüktür.

Buzun (H₂O) üç boyutlu örgüsünün korunmasında etkin olan moleküller arası etkileşim, **hidrojen bağlarıdır.** Buz eridiğinde bu düzenli ağ örgülü yapı bozulacağından moleküller birbirlerine yaklaşır ve hacim küçülmesi olur.

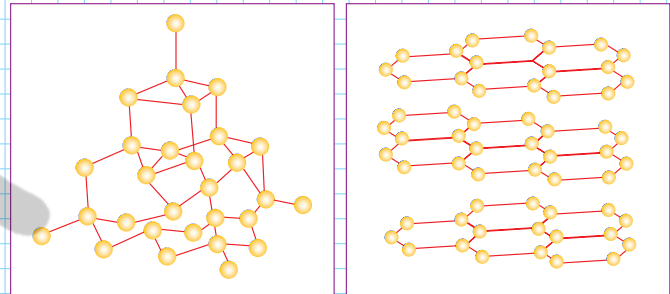
Bu nedenle **suyun öz kütlesi, buzun özkütlesinden büyüktür.**

c. Kovalent Kristaller

Kovalent kristallerdeki atomlar üç boyutlu bir ağ yapıda **kovalent bağlarla** bir arada bulunurlar. Atom, iyon veya moleküller kristalin olduğu şartlara bağlı olarak birden fazla şekilde düzenlenebilirler. Bu farklı düzenlemeler sonucunda maddenin farklı katı fazları ortaya çıkar. Örneğin **elmas ve grafit karbonun iki farklı fazıdır.**

Elmasta her karbon atomu diğer dört karbon atomuna bağlıdır. Bu kuvvetli kovalent bağlardan dolayı elmas çok sert ve erime noktası çok yüksek olan bir katıdır.

Grafitte karbon atomları altıgen düzgün tabakalar halinde dizilir. Bu tabakalar arasında zayıf Van der Waals kuvvetleri vardır. Ancak, tabakalar arasında zayıf bağlar olduğundan bu tabakalar birbiri üzerinden kolayca kayar. Bu özelliğinden dolayı kurşun kalemelerde, bilgisayar ve daktilolar için şerit yapımında kullanılırlar. Grafit elektriği iletir.



Elmasın yapısı

Grafitin yapısı

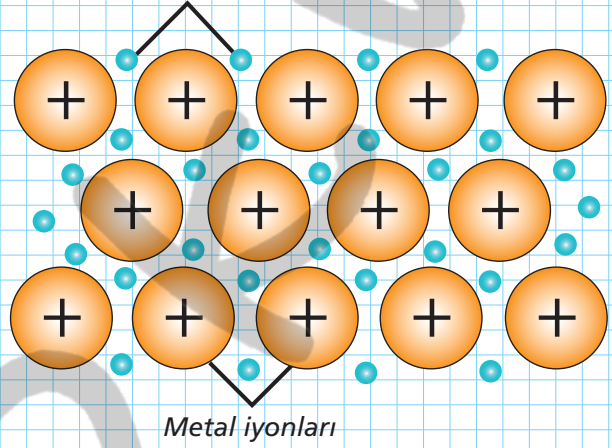
Diğer bir kovalent kristal kuvarzdır (SiO₂). Silisyum atomlarının kuvarzdaki düzeni karbonun elmastaki düzenine benzer. Bu nedenle kuvarz (SiO₂) sertlik ve yüksek erime noktası gibi özellikler bakımından elmasa benzer.

d. Metalik Kristaller

Katıların en düzenli ve kararlı hali metalik kristallerdir. Bir metalik katıda artı yüklü atom çekirdekleri, belirli bir düzene göre yan yana, üst üste yerleşmiştir. Bunlar elektron bulutları ile çevrilidir. Metaldeki değerlik elektronları, metal atomları tarafından kuvvetle tutulmadıklarından katı içerisinde her yöne doğru kolaylıkla hareket edebilen bir bulut oluşturur. Elektronların hareketliliğinden dolayı metaller parlaktır, ısı ve elektrik iletkenlikleri vardır. Metallerin dövülebilmeleri, tel ve levha haline getirilebilmeleri bu hareketli değerlik elektronlarından (metaldeki bağ elektronları) kaynaklanır. Bir metale, bir darbe uygulandığında, elektronlar yer değiştirerek metalin kırılmamasını sağlar.

Metallerin değerlik elektronları sayısı arttıkça sertlikleri ve erime noktaları artar.

Atomların dış katmanından gelen örgüde serbest dolaşan elektronlar



Metalik katılarda atomlardan ayrılan değerlik elektronları bir negatif yük denizi oluşturur. Elektron kaybetmiş katyonlar bu yük denizi tarafından bir arada tutulup sık istiflenir.

Farklı katı türleri ve bazı özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kristal Türü	Yapısal Tanecikler	Tanecikler Arası Kuvvetler	Genel Özellikler	Örnekler
İyonik	Katyon ve anyonlar	(+) ve (-) yüklü iyonlar arası elektrostatik çekimler	Sert, çok yükseğe kadar değişen erime noktaları vardır, katı halde elektrik iletkeni değildir. (Sıvı halde, elektriği iyi iletir.)	NaCl, NaNO ₃ , MgO, LiF, CsCl, CaF ₂
Moleküler	Moleküller	London, dipol - dipol ve hidrojen bağları	Yumuşak, düşük erime noktası, ısı ve elektriği iletmezler, çoğu zaman kolay süblimleşirler.	CH ₄ , CO ₂ , P ₄ , S ₈ , I ₂ , H ₂ O
Kovalent	Atomlar	Kovalent bağlar	Çok sert, çok yüksek erime noktası, elektriksel yalıtkan	C (Elmas), SiO ₂ (Kuartz), Bor (B)
Metalik	Katyonlar ve delocalize elektronlar	Metalik bağlar	Sertlik çok değişken, erime noktaları çok değişken, dövülebilir, çekilebilir, parlaktır, ısı ve elektriği iletir.	Na, Mg, Al, Fe, Zn, Cu, Ag, W

Notlarım

etkinlik

Aşağıda verilen katıları amorf, iyonik, kovalent, metalik ve moleküler şeklinde sınıflandırınız.

Lastik	amorf	Magnezyum oksit	iyonik
lyot	moleküler	Sezyum klorür	iyonik
Kükürt	moleküler	Pirinç	metalik
Şeker	moleküler	Cam	amorf
Buz	moleküler	Platin	metalik
Elmas	kovalent	Grafit	moleküler
SiC	kovalent	Tereyağ	amorf

? Örnek 36

Lastik

Tereyağı

NaCl

CO₂

Hg

SiO₂

Yukarıda bazı katı türlerine örnekler verilmiştir.

Buna göre, amorf ve kristal katıların sayısı aşağıdakilerin hangisindeki gibidir?

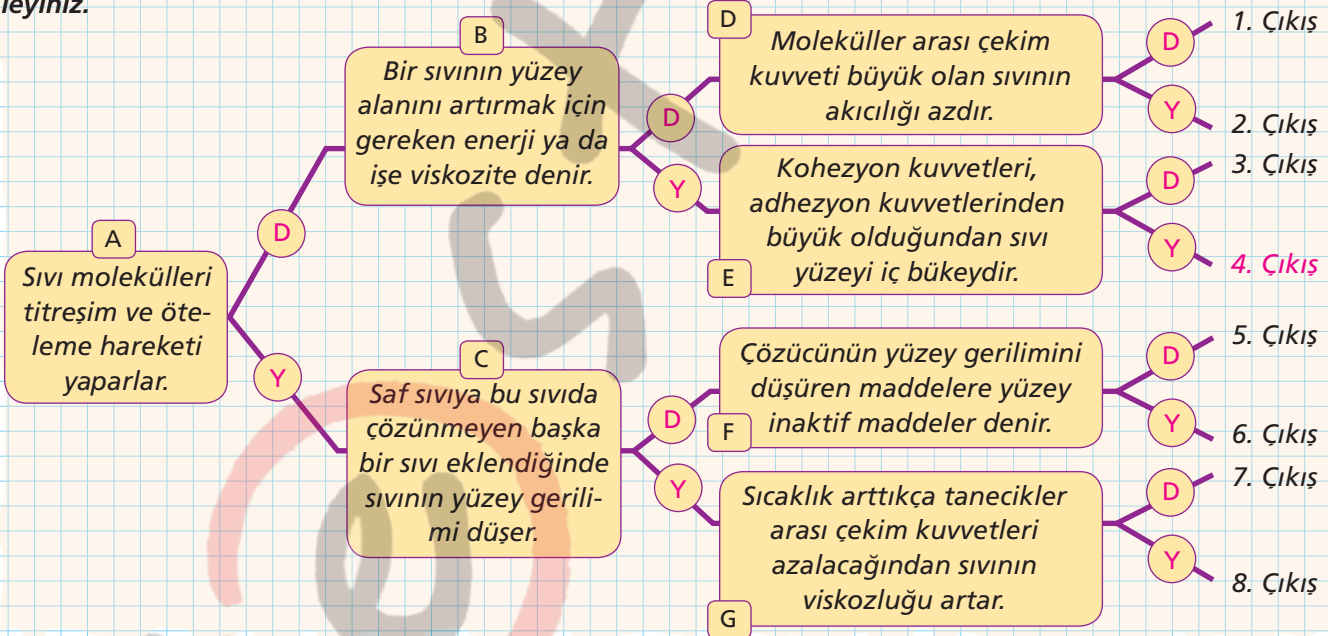
	Amorf	Kristal
A)	1	5
B)	2	4
C)	3	3
D)	4	2
E)	5	1

Çözüm 36

Lastik ve tereyağı amorfür. Diğerleri kristaldir.

etkinlik

A ifadesinden başlayarak her "Doğru (D)" ya da "Yanlış (Y)" cevabınıza göre çıkışlardan sadece birini işaretleyiniz.



Notlarım



Hal Değişimi

Isı, sıcaklık farkından ileri gelen enerji alışverişidir. Sıcak bir cisimden soğuk bir cisme enerji aktarımı ısı şeklinde olur. Isı aktarımı cisimlerin sıcaklıkları eşit oluncaya kadar devam eder. Fiziksel ve kimyasal değişimde mutlaka ısı (enerji) alışverişi olur. Bu dönüşümlerde madde ısı alır veya ısı verir.

Isı sadece sıcaklığı değiştirmez. Bazı durumlarda maddenin halini de değiştirebilir. Maddenin bir halden diğer haline dönüşümüne **hal değişimi** denir.



Erime ve Donma

Katı maddeler ısıtıldıklarında yapısındaki atomlar, iyonlar ya da moleküllerin hareket enerjileri (kinetik enerji) ve titreşim hareketleri artar. Katının tanecikleri birbirlerinin üzerinden kayar, katı belli biçimini kaybeder ve sıvıya dönüşür. Bu olaya **erime** ve erimenin olduğu sıcaklığa **erime noktası** denir. Sıvılar soğutuldukları zaman taneciklerinin hareket enerjileri azalır. Soğutma işleminde, tanecikler arası çekim kuvvetleri onların bir kristal içinde istiflenmesini sağlayacak bir sıcaklığa geldiğinde sıvı donar. Sıvının katıya dönüşmesine **donma**, donmanın olduğu sıcaklığa **donma noktası** denir. Katı erirken ısı alır, sıvı donarken ise ısı verir. Bir katının erime noktası ile sıvısının donma noktası aynıdır. Örneğin, 1 atm basınçta, 0 °C de buz ve su dengededir.

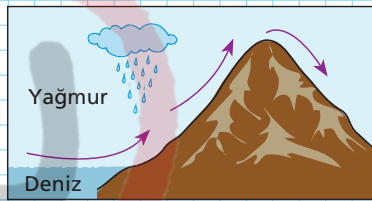


Buharlaşma ve Yoğunlaşma

Sıvıları buharlaştırmak için enerji vermek gerekir. Yeterli enerji verildiğinde moleküller sıvı yüzeyinden gaz ya da buhar haline geçerler. Bu olaya **buharlaşma** denir. Buharlaşma her sıcaklıkta olur.

Sıvı madde buharlaşırken **dışarıdan ısı alır**. Denizden çıktığımızda üşümemizin, elimize kolonyaya döktüğümüzde serinlik hissi duymamızın nedeni de budur.

Bir gaz ya da buharın sıvıya dönüşmesine **yoğunlaşma** denir. Buhar sıvıya dönüşürken **ortama ısı verir**. Kaynayan suyun üzerine bir kapak kapattığımızda kapakta su damlacıkları oluşur. Bu olay kaynama sırasında oluşan buharın tekrar sıvı hale geçtiğini gösterir.



Süblimleşme ve Kırağlaşma

Maddenin katı halden, sıvı hale geçmeden, doğrudan gaz hale dönüşmesine **süblimleşme** denir.

Katı halden gaz haline geçerken **madde ısı alır**.

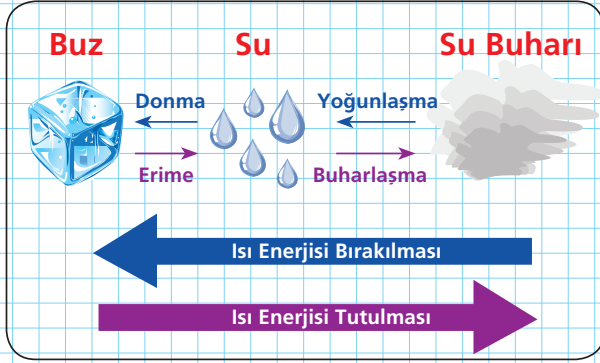
Örneğin, giysilerimizi güveden korumak için aralarına koyduğumuz naftalinin kokusunu algılamamız, **naftalinin süblimleşmesi ile olur**.

Süblimleşmenin tersine, maddenin gaz halden doğrudan katı hale geçmesine **geri süblimleşme** denir. Gaz haldeki su moleküllerinin katı hale geçmesine ise **kırağlaşma** denir.



Notlarım

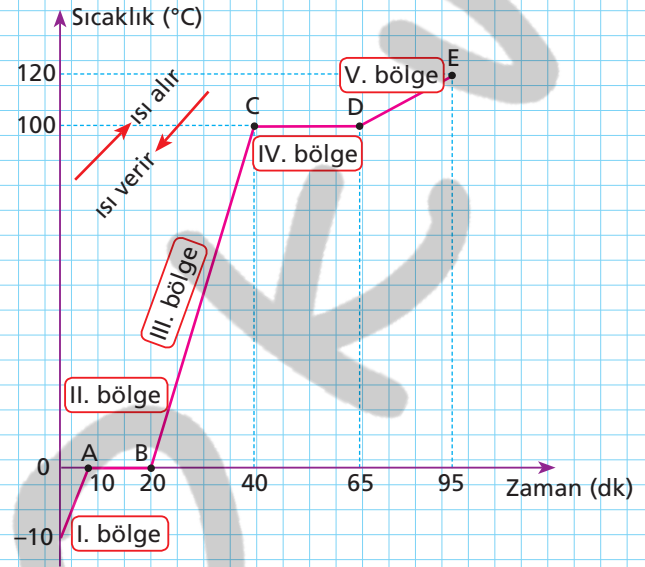
Hal Değişimi Grafikleri



Saf maddelerin sabit basınçta hal değişimi esnasında sıcaklığı sabit kalır.

Sabit basınçta arı bir maddenin sıcaklığının zamana göre değişimini gösteren grafiklere **hal değişim grafikleri** denir.

Yandaki grafik $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ deki buzun $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ de su buharı haline gelinceye kadar geçen sürede önemli bölgeler ve özellikleri verilmiştir.



I. Bölge

$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ den $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye kadar buzun sıcaklığı artar. Sıcaklık arttıkça buz moleküllerinin kinetik enerjileri artar ve titreşim hareketleri hızlanır. Moleküller birbiri üzerinde kayar, buz şeklini kaybeder ve A noktasından itibaren erimeye başlar.

II. Bölge

Sıcaklık sabit kaldığında hal değişimi gerçekleşir. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ de bir kısım buz eridiği için $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ de buz - su karışımı olur. A noktasında buz erimeye başlamış, B noktasında ise buzun tamamı erimmiştir. Verilen ısı buzun molekülleri arasındaki etkileşimlerini koparmak (erime) için harcandığından sıcaklık sabit kalmıştır. Buzun tamamı eriyinceye kadar sıcaklık sabit kalır.

III. Bölge

B – C aralığı suyun kaynama noktasına kadar ısınmasına karşılık gelir. Buzun tamamı eridikten sonra sıcaklık tekrar yükselmeye başlar. Verilen ısı, suyun sıcaklığının artmasında harcanmıştır.

IV. Bölge

C noktasında madde kaynamaya başlamış ve D noktasında suyun tamamı buhar haline gelmiştir. Su kaynarken alınan ısının hepsi buharlaşmaya harcandığı için sıcaklık sabit kalır. Kaynama sırasında buharlaşma en hızlıdır. Kaynama ise belirli sıcaklıkta olur.

V. Bölge

D noktasından sonra maddeye ısı verilirse, su buharının sıcaklığı artmaya devam eder.

E noktasında, kapalı kaptaki bulunan su buharından ısı kaynağı uzaklaştırılıp, su buharı normal basınçta $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye kadar soğutulursa soğuma grafiği elde edilir.

Notlarım

? Örnek 37

Aşağıda verilen hal değişimlerini ısı alır / ısı verir şeklinde sınıflandırınız.

- Su \rightarrow Buz
- Su \rightarrow Su buharı
- İyot katısı \rightarrow İyot buharı
- Naftalin buharı \rightarrow Naftalin katısı
- Su buharı \rightarrow Buz

Çözüm 37

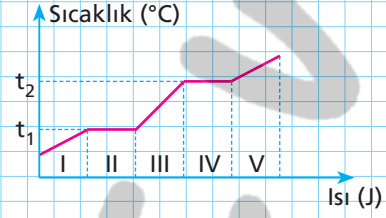
Katı \rightarrow Sıvı \rightarrow Gaz

\rightarrow Isı alır

\leftarrow Isı verir

Buna göre, b ve c olayları ısı alır, a, d ve e olayları ısı verir.

? Örnek 38



Saf bir X katısının sabit basıncındaki Isı - Sıcaklık grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre, aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Hangi bölgelerde kinetik enerji artar?

I, III ve V. bölgelerde kinetik enerji artar.

- b) Hangi bölgelerde hal değişimi olur?

II. ve IV. bölgelerde hal değişimi olur.

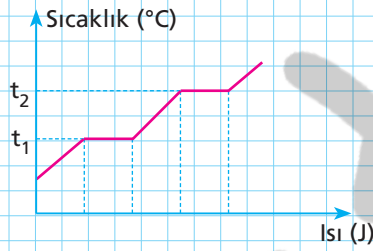
- c) X in erime ve kaynama noktaları kaçar $^{\circ}\text{C}$ dir?

Erime noktası t_1 $^{\circ}\text{C}$, kaynama noktası t_2 $^{\circ}\text{C}$ dir.

- d) X hangi bölgede gaz haldedir?

V. bölgede tamamen gaz haldedir.

? Örnek 39



Sabit basınçta ısıtılan saf X maddesinin ısı - sıcaklık grafiği yukarıda verilmiştir.

Grafiğe göre,

- X maddesi başlangıçta katı haldedir.
- İki defa hal değiştirmiştir.
- Yoğunlaşma sıcaklığı t_1 $^{\circ}\text{C}$ dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm 39

Grafikte sıcaklığın sabit kaldığı bölgelerde madde hal değiştirir.

Sıcaklık iki defa sabit kaldığına göre, X maddesi başlangıçta katı haldedir.

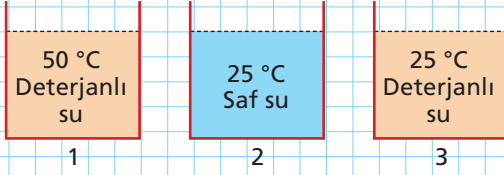
X maddesi t_1 $^{\circ}\text{C}$ de erir ve t_2 $^{\circ}\text{C}$ de kaynar.

t_1 $^{\circ}\text{C}$, X maddesinin hem erime hem donma sıcaklığıdır.

t_2 $^{\circ}\text{C}$, X maddesinin hem kaynama hem yoğunlaşma sıcaklığıdır.

Notlarım

1.



Şekildeki özdeş üç behere aynı boyutta üç tane asetat kağıdı daldırılıyor. 1. kaptaki asetat kağıdının daha çabuk ıslandığı, 2. kaptaki ise asetat kağıdının daha geç ıslandığı gözleniyor.

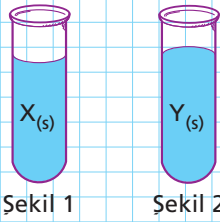
Bu deneye göre,

- I. Sıcaklık arttıkça deterjanlı suyun yüzey gerilimi azalır.
- II. Deterjan gibi yüzey aktif maddeler suyun yüzey gerilimini düşürür.
- III. Yüzey gerilimi sıvının türüne ve sıcaklığa bağlıdır.

sonuçlarından hangilerine ulaşılabilir?

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

2.



Şekildeki cam deney tüplerinde X ve Y sıvıları vardır. Bu deney tüplerine kılcal borular daldırılıyor.

Buna göre,

- I. X sıvısı kılcal cam boruda yükselir.
- II. Y sıvısına daldırılan kılcal cam boruda sıvı seviyesinde alçalma gözlenir.
- III. X sıvısı camı ıslatmaz, Y sıvısı camı ıslatır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

3. **Adhezyon kuvvetleri kohezyon kuvvetlerinden güçlü olduğunda,**

- I. Sıvı, temas ettiği yüzeyi ıslatır.
- II. Sıvı, cam boruda iç bükümlü eğri oluşturarak yükselir.
- III. Sıvı, küresel yapısını korur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. Aşağıdaki tabloda saf su, etil alkol ve gliserin sıvılarının 20 °C'deki viskoziteleri verilmiştir.

Sıvı	Viskozite (Pa·s)
Su	$1,01 \cdot 10^{-3}$
Etil alkol	$1,20 \cdot 10^{-3}$
Gliserin	1,49

Bir deneyde, aynı sıcaklıkta bulunan eşit miktardaki saf su, etil alkol ve gliserin sırasıyla behergülsüze akıtılarak kronometre ile akış süreleri ölçülüyor.

Buna göre, bu deneyde saf su, etil alkol ve gliserinin akış hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisindeki gibidir?

- A) Su > Etil alkol > Gliserin
B) Su > Gliserin > Etil alkol
C) Gliserin > Etil alkol > Su
D) Etil alkol > Gliserin > Su
E) Etil alkol > Su > Gliserin

5.

- X ve Y'nin kendi molekülleri arasında hidrojen bağları vardır.
- Aynı sıcaklıkta X'in viskozitesi Y'ninkinden büyüktür.

Verilen bilgilere göre,

- I. X'in molekülleri arasındaki hidrojen bağları daha kuvvetlidir.
- II. İkisi de suda çözünür.
- III. X doğrusal bir molekül ise, Y küresel bir molekül olabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

6.

	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem	Suyun buhar basıncı (mmHg)
I	25	51	23,8
II	27	85	26,7
III	30	60	31,8

Yukarıdaki tabloda bazı sıcaklık, bağıl nem ve o sıcaklıktaki suyun buhar basıncı değerleri verilmiştir.

Buna göre, su buharının kısmi basınçları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

7.

Sıvı	Dış basınç (mmHg)	Kaynama noktası (°C)
X	760	90
Y	700	90
Z	700	120

Saf X, Y ve Z sıvılarının belirtilen dış basınçlardaki kaynama noktaları yukarıdaki tabloda verilmiştir.

Buna göre, aşağıdakilerin hangisi yanlıştır?

- A) Aynı dış basınçta Z'nin kaynama noktası diğerlerininkinden büyüktür.
 B) X, Y ve Z sıvıları 700 mmHg dış basınçta kaynarken buhar basınçları eşittir.
 C) Uçuculuğu en fazla olan X tir.
 D) Aynı dış basınçta moleküller arası kuvvetleri en zayıf olan X tir.
 E) **Y'nin normal kaynama sıcaklığı 90 °C dir.**

8. Aşağıda verilen cümlelerden doğru olanlar D, yanlış olanlar Y ile gösterilmiştir.

Buna göre, verilenlerden hangisi hatalıdır?

Cümle	D / Y
A) Havada bulunabilecek su buharına nem denir.	D
B) Havadaki su buharının oranı sıcaklıkla artar.	Y
C) Hava nem yönünden doygunluğu ulaştığında sıcaklık da düşerse yağış başlar.	D
D) Bağıl nem suyun buhar basıncı ile doğru orantılıdır.	Y
E) Hissedilen sıcaklık gerçek sıcaklıktan düşük ya da yüksek olabilir.	D

9. Aşağıdaki 25 °C de beş farklı hava kütlelerinin bağıl nemleri verilmiştir.

25 °C de suyun buhar basıncı 23,8 mmHg olduğuna göre, su buharının kısmi basıncı aşağıdakilerin hangisinde en fazladır?

- A) % 40 B) % 60 C) % 65
 D) % 70 E) % 80

10. 1. Grafit
 2. Kuartz

Yukarıda verilen maddeler için,

- I. kovalent kristal olma,
 II. moleküller arası hidrojen bağları içerme,
 III. oksijen atomu içerme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

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

11. I. CsCl
 II. C(grafit)
 III. Na

Yukarıda verilen maddelerden hangileri katı halde elektrik akımını iletir?

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

12. Aşağıda bazı katı türleri ile maddeler eşleştirilmiştir.

Buna göre, yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

Katı Türü	Örnek
A) Metalik	Silisyum dioksit (kuartz)
B) Moleküler	Cıva
C) İyonik	Elmas
D) Kovalent	Sakkaroz
E) Amorf	Magnezyum oksit

CEVAP ANAHTARI

1. Ünite

Konu Değerlendirme Testi-1

Soru No	1	2	3	4	5	6	7
Cevap	D	B	C	C	B	C	E

Konu Değerlendirme Testi-2

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cevap	D	D	E	C	C	D	D	D	A	E	D		B	B

Konu Değerlendirme Testi-3

Soru No	1	2	3	4	5	6
Cevap	A		E	B	A	E

2. Ünite

Konu Değerlendirme Testi-1

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cevap	C	A	D	A	D	A	E	C	D	B	C	C	E

Konu Değerlendirme Testi-2

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cevap	B	B	E	D	E	B	B	E	A	C

Konu Değerlendirme Testi-3

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cevap	C	E	B	A	C	B	D	C	D	E

3. Ünite

Konu Değerlendirme Testi-1

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cevap	C	E	E	E	B	D	E	B	C	D	A

Konu Değerlendirme Testi-2

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cevap	E	E	A	B	C	C	B	A	E	C	C	B

4. Ünite

Konu Değerlendirme Testi-1

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8
Cevap	D	E	E	A	D	C	D	E

Konu Değerlendirme Testi-2

Soru No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cevap	E	D	C	A	E	C	E	B	E	A	D	D