



Kitabın Adı:

11. Sınıf Kimya Kitabı

Yazar:

Handan Taşdemir
Yakup Durak

1. Baskı Temmuz 2020 / ISBN: 978-605-06594-2-9

Yayın ve Dağıtım:

HTM Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Arıkanlar Bulvarı Ticaret Merkezi 1495. Cadde No: 3/8
İvedik/ANKARA
Tel: (312) 223 30 92 **Mail:** htm@htmyayincilik.com

Yayıncı Sertifika No: 47539

Baskı:

Tekses Matbaacılık Ltd. Şti.
Kazım Karabekir Cad. Kültür İşhanı 7/60 Altındağ/ANKARA
Matbaa Sertifika No: 44186

Yayın Hakları:

© HTM Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Yayınevinden yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz, kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz .

ÖN SÖZ

Sevgili Öğretmenler, değerli öğrenciler 2020-2021 Eğitim Öğretim yılından itibaren 11. Sınıflarda Talim ve Terbiye Başkanlığının yayınlamış olduğu yeni Orta Öğretim Kimya Dersi öğretim programı uygulanacaktır. Programın amacı teorik bilgisini ve öğrendiklerini günlük yaşamına aktarabilen bilimsel ve teknolojik gelişmeleri takip edebilen, disiplinler arası yaklaşıma açık, sorgulayıcı ve eleştirebilen, neden sonuç ilişkisi kurabilen, manevi ve evrensel değerlere sahip nesiller yetiştirmektir.

Biz yazarlar olarak kimya konularına kısmen de olsa farklı bir bakış açısı sunarak kimya dersini sevdirmeye çalıştık. Bu amaçla yeni müfredatın gerektirdiği tüm hedefler ve kazanımlar doğrultusunda öğrencilerimiz için 11. Sınıf Kimya Konu Anlatımı kitabını hazırladık.

Kitapta üniteler bölümler hâlinde işlenmiş, her bölümün temel bilgileri verildikten sonra konuları pekiştirmek için çözümlü soruları ve sıra sizde soruları koçduk. Bilgilerinizi ölçebilmeniz için çözümlü testler ile konu tekrar testleri hazırlanmıştır.

Kitabın tashihini ve düzenlenmesinde katkılarını esirgemeyen Kimya Öğretmeni ve Yazar Mehti KOÇYILDIZ ile Aysun ERDEMİR'e teşekkür ederiz.

Kimya Yayın Kurulu
Yakup Durak / Handan TAŞDEMİR

İÇİNDEKİLER

ÜNİTE 1: MODERN ATOM TEORİSİ

ATOMUN KUANTUM MODELİ.....	5
Bohr Atom Modeli.....	5
Atomun Kuantum Modeli.....	6
Kuantum Sayıları	7
PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİLİMİ.....	10
Orbitallerin Enerji Sırası	10
Küresel Simetri	12
İyonların Elektron Dağılımı	14
Periyodik Sistemde Konum Bulma	20
Gruplar ve Özellikleri.....	23
PERİYODİK ÖZELLİKLER	27
Atom Yarıçapı (Atom Hacmi).....	27
İyonlaşma Enerjileri	29
Elektron İlgisi	32
Elektronegatiflik.....	32
Aktiflik (Metal ve Ametal).....	33
YÜKSELTGENME BASAMAKLARI	36
Metallerin ve Ametallerin İyon Hâlindeki Yükseltgenme Basamakları	36
Sabit ve Değişken Yükseltgenme Basamağına Sahip Elementler	37

ÜNİTE 2: GAZLAR

GAZLAR VE GENEL ÖZELLİKLERİ.....	57
Gazları Niteleyen Büyüklükler.....	59
GAZLARDA KİNETİK TEORİ.....	68
Difüzyon ve Efüzyon Yasaları	68
GAZ KANUNLARI.....	73
Basınç - Hacim İlişkisi (Boyle Kanunu).....	73
Sıcaklık - Hacim İlişkisi Charles Kanunu).....	77
Basınç - Sıcaklık İlişkisi (Guy - Lussac Kanunu).....	80
Miktar - Hacim İlişkisi (Avogadro Kanunu)	82
(Miktar - Basınç İlişkisi (Dalton Kanunu)	84
GAZ KANUNLARININ BİRLEŞTİRİLMESİ.....	88
İdeal Gaz Denklemi.....	88
Genel Gaz Denklemi	89
İdeal Gaz Denklemi ve Yoğunluk.....	89
GAZ KARIŞIMLARI.....	95
Dalton Kısmi Basınçlar Kanunu.....	95
Bileşik Kaplarda Gaz Karışımları.....	97
Gazların Su Üzerinde Toplanması.....	100

GERÇEK GAZLAR	104
Gaz - Buhar, Kritik Sıcaklık - Kritik Basınç	105
Soğutucu Akışkanlar	106
Joule - Thomson Olayı	107
Faz Diyagramları	107

ÜNİTE 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

ÇÖZÜCÜ VE ÇÖZÜNEN ETKİLEŞİMLERİ	129
DERİŞİM BİRİMLERİ	132
Kütlice % Derişim	132
Hacimce % Derişim	134
Milyonda Bir Kısım (ppm)	134
Mol Kesri	135
Molarite	136
Molalite	139
KOLİGATİF ÖZELLİKLER	140
Buhar Basıncı Düşmesi	140
Kaynama Noktası Yükselmesi (Ebüliyoskopi)	141
Donma Noktası Alçalması (Kriyoskopi)	143
Osmotik Basınç	145
ÇÖZÜNÜRLÜK	147
Çözünürlüğe Etki Eden Etmenler	147
Çözünme Hızına Etki Eden Etmenler	148

ÜNİTE 4: KİMYASAL TEPKİMELEERDE ENERJİ

KİMYASAL TEPKİMELEERDE ISI DEĞİŞİMİ	165
Endotermik Tepkimeler	165
Ekzotermik Tepkimeler	166
Tepkime Entalpisi	168
OLUŞUM ENTALPİLERİ	173
Standart Oluşum Entalpisi	173
Entalpi Çeşitleri	177
BAĞ ENERJİLERİ VE TEPKİME ENTALPİSİ	179
Bağ Oluşum ve Bağ Kırılım Enerjileri	179
TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ	183
Hess Yasası	183

ÜNİTE 5: KİMYASAL TEPKİMELEERDE HIZ

TEPKİME HIZLARI	199
Çarpışma teorisi	199
Potansiyel Enerji – Tepkime Koordinatı Grafikleri	200
Tepkime Hızlarının Ölçülmesi ve Ölçme Yöntemleri	205
Madde Miktarı – Tepkime Hızı İlişkisi	206
Ortalama Tepkime Hızı	209

Tek ve Çok Basamaklı Tepkimelerde Hız.....	209
TEPKİME HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	216
Madde Cinsi.....	216
Derişim.....	218
Sıcaklık.....	218
Katalizör.....	219
Temas Yüzeyi.....	220
Basınç ve Hacim Değişimi.....	221

ÜNİTE 6: DENGE

KİMYASAL TEPKİMELEDE DENGE.....	239
Fiziksel ve Kimyasal Denge.....	239
Derişimler Türünden Denge Sabiti (K_c) ve Hesaplamalar.....	241
Kimyasal Denge de Hess Yasasının Uygulanması.....	245
Kısmi Basınçlar Türünden Denge Sabiti (K_p) ve Hesaplamalar.....	247
Tepkimenin Denge de Olup Olmadığının Belirlenmesi.....	250
KİMYASAL DENGEE ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	253
Derişim Değişiminin Dengeye Etkisi.....	254
Sıcaklık Değişiminin Dengeye Etkisi.....	256
Basınç ve Hacim Değişiminin Dengeye Etkisi.....	260
Katalizörün Dengeye Etkisi.....	263
SULU ÇÖZELTİLERDE ASİT – BAZ DENGESİ.....	265
Arrhenius Asit – Baz Tanımı.....	265
Bronsted – Lowry Asit – Baz Tanımı.....	266
Konjuge Asit – Baz Çifti Kavramı.....	266
Asit ve Bazların Kuvveti.....	268
Suyun Otoiyonizasyonu.....	271
Kuvvetli Asit / Baz Çözeltilerinde pH ve pOH.....	274
Zayıf Asit / Baz Çözeltilerinde pH ve pOH.....	276
Nötrleşme Tepkimeleri.....	279
Titrasyon.....	280
Tuz Çözeltilerinin Asitliği – Bazlığı (Hidroliz).....	284
Tampon Çözeltiler.....	287
ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ.....	288
Çözünürlük Çarpımı ($K_{çç}$) Hesaplamaları.....	289
Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler.....	291
Çözeltilerin Karıştırılması ve Çözeltide Çökme Olup Olmadığının Bulunması.....	295
YANIT ANAHTARI.....	335

ÜNİTE 1: MODERN ATOM TEORİSİ

1.1. ATOMUN KUANTUM MODELİ

1.1.1. Bohr Atom Modeli

1.1.2. Atomun Kuantum Modeli

1.1.3. Kuantum Sayıları

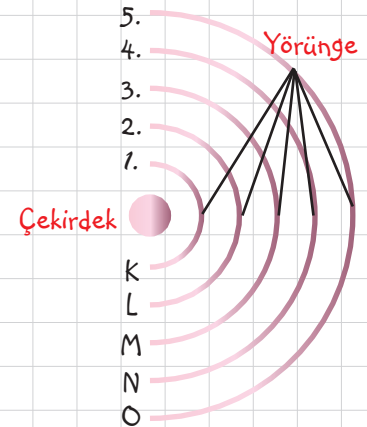
1.1. ATOMUN KUANTUM MODELİ

1.1.1. Bohr Atom Modeli

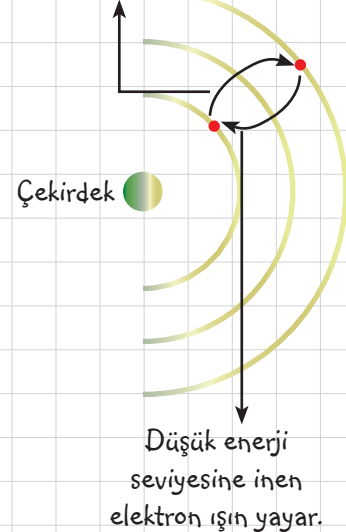
Niels Bohr tek elektronlu taneciklerin hareketini incelemiştir.

Bu atom modeline göre; ${}^1_1\text{H}$ ${}^3_3\text{Li}^{2+}$ ${}^4_4\text{Be}^{3+}$

- ✓ Elektronlar çekirdeğin çevresinde dairesel hareket eder.
- ✓ Birden fazla yörünge çekirdeğin etrafında katmanlar şeklinde bulunur.
- ✓ Enerji katmanları da denilen bu yörüngeler K, L, M, N, O gibi harflerle ya da 1. 2. 3. 4. ... enerji düzeyleri şeklinde isimlendirilir.
- ✓ Enerji düzeyleri (yörüngeler) çekirdekten uzaklaştıkça enerjileri artar.
- ✓ Elektronlar en düşük enerjili yörüngede bulunmak isterler. Buna temel hâl denir.
- ✓ Temel hâl en kararlı hâldir. Enerji minimumdur.
- ✓ Atoma enerji verildiğinde (uyarılma) elektron bir üst enerji seviyesine geçer. Fazla miktarda enerji verilirse elektron atomdan kopar ve atom katyon hâline geçer.
- ✓ Uyarılmış atom kararsızdır. Atom kendiliğinden ışına yaparak aldığı enerjiyi verir ve temel hâle döner.
- ✓ Atomun uyarılmış hâle geçmesi olaydır. (Absorbsiyon)
- ✓ Uyarılmış atomun ışına yapması olaydır. (Emisyon)



Enerji alan elektron bir üst enerji seviyesine çıkar.





Modern atom teorisinde yörünge kavramı yerine enerji düzeyleri, enerji katmanı ve enerji seviyeleri de kullanılır.

1.1.2. Atomun Kuantum Modeli

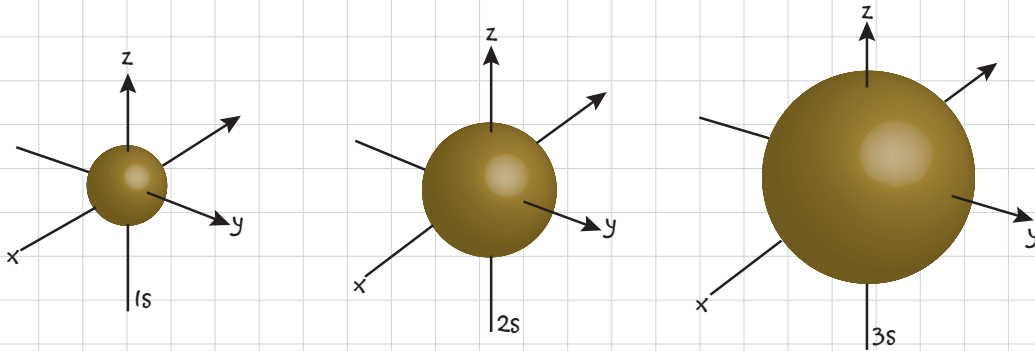
Günümüzde hâlen geçerliliğini koruyan atom teorisidir. Bu atom modeline göre,

- ✓ Elektronlar yörüngelerde değil bulunma olasılıklarının yüksek olduğu bölgelerde bulunur. Bu bölgelere denir.
- ✓ Bir elektronun aynı anda hem hızı hem de yeri belirlenemez. Buna **Heisenberg Belirsizlik İlkesi** denir.
- ✓ Çekirdeğin etrafında alt ve üst katmanlardan oluşan dört farklı orbital türü bulunur. Bunlar **s** orbitali, **p** orbitali, **d** orbitali ve **f** orbitali olarak adlandırılır.

s Orbitalleri: Geometrik şekli merkezde çekirdeğin bulunduğu ve yoğunluğu merkezden dışarı azalan küre şeklindedir.

Her enerji düzeyinde bir tane s orbitali bulunur. 1. enerji seviyesinde sadece s orbitali vardır.

1s, 2s, 3s, 4s, 5s, 6s, 7s

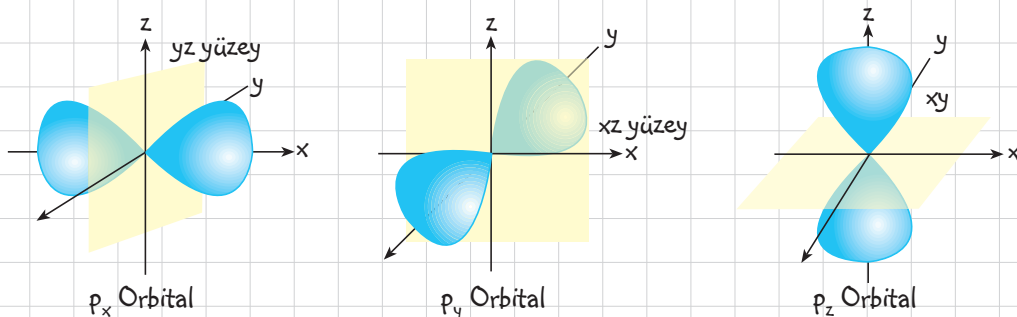


p Orbitalleri: P orbitallerinde "lob" adı verilen iki bölüm vardır. Elektronların bulunma olasılığı bu bölgelerde yüksektir. P orbitali üç alt orbitalden oluşur. Her bir p orbitali uzayda x, y ve z düzlemlerinde bulunur.

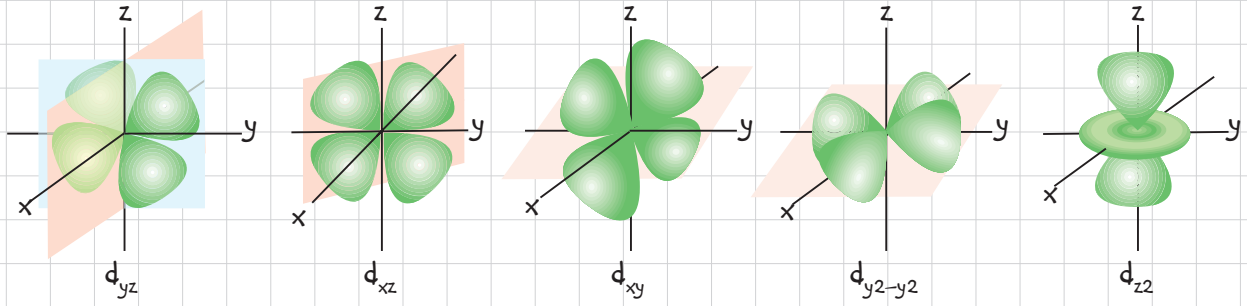
p_x , p_y , p_z olarak ifade edilirler.

Birinci enerji seviyesi hariç her katmanda p orbitali bulunur.

2p, 3p, 4p, 5p, 6p, 7p

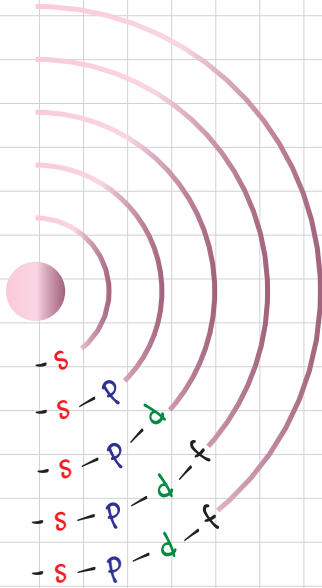


d Orbitaleri: d orbitali 5 alt orbitalden oluşur. Her bir orbital uzaydaki dizilişlerine göre d_{yz} , d_{xz} , d_{xy} , $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2} şeklinde gösterilir.



f Orbitaleri: İlk üç enerji seviyesinde bulunmaz. 4. enerji seviyesinden (enerji katına) itibaren başlar. Her bir f orbitali 7 alt orbitalden oluşur.

Elektronların s, p, d ve f orbitalerin tam dolu gösterim şekli aşağıdaki gibidir:



1. s orbitali 2 elektron
 $\uparrow\downarrow$ veya \otimes

2. p orbitali 6 elektron
 $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$ veya $\otimes\otimes\otimes$

3. d orbitali 10 elektron
 $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$ veya $\otimes\otimes\otimes\otimes\otimes$

4. f orbitali 14 elektron
 $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$ veya $\otimes\otimes\otimes\otimes\otimes\otimes\otimes\otimes$

1.1.3. Kuantum Sayıları

1. Baş (Birincil) Kuantum Sayısı (n): Elektron bulutunun çekirdek etrafındaki uzaklıkları ile ilgilidir. Atomun enerji düzeyini belirler. Bunlara aynı zamanda "enerji katman seviyesi" ya da "yörünge" de denir. "n" ile gösterilir. 1, 2, 3, 4, 5 ... gibi tam sayılarla ya da K, L, M, N, O gibi harflerle belirtilir.

$n = 1$ 1. enerji seviyesi (K)

$n = 2$ 2. enerji seviyesi (L)

$n = 3$ 3. enerji seviyesi (M)

$n = 5$ 5. enerji seviyesi (N)

... ..

Enerji Artışı

2. Baş (ikincil) Momentum Kuantum Sayısı (l): Orbitalerin şeklini (türünü) açıklar. Açısal momentum kuantum sayısının alabileceği değerler sıfırdan $n - 1$ 'e kadardır.

$n = 1$ için	$l = 0$	0 (s orbitali)
$n = 2$ için	$l = 1$	1 (p orbitali)
$n = 3$ için	$l = 2$	2 (d orbitali)
$n = 4$ için	$l = 3$	3 (f orbitali)

Açısal momentum
kuantum sayıları

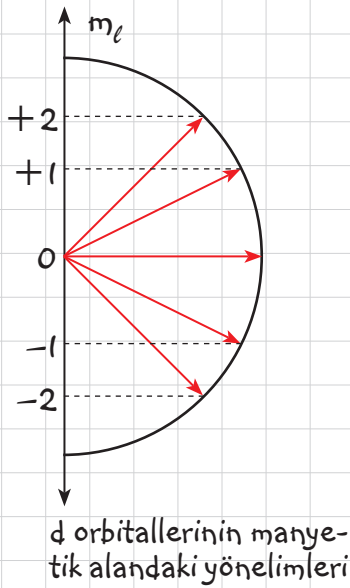
3. Manyetik Kuantum Sayısı (m_l): Orbitalerin uzaydaki yönelimlerini belirtir. Manyetik kuantum sayısı $2l + 1$ ile hesaplanır. Manyetik kuantum sayısının alabileceği değerler $-l$ ile $+l$ arasındadır.

$l = 0$ için	$m_l = 2l + 1$	1 Orbital
$l = 1$ için	$m_l = 2l + 1$	3 Orbital
$l = 2$ için	$m_l = 2l + 1$	5 Orbital
$l = 3$ için	$m_l = 2l + 1$	7 Orbital

Manyetik kuantum
sayıları

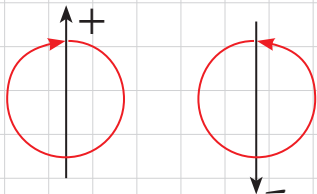
0
-1, 0, +1
-2, -1, 0, +1, +2
-3, -2, -1, 0, +1, 2, 3

Manyetik kuantum sayılarının
alabileceği değerler



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

4. Spin Kuantum Sayısı (m_s): Elektronların kendi eksenleri etrafında dönme (spin) yönünü gösterir. Elektron kendi eksenini etrafında saat yönünde dönüyorsa $+1/2$ değeri alır ve orbital gösterimi \uparrow şeklindedir. Saat yönünden tersi yönünde dönüyorsa $-1/2$ değeri alır ve orbital gösterimi \downarrow şeklinde şeklindedir.





Pauli'ye göre bir atomda iki elektronun dört kuantum sayısı (n, ℓ, m_ℓ, m_s) da aynı değeri alamaz. En fazla üç kuantum sayısı aynı değeri alır.

Kuantum Sayıları

n	ℓ	m_ℓ	Orbital	Elektron		Yörünge
$n = 1$	0	0	1s	2	2	K
$n = 2$	0	0	2s	2	8	L
	1	-1, 0, +1	2p	6		
$n = 3$	0	0	3s	2	18	M
	1	-1, 0, +1	3p	6		
	2	-2, -1, 0, +1, +2	3d	10		
$n = 4$	0	0	4s	2	32	N
	1	-1, 0, +1	4p	6		
	2	-2, -1, 0, +1, +2	4d	10		
	3	-3, -2, -1, 0, +1, 2, 3	4f	14		

✓ Bir enerji düzeyinde bulunabilecek maximum orbital sayısı = n^2 'dir.

✓ Bir enerji düzeyinde bulunabilecek maximum elektron sayısı = $2n^2$ 'dir.

Dört Kuantum sayısının gösterim şekli aşağıdaki gibidir.

Baş Kuantum Sayısı (n), Açısal Momentum Sayısı (ℓ) Manyetik Kuantum Sayısı (m_ℓ), Spin Kuantum Sayısı (m_s)

- 1s
⊗
(0)
- 2s 2p
⊗ ⊗ ⊗ ⊗
(0) (-1, 0, +1)
- 3s 3p 3d
⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗
(0) (-1, 0, +1) (-2, -1, 0, +1, +2)
- 4s 3p 3d 4f
⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗
(0) (-1, 0, +1) (-2, -1, 0, +1, +2) (-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3)

ÜNİTE 1: MODERN ATOM TEORİSİ

1.2. PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİLİMİ

1.2.1. Orbitalerin Enerji Sırası

1.2.2. Küresel Simetri

1.2.3. İyonların Elektron Dağılımı

1.2.4. Periyodik Sistemde Konum Bulma

1.2.5. Gruplar ve Özellikleri

1.2. PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİLİMİ

1.2.1. Orbitalerin Enerji Sırası

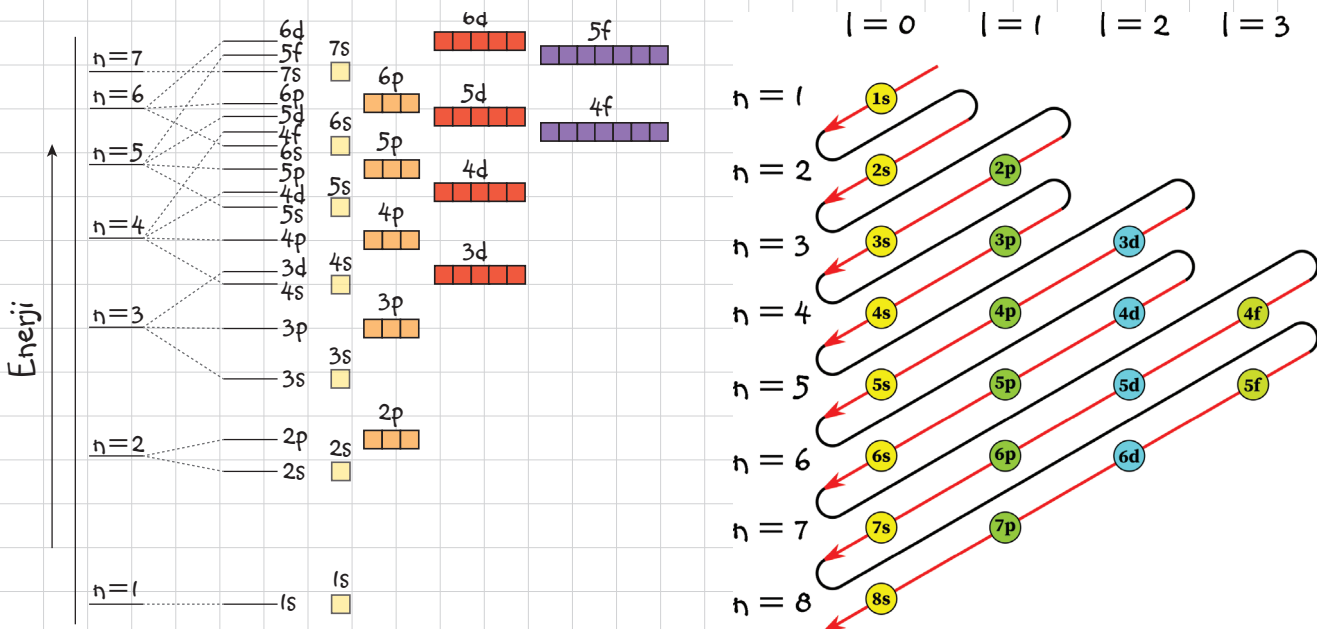
Modelung Kletchkowski Kuralı

Elektronlar enerji katmanlarına ve orbitallere yerleşirken en düşük enerjili katmandan ve orbitalden başlayarak dizilirler. Çekirdeğe en yakın katman ve orbital enerjisi en olmalıdır.

Çekirdekten uzaklaştıkça enerji Orbitalerin enerjilerini $n + l$ değeri belirler. Toplamlar eşitse n değeri büyük olanın enerjisi Buna **Modelung Kletchkowski İlkesi** denir.

n	1	2	2	3	3	4	3	4	5
l	0	0	1	0	1	0	2	1	0
$n + l$	1	2	3	3	4	4	5	5	5
Orbital	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d	4p	5s

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s$ (Orbitalerin artan enerji sırası.)



Orbitalerin enerjilerini küçükten büyüğe doğru sıralamak için kullanılan yöntemlerden biri yukarıdaki gibidir.

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$ Orbitalerin artan enerji sırası.

Kullanılabilecek Diğer Yöntem

say say

paranı say paranı say

dedenin parasını say dedenin parasını say

fahri dedenin parasını say fahri dedenin parasını say

1. Adım: Orbitaler sırayla aralıklı yazılır.

s s p s p s d p s d p s f d p s f d p

2. Adım: s orbitalleri 1'den başlayarak numaralandırılır.

1s 2s p 3s p 4s d p 5s d p 6s f d p 7s f d p

3. Adım: p orbitalleri 2'den başlayarak numaralandırılır.

1s 2s 2p 3s 3p 4s d 4p 5s d 5p 6s f d 6p 7s f d 7p

4. Adım: d orbitalleri 3'ten başlayarak numaralandırılır.

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s f 5d 6p 7s f 6d 7p

5. Adım: f orbitalleri 4'ten başlayarak numaralandırılır.

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 5d < 5p < 6s < 4f < 6d < 6p < 7s < 5f < 7d < 7p$

Orbitalerin artan enerjisi.

Elektronların Orbitalere Dağılım Kuralları

Aufbau Kuralı

Elektronlar ilk olarak enerjisi en düşük çekirdeğe en yakın orbitallerden başlayarak yerleşmeye başlar. Orbitaler doldukça bir üst enerjili orbitale yerleşirler.

Hund Kuralı

Aynı enerjiye sahip orbitaller çok sayıda eşlenmemiş elektrona sahip olmak isterler. Bu nedenle elektronlar orbitalere önce teker teker aynı yönde olacak şekilde yerleşirler. Orbitaler yarı dolu hâle gelince ikişerli ve ters yönde olacak şekilde yerleşirler.

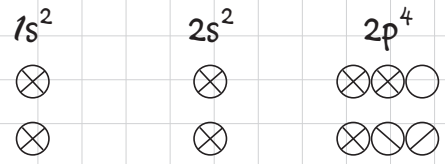
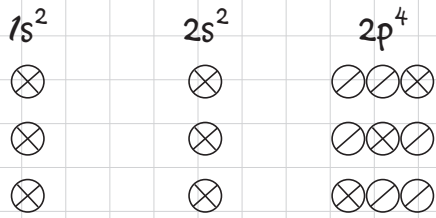
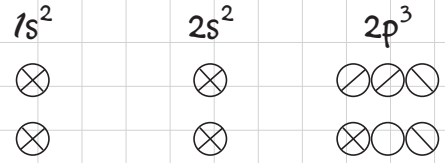
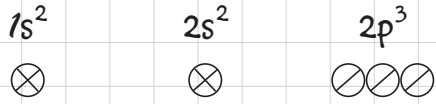
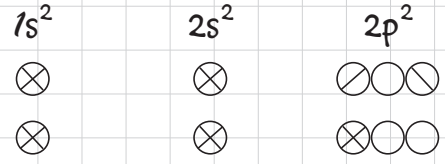
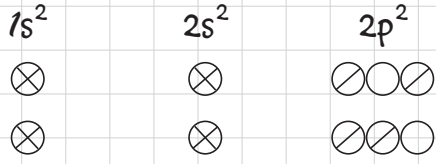
$p_x p_y p_z$ orbitalleri eş enerjilidir.



Hund Kuralına göre elektronların orbitallere dağılım şeklinin doğru ve yanlış gösterimleri aşağıdaki gibidir.

DOĞRU

YANLIŞ



Pauli Dışlama İlkesi

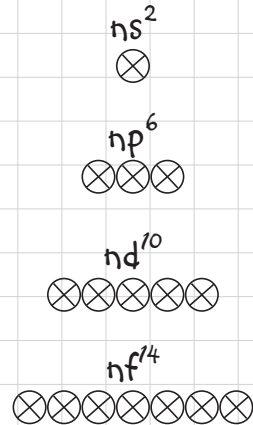
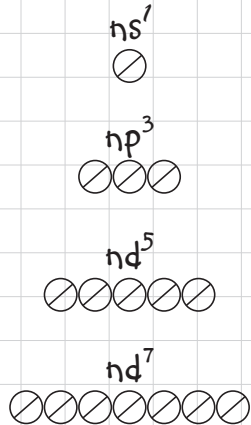
Bir atomda bütün kuantum sayıları aynı olan orbitalde yalnız iki elektron bulunabilir ve bu elektronlar zıt spinlere sahip olmalıdır. Yani bir orbitalde en fazla iki elektron ters yönlü olarak bulunabilir.

1.2.2. Küresel Simetri

Bir atomun, temel hâl elektron dizilişindeki en son orbitalinin tam dolu ya da dolu olması atoma özelliği kazandırır. Küresel simetri atoma kararlılık kazandırır.

Yarı Küresel Simetri

Tam Küresel Simetri

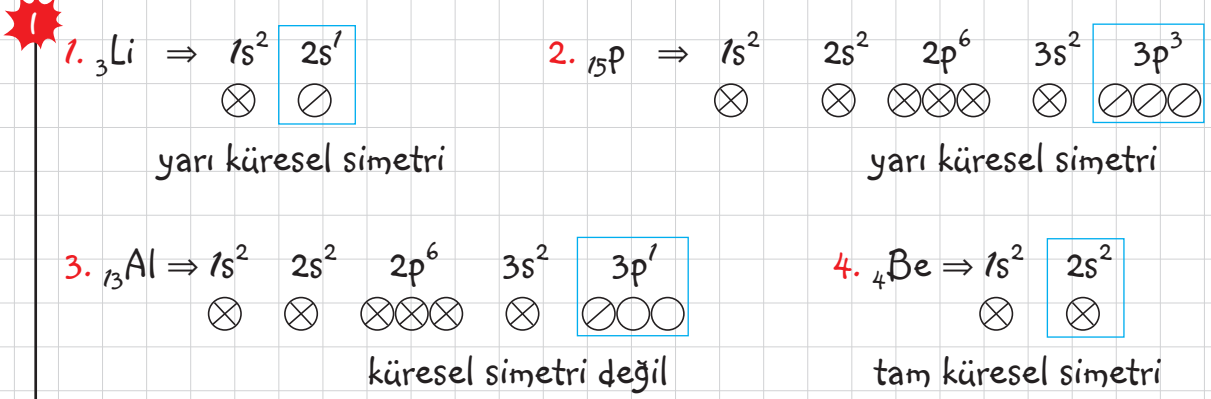




ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

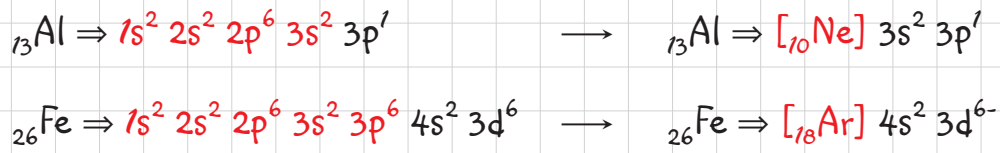
${}_3\text{Li} - {}_4\text{Be} - {}_{13}\text{Al} - {}_{15}\text{P}$ ve atomlarının elektron dizilişini ve orbital şemasını yazarak küresel simetri özelliğinin olup olmadığını belirtiniz?

Çözüm:



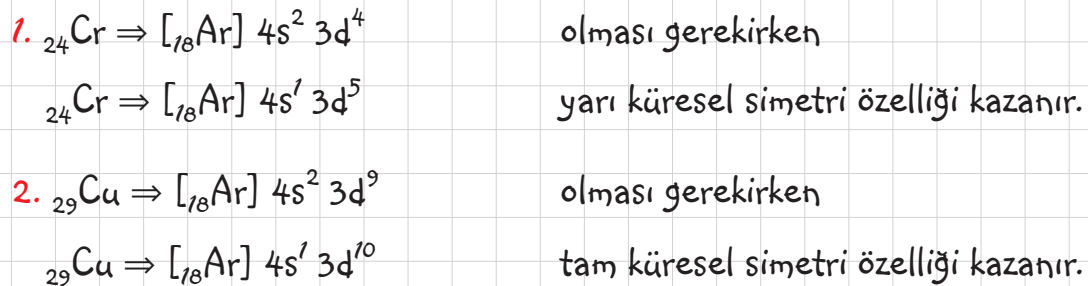
Tam küresel simetri özelliğine sahip atomlar yarı küresel simetri özelliğine sahip atomlara göre daha kararlı yapıdadır. En az bir tane eşleşmemiş elektronu bulanan atomlar **paramanyetiktir**. Tüm elektronları eşleşmiş olan atomlar **diamanyetiktir**.

Elektron dağılımının soy gazları kullanarak kısa gösterimleri aşağıdaki gibidir.



İstisnai Durumlar

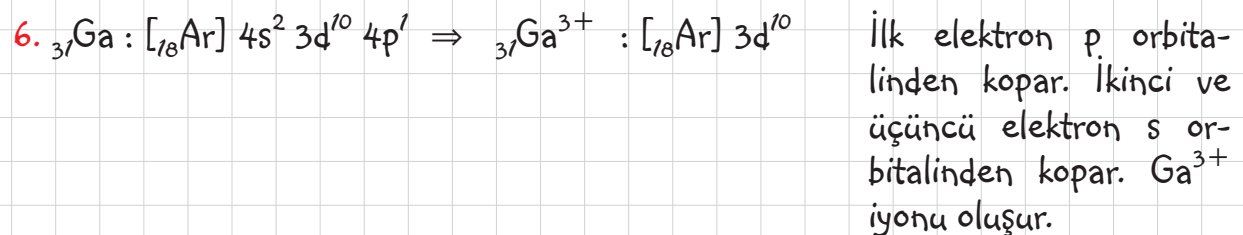
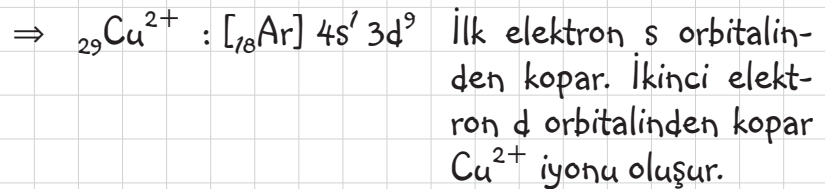
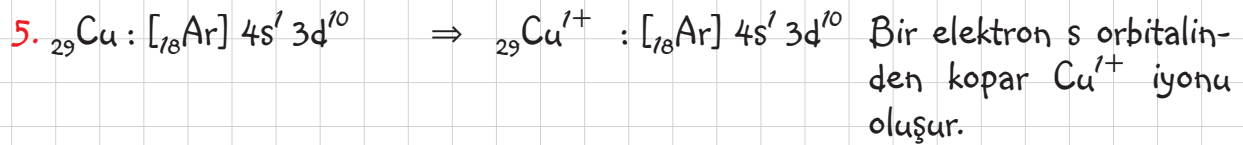
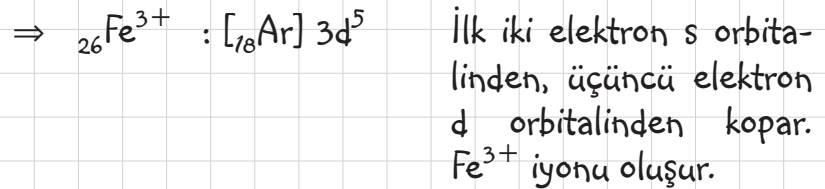
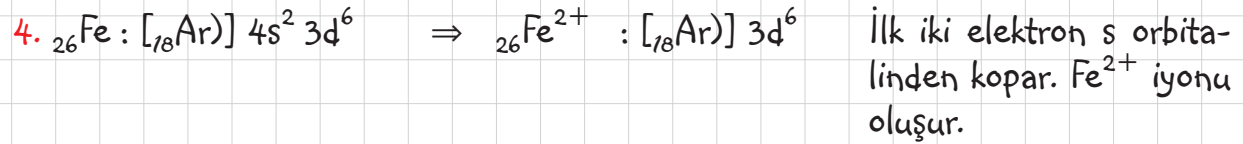
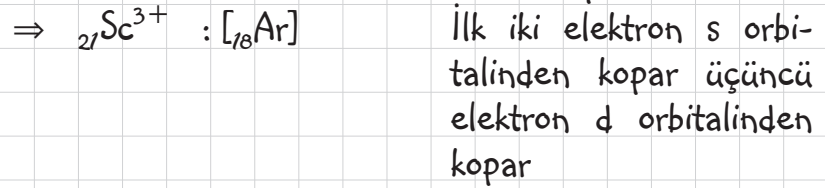
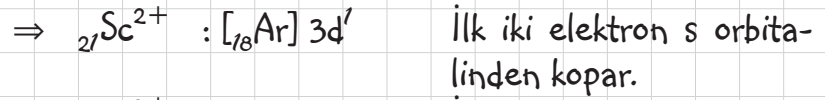
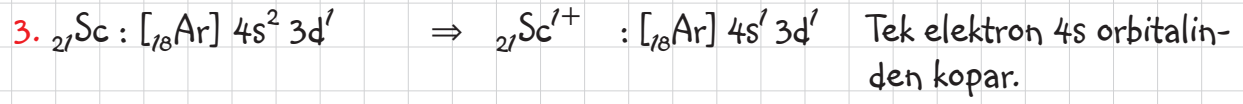
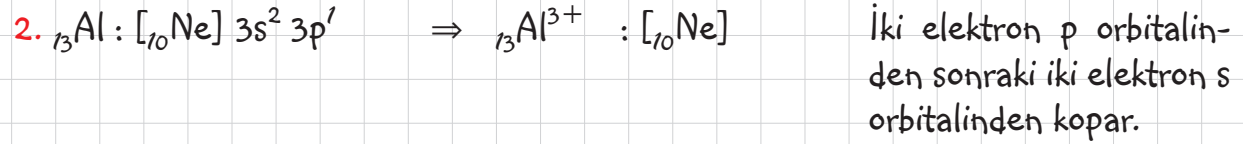
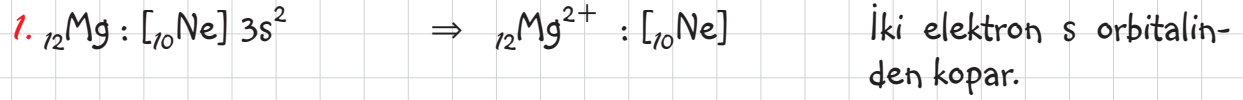
Periyodik cetvelde d bloğunda bulunan ${}_{24}\text{Cr}$ ve ${}_{29}\text{Cu}$ atomları küresel simetri özelliği kazanmak için elektron dizilimlerini değiştirirler. Son yörüngedeki d orbitallerine kendinden önceki s orbitalinden bir elektron aktarırlar.



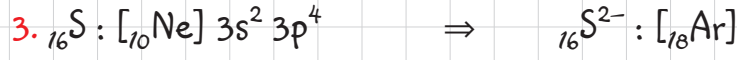
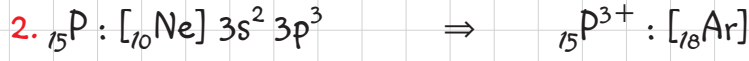
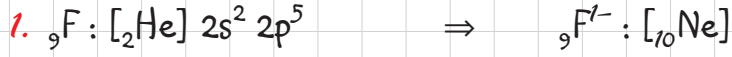
1.2.3. İyonların Elektron Dağılımı

Nötr hâldeki atomlar (anyon ve katyon) iyon hâline dönüşürken alınan ya da verilen elektronlar farklılık gösterebilir.

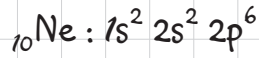
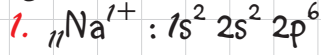
Katyon Oluşumu: Atomlardan elektronların sırası son orbitale göre farklılık gösterebilir.



Anyon Oluşumu: Ametaller elektron kendinden sonraki soy gazın elektron düzenine benzer.

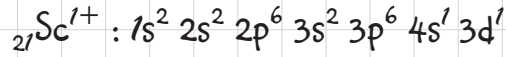
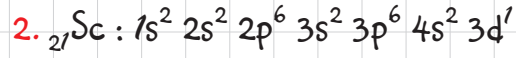


İzoelektronik Tanecikler: Elektron sayıları ve dizilişleri olan proton sayıları farklı tanecikler birbirinin izoelektronik taneciğidir.



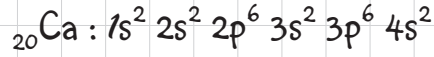
\Rightarrow

Na^{1+} - Ne tanecikleri birbirinin izoelektronik taneciğidir.



\Rightarrow

Sc^{1+} Katyonu oluşurken 4s orbitalinden elektron kopar.



\Rightarrow

Sc^{1+} - Ca tanecikleri izoelektronik tanecikler değildir.

Değerlik Orbitali ve Değerlik Elektronu: Genellikle bir atomun en katmanında bulunan orbitallerdir. Bu orbitallerde bulunan elektronlar bağ yapımında kullanıldığı için elektronları olarak adlandırılır.

- ✓ Temel hâl elektron diziliminde son orbital s ile sonlanıyorsa bundaki elektronlar değerlik elektronudur.
- ✓ Temel hâl elektron diziliminde son orbital p ile sonlanıyorsa kendinden önceki s orbitali ile p orbitalindeki elektronlar değerlik elektronudur.
- ✓ Temel hâl elektron diziliminde son orbital d ile sonlanıyorsa kendinden önceki s orbitali ile d orbitalindeki elektronlar değerlik elektronudur.

Bazı elementlerin değerlik orbitalleri ve değerlik elektron sayıları:

Element	Elektron Dizilimi	Değerlik Orbitalleri	Değerlik Elektron Sayısı
${}_{12}\text{Mg}$	$[{}_{10}\text{Ne}] 3s^2$	3s	2
${}_{15}\text{P}$	$[{}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^3$	3s 3p	5
${}_{22}\text{Ti}$	$[{}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^2$	4s 3d	4
${}_{34}\text{Se}$	$[{}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^4$	4s 4p	6



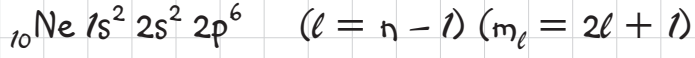
Değerlik elektron sayısı en fazla 8 olabilir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

${}_{10}\text{Ne}$ atomunun tüm elektronlarının başkuantum (n), açısal momentum (l) ve manyetik kuantum (m_l) sayılarının alabileceği değerleri yazın.

Çözüm:



$n = 1$ için

$$l = 0$$

$$m_l = 0$$

$$(0)$$

$n = 2$ için

$$l = 0$$

$$m_l = 0$$

$$(0)$$

$$l = 1$$

$$m_l = -1, 0, +1$$

$$(-1, 0, +1)$$

II. Yöntem

n	→	1	2	3
${}_{10}\text{Ne}:$		$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$
		⊗	⊗	⊗ ⊗ ⊗
m_l	→	0	0	-1 0 +1
l	→	0	0	1
		(s)	(s)	(p)

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

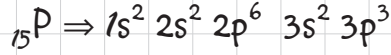




ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

${}_{15}\text{P}$ atomunun değerlik elektronlarına ait başkuantum (n), açısal momentum kuantum (l) ve manyetik kuantum sayılarının (m_l) alabileceği değerler nedir?

Çözüm:



(başkuantum sayısı = 3)
değerlik elektron sayısı = 5

$$n = 3 \text{ için}$$

$$l = 3 - 1 = 2 \text{ (0'dan 2'ye kadar değer alır)}$$

$$l = 0 \quad l = 1 \quad l = 2 \text{ 'de elektron yok} \quad \boxed{l = 0 \text{ ve } 1}$$

3

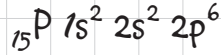
$$m_l = 2l + 1 \quad m_l = 2l + 1$$

$$m_l = 1 (0) \quad m_l = 3 (-1, 0, +1)$$

$$\boxed{m_l = -1, 0 \text{ ve } +1}$$

II. Yöntem

$$n \quad \rightarrow \quad 3 \quad 3 \quad \boxed{n = 1}$$



$$m_l$$

$$\rightarrow$$

$$0$$

$$-1 \ 0 \ +1$$

$$\boxed{m_l = -1, 0 \text{ ve } +1}$$

$$l$$

$$\rightarrow$$

$$0$$

$$1$$

$$\boxed{l = 0 \text{ ve } 1}$$



Açısal momentum kuantum sayısı;

$$l = 0,$$

$$l = 1,$$

$$l = 2,$$

$l = 3$ ' e karşılık gelen orbital türlerini yazın.

4 **Çözüm:**

$$l = 0 \Rightarrow s$$

$$l = 1 \Rightarrow p$$

$$l = 2 \Rightarrow d$$

$$l = 3 \Rightarrow f$$

Başkuantum sayısının (n) 2 olduğu durumda l ve m_l kuantum sayılarının alabileceği değerler nelerdir?

Çözüm:

5

$$n = 1 \quad l = n - 1 = \boxed{0} \quad m_l = 2l + 1 = 1 \quad \boxed{(0)}$$

$$n = 2 \quad l = n - 1 = \boxed{1} \quad m_l = 2l + 1 = 3 \quad \boxed{(-1, 0, +1)}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Bir atomun 3. enerji düzeyinde yer alabilecek ℓ ve m_ℓ kuantum sayılarının alabileceği değerler nelerdir?

Çözüm:

	$\ell = n - 1$	$m_\ell = 2\ell + 1$
6 $n = 3$ için	<u>0</u>	1 (<u>0</u>)
	<u>1</u>	3 (<u>-1, 0, +1</u>)
	<u>2</u>	5 (<u>-2, -1, 0, +1, +2</u>)

Başkuantum sayısı (n) 2 olan bir atomun bulundurabileceği orbital sayısı ve elektron sayısı kaçtır?

Çözüm:

$$n = 2 \Rightarrow \ell = n - 1 = 1 \text{ ise } \ell = 0 \text{ ve } \ell = 1 \text{ olur.}$$

$$\begin{array}{ccc}
 & \swarrow & \searrow \\
 m_\ell = 2\ell + 1 & & m_\ell = 2\ell + 1 \\
 = 1 & & = 3
 \end{array}$$

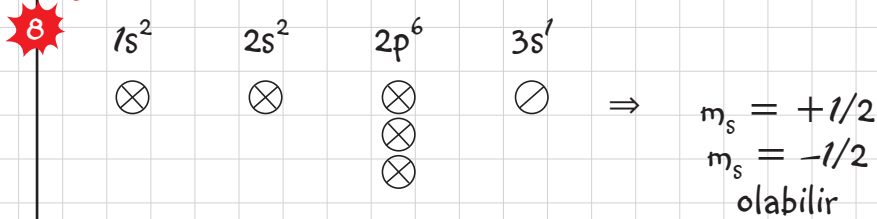
II. Yol:

$$\text{Maksimum orbital sayısı} = n^2 = 4$$

$$\text{Maksimum elektron sayısı} = 2n^2 = 8$$

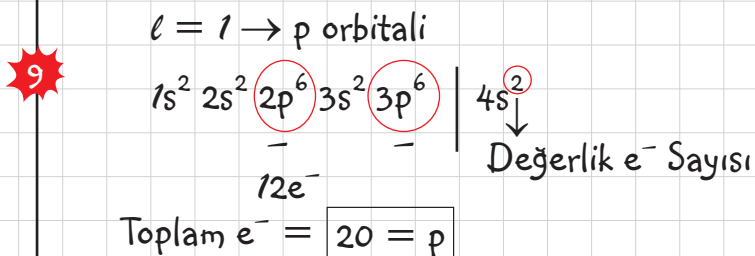
Başkuantum sayısı (n) 3 olan bir atomun değerlik elektron sayısı 1 olduğuna göre son elektronun alabileceği m_s değerleri nedir?

Çözüm:



$\ell = 1$ değerine sahip 12 tane elektronu bulunan atomun değerlik elektronu 2 olduğuna göre proton sayısı nedir?

Çözüm:



PERİYODİK CETVEL

18.grup
8A

1.grup 1A	2.grup 2A	3.grup 3B	4.grup 4B	5.grup 5B	6.grup 6B	7.grup 7B	8.grup 8B	9.grup 8B	10.grup 8B	11.grup 1B	12.grup 2B	13.grup 3A	14.grup 4A	15.grup 5A	16.grup 6A	17.grup 7A	18.grup 8A																															
1 1.00794 1.008 H Hydrojen	2 4.002602 4.003 He Helyum	3 6.941 6.94 Li Lityum	4 9.012182 9.012 Be Berilyum	5 12.0096 12.01 B Bor	6 14.00307 14.003 C Karbon	7 15.9994 16.00 N Azot	8 18.998403 19.00 O Oksijen	9 20.1797 20.18 F Flor	10 26.981538 27.00 Ne Neon	11 28.0855 28.09 Na Sodyum	12 26.981538 27.00 Mg Magnezyum	13 80.06 80.07 Al Alüminyum	14 12.0107 12.01 Si Silisyum	15 14.0067 14.01 P Fosfor	16 32.065 32.07 S Kükürt	17 35.453 35.46 Cl Klor	18 39.948 40.00 Ar Argon																															
19 39.0983 39.10 K Potasyum	20 40.078 40.08 Ca Kalsiyum	21 44.95591 44.96 Sc Skandiyum	22 47.867 47.87 Ti Titanyum	23 50.9415 50.94 V Vanadyum	24 51.9962 52.00 Cr Krom	25 54.93804 54.94 Mn Mangan	26 55.845 55.85 Fe Demir	27 58.93319 58.93 Co Kobalt	28 58.93319 58.93 Ni Nikel	29 63.546 63.55 Cu Bakır	30 65.38 65.39 Zn Çinko	31 69.723 69.73 Ga Galyum	32 72.64 72.65 Ge Germanyum	33 74.92160 74.92 As Arsenik	34 78.96 78.97 Se Selenyum	35 79.904 80.00 Br Brom	36 83.798 83.80 Kr Kripton																															
37 85.4678 85.47 Rb Rubidyum	38 87.62 87.63 Sr Stronsiyum	39 88.90585 88.91 Y İtriyum	40 91.224 91.23 Zr Zirkonyum	41 92.90638 92.91 Nb Niobyum	42 95.96 95.97 Mo Molibden	43 101.07 101.08 Tc Teknesyum	44 101.07 101.08 Ru Rutenyum	45 102.9055 102.91 Rh Rodyum	46 106.42 106.43 Pd Paladyum	47 107.8682 107.87 Ag Gümüş	48 112.411 112.42 Cd Kadmilyum	49 114.818 114.82 In İndiyum	50 118.710 118.72 Sn Kalay	51 121.760 121.77 Sb Antimon	52 127.60 127.61 Te Tellür	53 126.9044 126.91 I Iyot	54 131.293 131.30 Xe Ksenon																															
55 132.9054 132.91 Cs Sezyum	56 137.327 137.34 Ba Baryum	57 174.9668 174.97 Lu Lutetiyum	58 178.49 178.50 Hf Hafnilyum	59 180.9478 180.95 Ta Tantal	60 183.84 183.85 W Volfram	61 186.207 186.21 Re Renyum	62 190.23 190.24 Os Osmiyum	63 192.227 192.23 Ir İridiyum	64 195.084 195.09 Pt Platin	65 196.96657 196.97 Au Altın	66 200.59 200.60 Hg Civa	67 204.3833 204.39 Tl Talyum	68 207.2 207.21 Pb Kurşun	69 208.9804 208.99 Bi Bizmut	70 210 210.1 Po Polonyum	71 210 210.1 At Astatin	72 210 210.1 Rn Radon	73 223 223.0 Fr Fransiyum	74 226 226.0 Ra Radyum	75 226 226.0 Ac Aktinyum	76 227 227.0 Th Toryum	77 232 232.0 Pa Protaktinyum	78 238 238.0 U Uranyum	79 238 238.0 Np Neptünyum	80 237 237.0 Pu Amerikyum	81 244 244.0 Am Amerikyum	82 247 247.0 Cm Küryum	83 251 251.0 Bk Berkelyum	84 252 252.0 Cf Kaliforniyum	85 257 257.0 Fm Fermiyum	86 258 258.0 Md Mendeleviyum	87 259 259.0 No Nobelium	88 262 262.0 Lr Lawrensium	89 262 262.0 Rf Rutherfordiyum	90 262 262.0 Db Dubnyum	91 262 262.0 Sg Seaborgiyum	92 262 262.0 Bh Bohriyum	93 262 262.0 Hs Hassiyum	94 262 262.0 Mt Meitneriyum	95 262 262.0 Ds Darmstadtium	96 262 262.0 Rg Röntgenyum	97 262 262.0 Cn Kopernikyum	98 262 262.0 Nh Nihonyum	99 262 262.0 Fl Fleroviyum	100 262 262.0 Mc Moskoviyum	101 262 262.0 Lv Livermoryum	102 262 262.0 Ts Tennesin	103 262 262.0 Og Oganeson

Atom kütleleri veya kütlesi numarası
iyonlaşma Enerjisi en kJ/mol

Atom Numarası
Elektro negatiflik

Sembol

Sembolün adı

Elektronik yapılandırma

Alkali Metaller

Toprak alkali metaller

Diğer metaller

Geçiş Metalleri

Lantanitler

Aktinitler

Maden olanlar

yarı metaller

Ametaller

Halojenler

Soygazlar (asil)

İsmi verilmemiş

Radioaktif elementler

Elektronik Konfigürasyon Blokları



NOTLAR

- 1 kJ/mol = 98.485 kV
- Tüm elementler 0 m oksidasyon durumlarında belirtilmiştir.

138.9054 138.91 La Lantan	138.9054 138.91 Ce Seryum	140.116 140.12 Pr Praseodim	140.9076 140.91 Nd Neodimyum	144.242 144.25 Pm Prometyum	150.36 150.37 Sm Samaryum	151.964 151.97 Eu Evropiyum	157.25 157.26 Gd Gadolinyum	158.9253 158.93 Tb Terbiyum	162.500 162.51 Dy Disprozyum	164.9303 164.94 Ho Holmiyum	167.259 167.26 Er Erbiyum	168.9342 168.94 Tm Tuliyum	173.054 173.06 Yb İterbiyum	70
------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	----

1.2.4. Periyodik Sistemde Konum Bulma

- ✓ Periyodik sistem elementlerin artan atom numaraları (proton sayısı) ve özelliklerindeki benzerliklerine göre düzenlenmiştir.
- ✓ Yatay sıralara, dikey sütunlara denir.
- ✓ Periyodik sistemde 7 tane periyot 18 tane grup bulunur.
- ✓ Periyodik sistemde elementler 4 oluşur. (s, p, d, f)
- ✓ s ve p bloğu arasındaki 6. ve 7. periyotta bulunan f bloğu, periyodik sistemde en altta ayrı gösterilir.
- ✓ Gruplar iki şekilde adlandırılır.

➤ IUPAC sistemine göre 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. grup

➤ A grubu ve B grubu

- ✓ 1. periyotta 2 element
- 2. periyotta 8 element
- 3. periyotta 8 element
- 4. periyotta 18 element
- 5. periyotta 18 element
- 6. periyotta 32 element
- 7. periyottata 32 element bulunur.

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1A																	8A
2	2A												3A	4A	5A	6A	7A	
3			3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B						
4																		
5																		
6																		
7																		

s - BLOĞU

d - BLOĞU

p - BLOĞU

f - BLOĞU

s Bloğu: Elektron dizilimi s ile biten (sonlanan) elementlerin oluşturduğu bloktur. 1A ve 2A grubu elementleri ile soy gazın ilk elementi He, s bloğu elementidir.

p Bloğu: Elektron dizilimleri p orbitali ile sonlanan elementlerin oluşturduğu bloktur. 3A, 4A, 5A, 6A, 7A ve 8A grubu elementleri (He hariç) p bloğundadır. Bu gruptaki elementler ile s bloğundaki elementlere **baş grup elementleri** denir.

d Bloğu: Elektron dizilimleri d orbitali ile sonlanan elementlerin oluşturduğu bloktur. B grubu elementlerinin tamamı bu bloktadır. Bu elementlere **geçiş metalleri** denir. Geçiş metallerinin birçoğu birden fazla farklı değerlik alabilirler. Bu gruptaki elementlere **yan grup elementleri** denir.

f Bloğu: Periyodik cetvelde 6 ve 7. periyotlarda s ve d bloğunun arasında bulunur. Genel adları **iç geçiş metalleridir**. Elektron dizilimleri 4f ile sonlanan 14 elemente **Lantanitler** denir. Elektron dizilimleri 5f orbitali ile sonlanan 14 elemente de **Aktinidler** denir.

Periyot ve Grup Numarası Bulma

✓ **Periyot Numarası:** Elektron dizilimindeki en büyük baş kuantum sayısı (n), periyot numarasını belirtir. (En dış katmandaki s orbitalinin katsayısıdır.)

Örnek: ${}_3\text{Li} \Rightarrow 1s^2 2s^1 \Rightarrow 2.$ periyot

Örnek: ${}_{13}\text{Al} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \Rightarrow 3.$ periyot

Örnek: ${}_{22}\text{Ti} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2 \Rightarrow 4.$ periyot

✓ **Grup Numarası:** Elektron dizilimi s veya p orbitali ile sonlanan elementler grubu elementidir. Elektron dizilimleri d orbitali ile sonlanan elementler grubu elementidir. En büyük baş kuantum sayısındaki s ve p orbitalindeki elektron sayılarının toplamı grup numarasını verir.

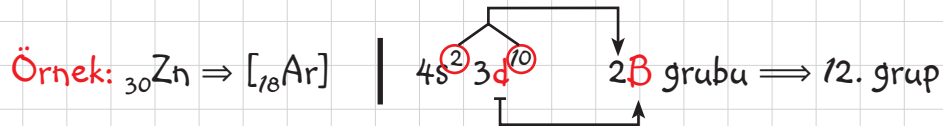
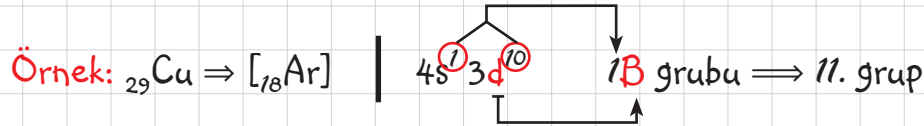
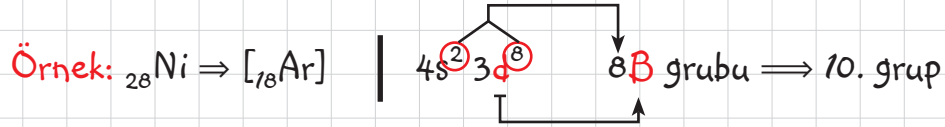
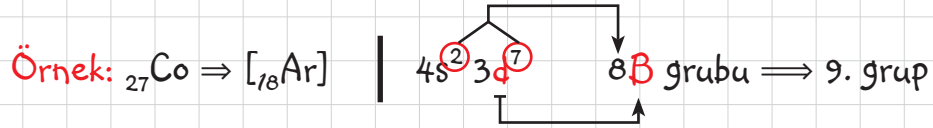
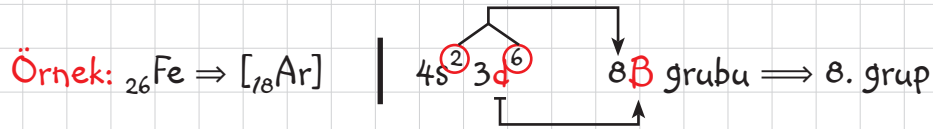
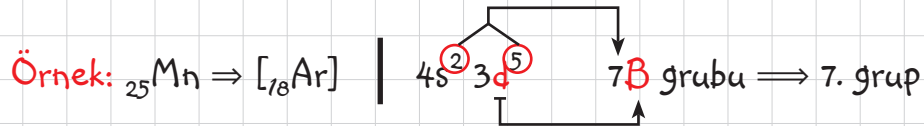
Örnek: ${}_3\text{Li} \Rightarrow 1s^2 \mid 2s^1 \Rightarrow 1A$ grubu $\Rightarrow 1.$ grup

Örnek: ${}_{14}\text{Si} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 \mid 3s^2 3p^2 \Rightarrow 4A$ grubu $\Rightarrow 4.$ grup

Örnek: ${}_{21}\text{Sc} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \mid 4s^2 3d^1 \Rightarrow 3B$ grubu $\Rightarrow 3.$ grup

Örnek: ${}_{23}\text{V} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \mid 4s^2 3d^3 \Rightarrow 5B$ grubu $\Rightarrow 5.$ grup

Örnek: ${}_{24}\text{Cr} \Rightarrow [{}_{18}\text{Ar}] \mid 4s^2 3d^4 \Rightarrow 6B$ grubu $\Rightarrow 6.$ grup



SIRA SİZDE

${}_{12}\text{Mg}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{41}\text{Nb}$ elementlerinin periyot ve grup numaralarını bulunuz.

Çözüm:

Grup numaralarının kısa gösterimi aşağıdaki gibidir.

$s^1 \Rightarrow 1A$	$s^2 d^1 \Rightarrow 3B$
$s^2 \Rightarrow 2A$	$s^2 d^2 \Rightarrow 4B$
$s^2 p^1 \Rightarrow 3A$	$s^2 d^3 \Rightarrow 5B$
$s^2 p^2 \Rightarrow 4A$	$s^1 d^5 \Rightarrow 6B$
$s^2 p^3 \Rightarrow 5A$	$s^2 d^5 \Rightarrow 7B$
$s^2 p^4 \Rightarrow 6A$	$s^2 d^6 \Rightarrow 8B$
$s^2 p^5 \Rightarrow 7A$	$s^2 d^7 \Rightarrow 8B$
$s^2 p^6 \Rightarrow 8A$	$s^2 d^8 \Rightarrow 8B$
	$s^1 d^{10} \Rightarrow 1B$
	$s^2 d^{10} \Rightarrow 2B$

SIRA SİZDE

${}_{22}\text{Ti}$ ${}_{38}\text{Sr}$ ${}_{48}\text{Cd}$ elementlerinin periyot ve grup numaraları nedir?

2

Çözüm:

1.2.5. Gruplar ve Özellikler

1A GRUBU: Hidrojen hariç hepsi metaldir. "Alkali Metaller" olarak adlandırılır.

H : Hidrojen	• En aktif (H hariç)
Li : Lityum	• Değerlik elektron sayıları 1'dir.
Na : Sodyum	• Elektron dizilişleri ns^1 ile biter.
K : Potasyum	• Bileşiklerinde yalnız 1^+ değerlik alırlar. (H 1^+ ve 1^- değerlik alabilir.)
Rb : Rubidyum	• Doğada saf hâlde bulunmazlar.
Cs : Sezyum	• Metaller su ile tepkimeye girerek H_2 gazını açığa çıkarırlar. Soğuk suyla bile şiddetli tepkime verir.
Fr : Fransiyum	• Oksitleri ve hidroksitleri (OH) baz özelliği gösterir.
	• Grubun son üyesi Fr radyoaktiftir.
	• 1A grubu elementleri ile tuz oluştururlar.
	• Yukarıdan aşağıya inildikçe erime noktaları azalır.
	• Yukarıdan aşağıya inildikçe aktifleri artar.

2A GRUBU: "Toprak alkali metaller" olarak adlandırılır.

Be : Berilyum	• Değerlik elektron sayıları 2'dir.
Mg : Magnezyum	• Bileşiklerinde yalnız 2^+ değerlik alırlar.
Ca : Kalsiyum	• Elektron dizilişleri ns^2 ile biter.
Sr : Stronsiyum	• Oksitleri ve hidroksitleri baz özelliği gösterir. (BeO hariç)
Ba : Baryum	• Su ile tepkimeye girerek H_2 gazını açığa çıkarırlar. (Sıcak suyla)
Ra : Radyum	(Be hariç, Mg sıcak su ile tepkime verir.)
	• Berilyum kovalent yapılı bileşik oluşturur.
	• 1A grubuna göre daha sert ve erime noktaları yüksektir.
	• Yukarıdan aşağıya inildikçe erime noktaları düşer.
	• Yukarıdan aşağıya inildikçe aktiflikleri artar.
	• 1A grubuna göre aktiflikleri daha azdır.

3A GRUBU: Toprak metalleri olarak adlandırılırlar.

B : Bor	• Değerlik elektron sayıları 3'tür.
Al : Alüminyum	• Bileşiklerinde 3^+ değerlik alırlar.
Ga : Galyum	• Elektron dizilişleri $ns^2 np^1$ ile biter.
In : İndiyum	• Bor yarı metal diğerleri metaldir.
Tl : Talyum	• Al amfoter özellik gösterir.
Nh : Nihonium	• Grubun son üyesi Nh radyoaktif yapay elementtir.

4A GRUBU: Karbon grubu olarak adlandırılırlar.

C : Karbon	• Değerlik elektron sayıları 4'tür.
Si : Silisyum	• Elektron dizilişleri $ns^2 np^2$ ile biter.
Ge : Germanyum	• C ametal, Si ve Ge yarı metal, Sn ve Pb metaldir.
Sn : Kalay	• Bileşiklerinde 4^- ile 4^+ değerlik alabilirler.
Pb : Kurşun	• Sn ve Pb bileşiklerinde 2^+ ve 4^+ değerlik alabilirler.
Fl : Flevorium	• Grubun son üyesi Fl, radyoaktif yapay elementtir.

5A GRUBU: Azot Grubu (Pniktojenler) olarak adlandırılırlar.

N : Azot	• Değerlik elektron sayıları 5'tir.
P : Fosfor	• Elektron dizilişleri $ns^2 np^3$ ile biter.
As : Arsenik	• N ve P ametal, As ve Sb yarı metal, Bi metaldir.
Sb : Antimon	• Bileşiklerinde 3^- ile 5^+ değerlik alabilirler.
Bi : Bizmut	• Grubun son üyesi Mc, radyoaktif yapay elementtir.
Mc : Moscovium	

6A GRUBU: Oksijen grubu (Kalkojenler) olarak adlandırılır.

O : Oksijen	• Değerlik elektron sayıları 6'dır.
S : Kükürt	• Elektron dizilişleri $ns^2 np^4$ ile biter.
Se : Selenyum	• O, Si, Se ametal; Te ve Po yarı metaldir.
Te : Tellür	• Bileşiklerinde 2^- ile 6^+ değerlik alabilirler.
Po : Polonyum	• Oksijen bileşiklerinde 1^- , $1/2^-$ ve 2^+ değerlik alabilir.
Lv : Livermorium	• Na_2O : (O^{2-} oksit) Na_2O_2 : (O^{1-} peroksit)
	• NaO_2 : ($O^{1/2-}$ süperoksit) OF_2 : (O^{2+})
	• Grubun son üyesi Lv, radyoaktif yapay elementtir.

7A GRUBU: Halojenler (Tuz yapıcılar) olarak adlandırılır.

F : Flor	• Değerlik elektron sayıları 7'dir.
Cl : Klor	• Elektron dizilişleri $ns^2 np^5$ ile biter.
Br : Brom	• Doğada iki atomlu moleküler hâlde bulunurlar.
I : İyot	• Grubun tamamı ametaldir. (Tn hariç)
At : Astatin	• Bileşiklerinde -1 ile 7^+ değerlik alabilirler.
Tn : Tenesin	• F bileşiklerinde yalnız -1 değerlik alır.
	• Grubun son üyesi Tn, yapay radyoaktif elementtir.
	• Hidrojenli bileşikleri asidik özellik gösterir.
	• Yukarıdan aşağı inildikçe kaynama ve erime noktaları artar.
	• Oda koşullarında F_2 , Cl_2 gaz, Br_2 sıvı diğerleri katı hâdedir.

8A GRUBU: Soy gazlar (asal gazlar) olarak adlandırılırlar.

He : Helyum	• Değerlik elektron sayıları 8'dir. (He hariç He 2'dir)
Ne : Neon	• Elektron dizilişleri $ns^2 np^6$ ile biter. (He hariç $1s^2$)
Ar : Argon	• Doğada tek atomlu gaz hâlinde bulunurlar.
Kr : Kripton	• Tamamı soy gazdır.
Xe : Ksenon	• Kimyasal olarak aktif değildir. Kimyasal tepkimeye istekli değildir.
Rn : Radon	• He ve Ne'un bileşiği yoktur.
Og : Oganesson	• F'a yaptığı Ar, Kr ve Xe'un bazı bileşikleri sentezlenmiştir.
	• İyonlaşma enerjileri çok yüksektir.
	• Soy gazlar atmosferde az miktarda bulunur. Havadan damıtılarak elde edilirler.
	• Rn ve Og radyoaktif olup Og yapay elementtir.

Önemli Metal Grupları:

d Bloğu: metalleri olarak adlandırılırlar.

- Elektron dizilişleri $ns^2 (n-1) d$ ile biter.
- 2A ile 3A grubu arasında 10 grup hâlinde bulunur.
- Tamamı metaldir.
- Bileşiklerinde farklı $+$ değerlikler alabilirler.
- Oda koşullarında Hg hariç hepsi hâdedir.
- Isı ve elektriği iletirler.
- Erime ve kaynama noktaları
- Çoğu aktiftir. (Cu, Ag, Hg, Au ve Pt hariç)
- Cu, Ag ve Hg yarı soy metal; Au ve Pt soy metaldir.
- Metalik bağ kuvvetleri 1A ve 2A'ya göre daha fazladır.
- Sertlikleri ve erime noktaları 1A ve 2A'ya göre
- Ağır metal olarak bilinirler. Toprak, su, hava kirliliğine neden olurlar.

f Bloğu: metalleri olarak adlandırılırlar.

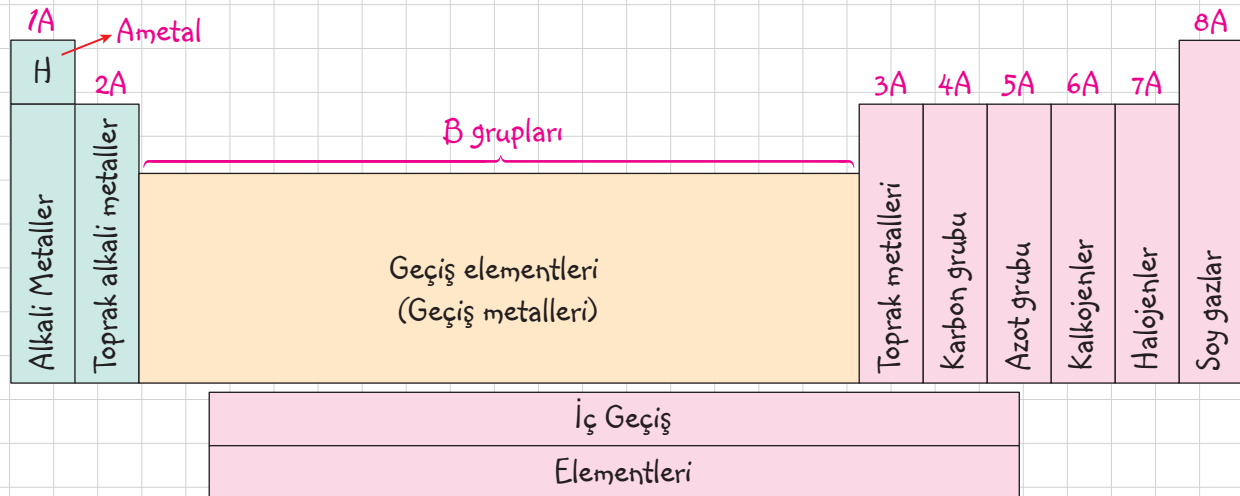
- Elektron dağılımları f orbitali ile biter.
- 6. periyottakilere denir. 14 elementten oluşur. Pm radyoaktiftir.
- 7. periyottakilere denir. 14 elementten oluşur. Tamamı radyoaktiftir.

Soymetaller: Kimyasal aktiviteleri çok az olan metallerdir.

Cu : Bakır Hg : Cıva Ag : Gümüş	<ul style="list-style-type: none">• Yarı soy metaller (Cu, Hg ve Ag) HF, HCl, HBr ve HI gibi asitlerle tepkimeye girmezler. Ancak oksijenli kuvvetli asitlerle (H_2SO_4, $HClO_4$, HNO_3) tepkimeye girer. H_2 gazı oluşturmazlar. $Cu + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\text{derişik}} CuSO_4 + SO_{2(g)} + 2H_2O$$Cu + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{seyreltik}} \text{reaksiyon vermez.}$$Cu + 4HNO_3 \xrightarrow{\text{derişik}} Cu(NO_3)_2 + 2NO_{2(g)} + 2H_2O$$3Cu + 8HNO_3 \xrightarrow{\text{seyreltik}} 3Cu(NO_3)_2 + 2NO_{(g)} + 4H_2O$
Pt : Platin Au : Altın	<ul style="list-style-type: none">• Soy metaller hiçbir asitle tepkimeye girmez. Ancak kral suyu (3 mol HCl + 1 mol HNO_3) içinde çözünürler.

Amfoter Metaller: Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlarla tepkimeye girerler. Tepkime sonunda gazı açığa çıkar fakat NH_3 gibi zayıf bazlarla tepkime vermezler.

Al : Alüminyum Zn : Çinko Sn : Kalay Pb : Kurşun Cr : Krom Be : Berilyum	<ul style="list-style-type: none">• $Al + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3/2 H_{2(g)}$• $Al + NaOH \rightarrow Na_3AlO_3 + 3/2 H_{2(g)}$• $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_{2(2)}$• $Zn + NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_{2(g)}$
---	--



ÜNİTE 1: MODERN ATOM TEORİSİ

1.3. PERİYODİK ÖZELLİKLER

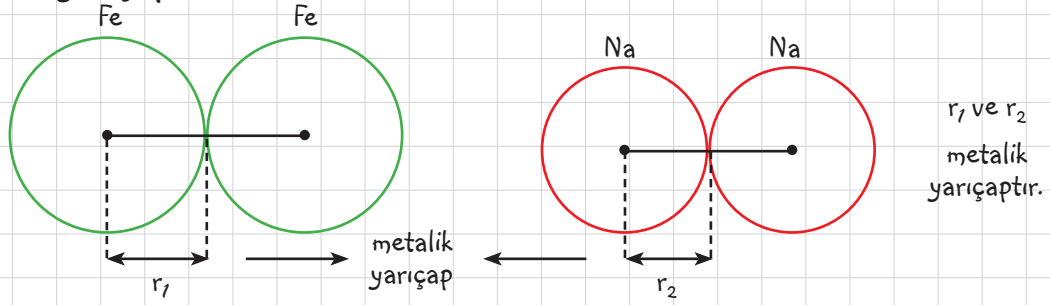
- 1.3.1. Atom Yarıçapı (Atom Hacmi)
- 1.3.2. İyonlaşma Enerjileri
- 1.3.3. Elektron İlgisi
- 1.3.4. Elektronegatiflik
- 1.3.5. Aktiflik (Metal ve Ametal)

1.3. PERİYODİK ÖZELLİKLER

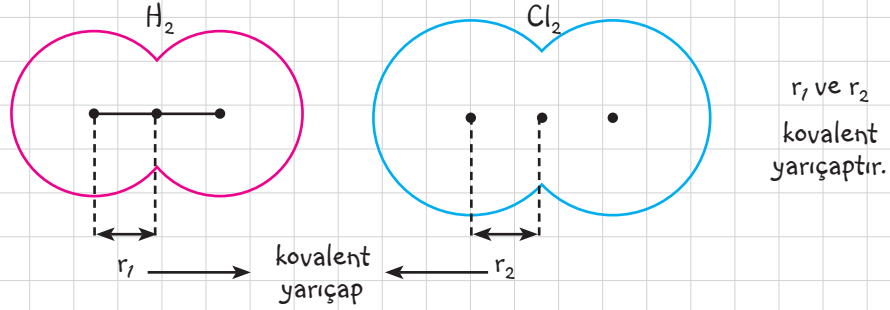
1.3.1. Atom Yarıçapı (Atom Hacmi)

Yarıçap (Atom Hacmi): Birbirleriyle etkileşen atomların çekirdekleri arasındaki mesafenin atom yarıçapı denir. Atomun ifade eder.

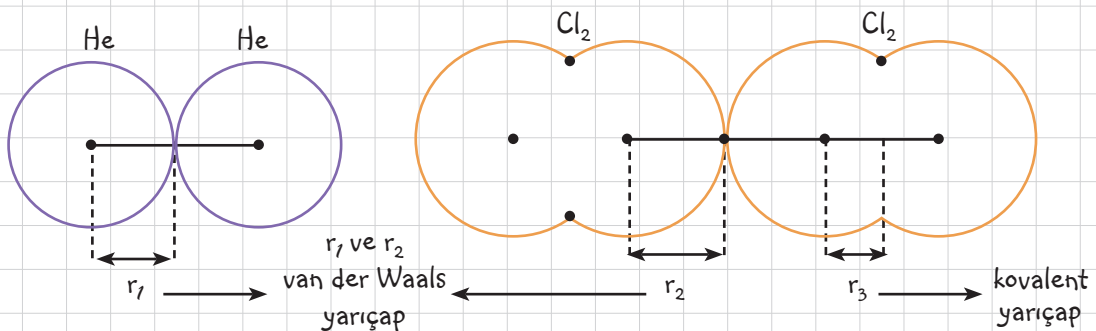
Metalik Yarıçap: Komşu iki metal atomunun çekirdekleri arasındaki mesafenin yarısına metalik yarıçap denir.



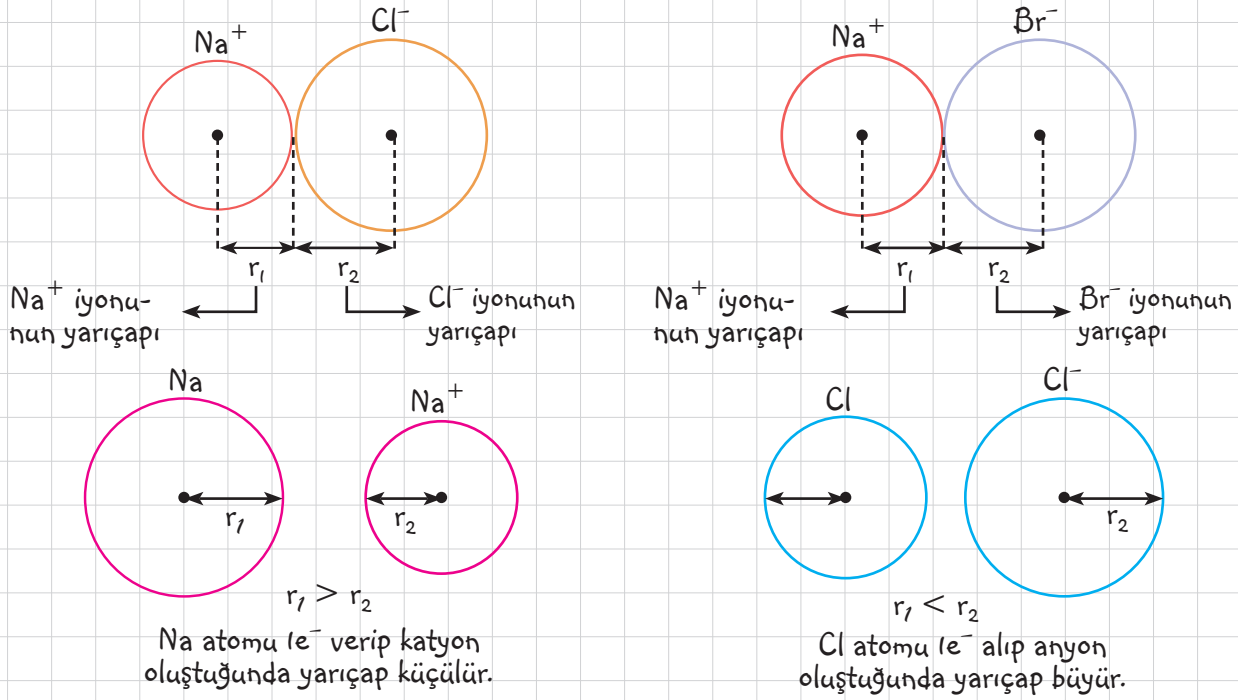
Kovalent Yarıçap: Ametal atomlarının kendi aralarında oluşturduğu çekirdekler arasındaki mesafenin yarısına kovalent yarıçap denir.



Van der Waals Yarıçap: Soy gazların ve apolar kovalent bağlı moleküllerin birbirine en yakın olduğu anda çekirdekleri arasındaki uzaklığın yarısına "van der Waals yarıçapı" denir.



İyonik Yarıçap: İyonik bağla bağlanmış iyonların çekirdekleri arasındaki uzaklığa göre belirlenen yarıçapa iyonik yarıçap denir.



Atom Hacimlerinin Karşılaştırılması

✓ Atomlarda yörünge sayısı arttıkça atom de artar. Periyodik cetvelde yukarıdan aşağıya inildikçe atom hacmi büyür.

➤ Atomlarda Be, Mg ve K'nin atom hacimlerinin karşılaştırılması

${}_2\text{Be} \rightarrow 1s^2 2s^2$: 2. periyot	Atom Hacmi K > Mg > Be
${}_{12}\text{Mg} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$: 3. periyot	
${}_{19}\text{K} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$: 4. periyot	

✓ Yörünge sayıları aynı olan aynı periyottaki elementlerde proton sayısı arttıkça atom hacmi küçülür. Aynı periyotta soldan sağa doğru gidildikçe çekirdek elektronları daha çok ve atom küçülür.

➤ 2. periyotdaki Li, B, ve N'un atom hacimlerinin karşılaştırılması

${}_3\text{Li} \rightarrow 1s^2 2s^1$: 2. periyot 1 A	1A 3A 5A
${}_5\text{B} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^1$: 2. periyot 3 A	Atom hacmi küçülür. Li > B > N
${}_7\text{N} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3$: 2. periyot 5 A	

SIRA SİZDE

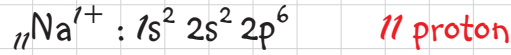
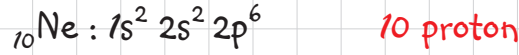
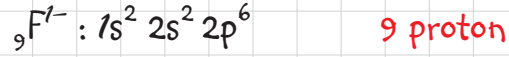
3

${}_8\text{O}$, ${}_9\text{F}$, ${}_{17}\text{Cl}$ elementlerinin atom hacimlerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

Çözüm:

İzoelektronik Taneciklerin Hacmi: İzoelektronik taneciklerde elektron sayıları aynıdır. Fakat proton sayıları farklıdır. Çekirdekdeki proton sayısı fazla olan taneciğin hacmi en küçük olur.

➡ Birbirinin izoelektronuğu olan 3 taneciğin (F^{-} , Ne, Na^{+}) hacimleri:



$$F > Ne > Na^{+}$$

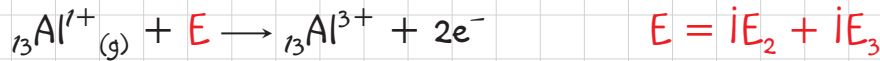
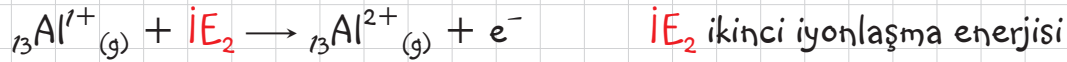
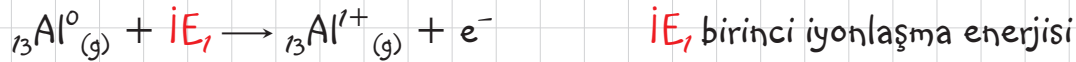
SIRA SİZDE

4 ${}_{20}Ca^{2+}$, ${}_{18}Ar$, ${}_{16}S^{2-}$ taneciklerinin hacimlerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

Çözüm:

1.3.2. İyonlaşma Enerjileri

Gaz hâlindeki bir atomdan bir elektron koparmak için gerekli olan enerjiye **iyonlaşma enerjisi** denir. IE ile gösterilir.



Atomdan elektron koparıldıkça atom küçüldüğünden, daha sonraki elektronun koparılması zorlaşır, iyonlaşma enerjisi artar. Bir atomun iyonlaşma enerjileri arasındaki ilişki aşağıda gösterilmiştir.

$$IE_1 < IE_2 < IE_3 < IE_4 < \dots < IE_n \quad (n = \text{elektron sayısı})$$

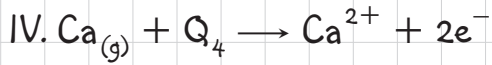
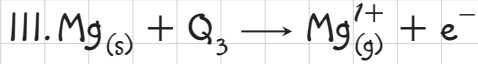
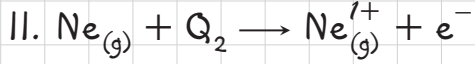
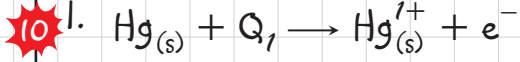


Bir atomda kaç tane elektron varsa o kadar sayıda iyonlaşma enerjisi vardır. Farklı atomların IE 'leri kesinlikle farklıdır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Aşağıdaki Q enerjilerinden hangileri 1. iyonlaşma enerjisidir?



Çözüm:

$Q_1 = 1.$ iyonlaşma enerjisi

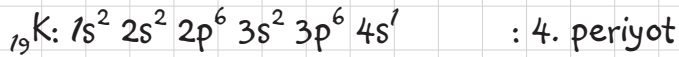
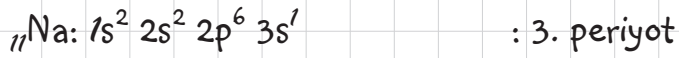
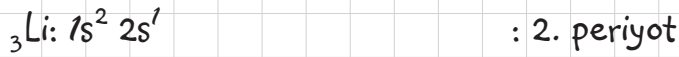
$Q_2 = 1.$ iyonlaşma enerjisi

$Q_3 = 1.$ iyonlaşma enerjisi değil (Mg'un gaz hâlinde olması gerekir)

$Q_4 = 2.$ iyonlaşma enerjisi değil (Ca'dan $2e^-$ koparılmış. $1e^-$ kopması gerek)

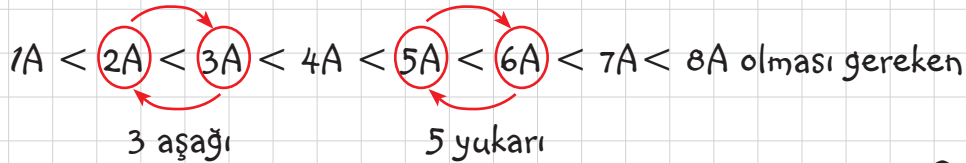
İyonlaşma Enerjisinin Karşılaştırılması

Periyodik cetvelde aynı grupta yukarıdan aşağı inildikçe atom hacmi
Dolayısıyla elektronun atomdan kopması kolaylaşır. İyonlaşma enerjisi
 ${}_3\text{Li}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{19}\text{K}$ elementlerinin 1. iyonlaşma enerjilerinin kıyaslanması:



iE_1 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$

Aynı periyotta soldan sağa doğru gidildikçe atom hacmi küçülür. Dolayısıyla elektronun atomdan kopması zorlaşır. İyonlaşma enerjileri de genellikle

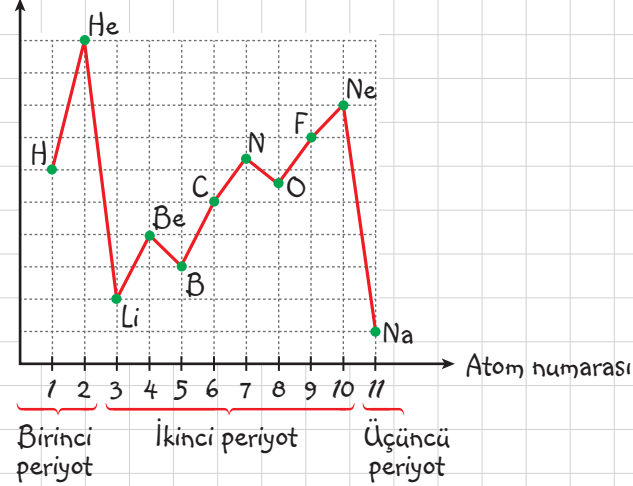


$1A < 3A < 2A < 4A < 6A < 5A < 7A < 8A$

Grupların 1. iyonlaşma enerjilerinin büyüklük sırası

2A ve 5A küresel simetri kararlılığından dolayı iyonlaşma enerjileri kendinden sonrakilerden yüksektir.

Birinci İyonlaşma Enerjisi



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



Bir atomun iyonlaşma enerjileri değerlerinin oranlarına bakılarak değerlik elektron sayısı bulunabilir. İyonlaşma enerjileri arasındaki oran genellikle 3,5 kat veya daha fazla ise kopan elektron değerlik elektronu değildir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Element	IE_1	IE_2	IE_3	IE_4
X	122	1740	2820	-
Y	180	345	920	5820
Z	142	276	1190	1554

X, Y, Z elementlerinin değerlik elektron sayıları nedir?

Çözüm:

$X \Rightarrow \frac{IE_2}{IE_1} \cong 14,3$ $14,3 > 3,5$ olduğundan 2. elektron değerlik elektronu değildir.

11 (X atomuna ait 4. iyonlaşma enerjisi yoktur. Bu nedenle X atomunun 3 elektronu vardır. $1s^2 2s^1$ elektron dağılımından değerlik elektron sayısı 1 bulunabilir.)

$Y \Rightarrow \frac{IE_2}{IE_1} \cong 1,9$ $\frac{IE_3}{IE_2} \cong 2,7$ $\frac{IE_4}{IE_3} \cong 4,2 \rightarrow 4,2 > 3,5$

4. elektron değerlik elektronu değildir. Değerlik elektronu 3'tür.

$Z \Rightarrow \frac{IE_2}{IE_1} \cong 1,9$ $\frac{IE_3}{IE_2} \cong 4,3 \rightarrow 4,3 > 3,5$

3. elektron değerlik elektronu değildir. Değerlik elektronu 2'dir.

SIRA SİZDE

5

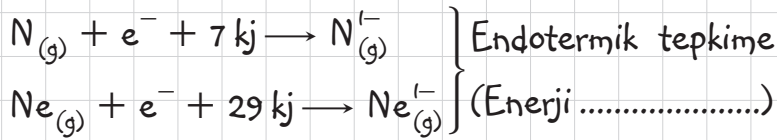
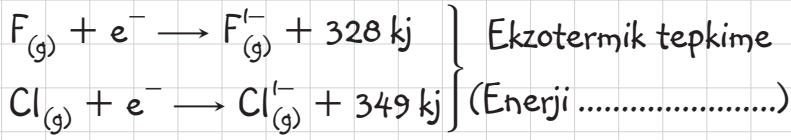
$_{17}\text{Cl}$, $_{18}\text{Ar}$, $_{19}\text{K}$ element atomlarının 1. iyonlaşma enerjilerini büyükten küçüğe doğru sıralayın.

Çözüm:

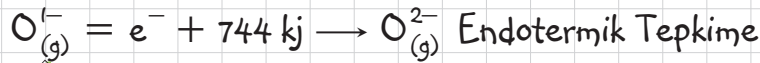
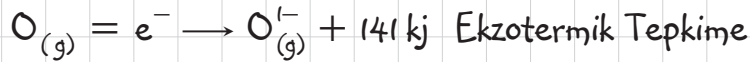
1.3.3. Elektron İlgisi (EI)

Gaz hâlindeki nötr bir atomun bir elektron sırasında meydana gelen enerji değişimine **elektron ilgisi** denir.

Aşağıda örneklerle gösterilmiştir.



✓ Atomların ikinci elektron ilgileri endotermik (ısı alan) olaydır.



✓ Ametallerin elektron ilgisi çoğunlukla ekzotermik, metallerin elektron ilgisi ise endotermiktir.

✓ Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe elektron ilgisi genellikle
Aynı grupta yukarıdan aşağı inildikçe elektron ilgisi genellikle

✓ Periyodik tabloda elektron ilgisi en yüksek ametalin F olması gerekirken Cl'un elektron ilgisi en fazladır.

1.3.4. Elektronegatiflik

Kovalent yapılı bir molekülde bir atomun bağ yapan elektronları kendine çekme yeteneğine **elektronegatiflik** denir.

✓ Elektronegatifliğin birimi yoktur, doğrudan ölçülemez. Elektronegatifliği en yüksek element F'un bu değeri 4 kabul edilir. Diğer elementlerinde elektronegatifliği F'a göre hesaplanır.

✓ Periyotta soldan sağa gidildikçe elektronegatiflik genellikle artar.

✓ Grupta yukarıdan aşağıya inildikçe elektronegatiflik genellikle azalır.

1.3.5. Aktiflik (Metal ve Ametal)

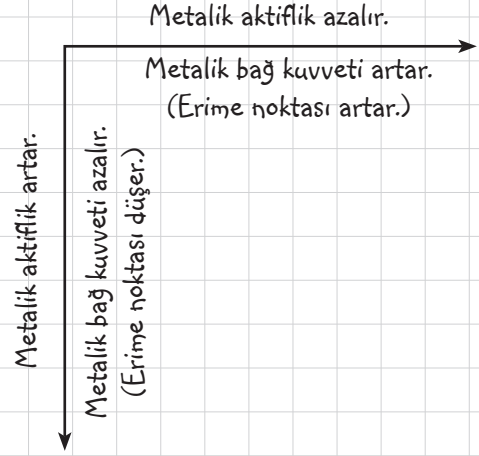
🔴 Metalik Ametalik Özellikler

Metalik Aktiflik: Metallerin elektron eğilimine denir.

- ✓ Atom hacmi arttıkça metalik aktiflik de
- ✓ Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe metalik özellik
- ✓ Aynı grupta yukarıdan aşağı inildikçe metalik özellik
- ✓ En aktif metal 1A grubunun son üyesi Fransiyum'dur.



Metal aktifliği ile metalik bağ kuvveti farklı kavramlardır. Metalik bağ kuvveti, metalin sertliğini ve erime noktasını belirler.



Ametalik Aktiflik: Ametallerin elektron alma eğilimine denir.

- ✓ Atom hacmi arttıkça ametalik özellik
- ✓ Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe ametalik özellik
- ✓ Aynı grupta yukarıdan aşağı inildikçe ametalik özellik
- ✓ En aktif ametal F'dur.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

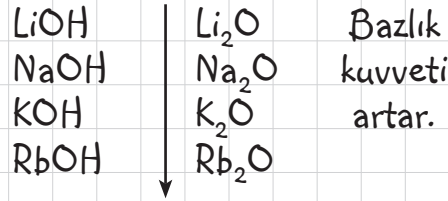


● Oksitlerin Asitlik Bazlık Özelliği

Oksitler 3 gruba ayrılır:

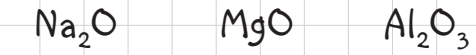
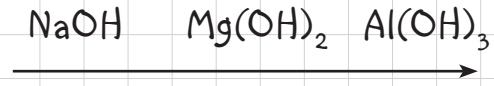
1. Metal Oksitler 2. Ametal Oksitler 3. Amfoter Metal Oksitler

1. Metal Oksitler: Metallerin oksitleri, hidroksitleri genellikle baziktir.



1A grubu oksitleri ve hidroksitlerinin bazlık kuvveti

2. periyot metallerinin oksit ve hidroksitlerinin bazlık kuvveti



Bazlık kuvveti azalır.

Bazik oksitler, asitlerle ve su ile tepkime verir.

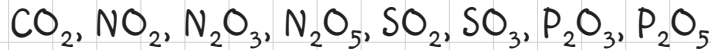


2. Amfoter Metal Oksitler: Amfoter metallerin oksitleri de amfoter özellik gösterirler.

Önemli amfoter metal oksitler aşağıda gösterilmiştir.



3. Ametal Oksitler: Ametal oksitleri genellikle asidiktir. Önemli asidik oksitler aşağıda gösterilmiştir.

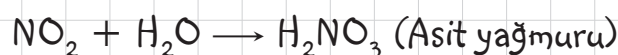
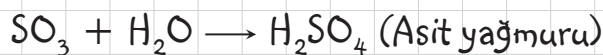


Ametal oksitlerde oksijen sayısı ametal atomuna eşit ya da ametal atomundan daha az ise ametal oksit, nötr oksittir.

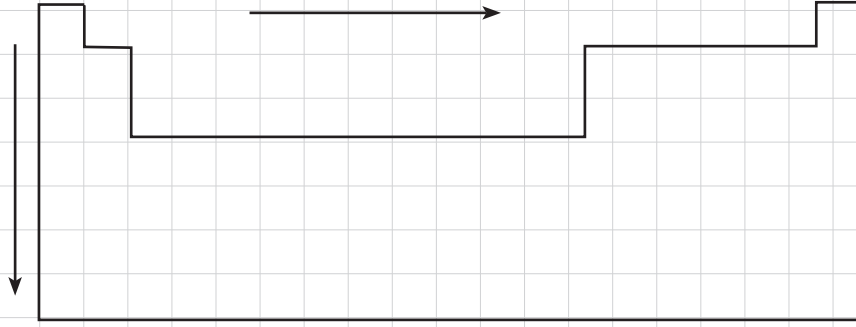


Nötr oksit

✓ Ametal oksitler, bazlarla ve suyla tepkime verir.



Periyodik Özelliklerin Değişimi (Özet)



Soldan Sağa (→)

- ✓ Atom çapı (hacmi) azalır.
- ✓ İyonlaşma enerjisi genellikle artar.
- ✓ Elektron ilgisi genellikle artar.
- ✓ Elektronegatiflik genellikle artar.
- ✓ Metalik özellik azalır.
- ✓ Ametalik özellik artar.
- ✓ Değerlik elektron sayısı artar.
- ✓ Yörünge sayısı değişmez.
- ✓ Oksitlerin sulu çözeltilerinin asitlik kuvveti artar.

Yukarıdan Aşağı (↓)

- ✓ Atom çapı (hacmi) artar.
- ✓ İyonlaşma enerjileri azalır.
- ✓ Elektron ilgisi azalır.
- ✓ Elektronegatiflik azalır.
- ✓ Metalik özellik artar.
- ✓ Ametalik özellik azalır.
- ✓ Değerlik elektron sayısı değişmez.
- ✓ Yörünge sayısı artar.
- ✓ Oksitlerin sulu çözeltilerinin bazlık kuvveti artar.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: MODERN ATOM TEORİSİ

1.4. Yükseltgenme Basamakları

1.4.1. Metallerin ve Ametallerin İyon Hâlindeki Yükseltgenme Basamakları

1.4.2. Sabit ve Değişken Yükseltgenme Basamağına Sahip Elementler

1.4. YÜKSELTGENME BASAMAKLARI

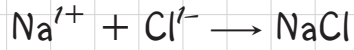
1.4.1. Metallerin ve Ametallerin İyon Hâlindeki Yükseltgenme Basamakları

Atomlar doğada serbest hâlde ya da bileşikler hâlinde bulunurlar.

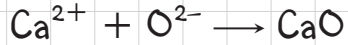
Elektron alışverişi ile iyonik bileşikler, elektron ortaklığı ile kovalent bileşikler oluşur.

✓ Elektron veren atom katyon, elektron alan atom anyon oluşturur.

Örnek:



Na 1 elektron için değerliği 1^+ 'dir.



Ca 2 elektron verdiği için değerliği'dir.

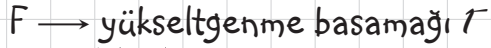
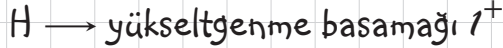
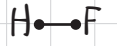
İyonik bileşiklerde anyonların ve katyonların sahip oldukları elektriksel yüke **iyon yükü** denir.

Örnek:



✓ Kovalent yapıli bileşiklerde elektron alışverişi olmadığı için net iyon yükleri oluşmaz. Bu nedenle iyon yükü kullanılmaz, **yükseltgenme basamağı** kullanılır.

H—F molekülünde iki elektron kullanılır. Elektronegatifliği fazla olan F, elektronları daha çok çeker ve kısmen $-$ yük kazanır. H atomu ise kısmen $+$ yük kazanır.



İyonik ve kovalent bileşiklerde atomların sahip oldukları yük değerlerine **yükseltgenme basamağı** denir.

Metaller, ametaller ve yarımetaller bileşik oluştururlarken bir kısmı sabit bir değerlik alırken bazıları da değişken değerlikler alabilirler.

1.4.2. Sabit ve Değişken Yükseltgenme Basamağına Sahip Elementler

● Tek Değerlik Alabilen Metaller

Li - Na - K - Rb - Cs - Ag (Yalnız 1^+ değerlik alabilen elementler)

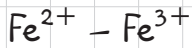
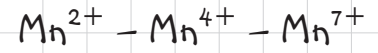
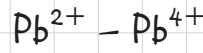
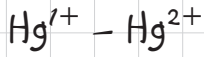
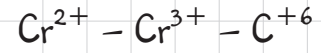
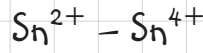
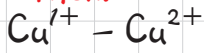
Be - Mg - Ca - Sr - Ba - Ra - Zn - Ni (Yalnız 2^+ değerlik alabilen elementler)

Al - Au (Yalnız 3^+ değerlik alabilen elementler)

F (Yalnız 1^- değerlik alabilen element)

● Farklı Değerlik Alabilen Metaller

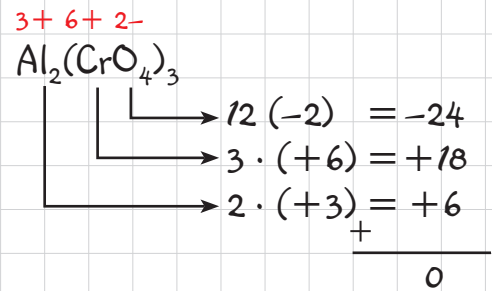
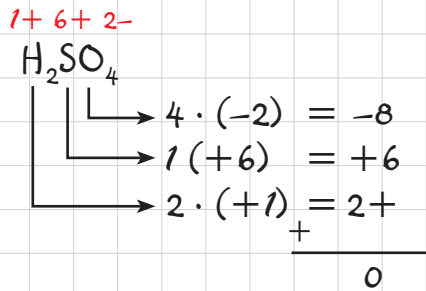
Örnek:



● Yükseltgenme Basamağı Hesaplama Kuralları

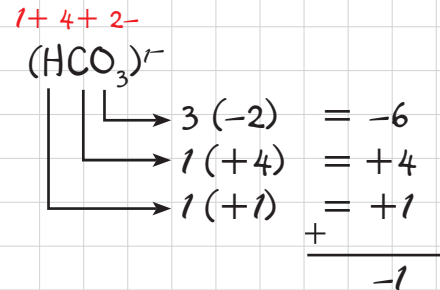
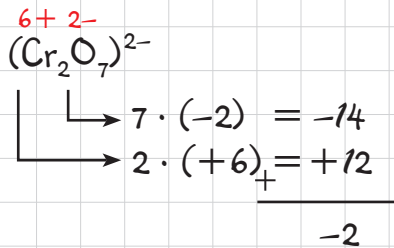
1. Tüm bileşikler nötrdür. Değerliklerin toplamı sıfıra eşittir.

Örnek:



2. Birden fazla atomdan oluşan iyonlarda (kök) atomların yükseltgenme basamaklarının toplamı iyon yüküne eşittir.

Örnek:



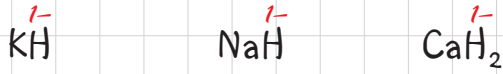
3. Serbest hâlde atom ve element moleküllerinin yükseltgenme basamakları sıfırdır.



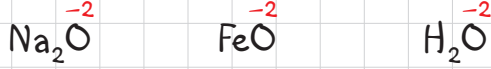
4. Hidrojenin ametallerle yaptığı bileşiklerde yükseltgenme basamağı 1^+ dir.



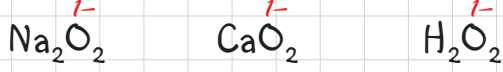
Hidrojenin metallerle yaptığı bileşiklerde yükseltgenme basamağı -1^- dir.



5. Oksijenin oksit bileşiklerinde yükseltgenme basamağı -2 'dir.



Oksijenin peroksit bileşiklerinde yükseltgenme basamağı -1 'dir.



Oksijenin süperoksit bileşiklerinde yükseltgenme basamağı $-1/2$ 'dir.



Oksijenin flor ile yaptığı bileşikte yükseltgenme basamağı 2^+ 'dir.



6. 1A grubu alkali metallerin tüm bileşiklerindeki yükseltgenme basamağı 1^+ 'dir.

7. 2A grubu toprak alkali metallerin tüm bileşiklerindeki yükseltgenme basamağı 2^+ 'dir.

8. 7A grubu halojenlerin metallerle yaptığı bileşiklerdeki yükseltgenme basamağı 1^- 'dir.

9. Tüm bileşiklerde Ag^{1+} Zn^{2+} Ni^{2+} Al^{3+} yükseltgenme basamağına sahiptir.

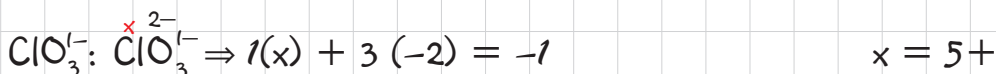
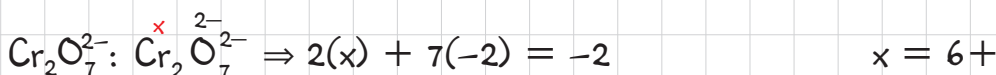
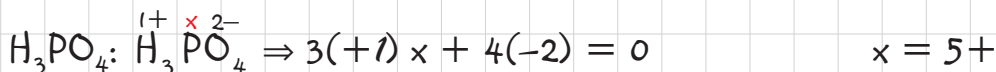
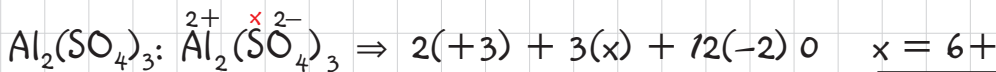
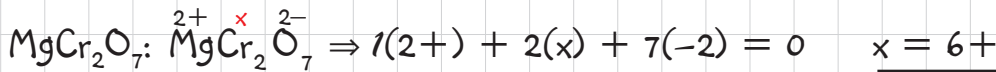
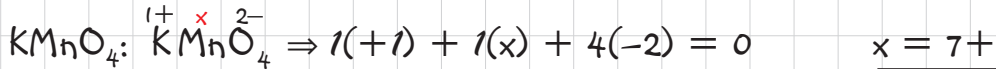


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

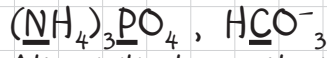
Aşağıda altı çizili olan elementlerin yükseltgenme basamağı nedir?

Çözüm:

12



SIRA SİZDE



6 Altı çizili elementlerin yükseltgenme basamaklarını hesaplayınız.

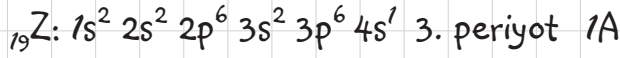
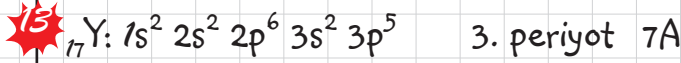
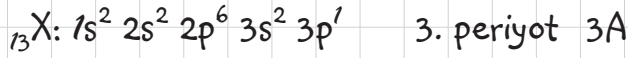
Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

13X, 17Y, 19Z atomlarının yarıçaplarını karşılaştırın.

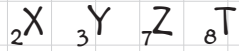
Çözüm:



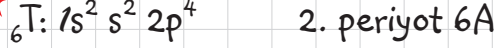
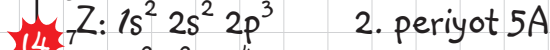
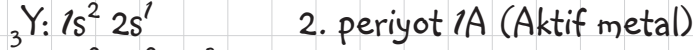
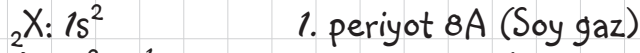
Sonuç: $Z > X > Y$

Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe yarıçap azalır.

Aşağıdaki atomların 1. iyonlaşma enerjilerini karşılaştırın.



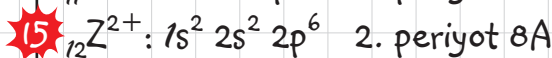
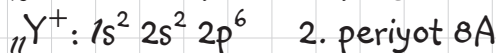
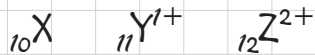
Çözüm:



Soy gazların iyonlaşma enerjileri en yüksektir. (x) periyotta soldan sağa iyonlaşma enerjileri genellikle artar. İstisna $1\text{A} < 6\text{A} < 5\text{A}$

Sonuç: $X > Z > T > Y$

Aşağıdaki taneciklerden bir elektron koparmak için verilmesi gereken enerjileri karşılaştırın.



Üç taneciğin elektron dizilişi soy gaz düzenindedir (izoelektronik). Proton sayısı arttıkça iyonlaşma enerjisi artar.

Sonuç: ${}_{12}\text{Z}^{2+} > {}_{11}\text{Y}^{1+} > {}_{10}\text{X}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıdaki grafikte 3. periyot elementlerinin iyonlaşma enerjileri verilmiştir. Buna göre, X, Y ve Z elementlerinin elektronegatifliklerini karşılaştırın.

Çözüm:

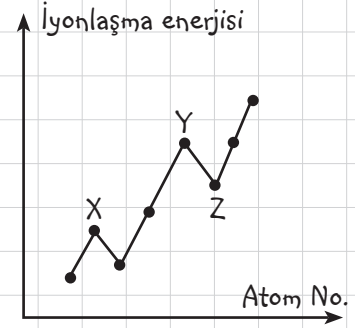
16 X: 3. periyot 2A grubu

Y: 3. periyot 5A grubu

Z: 3. periyot 6A grubu

Periyodik sistemde soldan sağa doğru gidildikçe elektronegatiflikleri artar.

Sonuç: $Z > Y > X$



Aşağıda verilen atomların elektron ilgilerini karşılaştırın.

${}_9X$ ${}_{16}Y$ ${}_{17}Z$

Çözüm:

17 X: $1s^2 2s^2 2p^5$

2. periyot 7A

6A 7A

Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

3. periyot 6A

X ↑ artar

Z: $s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

3. periyot 7A

Y → Z

Elektron ilgisi soldan sağa ve aşağıdan yukarı artar.

Elektron ilgisi

İstisna: X: Flor elementi Z: Klor elementidir. Klor'un elektron ilgisi Flor'dan yüksektir.

Sonuç: $Z > X > Y$

Aşağıdaki element atomlarının oksijenle oluşturdukları oksitlerin sulu çözeltilerinin bazlık kuvvetlerini karşılaştırın. (${}_{11}X$ ${}_{12}Y$ ${}_{19}Z$) X_2O YO Z_2O

18 X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

3. periyot 1A

Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

3. periyot 2A

1A 2A

Z: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3s^6 4s^1$

4. periyot 1A

1. - -

2. - -

3. X Y

4. Z

Metalik, aktiflik; yukarıdan aşağı, sağdan sola artar.

Oksitlerin bazlık kuvveti de artar. Öncelik periyota bakılır.

← Metalik aktiflik artar.

Sonuç: $Z_2O > X_2O > YO$

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. 4p alt katmanındaki orbitallere karşılık gelen kuantum sayıları (n, l, m_l) için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	n	l	m_l
A)	1	0	0
B)	2	1	-1, 0, +1
C)	3	1	0
D)	4	1	-1, 0, +1
E)	4	2	-2, -1, 0, +1, +2

2. Aşağıdaki alt kabuk ve orbitallerin enerjileri arasındaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) $3p_x = 3p_y$
- B) $4p > 3d$
- C) $4s > 3d$
- D) $2s > 1s$
- E) $3p > 3s$

3. I. $1s^2 2s^2 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^1$
 II. $1s^2 2s^2 2p_x^0 2p_y^2 2p_z^0$
 III. $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^1$

Yukarıda verilen temel hâldeki elektron dağılımlarından hangileri Hund kuralına göre yanlış yazılmıştır?

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

4. X^{2+} , Y^{1+} ve Z^{3-} iyonlarının elektron sayıları eşittir. Z elementi 3. periyot 5A grubunda olduğuna göre X ve Y elementleri periyodik sistemde hangi gruptadır?

	X	Y
A)	1A	2A
B)	6A	7A
C)	7A	6A
D)	3A	2A
E)	2A	1A

5. Periyodik sistem ile ilgili,

- I. Aynı periyotta bulunan elementlerin yörünge sayıları aynıdır.
 - II. Aynı grupta bulunan elementlerin kimyasal özellikleri aynıdır.
 - III. Aynı grupta bulunan elementlerin değerlik elektron sayıları aynıdır.
- yargılardan hangileri kesinlikle doğrudur?

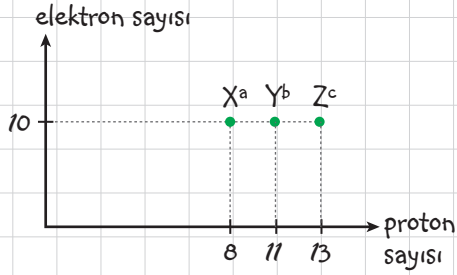
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I ve III

6. ${}_{17}X$, ${}_{15}Y$, ${}_{16}Z$ elementleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Atom çapı en büyük X'dir.
- B) Ametal özelliği en fazla Z'dir.
- C) Birinci iyonlaşma enerjileri arasında $Z > Y > X$ şeklindedir.
- D) Elektron ilgisi en düşük X'dir.
- E) X metal, Y ve Z ametaldir.

ÇÖZÜMLÜ TEST

7.



X, Y ve Z elementleri için proton – elektron sayıları grafikte verilmiştir. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Y ve Z aynı periyottadır.
- B) $c > b > a$
- C) İyon çapları $X_a > Y_b > Z_c$ 'dir.
- D) Elektron ilgisi en fazla olan Z'dir.
- E) Atom çapları $Y > Z > X$ 'dir.

8. Halojenler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Elementel hâlde oda koşullarında hepsi gaz hâlinde bulunur.
- B) Temel hâl elektron dizilimleri $ns^2 np^5$ ile sonlanır.
- C) Buldukları periyotta elektron ilgileri en yüksektir.
- D) Elementel hâlde iki atomlu moleküler durumda bulunurlar.
- E) Hidrojenli bileşikleri asit özelliği gösterir.

9.

1A grubunda bulunan elementler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) H hariç alkali metaller olarak adlandırılır.
- B) Değerlik elektron sayıları 1'dir.
- C) Metalleri buldukları periyotta en aktif olanlarıdır.
- D) Buldukları periyotta en yumuşak metallerdir.
- E) Sadece asitlerle tepkime verir.

10.

Aşağıdaki bileşiklerden hangisinde altı çizili elementin yükseltgenme basamağı karşısında yanlıs verilmiştir?

Bileşik	Elementin Yükseltgenme Basamağı
A) $Fe_2(\underline{SO}_4)_3$	6^+
B) $Na_2\underline{O}_2$	2^-
C) \underline{N}_2O_5	5^+
D) $K_2\underline{Mn}O_4$	6^+
E) SnO_2	4^+

11.

I. Demir (III) Klorür
 II. Potasyum perklorat
 III. Hidrojenklorür
 Yukarıdaki bileşiklerde yer alan Klor elementinin yükseltgenme basamakları sırasıyla nasıldır?

- A) $3^-, 7^+, 1$
- B) $1, 6^+, 1$
- C) $1, 7^+, 1$
- D) $1, 4^+, 1$
- E) $3^-, 6^+, 1$

TEST 1

1. Orbital kavramı ile ilgili,
 I. Alt enerji seviyeleridir.
 II. Elektronların bulunma olasılıklarının çok olduğu bölgelerdir.
 III. Her orbitalin kendine özgü elektron yoğunluğu vardır.
 yargılardan hangileri doğrudur?

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

2. s orbitalleri için,
 I. Şekli küreseldir.
 II. 6 elektron bulundurabilir.
 III. Açısal momentum kuantum sayısı (l) = 1'dir.
 yargılardan hangileri doğrudur?

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

3. Aşağıda elektron dizilimleri verilen atomlardan hangisi uyarılmıştır?

A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 B) $1s^2 2s^2 2p^1$
 C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
 D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^3$
 E) $1s^2 2s^2$

4. $_{17}\text{Cl}$ atomu ile ilgili,
 I. Temel hâl elektron diziliminde bir yarı dolu orbital vardır.
 II. $n = 3$ $l = 1$ kuantum sayılarına sahip 5 elektron vardır.
 III. Yarı küresel simetriktir.
 yargılardan hangileri doğrudur?

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

5. Aşağıdaki verilen tanecik çiftlerinden hangisi birbirinin izoelektronik çiftidir?

A) $_{17}\text{Cl}^{1-} - _{17}\text{Cl}^{7+}$
 B) $_{27}\text{Co}^{2+} - _{25}\text{Mn}$
 C) $_{35}\text{Br}^{1-} - _{36}\text{Kr}$
 D) $_{20}\text{Ca} - _{22}\text{Ti}^{2+}$
 E) $_{20}\text{Ca} - _{23}\text{V}^{3+}$

6. Aşağıda orbital şeması verilen X atomu için,



- I. Uyarılmış atomdur.
 II. Atom numarası 9 olur.
 III. Küresel simetriktir.
 yargılarından hangileri yanlıştır?

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

TEST 1

7. Temel hâl elektron dağılımının son terimi $n = 3$ ve $l = 1$ olan atom için,

- I. Atom numarası en fazla 18'dir.
 - II. Manyetik kuantum sayısı (m_l) -1 değer alabilir.
 - III. $m_s = -1/2$ olan en fazla 5 elektron vardır.
- ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

8. X^n iyonunun elektron dizilimi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ şeklindedir. Bu iyonun kütle numarası 34, nötron sayısı 18 olduğuna göre n , kaçtır?

- A) 2^+ B) 1^+ C) 1^-
D) 2^- E) 3^-

9. Atomun uyarılmış hâli ile ilgili,

- I. Kararsız yapıdadır.
 - II. Düşük enerjilidir.
 - III. Temel hâle dönüşmez.
- yargılardan hangileri doğrudur?

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

10. Aşağıdakilerden hangisinde hund kuralına uyulmamıştır?

- A) $\begin{matrix} \otimes & \otimes & \circ \circ \circ \\ 1s & 2s & 2p \end{matrix}$
B) $\begin{matrix} \otimes & \circ & \otimes \circ \circ \\ 1s & 2s & 2p \end{matrix}$
C) $\begin{matrix} \otimes & \otimes & \circ \circ \circ \\ 1s & 2s & 2p \end{matrix}$
D) $\begin{matrix} \otimes & \otimes & \circ \circ \circ \\ 1s & 2s & 2p \end{matrix}$
E) $\begin{matrix} \otimes & \otimes & \circ \otimes \circ \\ 1s & 2s & 2p \end{matrix}$

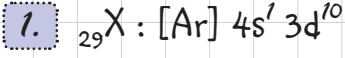
11. Baş kuantum sayısı ile ilgili,
I. 0, 1, 2, 3 gibi sayılar alır.
II. Atomun enerji kabukları şeklindedir.
III. Elektronların enerji düzeyini belirler.
yargılarından hangileri doğrudur?

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

12. Modern atom teorisine göre,
I. 4 tür kuantum sayısı vardır.
II. Enerjisi en düşük olan orbital 2s'dir.
III. Çekirdeğe yaklaştıkça enerji artar.
yargılardan hangileri doğrudur?

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

TEST 2



Elektron dizilişi verilen atom ile ilgili,

- I. Küresel simetriktir.
 - II. Uyarılmış hâldedir.
 - III. İyon hâline geçerken ilk elektronunu 4s orbitalinden verir.
- yargılardan hangileri doğrudur?

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

2. s, p, d ve f orbitalleri ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) p orbitalleri 1. enerji düzeyinde bulunmaz.
- B) 2. katmanda s ve p orbitalleri bulunur.
- C) s orbitali küresel şekildedir.
- D) d orbitali 5 elektron alır.
- E) $l = 0, 1, 2, 3$ ile gösterilirler.

3. X^{3-} iyonunun elektron sayısı 10'dur. Nötron sayısı proton sayısından bir eksik olduğuna göre x atomunun kütle numarası kaçtır?

- A) 13 B) 25 C) 14 D) 15 E) 12

4. Atomun kuantum modeline göre,

- I. Aynı orbitaldeki iki elektronun dönüş yönü aynıdır.
- II. Elektronların aynı anda hem hızları hem de konumları belirlenemez.
- III. Baş kuantum sayısı aynı olan orbitallerin enerjisi her zaman aynıdır?

yargılardan hangileri doğrudur?

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

5. 3d orbitali ile ilgili,

- I. Baş kuantum sayısı 3'tür.
 - II. l değeri 3'tür.
 - III. m_l 'nin alabileceği 5 değer vardır.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

6.

	n	l	m_l
I.	2	2	+2
II.	2	1	0
III.	4	2	-3

Yukarıda verilen n , l ve m_l değerlerinden hangileri yanlış olabilir?

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

TEST 2

7. Atomun kuantum modeline göre,
 I. Açısal momentum kuantum sayısı (ℓ), baş kuantum sayısına (n) bağlı olarak $n-1$ değerler alır.
 II. Spin kuantum sayısı (m_s), baş kuantum sayısına (n) bağlı $-1/2$ ve $+1/2$ değerler alır.
 III. Baş kuantum sayısı arttıkça elektronların enerjisi azalır.
 yargılardan hangileri doğrudur?

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

8. Atom kuantum modeline göre aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) 2. enerji düzeyinde 2 çeşit orbital bulunur.
 B) 3. enerji düzeyinde 9 tane orbital bulunur.
 C) 4. enerji düzeyinde en fazla 32 elektron bulunur.
 D) 2. enerji düzeyinde $m_s = +1/2$ değerine sahip en fazla 4 elektron bulunabilir.
 E) 2. enerji seviyesinde tam dolu atomun 3 orbitali bulunur.

9. Uyarılmış bir hidrojen atomunun elektronuna ait kuantum sayıları $n=2$ $\ell=1$ $m_\ell=0$ değeri aldığına göre bu elektron hangi orbitalde bulunmaktadır?

- A) 2s B) 2p C) 3s D) 3p E) 4p

10. ${}_3\text{Li}^{2+}$ iyonundaki elektronun kuantum sayıları aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	n	ℓ	m_ℓ	m_s
A)	1	1	0	$+1/2$
B)	2	0	0	0
C)	1	0	0	$+1/2$
D)	1	0	0	0
E)	1	0	-1	$+1/2$

11. Manyetik kuantum sayısının (m_ℓ) alabileceği en küçük negatif değerliğin -3 olduğu orbital aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) 3f B) 4f C) 4p D) 3d E) 3p

12. $n=3$ $m_\ell=-1$ kuantum sayılarına sahip elektron aşağıdaki orbitallerin hangisinde bulunabilir?

- A) Yalnız s B) Yalnız p
 C) Yalnız d D) p ve d
 E) s ve p

13. $n=3$ ve $\ell=2$ kuantum sayılarına sahip m_ℓ ve orbital türü aşağıdakilerden hangisinde doğru gösterilmiştir?

	m_ℓ	Orbital Türü
A)	-2, -1, 0, +1, +2	s, p
B)	-1, 0, +1	d
C)	-1, 0, +1	p
D)	-2, -1, 0, +1, +2	d
E)	-1, 0, +1	s, p

TEST 3

1. Periyodik sistem ile ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) Soy gazlardan bir önce gelen grup halojenlerdir.
- B) Değerlik elektron sayısı 3 olan elementin elektron dağılımı p' ile sonlanır.
- C) Alkali metallerin elektron dağılımı ns' ile sonlanır.
- D) Atom numarası alkali metallere göre 2 fazla olan grup, toprak alkali metallerdir.
- E) Elektron dağılımı ns' ile sonlanan her atom alkali metaldir.

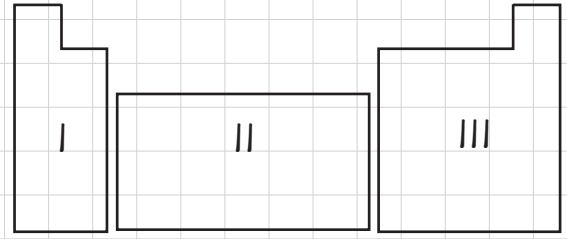
2. Periyodik sistem ile ilgili,
I. 2 ve 3. periyotlarda geçiş elementleri yer almaz.
II. Elementlerin artan atom numaralarına göre hazırlanmıştır.
III. 7 periyottan oluşmuştur.
yargılardan hangileri doğrudur?

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

3. Periyodik tablo ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) He hariç elektron dizilişi s ile bitenler 1A ya da 2A grubudur.
- B) Lantanitler ve Aktinitler f bloğunda yer alır.
- C) B grubu 8 sütundan oluşur.
- D) B grubu elementlerinin tamamı metaldir.
- E) 8A grubu elementlerinin tamamı doğada gaz hâlinindedir.

4.



Periyodik sistemde gösterilen bölgelerle ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) I. bölge yalnız aktif metallere oluşur.
- B) III. bölgede 6 tane grup vardır.
- C) II. bölgenin tamamı metaldir.
- D) I. bölge s bloğu olarak adlandırılır.
- E) III. bölgede metal, ametal, yarı metal ve soy gazlar bulunur.

5.

X^{1+} , Y^{1-} , Z^{3-} iyonlarının elektron dağılımı ${}_{18}\text{Ar}$ ile aynıdır. Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) X, 4. periyottadır.
- B) Y, bileşiminde daima 1 değerlik alır.
- C) X, alkali metaldir.
- D) Y, halojendir.
- E) Y ve Z aynı periyottadır.

6.

X^{3-} iyonunun elektron sayısı 18 olduğuna göre periyodik sistemdeki yeri nedir?

	Periyot	Grup
A)	4	1B
B)	3	5A
C)	3	3B
D)	4	3A
E)	4	4A

TEST 3

7. Periyodik cetvelde bir grupta yukarıdan aşağı inildikçe periyodik özellikleri değişimi aşağıdakilerin hangisinde yanlış verilmiştir?

- A) Değerlik elektron sayısı artar.
- B) Elektron sayısı artar.
- C) Elektronegatiflik azalır.
- D) Atom çapı artar.
- E) İyonlaşma enerjisi azalır.

8.

X									T
Y	Z			M					L
			W						

Periyodik sistemde yerleri belirtilen elementlerle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) T, bileşik oluşturmaz.
- B) W'nin elektron dağılımı d ile sonlanır.
- C) L, halojendir.
- D) M, ametaldir.
- E) Z, metaldir.

9. Halojenlerle ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) Elektron dağılımları p^5 ile sonlanır.
- B) Periyodik sistemin 7A grubunda bulunurlar.
- C) Buldukları periyotla atom çapı en büyüktür.
- D) Elementel hâlde 2 atomlu molekül hâindedirler.
- E) Metallerle yaptığı bileşiklerinde -7 değerlik alırlar.

10. Geçiş elementleriyle ilgili,

- I. Periyodik sistemin B gruplarını oluşturur.
 - II. Bileşiklerinde değişken + değerlikler alabilirler.
 - III. Tamamı elektriği iletir.
- yargılardan hangileri doğrudur?

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

11. Soy gazlarla ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) Periyodik sistemde 8A grubunda bulunurlar.
- B) Hepsinin değerlik elektron sayısı aynıdır.
- C) Atom numaraları arttıkça kaynama noktaları artar.
- D) Kendi periyotlarında iyonlaşma enerjileri en yüksektir.
- E) Kendi periyotlarında atom çapı en küçüktür.

12. f bloğu elementleri ile ilgili,

- I. Lantanitler ve Aktinitler $14 + 14$ olmak üzere 28 elementten oluşur.
 - II. Tamamı metaldir.
 - III. Geçiş elementleri olarak adlandırılırlar.
- yargılardan hangileri doğrudur?

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

TEST 4

7. X, Y ve Z elementlerinin elektronegatiflikleri tabloda verilmiştir.

Element	Elektronegatiflik
X	1,0
Y	0,9
Z	0,8

Bu elementlerin hidroksitli bileşiklerinin bazlık kuvveti nasıldır?
XOH YOH ZOH

- A) $XOH > YOH > ZOH$
B) $YOH > XOH > ZOH$
C) $ZOH > XOH > YOH$
D) $ZOH > YOH > XOH$
E) $YOH > ZOH > XOH$

8. Periyodik cetvelde yukarıdan aşağıya inildikçe değişen özellikler için aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) Ametalik özellik azalır.
B) Elektronegatiflik azalır.
C) İyonlaşma enerjisi artar.
D) Atom kütlesi artar.
E) Atom çapı artar.

9. X: $[Ne] 3s^2 3p^3$
Y: $[Ne] 3s^2 3p^4$
Z: $[Ne] 3s^2 3p^5$

Temel hâl elektron dağılımı verilen X, Y ve Z elementleri ile ilgili,

- I. En kararlı X'dir.
II. Atom çapı en büyük Z'dir.
III. En aktif olan Z'dir
yargılarından hangileri doğrudur?

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

10. K, L ve M 7A grubunda alt alta bulunan elementlerdir.

Bu elementler için,

- K'nin elektron ilgisi en yüksektir.
 - M'nin atom numarası en büyüktür.
- Bu bilgilere göre elementlerin gruptaki sıraları nasıldır?

- A) $\begin{matrix} M \\ K \\ L \end{matrix}$ B) $\begin{matrix} K \\ M \\ L \end{matrix}$ C) $\begin{matrix} L \\ M \\ K \end{matrix}$ D) $\begin{matrix} L \\ K \\ M \end{matrix}$ E) $\begin{matrix} M \\ L \\ K \end{matrix}$

11. Aynı periyotta bulunan X, Y ve Z elementlerinden,

X: Halojen

Y: Alkali metal

Z: Soy gaz

olduğuna göre aşağıdaki yargılardan hangileri yanlıştır?

- A) Z'nin elektronegatifliği yoktur.
B) Atom çapı en büyük Y'dir.
C) Değerlik elektronu en küçük X'dir.
D) İyonlaşma enerjisi $X > Y$ 'dir.
E) Z'nin elektron ilgisi yoktur.

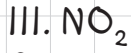
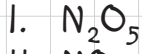
12. 2A grubu elementleri ile ilgili,

- I. Atom numaraları azaldıkça erime noktaları artar.
II. 1A'ya göre daha aktiftirler.
III. Atom numaraları arttıkça aktiflikleri azalır.
yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 5

1. Aşağıda N atomuna ait üç farklı bileşik verilmiştir.



Buna göre, NO_3^- iyonundaki N'un değeri hangisinde aynıdır?

A) Yalnız I

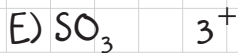
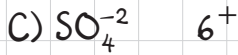
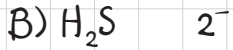
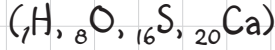
B) Yalnız II

C) Yalnız III

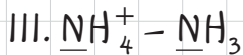
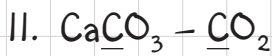
D) I ve II

E) I ve III

2. Aşağıda yer alan S atomlarının yükseltgenme basamakları hangilerinde doğru verilmiştir?



3. I. $CaS - SO_2$



Yukarıda verilen bileşik çiftlerinden hangilerinde atomların yükseltgenme basamakları eşittir?

A) Yalnız I

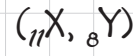
B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve III

E) II ve III

4. X_3YZ_4 bileşiğindeki Y atomunun yükseltgenme basamağı nedir?



A) 5^+

B) 4^+

C) 3^+

D) 2^+

E) 1^+

5. $(NH_4)_2SO_4$ bileşiğindeki N ve S atomlarının yükseltgenme basamakları hangilerinde doğru verilmiştir?

	N	S
A)	3^-	4^+
B)	3^-	6^+
C)	2^+	2^-
D)	3^-	5^+
E)	4^+	6^+

6. I. $AlPO_4$ bileşiğinde P'nin yükseltgenme basamağı 5^+ 'tir.

II. CrO_4^{2-} iyonundaki Cr'un yükseltgenme basamağı 6^+ 'dır.

III. $Na_2C_2O_4$ bileşiğinde C'un yükseltgenme basamağı 2^+ 'tir.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) I ve III

TEST 5

7. $H_2C_2O_4$ bileşiğindeki C atomunun yükseltgenme basamağı nedir?

- A) 3^+ B) 4^+
C) 5^+ D) 6^+
E) 7^+

8. Aşağıdaki madde türlerinden altı çizili elementler için,

Madde türü	Yükseltgenme basamağı
I. <u>H</u> ClO_2	3^+
II. <u>Cr</u> $_2O_7^{2-}$	7^+
III. <u>Fe</u> $_2(SO_4)_3$	6^+

yükseltgenme basamaklarından hangileri doğrudur?

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

9. • $MgCrO_x$
• $(NH_4)_yCrO_4$
Yukarıdaki bileşiklerde Krom (Cr) elementlerinin yükseltgenme basamakları $+6$ olduğuna göre $x + y$ toplam değeri nedir?

- A) 3 B) 4 C) 5 C) 6 D) 7

10. I. $BrO^- - HBrO_2$
II. $Br_2O - HBrO$
III. $HBr - HBrO_2$

Yukarıdaki bileşik ve iyon çiftlerinden hangilerinde Br'un yükseltgenme basamakları aynıdır?

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

11. Al^{3+} ve XO_4^{a-} iyonlarından oluşan tuzun 1 molü suda çözündüğünde ortamda 2 mol Al^{3+} kasyonu ile XO_4^{a-} anyonu oluşmaktadır.

Buna göre bileşikteki X elementinin yükseltgenme basamağı nedir?

- A) 2 B) 3 C) 5 D) 6 E) 7

12. • Sn CrO_4 • Na NO_3
• (NH_4) $_2S$ • Mg CO_3
• O F_2

Yukarıda altı çizili elementlerin kaç tanesinin yükseltgenme basamağı 2^+ dir?

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

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1. 4P
 baş kuantum sayısı (n)
 açısal momentum
 kuantum sayısı ($l = 1$)

$$m_l \text{ (manyetik kuantum sayısı)} = 2l + 1 \\ = 2 \cdot 1 + 1 \\ = 3 \text{ tane} \\ (-1, 0, +1)$$

Yanıt D

2. Orbitalerin enerjileri ($n + l$) değerlerinin artmasıyla artar. (Modelung Kletchkowski kuralı) $n + l$ değeri aynı ise n büyük olanın enerjisi büyüktür.
 l için $s = 0$, $p = 1$, $d = 2$

A) $3p_x = 3p_y$
 $3+1 = 3+1$

B) $4p > 3d$ $n = 4$ olan büyüktür.
 $4+1 > 3+2$

C) $4s > 3d \rightarrow$ Yanlış $3d > 4s$ olur.
 $4+0 > 3+2$ $3+2 > 4+0$

D) $2s > 1s$
 $2+0 > 1+0$

E) $3p > 3s$
 $3+1 > 3+0$

Yanıt C

3. Hund kuralına göre aynı tür orbitale elektronlar önce tek tek yerleşir. Sonra çift şekilde yerleşir.
 $2p_x, 2p_y, 2p_z$ 3'ü de eş enerjilidir.
 I. Doğru
 II. Yanlış
 III. Doğru

Yanıt B

4. 3. periyot 5A $Z = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
 $e = 15$
 $p = 15$

$$Z^{-3}: \text{iyon yükü} = p - e \\ -3 = 15 - e, e = 18$$

$$X^{2+}: e^- = 18, p = 20 \\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 (2A)$$

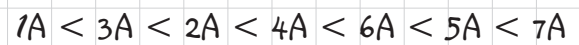
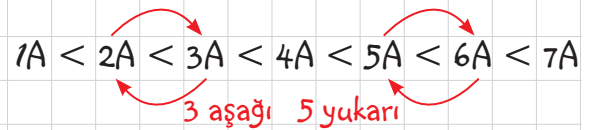
$$Y^{1+}: e = 18, p = 19 \\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 (1A)$$

Yanıt E

5. I. Yörünge katman sayıları periyot numarasını verir. (Doğru)
 II. Genel olarak doğru fakat 1A grubunda Hidrojen metal değildir. (Yanlış)
 III. Soy gazlarda He'ün değerlik elektron sayısı 2'dir. (Yanlış)

Yanıt A

6. Birinci iyonlaşma enerjisi soldan sağa doğru genellikle artar.



$$X = 1A \\ Y = 5A \\ Z = 6A$$

I. iyonlaşma enerjisi
 $Y > Z > X$ olur.

Yanıt C

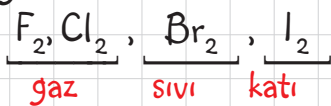
ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

7. ${}_8X: 1s^2 2s^2 2p^4$ 2. periyot 6A
 ${}_{11}Y: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 3. periyot 1A
 ${}_{13}Z: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 3. periyot 5A

- A) Y ve Z aynı periyotta
 B) X^{2-} , Y^{1+} , Z^{3+} $c > b > a$ olur.
 C) İzoelektronik taneciklerde proton sayısı arttıkça tanecik çapı azalır.
 ${}_8X^{2-} > {}_{11}Y^{1+} > {}_{13}Z^{3+}$ olur.
 D) Periyodik tabloda sağa gidildikçe elektron ilgisi artar. Elektron ilgisi en fazla olan X'dir.
 E) $Y > Z > X$ 'dir.

Yanıt D

8. Halojenlerin elektron dizilimi $ns^2 np^5$ ile sonlanır. Soy gazlardan önce gelirler. Bu nedenle elektron ilgileri buldukları periyotta en fazla olanıdır. İki atomlu moleküler hâlde bulunurlar. Hidrojen ile birleşerek asit özelliği gösterirler.

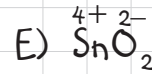
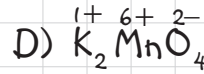
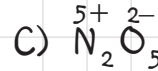
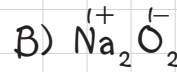


Yanıt A

9. H hariç hepsi alkali metaldir. Değerlik elektron sayıları 1'dir. Metaller içinde en aktif olanlardır. Metallik, sertlik periyodik cetvelde sağa gidildikçe artar. Bu nedenle periyotta en yumuşak metallerdir. Çok aktif olduklarından sadece asit ile değil su ile de şiddetli tepkime verirler.

Yanıt E

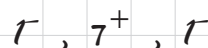
10. A) $Fe_2(SO_4)_3$



Na_2O_2 peroksit bileşiğidir. Oksijenin yükseltgenme basamağı 1'dir.

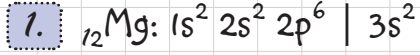
Yanıt B

11. Demir III klorür $FeCl_3$

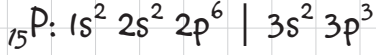


Yanıt C

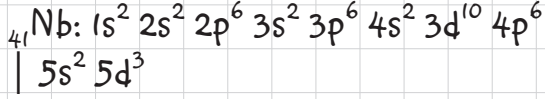
SIRA SİZDE YANITLARI



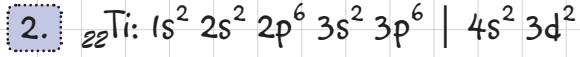
3. periyot 2A grubu



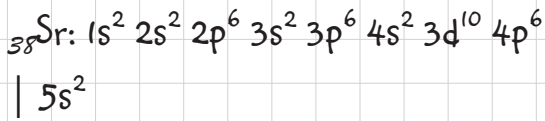
3. periyot 5A grubu



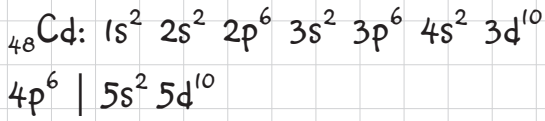
5. periyot 5B grubu



4. periyot 4B grubu



5. periyot 2A grubu



5. periyot 2B grubu

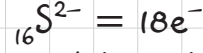
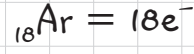
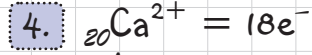


Atom hacimleri karşılaştırmasında önce periyot numarasına bakılır.

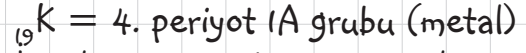
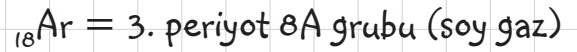
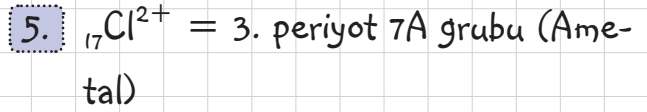
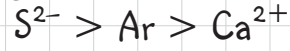
Hacmi en büyük olan Cl'dur.

Periyotta sağa gidildikçe hacim küçülür.

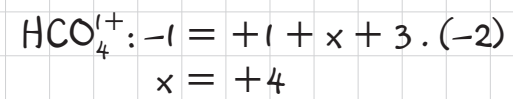
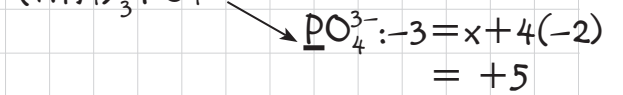
Hacmi en küçük olan F'dur.



izoelektronik taneciklerde proton sayısı arttıkça tanecik çapı küçülür.



iyonlaşma enerjisi, soy gazların en fazladır. Metallerin iyonlaşma enerjisi en düşüktür.



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



A large grid area for writing, enclosed in a dashed border.

ÜNİTE 2: GAZLAR

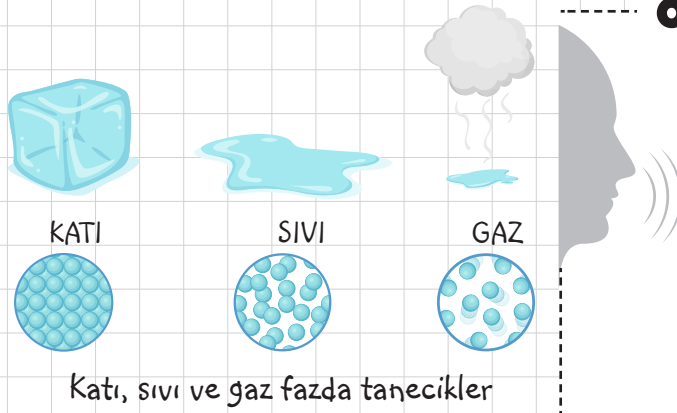
2.1. GAZLAR VE GENEL ÖZELLİKLERİ

2.1.1. Gazları Niteleyen Büyüklükler

2.1. GAZLAR VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Maddeler ortamın basınç ve sıcaklığına bağlı olarak katı, sıvı, gaz ve plazma olmak üzere dört fiziksel fazda bulunabilirler. Gazlar buldukları ortamı tamamen doldurabilen, tanecikleri arasında büyük bulunduran, basınç karşısında çok küçük hacimlere kadar sıkıştırılabilen, kendi aralarında her oranda homojen karışabilen akışkanlardır.

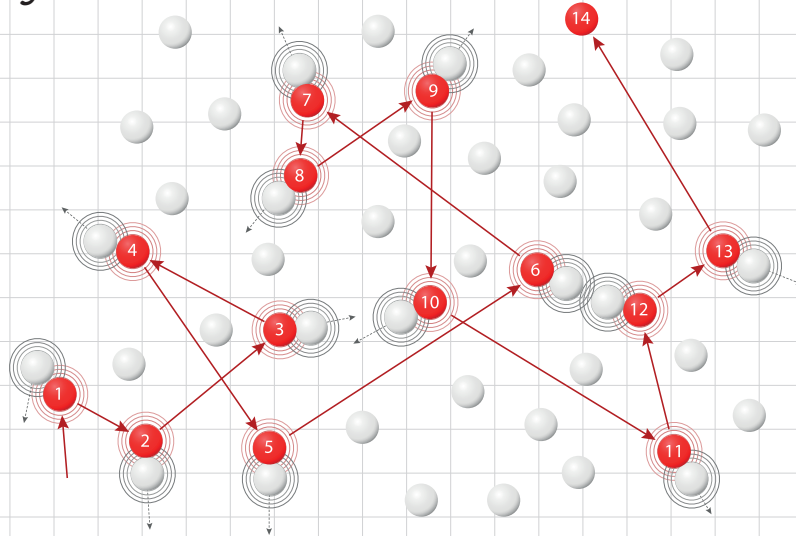
Gazlar, maddenin katı ve sıvı formlarına göre **en düzensiz** ve **en yüksek enerjili** hâlidir.



Gaz davranışları, gazların kimyasal özelliklerine değil fiziksel özelliklerine bağlıdır. Gaz davranışlarını daha iyi anlayabilmemiz için gazların genel özelliklerini bilmemiz gerekir. Gazlar,

- ✓ Saydam görünüşte ve çoğunlukla renksiz formdadırlar.
- ✓ Belirli bir ve yoktur.
- ✓ Yayılma özelliklerinden dolayı buldukları alanı tamamen doldurarak, buldukları alanın her noktasına eşit basınç uygularlar.
- ✓ Gaz tanecikleri atom (He, Ne, Ar, ...) veya moleküllerden (H_2 , Cl_2 , O_2 , ...) oluşabilir.
- ✓ Gaz tanecikleri arasında büyük boşluklar vardır. Dolayısıyla basınç karşısında sıkıştırılabilirler. (Uygun koşullarda sıvılaştırılabilirler.)

- ✓ Gaz taneciklerinin öz hacmi, boşluklu yapı yanında ihmal edilir.
- ✓ Maddenin en düzensiz (entropisi en yüksek) formudur.
- ✓ Maddenin enerjisi en yüksek (E_p) formudur.
- ✓ Gaz tanecikleri,, hareketi yapar. (Soy gazlar sadece öteleme yapar.)
- ✓ Gazlar birbirleri ile her oranda homojen karışım oluşturabilirler. Buna en güzel örnek havadır. (%78 $N_{2(g)}$, %21 $O_{2(g)}$ ve %1 diğer gazlar)
- ✓ Aynı koşullarda özkütleleri katı ve sıvılardan dahatür.
- ✓ Gaz molekülleri arasındaki etkileşim yok denecek kadar azdır. (London kuvvetleri)
- ✓ Gazlar düzensiz, doğrusal hareket ederken bir engelle karşılaşıncaya zikzak hareketi yaparlar. Buna **Brown hareketi** denir. Bu davranış sonucu difüzyon özelliği gösterirler.



Brown Hareketi

- ✓ Gaz tanecikleri birbirleri ile çarpıştıklarında birbirlerine enerji aktarırlar. Buna **esnek çarpışma** denir. Esnek çarpışma sonucunda taneciklerin hızı ve yönü değişebilir. Fakat toplam kinetik enerji (E_k)
- ✓ Gaz tanecikleri ısıtıldığında enerji alırlar. Bunun sonucunda ortalama hız artar ve gaz genişler. Fakat **genleşme** gazlar için ayırt edici bir özellik değildir.



Sıcaklığı aynı olan gazların türü ne olursa olsun ortalama kinetik enerjileri AYNIDIR.

2.1.1. GAZLARI NİTELEYEN BÜYÜKLÜKLER

Gazları incelerken dört temel nitelik kullanılır.

● Gaz Hacmi

Gazlar buldukları alanı doldurdukları için hacimleri kabın hacmine eşittir. Gaz hacmi ortamın basınç ve sıcaklığından etkilenir. Bu sebeple gaz hacminden bahsederken mutlaka basınç ve sıcaklık koşulları bilinmelidir.

Gazlarda hacim genellikle litre (l) ile ifade edilir.

$$\begin{aligned} 1 \text{ l} &= 1 \text{ dm}^3 \\ 1 \text{ ml} &= 1 \text{ cm}^3 \\ 1 \text{ l} &= 1000 \text{ ml} \\ 1 \text{ dm}^3 &= 1000 \text{ cm}^3 \\ 1 \text{ m}^3 &= 1000 \text{ l} \end{aligned}$$

N.Ş.A: Normal Şartlar Altında
O.K.: Oda Koşulları

✓ Aynı koşullarda eşit molardeki tüm gazlar eşit hacim kaplar. Buna göre;

➔ N. Ş. A (0°C , 1 atm) 1 mol gaz = 22,4 l hacim kaplar.

➔ O.K'nda ise (25°C , 1 atm) 1 mol gaz = 24,5 l hacim kaplar.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen boşlukları doldurunuz.

$$1 \text{ l} = \dots \text{ cm}^3 \quad 300 \text{ ml} = \dots \text{ l}$$

$$1 \text{ dm}^3 = \dots \text{ l} \quad 450 \text{ cm}^3 = \dots \text{ l}$$

$$1000 \text{ ml} = \dots \text{ cm}^3 \quad 0,5 \text{ dm}^3 = \dots \text{ ml}$$

Çözüm:

● Sıcaklık

Sıcaklık, bir maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. ile ölçülür.

Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi mutlak sıcaklıkla orantılıdır. Mutlak sıcaklık birimi Kelvin ($^\circ\text{K}$)'dir. Santigrat derece ($^\circ\text{C}$) ile aralarında,

$$^\circ\text{K} = 273 + ^\circ\text{C} \text{ eşitliği vardır.}$$



Gazlar ile ilgili hesaplamalarda sıcaklıklar Kelvin ($^\circ\text{K}$) cinsine çevrilmelidir.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen boşlukları doldurunuz.

200	473	310 °K = ... °C
100	373	27 °C = ... °K
0	273	546 °C = ... °K
-200	73	0 °C = ... °K
A -273	A 0	173 °K = ... °C
t(°C)	t(°K)	127 °C = ... °K
		273 °C = ... °K
		-173 °C = ... °K

Çözüm:

● Madde Miktarı (Mol)

Gazlarda madde miktarı **mol (molekül)** sayısı ile açıklanır. Avagadro sayısı kadar tanecik içeren madde miktarına denir. Ve " N_A " ile gösterilir.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ tane tanecik}$$

Maddenin 1 molünün kütlesine denir. Ve " M_A " ile gösterilir.

Semboller	Birimi
$n = \text{mol}$	mol
$m = \text{kütle}$	g
$M_A = \text{mol kütlesi}$	g/mol
$V = \text{Hacim}$	$l = \text{dm}^3$
$N = \text{Tanecik sayısı}$	
$N_A = \text{Avagadro sayısı}$	

Bir gazın mol sayısını üç yolla bulabiliriz.

✓ Kütle verilirse;

$$n = \frac{m}{M_A}$$

formülü kullanılır.

✓ Hacim verilirse;

$$n = \frac{V}{22,4}$$

formülü N.Ş.A'da sadece gazlar için kullanılır

✓ Tanecik sayısı verilirse;

$$n = \frac{N}{N_A}$$

formülü kullanılır

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{22,4} \text{ eşitliği vardır.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıda verilen madde miktarlarını mol cinsinden belirtiniz.

a) $12,04 \cdot 10^{23}$ tane CO_2 molekülü,

b) N.Ş.A'da 8,96 l He gazı,

c) 12,8 g SO_2 gazı,
(S = 32 g/mol)
(O = 16 g/mol)

Çözümler:

$$a) n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow n = \frac{12,04 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$
$$n = 2 \text{ mol } \text{CO}_2 \text{ molekülü}$$

b) N.Ş.A'da

$$n = \frac{V}{22,4} = \frac{8,96}{22,4}$$

$\Rightarrow n = 0,4 \text{ mol He gazı olur.}$

c) Önce SO_2 gazını mol kütesini bulalım.

$$\begin{array}{l} \text{SO}_2 \\ \left. \begin{array}{l} \text{---} 2 \cdot 16 = 32 \\ \text{---} 1 \cdot 32 = 32 \end{array} \right\} \\ M_A = 64 \text{ g/mol} \end{array}$$

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{12,8}{64}$$

$n = 0,2 \text{ mol } \text{SO}_2 \text{ gazı olur.}$

SIRA SİZDE

3

27°C'de bir balonda $4 \cdot 10^6$ g Helyum gazı vardır. Balondaki gazın,
a. mol sayısı nedir?
b. N.Ş.A.'da hacmi kaç l dir?
(He = 4 g/mol)

Çözüm:

4

N.Ş.A.'da 22 g CO_2 gazı kaç litre hacim kaplar.
(C: 12 g/mol O: 16 g/mol)

Çözüm:

5

0,2 mol CH_4 gazı yeterince oksijenle tam yakıldığında,
a. kaç gram CO_2 gazı oluşur?
b. elde edilen su molekülü kaç tane dir? (Avogadro sayısı = N_A)
(C: 12 O: 16 H: 1)

Çözüm:

● Basınç

Gaz molekülleri düzensiz hareketleri ile yayılırken, hem birbirleri ile hem de kabın çeperiyle çarpışırlar. Bu çarpışma sonucunda her noktaya eşit uygularlar. Bu kuvvete **Gaz Basıncı** denir.

- ✓ Gaz basıncı, birim zamanda birim yüzeye çarpan taneciklerin uyguladığı kuvvetlerin toplamıdır. Buna göre, çarpışma sayısı ve çarpışma şiddetinin formülleri aşağıda verilmiştir.

$$\text{Çarpma Sayısı} = \frac{n\sqrt{T}}{V\sqrt{MA}}$$

$$\text{Çarpma Şiddeti} = \sqrt{M_A \cdot T}$$

GAZ BASINCININ ÖLÇÜLMESİ

- ✓ Gazların basıncı, sıvıların basıncı yardımıyla ölçülür.

1. Açık Hava Basıncının Ölçülmesi

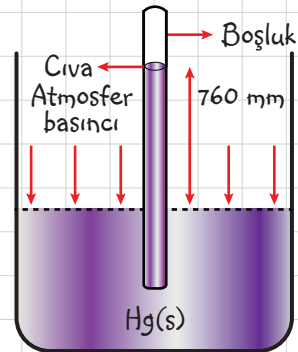
Hava (atmosfer tabakası) bir gaz karışımı olup yeryüzüne bir basınç uygular. Açık hava basıncını ilk kez İtalyan bilim insanı Evangelista Torricelli cıva kullanarak ölçmüştür. 0°C'de deniz seviyesinde yaptığı deney sonucu ölçtüğü basınca adını vermiştir.

- ➔ 1 atm = 760 mm Hg = 760 torr
- ➔ 1 atm = 76 cm Hg
- ➔ 1 atm = 101325 Pa
- ➔ 1 bar = 10⁵ Pa



Açık hava basıncını ölçen bu düzeneğe "barometre" denir.

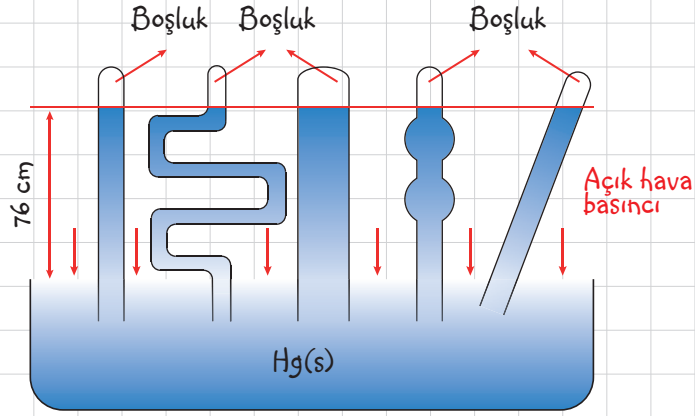
Toricelli deniz seviyesinde yaptığı deneyde içi cıva dolu bir kaba cam bir boru daldırarak, açık hava basıncı yardımı ile cam boruda cıvanın 76 cm yükseldiğini gözlemlemiştir.



Deniz seviyesinde

✓ Barometredeki cıva yüksekliği,

- Cam borunun ve bağlı değildir.
- Sıvı eklenmesi ile değişmez.



Deniz seviyesindeki düzenek

✓ Cıva yüksekliği;

- Mutlak sıcaklık ile orantılıdır. Mutlak sıcaklık arttıkça cıva yüksekliği de **artar**. $T(\text{Kelvin}) \nearrow \alpha h \nearrow$
- Gaz miktarına **bağlıdır**.
- Barometrenin bulunduğu ortamın **bağlıdır**.
- Cıvanın yoğunluğu ile ters orantılıdır. Yoğunluk arttıkça cıva yüksekliği **azalır**. ($d \nearrow \alpha h \searrow$)

✓ Barometrede cıva kullanılmasının sebepleri aşağıda verilmiştir.

- Cıva akışkandır.
- Kaynama noktası yüksek (356°C), buhar basıncı düşüktür.
- Donma noktası düşüktür. (-39°C)
- Yoğunluğu büyüktür. ($13,6 \text{ g/cm}^3$)

Gaz basıncı ölçümünde cıvadan farklı sıvılar kullanılabilir.

$$d_{\text{Hg}} \cdot h_{\text{Hg}} = d_{\text{sıvı}} \cdot h_{\text{sıvı}}$$

Bu durumda yandaki formül ile yeni yükseklik (h) bulunabilir.

✓ Torricelli, deneyinde (Hg) cıva yerine etil alkol veya su kullansaydı barometredeki sıvı yüksekliği (h) ne olurdu?

Etil alkol için,

$$d_e \cdot h_e = d_{\text{Hg}} \cdot h_{\text{Hg}}$$

$$0,78 \text{ g/cm}^3 \cdot h_e = 13,6 \text{ g/cm}^3 \cdot 76 \text{ cm}$$

$$h_e = 1325 \text{ cm}$$

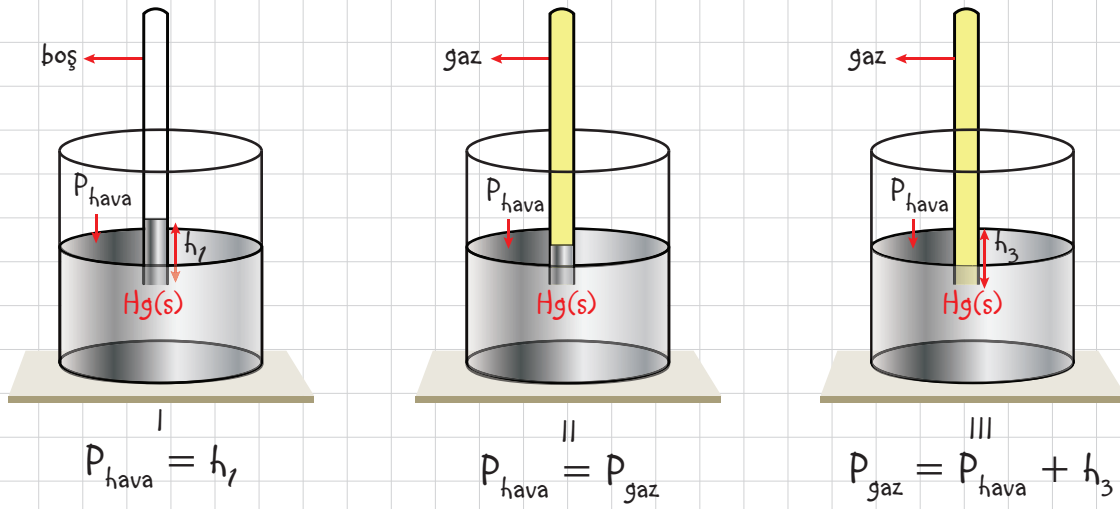
Su için,

$$d_{\text{su}} \cdot h_{\text{su}} = d_{\text{Hg}} \cdot h_{\text{Hg}}$$

$$1 \text{ g/cm}^3 \cdot h_{\text{su}} = 13,6 \text{ g/cm}^3 \cdot 76 \text{ cm}$$

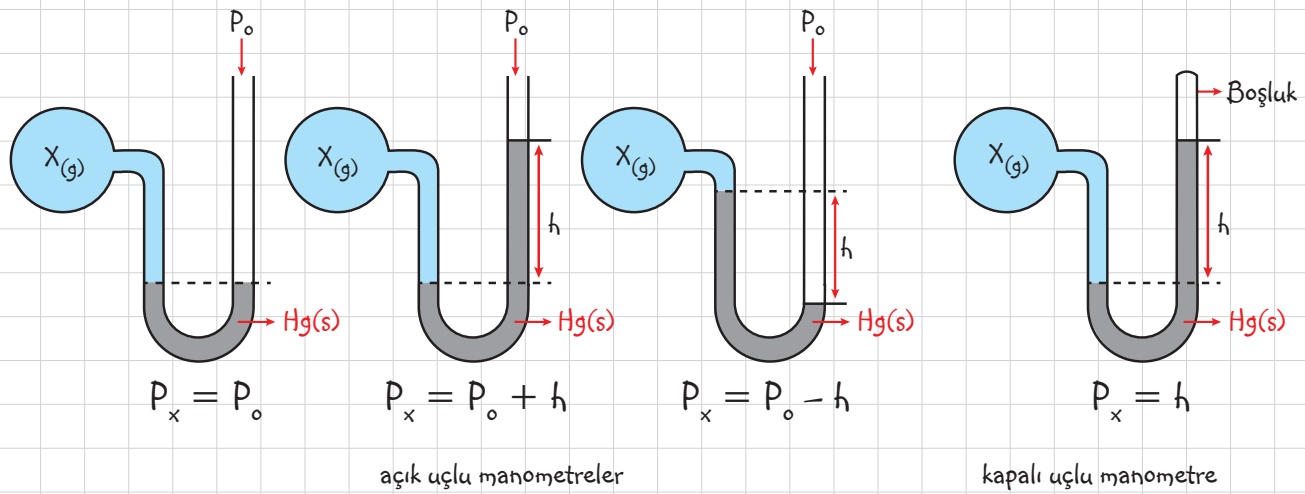
$$h_{\text{su}} = 1033,6 \text{ cm}$$

✓ Barometrelerde kapalı ucun boş ya da dolu olması değiştirir. Aynı ortamda bulunan aşağıdaki üç sistemde üç farklı durum ortaya çıkar.



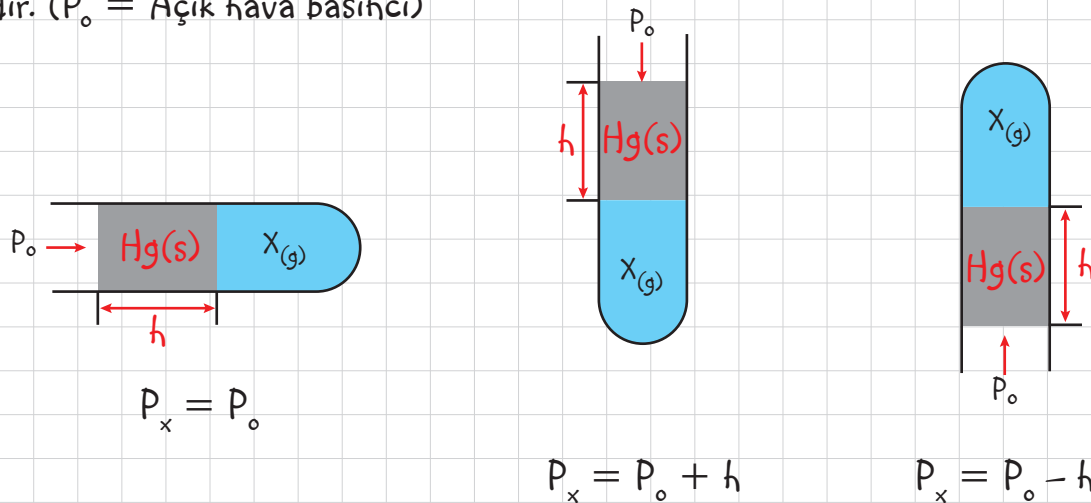
2. Kapalı Sistemlerdeki Gaz Basıncının Ölçülmesi

a) Kapalı kaplardaki gazların basıncını ölçmek için kullanılan aletlere denir. İki tür vardır.

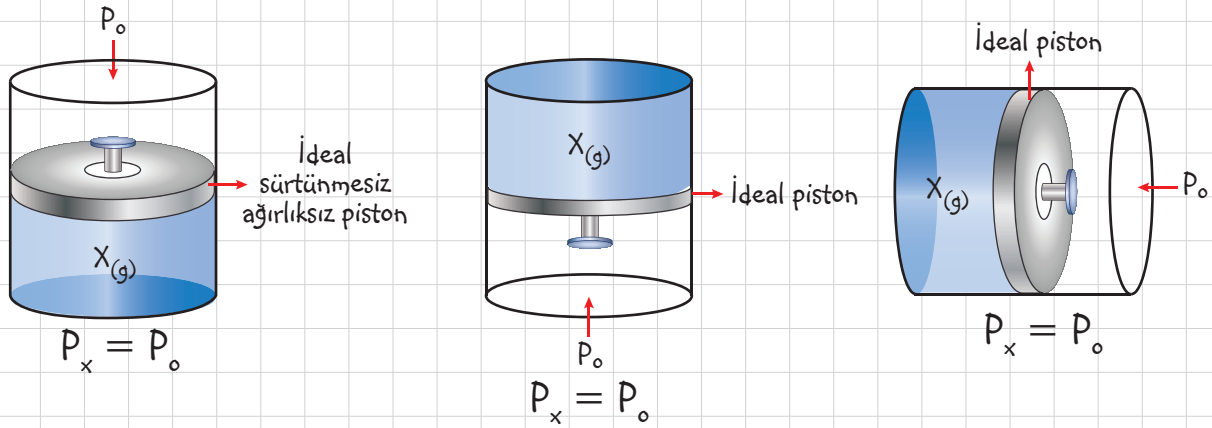


($P_o =$ Açık hava basıncı)

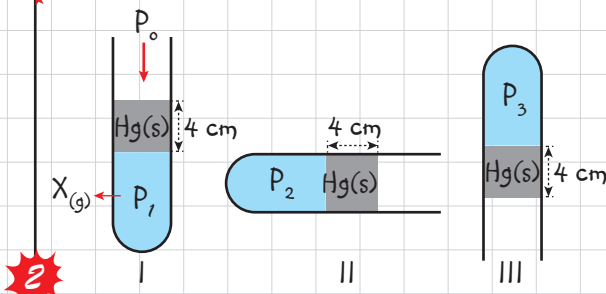
b) Tüp içine cıva ile hapsedilmiş gazın basıncı, açık hava basıncı ile etkileşim hâlinindedir. ($P_o =$ Açık hava basıncı)



c) Sürtünmesiz hareketli pistonlarda, piston hangi pozisyonda olursa olsun gaz basıncı ile açık hava basıncı dengelenir. Aynı durum elastik balon için de geçerlidir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



2

I. konumdaki tüpü, II ve III. konuma getirirsek; P_1 , P_2 , P_3 basınçları kaç cmHg olur? (Açık hava basıncı 76 cm Hg'dir.)

Çözüm:

I. Durum;

$$P_1 = P_o + h$$

$$P_1 = 76 + 4 = 80 \text{ cmHg}$$

II. Durum;

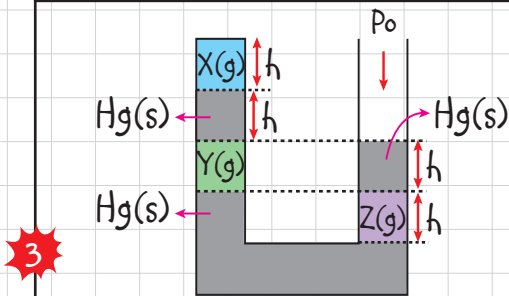
$$P_2 = P_o$$

$$P_2 = 76 \text{ cm Hg}$$

III. Durum;

$$P_3 = P_o - h$$

$$P_3 = 76 - 4 = 72 \text{ cm Hg}$$



3

Açık hava basıncının P_o olduğu ortamda bulunan gaz basınçları ile ilgili eşitlikleri yazınız.

Çözüm:

$$P_z = P_o + h$$

$$P_z = P_y + h$$

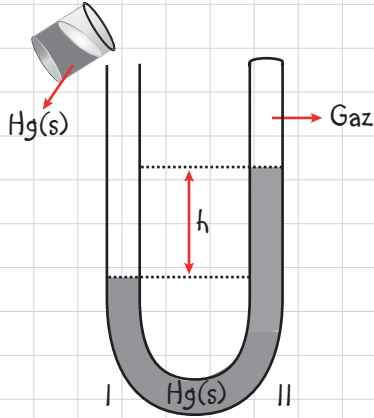
$$P_y = P_x + h$$

$$P_x - P_o = P_x - P_y$$

$$P_o = P_y$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Dengede bulunan manometreye cıva eklenirse, I ve II nolu kollarındaki sıvı düzeyleri ile h yükseklik farkı nasıl değişir?

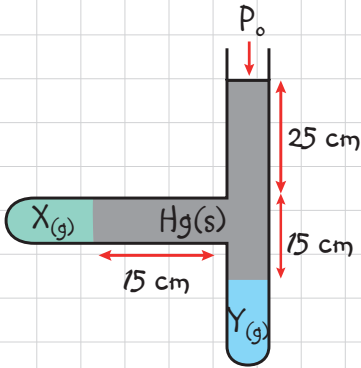
	I	II	h
A)	artar	artar	değişmez
B)	artar	artar	artar
C)	artar	artar	azalır
D)	artar	azalır	değişmez
E)	artar	değişmez	azalır

4

Çözüm:

Cıva eklendiği zaman hem birinci (I) hem de ikinci (II) kolda cıva seviyesi artar. Fakat II. koldaki gaz basıncı ile I. koldan gelen dış basınç değişmeyeceği için aradaki farkı gösteren h yüksekliği de değişmez.

Yanıt: A



T şeklindeki bir boruda X ve Y gazları, cıva ile hapsedilmiştir. Gaz basınçları için ne söylenebilir?

5

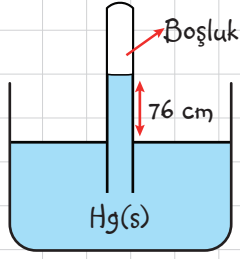
Çözüm: Yatay pozisyondaki h uzunluğunun basınca etkisi yoktur.

$$\left. \begin{array}{l} P_x = P_0 + 25 \\ P_y = P_0 + 40 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} P_0 = P_x - 25 \\ P_0 = P_y - 40 \end{array} \right\} P_x = P_y - 15$$

X gazının basıncı, Y gazının basıncından 15 cmHg azdır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Cıvalı bir barometre deniz seviyesinden her 10,5 m yüksekliğe çıkarıldığında, açık hava basıncı 1 mmHg düşmektedir. Sıcaklık sabit kalmak koşulu ile basıncın yarıya düşmesi için barometre yerden kaç metre yükseğe çıkarılmalıdır?

6 **Çözüm:** Başlangıç basıncı 760 mmHg'dir. Yarıya indiğinde 380 mmHg olur.

$$\begin{array}{r} 1\text{mmHg için} \quad 10,5\text{m ise} \\ 380\text{mmHg} \quad \quad \quad x \\ \hline x = 380 \cdot 10,5 \\ x = 3990 \text{ m yükseğe çıkmalı.} \end{array}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: GAZLAR

2.2.GAZLARDA KİNETİK TEORİ

2.1.1. Difüzyon ve Efüzyon Yasaları

2.2. GAZLARDA KİNETİK TEORİ

Gaz moleküllerinin birbirinden hemen hemen bağımsız, sürekli ve başdöndürücü hızla hareketi; bu taneciklerin çok fazla sahip olduklarını gösterir.

Gazların, katı ve sıvılara göre farklı davranışlarının nedenini açıklamak için geliştirilmiştir.

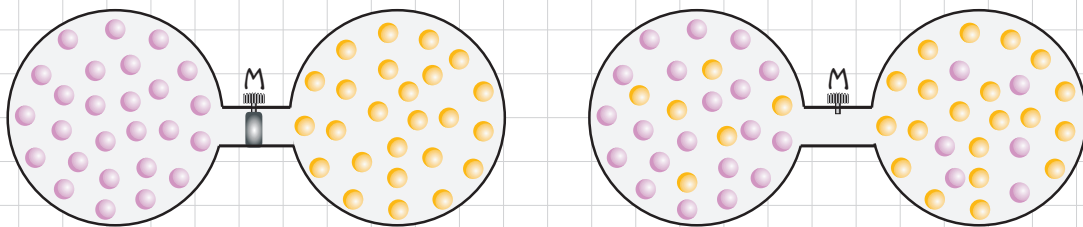
Bu teoriye göre;

- ✓ Gaz molekülleri arasında kendi hacimlerinden çok büyük uzaklıklar vardır. Dolayısıyla moleküllerin hacmi bu boşluklu yapı yanında edilir. Fakat kütleleri ihmal edilemez.
- ✓ Gaz molekülleri birbirinden oldukça uzakta olduğu için kendi aralarındaki itme ve çekme kuvvetleri ihmal edilir.
- ✓ Gaz moleküllerinin hareketi gelişigüzel, sabit hızlı, doğrusal ve üç boyutludur.
- ✓ Gaz molekülleri hem birbirleri ile çarpışır hem de içinde buldukları kabın çeperlerine çarparlar. Bu esnek çarpışmalarda moleküller arası enerji aktarımı olur. Fakat toplam değişmez.
- ✓ Aynı sıcaklıkta, gaz moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri aynıdır. Bu enerji mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır. Mutlak sıcaklık arttıkça kinetik enerji $T(K) \nearrow K.E. \nearrow$

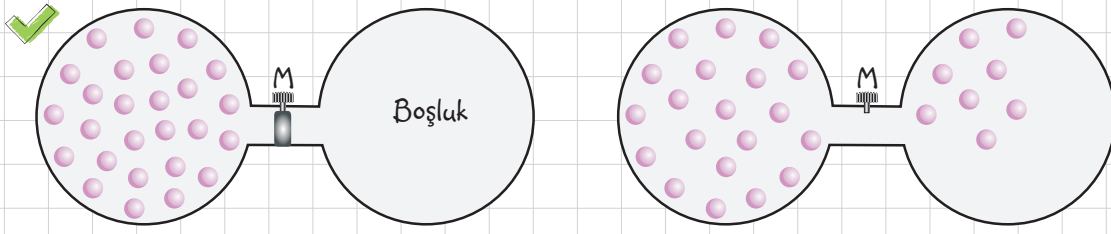
2.2.1. DİFÜZYON VE EFÜZYON YASALARI

Ağız açık şişedeki parfüm kokusunun bir süre sonra odanın her yanında hissedilmesi, gaz moleküllerinin yayıldığını gösterir.

Aşağıdaki sistemlerde musluklar açılınca gazlar birbirleriyle homojen olarak karışır.



Gaz moleküllerinin havada veya birbirleri içinde yayılmasına **Difüzyon** denir.



Gaz moleküllerinin küçük bir delikten boşluğa yayılmasına ise **Efüzyon** adı verilir. Difüzyon sabit basınçta efüzyon ise basınç farkından oluşur.

Difüzyon hızı deneyleri yapan Thomas Graham, Mol kütlesi küçük olan gaz moleküllerinin daha olduğunu ispatlamıştır.

✓ X ve Y gazları için; kinetik teoriye göre; Aynı ortamda ve aynı sıcaklıkta gaz moleküllerinin kinetik enerjileri birbirine Buna göre Graham, difüzyon yasasına adım adım ulaşmak için aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

$$E_{k(x)} = E_{k(y)}$$

$$\frac{1}{2} m_x \cdot v_x^2 = \frac{1}{2} \cdot m_y \cdot v_y^2$$

$$T_{(x)} = T_{(y)}$$

$$\frac{v_x}{v_y} = \sqrt{\frac{m_y}{m_x}}$$

→

Burada gazların kütlesi (m) yerine mol kütleleri (M_A) yazılabilir.

$$\frac{v_x}{v_y} = \sqrt{\frac{M_{Ay}}{M_{Ax}}}$$

→

Aynı koşullarda gazların özkütlesi (d), mol kütleleri (M_A) ile doğru orantılıdır. M_A yerinde d yazılabilir.

$$\frac{v_x}{v_y} = \sqrt{\frac{M_{Ay}}{M_{Ax}}} = \sqrt{\frac{d_y}{d_x}}$$

→

Gazların yayılma hızları, mutlak sıcaklığın (T) karekökü ile doğru orantılıdır.

Yayılma süresi (t) ile yayılma hızı (v) ters orantılıdır.

Tüm eşitlikler aynı anda gösterildiğinde;

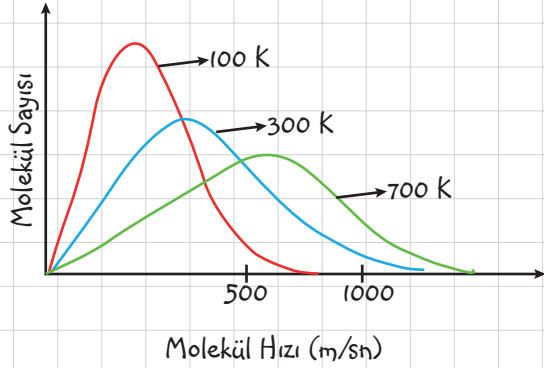
$$\frac{v_x}{v_y} = \sqrt{\frac{M_{Ay}}{M_{Ax}}} = \sqrt{\frac{d_y}{d_x}} = \sqrt{\frac{T_x}{T_y}} = \frac{t_y}{t_x}$$

$$\frac{v_x}{v_y} = \sqrt{\frac{M_{Ay}}{M_{Ax}}} \cdot \frac{T_x}{T_y}$$

Sonuç: Gazların yayılma hızı Mol külesinin karekökü ile, mutlak sıcaklığın karekökü ile orantılıdır.

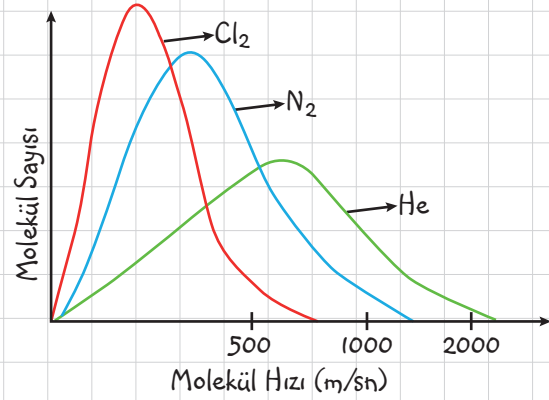
Anlatılan konuların grafik üzerinde incelenmesi:

Azot gazının üç farklı sıcaklıktaki difüzyon hızı ile molekül sayısı grafiği;



Aynı gaz için mutlak sıcaklık arttıkça difüzyon hızı da artar.

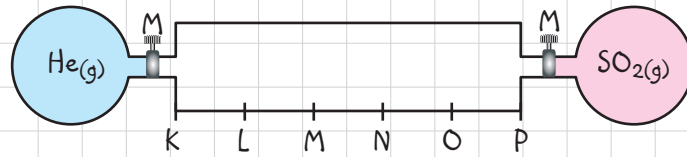
300K'de üç farklı gazın molekül sayısı ile difüzyon hızı grafiği;



Aynı şartlarda mol kütesi (M_A) azaldıkça difüzyon hızı da azalır.



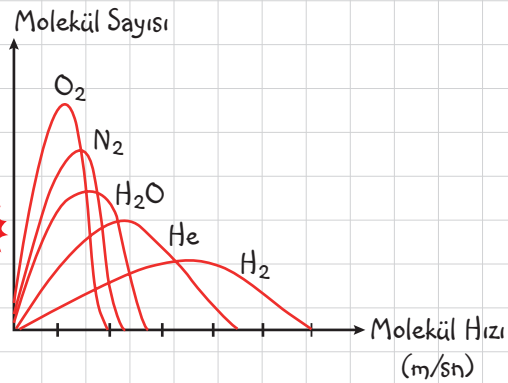
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Aynı sıcaklıkta M muslukları açılınca gazlar hangi noktada karşılaşır?
(He = 4 S = 32 O = 16)

Çözüm: Aynı sıcaklıkta, $\frac{v_{He}}{v_{SO_2}} = \sqrt{\frac{64}{4}} = \frac{4}{1}$

He 4br ilerlerken, SO_2 1br ilerler. O noktasında buluşurlar.



Yanda 25°C'de bazı gazların molekül sayısı-molekül hızı grafiği verilmiştir.

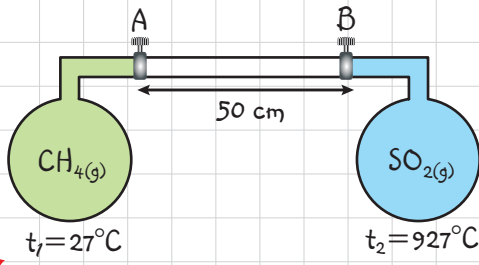
Buna göre,

- I. Mol kütesi küçük olan gazın ortalama hızı daha yüksektir.
 - II. Gazların ortalama molekül hızları birbirine eşittir.
 - III. Gazların ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir.
- yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm: I ve III. yargılar doğrudur. II. yargıda ortalama molekül hızları değil, ortalama kinetik enerjileri eşittir. Dolayısıyla II. yargı yanlıştır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Yandaki sistemde bulunan CH_4 ve SO_2 gazları ile yandaki düzenek hazırlanıyor. A ve B muslukları aynı anda açıldığında ilk karşılaştıkları nokta A musluğuna kaç cm uzaklıktadır? ($\text{CH}_4 = 16 \text{ g/mol}$ $\text{SO}_2 = 64 \text{ g/mol}$)

9

Çözüm: $T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$
 $T_2 = 927 + 273 = 1200\text{K}$

$$\frac{v_{\text{CH}_4}}{v_{\text{SO}_2}} = \sqrt{\frac{M_{\text{ASO}_2} \cdot T_{\text{CH}_4}}{M_{\text{ACH}_4} \cdot T_{\text{SO}_2}}} = \sqrt{\frac{64 \cdot 300}{16 \cdot 1200}} = \frac{1}{1} \left\langle \begin{array}{l} \text{ortada} \\ \text{buluşurlar} \\ 25 \text{ cm} \end{array} \right\rangle$$

30°C 'de 1 atm basınçta, 2 litre CH_4 gazı bir delikten 10 dakikada geçmektedir. Buna göre, aynı koşullarda 4 litre He gazı aynı delikten kaç dakikada geçer?

10 (C: 12 He: 4 H: 1)

Çözüm:

$$T = sbt \quad \frac{v_{\text{CH}_4}}{v_{\text{He}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{AHe}}}{M_{\text{ACH}_4}}} = \sqrt{\frac{4}{16}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$$

Düşünürsek;

2lt CH_4 10dk
2lt He 5 dk
4lt He 10dk 'da geçer.

SIRA SİZDE

- X gazının mol kütlesi 4 gramdır.
- X ve Y gazlarını aynı sıcaklıktaki difüzyon hızlarının oranı,

6 $\frac{v_x}{v_y} = 4$ 'tür.

Buna göre 0,5 mol Y gazı kaç gramdır?

Çözüm:

SIRA SİZDE

7

0°C 'deki CH_4 gazının difüzyon hızı kaç $^{\circ}\text{C}$ 'deki SO_2 gazının difüzyon hızına eşittir?
(C: 12 H: 1 S: 32 O: 16)

Çözüm:

8

Aynı sıcaklıkta küçük bir delikten He gazı 5 saniyede, aynı miktar XO_2 gazı ise aynı delikten 20 saniyede geçebilmektedir. Buna göre X'in atom kütlesi kaçtır?

Çözüm:

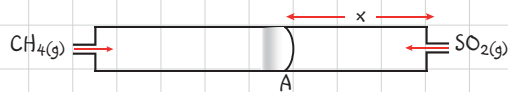
9

I. 40°C 'de SO_2 gazı
II. 20°C 'de SO_2 gazı
III. 20°C 'de SO_3 gazı
Yukarıdaki gazların difüzyon hızları arasındaki ilişki nedir?

Çözüm:

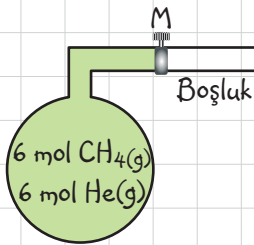
10

10°C 'ta 45 cm uzunluğundaki bir borunun iki ucundan aynı anda CH_4 ve SO_2 gazları gönderiliyor. Gazlar A noktasında buluşuyor. Buna göre x uzunluğu kaç cm'dir?
($\text{CH}_4 = 16 \text{ g/mol}$ $\text{SO}_2 = 64 \text{ g/mol}$)



Çözüm:

11



Şekildeki sistemde M musluğu kısa bir süre açılıp kapatılıyor. Kaptaki 3 mol He gazı kaldığına göre CH_4 gazının % kaç dışarı çıkmıştır?
(He = 4 g/mol $\text{CH}_4 = 16 \text{ g/mol}$)

Çözüm:

ÜNİTE 2: GAZLAR

2.3. GAZ KANUNLARI

- 2.3.1. Basınç - Hacim İlişkisi (Boyle Kanunu)
- 2.3.2. Sıcaklık - Hacim İlişkisi (Charles Kanunu)
- 2.3.3. Basınç - Sıcaklık İlişkisi (Guy - Lussac Kanunu)
- 2.3.4. Miktar - Hacim İlişkisi (Avogadro Kanunu)
- 2.3.5. Miktar - Basınç İlişkisi (Dalton Kanunu)

2.3. GAZ KANUNLARI

Gazların basınç, hacim, sıcaklık ve mol sayısı değişkenleri arasındaki ilişkiyi gaz yasaları ile açıklarız. Bu yasalar ilerleyen sayfalarda başlıklar hâlinde incelenmiştir.

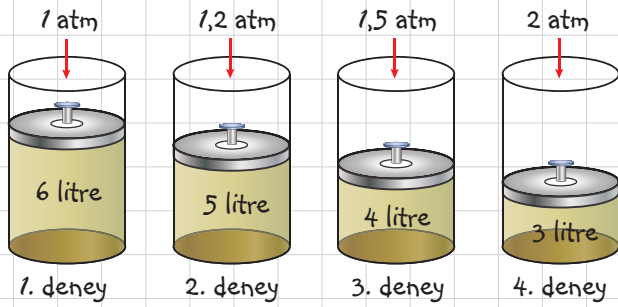
2.3.1. Basınç Hacim İlişkisi (Boyle Kanunu)

Gazlar sıkıştırılabilir ve genişleme özelliklerine sahiptir. Bu özelliklerden yararlanarak Robert Boyle bir dizi deney yapmıştır (1662). Bu deneyler sonucunda;

Sabit sıcaklıkta, bir miktar gazın hacmi azaltılıncaya basıncının bulmuştur. Buna göre, gazın basıncı ile hacmi orantılıdır.

$$n \text{ ve } T \text{ sabit iken } P.V = \text{sabit'tir.}$$

✓ Basınç-hacim ilişkisi aşağıdaki deney ile açıklanmıştır.



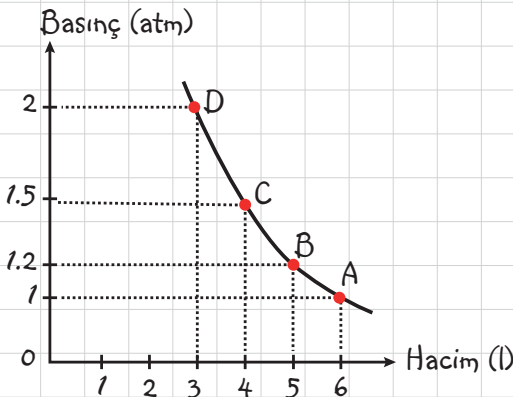
$$1. \text{ deney: } P.V = 1.6 = 6. \text{ atm.l}$$

$$2. \text{ deney: } P.V = 1,2.5 = 6 \text{ atm.l}$$

$$3. \text{ deney: } P.V = 1,5.4 = 6 \text{ atm.l}$$

$$4. \text{ deney: } P.V = 2.3 = 6 \text{ atm.l}$$

Deneyin Grafiğinin Çizimi



A noktası 1. deney

B noktası 2. deney

C noktası 3. deney

D noktası 4. deney ölçümleridir.

Boyle kanununun matematiksel olarak ifadesi, bir gazın farklı iki durumu için aşağıdaki formül kullanılarak açıklanabilir.

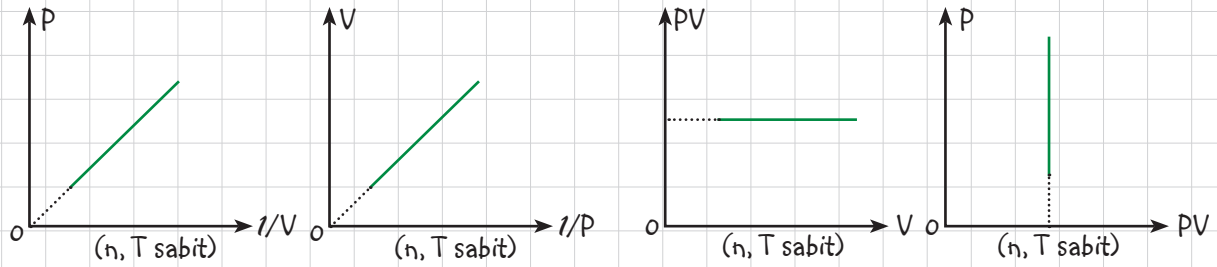
$$n \text{ ve } T \text{ sabit iken, } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \text{ ya da } \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \text{ eşitlikleri yazılır.}$$

✓ n ve T sabit iken bir gaz sıkıştırılırsa hangi özelliklerinin nasıl değiştiğini inceleyelim.

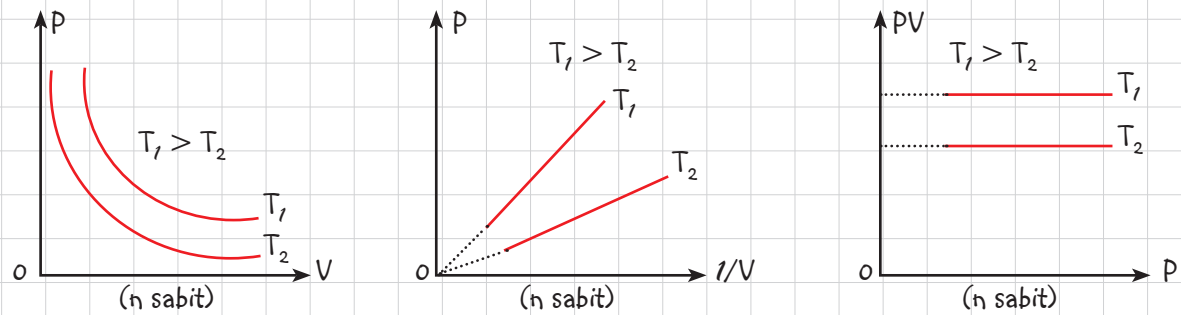
- Birim hacimdeki tanecik sayısı
- Basınç **ARTAR**.
- Özkütle **ARTAR**.
- Birim zamanda birim yüzeye çarpan tanecik sayısı
- Sıcaklık sabit olduğundan ortalama kinetik enerji **DEĞİŞMEZ**.

Boyle yasası ile ilgili grafik yorumları aşağıda verilmiştir.

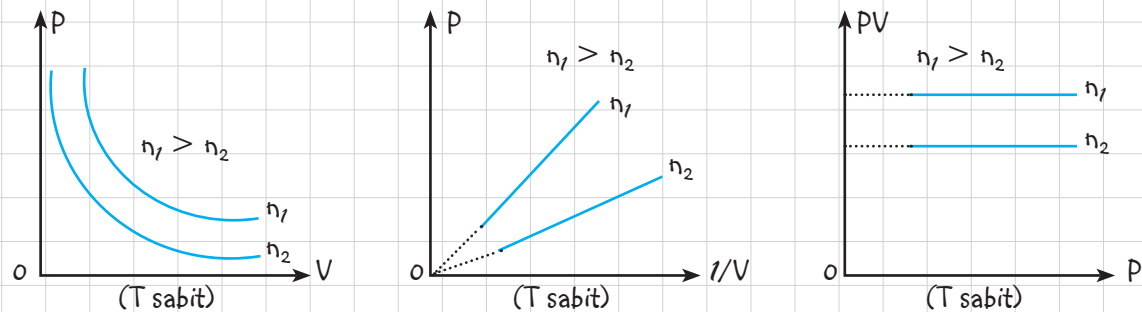
1. Hem madde miktarı hem de sıcaklık sabit iken çizilen grafikler;



2. Boyle yasasına göre $P \cdot V = \text{sabittir}$. Madde miktarı değişmeden farklı sıcaklıklarda aşağıdaki grafikler çizilir.



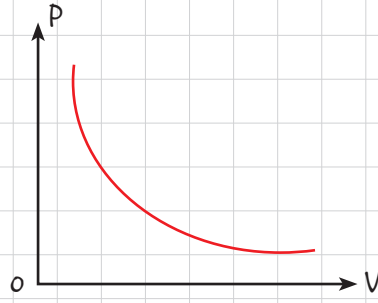
3. Sıcaklık değişmeden farklı madde miktarlarında aşağıdaki grafikler çizilir.



Noktalı çizgi ideal gazlar için düz çizgi gerçek gazlar için çizilir.



P ~ V grafiği;



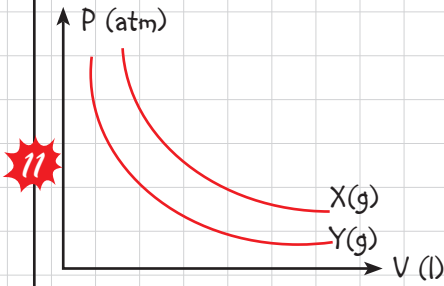
$n = \text{sabit}$
 $T = \text{sabit}$

- ➔ Doğru orantı, doğrusal çizgi ile gösterilmez.
- ➔ Eğimli çizgi ile gösterilir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Eğit kütledeki X ve Y gazlarının P ~ V grafiği Şekildeki gibidir. Buna göre aşağıdaki yargılardan hangileri doğrudur?



I. Sıcaklıkları eşitse $n_X > n_Y$ 'dir.

II. Mol sayıları eşitse $T_X > T_Y$ 'dir.

III. X gazının P.V çarpımı, Y gazınınkinden büyüktür.

Çözüm: Grafiğe göre $PV = n \cdot R \cdot T$ 'den tek öncülleri düşünürsek;

I. Öncül \Rightarrow T sabit iken V'den bir dikme çizersek P ile n doğru orantılı olacağından $n_X > n_Y$ karŐılaŐtırması doğrudur.

II. Öncül \Rightarrow n sabit iken V'den bir dikme çizersek P ile T doğru orantılı olacağından $T_X > T_Y$ karŐılaŐtırması doğrudur.

III. Öncül \Rightarrow Zaten X eğrisinin P ve V değerlerinin daha büyük olduğu grafikten görölmektedir. Buna göre P.V değeri de X için daha büyüktür.

Sonuç: I, II ve III'tür.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Sabit sıcaklıkta bir miktar gazın hacmi 5 l iken basıncı 400 mmHg'dir. Gazın hacmi 10 l'ye çıkarılırsa son basıncı kaç mmHg'dir?

Çözüm:

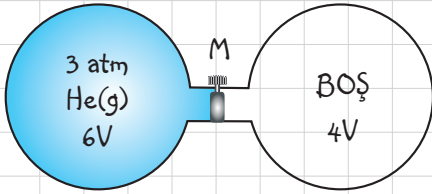
$$\text{İlk durumda: } P_1 = 400 \text{ mmHg} \quad V_1 = 5 \text{ l}$$

$$\text{Son durumda: } P_2 = ? \quad V_2 = 10 \text{ l}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$400 \cdot 5 = 100 \cdot P_2$$

Sonuç: $P_2 = 200 \text{ mmHg'dir.}$

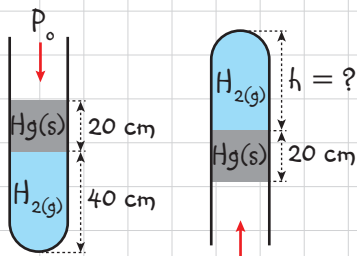


İdeal He gazının bulunduğu cam balonlar arasındaki musluk açılıyor. Sıcaklık değişmediğine göre gazın son basıncı kaç atm olur?

$$\text{Çözüm: İlk durum: } P_1 = 3 \text{ atm} \quad V_1 = 6V$$

$$\text{Son durum: } P_2 = ? \quad V_2 = 6V + 4V = 10V$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad 3 \cdot 6V = 10V \cdot P_2 \rightarrow P_2 = 1,8 \text{ atm}$$



14 Şekil I

Şekil II

I. şekilde H_2 gazı kılcal cam boruda hapsedilmiştir. Sabit sıcaklıkta cam boru ters çevrilip denge tekrar sağlandığına göre "h" değeri nedir? (Açık hava basıncı 70 cmHg'dir.)

Çözüm:

$$V_1 = 40 \quad P_1 = 70 + 20 = 90 \text{ cmHg}$$

$$V_2 = ? \quad P_2 = 70 - 20 = 50 \text{ cmHg}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \rightarrow 90 \cdot 40 = 50 \cdot V_2 \rightarrow V_2 = 72 \text{ cm'dir. (h)}$$

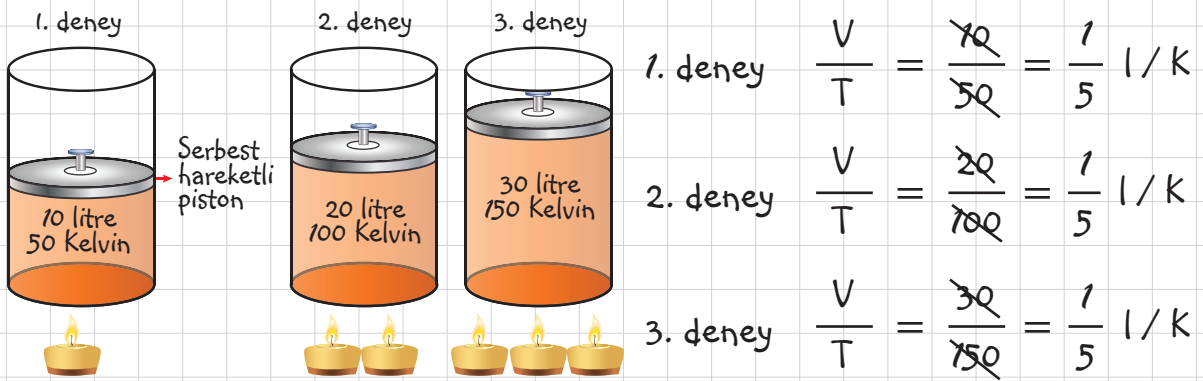
2.3.2. Sıcaklık - Hacim İlişkisi (Charles Kanunu)

Sıcaklık gaz taneciklerinin ortalama ve çarpışma hızını etkiler. Sabit basınç altında (sürtünmesiz ideal piston), sıcaklık değişimiyle gazların hacmi artar veya azalır. Bu ilk defa Jacques Charles tarafından incelenmiştir (1787). Yaptığı deneyler sonucunda;

Sabit basınç altında gazların mutlak sıcaklığı arttıkça de arttığını bulmuştur.

✓ Buna göre, gazların mutlak sıcaklığı ile hacimleri doğru orantılıdır.

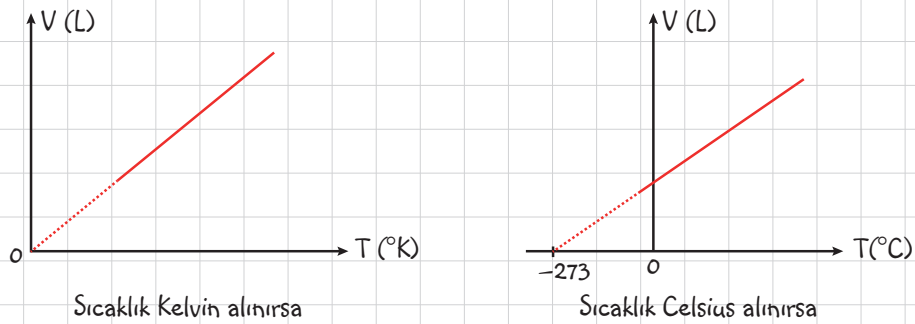
$$n \text{ ve } P \text{ sabit iken; } \frac{V}{T} = \text{sabit'tir.}$$



Charles kanununun matematiksel olarak ifadesi, bir gazın farklı iki durumu için aşağıdaki formül kullanılarak açıklanabilir.

$$n \text{ ve } P \text{ sabit iken } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ ya da } V_1 \cdot T_2 = V_2 \cdot T_1 \text{ eşitlikleri yazılır.}$$

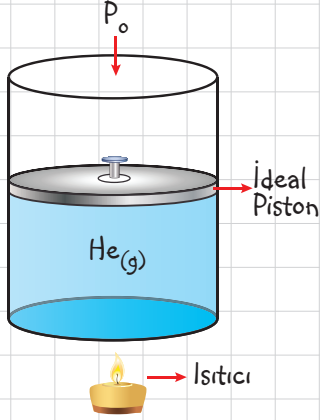
Charles kanunu ile ilgili grafikler aşağıdaki gibidir.



0 K = -273°C. Bu sıcaklığa **Mutlak sıfır noktası** denir. Bu sıcaklıkta gaz moleküllerinin, sıfır olduğu varsayılır.

✓ n ve P sabit iken sıcaklığı arttırılan gazların hangi özelliklerinin nasıl değiştiğinin incelenmesi:

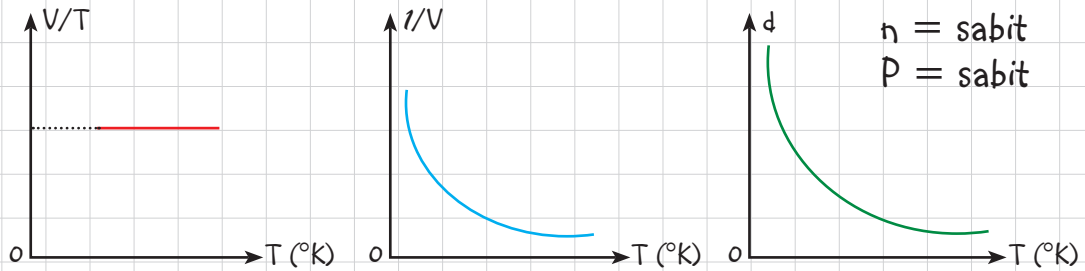
Sabit basınçlı kaptaki gazın sıcaklığı arttırıldığında,



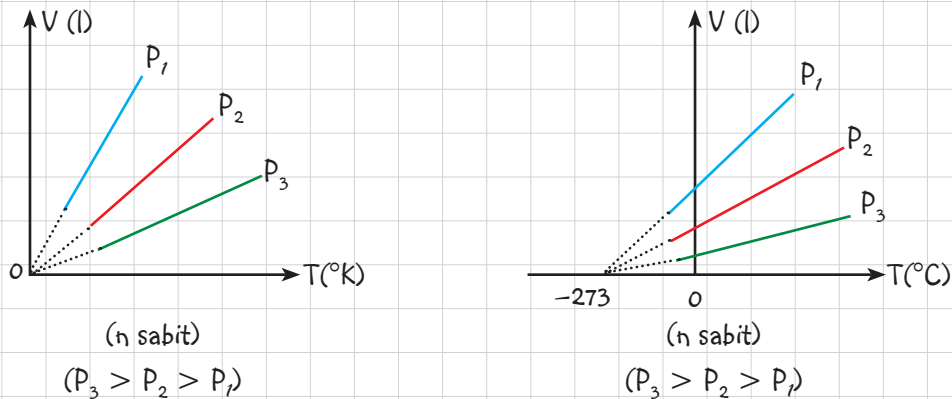
- Basınç
- Hacim artar.
- Gaz yoğunluğu (d)
- He gazı taneciklerinin ortalama hızı
- Birim zamanda birim yüzeye çarpan tanecik sayısı azalır. ($\zeta_s = \frac{n \cdot \sqrt{T}}{V \cdot \sqrt{M_A}}$ formülünden V artarken T karekök oranında artar.)

✓ Charles yasası ile ilgili grafik yorumları aşağıda verilmiştir.

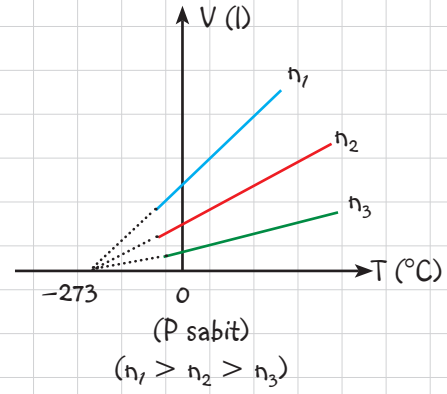
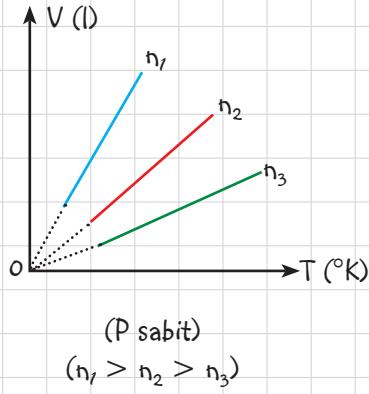
➤ Sabit basınçlı ortamda madde miktarları sabit iken çizilen grafikler aşağıda verilmiştir.



➤ Madde miktarı değişmeden, farklı basınçlarda aşağıdaki grafikler çizilir.



➡ Basınç değeri değıştirilmeden, farklı madde miktarları için aşağıdaki grafikler çizilir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Sabit basınçlı bir kaptaki bulunan m gram He gazı 27°C 'de 10 l hacim kaplıyor. Gazın yalnız sıcaklığı değıştirilerek hacmi 30 l yapılmak isteniyor. Buna göre son sıcaklık kaç $^\circ\text{C}$ olur?

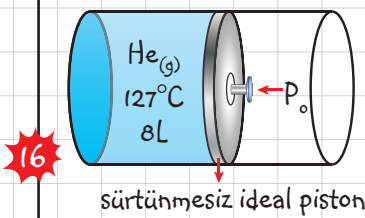
Çözüm:

İlk durumda: $V_1 = 10$ l $T_1 = 27 = 273 = 300$ $^\circ\text{K}$

15 Son durumda: $V_2 = 30$ l $T_2 = ?$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{10}{300} = \frac{30}{T_2} \Rightarrow T_2 = 900$$
 $^\circ\text{K}$

$900 - 273 = 627^\circ\text{C}$ 'dir.



Yandaki sistemin sıcaklığını -23°C 'ye getirirsek, hacmin ilk durumu ile son durumu arasındaki oran ne olur?

Çözüm:

İlk durumda: V_1 $T_1 = 127 = 273 = 400$ $^\circ\text{K}$

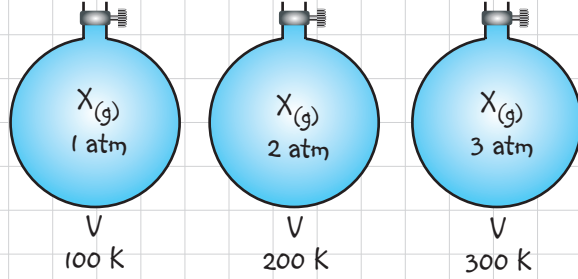
Son durumda: V_2 $T_2 = -23 + 273 = 250$ $^\circ\text{K}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{400}{250} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{8}{5}$$
 olur.

2.3.3. Basınç - Sıcaklık İlişkisi (Gay - Lussac Kanunu)

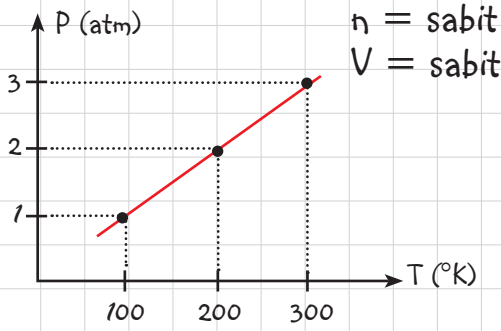
Sabit hacimli bir kaptaki sıcaklık değişimi moleküllerin hızını dolayısıyla kabın çeperine yaptığı basıncı etkiler. Bunu ilk kez Gay-Lussac şu şekilde ifade etmiştir:

Sabit hacimli kaplarda bir miktar gazın ile basıncı arasında doğru orantı vardır.



n ve V sabit iken; $\frac{P_1}{T_1}$ sabit'tir.

Deneyin grafiğinin çizimi:



1. deney $\frac{P}{T} = \frac{1}{100} \text{ atm/K}$

2. deney $\frac{P}{T} = \frac{2}{200} = \frac{1}{100} \text{ atm/K}$

3. deney $\frac{P}{T} = \frac{3}{300} = \frac{1}{100} \text{ atm/K}$

Gay - Lussac kanununun matematiksel olarak ifadesi, bir gazın farklı iki durumu için aşağıdaki formül kullanılarak açıklanabilir.

n ve V sabit iken; $\frac{P_1}{T_1} = \frac{1}{100}$ ya da $P_1 \cdot T_2 = P_2 \cdot T_1$ eşitlikleri yazılır.

✓ n ve V sabitken ortamın sıcaklığı arttırılırsa, hangi özelliklerin nasıl arttığını inceleyelim.

➡ Gaz basıncı artar.

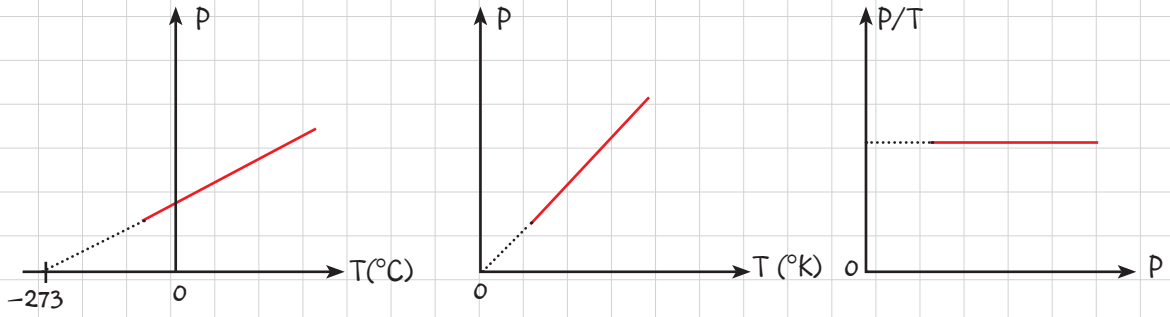
➡ Gaz yoğunluğu

➡ Tanecikler arası uzaklık

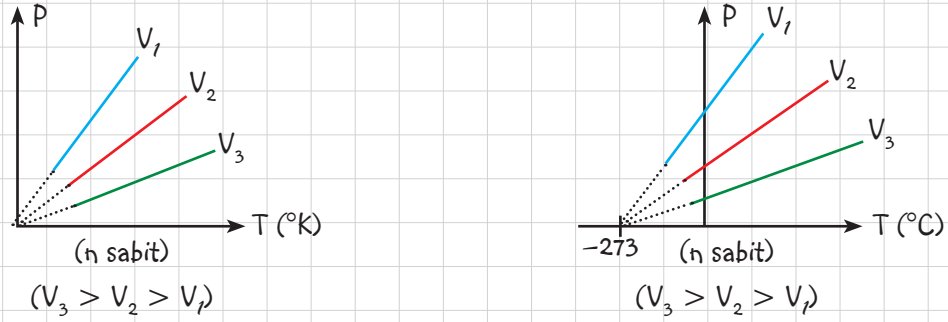
- ➡ Taneciklerin ortalama kinetik enerjileri ve hızları
- ➡ Birim yüzeye birim zamanda yapılan çarpışma sayısı artar.
- ➡ Çarpışma şiddeti artar.

Şimdi bazı grafikleri yorumlayalım.

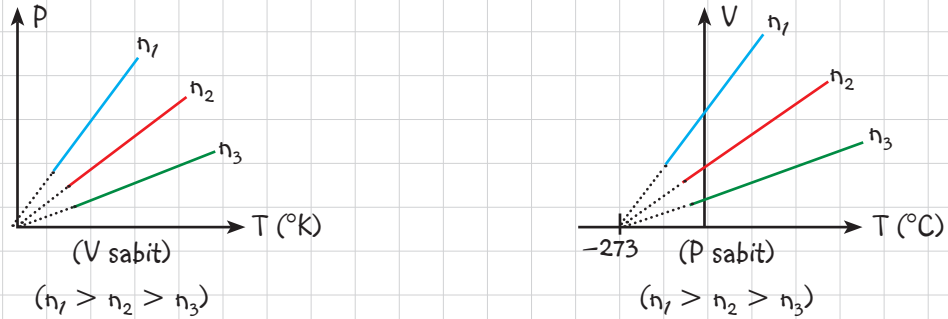
Sabit hacimli kaplarda madde miktarları da sabit iken;



Madde miktarı sabitken, farklı hacimlerdeki gazın P – T grafiklerini çizersek;



Sabit hacimli kaplarda, farklı mol sayılarındaki gazlar için ilgili grafikleri çizersek;





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Sabit hacimli bir kapta bulunan bir miktar Ne gazının 27°C'deki basıncı 190mmHg'dir.

Gaz basıncını 950 mmHg yapmak için sıcaklığın kaç °C olması gerekir?

17 **Çözüm:** İlk durum: $T_1 = 27 + 273 = 300K$ $P_1 = 190\text{mmHg}$
Son durum: $T_2 = ?$ $P_2 = 950\text{mmHg}$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{190}{300} = \frac{950}{T_2} \rightarrow T_2 = 1500K = 1227^\circ\text{C}$$

Sabit hacimli bir kapta bulunan gazın basıncı 3 katına çıkarılırsa, son sıcaklığın ilk sıcaklığa oranı ne olur?

İlk durum: T_1 $P_1 = P$ $\frac{T_2}{T_1} = ?$
Son durum: T_2 $P_2 = 3P$

18 **Çözüm:** $P_1 \cdot T_2 = P_2 \cdot T_1 \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{3P}{P} = 3$

Gazlarda madde miktarına bağlı iki durum vardır.

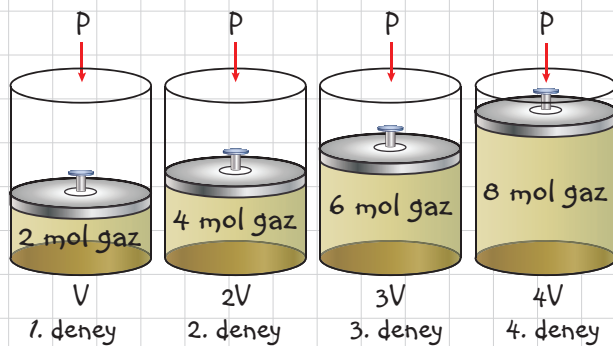
- ✓ Sabit hacimde madde miktarı değişmesi **Dalton kanunu**;
- ✓ Sabit basınçta madde miktarı değişmesi **Avagadro kanunu** olarak bilinir.

Şimdi bunları inceleyelim;

2.3.4. Miktar - Hacim İlişkisi (Avogadro Kanunu)

Aynı sıcaklık ve basınçta bulunan gazların madde miktarları arttırılırsa de artar.

Aynı şartlarda gazların hacimleri eşitse da birbirine eşittir. Buna "Avagadro Kanunu" denir (1808).



P ve T sabit iken; $\frac{n}{V} = \text{sabit'tir.}$

Bir gazın farklı durumları için yukarıdaki deneyleri incelersek;

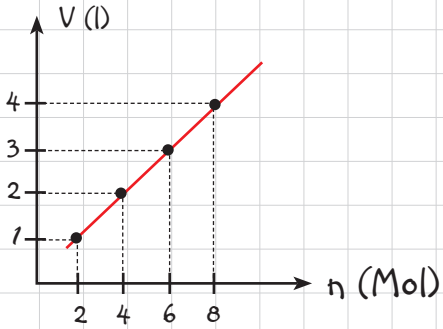
1. deney $\frac{n}{V} = \frac{2}{1} \text{ mol/l}$

2. deney $\frac{n}{V} = \frac{4}{2} = \frac{2}{1} \text{ mol/l}$

3. deney $\frac{n}{V} = \frac{6}{3} = \frac{2}{1} \text{ mol/l}$

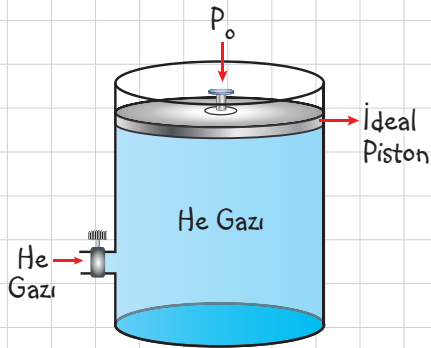
4. deney $\frac{n}{V} = \frac{8}{4} = \frac{2}{1} \text{ mol/l}$

Avagadro kanununun matematiksel olarak ifadesi, bir gazın farklı iki durumu için aşağıdaki formül kullanılarak açıklanmıştır.

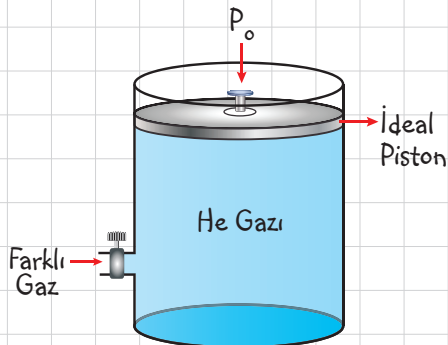


P ve T sabit iken $\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$ eşitliği olur.

İdeal pistonlu kaba AYNI GAZ'dan eklenirse aşağıdaki sonuçlara ulaşılır.



- ✓ Basınç değişmez.
- ✓ Gaz yoğunluğu
- ✓ Tanecikler arası uzaklık değişmez.
- ✓ Taneciklerin ortalama kinetik enerjileri
- ✓ Taneciklerin ortalama hızları değişmez.
- ✓ Birim zamanda birim yüzeye yapılan çarpma sayısı

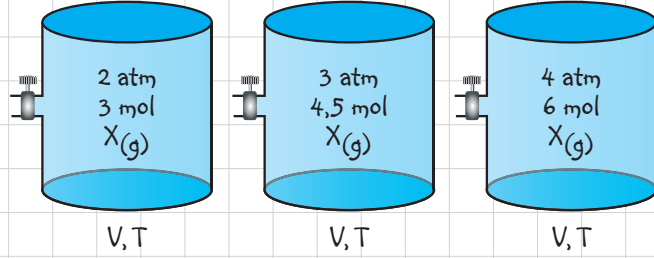


- İdeal pistonlu kaba FARKLI GAZ'dan eklenirse aşağıdaki sonuçlara ulaşılır.**
- ✓ Kaba eklenen gazın mol kütlesi daha BÜYÜK ise çarpma sayısı AZALIR.
 - ✓ Kaba eklenen gazın mol kütlesi daha KÜÇÜK ise çarpma sayısı ARTAR.

2.3.5. Miktar - Basınç İlişkisi (Dalton Kanunu)

Aynı sıcaklık ve hacimde bulunan gazların madde miktarları arttırılırsa da artar.

Sabit hacimli sistemlerde ile gaz basıncı doğru orantılıdır.



V ve T sabit iken; $\frac{n}{p} = \text{sabit'tir.}$

✓ Bir gazın farklı durumları için bu deneyleri inceleyelim.

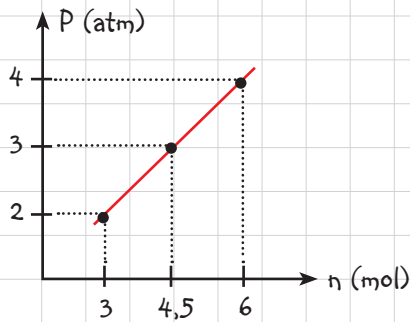
1. deney $\frac{n}{p} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mol/atm}$

2. deney $\frac{n}{p} = \frac{4,5}{3} = 1,5 \text{ mol/atm}$

3. deney $\frac{n}{p} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ mol/atm}$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

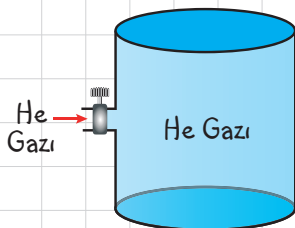
Deneyin grafiğinin çizimi:



Dalton Kanununun matematiksel olarak ifadesi bir gazın farklı iki durumu için aşağıdaki formül kullanılarak açıklanabilir.

V ve T sabit iken, $\frac{n_1}{p_1} = \frac{n_2}{p_2}$ eşitliği olur.

✓ Sabit hacimli kaba gaz eklenmesi durumunda aşağıdaki değişimler gerçekleşir.



- Toplam basınç
- Gaz yoğunluğu artar.
- Tanecikler arası uzaklık
- Taneciklerin ortalama kinetik enerjileri değişmez.
- Taneciklerin ortalama hızları
- Birim zamanda birim yüzeye yapılan çarpma sayısı artar.

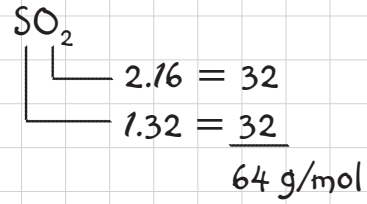
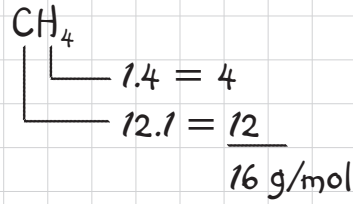


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

32 gram CH_4 gazının 40 l hacim kapladığı sıcaklık ve basınçta, 64 gram SO_2 gazı kaç litre hacim kaplar? (C = 12 O = 16 S = 32 H = 1)

19

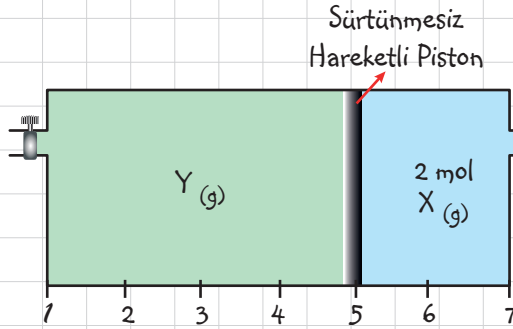
Çözüm:



$$\frac{m}{M_A} = \frac{32}{16} = 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{m}{M_A} = \frac{64}{64} = 1 \text{ mol}$$

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} \rightarrow \frac{2}{40} = \frac{1}{V_2} \rightarrow V_2 = 20 \text{ l}$$



Eşit aralıklı sistemde aynı sıcaklıkta X ve Y gazları bulunur. X gazının olduğu bölmeye 3 mol daha X gazı eklenirse yeni durumda piston nerede durur?

Çözüm:

Gaz eklenmeden önce;

20

$$\frac{n_Y}{n_X} = \frac{V_Y}{V_X} \rightarrow \frac{n_Y}{2} = \frac{4}{2} \rightarrow n_Y = 4 \text{ mol}$$

Gaz eklendikten sonra; $n_X = 2 + 3 = 5 \text{ mol}$ X gazı olur.

$$\frac{n_Y}{n_X} = \frac{V_Y}{V_X} \rightarrow \frac{4}{5} \text{ oranı var. (9k)}$$

Şimdi düşünelim;

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kap 6 bölmeli oran 9k} \\ 6/9k \rightarrow k = 0,66 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(Y) } 4k = 0,66.4 = 2,64 \\ \text{(X) } 5k = 0,66.5 = 3,30 \\ \text{(3-4 arasında durur.)} \end{array}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Sabit hacimde T sıcaklıkta 2 mol H_2 gazı 0,6 atm basınç yapmaktadır. Sıcaklık sabit durumda iken H_2 gaz basıncını 1,5 atm'ye çıkarabilmek için ne kadar H_2 gazı eklenmelidir?

Çözüm:

$$\begin{array}{lll} \text{İlk durum:} & n_1 = 2 \text{ mol} & P_1 = 0,6 \text{ atm} \\ \text{Son durum:} & n_2 = ? & P_2 = 1,5 \text{ atm} \end{array}$$

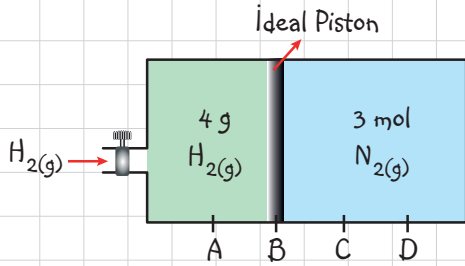
$$\frac{n_1}{P_1} = \frac{n_2}{P_2} \rightarrow \frac{2}{0,6} = \frac{n_2}{1,5}$$

$$n_2 = 5 \text{ mol } H_2$$

$$5 - 2 = 3 \text{ mol } H_2 \text{ gazı daha eklenmelidir.}$$

SIRA SİZDE

12



Şekildeki sistemde sabit sıcaklıkta ideal H_2 gazının bulunduğu kaba kaç mol H_2 gazı ilave edilirse piston C noktasında durur?

$$(H = 1 \quad N = 14)$$

(Bölmeleri eşit aralıktır.)

Çözüm:

13

Sabit basınç ve sıcaklıkta 3 mol CO_2 gazının 20 cm^3 hacim kapladığı şartlarda 4,5 mol NO_2 gazı kaç cm^3 hacim kaplar?

$$(C:: 12 \quad N: 14 \quad O: 16)$$

Çözüm:

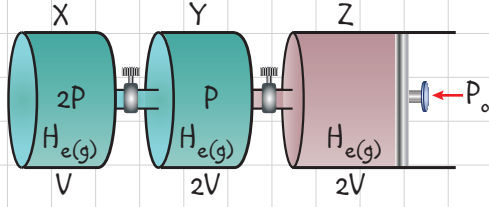
SIRA SİZDE

14

Cam balonda bulunan 0°C 'deki bir miktar Cl_2 gazının basıncı $1,5 \text{ atm}$ 'dir. Cl_2 gazının sıcaklığı 273°C 'ye çıkarıldığında basıncı kaç atm olur?

Çözüm:

15



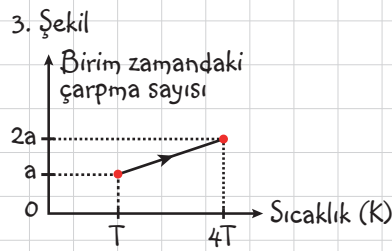
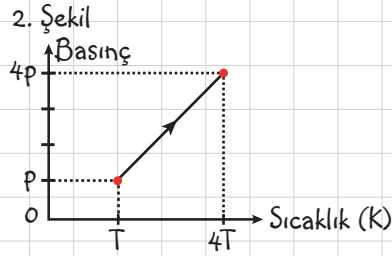
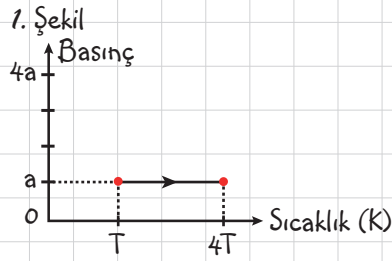
Şekildeki sistemde sabit sıcaklıkta vanalar açılıp sistemin tekrar dengeye gelmesi bekleniyor. Son durumda X, Y ve Z kaplarındaki gaz miktarları nasıl değişir?

Çözüm:

16

Kapalı sabit hacimli bir kaptaki bulunan X gazının sıcaklığı $T^{\circ}\text{K}$ 'den $4T^{\circ}\text{K}$ 'e çıkarılıyor. Buna göre aşağıya çizilen grafiklerden hangileri doğrudur?

Çözüm:



ÜNİTE 2: GAZLAR

2.4. GAZ KANUNLARININ BİRLEŞTİRİLMESİ

2.4.1. İdeal Gaz Denklemi

2.4.2. Genel Gaz Denklemi

2.4.3. İdeal Gaz Denklemi ve Yoğunluk

2.4. GAZ KANUNLARININ BİRLEŞTİRİLMESİ

2.4.1. İdeal Gaz Denklemi

Gazları niteleyen dört özellik arasında; $P.V \propto n.T$ bağıntısı bulunur.

Bunu bir denkleme dönüştürmek istersek "R" sabiti ortaya çıkar.

R → İdeal gaz sabiti (Raydberg sabiti) olarak adlandırılır.

$$P.V = n.R.T$$

Bu denkleme denir.

N.Ş.A'da (1 atm 0°C) 1 mol gaz 22,4 litre hacim kaplar.

Sayıları formüle yerleştirerek ideal gaz sabitinin sayısal değerine ulaşabiliriz.

$$R = \frac{P.V}{n.T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ l}}{1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}} = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$



Molekülleri arasında itme ve çekme kuvveti olmayan, kendi hacimleri kabın hacmi yanında ihmal edilebilen gazlara **ideal gaz** denir.

Gerçekte böyle bir gaz yoktur. Doğadaki gazlar adını alır.

Ancak gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçta

İdeal gaz denklemi anlatım ve hesaplamaları, gerçek gazların ideal gaz davranışında kabul edilmesiyle yapılmıştır.

2.4.2. Genel Gaz Denklemi

İdeal gaz denkleminin "genel gaz denklemini" çıkarabiliriz.

Bir gazın farklı şartlardaki durumlarının karşılaştırılması sonucu aşağıdaki ulaşılır.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2} = \dots = R \text{ sabiti}$$

Mol sayısının sabit olması durumunda;

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \text{ bağıntısı da kullanılır.}$$

2.4.3. İdeal Gaz Denklemi ve Yoğunluk

İdeal gaz denkleminin yararlanılarak bir gazın yoğunluğuna ulaşılabilir. Burada ideal gaz denklemi içine $n = \frac{m}{M_A}$ eşitliği yerleştirilirse;

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V = \frac{m}{M_A} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot M_A = \left(\frac{m}{V} \right) \cdot R \cdot T$$

→ $P \cdot M_A = d \cdot R \cdot T$ eşitliğine ulaşılır.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

273°C'de 6 atm basınç altında 5 l hacim kaplayan NO₂ gazı N.Ş.A'da kaç litre hacim kaplar?

Çözüm: İlk durum: $P_1 = 6 \text{ atm}$ $T_1 = 273 + 273 = 546 \text{ K}$ $V_1 = 5 \text{ l}$
Son durum: $P_2 = 1 \text{ atm}$ $T_2 = 0 + 273 = 273 \text{ K}$ $V_2 = ?$
(N.Ş.A'da 1 atm 0°C'dir.)

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \rightarrow \frac{6 \cdot 5}{546} = \frac{1 \cdot V_2}{273} \rightarrow V_2 = 15 \text{ l olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

273°C'de 3,2 g CH₄ gazının bulunduğu kabın hacmi 22,4 l'dir. Buna göre CH₄ gazının basıncı kaçtır? (C: 12 H: 1)

Çözüm:

23

$$\begin{array}{l} \text{CH}_4 \\ \left| \begin{array}{l} 4 \cdot 1 = 4 \\ 1 \cdot 12 = 12 \\ \hline M_A = 16 \text{ g/mol} \end{array} \right. \end{array} \quad n = \frac{m}{M_A} = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ mol}$$
$$T = 273 + 273 = 546 \text{ K}$$
$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$
$$P \cdot 22,4 = 0,2 \cdot \frac{22,4}{273} \cdot 546$$
$$P = 0,4 \text{ atm'dir.}$$

Kapalı bir kaptaki bulunan NO gazının 127°C'deki özkütlesi 1,83 g/l'dir. NO gazının basıncı kaç atm'dir? (N: 14 O: 16)

Çözüm:

24

$$T = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$
$$d = 1,83 \text{ g/l}$$
$$\begin{array}{l} \text{NO} \\ \left| \begin{array}{l} 16 \\ 14 \\ \hline M_A = 30 \text{ g/mol} \end{array} \right. \end{array}$$
$$P \cdot M_A = d \cdot R \cdot T$$
$$P \cdot 30 = 1,83 \cdot 0,082 \cdot 400$$
$$P = 0,61 \cdot 0,82 \cdot 40$$
$$P = 2 \text{ atm olur.}$$

Gazlarda yoğunluğun değişimi ve yorumlanması;

✓ Kapalı kaplardaki gazların yoğunlukları öncelikle kabın hacmine ve bağlıdır.

Gazların bulunduğu kaplar iki tür olabilir:

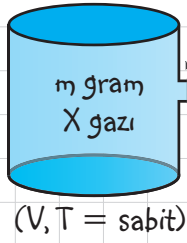
- Sabit hacimli kaplar
- Sabit basınçlı kaplar (İdeal pistonlar)

1. Sabit Hacimli Kaplarda Yoğunluğun Değişimi ve Grafikleri:

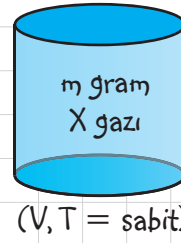
✓ Sıcaklık sabitken kütle değiştiriliyorsa;

Gazın hacmi ve sıcaklığı sisteme gaz ekleniyor ya da çıkarılıyorsa kütle değişeceğinden değişir. (V = sbt)

Yoğunluğun değişmesi, gazın cinsinden bağımsızdır.



Gaz eklenirse; $m \rightarrow$ artar
 $n \rightarrow$ artar
 $P \rightarrow$ artar



Gaz çekilirse; $m \rightarrow$ azalır
 $n \rightarrow$ azalır
 $P \rightarrow$ azalır

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow \text{artar}$$

$V \rightarrow$ sabit

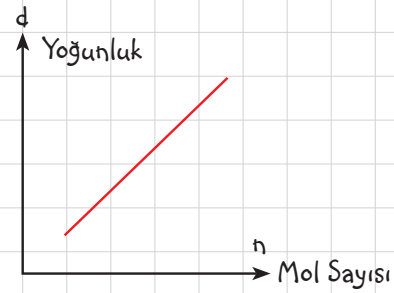
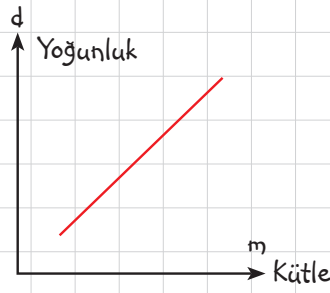
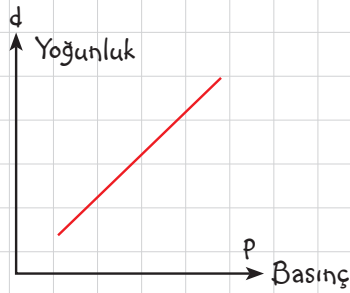
Sonuç: Yoğunluk (d) ARTAR.

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow \text{azalır}$$

$V \rightarrow$ sabit

Sonuç: Yoğunluk (d) AZALIR.

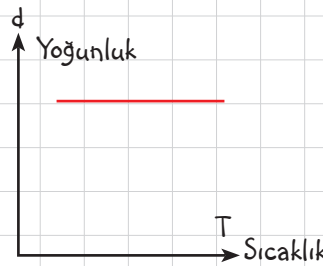
İlgili grafikler aşağıda verilmiştir.



✓ Kütle sabitken sıcaklık değiştiriliyorsa;

Gazın hacmi ve kütlesi sabitken sistemin sıcaklığı değiştirilirse, herhangi bir olmaz.

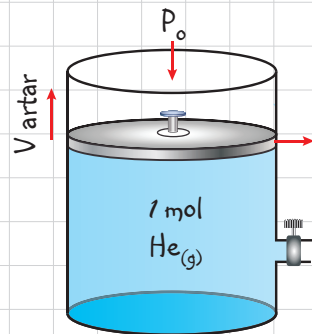
$T \rightarrow$ artarsa, $d \rightarrow$ sabit
 $T \rightarrow$ azalırsa, $d \rightarrow$ sabit



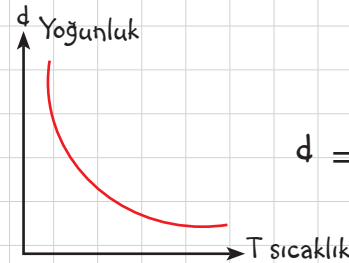
2. Sabit Basıncı (İdeal Piston) Kaplarda Yoğunluğun Değişimi ve Grafikleri

✓ Kütle sabitken sıcaklık değiştiriliyorsa;

Bu tür kaplarda piston hareketlenir ve gaz hacmi artar. Dolayısıyla yoğunluk



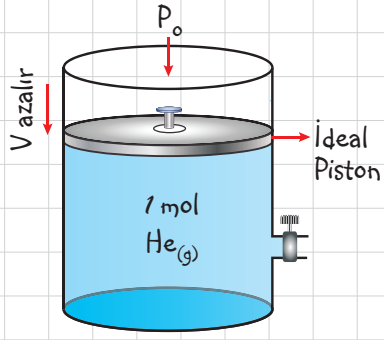
$m \rightarrow$ sabit
 $n \rightarrow$ sabit
 $T \rightarrow$ artarsa
 $V \rightarrow$ artar
 $P \rightarrow$ değişmez



$$d = \frac{m}{V} \rightarrow \text{sabit}$$

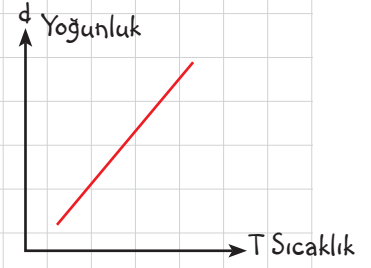
$V \rightarrow$ artar

Sonuç: Yoğunluk (d) AZALIR



$m \rightarrow$ sabit
 $n \rightarrow$ sabit
 $T \rightarrow$ azalır
 $V \rightarrow$ azalır
 $P \rightarrow$ sabit

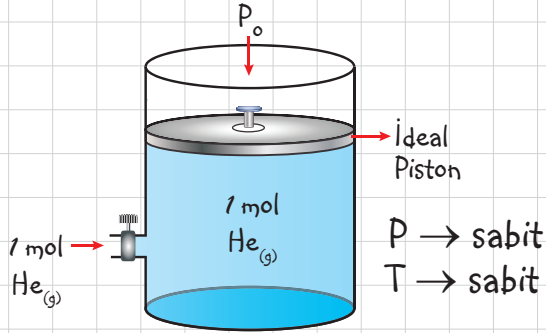
$$d = \frac{m}{V} \rightarrow \begin{matrix} \text{sabit} \\ \text{azalır} \end{matrix}$$



✓ Sıcaklık sabitken kütle değiştiriliyorsa üç durum söz konusudur.

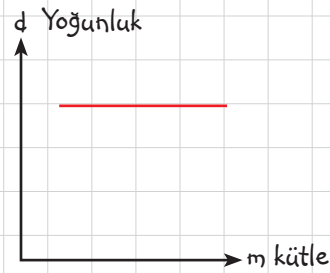
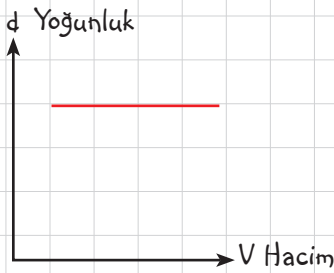
a. Kaba aynı gazdan (ya da mol kütlesi aynı olan gaz) eklenirse;

Gaz eklenince hem hem hem de
iki katına çıkar.



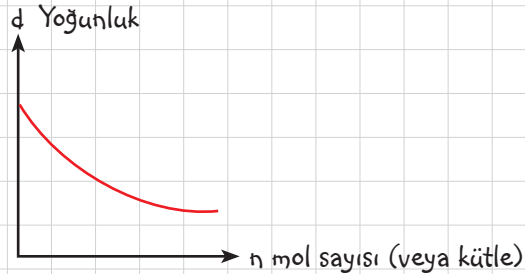
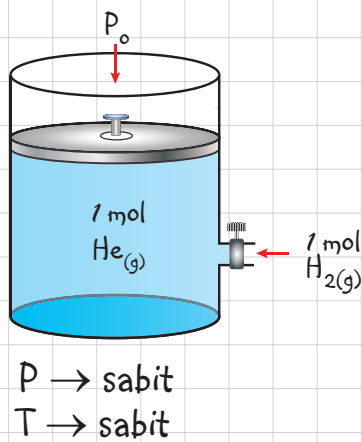
$$\left. \begin{array}{l} 1. \text{ durumda } d_1 = \frac{m}{V} \\ 2. \text{ durumda } d_2 = \frac{2m}{2V} = \frac{m}{V} \end{array} \right\} d_1 = d_2$$

Sonuç: Yoğunluk DEĞİŞMEZ.



b. Kaba mol kütlesi daha küçük olan bir gaz eklenirse;

1 mol He gazı 4 g iken 1 mol H₂ gazı 2 gramdır. Kütle 2 kat artmazken
2 kat artar.

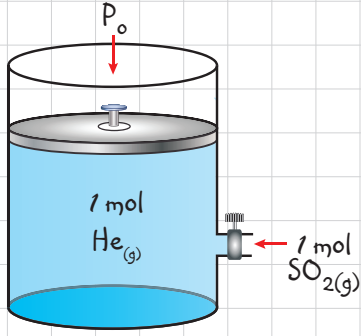


$$\left. \begin{array}{l} 1. \text{ durumda } d_1 = \frac{m}{V} = \frac{4}{V} \\ 2. \text{ durumda } d_2 = \frac{6}{2V} = \frac{3}{V} \end{array} \right\} d_1 > d_2$$

Sonuç: Yoğunluk (d) AZALIR.

c. Kaba mol kütlesi daha büyük olan bir gaz eklenirse;

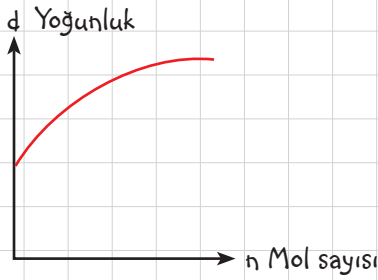
1 mol He gazı 4 gram iken 1 mol SO₂ gazı 64 gramdır. 2 kat artarken kütle çok daha fazla artar.



P → sabit
T → sabit

$$\left. \begin{array}{l} 1. \text{ durumda } d_1 = \frac{m}{V} = \frac{4}{V} \\ 2. \text{ durumda } d_2 = \frac{68}{2V} = \frac{34}{V} \end{array} \right\} d_2 > d_1$$

Sonuç: Yoğunluk (d) ARTAR.



SIRA SİZDE

17

N₂ gazının 0°C sıcaklık ve 1,6 atm basınçtaki yoğunluğu kaç gram/l dir? (N: 14)

Çözüm:

18

İdeal pistonlu kapta 22 gram CO₂ gazının kapladığı hacim 10 litredir. Sabit sıcaklıkta kabın hacminin 30 litre olması için kaba kaç gram SO₂ gazı eklenmelidir? (CO₂ = 44 g/mol SO₂ = 64 g/mol)

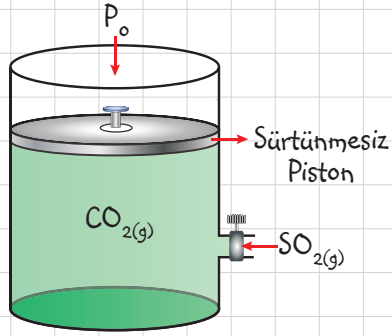
Çözüm:

19

Bir gazın hacmi 2 katına, mol sayısı 3 katına, mutlak sıcaklık 2 katına çıkarılırsa, son basınç ilk basıncın kaç katı olur?

Çözüm:

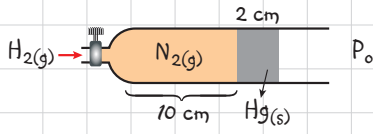
SIRA SİZDE



20

Şekildeki kaba sabit sıcaklıkta SO_2 gazı ekleniyor. Buna göre;
I. gaz yoğunluğu
II. P.V çarpımı
III. basınç değişimleri nasıl olur?
(C: 12 , O: 16 , S: 32)

Çözüm:



21

Şekilde 0,5 mol N_2 gazı sıvı Hg ile hapsedilmiştir. Kaba 2 g H_2 gazı ilave edilir ve (sıvı Hg taşmadan) sıcaklık $27^\circ C$ 'den $177^\circ C$ 'ye çıkarılırsa, N_2 gazı son durumda kaç cm hacim kaplar?
(H: 1 , N: 14)

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: GAZLAR

2.5. GAZ KARIŞIMLARI

2.5.1. Dalton Kısmi Basınçlar Kanunu

2.5.2. Bileşik Kaplarda Gaz Karışımları

2.5.3. Gazların Su Üzerinde Toplanması

2.5. GAZ KARIŞIMLARI

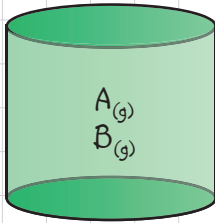
Hayatımızın içindeki birçok gaz karışım hâlinindedir. Bu gaz karışımlarının bazıları tepkime gerçekleştirmezken bir kısmı da tepkime verebilir.

Gaz karışımları basınç yönünden incelendiğinde sırası ile aşağıdaki kanunlara ulaşılmıştır.

2.5.1. Dalton Kısmi Basınçlar Kanunu

Karışımı oluşturan gazların her birinin tek başına yaptığı basınca, o gazın denir.

Bir gaz karışımının, karışımı oluşturan her bir gazın kısmi basınçları toplamına eşittir. Buna, Dalton'un kısmi basınçlar kanunu denir.



V → sabit

A ve B gazlarından oluşan bir gaz karışımında;

A gazının kısmi basıncı → P_A

B gazının kısmi basıncı → P_B

Toplam gaz basıncı → P_T ise,

$$P_T = P_A + P_B \text{ eşitliği kullanılır.}$$

Daha önce öğrendiğimiz Dalton kanununa göre; $\frac{P}{n} = \text{sabit idi. Buna göre;}$

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_A}{n_A} = \frac{P_T}{n_T} &\rightarrow P_A = \frac{n_A}{n_T} \cdot P_T \\ \frac{P_B}{n_B} = \frac{P_T}{n_T} &\rightarrow P_B = \frac{n_B}{n_T} \cdot P_T \end{aligned} \right\} \text{eşitlikleri yazılır.}$$
$$X_A = \frac{n_A}{n_T} \quad X_B = \frac{n_B}{n_T}$$

Gazların toplam mol sayısı içindeki, tek tek mol sayıları oranına denir ve X ile gösterilir.

Son bir düzenleme yaparsak;

$$P_A = X_A \cdot P_T$$

$$P_B = X_B \cdot P_T$$

formülleri oluşur.

Mol kesirleri toplamı her zaman 1'e eşit olur.

$$X_A + X_B = 1$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

2 mol He ve 60gr Ne gazları karışımı sabit hacimli kapta bulunmaktadır. Bu kaptaki toplam basınç 1,5 atm olduğuna göre Ne gazının kısmi basıncı kaç atm'dir? (Ne: 20)

25 **Çözüm:** He $\rightarrow n = 2$ mol Ne $\rightarrow n = \frac{m}{m_A}$ $n = \frac{60}{20}$ $n = 3$ mol

$$n_T = 2 + 3 = 5 \text{ mol} \quad P_{Ne} = n = \frac{n_{Ne}}{n_T} \cdot P_T$$

$$P_{Ne} = \frac{3}{5} \cdot 1,5 = 0,9 \text{ atm}$$

Kapalı bir kaba eşit kütlede He ve C_3H_8 gazı konuluyor. C_3H_8 gazının kısmi basıncı 0,3 atm olduğuna göre gazların kaba yaptığı toplam basınç kaç atm'dir? (He: 4 C: 12 H: 1)

Çözüm: $m = 44$ g alınır;

$$n_{He} = \frac{44}{4} = 11 \text{ mol}$$

$$n_{C_3H_8} = \frac{44}{44} = 1 \text{ mol}$$

$$n_T = 12 \text{ mol}$$

$$P_{C_3H_8} = \frac{n_{C_3H_8}}{n_T} \cdot P_T$$

$$0,3 = \frac{1}{12} \cdot P_T \quad P_T = 3,6 \text{ atm}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Hacmi 11,2 l olan kapalı kaptaki 28 g C_4H_8 gazı $273^\circ C$ 'de bulunmaktadır. Bu kaba dışarıdan kaç gram Cl_2 gazı eklenirse toplam basınç 6 atm olur? ($C_4H_8 = 56 \text{ g/mol}$ $Cl_2 = 72 \text{ g/mol}$)

Çözüm: $n = \frac{28}{56} = 0,5 \text{ mol } C_4H_8$ $T = 273 + 273 = 546K$

27 $P.V = n.R.T$
 $P.11,2 = 0,5 \cdot \frac{22,4}{273} \cdot 546$

$P_{C_4H_8} = 2 \text{ atm} \Rightarrow P_T = P_{C_4H_8} + P_{Cl_2}$

$6 = 2 + P_{Cl_2} \Rightarrow P_{Cl_2} = 4 \text{ atm}$

0,5 mol 2 atm basınç yaparsa,

x 4 atm

$x = 1 \text{ mol } Cl_2 \rightarrow 72 \text{ gram eklenmelidir.}$ (1 mol Cl_2 , 72 gramdır.)

Açık hava basıncının 75cm Hg olduğu bir ortamda 3,2 g CH_4 ve 2,8 g X gazı pistonlu bir kaptaki bulunmaktadır. CH_4 gazının kısmi basıncı 50 cm Hg olduğuna göre X gazının molekül ağırlığı nedir? (H: 1, C: 12)

Çözüm: $P_{CH_4} + P_X = P_T$ $n_{CH_4} = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ mol}$

28 $50 \text{ cmHg} + P_X = 75 \text{ cm Hg}$ $0,2 \text{ mol gaz } 50 \text{ cm Hg ise}$

$P_X = 25 \text{ cm Hg}$ x 25 cm Hg

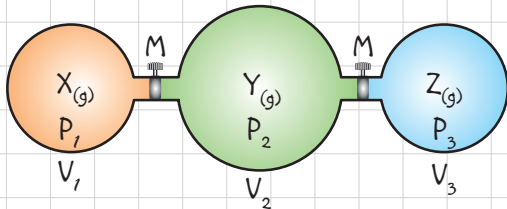
$x = 0,1 \text{ mol X gazı}$

$n = \frac{m}{M_A} \rightarrow M_A = \frac{2,8}{0,1} = 28 \text{ g/mol'dür.}$

2.5.2. Bileşik Kaplarda Gaz Karışımları

● Tepkime Vermeyen Gaz Karışımları

Tepkime vermeyen gazlar, birleşik kaplarda sabit sıcaklıkta musluklar açılınca özelliğinden dolayı birbirleriyle olarak karışırlar.



$T = \text{sabit iken,}$

$P.V = n'dir.$

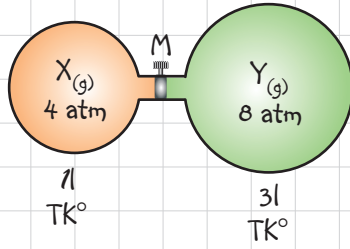
Musluklar açılınca;

$P_1.V_1 + P_2.V_2 + P_3.V_3 = P_T.V_T$

eşitliği elde edilir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

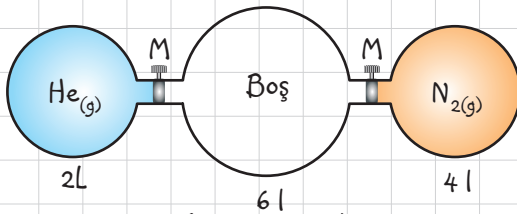


Yandaki şekilde musluk açıldığında kapta oluşan toplam basınç kaç atm olur?

(X ve Y gazları birbirleri ile tepkime vermez.)

29. Çözüm:

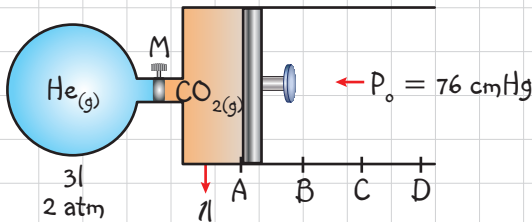
$$V_T = 1 + 3 = 4 \text{ l}$$
$$P_X \cdot V_X + P_Y \cdot V_Y = P_T \cdot V_T$$
$$4 \cdot 1 + 8 \cdot 3 = P_T \cdot 4$$
$$P_T = \frac{4 + 24}{4}$$
$$P_T = 7 \text{ atm}$$



Şekildeki sistemde He gazının basıncı 1 atm'dir. M musluklarının her ikisi de açıldığında sistemin son basıncı 1,5 atm olduğuna göre, başlangıçta N₂ gazının basıncı kaç atm'dir?

30. Çözüm:

$$(T = \text{sabit})$$
$$V_T = 2 + 4 + 6 = 12 \text{ l}$$
$$P_{\text{He}} \cdot V_{\text{He}} + P_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2} = P_T \cdot V_T$$
$$1 \cdot 2 + P_{\text{N}_2} \cdot 4 = 1,5 \cdot 12$$
$$\frac{P_{\text{N}_2} \cdot 4}{4} = \frac{18 - 2}{4}$$
$$P_{\text{N}_2} = 4 \text{ atm}$$



Tepkime vermeyen gazlar, sabit sıcaklıkta musluk açıldığında karışıyor. Sistem dengeye geldiğinde piston hangi bölmede durur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- 31.**
- Dengeye basınç dış basınca eşittir.
 - $P_0 = 76 \text{ cm Hg} = 1 \text{ atm}$

Çözüm:

$$P_{\text{He}} \cdot V_{\text{He}} + P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} = P_T \cdot V_T$$
$$2 \cdot 3 + 1 \cdot 1 = 1 \cdot V_T$$
$$V_T = 7 \text{ l (D noktasında durur.)}$$

● Tepkime Veren Gaz Karışımları (Fen Lisesi Müfredatı)

Karışımındaki gazlar tepkimeye giriyorsa, tepkime öncesi ve sonrası maddelerin mol sayıları dikkate alınarak işlemler yapılır.

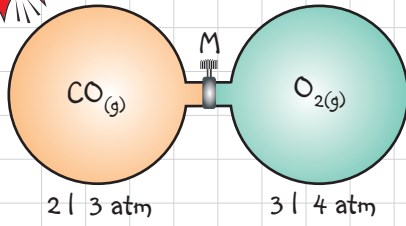
Bu karşılaştırmada

$$P.V = n$$

eşitliğinden yararlanır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR (Fen Lisesi Müfredatı)



Yandaki şekilde sabit sıcaklıkta M musluğu açıldığında, $\text{CO}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$ tepkimesi gerçekleşiyor.

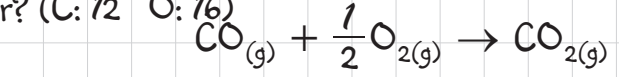
Buna göre, son durumda kaptaki gaz basıncı kaç atm'dir? (C: 12 O: 16)

Çözüm: CO gazı $3 \cdot 2 = 6$ mol

O₂ gazı $3 \cdot 4 = 12$ mol

$$V_T = 2 \text{ l} + 3 \text{ l}$$

$$V_T = 5 \text{ l'dir.}$$



Başlangıç: 6 mol 12 mol -

Değişim: -6 mol -3 mol +6 mol

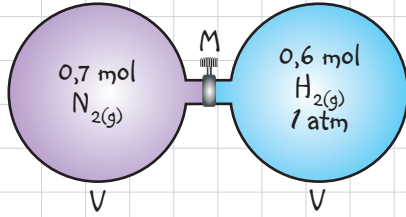
Son durum - 9 mol 6 mol

$$n_T = 15 \text{ mol}$$

$$P_T \cdot V_T = n_T$$

$$P_T = \frac{15}{5} = 3 \text{ atm olur.}$$

32



Musluk açıldığında, sıcaklık iki katına çıkarılırsa $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$ tepkimesi oluyor. Buna göre, kaptaki son basınç kaç atm olur?



Başlangıç: 0,7 mol 0,6 mol -

Değişim: -0,2 mol -0,6 mol +0,4 mol

Son durum: 0,5 mol 0,4 mol 0,4 mol

33

Şimdi ilk ve son durumu $P.V = n.R.T$ 'de karşılaştıralım:

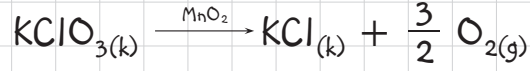
$$\frac{1.V}{P_2 \cdot 2V} = \frac{0,6.R.T}{0,9.R.2T} \text{ (1. Durum)}$$

$$\frac{1}{2P_2} = \frac{0,6}{0,9 \cdot 2} \Rightarrow P_2 = \frac{0,9}{0,6} = 1,5 \text{ atm}$$

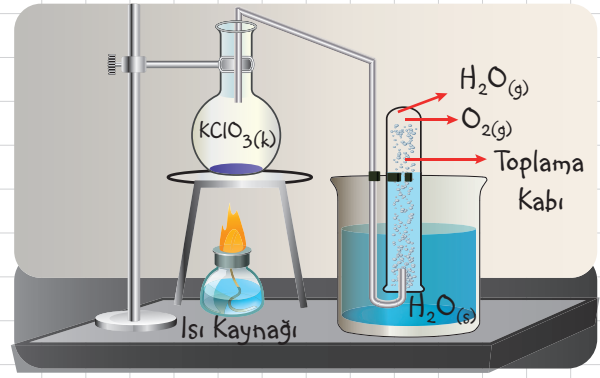
GAZLARIN SU ÜZERİNDE TOPLANMASI

Su ile reaksiyona girmeyen gazlar laboratuvarında elde edilirken genellikle üzerinde toplanır.

Yandaki düzenekte T sıcaklıkta



reaksiyonu gerçekleşiyor. Tepkime sonunda toplama kabında O_2 gazı yanında da toplanır. Dolayısı ile; toplama kabındaki gaz basıncı toplamı, oksijen gazının kısmi basıncı ile o sıcaklıktaki buhar basıncının toplamına eşittir.



✓ Bu tanım X gazı için formüle edildiğinde;

$$P_{\text{Toplam}} = P_x + P_{\text{H}_2\text{O}(g)} \text{ eşitliği bulunur.}$$

✓ Bir sıvının buhar basıncı; \Rightarrow sıvının cinsine, sıvının sıcaklığına, sıvının safsızlığına göre } DEĞİŞİR

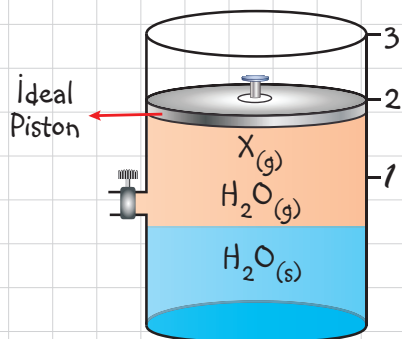
sıvının miktarına, sıvının hacmine, kabın şekline, üzerine uygulanan basınca göre } DEĞİŞMEZ

✓ Bir gazın basıncı ise \Rightarrow gazın hacmine, gazın mol sayısına, gazın sıcaklığına göre } DEĞİŞİR

Aşağıdaki örnekte gazların su üzerinde toplanması konusu işlenmiştir.

X gazı suda çözünmeyen bir gazdır.

✓ Sabit sıcaklıkta ideal piston itilerek 1 nolu konuma itilirse;



➡ Buhar molekülleri sayısı AZALIR.

➡ Sıvı molekülleri sayısı

➡ X gazının kısmi basıncı ARTAR. (2 kat)

➡ Suyun buhar basıncı

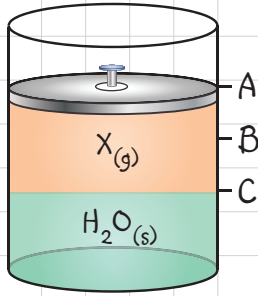
➡ Birim hacimdeki buhar molekülleri sayısı DEĞİŞMEZ.

✓ Sabit sıcaklıkta ideal piston 3 nolu konuma çekilirse;

- Buhar molekülleri sayısı
- Sıvı molekülleri sayısı AZALIR.
- X gazının kısmi basıncı AZALIR. (Yarıya düşer)
- Suyun buhar basıncı
- Birim hacimdeki buhar molekülleri sayısı DEĞİŞMEZ.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki sistemde, sabit sıcaklıkta toplam basınç 750 mmHg'dir. Sabit sıcaklıkta piston B noktasına itilince toplam gaz basıncı kaç mmHg'dir.

(Aynı sıcaklıkta suyun buhar basıncı 50 mmHg'dir. Bölmeler eşit aralıktır.)

34 Çözüm:

$$P_T = P_x + P_{\text{subuharı}}$$

$$P_x = 750 - 50$$

$$P_x = 700 \text{ mmHg}$$

2V iken 700 mmHg ise,

V iken 1400 mmHg olur.

P ve V ters orantılı

$$\text{Son durumda: } P_T = P_x + P_{\text{subuharı}}$$

$$P_T = 1400 + 50$$

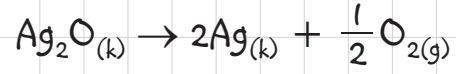
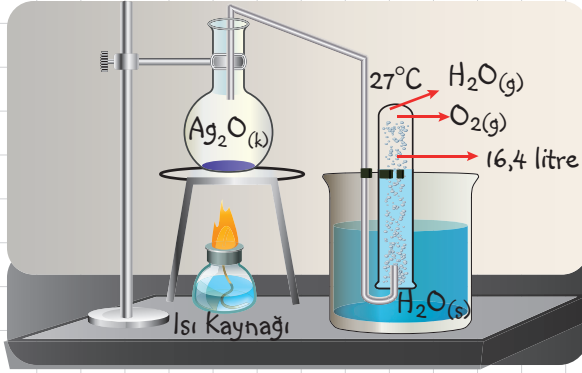
$$P_T = 1450 \text{ mmHg}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

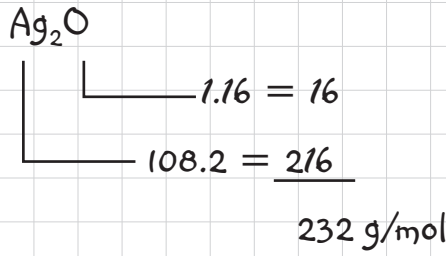


278,4 gram Ag_2O katısının ısıtılarak tamamen ayrıştırılması sonucu açığa çıkan O_2 gazının tümü, su üzerindeki 16,4 litrelik hacmi olan toplama kabında birikiyor.

Sıcaklık 27°C olduğuna göre, toplama kabındaki son basınç kaç mmHg olur?

(27°C 'ta suyun buhar basıncı 27 mmHg'dir. Ag: 108, O: 16)

Çözüm:



$$n = \frac{278,4}{232} = 1,2 \text{ mol Ag}_2\text{O}$$

1 mol Ag_2O $1/2$ mol O_2 gazı ise;

$$1,2 \text{ mol} \quad \times$$

$$x = 0,6 \text{ mol O}_2 \text{ oluşur.}$$

O_2 gazı için;

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ den} \quad T = 27 + 273 = 300\text{K}$$

$$P \cdot 16,4 = 0,6 \cdot \frac{22,4}{273} \cdot 300$$

$$P_{\text{O}_2} = \frac{14,77}{16,4} = 0,9 \text{ atm}$$

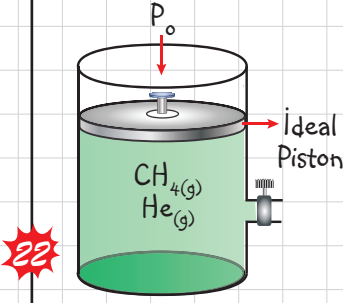
$$P_{\text{O}_2} = 0,9 \text{ atm} \cdot 760 = 684 \text{ mmHg}$$

$$P_T = P_{\text{O}_2} + P_{\text{subuharı}}$$

$$P_T = 684 + 27 = 711 \text{ mmHg olur.}$$

35

SIRA SİZDE



İdeal pistonlu bir kaptaki eşit kütleli CH_4 ve He gazları bulunmaktadır.

Kaptaki He gazının kısmi basıncının, CH_4 gazının kısmi basıncına oranı kaçtır?
(C: 12 , H: 1 , He: 4)

Çözüm:

23

Aynı kap içinde bulunan 4 mol N_2 gazı ile 6 mol Ne gazı, kaba toplam 2,4 atm basınç yaptığına göre N_2 gazının kısmi basıncı kaç atm'dir?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: GAZLAR

2.6. GERÇEK GAZLAR

2.6.1. Gaz - Buhar, Kritik Sıcaklık - Kritik Basınç Kavramları

2.6.2 Soğutucu Akışkanlar

2.6.3. Joule - Thomson Olayı

2.6.4 Faz Diyagramları

2.6. GERÇEK GAZLAR

Gündelik yaşantımızda ve endüstride gazlar önemli rol oynarlar. Şimdiye kadar anlattığımız gaz kanunları, gazların ideal olduğu varsayılarak ifade edilmişlerdir. Hâlbuki doğadaki gazların kendi öz hacimleri olduğu gibi molekülleri arasında çekim kuvvetleri de vardır. Doğadaki gazlar adını alır. Dolayısıyla gerçek gazlar, ve ideallığe yaklaşır.

İdeal gazlar için P.V değeri her basınçta sabitken, gerçek gazlar için P.V değeri değişkendir.

✓ Gerçek gazların öz hacimlerinin varlığı kabul edildiği için;

Gerçek Gazların Hacimleri > İdeal Gazların Hacimleri

✓ Hacim ile basınç ters orantılı olduğu için de;

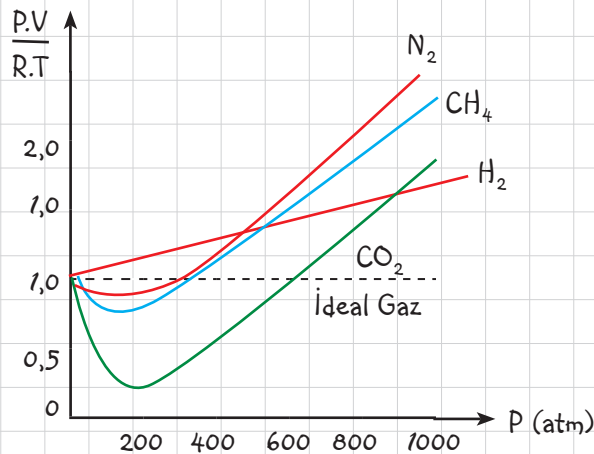
Gerçek Gazların Basıncı < İdeal Gazların Basıncı

İdeal gaz denkleminde göre 1 mol gaz için $\frac{P.V}{R.T} = 1$ dir.

Bu eşitlik için her koşulda (sıcaklık-basınç) sağlanır. Ancak için hiçbir koşulda bu eşitlik sağlanamaz.

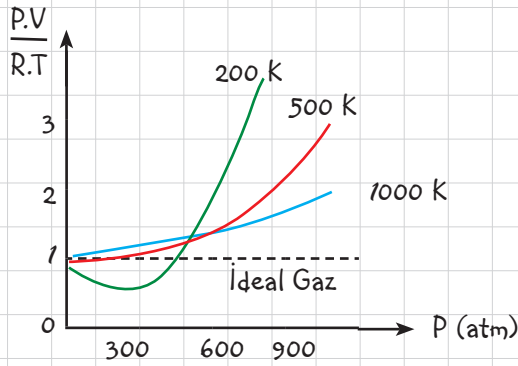
Buna göre;

✓ Farklı gazların ideallikten sapma grafiği aşağıdadır.



$\frac{P.V}{R.T} = 1$ değerinden uzaklaştıkça ideallikten de sapma gösterirler.

- ✓ Aynı gazın farklı sıcaklıklarda ideallikten sapma grafiği aşağıdadır.



Sıcaklık azaldıkça ve basınç arttıkça gaz, ideallikten sapma gösterir.

- ✓ Gazlar, molekül kütlesi arttıkça moleküller arası etkileşim büyüyeceği için ideallikten saparlar.

2.6.1. Gaz - Buhar, Kritik Sıcaklık - Kritik Basınç Kavramları

Gaz fazındaki bir maddenin üzerine basınç uygulanırsa Gazın sıcaklığı arttırıldıkça sıvılaştırılması zorlaşır. Öyle bir sıcaklık vardır ki bu sıcaklığın üzerinde hiçbir basınçta gaz, sıvı faza geçirilemez. Bu sıcaklığa denir. Bu sıcaklık her gaz için farklılık gösterir. Yani ayırt edici özelliştir.

Gazın kritik sıcaklıkta sıvılaştırılabilmesi için gerekli minimum basınca ise denir. (P_k)

Kritik sıcaklık ve basınç değerlerinin altında gaz gibi davranan, sıkıştırıldığında sıvılaşabilen akışkanlara denir.

Kritik sıcaklık ve basınç değerlerinin üzerinde sıkıştırılsa da sıvılaşmayan akışkanlara da deriz.



Buhar doğrudan sıvı veya katı hâle geçebilir. Gazlar ise önce buhar fazına geçmelidir.

Gaz	Kaynama Noktası (°C)	Kritik Sıcaklık (°C)
He	-268,6	-267,8
O ₂	-182,82	-118,2
N ₂	-195,9	-146,8
NH ₃	-33,34	132,4
H ₂ O	100	374,3

2.6.2. Soğutucu Akışkanlar ve Özellikleri

Sıvı hâlden buhar hâle geçerken ortamın ısını kullanıp ve bunun sonucunda ortamın sıcaklığını düşüren akışkanlara denir.

İyi bir soğutucu akışkan, basınç ile sıvılaştırılabilir ve basınç etkisi kaldırıldığında tekrar genişleyerek buhar hâline geçebilmelidir. Daha basit ifade etmek istersek,

Soğutucu akışkanların;

- ✓ Kaynama noktası düşük,
- ✓ Kritik sıcaklığı yüksek olmalıdır.



Oda koşullarında buhar fazında olmalıdırlar.
 H_2O oda koşullarında sıvı fazda olduğu için soğutucu akışkan olarak kullanılmaz.

Soğutucu akışkanların özellikleri aşağıda verilmiştir.

- ✓ Patlayıcı, yanıcı ve zehirli olmamalıdır.
- ✓ Çevreye zarar
- ✓ Ekonomik olmalıdır.
- ✓ Kimyasal tepkime konusunda aktif
- ✓ Oda koşullarında hâlde olmalıdır.
- ✓ Kritik sıcaklığı yüksek, kaynama noktası düşük olmalıdır.
- ✓ Kolay bulunabilir ve ekonomik olmalıdır.
- ✓ Enerji tüketimi az olmalıdır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıdaki tablodan yararlanarak en uygun olan soğutucu akışkanı bulalım.

	Kaynama Noktası (°C)	Kritik Sıcaklık (°C)
H_2O	+100	+374
CH_4	-164	-83
F_2	-188	-129
NH_3	-33	+132

36 Çözüm:

Kaynama noktası $25^{\circ}C$ 'nin altında olmalı. (Buhar hâlde) H_2O bu kritere uymuyor.

Kritik noktası \nearrow , kaynama noktası \searrow olmalıdır. NH_3 bu şartlarda en uygun soğutucu akışkandır.

2.6.3. Joule - Thomson Olayı

Sıvılaştırılmış gazlar buldukları ortamı soğutma özelliğine sahiptir. Örneğin;

- ✓ Sıvılaştırılmış hidrojen gazı bulunduğu ortamı -250°C 'e kadar soğutabilirken,
- ✓ Sıvılaştırılmış hava -180°C 'ye soğutur.

Buradaki prensibin açıklaması aşağıda verilmiştir.

Gazın genişmesi sonucu molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerinin kırılması için enerji gerekir. Bu enerjiyi kendi kullanır. Ani genişme sonucu gaz hızla soğur. Soğuyan gaz bulunduğu ortamdaki ısı alışverişi yaparak ortamın da soğumasını sağlar. Bu olaya "Joule - Thomson" olayı denir.

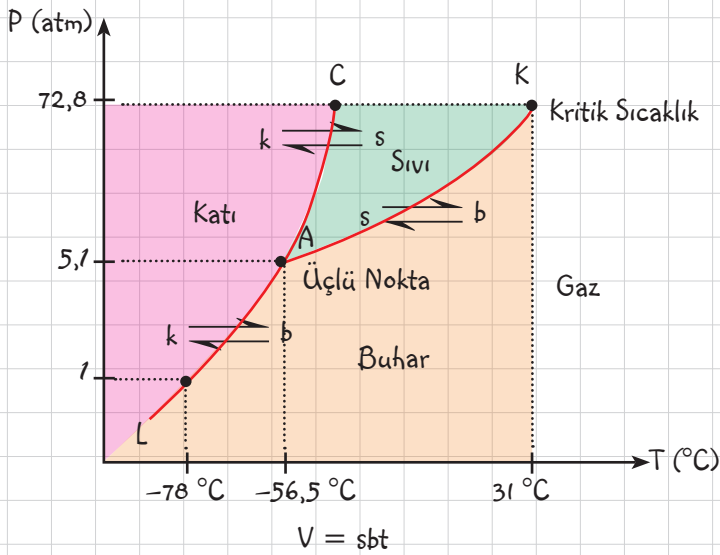
Klimalar, buzdolapları, sanayi soğutucuları vb. bu prensip ile çalışırlar.

2.6.4. Faz Diyagramları

Her yerinde aynı fiziksel özellikleri gösteren madde bölümlerine denir. Bir maddenin belirli basınç ve sıcaklık değerlerinde katı, sıvı, buhar ve gaz hâllerinden hangisinde bulunduğunu gösteren grafiklere denir.

CO_2 ve H_2O 'nun faz diyagramlarının açıklamaları;

● Karbondioksitin (CO_2) Faz Diyagramı



(C - A) katı - sıvı eğrisi
(L - A) katı - buhar eğrisi
(K - A) buhar - sıvı eğrisi

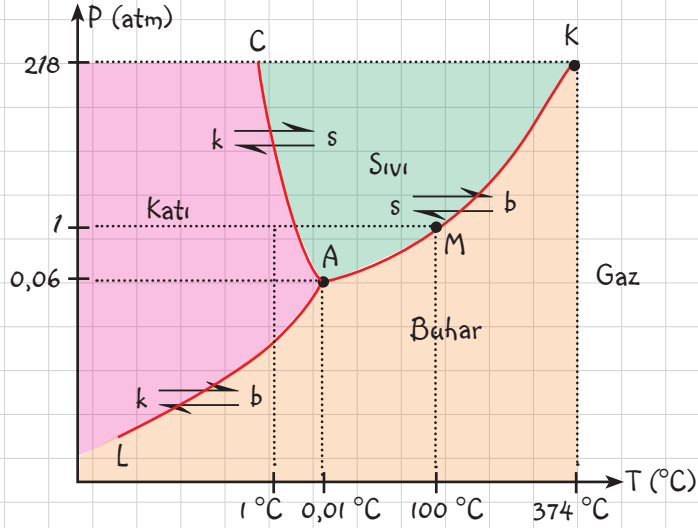
Karbondioksit yüksek basınç altında sıvı hâle geçer. Buradaki A noktası "üçlü nokta" olarak adlandırılır. Yani 5,1 atm $-56,5^{\circ}\text{C}$ 'de, CO_2 'in üç fazı da ortamda bulunabilir.

K noktası ise "kritik sıcaklık" adını alır. Yani 72,8 atm ve 31°C 'nin altında CO_2 sıvılaştırılabilir. Bu sıcaklığın üzerinde hiçbir altında sıvılaştırılmaz.



Normal atmosfer basıncında, hiçbir sıcaklıkta CO_2 erimez. Dolayısıyla CO_2 sıvılaşmayıp direkt buhar hâline geçtiğinden katı CO_2 'ye "kuru buz" denir.

● Suyun (H_2O) Faz Diyagramı



(C - A) katı - sıvı eğrisi
(L - A) katı - buhar eğrisi
(K - A) buhar - sıvı eğrisi

M noktası, 1 atm'de suyun kaynama noktasıdır. Su gibi donarken hacmi büyüyen sıvıların faz diyagramlarında da katı-sıvı eğrisi dışa doğru eğimlidir. Bu tür sıvılarda basınç artışı erime ve donma noktasının neden olur.

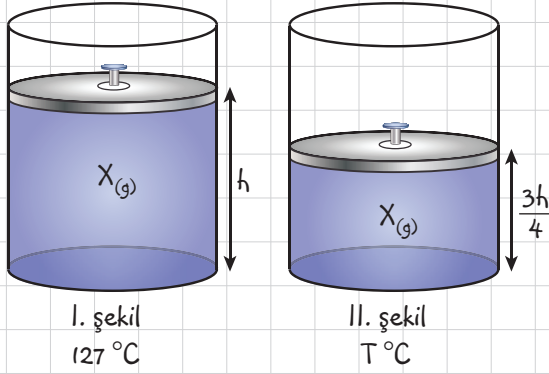
Ayrıca katı hâllerinin özkütleleri sıvı hâllerinin özkütlelerinden küçüktür. Yani katıları kendi sıvısında yüzebilir.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ TEST

1.



Sürtünmesiz bir pistonla hapsedilen X gazı, II. durumda iken kaç °C sıcaklıktadır?

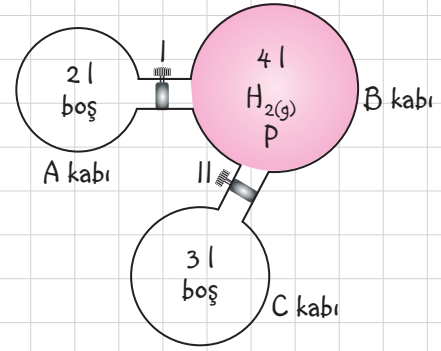
- A) 27 B) 54 C) 152
D) 310 E) 420

2.

Sabit hacimli bir kaptaki bulunan 32 g SO_2 gazının 273°C taki basıncı 4 atm olarak ölçülüyor. Buna göre, kabın hacmi kaç litredir? (S: 32, O: 16)

- A) 89,6 B) 44,8 C) 22,4
D) 11,2 E) 5,6

3.

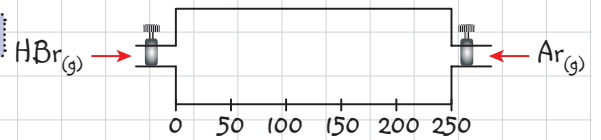


Şekildeki sistemde önce I numaralı vana açılıyor. Basınç dengesi sağlandıktan sonra vana tekrar kapatılıyor. Aynı işlem II numaralı vana ile de tekrarlanıyor.

Buna göre, son durumda A ve C kaplarındaki basınçlar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	A kabı	C kabı
A)	$2P/3$	$4P/3$
B)	$4P/9$	$2P/3$
C)	$8P/21$	$4P/7$
D)	$2P/3$	$8P/21$
E)	$4P/7$	$4P/9$

4.



Yukarıdaki cam borunun bir ucundan HBr gazı, diğer ucundan Ar gazı aynı anda gönderiliyor.

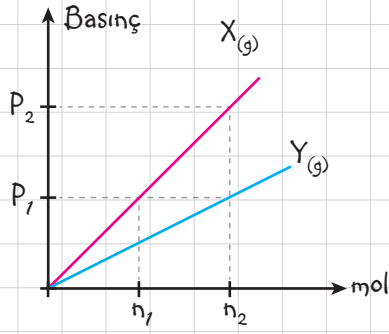
Gazların sıcaklık ve basınçları aynı olduğuna göre, HBr ve Ar gazları kaçta karşılaşırlar? (Boru eşit bölmelidir.)

HBr: 81 g/mol, Ar = 36 g/mol

- A) 50 B) 100 C) 150
D) 200 E) 250

ÇÖZÜMLÜ TEST

5.



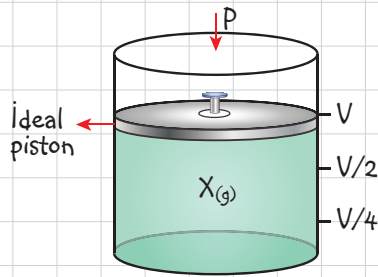
X ve Y gazlarının basınçlarının mol sayıları ile değişimi grafikte verilmiştir. Buna göre;

- I. $n_X = n_Y$ ise $P_X > P_Y$ 'dir.
- II. $P_X = P_Y$ ise $n_X > n_Y$ 'dir.
- III. $V_X = V_Y$ ise $T_X > T_Y$ 'dir.
- IV. $T_X = T_Y$ ise $V_X > V_Y$ 'dir.

yargılardan hangileri doğrudur?

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

6.



Şekildeki sistemde pistonlu kap içerisinde n mol X gazı bulunmaktadır.

Piston $\frac{V}{4}$ konumuna getirilip sistemin sıcaklığı yarıya düşürülürse, X gazının son basıncı kaç P olur?

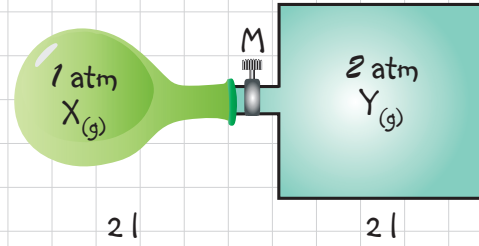
- A) 2P B) 4P C) 6P
D) 8P E) P

7.

N.Ş.A.'da 1,43 g/l özkütleyle sahip bir gazın 20°C ve 740 mmHg basınçtaki özkütlesi nedir?

- A) 1,12 B) 1,29 C) 1,37
D) 2,74 E) 2,59

8.



Sabit hacimli cam kapta 2 atm basınçta Y gazı, elastik balonda ise 1 atm'lik basınç yapan X gazı bulunmaktadır. Aynı sıcaklıkta musluk açılıp gazlar reaksiyona girmeden karıştırıldığında elastik balonun son hacmi kaç litre olur?

- A) 7 B) 6 C) 5 D) 4 E) 3

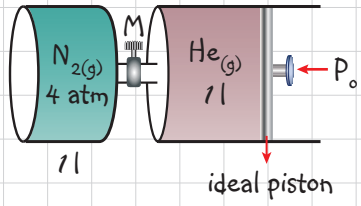
9.

Kapalı sabit hacimli bir kaptaki kısmi basınçları birbirine eşit olan bir karışım elde etmek için 6,6 g CO_2 gazı ile kaç g NO_2 gazı karıştırılmalıdır? (C: 12 N: 14 O: 16)

- A) 1,5 B) 2,6 C) 2,9
D) 3,2 E) 4,5

ÇÖZÜMLÜ TEST

10.



Açık hava basıncının 1 atm olduğu bir ortamda, sabit sıcaklıkta M musluğu açılıyor.

Sistem dengeye ulaştıktan sonra N_2 gazının kısmi basıncı kaç atm olur?

- A) 0,8 B) 1 C) 1,6
D) 2 E) 2,5

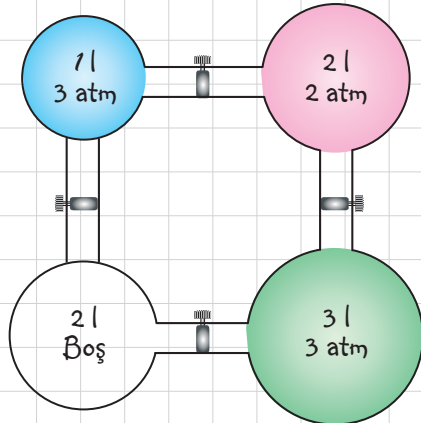
12.

İki farklı gaz için aynı sıcaklık ve basınçta;

- I. birim hacimdeki tanecik sayısı,
 - II. difüzyon hızı,
 - III. moleküllerin ortalama kinetik enerjisi,
 - IV. özkütle
- niceliklerden hangileri farklı değerler alabilir?

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

11.



Aynı ortamda şekildeki sistemdeki tüm musluklar aynı anda açılıyor.

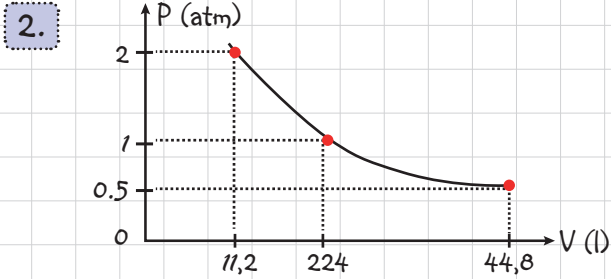
Sabit sıcaklıkta son durumda sistemin basıncı kaç atm olur?

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

TEST 1

1. Bir gazın hacmini %20 arttırmak için gazın sabit sıcaklıktaki basıncının 2,4 atm'den kaç atm'ye değiştirmek gerekir?

A) 2
B) 4
C) 8
D) 10
E) 12



7 g X gazının 546°K 'de basınç-hacim değişimi grafiği yukarıdadır.

Buna göre,

- I. X gazının molekül kütlesi 28'dir.
- II. X gazının mol sayısı 0,25'dir.
- III. 4 atm basınçta X gazının özkütlesi 1,25 g/l'dir.

X gazı için yargılardan hangileri doğrudur?

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

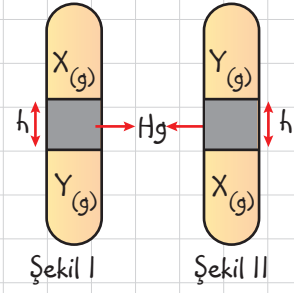
3. Bir uçaktan atlayan ve elinde şişirilmiş bir balon bulduran parasütcü yere indiğinde balondaki gaza ilişkin,

- I. Gazın özkütlesi artar.
- II. Gaza ait P.V değeri değişmez.
- III. Gazın basıncı artar.

yukarıdaki yargılardan hangileri gerçekleşir?

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

4. Cıva ile birbirinden ayrılan X ve Y gazlarının bulunduğu Şekil-I'deki tüp aynı ortamda ters çevrilerek



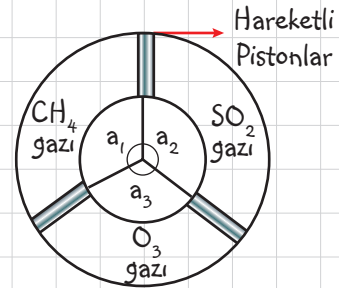
Şekil-II'deki duruma getirilirse,

- I. $X_{(g)}$ 'in basıncı artar. $Y_{(g)}$ 'nin basıncı azalır.
- II. $X_{(g)}$ ve $Y_{(g)}$ 'nin (P.V) çarpımı değişmez.
- III. $X_{(g)}$ 'in yoğunluğu artar. $Y_{(g)}$ 'nin yoğunluğu azalır.

yargılardan hangileri doğru olur?

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

- 5.



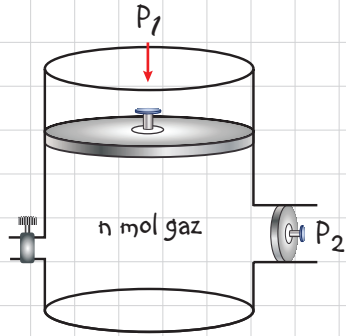
Yukarıdaki pistonlu kaptaki aynı sıcaklıkta eşit kütleli CH_4 , SO_2 ve O_3 gazları bulunmaktadır.

Buna göre a_1 , a_2 ve a_3 açılarının kaç derece olduğunu bulunuz.

a_1	a_2	a_3
A) 60	60	60
B) 180	135	45
C) 120	180	60
D) 60	90	150
E) 120	120	120

TEST 1

6.



İdeal gaz ile dolu olan yukarıdaki düzeneğe, sıcaklık sabit tutularak;

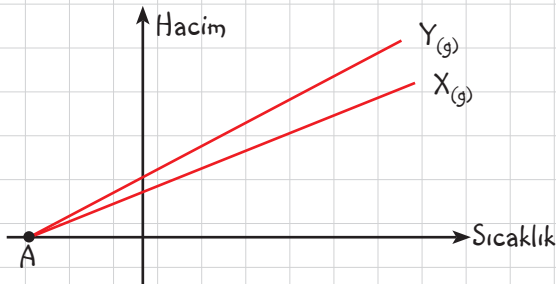
- I. n ve P_2 sabit iken P_1 'in aşağıya itilmesi,
- II. P_1 sabit, P_2 serbest iken ortama gaz eklenmesi,
- III. P_1 ve P_2 sabit iken ortama gaz eklenmesi

işlemlerden hangileri uygulanırsa P.V değeri değişir?

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

7.

Aşağıdaki grafik X ve Y gazlarının eşit mollerinin hacim sıcaklık değişimlerini göstermektedir.

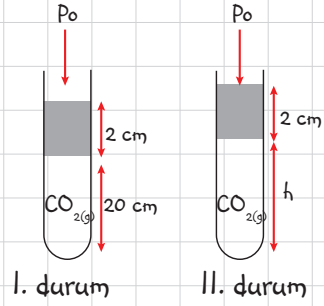


- I. Sıcaklık birimi K'dir.
- II. A noktası mutlak sıcaklıktır.
- III. Aynı sıcaklıkta X'in basıncı Y'ninkinden küçüktür.

Buna göre aşağıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

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

8.



Cam bir tüp içine 2cm yüksekliğindeki cıva yardımı ile CO_2 gazı sıkıştırılmıştır. Açık hava basıncının 1 atm olduğu yerde I. durumdaki 27°C 'deki CO_2 gazı ısıtılarak 87°C 'deki II. duruma getiriliyor. Buna göre h yüksekliği kaç cm'dir?
A) 22 B) 24 C) 26 D) 28 E) 30

9.

Şahin, tamamen kapalı bir teneke kutu içerisindeki gazın sıcaklığını 90°C ölçüyor ve kutu üzerine 70°C 'de sıcaklığındaki suyu döküyor. Buna göre Şahin,

- I. Kutuda değişiklik olmaz.
 - II. Kutu içinde basınç artacağı için kapağı fırlar.
 - III. Kutu içeri doğru çöker.
- yukarıdaki değişimlerden hangilerini gözlemler?

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

10.

0,4 mol $\text{Ne}_{(g)}$
0,2 mol $\text{He}_{(g)}$
0,4 mol $\text{CO}_{2(g)}$

Yandaki gazlar 0°C 'de 11,2 litre hacim kaplayan bir kaptadır.

Buna göre her bir gazın kısmi basıncı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- | | | | |
|----|-----------------|-------------------|-----------------|
| | P_{He} | P_{CO_2} | P_{Ne} |
| A) | 0,2 | 0,2 | 0,4 |
| B) | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| C) | 0,4 | 0,8 | 0,4 |
| D) | 0,4 | 0,8 | 0,8 |
| E) | 0,2 | 0,4 | 0,8 |

TEST 2

1. Aynı koşullarda eşit hacim kaplayan gazlardan CH_4 gazı 24gr gelirken, XO_2 gazı 66 g geliyor. Buna göre X'in atom kütleleri nedir?
(O: 16 C: 12 H: 1)

- A) 64 B) 44
C) 32 D) 14
E) 12

2. Bir cam balon boşken 100 g O_2 gazı ile dolu iken 108 g aynı koşullarda X gazıyla doldurulduğunda 111 g gelmektedir.

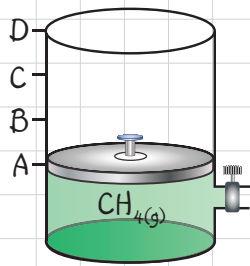
Buna göre, X gazının formülü aşağıdakilerden hangisidir?
(O: 16 N: 14)

- A) N_2 B) NO
C) N_2O D) N_2O_3
E) N_2O_5

3. İdeal pistonla kapatılmış bir kaptaki CH_4 gazı bulunmaktadır. Aynı koşullarda kaba X gazı eklendiğinde piston D noktasına kadar çıkıyor. Kaptaki toplam kütle 7 katına çıktığına göre, X gazı aşağıdakilerden hangisidir?

(S:32, Ne:20, C = 12 O:16, H:1)
(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) H_2 B) Ne
C) CO D) O_2
E) SO_2



4. Belli miktar bir gaz, basıncı sabit tutularak ısıtılıyor. Bu gaza ilişkin aşağıda verilen niceliklerdeki değişimler için hangisi doğrudur?

Hacim	Özkütle	Moleküllerin ortalama hızı
A) azalır	azalır	artar
B) artar	artar	azalır
C) artar	azalır	artar
D) artar	azalır	değişmez
E) değişmez	değişmez	artar

5. CH_4 moleküllerinin hangi sıcaklıktaki hızı He moleküllerinin 127°C 'deki hızına eşit olur?

- A) 0°C B) 132°C
C) 273°C D) 546°C
E) 1327°C

6. Aynı koşullarda eşit mol sayılarındaki X, Y, Z gazları için şu bilgiler verilmektedir:

- I. Molekül ağırlığı en büyük olan Z'dir.
 - II. Yayılma hızı en büyük olan X'dir.
- Buna göre, gazların yoğunlukları için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) $d_x > d_y > d_z$
B) $d_y > d_z > d_x$
C) $d_z > d_y > d_x$
D) $d_z > d_x > d_y$
E) $d_x > d_z > d_y$

TEST 2

7.



Sıcaklığı sabit tutulan bir ortamda bulunan şekildeki cam borunun M ucuna derişik HCl çözeltisi, N ucuna ise derişik NH_3 çözeltisi emdirilmiş birer parça pamuk konulmuştur. Musluklar açılınca sistemdeki HCl ve NH_3 gazları ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

(NH_3 : 17 g/mol, HCl: 36,5 g/mol)

- A) Tepkime vererek NH_4Cl 'yi oluştururlar.
- B) Verdikleri tepkime, başlangıçta borunun N ucuna daha yakın bölgesindedir.
- C) Derişimlerin değişmesi tepkimenin ilk oluştugu yeri değiştirmez.
- D) HCl moleküllerinin ortalama hızı daha küçüktür.
- E) Moleküllerin ortalama kinetik enerjileri eşittir.

8.

He ve CH_4 gazlarının ortalama hızları ile ilgili,

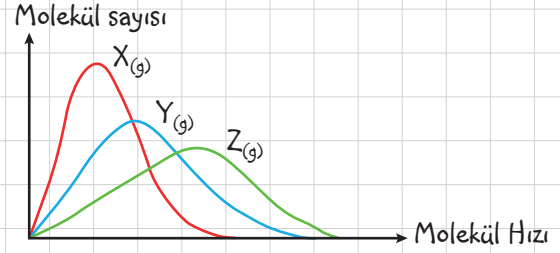
- I. 27°C 'deki He'nin hızı 27°C 'deki CH_4 ün hızının 2 katıdır.
- II. -23°C 'deki He moleküllerinin hızı 727°C 'deki CH_4 moleküllerinin hızına eşittir.
- III. 25°C 'deki He gazı 700°C 'deki He gazından daha yavaştır.

yargılardan hangileri doğrudur?
(H: 1 O: 16 C: 12)

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

9.

He, CH_4 ve O_2 moleküllerinin aynı sıcaklıktaki molekül sayısı ve hız dağılım grafiği aşağıdaki gibidir.



Buna göre X, Y ve Z eğrileri hangi gazın moleküllerine aittir?

(He: 4, CH_4 : 16, O_2 : 32)

	X	Y	Z
A)	He	O_2	CH_4
B)	He	CH_4	O_2
C)	O_2	He	CH_4
D)	O_2	CH_4	He
E)	CH_4	O_2	He

10.

Orçun difüzyon yasalarını incelerken oksijen gazının 20 saniyede yayıldığı bir delikten, aynı koşullarda ve aynı hacimdeki X gazının 5 saniyede yayıldığını gözlemliyor.

Buna göre X gazının mol kütlesi nedir?

(O: 16)

- A) 2
- B) 4
- C) 16
- D) 24
- E) 28

11.

Aynı ortamda bulunan C_3H_6 ve SO_2 gazlarından C_3H_6 'nın yoğunluğu 0,21 g/l'dir.

Buna göre SO_2 gazının yoğunluğu kaç g/l'dir?

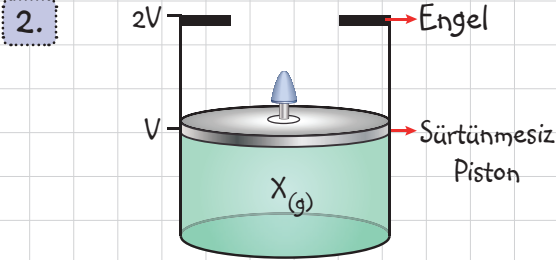
(C: 12 H: 1 S: 32 O: 16)

- A) 0,16
- B) 0,22
- C) 0,24
- D) 0,32
- E) 0,64

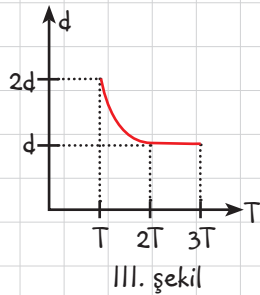
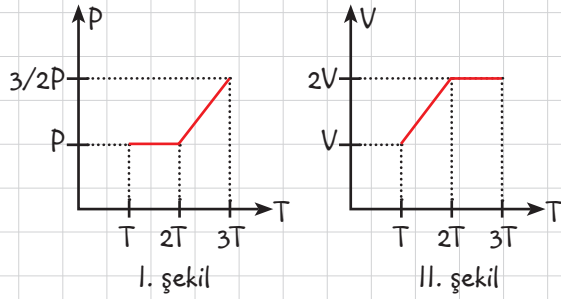
TEST 3

1. N.K.'da 12 litre hacim kaplayan C_3H_8 gazı, $546^\circ C$ sıcaklıkta 2 atm basınç altında ne kadar hacim kaplar?

A) 24 B) 22 C) 20 D) 18 E) 16



Şekildeki kaptaki T mutlak sıcaklıkta n mol X gazı vardır. Sıcaklık $3T$ 'ye çıkarılıyor. Buna göre,



Yukarıdaki grafiklerden hangileri doğrudur?

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

3. $0^\circ C$ 'de 4 atmosfer basınçta 4 l hacim kaplayan gazın 1520 mmHg basınçta 16 l hacim kaplaması için sıcaklığın kaç $^\circ C$ olmalıdır?

A) 0 B) 100
C) 273 D) 323
E) 546

4. Buse deney yapmak amacıyla sıcaklığın $27^\circ C$, açık hava basıncının 760 mmHg olduğu bir ortamda 5 litrelik uçan balonu elinden bırakıyor. Balon yükselerek sıcaklığın $-3^\circ C$ ve açık hava basıncının 380 mmHg olduğu bir yüksekliğe çıkınca balonun hacmi kaç litre olur?

A) 10 B) 9 C) 8 D) 7 E) 5

5. 1,5 atm basınç ve $27^\circ C$ sıcaklıkta 82 l'lik bir botu şişirmek için özkütlesi $0,88 g/cm^3$ olan sıvı karbondioksitten kaç ml gereklidir? (CO_2 : 44 g/mol)

A) 50 B) 100
C) 200 D) 250
E) 500

TEST 3

6. 10m derinlikte bir gölün dibinde 7°C 'de hacmi $0,7\text{ cm}^3$ olan bir hava kabarcığının 27°C 'deki açık havaya çıkınca hacmi kaç cm^3 olur?
(Açık hava basıncı = 1 atm, 10 m derinlikte suyun basıncı = 2 atm)

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

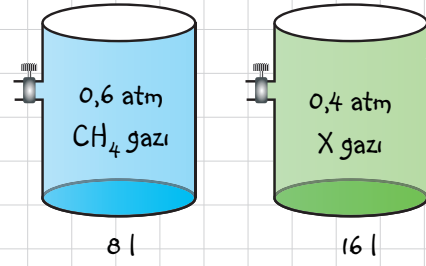
7. Gazlar aşağıdaki koşulların hangisinde ideale en yakındır?

- A) 6 atm, 100°k
B) 1 atm, 600°k
C) 3 atm, 200°k
D) 1,5 atm, 400°k
E) 2 atm, 300°k

8. 0°C 'de 22,4 litrelik bir kaptta 4 atm basınç yapan O_2 ve SO_2 karışımı 224 gramdır.
Buna göre bu gaz karışımında kaç gram O_2 gazı bulunur?
($\text{O}_2 = 32\text{ g/mol}$ $\text{SO}_2 = 64\text{ g/mol}$)

- A) 16 B) 32
C) 48 D) 64
E) 96

9.



Yukarıda verilen 8 litre hacimli kaptta 273°K sıcaklıkta 0,6 atm basınç yapan CH_4 gazı ile 16 litre hacimli kaptta 546°K sıcaklıkta 0,4 atm basınç yapan X gazının kütleleri eşittir.
Buna göre X gazının mol kütlesi kaç g/mol'dür? (H: 1 C: 12)

- A) 36 B) 24
C) 18 D) 16
E) 12

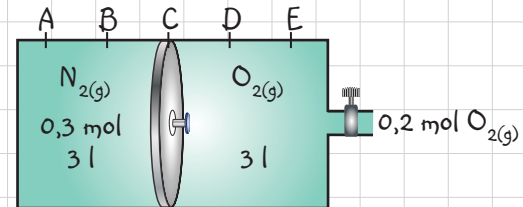
10.

Sabit hacimli bir kaptta 6 mol N_2O_4 gazı 120 cmHg basınç yapmaktadır. N_2O_4 gazı sabit sıcaklıkta NO_2 gazına ayrıştığında kaptaki basınç 160cmHg oluyor.

Buna göre, N_2O_4 'ün molce % kaç ayrışmıştır?

- A) 20 B) 33,3
C) 40 D) 45
E) 50

11.



Yukarıda sabit sıcaklıktaki sisteme musluk açılarak 0,2 mol daha O_2 gazı ekleniyor.

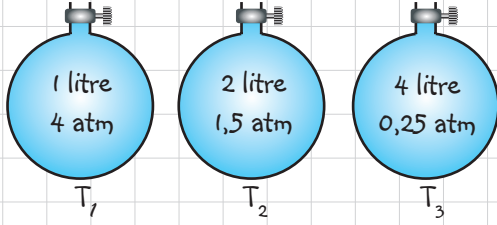
Buna göre, son durumda piston nerede durur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) A noktasında B) B noktasında
C) D-C arasında D) A-B arasında
E) C-B arasında

TEST 4

1.



Yukarıdaki üç ayrı gaz kabında eşit kütlelerde oksijen gazı bulunmaktadır.

Bu gazların sıcaklıkları (T_1, T_2, T_3) için aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) $T_1 = T_2 = T_3$
 B) $T_1 = T_2 > T_3$
 C) $T_1 > T_2 = T_3$
 D) $T_1 > T_2 > T_3$
 E) $T_3 > T_2 > T_1$

2.

Gaz	Basınç	Hacim	Sıcaklık
X	P	V	27 °C
Y	3P	2V	127 °C

Tabloda X ve Y gazına ait hacim, basınç ve sıcaklık değerleri verilmiştir. X'in mol sayısı n ise, Y'nin mol sayısı kaç " n " dir?

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

3.

Sabit sıcaklıkta kapalı bir kaptaki eşit kütlelerde C_2H_6 ve NO gazları bulunmaktadır.

Bu gazlara ilişkin olarak aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?
 (C:12, H:1, N:14, O: 16)

- A) Moleküllerin ortalama kinetik enerjileri eşittir.
 B) Gazların molekül sayıları eşittir.
 C) Gazların yoğunlukları eşittir.
 D) C_2H_6 'nin kısmi basıncı, NO'nun kısmi basıncından büyüktür.
 E) C atomlarının sayısı, N atomlarının sayısından büyüktür.

4.

Bütan gazı (C_4H_{10}) tüpü 27°C'de 11600 gram gazla doldurulduğunda basınç 20 atmosfer oluyor. Gazın yarısı kullanıldığında 57°C'de basınç kaç atmosfer olur?
 (C_4H_{10} : 58 g/mol)

- A) 37,5 B) 50
 C) 87,5 D) 110
 E) 162,5

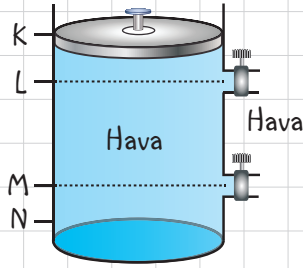
5.

Bir silindirde bulunan 60 gram gazın basıncı 4 atmosferdir. Dış atmosfer basıncı 1 atm olduğuna göre, silindirin musluğu açılırsa kaç gram gaz dışarı çıkar?

- A) 16g B) 45g
 C) 48g D) 50g
 E) 60g

TEST 4

6.



Şekildeki kaptaki ideal piston, musluklar kapalıyken K düzeyinde durmaktadır. M muslukları açılırsa piston nerede durur?

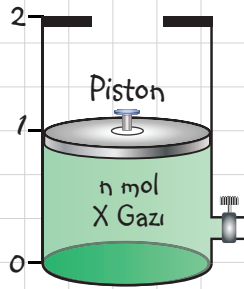
- A) L'de B) M'de
C) N'de D) LM arasında
E) MN arasında

7.

Sabit hacimli kaptaki bulunan bir gazın bir miktarı dışarı çıkarıldığında kabın basıncının 3 atm'den 2 atm'e düştüğü ve sıcaklığının da 27°C 'den -23°C 'e indiği gözlemleniyor. Buna göre, gaz moleküllerinin % kaç kaptaki kalmıştır?

- A) 10 B) 20
C) 25 D) 75
E) 80

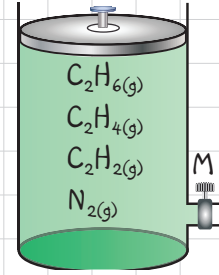
8.



Hareketli pistonla kapatılmış yukarıdaki silindire n mol X gazı varken basınç P'dir. Silindire $5n$ mol X gazı daha eklenirse sistemdeki basınç kaç P olur?

- A) 0,5 B) 1,5
C) 2 D) 3
E) 6

9.



Sürtünmesiz pistonlu bir kaptaki mol sayıları eşit $\text{C}_2\text{H}_6 - \text{C}_2\text{H}_4 - \text{C}_2\text{H}_2 - \text{N}_2$ gazları bulunmakta iken M musluğu kısa bir süre için açılıp tekrar kapatılıyor.

Buna göre, sabit sıcaklıkta aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

(C: 12, H: 1, N: 14)

- A) Hacim azalır, kütle azalır, özkütle artar.
B) Kısmi basınçları arasında $P_{\text{C}_2\text{H}_6} > P_{\text{C}_2\text{H}_4} = P_{\text{N}_2} > P_{\text{C}_2\text{H}_2}$ ilişkisi vardır.
C) Moleküllerin kinetik enerjisi değişmez.
D) N_2 ve C_2H_4 gazlarının molekül sayıları eşit, C_2H_6 molekül sayısından azdır.
E) Kaptaki kalan gazların kütleleri arasında $M_{\text{C}_2\text{H}_6} < M_{\text{C}_2\text{H}_4} = M_{\text{N}_2} < M_{\text{C}_2\text{H}_2}$ ilişkisi vardır.

10.

Sabit hacimli bir kaptaki bulunan O_2 gazına, aynı sıcaklıkta eşit kütleda CH_4 gazı ekleniyor.

Buna göre son durumda,

- I. Yoğunluk 2 katına çıkar.
II. Molekül sayısı 3 katına çıkar.
III. Basınç 3 katına çıkar.
yargılardan hangileri doğrudur?

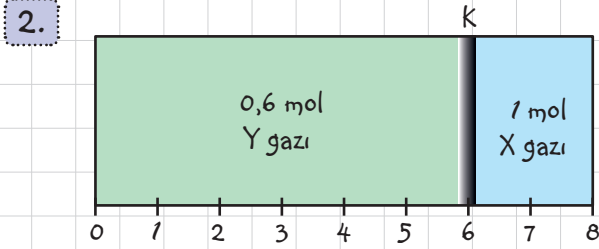
(O_2 : 32, CH_4 : 16)

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

TEST 5

1. 48g O_2 ve 38g X_2O_3 gazlarını içeren bir karışımın toplam basıncı 600mmHg'dir ve O_2 'nin kısmi basıncı 450 mmHg'dir. Buna göre X elementinin atom ağırlığı kaçtır? (O: 16)

A) 12 B) 14
C) 16 D) 28
E) 38

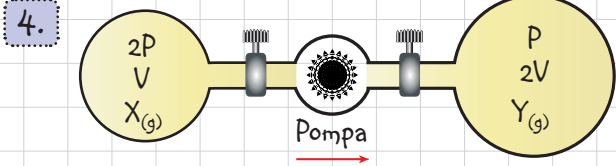


Şekilde iki gaz arasında bulunan K pistonu sabit durumda iken, piston serbest bırakılırsa kaç numaralı bölmede durur? (Aralıklar eşittir.)

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

3. Kısmi basınçları eşit bir gaz karışım elde etmek için 16gr O_2 ile kaç gram CH_4 karıştırılmalıdır? (O_2 : 32, CH_4 : 16)

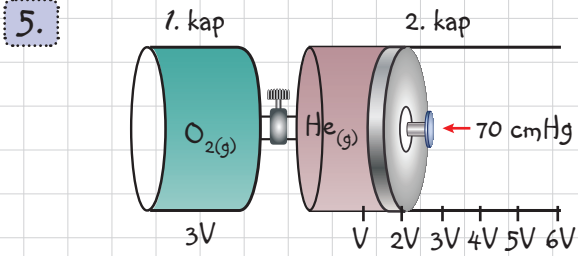
A) 4 B) 8
C) 12 D) 16
E) 32



Şekildeki kapların iç hacimleri V ve 2V'dir. Kaplarda basınçları sırasıyla 2P ve P olan aynı sıcaklıkta, aynı tür ideal gaz vardır.

Aradaki pompa ile sıcaklık değişmeden X kabındaki gaz moleküllerinin yarısı Y kabına aktarılırsa, Y kabındaki gazın son basıncı kaç P olur?

A) $\frac{3}{2}P$ B) $\frac{5}{2}P$
C) P D) 2P
E) 3P



Şekildeki sistemde M musluğu açılıncaya hareketli piston 5V konumuna geliyor. Buna göre, O_2 gazının M musluğu açılmadan önceki basıncı kaç cmHg'dir?

A) 70 B) 140
C) 280 D) 420
E) 560

6. Bir kapta 6,4 g O_2 , 5,6 g N_2 , 9,6 g CH_4 gazları bulunmakta ve bu gazların kaba 40 atm'lik basınç uygulanmaktadır.

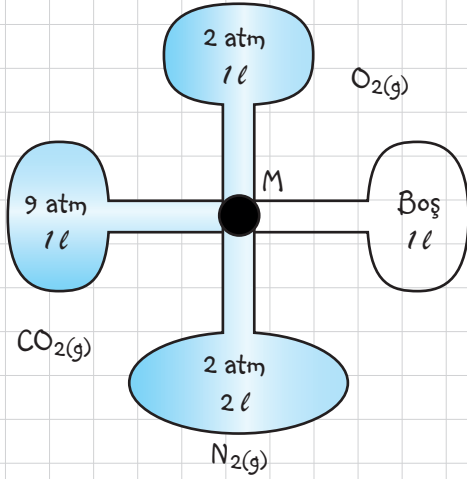
Buna göre gazların kısmi basınçları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

(H = 1 C = 12 N = 14 O = 16)

	P_{O_2}	P_{N_2}	P_{CH_4}
A)	10	10	20
B)	4	4	32
C)	8	8	24
D)	5	5	30
E)	5	10	25

TEST 5

7.



Şekildeki birleşik kapta bulunan gazların M musluğu açılarak sıcaklık değişmeden karışması sağlandığında,

- I. N₂ gazının kısmi basıncı 0,8 atm'dir.
 - II. O₂ gazının kısmi basıncı 1 atm'dir.
 - III. Toplam basınç 1,8'dir.
- Yargılarından hangileri doğru olur?

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

8.



tepkimesi gaz fazında gerçekleşiyor. N₂O₄'ün %75'i NO₂ gazına dönüşüyor ve sıcaklık tekrar ilk durumuna getiriliyor. Sabit basınçlı kapta gerçekleşen bu tepkime için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

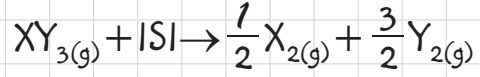
- A) Molekül sayısı artar.
B) Tepkimede kütle korunmuştur.
C) Basınç değişmez.
D) Taneciklerin ortalama kinetik enerjileri değişmez.
E) Gazın ortalama yoğunluğu değişmez.

9.

Kapalı bir kapta 27°C'de 8 mol X₂ ile 4 mol Y₂ gazları tepkimeye sokulduğunda 87°C'de XY₂(g) oluşmaktadır. Buna göre tepkime sonundaki basıncın başlangıç basıncına oranı nedir?

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

10.



Kapalı bir kapta, T sıcaklığında 1 mol XY₃ gazı yukarıdaki denklemde gösterildiği gibi ayrışmaktadır. Başlangıçtaki XY₃'ün %10'unu X₂ ve Y₂'ye dönüştüğünde aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- A) Toplam basınç azalmıştır.
B) Toplam basınç değişmemiştir.
C) Toplam mol sayısı değişmemiştir.
D) 0,9 mol XY₃ kalmıştır.
E) 0,1 mol X₂ oluşmuştur.

11.



tepkimesi sabit basınç ve sıcaklıkta tam verimle gerçekleştiğinde,

- I. Hacim iki katına çıkar.
 - II. Yoğunluk iki katına çıkar.
 - III. Gaz taneciklerinin ortalama hızı artar.
- yukarıdaki ifadelerden hangileri doğru olur?

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

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1. Bu sistemde gazın basıncı (P) ve mol sayısı (n) değişmez.

$$V_1 = h$$

$$V_2 = \frac{3h}{4}$$

$$T_1 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

P ve n sabit iken, $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ olur.

$$\frac{h}{\frac{3h}{4}} = \frac{400}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{3 \cdot 400}{4} = 300 \text{ K}$$

$$300 - 273 = 27^\circ \text{C} \text{ olur.}$$

Yanıt A

2. SO_2 gazı için; $M_A = 32 + 2 \cdot 16$
 $M_A = 64 \text{ g/mol}$

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{m}{M_A} = \frac{32}{64} = 0,5 \text{ mol}$$

İdeal gaz denklemini kullanalım.

$$T = 273 + 273 = 546 \text{ K}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$4 \cdot V = 0,5 \cdot \frac{22,4}{273} \cdot 546^2$$

$$V = \frac{0,5 \cdot 22,4 \cdot 2}{4}$$

$$V = 5,6 \text{ litre}$$

Yanıt E

3. A kabı için;
 I. vana açıldığında $\text{H}_{2(g)}$ hacmi 6 l olur.

$$P_B \cdot V_B = P_A \cdot V_A$$

$$P \cdot 4 = P_A \cdot 6$$

$$P_A = \frac{4P}{6} = \frac{2P}{3}$$

- C kabı için;
 II. vana açıldığında $\text{H}_{2(g)}$ hacmi 7 l olur.
 B kabındaki son basınç $\frac{2P}{3}$ olmuştur.

$$P_B \cdot V_B = P_C \cdot V_C$$

$$\frac{2P}{3} \cdot 4 = P_C \cdot 7$$

$$P_C = \frac{8P}{21}$$

Yanıt D

4. Aynı sıcaklık ve basınçta gazların difüzyon hızları oranı molekül ağırlıklarının kare kökü ile ters orantılıdır.

$$\frac{v_{\text{HBr}}}{v_{\text{Ar}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{Ar}}}{M_{\text{HBr}}}} = \sqrt{\frac{36}{81}} = \frac{2}{3}$$

Buna göre, Ar'un difüzyon hızı HBr'nin 1,5 katıdır.

Sonuçta gazlar 100 numaralı bölmede karşılaşır.

Yanıt B

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

5. I. öncül \Rightarrow Mol sayılarını n_1 alırsak,
 $P_X > P_Y$ olur. (Doğru)

II. öncül \Rightarrow Basınçları P_1 alırsak,
 $n_Y > n_X$ olur. (Yanlış)

III. öncül $\Rightarrow P_X > P_Y$ olduğuna
 göre, basınç ile sıcaklık doğru orantılı
 olacağından $T_X > T_Y$
 olur. (Doğru)

IV. öncül \Rightarrow Basınç hacimle ters
 orantılı olduğu için
 $V_X < V_Y$ olur. (Yanlış)

Yanıt C

6. n sabit iken genel gaz denklemini
 kullanabiliriz.

$$V_1 = V \quad T_1 = T \quad P_1 = P$$

$$V_2 = \frac{V}{4} \quad T_2 = \frac{T}{2} \quad P_2 = ?$$

Genel gaz denklemini kullanırsak,

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_2 \cdot \frac{V}{4}}{\frac{T}{2}}$$

$$P_2 = \frac{4P}{2} = 2P \text{ olur.}$$

Yanıt A

7. $P_1 = 760 \text{ mmHg} \quad P_2 = 740 \text{ mmHg}$
 $T_1 = 273 \text{ K} \quad T_2 = 293 \text{ K}$
 $d_1 = 1,43 \text{ g/l} \quad d_2 = ?$

M_A 'lar aynıdır.

$$\frac{P_1 \cdot M_A}{P_2 \cdot M_A} = \frac{d_1 \cdot R \cdot T_1}{d_2 \cdot R \cdot T_2} \text{ ise,}$$

$$\frac{760}{740} = \frac{1,43 \cdot 273}{d_2 \cdot 293}$$

$$d_2 = 1,29 \text{ g/l}$$

Yanıt B

8. Musluk açılıp gazlar karıştığında son
 basınç 1 atm olur. Çünkü, sistemin bir
 tarafında elastik balon olduğu için iç
 basınç dış basıncı eşit olur.

$$P_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}} = P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2$$

$$1 \cdot V_{\text{son}} = 2.2 + 1.2$$

$$V_{\text{son}} = 6 \text{ litre}$$

Son hacimden cam kabın hacmini çıkarırsak,

$$6 - 2 = 4 \text{ l (elastik balonun hacmi)}$$

Yanıt D

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

9. Aynı kapta bulunan gazların hacim ve sıcaklıkları eşit olduğundan, bu gazların kısmi basınçlarının da eşit olması için mol sayıları eşit olmalıdır.

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{A}_{\text{CO}_2}}} = \frac{6,6}{44} = 0,15 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{NO}_2} \text{ olduğundan}$$

$$n_{\text{NO}_2} = 0,15 \text{ mol'dür.}$$

$$n_{\text{NO}_2} = \frac{m_{\text{NO}_2}}{M_{\text{A}_{\text{NO}_2}}}$$

$$0,15 = \frac{m_{\text{NO}_2}}{30}$$

$$m_{\text{NO}_2} = 0,15 \cdot 30$$

$$m_{\text{NO}_2} = 4,5 \text{ g NO}_2$$

Yanıt E

10. Musluk kapalı iken;

$$P_{\text{He}} = 1 \text{ atm'dir.}$$

$$n_{\text{He}} = P_{\text{He}} \cdot V_{\text{He}} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}_2} = P_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ mol}$$

$$n_{\text{T}} = 1 + 4 = 5 \text{ mol}$$

M musluğu açılınca toplam basınç 1 atm olur.

N_2 gazının kısmi basıncını bulalım.

$$P_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{T}}} \cdot P_{\text{T}}$$

$$P_{\text{N}_2} = \frac{4}{5} \cdot 1 = 0,8 \text{ atm}$$

Yanıt A

11. Piston = 3 + 2 + 1 + 2 = 8 l

$$P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2 + P_3 \cdot V_3 = P_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}}$$

$$3 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 3 = P_{\text{son}} \cdot 8$$

$$3 + 4 + 9 = P_{\text{son}} \cdot 8$$

$$P_{\text{son}} = \frac{16}{8} = 2 \text{ atm}$$

Yanıt E

12. I. $\frac{n}{V} = \frac{P}{R \cdot T}$ eşitliğinde basınç ve sıcaklığı aynı olan gazların birim hacimdeki tanecik sayıları da $\left(\frac{n}{V}\right)$ aynıdır.

II. Difüzyon hızı, gazların molekül kütlelerinin karekökü ile orantılıdır. Burada gazların M_A 'ları farklı olabilir. Bunun sonucunda difüzyon hızları da farklı olabilir.

III. Sıcaklık sabit olduğu için gazların ortalama kinetik enerjileri aynıdır.

IV. $d = \frac{P \cdot M_A}{R \cdot T}$ eşitliğinde, aynı koşullardaki gazların M_A 'ları ile yoğunlukları doğru orantılıdır.

Burada gazların M_A 'ları farklı olabileceğinden yoğunlukları da farklı olabilir.

Yanıt D

SIRA SİZDE YANITLARI

1. $1 \text{ l} = 1000 \text{ cm}^3$
 $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$
 $1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cm}^3$
 $300 \text{ ml} = 0,3 \text{ l}$
 $450 \text{ cm}^3 = 0,45 \text{ l}$
 $0,5 \text{ dm}^3 = 500 \text{ ml}$

2. $310 \text{ }^\circ\text{K} = 37 \text{ }^\circ\text{C}$ $173 \text{ }^\circ\text{K} = -100 \text{ }^\circ\text{C}$
 $27 \text{ }^\circ\text{C} = 300 \text{ }^\circ\text{K}$ $127 \text{ }^\circ\text{C} = 400 \text{ }^\circ\text{K}$
 $546 \text{ }^\circ\text{C} = 819 \text{ }^\circ\text{K}$ $273 \text{ }^\circ\text{C} = 546 \text{ }^\circ\text{K}$
 $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ }^\circ\text{K}$ $-173 \text{ }^\circ\text{C} = 100 \text{ }^\circ\text{K}$

3. $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
 $M = 4 \cdot 10^6 \text{ g}$
 $M_A = 4 \text{ g/mol}$

a.) $n = \frac{m}{M_A}$ formülünden

$$n = \frac{4 \cdot 10^6}{4} = 1 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

b.) N.Ş.A.'da

1 mol He gazı	22,4 litredir.
$1 \cdot 10^6 \text{ mol}$	x
$x = 22,4 \cdot 10^6 \text{ l}$	

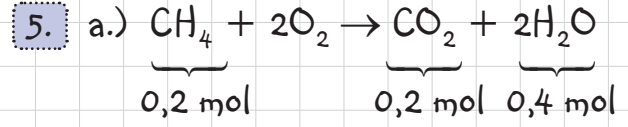
4. CO_2

2	2 · 16 = 32
1	1 · 12 = 12
	$M_A = 44 \text{ g/mol}$

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{22}{44} = 0,5 \text{ mol}$$

N.Ş.A.'da

1 mol CO_2 gazı	22,4 litre
0,5 mol	x
$x = 0,5 \cdot 22,4$	
$x = 11,2 \text{ litre}$	



CO_2	2 · 16 = 32
1	1 · 12 = 12
	$M_A = 44 \text{ g/mol}$

$$n = \frac{m}{M_A} \Rightarrow m = n \cdot M_A$$

$$= 0,2 \cdot 44$$

$$= 8,8 \text{ g CO}_2 \text{ oluşur.}$$

b.)

1 mol H_2O N_A tane H_2O molekülü içerir.

0,4 mol H_2O	x
$x = 0,4 \cdot N_A \text{ tane H}_2\text{O molekülü}$	

6. $\frac{\vartheta_X}{\vartheta_Y} = \sqrt{\frac{M_{AY}}{M_{AX}}}$

$$= (4)^2 \left(\sqrt{\frac{M_{AY}}{4}} \right)^2$$

$$= \frac{M_{AY}}{4}$$

$$M_{AY} = 64 \text{ g/mol}$$

1 mol Y	64 g ise
---------	----------

0,5 mol Y	x
$x = 64 \cdot 0,5$	
$x = 32 \text{ g'dır.}$	

SIRA SİZDE YANITLARI

7. CH_4

$$\begin{array}{l} 4 \cdot 1 = 4 \\ 1 \cdot 12 = 12 \\ \hline 16 \text{ g/mol} \end{array}$$

SO_2

$$\begin{array}{l} 2 \cdot 16 = 32 \\ 1 \cdot 32 = 32 \\ \hline 64 \text{ g/mol} \end{array}$$

$$T_{\text{CH}_4} = 0 + 273 = 273 \text{ K}$$

$$T_{\text{SO}_2} = ?$$

$$\frac{v_{\text{CH}_4}}{v_{\text{SO}_2}} = \sqrt{\frac{M_{\text{SO}_2} \cdot T_{\text{CH}_4}}{M_{\text{CH}_4} \cdot T_{\text{SO}_2}}}$$

$$\left(\frac{1}{1}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{64 \cdot 273}{16 \cdot T_{\text{SO}_2}}}\right)^2$$

$$T_{\text{SO}_2} = 4 \cdot 273$$

$$T_{\text{SO}_2} = 1092 \text{ °K}$$

$$1092 - 273 = 819 \text{ °C olması gerekir.}$$

8. $\sqrt{\frac{M_{\text{He}}}{M_{\text{XO}_2}}} = \frac{t_{\text{He}}}{t_{\text{XO}_2}}$

$$\left(\sqrt{\frac{4}{M_{\text{XO}_2}}}\right)^2 = \left(\frac{5}{20}\right)^2$$

$$\text{ise } \frac{4}{M_{\text{XO}_2}} = \frac{1}{16}$$

$$M_{\text{XO}_2} = 4 \cdot 16 = 64 \text{ g/mol}$$

$$\text{XO}_2 = x + 2 \cdot 16$$

$$64 = x + 2 \cdot 16$$

$$x = 64 - 32$$

$$x = 32 \text{ g/mol'dür.}$$

9. I ve II. öncüllerdeki SO_2 gazları karşılaştırılırsa, sıcaklığı fazla olan molekül daha hızlıdır.

III. öncülde ise SO_3 gazı vardır ve bu molekül kütlece daha büyüktür. Dolayısıyla her ikisinden de yavaştır.

$$I > II > III$$

10. $\frac{v_{\text{CH}_4}}{v_{\text{SO}_2}} = \sqrt{\frac{M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{CH}_4}}} = \sqrt{\frac{64}{16}} = 2$

CH_4 molekülleri 2 birim ilerlerken SO_2 molekülleri 1 birim ilerler. Dolayısıyla ile 45 cm'lik borunun 3'te biri x uzunluğunu verir. Buna göre, $x = 15 \text{ cm'dir.}$

11. $\frac{v_{\text{CH}_4}}{v_{\text{He}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{He}}}{M_{\text{CH}_4}}} = \sqrt{\frac{4}{16}} = \frac{1}{2}$

Kaptan 3 mol He gazı çıktığı anda, He gazının yarı hızında hareket eden CH_4 gazının 1,5 molü kabı terk eder. 6 mol CH_4 gazının 1,5 molü kap dışına çıkmışsa,

$$\frac{100}{x} = \frac{100 \cdot 1,5}{6} = \%25 \text{ CH}_4 \text{ gazı kap dışına çıkar.}$$

12. Başlangıçta,

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol H}_2 \text{ gazı var.}$$

x mol daha H_2 gazı eklenirse, sistemde toplam $(5 + x)$ mol gaz bulunur. Bu gazlar 5 birime dengeli dağılır. C noktası 3 birimi gösterir.

$$(5 + x) \text{ mol} \quad 5 \text{ birim}$$

$$(2 + x) \text{ mol} \quad 3 \text{ birim}$$

$$(2 + x) \cdot 5 = 3 \cdot (5 + x)$$

$$10 + 5x = 15 + 3x$$

$$2x = 5$$

$$x = 2,5 \text{ mol H}_2 \text{ eklenir.}$$

SIRA SİZDE YANITLARI

13. $n_1 = 3 \text{ mol}$ $V_1 = 20 \text{ cm}^3$
 $n_2 = 4,5 \text{ mol}$ $V_2 = ?$
 Avogadro yasasına göre,
 $\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$ ise $\frac{3}{20} = \frac{4,5}{V_2}$
 $V_2 = \frac{4,5 \cdot 20}{3}$
 $V_2 = 30 \text{ cm}^3$

14. $T_1 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$
 $P_1 = 1,5 \text{ atm}$
 $T_2 = 273^\circ \text{C} = 546 \text{ K}$
 $P_2 = ?$
 Gay - Lussac yasasına göre,
 $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ise $\frac{1,5}{273} = \frac{P_2}{546}$
 $P_2 = 3 \text{ atm'dir.}$

15. Sıcaklık sabit iken, $P \cdot V = n$ eşitliği vardır. Buna göre başlangıçta,
 X kabında $2 \cdot 1 = 2 \text{ mol}$ gaz
 Y kabında $1 \cdot 2 = 2 \text{ mol}$ gaz
 Z kabında $1 \cdot 2 = 2 \text{ mol}$ gaz bulunur.
 Sistemde vanalar açılınca, toplam basınç dışı basınca (1 atm) eşitlenir.
 Toplam hacmi bulursak,
 $P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2 + P_3 \cdot V_3 = P_T \cdot V_T$
 $2 + 2 + 2 = 1 \cdot V_T$
 $V_T = 6 \text{ litre olur.}$
 Son durumda, Z kabının hacmi
 $6 - (2 + 1) = 3 \text{ litredir.}$
 Tüm kaplardaki basınçlarda 1 atm'ye eşittir.
 Buna göre $P \cdot V = n$ 'den,
 X kabında $1 \cdot 1 = 1 \text{ mol}$ gaz bulunur.
 Y kabında $2 \cdot 1 = 2 \text{ mol}$ gaz bulunur.
 Z kabında $3 \cdot 1 = 3 \text{ mol}$ gaz bulunur.
 Gaz miktarları,
 X kabında AZALIR.
 Y kabında DEĞİŞMEZ.
 Z kabında ARTAR.

16. n ve V sabit iken, mutlak sıcaklık artınca basınçta artar. Bu yüzden
 1. şekil YANLIŞTIR. Yani grafik, 2. şekildeki gibi olur.
 2. şekil DOĞRUDUR.
 Birim zamandaki çarpma sayısı mutlak sıcaklığın karekökü oranında artar. Buna göre birim zamandaki çarpma sayısı,
 $\sqrt{1T} = T$ sıcaklıkta a ise
 $\sqrt{4T} = 2T$ sıcaklıkta $2a$ olur.
 Dolayısı ile 3. şekil DOĞRUDUR.
 Yanıt: II ve III. şekil

17. $T = 273 \text{ K}$
 $P = 1,60 \text{ atm}$
 $d = ?$
 $N_2 = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g/mol}$
 $P \cdot M_A = d \cdot R \cdot T$
 $1,6 \cdot 28 = d \cdot \frac{22,4}{273} \cdot 273$
 $d = 2 \text{ g/l'dir.}$

18. CO_2 için, $n = \frac{m}{M_A} = \frac{22}{44} = 0,5 \text{ mol}$
 vardır.
 $n_1 = 0,5 \text{ mol}$ $V_1 = 10 \text{ l}$
 $n_2 = ?$ $V_2 = 30 \text{ l}$
 Avogadro yasasına göre,
 $\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$ ise $\frac{0,5}{10} = \frac{n_2}{30}$
 $n_2 = 1,5 \text{ mol (toplam gaz mol sayısı)}$
 $n_T = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{SO}_2}$ ise
 $n_{\text{SO}_2} = 1,5 - 0,5 = 1 \text{ mol SO}_2$
 64 gramdır.

SIRA SİZDE YANITLARI

19. $P_1 = P$ $P_2 = ?$
 $V_1 = V$ $V_2 = 2V$
 $T_1 = T$ $T_2 = 2T$
 $n_1 = n$ $n_2 = 3n$
 $\frac{P_1 \cdot V_1}{P_2 \cdot V_2} = \frac{n_1 \cdot R \cdot T_1}{n_2 \cdot R \cdot T_2}$ ise
 $\frac{P_1 \cdot V}{P_2 \cdot 2V} = \frac{n \cdot R \cdot T}{3n \cdot R \cdot 2T}$ ise
 $P_2 = \frac{6P_1}{2} = 3P_1$ (3 katı olur.)

20. CO_2 gazının molekül kütlesi 44 g/mol iken, SO_2 gazının molekül kütlesi 64 g/mol'dür. Sisteme SO_2 gazı eklenince piston hacmi ve toplam gaz kütlesi artar. SO_2 gazının molekül kütlesi daha fazla olduğu için yoğunluk da ARTAR. Gazlar pistonlu kapta olduğu için basınç basittir ama hacim artacaktır. Dolayısıyla P.V değeri de ARTAR. Kabımız sabit basınçlı kap olduğu için basınç DEĞİŞMEZ.

21. 2 g H_2 gazı $n = \frac{2}{2} = 1$ mol H_2 gazı

$V_1 = 10$
 $n_1 = 0,5$ mol
 $T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$
 $V_2 = ?$
 $n_2 = 0,5 + 1 = 1,5$ mol
 $T_2 = 177 + 273 = 450\text{K}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1 \cdot T_1}{n_2 \cdot T_2}$ ise $\frac{10}{V_2} = \frac{0,5 \cdot 300}{1,5 \cdot 450}$

$V_2 = \frac{45}{1} = 45$ cm olur.

22. CH_4 $\text{He} = 4$ g/mol
 $\begin{array}{l} 4 \cdot 1 = 4 \\ 1 \cdot 12 = 12 \\ \hline 16 \text{ g/mol} \end{array}$

Oran sorduğu için 1 mol CH_4 gazı 4 mol He gazı olduğunu varsayabiliriz.

$n_T = 1 + 4 = 5$ mol

$P_T = 1$ atm (açık hava basıncı)

$P_{\text{He}} = \frac{n_{\text{He}}}{n_T} \cdot P_T$

$P_{\text{He}} = \frac{4}{5} \cdot 1 = \frac{4}{5}$ atm'dir.

$P_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4}}{n_T} \cdot P_T$

$P_{\text{CH}_4} = \frac{1}{5} \cdot 1 = \frac{1}{5}$ atm'dir.

Kısmi basınçların birbirine oranı,

$\frac{P_{\text{He}}}{P_{\text{CH}_4}} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{5}} = 4$ olur.

23. $n_T = 4 + 6 = 10$ mol

$P_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_T} \cdot P_T$

$P_{\text{N}_2} = \frac{4}{10} \cdot 2,4 = 0,96$ atm.

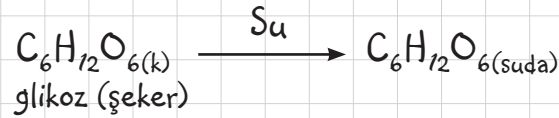
ÜNİTE 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

3.1. Çözücü ve Çözünen Etkileşimleri

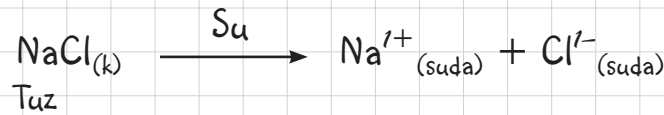
3.1. ÇÖZÜCÜ VE ÇÖZÜNEN ETKİLEŞİMLERİ

- ✓ İki ya da daha fazla sayıda maddenin oluşturduğu homojen karışımlara **çözelti** denir.
- ✓ Çözelti içinde miktarı fazla olana denir.
- ✓ Çözelti içinde miktarı az olana denir.
- ✓ Bir maddenin başka bir madde içinde gözle görülemeyecek kadar küçük parçalara ayrılmasına **çözünme** denir.
- ✓ Çözünme olayında çözücü su ise çözünmeye **hidratasyon** denir.
- ✓ Çözünme olayında çözücü su yerine başka sıvı kullanılırsa çözünmeye **solvasyon** denir.
- ✓ Çözünme, **moleküler ve iyonik** olmak üzere ikiye ayrılır.

1) **Moleküler Çözünme:** Çözünenin, çözücü içinde moleküllerine ayrılması sonucu oluşan çözünmedir. Bu tür çözeltiler elektrik akımını Bunlara **elektrolit olmayan çözelti** denir. Şeker ve etil alkol su içinde moleküllerine ayrılarak çözünür.

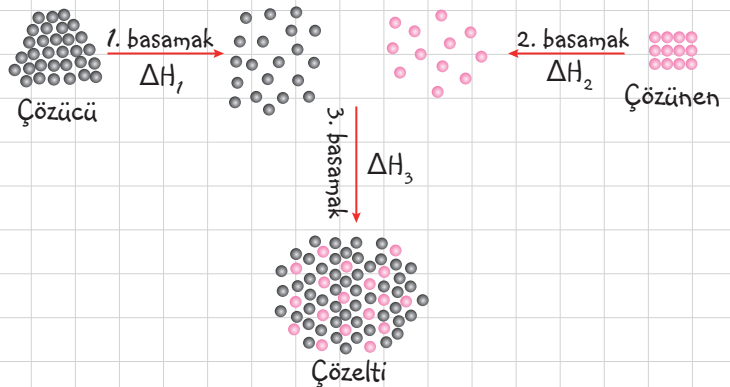


2) **İyonik Çözünme:** Çözünenin, çözücü içinde iyonlarına ayrılması sonucu oluşan çözünmedir. Bu tür çözeltiler elektrik akımını Bunlara **elektrolit çözelti** denir. Tuzlar, asitler ve bazlar su içinde iyonlarına ayrılarak çözünürler.



Çözünme olayı üç aşamada gerçekleşir.

- 1) Çözücü tanecikler birbirinden uzaklaşır. Olay endotermiktir.
- 2) Çözünen tanecikler birbirinden uzaklaşır. Olay endotermiktir.
- 3) Çözücü ve çözünen tanecikler birbiri arasında dağılır. Olay ekzotermiktir.



- ✓ Üç aşamada gerçekleşen çözünme olayında toplam ısı değişimi aşağıdaki gibidir.

$$\Delta H_{\text{çözelti}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$\Delta H_{\text{çözelti}} < 0$ ise çözünme ekzotermiktir. Dışarıya ısı verir. Çözünme kendiliğinden gerçekleşir.

$\Delta H_{\text{çözelti}} > 0$ ise çözünme endotermiktir. Dışarıdan ısı alır. Çözünme olması için sürekli ısı gerekir.

- ✓ Benzer yapıdaki çözücü ve çözünenler birbiri içinde iyi çözünür.

Polar, apolar ve iyonik maddelerin birbiri içinde çözünme olayları

Çözücü **Çözünen**

Polar Polar \Rightarrow İyi çözünür. (Dipol-Dipol etkileşimi)

Apolar Apolar \Rightarrow İyi çözünür. (London kuvvetleri)

Polar Apolar \Rightarrow Az çözünür.

Apolar Polar \Rightarrow Az çözünür.

Polar İyonik \Rightarrow İyi çözünür. (Dipol-İyon etkileşimi)

Polar, apolar ve iyonik bileşikler aşağıda verilmiştir.

Polar Moleküller: H_2O , H_2S , HF , HCN , CH_3Cl , CH_3OH , C_2H_5OH

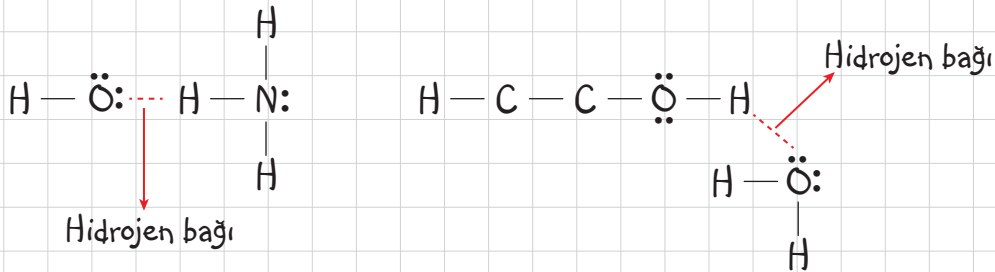
Apolar Moleküller: CH_4 , CO_2 , C_2H_6 , C_6H_6 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , BH_3 ve soy gazlar, CCl_4 .

İyonik Bileşikler: $NaCl$, KCl , $NaBr$ gibi suda %100 iyonlaşan tuzlardır.

HCl , H_2SO_4 , HNO_3 gibi suda %100 iyonlaşan asitlerdir.

$NaOH$, KOH , $LiOH$ gibi suda %100 iyonlaşan bazlardır.

- ✓ Su ile hidrojen bağı oluşturan sıvılar diğer maddelere göre suda daha çok çözünürler. Molekülde hidrojenin bağlı olduğu atomlardan biri F, O ya da N atomu ise bu moleküller kendi aralarında veya su ile hidrojen bağı oluşturur.



Bu tür çözeltilere **ideal çözelti** denir.

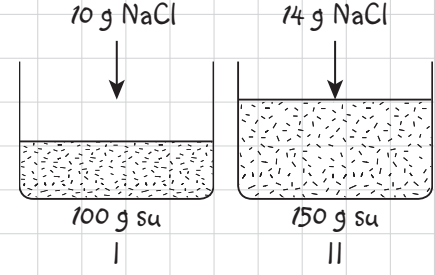
Etil alkol, su içinde sonsuz miktarda çözünebilir. Bu nedenle etil alkolün su ile doygun çözeltisi elde edilemez.

- ✓ Aynı miktar çözücü içinde çözüneni az olan çözeltilere **çözelti** denir. Çözüneni çok olan çözeltilere **çözelti** denir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Yan tarafta belirli miktarlarda NaCl ve su ile hazırlanmış iki çözelti örneği vardır. Bu iki çözeltinin derişimleri karşılaştırıldığında hangisi derişik hangisi seyreltik çözüldür?



Çözüm:

Çözücü miktarları farklı ise herhangi birine göre eşitlenir.

I. çözelti: 150 g su 15 g tuz

II. çözelti: 150 g su 14 g tuz

I. çözelti derişik, II. çözelti seyreltik.



Belirli şartlarda çözebileceği kadar madde çözmüş çözütlere **doymuş (doymuş)** çözelti denir.

Çözebileceğinden daha az miktarda madde çözmüş çözütlere **doymamış (doymamış)** çözelti denir.

Ortam şartı değiştirilerek (ısı basınç) çözebileceğinden daha fazla madde çözmüş çözütlere de **aşırı doymuş çözelti** denir. Bu çözütlere kararsız yapıdadırlar. Bir süre bekletildiğinde bir miktar katı kristal şeklinde dibeye çöker ve çözelti doymuş hâle gelir.



Bazı maddeler suda yok denecek kadar az çözünür. Suda az çözünen maddelerin doymuş çözütlere seyreltik. Her doymuş çözelti derişik çözelti oluşturamaz. Doymuşluk ile derişim farklı durumları ifade eder.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Aşağıda verilen karışımların aralarındaki etkileşimler nelerdir? Birbirleri içinde çözünmelerini yorumlayın.

KNO_3-H_2O CH_4-NaCl $HCl-NH_3$ NH_3-H_2O CCl_4-I_2 H_2O-CCl_4

Çözüm:

$KNO_3 - H_2O \Rightarrow$ İyon-Dipol \Rightarrow İyi çözünür.

2 $CH_4 - NaCl \Rightarrow$ Apolar-İyon \Rightarrow Az çözünür.

$HCl - NH_3 \Rightarrow$ Dipol - Dipol \Rightarrow İyi çözünür.

$NH_3 - H_2O \Rightarrow$ Hidrojen Bağı \Rightarrow İyi çözünür.

$CCl_4 - I_2 \Rightarrow$ Apolar - Apolar \Rightarrow İyi çözünür.

$H_2O - CCl_4 \Rightarrow$ Dipol - Apolar \Rightarrow Az çözünür.

ÜNİTE 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

3.2. DERİŞİM BİRİMLERİ

- 3.2.1. Kütlece % Derişim
- 3.2.2. Hacimce % Derişim
- 3.2.3. Milyonda Bir Kısım (ppm)
- 3.2.4. Mol Kesri
- 3.2.5. Molarite
- 3.2.6. Molalite

3.2. DERİŞİM BİRİMLERİ

3.2.1. Kütlece % Derişim

100 gram çözeltideki çözünen madde miktarına kütlece % derişim denir.
20 gram tuz ve 80 g su ile hazırlanan çözelti için;
20 g NaCl + 80 g H₂O ⇒ 100 g çözelti ⇒ çözelti kütlece %20'dir.

$$\text{Kütlece \% Derişim} = \frac{\text{Çözünen Kütlesi}}{\text{Çözeltinin Kütlesi}} \cdot 100$$

$$\% m = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \cdot 100$$

Kütlece % Derişim

Çözünen kütlesi
Çözelti kütlesi



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

270 gramlık su ile 280 gramlık tuz çözeltisi hazırlanıyor. Bu çözelti kütlece % kaçlıktır?

Çözüm:

$$\begin{aligned} 3 \quad m_{\text{çözelti}} &= m_{\text{çözünen}} + m_{\text{çözücü}} \\ 280 &= m_{\text{çözünen}} + 270 \\ m_{\text{çözünen}} &= 70 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} 3 \quad m_{\text{çözelti}} &= m_{\text{çözünen}} + m_{\text{çözücü}} \\ 280 &= m_{\text{çözünen}} + 270 \\ m_{\text{çözünen}} &= 70 \end{aligned}} \right\} \quad \% m = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \cdot 100 = \frac{70}{280} \cdot 100 = \boxed{\% 25}$$



Bir çözeltiye su eklendiğinde (seyreltildiğinde) ya da su buharlaştırıldığında (deriştirildiğinde) çözeltinin kütlece derişimi aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$m_1 \cdot \%m_1 = m_2 \cdot \%m_2$$

İlk çözelti kütlesi İlk çözeltinin derişimi = Son çözelti kütlesi Son çözeltinin derişimi

✓ Birden fazla çözelti karıştırılırsa kütlece % derişimi aşağıdaki denklemlle hesaplanır.

$$m_1 \cdot \%m_1 + m_2 \cdot \%m_2 + \dots = m_T \cdot \%m_T$$

1. çözeltinin kütlesi 1. çözeltinin derişimi 2. çözeltinin derişimi karışımın toplam kütlesi karışımın derişimi



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Kütlece %30'luk 20 gram şeker çözeltisinden 5 gram su buharlaştırılırsa çözeltinin derişimi kütlece % kaç olur?

4 **Çözüm:**

$$m_1 \% m_1 = m_2 \cdot \% m_2$$
$$20 \cdot 30 = (20-5) \cdot \% m_2$$
$$\% m_2 = \frac{20 \cdot 30}{15} = \% 40$$

Kütlece %20'lik 100 g şekerli su ile %60'lık bir miktar şekerli su karıştırılıyor. Karışımın derişimi kütlece %40 olduğuna göre karışımın kütlesi kaç gramdır?

5

$$m_1 \cdot \%m_1 + m_2 \cdot \%m_2 = m_T \cdot \%m_T$$
$$100 \cdot 20 + m_2 \cdot 60 = (100 + m_2) \cdot 40$$
$$200 + 6m_2 = 400 + 4m_2$$
$$2m_2 = 200 \quad m_2 = 100 \text{ gram 2. çözelti}$$
$$m_{\text{Toplam}} = 100 + 100 = \boxed{200 \text{ g}}$$

SIRA SİZDE



Kütlece derişimi %6 olan 500 ml'lik şekerli su çözeltisinin yoğunluğu 1,2 g/ml'dir. Buna göre çözeltideki şeker ve suyun kütlesi kaç gramdır.?

Çözüm:

3.2.2. Hacimce % Derişim

100 ml çözültideki çözünen maddenin hacim miktarına denir.
40 ml etanolün 100 ml'lik sulu çözültisi hacimce %40'dır.

$$\%V = \frac{V_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözülti}}} \cdot 100$$

çözünenin hacmi
hacimce % derişim
çözültinin hacmi



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

40 ml etil alkol ile hacimce %16'lık bir çözülti hazırlanırsa hacmi kaç ml olur?

Çözüm:

6

$$\%V = \frac{V_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözülti}}} \cdot 100$$

$$16 = \frac{40}{V_{\text{çözülti}}} \cdot 100 \quad V_{\text{çözülti}} = \frac{40 \cdot 100}{16} = \boxed{250 \text{ ml}}$$



50 ml etil alkol + 50 ml su ile çözülti hazırlanırsa çözültinin hacmi 100 ml'den daha azdır. Çözültilerdeki hacim her zaman iki çözültinin toplamından azdır.

3.2.3. Milyonda Bir Kısım (ppm)

1 litrelik çözültideki çözünen maddenin miligram miktarına denir. Çok seyreltik çözültiler için kullanılır.

$$\text{ppm} = \frac{mg_{\text{çözünen}}}{L_{\text{çözülti}}} \cdot 100$$

milyonda bir
çözünenin miligram kütle
çözültinin litresi



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

4 ton su örneğinde 20 gram Mg^{2+} bulunmaktadır. Buna göre, su örneğinde Mg^{2+} iyonları derişimi kaç ppm'dir?

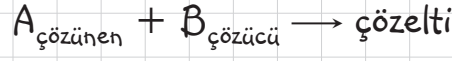
Çözüm:

7

$$\text{ppm} = \frac{\text{miligram } Mg^{2+}}{\text{Litre su}} = \frac{20 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^3} = 5 \text{ ppm'dir.}$$

3.2.4. Mol Kesri

Çözeltideki maddelerden herhangi birinin mol sayısının, toplam mol sayısına oranına o maddenin mol kesri denir. X ile ifade edilir.



$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

A'nın mol sayısı
Toplam mol sayısı

A'nın mol kesri

$$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

B'nin mol kesri



Bir çözeltideki bileşenlerin mol kesirleri toplamı 1'dir.

$$X_A + X_B = 1$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

32 gram metil alkol (CH_3OH) ile 108 gram su karıştırılarak bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltideki bileşenlerin mol kesirleri nedir?

$$(\text{CH}_3\text{OH} = 32 \text{ g/mol } \text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mol})$$

Çözüm:

$$n_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{32}{32} = 1 \text{ mol} \quad X_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{n_{\text{CH}_3\text{OH}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1}{6 + 1} = \frac{1}{7} \text{ 'dir.}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{108}{18} = 6 \text{ mol}$$

$$X_{\text{CH}_3\text{OH}} + X_{\text{su}} = 1$$

$$\frac{1}{7} + X_{\text{su}} = 1 \quad X_{\text{su}} = 1 - \frac{1}{7} = \frac{6}{7} \text{ 'dir.}$$

100 ml saf su içine bir miktar $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etil alkol) ekleniyor. Buna göre,

I. Her ikisinin mol kesri artar.

II. Etil alkolün mol kesri artar.

III. Suyun mol kesri artar.

9 yargılardan hangileri doğrudur?

Çözüm:

I. Mol kesirleri toplamı 1'dir, değişmez.

II. Eklenen maddenin mol kesri artar.

III. Suyun mol kesri azalır.

3.2.5. Molarite

1 litre çözeltilde çözülmüş maddenin mol miktarına Molarite denir. M ile ifade edilir. Birimi mol/l'dir.

$$M = \frac{n}{V}$$

Molarite

Çözünen mol sayısı
Çözeltinin litre hacmi

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

8 gram NaOH ile hazırlanan 500 ml'lik çözeltinin derişimi kaç molar'dır?

(NaOH = 40 g/mol)

Çözüm:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M_A} \quad M = \frac{n}{V}$$
$$= \frac{8}{40} = 0,2 \text{ mol} \quad = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}}$$
$$= 0,4 \text{ molar 'dır.}$$



Bir çözeltiliye su eklendiğinde (seyreltildiğinde) ya da su buharlaştırıldığında (deriştirildiğinde) derişim aşağıdaki denklemlerle hesaplanır.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

ilk durum son durum

su buharlaştırılırsa $M_1 V_1 = M_2 (V_1 - V_{\text{su}})$

su eklenirse $M_1 V_1 = M_2 (V_1 + V_{\text{su}})$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

2M 100 ml HNO₃ çözeltinin derişimini 0,2 M yapmak için kaç ml su eklenmelidir?

Çözüm:

$$M_1 V_1 = M_2 (V_1 + V_{\text{su}})$$
$$2 \cdot 100 = 0,2 (100 + V_{\text{su}})$$
$$1000 = 100 + V_{\text{su}} \Rightarrow V_{\text{su}} = 1000 - 100 = 900 \text{ ml'dir.}$$

- ✓ Molar derişimleri farklı olan aynı çözeltiler karıştırıldığında derişim hesabı aşağıdaki denklemlle hesaplanır.

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 + M_3 \cdot V_3 + \dots = M_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}}$$

1. çözeltili

2. çözeltili

3. çözeltili



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

0,3 M 200 ml HCl çözeltilisi ile 0,2 Molarlık bir miktar HCl çözeltilisi karıştırılıyor. Karışımın derişimi 0,24 Molar olduğuna göre 0,2 Molarlık çözeltiliden kaç ml kullanılmıştır?

Çözüm:

$$\begin{aligned} 12 \quad M_1 V_1 + M_2 V_2 &= M_{\text{son}} V_{\text{son}} \\ 0,3 \cdot 200 + 0,2 \cdot V_2 &= 0,24 (200 + V_2) \\ 60 + 0,2V_2 &= 48 + 0,24V_2 \\ 12 &= 0,04V_2 \\ V &= 300 \text{ ml'dir.} \end{aligned}$$

- ✓ Molarite - Yoğunluk İlişkisi

$$M = \frac{10 \cdot d \cdot \%}{M_A}$$

Çözeltilinin yoğunluğu
Çözeltilinin kütlece % derişimi
Molarite
Çözünenin mol kütlesi



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Kütlece %34'lük NH₃ çözeltilisinin yoğunluğu 0,85 g/ml'dir. Çözeltilinin derişimi kaç molar'dır? (NH₃ ⇒ 34 g/mol)

Çözüm:

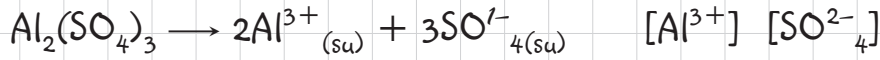
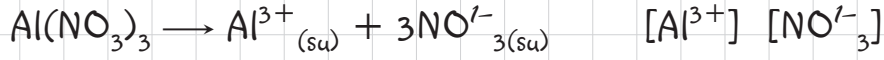
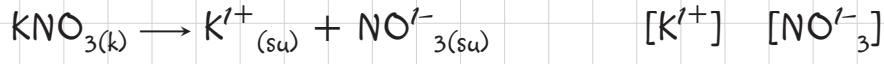
$$13 \quad \frac{d \cdot \%10}{M_A} \quad M = \frac{0,85 \cdot 34 \cdot 10}{17} = 17 \text{ Molar'dır.}$$

SIRA SİZDE

36,6 gram X(OH)₂ kullanılarak 600 ml çözeltili hazırlanıyor. Çözeltilinin derişimi 0,5 molar olduğuna göre X elementinin atom kütlesi nedir? (O = 16 g/mol H: 1 g/mol)

Çözüm:

- ✓ Bazı maddeler suda %100 iyonlarına ayrılarak çözünürler. Oluşan iyonların derişimleri maddenin derişimiyle orantılıdır. İyonların derişimi köşeli parantez [] ile gösterilir.



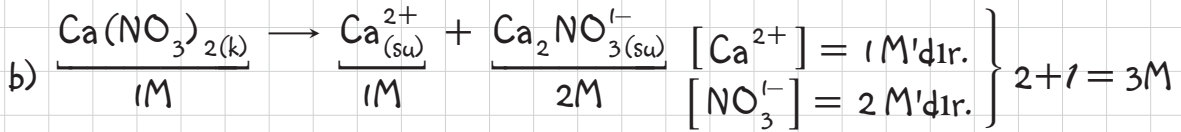
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

28,8 gram $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ile 200 ml'lik bir çözelti hazırlanıyor.
Buna göre, $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 144 \text{ g/mol})$

- a) Çözeltinin molar derişimi nedir?
b) Çözeltideki iyonların toplam derişimi kaç molarlıdır?

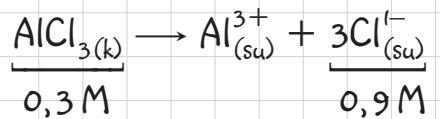
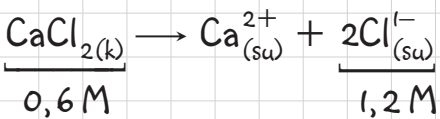
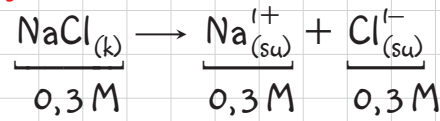
14 Çözüm:

$$\text{a) } n_{\text{Ca}(\text{NO}_3)_2} = \frac{m}{M_A} = \frac{28,8}{144} = 0,2 \text{ mol} \quad M = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \text{ molarlıdır.}$$



0,3 molarlık NaCl , 0,6 molarlık CaCl_2 ve 0,3 molarlık AlCl_3 çözeltileri eşit hacimde karıştırılıyor. Karışımdaki $[\text{Cl}^{1-}]$ iyonları derişimi kaç molarlıdır?

15 Çözüm:



Cl^- iyonları için: (Hacimler birer litre alınabilir.)

$$M_1V_1 + M_2V_2 + M_3V_3 = M_{\text{son}}V_{\text{son}}$$

$$0,3 \cdot 1 + 1,2 \cdot 1 + 0,9 \cdot 1 = M_{\text{son}} \cdot 3$$

$$0,3 + 1,2 + 0,9 = M_{\text{son}} \cdot 1$$

$$M_{\text{son}} = \frac{2,4}{3} = 0,8M$$

$$[\text{Cl}^{1-}] = 0,8M \text{ dir.}$$

SIRA SİZDE

0,2 mol XCl_2 ile hazırlanan 5 litrelik çözeltilde Cl^- iyonları derişimi 0,08

3 M olduğuna göre n sayısı kaçtır?

Çözüm:

3.2.6. Molalite

1 kilogram (kg) çözücünde çözünen maddenin mol sayısına molalite denir. m ile gösterilir. Birimi mol/kg'dır.

$$m = \frac{n}{m_{\text{çözücü}}(\text{kg})}$$

Çözünenin mol sayısı

molalite

çözücünün kg kütlesi



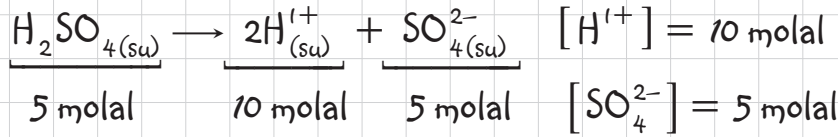
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

49 gram H_2SO_4 'ün 100 ml suda çözünmesi ile oluşan çözelti için,

- Çözeltinin derişimi kaç molaldir? ($H_2SO_4 = 98 \text{ g/mol}$)
- İyonların derişimi kaç molaldir?

16 Çözüm:

$$n_{H_2SO_4} = \frac{49}{98} = 0,5 \text{ mol} = \frac{0,5 \text{ mol}}{0,1 \text{ kg}} = 5 \text{ molal } [H_2SO_4] = 5 \text{ molal}$$



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

3.3. KOLİGATİF ÖZELLİKLER

3.3.1. Buhar Basıncı Düşmesi

3.3.2. Kaynama Noktası Yükselmesi (Ebülyoskopi)

3.3.3. Donma Noktası Alçalması (Kriyoskopi)

3.3.4. Osmotik Basınç

3.3. KOLİGATİF ÖZELLİKLER

Bir sıvıda çözünen katılar, o sıvının bazı fiziksel özelliklerini değiştirir. Bu değişimler, çözünen maddenin derişimleri ile orantılıdır. Bu değişmelere **koligatif özellikler** denir.

1. Buhar basıncı düşmesi,
2. Kaynama noktası (Ebülyoskopi),
3. Donma noktası alçalması (Kriyoskopi),
4. Osmoz ve osmotik basınç

3.3.1. Buhar Basıncı Düşmesi

Katı bir maddenin çözünmesiyle oluşan çözeltinin buhar basıncı, saf sıvının buhar basıncından düşüktür. Buna **Roult Kanunu** denir. Çözünen katı; sıvının buharlaşmasını engeller, bu nedenle çözeltinin buhar basıncı

Buhar basıncı hesaplamalarında derişim birimi olarak **Mol Kesri** kullanılır.

Katı-Sıvı Çözeltilerde:

$$P_{\text{çözeltili}} = P_{\text{buhar}} \cdot X_{\text{sıvı}}$$

↓ ↓ ↓
çözeltinin saf sıvının çözücünün
buhar basıncı buhar basıncı mol kesri



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

36 gram su ile 5,8 gram NaCl karıştırılarak bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin sıcaklığı 40°C'ye getirildiğinde çözeltinin buhar basıncı kaç cmHg olur?

(NaCl = 58 g/mol H₂O = 18 g/mol 40 °C'de saf su için P_{buhar} = 42 mmHg)

Çözüm:

17

$$n_{\text{su}} = \frac{36}{18} = 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{5,8}{58} = 0,1 \text{ mol}$$

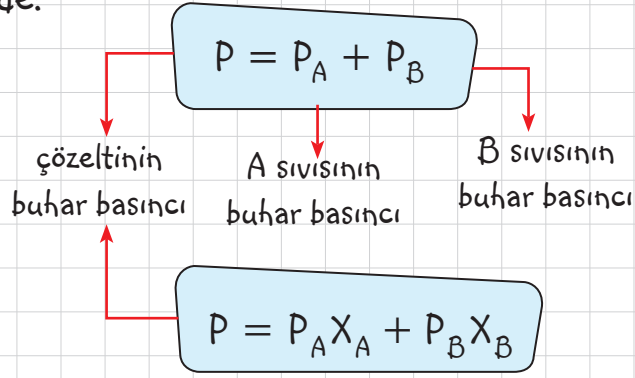
$$n_{\text{Top}} = 2,1$$

$$P = P_{\text{buhar}} \cdot X_{\text{sıvı}}$$

$$P = 42 \cdot \frac{n_{\text{su}}}{n_{\text{toplam}}}$$

$$P = \frac{42 \cdot 2}{2,1} = 40 \text{ mmHg} = \boxed{0,4 \text{ cmHg'dir.}}$$

Sıvı-Sıvı Çözeltilerde:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

1 mol su ve 3 mol toluen sıvısının karışımının 41°C 'de buhar basıncı kaç mmHg'dir?
(41°C 'de $P_{\text{su}} = 60 \text{ mmHg}$ $P_{\text{toluen}} = 80 \text{ mmHg}$)

Çözüm:

18

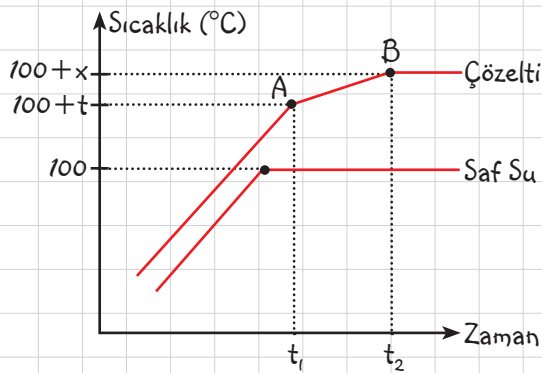
$$P = P_{\text{su}} \cdot X_{\text{su}} + P_{\text{toluen}} \cdot X_{\text{toluen}}$$

$$P = 60 \cdot \frac{1}{3+1} + 80 \cdot \frac{3}{3+1}$$

$$= \frac{60}{4} + \frac{80 \cdot 3}{4} = 15 + 60 = \boxed{75 \text{ mmHg}} \text{ 'dir.}$$

3.3.2. Kaynama Noktası Yükselmesi (Ebüliyoskopi)

Çözeltilerin kaynama noktası saf sıvının kaynama noktasına göre
Çözeltinin derişimi arttıkça kaynama noktası da



..... noktasında çözelti kaynamaya başlar. Çözelti doymamış olduğu için sıcaklık artışı doymamış hâle gelene kadar (..... noktası) devam eder.
çözeltinin kaynama noktası > suyun kaynama noktası



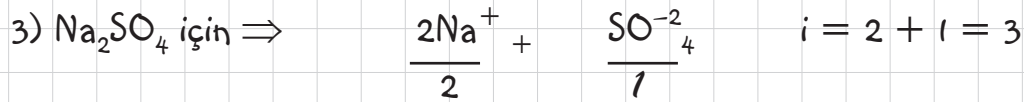
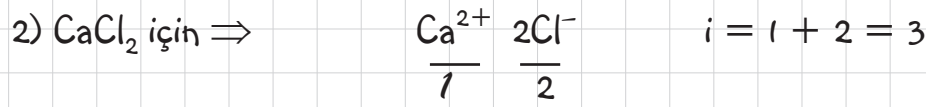
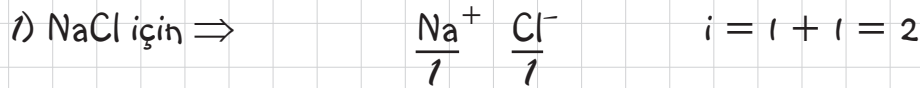
Aynı ortamda kaynayan saf sıvı ile çözeltinin kaynama noktaları farklıdır. Fakat buhar basınçları eşittir.

Çözeltilerin kaynama noktaları aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$\Delta t_k = K_k \cdot i \cdot m$$

çözeltinin molalitesi
çözünen maddenin tanecik katsayısı
kaynama noktası artışı
ebülyoskopi sabiti (su = 0,52)

Aşağıda çözünen tanecikler için i değerleri 3 örnekte gösterilmiştir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

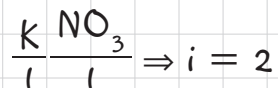
50,5 g KNO₃ 250 gram suya karıştırılarak bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin 1 atm basınç altında kaynama noktası kaç °C'dir?

(KNO₃ = 101 g/mol su için K_k = 0,52 °C kg/mol)

Çözüm:

19 $n_{\text{KNO}_3} = \frac{50,5}{101} = 0,5 \text{ mol}$

$$m = \frac{0,5}{0,25} = 2 \text{ Molal}$$



$$t_k = K_k \cdot i \cdot m$$

$$= 0,52 \cdot 2 \cdot 2 = 2,08$$

$$\text{Çözeltinin } K \cdot N = 100 + 2,08$$

$$= \boxed{102,08} \text{ °C 'dir.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Belirli miktarlarda şeker, X ve Y maddeleri ile hazırlanan üç çözeltinin Δt -molal derişim grafiği aşağıda verilmiştir.

X	Y
I. NaCl	MgCl ₂
II. KNO ₃	AlCl ₃
III. NaF	FeCl ₃

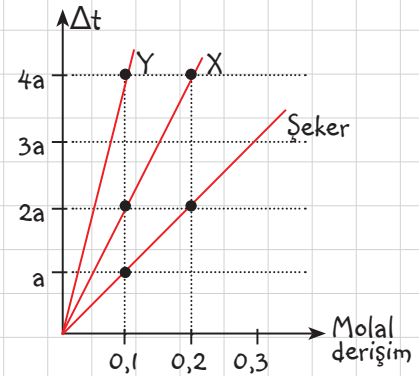
20

Buna göre X ve Y maddeleri hangileri olabilir?

Çözüm:

Şeker moleküler çözüner $i = 1$ olur.

Derişimler 0,1 molal olduğunda;



Şeker için $\Delta t = a$ $i = 1$ ise

X için $\Delta T = 2a \Rightarrow i = 2$ olur.

Y için $\Delta t = 4a \Rightarrow i = 4$ olur.

X	Y
I. $\frac{Na}{1} \frac{Cl}{1}$ (2)	$\frac{Mg}{1} \frac{Cl_2}{2}$ (3) x
II. $\frac{K}{1} \frac{NO_3}{1}$ (2)	$\frac{Al}{1} \frac{Cl_3}{3}$ (4) ✓
III. $\frac{Na}{1} \frac{F}{1}$ (2)	$\frac{Fe}{1} \frac{Cl_3}{3}$ (4) ✓

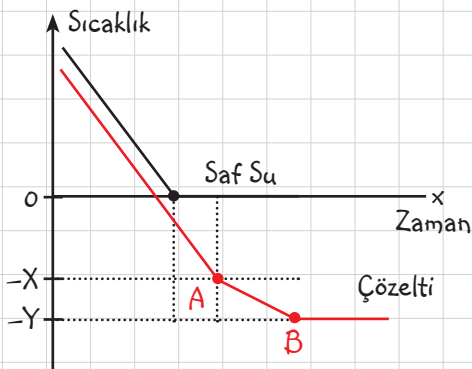
I. olamaz II ve III. olabilir.

SIRA SİZDE

1 litre saf suda 0,5 mol X maddesi çözüldüğünde kaynama noktası 0,25 °C artmaktadır. Buna göre, 4 litre suda kaç mol X maddesi çözülmeli ki kaynama noktası 102 °C olsun? (X maddesi moleküler çözünmektedir.)

Çözüm:

3.3.3. Donma Noktası Alçalması (Kriyoskopi)



Çözeltilerin donma noktaları saf sıvının donma noktasından daha Çözeltinin derişimi arttıkça noktası da düşer.

Çözelti noktasında donmaya başlar. Çözelti doğun hâle gelene kadar sıcaklık düşüşü devam eder. Doğun hâle gelen çözeltinin sıcaklığı sabit kalır. (..... Noktası)

çözeltinin donma noktası < suyun donma noktası

Çözeltilerin donma noktaları azalışı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\Delta t_d = K_d \cdot i \cdot m$$

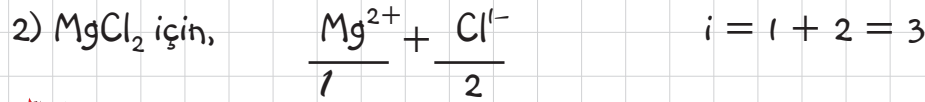
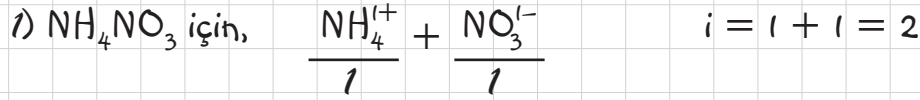
çözeltinin molalitesi

çözünen maddenin tanecik sayısı

donma noktası alçalması

kriyoskopi sabiti ($S_u = 1,86$)

Çözünen maddelerin tanecik değerleri (i) 2 örnekle gösterilmiştir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

60 gram NaOH'in içine 1,5 kg su karıştırılarak bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin 1 atm'deki donma noktası kaç °C olur? (NaOH = 40 g/mol su için $K_d = 1,86$)

Çözüm:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M_A} = \frac{60}{40} = 1,5 \text{ mol}$$

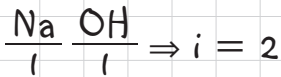
$$t_d = K_d \cdot i \cdot m$$

21

$$m = \frac{n}{m} = \frac{1,5 \text{ mol}}{1,5 \text{ kg}} = 1 \text{ Molal}$$

$$= 1,86 \cdot 2 \cdot 1$$

$$= 3,72 \text{ }^\circ\text{C}$$



$$\text{Çözeltinin D.N} = 0 - 3,72$$

$$= \boxed{-3,72 \text{ }^\circ\text{C}} \text{ 'dir.}$$

Aşağıda belirli miktarlarda çözücü ve çözünen ile hazırlanan 3 çözelti örneği verilmiştir.

I. 0,03 mol NaCl + 100 ml su

II. 0,02 mol $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + 100 ml su

III. 0,05 mol KNO_3 + 500 ml su

Buna göre çözeltilerin donma noktalarının karşılaştırılması nasıl olur?

22 Çözüm:

$$\text{NaCl} \Rightarrow m = \frac{0,03}{0,1} = 0,3 \text{ molal} \Rightarrow 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ molal iyon}$$

$$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow m = \frac{0,02}{0,1} = 0,2 \text{ molal} \Rightarrow 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ molal iyon}$$

$$\text{KNO}_3 \Rightarrow m = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ molal} \Rightarrow 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ molal iyon}$$

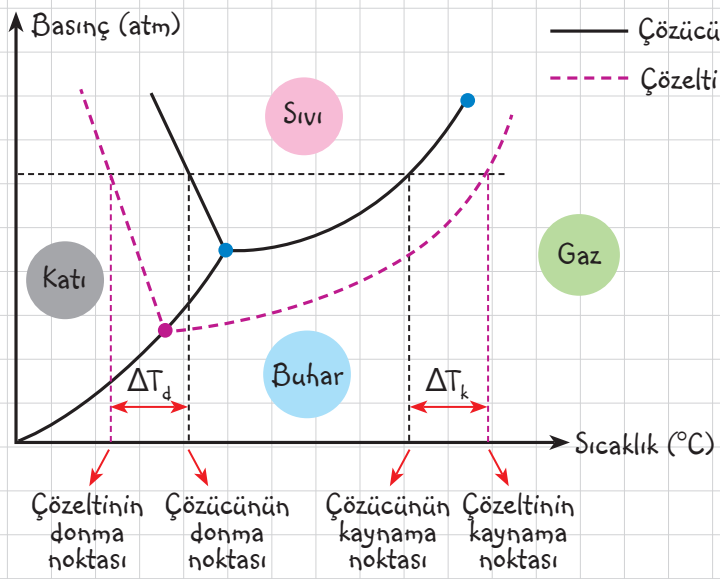
İyon derişimi arttıkça donma noktası daha da düşer. I = II < III

SIRA SİZDE

400 ml suda 0,2 mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 'ün çözünmesi ile elde edilen çözeltinin donma noktası kaç $^\circ\text{C}$ 'dir?
($d_{\text{su}} = 1 \text{ g/cm}^3$ $K_d = 1,86 \text{ }^\circ\text{C}$)

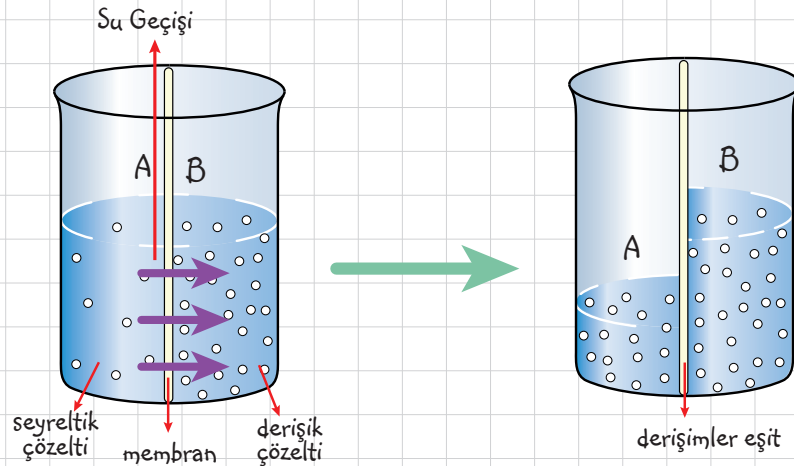
Çözüm:

Saf Sıvı ve Çözeltilerin Faz Diyagramı



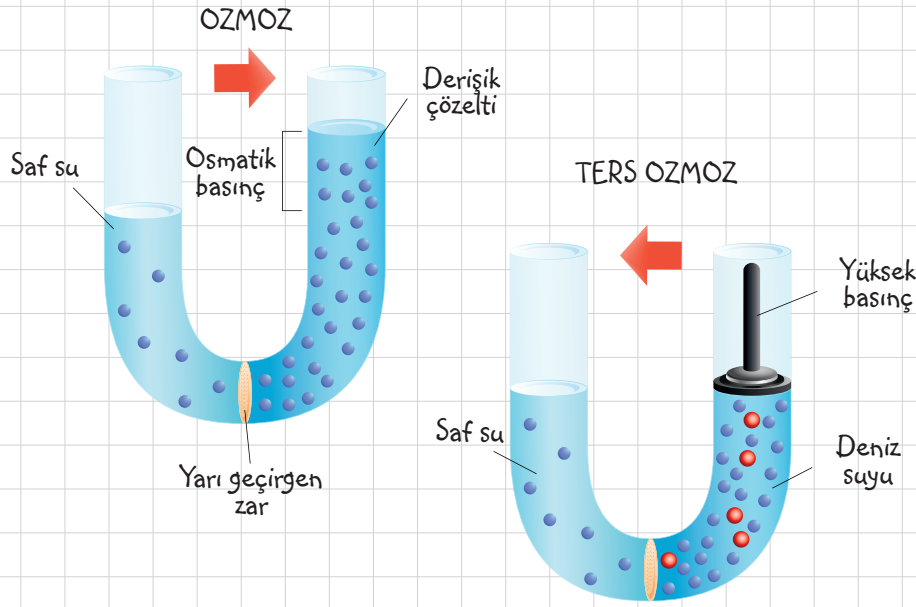
3.3.4. Osmotik Basınç

Derişimleri farklı iki çözeltinin arasına yarı geçirgen bir zar konursa (membran) su molekülleri seyreltik taraftan derişik tarafa doğru geçiş yapar. Bu geçiş, derişimler eşit oluncaya kadar devam eder. Bu olaya **Osmoz** denir.



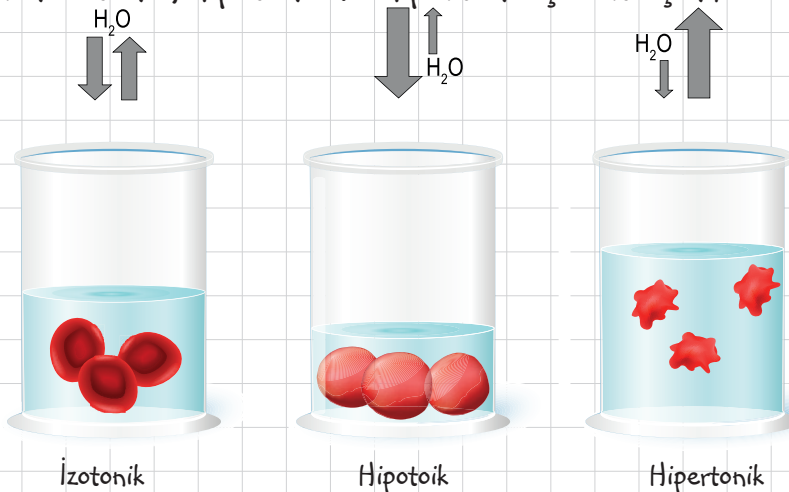
✓ Yarı geçirgen zar (membran), su moleküllerini geçirdiği hâlde çoğu iyon ve tanecikleri geçirmez.

- ✓ Su geçişi her zaman çözültiden çözelti tarafınadır.
- ✓ Bitkiler, kökleri sayesinde bu şekilde suyu topraktan çeker.
- ✓ Osmozu durdurmak için derişik çözültiye uygulanan basınca **osmotik basınç** denir. π ile gösterilir.
- ✓ Osmotik basınçtan daha büyük bir basınç uygulanırsa suyun geçişi seyreltik çözülti tarafına olur. Bu olaya **ters osmoz** denir. Bu yöntemle deniz suyundan içme suyu elde edilmektedir.



- ✓ Derişik çözültiye **hipertonik çözülti** denir. Seyreltik çözültiye **hipotonik çözülti** denir.
- ✓ Hücre dışındaki çözülti hücre içindeki ile aynı derişimdeyse böyle çözültilere **izotonik çözülti** denir. (Örnek: Serum)

Hücrelerin izotonik, hipotonik ve hipertonik çözülti içindeki osmoz olayı:



ÜNİTE 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

3.4. ÇÖZÜNÜRLÜK

3.4.1. Çözünürlüğe Etki Eden Etmenler

3.4.2. Çözünme Hızına Etki Eden Etmenler

3.4. ÇÖZÜNÜRLÜK

Belirli şartlarda 100 g sıvıda çözünebilir madde miktarına **çözünürlük** denir. Birimi g/100 cm³ sıvıdır. Çözeltilerde çoğunlukla sıvı olarak kullanılır.

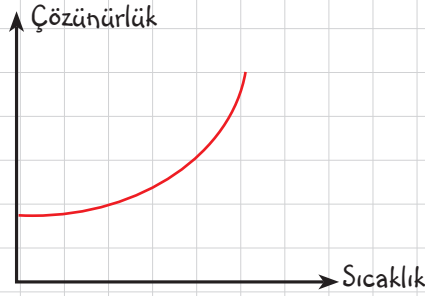
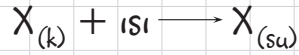
Örnek: 20 °C'de 100 g su içinde en fazla 36 gram NaCl çözünebilir.

3.4.1. Çözünürlüğe Etki Eden Etmenler

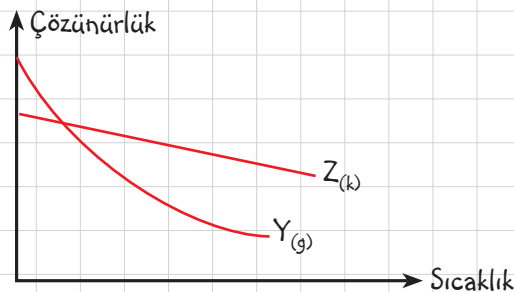
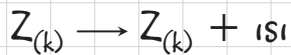
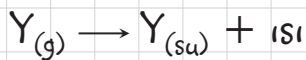
1. **Madde Türü:** Benzer maddeler birbiri içinde iyi çözünür. Polar maddeler çözücülerde, maddeler apolar çözücülerde çözünür.

2. **Sıcaklık:** Katılarda ve sıvılarda sıcaklık artışı genellikle çözünürlüğü

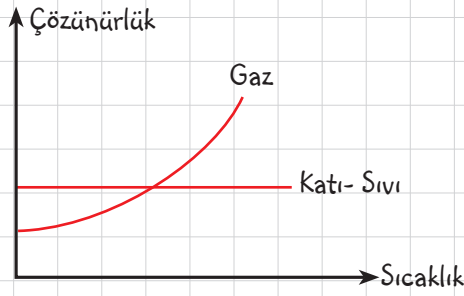
✓ Maddelerin sıvı içinde çözünmeleri endotermik ise sıcaklık artışı çözünürlüğü Çözünme sırasında çözeltinin sıcaklığı düşer. Katıların ve sıvıların çözünmeleri genellikle endotermiktir.



✓ Maddelerin sıvı içinde çözünmeleri ekzotermik ise sıcaklık artışı çözünürlüğü Çözünme sırasında çözeltinin sıcaklığı artar. **Gazların** tamamının suda çözünmesi



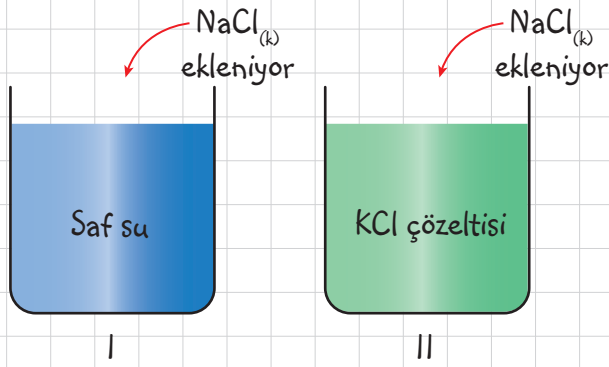
3. **Basınç:** Basınç değişimi, katı ve sıvıların çözünürlüklerini Gazlarda basınç artışı çözünürlüğü



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



4. **Ortak İyon Etkisi:** Çözünen maddenin iyonlarından biri çözücüde varsa çözünürlük Ortak iyonun derişimi arttıkça çözünürlük de



NaCl'ün saf sudaki çözünürlüğü II. çözeltiliye göre daha fazladır. II. çözeltilideki ortak iyon olan Cl^- iyonu NaCl'ün çözünmesini azaltır.

3.4.2. Çözünme Hızına Etki Eden Etmenler

1. **Temas Yüzeyi:** Katı maddeyi toz hâline getirmek çözünme hızını Çözünürlüğü

2. **Karıştırmak:** Çözünme hızını Çözünürlüğü

3. **Sıcaklık:** Hem çözünme hızını hem de çözünürlüğü



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

20 °C'de çözünürlüğü 36 g/100 cm³ olan NaCl'ün 54 gramını tamamen çözmek için kaç gram su gerekir? ($d_{su} = 1 \text{ g/ml}$)

Çözüm:

23

$$\text{Orantı: } \left. \begin{array}{l} 36 \text{ g NaCl için} \\ 54 \text{ g NaCl için} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 100 \text{ g su} \\ x \text{ g su} \end{array} \quad x = \frac{100 \cdot 54}{36} = 150 \text{ g su'dur.}$$



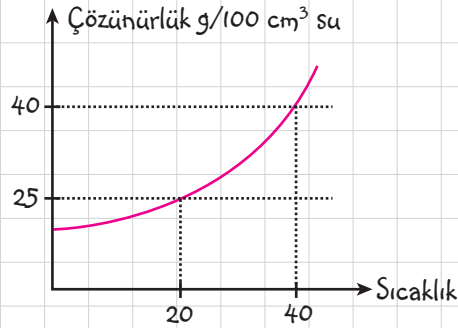
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

20 °C'de çözünürlüğü 24 g/100 cm³ olan A tuzunun 31 gramlık doymuş çözeltisinde kaç gram çözülmüş A tuzu vardır?

Çözüm:

Orantı: $\frac{24 \text{ g A için } 100 \text{ g su}}{x \text{ g}} = \frac{124 \text{ g çözelti}}{31 \text{ g çözelti}}$

$$x = \frac{31 \cdot 24}{124} = \frac{1}{4} \cdot 24 = 6 \text{ gram A tuzu vardır.}$$



Bir X tuzunun çözünürlüğüne ait sıcaklık grafiği verilmiştir. 40 °C'de 300 g su ile doymuş X çözeltisi hazırlanıyor. Sıcaklık 20 °C'ye soğutulduğunda kaç gram X tuzu kristallenir? (Çöker)

Çözüm:

25 I. Yol

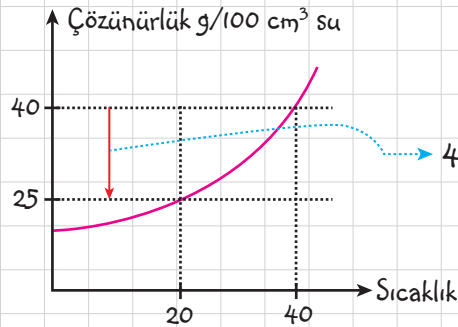
40 °C'de; 100 g suda 40 g X tuzu
300g suda 120 g X tuzu

20 °C'de; 100 g suda 25 g X tuzu
300 g suda 75 g X tuzu

Sıcaklık düşüşü çözünürlüğü azaltır.

$$\begin{aligned} \text{Çöken tuz} &= 120 - 75 \\ &= \boxed{45 \text{ g}} \text{ tuz çöker.} \end{aligned}$$

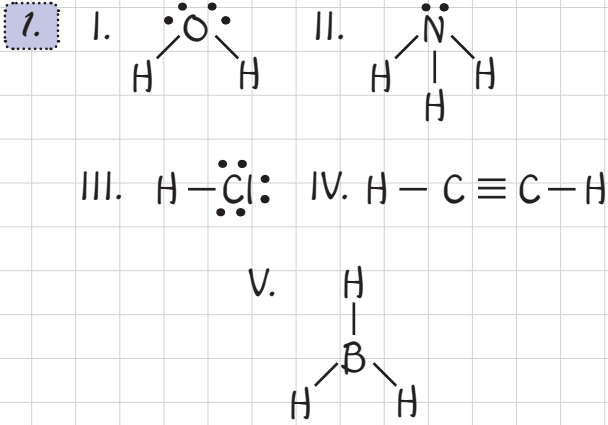
II. Yol



$$40 - 25 = 15 \text{ gram tuz çöker}$$

100 g suda 15 g tuz çökerse
300 g suda $\boxed{45 \text{ g}}$ tuz çöker

ÇÖZÜMLÜ TEST



Yukarıda molekül şekilleri verilen taneciklerin hangisinin birbiri içindeki çözünürlüğü en azdır?

- A) I - II B) I - III C) II - III
 D) II - IV E) IV - V

2. Bir çözünme olayı gerçekleşirken aşağıdaki olaylar gerçekleşir.

A : Çözücü taneciklerin birbirinden ayrılması

B : Çözünen taneciklerin birbirinden ayrılması

C : Çözünen taneciklerin çözücü tanecikler tarafından sarılması

Buna göre,

- I. A ve B olayları endotermiktir.
 II. C ekzotermik olaydır.
 III. A ve B'deki enerji değişimi toplamı C'den büyükse çözünme ekzotermiktir.
 yargılarından hangileri doğrudur?

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

3. 3 M 500 mililitrelik MgCl_2 çözeltisinin 300 mililitresi bir kaba aktarılarak üstüne 200 ml su ekleniyor.

Son durumda Cl^- iyonları derişimi kaç mol/l olur?

- A) 6 B) 5,4 C) 3,6 D) 1,8 E) 1,2

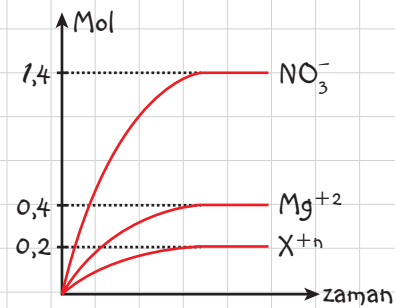
4. 12 gram katı NaOH , 3M'lik 10 ml HCl çözeltisine atıldığında tam verimli bir tepkime gerçekleşiyor.

Buna göre karışımla ilgili aşağıdaki yargılardan hangisinin doğruluğu kesin değildir?

($\text{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$)

- A) 0,3 mol NaCl oluşmuştur.
 B) 0,3 mol H_2O oluşmuştur.
 C) Çözelti nötrdür.
 D) Çözünme olayı kimyasal tepkimedir.
 E) NaCl 'ün derişimi 3 M'dir.

5.



İki farklı nitrat tuzunun aynı kaptaki çözünmesi ile oluşan iyonların mol - zaman grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre n sayısı nedir?

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

ÇÖZÜMLÜ TEST

6. 0,2 Molar 2 litre $AlBr_3$ çözeltisi ile 0,4 Molarlık $MgBr_2$ çözeltisinden bir miktar karıştırılıyor.

Karışımındaki Br^- iyonları derişimi 0,72 Molar olduğuna göre, başlangıçtaki $MgBr_2$ çözeltisinin hacmi kaç litredir?

- A) 3 B) 2 C) 1
D) 0,3 E) 0,1

7. 0,2 M 150 ml $Pb(NO_3)_2$ çözeltisi ile X M 100 ml KI çözeltisi karıştırıldığında ortamdaki Pb^{2+} ve I^- iyonlarının tamamı artansız olarak PbI_2 katısı şeklinde çöküyor.

Buna göre,

- I. K^+ iyonunun mol sayısı 0,06'dır.
II. X değeri 0,6'dır.
III. NO_3^- iyonu derişimi 0,24 M olur.
ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

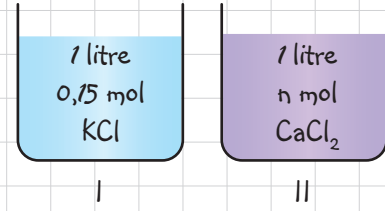
8. a molal NaCl çözeltisinin donma sıcaklığı $-2t$ °C'dir.

b molal $CaCl_2$ çözeltisinin donma sıcaklığı $-t$ °C'dir.

Buna göre çözeltilerin molal derişimleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $3a = b$ B) $a = 3b$
C) $a = b$ D) $2a = b$
E) $a = b$

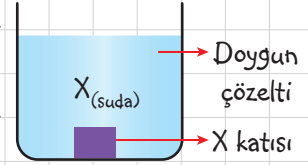
9.



I. ve II. kpta bulunan çözeltilerin aynı dış basınçta kaynamaya başlama sıcaklıkları eşit olduğuna göre n sayısı kaçtır?

- A) 0,1 B) 0,15 C) 0,2
D) 1 E) 2

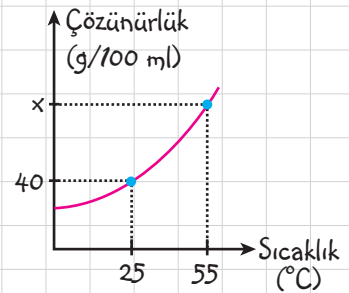
10. Katsıiledengede olan bir çözeltiye bir miktar su ekleniyor.



Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisinin doğruluğu kesindir?

- A) Ortamın ısısı artar.
B) Ortamın ısısı düşer.
C) Derişim azalır.
D) Çözünen mol sayısı artar.
E) Derişim değişmez.

11. NH_4Cl 'ün sıcaklık-çözünürlük grafiği yandaki şekilde verilmiştir.



55 °C'de 50 g su ile hazırlanan çözeltinin sıcaklığı 25 °C'ye düşürüldüğünde 6,5 gram NH_4Cl çökmektedir.

Buna göre, 55 °C'de 200 gram su ile hazırlanan doymun çözeltinin molalitesi nedir? ($NH_4Cl = 53$ g/mol)

- A) 15 B) 10 C) 5 D) 4 E) 1

TEST 1

1. I. London kuvvetleri
II. Dipol - Dipol
III. İyon - Dipol

NaCl (yemek tuzu) suda çözüldüğünde su molekülleri ile arasında etkin olan etkileşimler hangileridir?

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

2. I. Dipol - Dipol
II. London kuvvetleri
III. Dipol - indüklenmiş dipol

HCl ile CCl₄ molekülleri arasında yukarıda verilen etkileşimlerden hangileri bulunmaz?

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

3. Aşağıdaki bileşiklerden hangisi su molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturmaz?

- A) CH₃NH₂ B) CH₃OH
C) HF D) NH₃
E) CH₃Br

4. CH₄ ve H₂O molekülleri arasındaki etkileşim türü ile birbiri içinde çözünme durumunu aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtir?

Etkileşim	Çözünme
A) Dipol-indüklenmiş dipol	Çözünmez
B) İyon-Dipol	Çözünür
C) Hidrojen bağı	Çözünür
D) İyon-indüklenmiş dipol	Çözünür
E) Dipol-Dipol	Çözünmez

5. Aşağıda birbirleri içinde çözünen maddeler verilmiştir.

Buna göre;

	Çözünen	Çözücü
I.	KCl	H ₂ O
II.	H ₂ S	HCl
III.	C ₆ H ₆	NH ₃

Yukarıdaki çiftlerden hangilerinde moleküller arasında dipol-dipol etkileşimi bulunmaz?

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

6. Aşağıda verilen hangi molekül çifti arasında dipol-dipol etkileşimi vardır?

- A) CH₄ - CCl₄ B) PH₃ - HF
C) H₂O - O₂ D) KNO₃ - HCl
E) CCl₄ - H₂O

TEST I

7. 20°C 'de 100 gram su içinde 47 g glikoz ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) çözünebilirken, yemek tuzu (NaCl) ise 36 g çözünebilmektedir.

Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Glikozun organik bileşik olması
 B) Yemek tuzunun inorganik olması
 C) Glikoz ile su molekülü arasında H bağı oluşması
 D) Yemek tuzunun iyonik yapıda olması
 E) Şeker molekülünün yoğunluğunun daha fazla olması

8. Aşağıda verilen moleküllerin hangisinde su molekülü ile arasında iyon - dipol etkileşimi vardır?

- A) PCl_3 B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 C) KNO_3 D) CCl_4
 E) I_2

9.

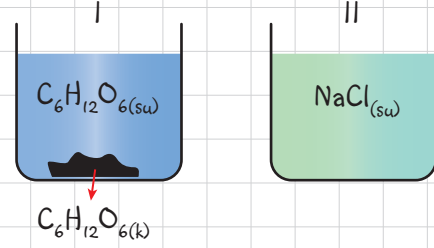
<u>Çözücü</u>	<u>Çözünen</u>
I. H_2O	NH_3
II. H_2O	CH_3OH
III. H_2O	HF

- I. H_2O NH_3
 II. H_2O CH_3OH
 III. H_2O HF

Oda şartlarında hazırlanan yukarıdaki çözeltilerden hangisi hem hidrojen bağı içerip hem de elektrolit çözelti özelliği gösterir?

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

- 10.

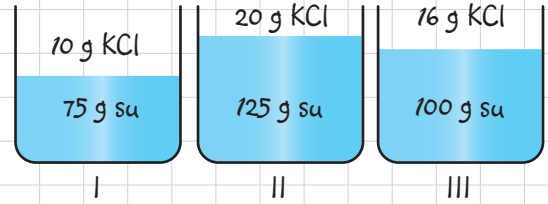


Aynı ortamda hazırlanmış iki çözelti için,

- I. Her iki çözelti de doygundur.
 II. Her iki çözelti de elektrolittir.
 III. Her iki çözünmeye de solvasyon denir.
 yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

- 11.



Aynı sıcaklıkta hazırlanmış yukarıdaki çözeltilerle ilgili,

- I. En seyreltik olanı I. çözeltilidir.
 II. II. kaba bir miktar su eklenirse derişimi III'e eşit olur.
 III. II. kaptan bir miktar su buharlaştırılırsa derişimi I'e eşit olur.
 yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 2

1. Kütlece %5'lik 120 gram NaCl çözeltisine 30 gram daha NaCl eklenip çözünüyor.

Buna göre çözeltinin kütlece % değişimi kaç olur?

- A) 12 B) 24 C) 36
D) 42 E) 50

2. Kütlece %25 tuz içeren doymamış tuz çözeltisinin 210 gramına kaç gram tuz eklenirse kütlece %30'luk çözelti elde edilir?

- A) 25 B) 24 C) 15
D) 14 E) 8

3. Kütlece %20'lik 210 gram şeker çözeltisine bir miktar su ekleniyor. Son değişim kütlece %14 olduğuna göre, eklenen su kaç gramdır?

- A) 55 B) 60 C) 65
D) 80 E) 90

4. 0,125 mol NaOH'in 45 ml su içinde çözünmesiyle oluşan çözeltinin derişimi kütlece % kaçtır?

(H:1, O: 16, Na: 23)

- A) 5 B) 8 C) 9
D) 10 E) 12

5. 6 mol NaOH kullanarak 1 litrelik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin yoğunluğu (d) 1,2 g/ml olduğuna göre, çözeltinin derişimi kütlece % kaçlıktır? (Na: 23 O: 16 H: 1)

- A) 20 B) 25 C) 30
D) 40 E) 45

6. Derişimi kütlece %20'lik 112 gram çözeltide 0,4 mol XOH katısı çözünmüştür.

Buna göre, X elementinin atom kütlesi nedir? (H: 1 O: 16)

- A) 54 B) 39 C) 27
D) 23 E) 6

TEST 2

7. 25 ml etil alkol ve 100 ml su ile hazırlanan kolonyanın derecesi (hacimce alkol yüzdesi) nedir?

- A) 80 B) 70 C) 40
D) 25 E) 20

8. Hacimce %10'luk 300 ml'lik sirke çözeltisini, hacimce %6'lık yapmak için kaç ml su eklenmelidir?

- A) 80 B) 100 C) 160
D) 200 E) 240

9. Kütlece %10'luk 80 g şeker çözeltisi ile kütlece %40'lık 20 g şeker çözeltisi karıştırılıyor.

Karışıma 300 ml su eklendiğinde karışımın derişimi kütlece % kaç olur?

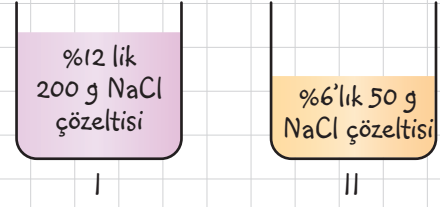
- A) 12,4 B) 12 C) 10
D) 6 E) 4

10. Kütlece %20'lik 400 g NaCl ile kütlece %8'lik 200 g NaCl çözeltileri karıştırılıyor.

Karışıma ne kadar su eklenirse kütlece %12'lik olur?

- A) 420 B) 400 C) 280
D) 240 E) 200

11.



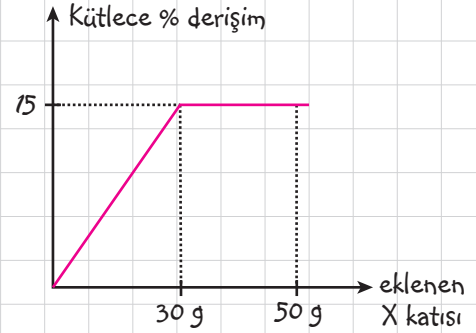
Yukarıda iki farklı NaCl çözeltisi verilmiştir.

I. kaptaki çözeltinin yarısı II. kaba boşaltılıyor.

Buna göre, II. kaptaki çözeltinin derişimi kütlece % kaçlık olur?

- A) 6 B) 8 C) 9 D) 10 E) 11

12.



Yukarıdaki grafikte, bir miktar saf su içine X katısı eklenmesi ile oluşan çözeltinin kütlece % derişim grafiği verilmiştir.

Buna göre,

- I. Kaptaki su miktarı 200 gramdır.
 - II. Kaptaki çözelti, aşırı doymuş çözeltilidir.
 - III. Kaptaki çözünmüş X katısı 30 g'dır.
- Yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 3

1. 16 gram metil alkolün (CH_3OH) 81 gram suda çözünmesi ile hazırlanan bir çözelti için,

- I. Suyun mol kesri 0,90'dır.
 - II. Metil alkolün mol kesri 0,01'dir.
 - III. Elektrik akımını iletmez.
- yargılarından hangileri doğrudur?
(Metil alkol = 32 g/mol su, 18 g/mol)

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

2. 100 ml'lik bir çözeltide 1,12 gram KOH çözünmüş hâlde bulunmaktadır.

Buna göre çözeltinin derişimi kaç mol/l dir?

(K: 39 , O: 16 , H: 1)

- A) 0,2 B) 0,4 C) 0,8
D) 0,9 E) 2

3. 13,8 g X_2CO_3 katısı ile hazırlanan 200 ml'lik çözeltinin derişimi 0,5 molardır.

Buna göre X'in atom kütlesi nedir?

(C: 12 g/mol, O: 16 g/mol)

- A) 138 B) 78 C) 39
D) 23 E) 1

4. 11,1 gram $\text{X}(\text{OH})_2$ kullanılarak hazırlanan 500 ml'lik çözeltide toplam iyon derişimi 0,9 molardır.

Buna göre X'in atom kütlesi kaçtır?
(O: 16 g/mol , H: 1 g/mol)

- A) 80 B) 40 C) 39
D) 24 E) 20

5. Kütlece %49'luk H_2SO_4 çözeltisinin yoğunluğu 1,2 g/ml'dir. Çözeltinin 100 ml'sine 900 ml su eklenerek 1 litreye tamamlanıyor.

Yeni çözeltinin derişimi kaç M olur?

(H: 1 g/mol, S: 32 g/mol, O: 16 g/mol)

- A) 0,15 B) 20 C) 0,30
D) 0,40 E) 0,60

6. 0,8 M 200 ml şeker çözeltisine kaç ml su ilave edilirse 0,2 M'lık çözelti elde edilir?

- A) 1000 B) 800 C) 600
D) 400 E) 200

TEST 3

7. Kütlece %31'lik MgF_2 'ün sulu çözeltisinin yoğunluğu $1,4 \text{ g/ml}$ 'dir.

Buna göre çözeltinin derişimi kaç M'dır? (Mg: 24 F: 19)

- A) 14 B) 9,5 C) 7
D) 4 E) 3,5

8. 150 ml'lik çözeltinin içinde 0,6 mol $CaCO_3$ çözünmüştür.

Çözeltinin yoğunluğu $1,6 \text{ g/mol}$ olduğuna göre çözeltinin derişimi kütlece % kaçtır?

($CaCO_3 = 100 \text{ g/mol}$)

- A) 25 B) 30 C) 40
D) 45 E) 60

9. 2,22 g $CaCl_2$ ile 500 ml'lik çözelti hazırlanıyor.

Çözeltide bulunan Cl^- iyonları derişimi kaç M'dır?

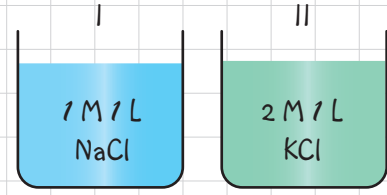
(Ca: 40 g/mol, Cl: 35,5 g/mol)

- A) 0,01 B) 0,08 C) 0,8
D) 0,2 E) 0,4

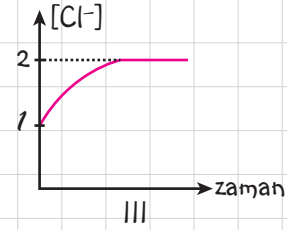
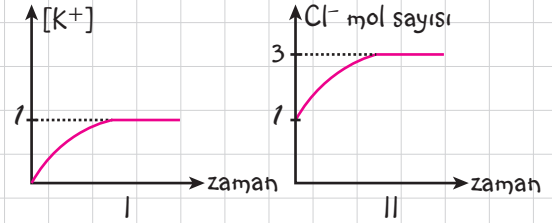
10. 200 ml'lik $Al_2(SO_4)_3$ çözeltisinde SO_4^{2-} iyonları 1,8 mol olduğuna göre, $Al_2(SO_4)_3$ 'ün derişimi kaç M'dır?

- A) 3 B) 1,8 C) 0,9
D) 0,6 E) 0,3

11.



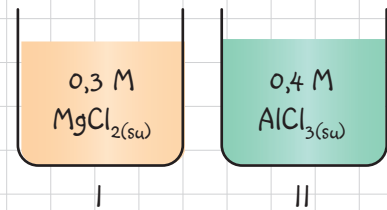
II. kaptaki çözelti I. kaba ekleniyor.



Buna göre çizilen grafiklerden hangileri doğrudur?

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

12.



Yukarıdaki iki çözelti hangi hacim oranlarında (V_I/V_{II}) karıştırılırsa oluşan karışım çözeltisinde Klor iyonları derişimi $[Cl^-] 1M$ olur?

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

TEST 4

1. Belirli miktardaki saf suya bir miktar şeker eklenerek oluşturulan çözelti için;

- yoğunluk,
- buhar basıncı,
- iletkenlik,
- donma noktası,
- kaynama anındaki buhar basıncı.

özelliklerinden kaç tanesinin değeri saf suya göre yüksektir?

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

2. I. Saf su

II. 1 M'lık şekerli su

III. 1 M'lık tuzlu su

Buna göre, aşağıda verilen çözeltilerle ilgili ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Aynı ortamda buhar basıncı en büyük I.'dir.
- B) Aynı ortamda kaynama noktası en büyük III.'dür.
- C) Aynı ortamda donma noktası en küçük I.'dir.
- D) Aynı ortamda kaynadıkları anda buhar basınçları aynıdır.
- E) Aynı ortamda elektrik iletkenliği en fazla III.'dür.

3. 500 ml 1M Na_2SO_4 çözeltisine aynı sıcaklıkta ayrı ayrı;

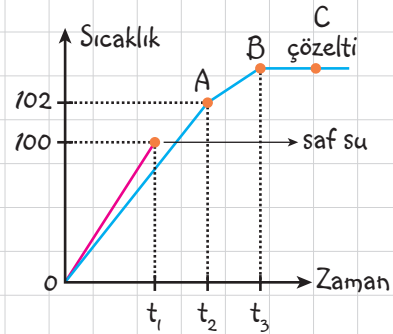
I. 250 ml saf su,

II. 500 ml 1M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ çözeltisi,

III. 500 ml 1M K_2SO_4 çözeltisi eklendiğinde kaynama noktaları nasıl değişir?

I	II	III
A) artar	azalır	değişmez
B) azalır	azalır	değişmez
C) artar	artar	azalır
D) azalır	azalır	artar
E) azalır	artar	değişmez

4.



Yukarıdaki grafik saf su ve çözeltinin sıcaklık zaman grafiğidir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

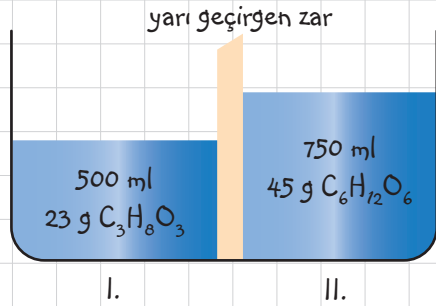
- A) Çözeltinin kaynamaya başlama süresi saf suya göre fazladır.
- B) B-C aralığındaki buhar basıncı, A-B aralığındakinden yüksektir.
- C) B noktasında çözelti doygundur.
- D) A noktasında çözelti kaynamaya başlamıştır.
- E) A noktasında çözelti doygun değildir.

TEST 4

5. Aşağıdaki çözeltilerden hangisinin osmotik basıncı en düşüktür?

- A) 0,1 M CaCl_2
- B) 0,05 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- C) 0,15 M KCl
- D) 0,2 M $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- E) 0,1 M H_2SO_4

6. Yarı geçirgen zar ile birbirinden ayrılmış iki çözelti aşağıda gösterilmiştir.



Yarı geçirgen zar sadece su moleküllerinin geçişine izin verdiğine göre, aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

$$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 = 92 \text{ g/mol,}$$

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180 \text{ g/mol}$$

- A) Başlangıçta II.'deki derişim fazladır.
- B) Su molekülleri I. den II.'ye geçer.
- C) Zamanla sıvı seviyeleri eşitlenir.
- D) II. de derişim zamanla artar.
- E) I'de derişim sabit kalır.

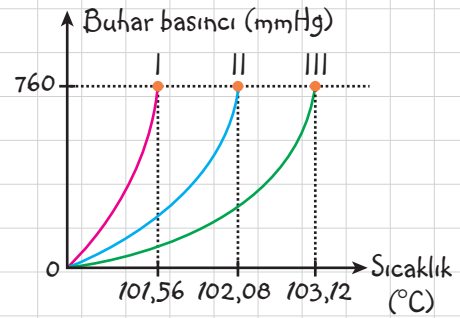
7. Aşağıda Cl^- iyonları derişimi eşit olan 3 farklı çözelti bulunmaktadır.

- I. NaCl çözeltisi
- II. AlCl_3 çözeltisi
- III. CaCl_2 çözeltisi

Buna göre, çözeltilerin kaynama noktaları arasındaki ilişki nasıl olur?

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

8. Aşağıda üç farklı derişimde olan KCl çözeltisinin sıcaklık-buhar basıncı grafiği verilmiştir.



Buna göre, derişimler aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

$$(K_f = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C m}^{-1})$$

	I	II	III
A)	1,5	2	3
B)	3	2	6
C)	1,5	4	3
D)	3	4	6
E)	1,5	2	4

TEST 5

1. 90 gram glikoz ($C_6H_{12}O_6$) ve 54 gram H_2O ile $t^\circ C$ 'de hazırlanan çözeltinin buhar basıncı kaç cmHg'dir?

(O: 16 C: 12 H: 1
 $t^\circ C$ 'de $P_{su} = 350$ mmHg)

- A) 3 B) 1,5 C) 0,5
 D) 0,3 E) 0,2

2. "Uçucu olmayan bir katının, su ile oluşturduğu bir çözeltinin buhar basıncı ile doğru orantılıdır."

Yukarıdaki boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisi gelirse doğru olur?

- A) Çözeltinin molalitesi
 B) Çözeltinin molaritesi
 C) Çözücünün mol kesri
 D) Çözünenin mol kesri
 E) Çözeltinin osmotik basıncı

3. $25^\circ C$ 'de 90 gram su içinde 84 g AlF_3 tuzu ile çözelti hazırlanıyor. Buna göre, aynı sıcaklıkta çözeltinin buhar basıncı kaç mmHg olur?

($H_2O = 18$ g/mol $AlF_3 = 84$ g/mol
 $25^\circ C$ 'de $P_{su} = 28$ mmHg)

- A) 10 B) 15 C) 20
 D) 21 E) 24

4. $27^\circ C$ sıcaklıkta eşit mollerde H_2O ve CH_3OH 'den oluşan çözeltinin buhar basıncı kaç cmHg'dir?

($27^\circ C$ 'de $P_{CH_3OH} = 140$ mmHg
 $P_{H_2O} = 30$ mmHg)

- A) 170 B) 110 C) 85
 D) 50 E) 8,5

5. $60^\circ C$ sıcaklıkta 27,6 gram toluen (C_7H_8) ile bir miktar benzen (C_6H_6) sıvısı karıştırılarak bir çözelti oluşturuluyor. Oluşan çözeltinin buhar basıncı 25 mmHg olduğuna göre, karışımdaki benzenin kütlesi kaç gramdır?

($C_7H_8 = 92$ g/mol $C_6H_6 = 78$ g/mol
 $60^\circ C$ 'de $P_{toluen} = 15$ mmHg
 $P_{benzen} = 40$ mmHg)

- A) 15,6 B) 16 C) 16,5
 D) 23,4 E) 31,2

6. Arda laboratuvarında bulduğu aşağıdaki bileşiklerden 1 molarlık 1'er litrelik çözeltiler hazırlamıştır.

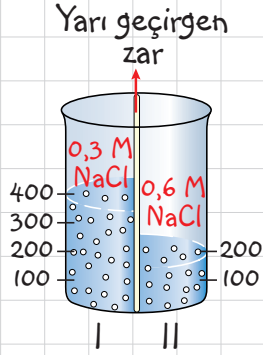
- Göztaşı $CuSO_4$
- Şap $KAl(SO_4)_2$
- Yemek sodası $NaHCO_3$
- Nişadır NH_4Cl
- Kıbrıs taşı $FeSO_4$

Buna göre, Arda kışın apartman önünün buz tutmaması için hangisini dökerse en etkili sonuç alır?

- A) Göztaşı B) Şap C) Yemek sodası
 D) Nişadır E) Kıbrıs Taşı

TEST 5

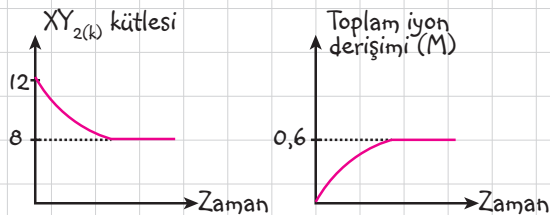
7. Aşağıda yarı geçirgen bir zar ile ikiye ayrılmış bir kap içinde NaCl çözeltileri bulunmaktadır.



Bir süre sonra iki bölme arasındaki çözelti seviyeleri eşit hâle geliyor. Bu durumda I. ve II. bölmedeki Cl^- iyonları derişimi kaç Molar olur?

	I. Bölme	II. Bölme
A)	0,6	0,3
B)	0,4	0,4
C)	0,3	0,6
D)	0,2	0,4
E)	0,4	0,3

8. Suda iyi çözünen XY_2 tuzunun 12 gramı 100 ml su içine atılıyor. Tuzun kütlesi ve iyon derişimleri grafikleri aşağıda gösterilmiştir.



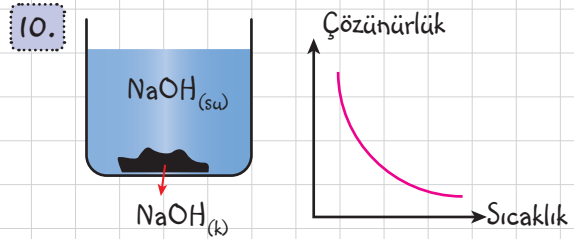
Buna göre, XY_2 tuzunun mol kütlesi kaç gramdır?

- A) 20 B) 40 C) 60
D) 120 E) 200

9. 0°C sıcaklıkta 5 atm basınç altında 44,8 ml hacim kaplayan NH_3 gazı 100 ml su içinden geçirilerek bu gazın çözünmesi sağlanıyor.

Oluşan çözeltinin derişimi kaç Molar olur?

- A) 2 B) 1 C) 0,5
D) 0,1 E) 0,05



Yukarıda, dibinde katısı ile dengede bulunan NaOH çözeltisi ile NaOH'in çözünürlük-sıcaklık grafiği verilmiştir.

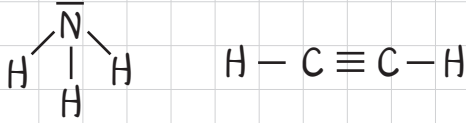
Buna göre, çözeltiliye uygulanan işlemler sonucunda oluşacak derişimler aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

Uygulanan işlem	Değişim
A) Isıtma	$\text{NaOH}_{(k)}$ azalır.
B) Su ekleme	$\text{NaOH}_{(k)}$ artar.
C) $\text{KOH}_{(k)}$ ekleme	$\text{NaOH}_{(k)}$ artar.
D) Soğutma	$\text{NaOH}_{(k)}$ artar.
E) $\text{HCl}_{(s)}$ ekleme	$\text{NaOH}_{(k)}$ artar.

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1. Polar moleküller birbiri içinde, apolar moleküller de birbiri içinde iyi çözünür.

I, II ve III. moleküller polar
IV ve V. moleküller apolardır.



polar

apolar

Birbiri içinde az çözünür.

Yanıt D

2. Çözücü ve çözünen taneciklerinin kendi aralarındaki etkileşimleri ısı alan (endotermik) olaydır. Bu nedenle A, B endotermik gerçekleşir. Çözücü ve çözünen taneciklerinin arasındaki etkileşimler ısı veren (ekzotermik) olaydır.

Çözücü ve çözünen taneciklerinin kendi aralarındaki enerji değişimi çözücü - çözünen tanecikleri arasındaki enerji değişiminden büyükse çözünme olayı endotermik olur.

Yanıt B

3. Çözelti seyreltme vardır.

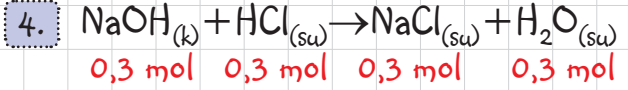
MgCl₂ çözeltisi için:

$$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 3.300 = M_2.500$$

$$M_2 = \frac{9}{5} = 1,8 \text{ M MgCl}_2 \text{ çözeltisi}$$

$$[Cl^-] = 2.1,8 \text{ M} = 3,6 \text{ M}$$

Yanıt C



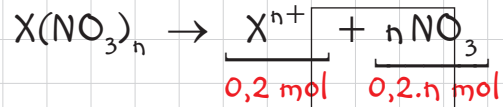
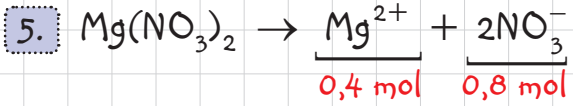
$$\eta_{NaOH} = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ mol}$$

$$\eta_{HCl} = 3.0,1 = 0,3 \text{ mol}$$

0,3 mol NaCl ve H₂O oluşmuştur. Artan madde yoktur. Çözelti nötrdür. Kimyasal bir çözünmedir.

Tepkimeli çözünmede 0,3 mol H₂O oluşmuştur. Oluşan su çözeltinin hacmini bir miktar arttırır. Bu nedenle NaCl'ün derişimi olması gereken 3M'dan biraz düşük olur.

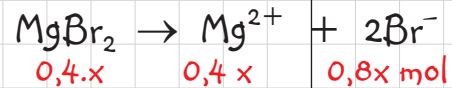
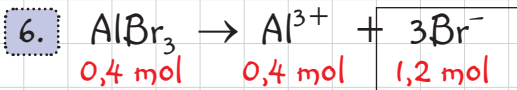
Yanıt E



$$0,8 \text{ mol} + 0,2.n \text{ mol} = 1,4 \text{ mol}$$

$$n = 3$$

Yanıt C

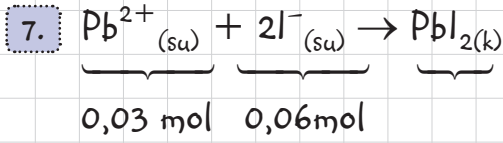


$$[Br^-] = \frac{1,2 + 0,8x}{2 + x} = 0,72$$

$$x = 3$$

Yanıt A

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ



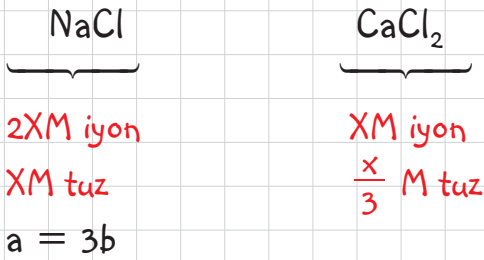
I. K^{+} iyonu mol sayısı I^{-} iyonu mol sayısına eşittir. 0,06 mol doğru.

II. $[\text{I}^{-}] = \frac{n}{V} = \frac{0,06}{0,1} = 0,6 \text{ M}$ doğru.

III. $[\text{NO}_3^{-}] \Rightarrow = M_1V_1 = M_2V_2$
 $0,4 \cdot 150 = M_2 \cdot (150 + 100)$
 $M_2 = 0,24 \text{ M}$ doğru.

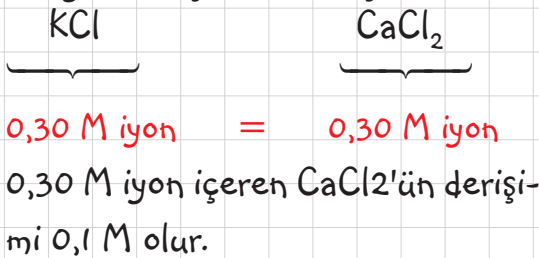
Yanıt E

8. NaCl'ün donma noktası alçalması CaCl_2 'ün 2 katıdır. Bu nedenle iyon derişimi de 2 kat fazladır.



Yanıt B

9. Çözeltilerin kaynama noktaları eşit ise iyon derişimleri de eşittir.



Yanıt D

10. Çözünen katının endotermik mi ekzotermik mi olduğu bilgisi verilmemiştir. Bu nedenle A ve B'nin doğruluğu kesin değildir. Eklenen su az olduğunda dipteki katı tamamen çözünmeyebilir. Derişim sabit kalır. Çok su eklenirse katı tamamen çözünür ve çözelti seyreltik hâle gelebilir. C ve E kesin değildir. Su eklendikçe çözünenin mol sayısı artar. D kesindir.

Yanıt D

11. 55°C 'de 50 gram su ile hazırlanan çözelti 100 gram su ile hazırlansaydı, çöken tuz $6,5 \cdot 2 = 13$ gram olacaktı. 55°C 'de çözünürlük $40 + 13 = 53$ olur.

$X = 40 + 13 = 53 \text{ g}/100 \text{ ml}$ olur.
 100 g suda 53 g NH_4Cl çözünürse
 200 g suda 106 g NH_4Cl çözünür.

$$n = \frac{106}{53} = 2 \text{ mol } \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$\text{molalite} = \frac{\text{mol}}{\text{kg su}} = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ molal}$$

Yanıt B

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1. $d = \frac{m}{V} \quad 1,2 = \frac{m}{500}$

$m = 600$ gram çözelti

$\%m = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \cdot 100$

$6 = \frac{m_{\text{çözünen}}}{600} \cdot 100$

$m_{\text{çözünen}} = 36$ g şeker

$m_{\text{su}} = 600 - 36 = 564$

2. $M = \frac{n}{V} \quad 0,5 = \frac{n}{0,6} \quad n = 0,3$ mol

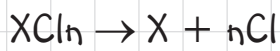
$n = \frac{m}{M_A} \quad 0,3 = \frac{36,6}{M_A}$

$M_A = 122$ g/mol

$122 = x + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1$

$x = 88$ g/mol

3. $M = \frac{n}{V} \quad M = \frac{0,2}{5} = 0,04$ molar



$\underbrace{\hspace{2cm}}_{0,04M} \quad \underbrace{\hspace{2cm}}_{0,08M} \quad \underbrace{\hspace{2cm}}_{n = 2' \text{dir.}}$

4. I. çözeltinin molalitesi = $\frac{0,5}{1} = 0,5$

0,5 molal çözeltide $0,25^\circ\text{C}$

? $2^\circ\text{C}'de$

? = 4 molal (II. çözeltinin derişimi)

$m = \frac{n}{\text{kg su}} \quad 4 = \frac{n}{4} \quad n = 16$ mol

5. Molalite = $\frac{\text{mol}}{\text{kg su}} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5$

$\Delta t_d = K_d \cdot i \cdot m$

$1,86 \cdot 4 \cdot 0,5 = 3,72$

Donma Noktası = $0 - 3,72$
= $-3,72^\circ\text{C}$

ÜNİTE 4: KİMYASAL TEPKİMELEERDE ENERJİ

4.1. KİMYASAL TEPKİMELEERDE İSİ DEĞİŞİMİ

4.1.1. Endotermik Tepkimeler

4.1.2. Ekzotermik Tepkimeler

4.1.3. Tepkime Entalpisi

4.1. KİMYASAL TEPKİMELEERDE İSİ DEĞİŞİMİ

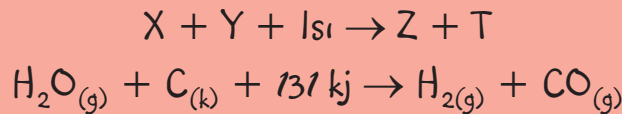
Her maddenin yapısında depoladığı bir enerjisi vardır. Bir sistemdeki taneciklerin titreşim, öteleme, dönme vb. hareketleri nedeniyle oluşan kinetik enerjileri ve birbirleriyle etkileşiminden doğan potansiyel enerjilerinin toplamı maddenin oluşturur. Isınma, soğuma, erime, donma gibi fiziksel olaylar; atomların elektron alması veya vermesi, maddelerin oksitlenmesi gibi kimyasal ve nükleer olaylar gerçekleşirken tepkimeye girenlerde depo edilen enerji, ürünlerde depo edilen enerjiden daha büyükse tepkime dışarıya enerji verir. Ürünlerde depo edilen enerji daha büyükse tepkime oluşurken dışarıdan enerji alır. Tepkimelerde alınan ya da verilen enerji potansiyel enerji türündendir. Sistemin enerji alışverişine göre tepkimeler ve olarak sınıflandırılır.

- ✓ Endotermik tepkimelerde sistem dışarıdan enerji aldığı için maddenin depolanmış enerjisi (potansiyel enerji) artar.
- ✓ Ekzotermik tepkimelerde sistem dışarıya ısı verdiği için maddenin depolanmış enerjisi (potansiyel enerji) azalır.

Kimyasal tepkimeler genellikle sabit basınç altında gerçekleştirilir. Tepkimeye eşlik eden enerji değişimi ısı enerjisi olarak ölçülür. Sabit basınç altında bir tepkimeye eşlik eden enerji değişimine (alınan ya da verilen ısı miktarı) ya da denir. Tepkime entalpisi ΔH ile gösterilir. Uluslararası birim sisteminde (SI) entalpi, kJ (kilojoule) veya kJ/mol (kilojoule/mol) cinsinden hesaplanır.

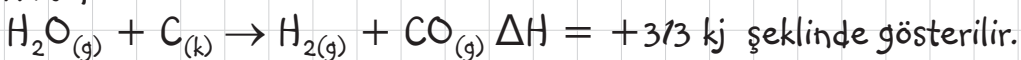
4.1.1. Endotermik Tepkimeler

Dışarıdan ısı (enerji) alarak gerçekleşen tepkimelere adı verilir. Tepkimenin dışarıdan aldığı ısı, tepkime denkleminde girenler (reaktif) bölümüne yazılır. Gerekirse tepkimenin gerçekleştiği sıcaklık değeri okun üzerine yazılır.

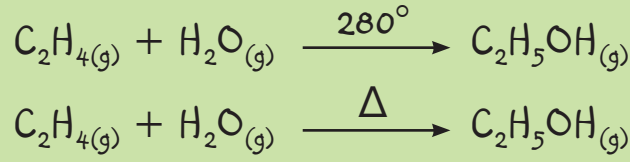


- ✓ Yukarıdaki tepkimede, tepkimeye giren maddeler dışarıdan 131 kJ ısı alarak tepkimeyi gerçekleştirir ve ürünleri oluşturur.

Endotermik tepkimelerde ΔH 'nin işareti pozitif olur. Örnekteki tepkime ΔH değeri ile birlikte;



- ✓ Sıcaklığa ihtiyaç duyulan bir tepkimede ısı miktarını belirtmek yerine okun üzerine delta (Δ) yazılabilir. Buna göre tepkime denklemi aşağıdaki gibidir.

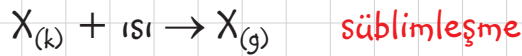
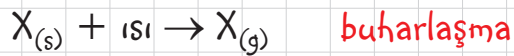
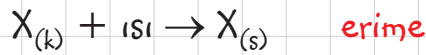


Isı ve Sıcaklık

Isı, madde ile ortam arasındaki sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir. Sıcaklık, moleküllerin hareketinin ortalama bir ölçüsüdür. Madde ile ortam arasında ısı akışının yönünü belirleyen hâl değişkenidir ve enerji değildir.

Isı olarak gerçekleşen bazı fiziksel ve kimyasal olaylar aşağıda verilmiştir.

- ✓ Düzenli tanecik yapılarından düzensiz yapılara geçiş ısı olarak gerçekleşir.



- ✓ Birçok katının suda çözünmesi, bir atomdan elektron koparılması, birçok analiz (ayırıştırma) tepkimeleri, bağ kırılması ve N_2 gazının yanması endotermik olarak gerçekleşir.

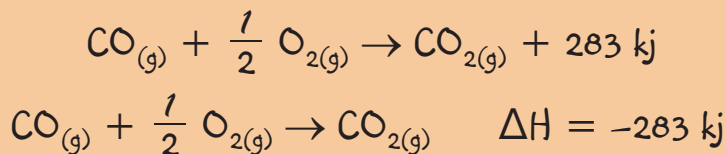
4.1.2. Ekzotermik Tepkimeler

Gerçekleşirken dışarı ısı (enerji) veren tepkimelere adı verilir. Açığa çıkan ısı, ürünler bölümüne yazılır. Tepkime denklemi aşağıdaki gibidir.



Ekzotermik tepkimelerde ΔH 'nin işareti olur.

Tepkime Denklemi Örnekleri



Dışarı ısı vererek gerçekleşen fiziksel ve kimyasal olaylar aşağıda verilmiştir.

✓ Düzensiz yapıdan düzenli hâle geçişler;

➡ Donma

➡ Yoğuşma

➡ Kırışılma

✓ Gazların ve bazı katıların suda çözünmesi,

✓ Bazı atomların elektron alarak anyon oluşturması,

✓ Bazı sentez (birleşme) tepkimeleri,

✓ Kimyasal türler arasında bağ oluşumu,

✓ Azotun (N_2) yanması hariç tüm yanma olayları,

✓ Nötralleşme (asit -baz) ile metal - asit tepkimeleri genellikle ekzotermiktir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıdaki olayların hangilerinde enerji açığa çıkar?

- I. Kömürün yanması,
- II. Oksijen gazının suda çözünmesi,
- III. Nötr atomun elektron vermesi,
- IV. Suyun donması

7 **Çözüm:**

Azot gazı hariç yanma olayları ve düzensiz bir yapıdan düzenli yapıya geçişler ekzotermik tepkimedir. I, II ve IV olaylarında enerji açığa çıkar. III'teki olay bir atomun katyon hâline geçmesidir ve endotermiktir.

Sonuç: I, II ve IV

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıda verilen olaylarda entalpi değişiminin işareti nedir?

- I. Bağ oluşum entalpisi
- II. İyonlaşma enerjisi
- III. Nötralleşme enerjisi
- 2 IV. Elektron ilgisi

Çözüm:

Bağ oluşumu, nötralleşme ve bir atomun elektron alması ekzotermik olaydır. Bir atomun elektron vermesi ise endotermik olaydır. I, III ve IV. olaylarda ΔH 'nin işareti negatif, II. olayda ΔH 'nin işareti pozitiftir.

4.1.3. Tepkime Entalpisi

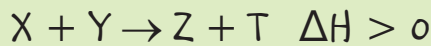
Entalpi bir hâl fonksiyonudur ve miktarı doğrudan ölçülemez. Ancak sistemin ilk ve son hâlleri arasındaki entalpi farkı ölçülebilir.

$$\Delta H = \text{Ürünlerin entalpi toplamı} - \text{girenlerin entalpi toplamı}$$

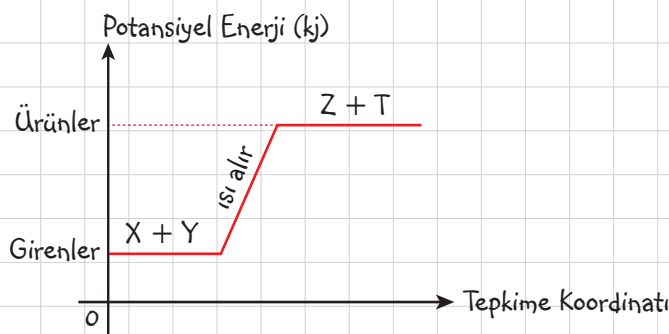
$$\Delta H = H_{\text{ü}} - H_{\text{g}}$$

Endotermik tepkimelerde ürünlerin entalpi toplamı, girenlerin entalpi toplamından için entalpi değişimi ve tepkime gerçekleşirken dışarıdan enerji alır. Tepkimenin sürekliliği için ısı gereklidir ve tepkime süresince ortamın sıcaklığı azalır. Endotermik tepkimeler genellikle istemsizdir, gerçekleşmez.

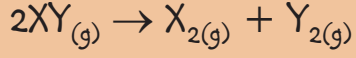
Endotermik tepkimelerde dışarıdan enerji alındığı için ürünlerin potansiyel enerjisi girenlerden büyük olur.



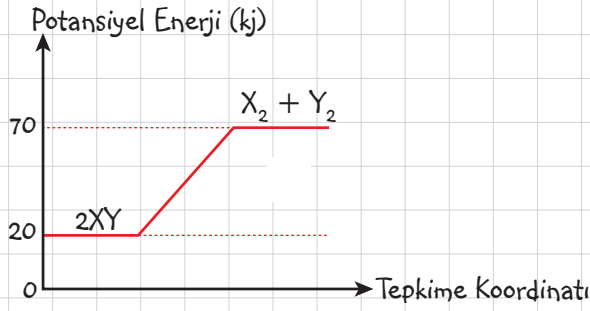
Yukarıdaki tepkime endotermiktir ve bu tepkimenin potansiyel enerji - tepkime koordinat grafiği aşağıdaki gibidir.



- ✓ Endotermik tepkimelerde; girenlerin enerjisi daha olduğu için, minimum enerjili olma eğilimi yönündedir.



Yukarıdaki tepkimenin potansiyel enerji ve tepkime koordinatı grafiği aşağıda verilmiştir.



Grafiğe göre,

- Tepkime endotermiktir.
- Tepkime $2XY + 50 \text{ kJ} \rightarrow X_2 + Y_2$ şeklinde yazılabilir.
- $2XY \rightarrow X_2 + Y_2$ tepkimesinin entalpi değişimi $\Delta H = +50 \text{ kJ'dür}$.
- 2 mol XY'nin tepkimeye girmesi için 50 kJ enerji gerekir.
- X₂ ve Y₂'nin potansiyel enerjileri toplamı, XY'nin potansiyel enerjisinden büyüktür.
- $\Delta H = 70 - 20$
 $\Delta H = +50 \text{ kJ'dür}$.

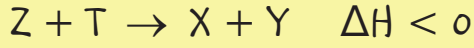
SIRA SİZDE

Bileşik	Oluşum Entalpisi (ΔH_f° kJ/mol)
CO _{2(g)}	-390
CaO _(k)	-630
CaCO _{3(k)}	-1200

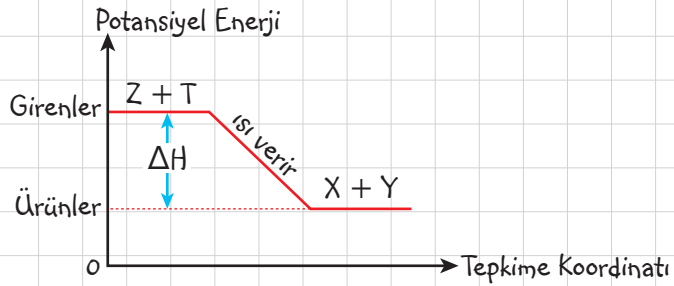
Kireç taşının ısı ile parçalanması analiz edilmek istenirse, bileşiklerin oluşum ısılarını kullanarak bu tepkimeye ait PE - TK grafiği ve tepkime ısı nasıl olur?

Çözüm:

- ✓ Ekzotermik tepkimelerde girenlerin entalpi toplamı ürünlerin entalpi toplamından Entalpileri arasındaki fark, ısı şeklinde açığa çıkar. Tepkime süresince ortamın sıcaklığı artar. Ekzotermik tepkimeler genellikle ve kendiliğinden Ekzotermik tepkimelerde girenlerin potansiyel enerjisi ürünlerden büyük olur.

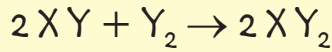


Yukarıdaki tepkime ekzotermiktir. Bu tepkimenin potansiyel enerji – tepkime grafiği aşağıda verilmiştir.

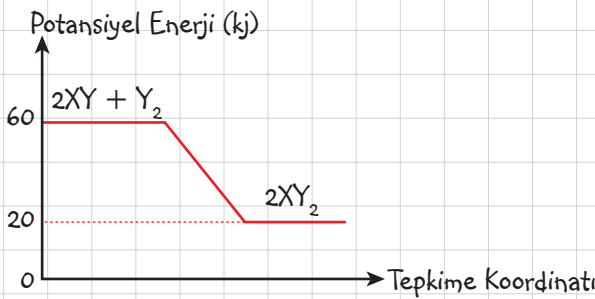


ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

Ekzotermik tepkimelerde, ürünlerin enerjisi daha küçük olduğu için minimum enerjili olma eğilimi ürünler yönündedir.



Yukarıdaki tepkimenin potansiyel enerji – tepkime koordinatı grafiği aşağıda verilmiştir.



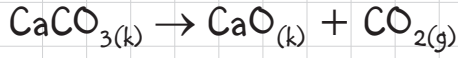
ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

Grafığe göre,

- Tepkime ekzotermiktir.
- Tepkime $2XY + Y_2 \rightarrow 2XY_2 + 40 \text{ kJ}$ şeklinde yazılabilir.
- $2XY + Y_2 \rightarrow 2XY_2$ tepkimesinin entalpi değişimi $\Delta H = -40 \text{ kJ'dür}$.
- 2 mol XY_2 'nin oluşması sırasında 40 kJ ısı açığa çıkar.
- Ürünlerin potansiyel enerjisi girenlerin potansiyel enerjisinden küçüktür.
- $\Delta H = 20 - 60$
- $\Delta H = -40 \text{ kJ'dür}$.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



tepkimesinin entalpi değişimi +170 kJ'dür. Tepkimede oluşan ürünlerin potansiyel enerjileri toplamı 1020 kJ olduğuna göre, girenlerin potansiyel enerjisini bulunuz ve potansiyel enerji – tepkime koordinatı grafiğini çiziniz.

Çözüm:

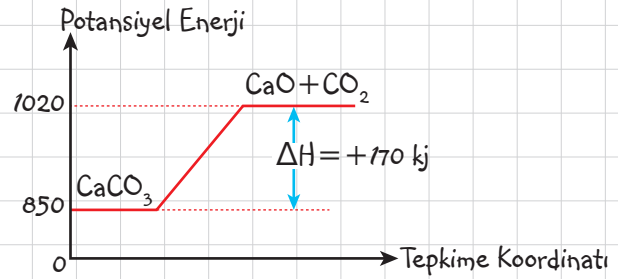
3 ΔH entalpi değişimi;

$$\Delta H = H_{\text{ü}} - H_{\text{g}}$$

$$+170 = 1020 - H_{\text{g}}$$

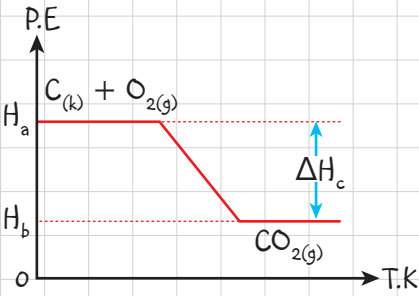
$$H_{\text{g}} = 850 \text{ kJ bulunur.}$$

Grafik,



SIRA SİZDE

2



$\text{C}_{(\text{grafit})}$ 'un oksijen gazı ile tepkimesi sonucu CO_2 gazının oluşumuna ait PE – TK grafiği yukarıdaki gibidir.

Buna göre, grafikteki H_a , H_b ve ΔH_c 'nin sayısal değerinin işareti nasıldır?

Çözüm:

Bir tepkimenin entalpi değişimi;

- ✓ Tepkimenin entalpi değişimi izlenen yola ve katalizöre bağlı değildir.
- ✓ Tepkimedeki maddelerin fiziksel hâline,
- ✓ Tepkime ortamının sıcaklık ve basıncına,
- ✓ Tepkimedeki madde miktarına bağlıdır.

SIRA SİZDE

Karbonun yanma denklemi,
 $C_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 393 \text{ kJ}$ şeklindedir.

3 a) 1 mol C katısı yandığı zaman ... kJ ısı açığa çıkar.

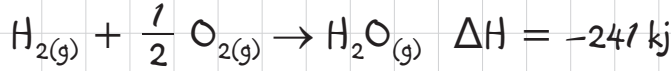
b) 2 mol C katısı yandığı zaman ... kJ ısı açığa çıkar.

c) $3C_{(k)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)}$
tepkimesinin entalpi değişimi
 $\Delta H = \dots\dots$ 'dur.

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Yukarıdaki tepkimeye göre,

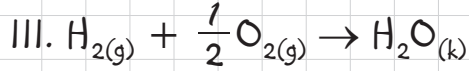
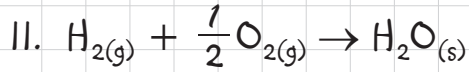
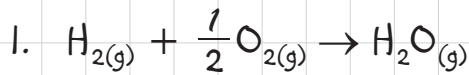
4 $H_2O_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ tepkimesinin entalpi değişimini bulunuz.

Çözüm:

Bir tepkimenin yönü ters çevrilirse entalpi değişiminin işareti de ters çevrilir.

Buna göre, $H_2O_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$

tepkimesinin entalpi değişimi $\Delta H = +241 \text{ kJ}$ olarak bulunur.



Yukarıda I, II ve III nolu tepkimelerde sırasıyla H_2O , $H_2O_{(s)}$ ve $H_2O_{(k)}$ 'nin elementleri oluşmakta ve her bir tepkimede enerji açığa çıkmaktadır.

5 Buna göre bu tepkimelerde açığa çıkan enerjileri kıyaslayınız.

Çözüm:

Aynı maddelerin tepkimesinden bir maddenin farklı fiziksel hâlleri oluşurken tepkimelerin entalpi değişimleri farklı olur. Buna göre, katı hâl en düzenli olduğu için $H_2O_{(k)}$ oluşurken açığa çıkan ısı en büyük olur. Tepkimelerde açığa çıkan ısı, $I < II < III$ şeklindedir.

ÜNİTE 4: KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ

4.2. OLUŞUM ENTALPİLERİ

4.2.1. Standart Oluşum Entalpisi

4.2.2. Entalpi Çeşitleri

4.2. OLUŞUM ENTALPİLERİ

4.2.1. Standart Oluşum Entalpisi

Belirli basınç ve sıcaklıkta bir bileşiğin, elementlerinden oluşması sırasındaki ısı değişimine denir. Oluşum ısı " ΔH_f " şeklinde gösterilir.

25°C sıcaklık ve 1 atm basınçta bir bileşiğin, elementlerinden oluşması sırasındaki ısı değişimine adı verilir. Standart oluşum ısı " ΔH_f° " şeklinde gösterilir. Elementlerin standart koşullarda en kararlı hâllerinin oluşma entalpisi kabul edilir.

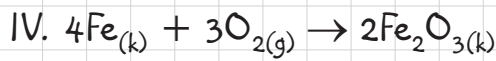
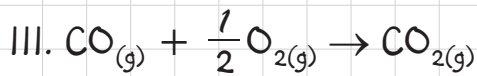
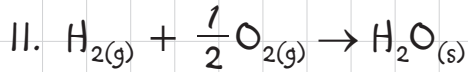
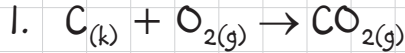
Bir mol bileşiğin enerji değişimine (molar ısı) adı verilir.

Bu tanımlara göre; standart molar oluşum entalpisi, sıcaklık ve basınçta 1 mol bileşiğin kendi elementlerinden oluşması sırasındaki entalpi değişimidir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Aşağıdaki tepkimeler standart koşullarda gerçekleşmektedir. Bu tepkimelerden hangilerinin entalpi değişimi, molar oluşum entalpisidir?



Çözüm:

6 I. tepkimede 1 mol CO_2 gazı kendi elementlerinin standart koşullarda en kararlı hâllerinden oluşmaktadır. I. tepkimenin entalpi değişimi molar oluşum entalpisidir.

II. tepkimede 1 mol H_2O sıvısı, kendi elementlerinin en kararlı hâllerinden oluşmaktadır. II. tepkimenin entalpi değişimi molar oluşum entalpisidir.

III. tepkimede 1 mol CO_2 gazı, CO bileşiği ve O_2 elementinden oluşmaktadır. III. tepkimenin entalpi değişimi molar oluşum entalpisi değildir.

IV. tepkimede Fe_2O_3 katısı elementlerinden oluşmaktadır. Fakat tepkimede 2 mol Fe_2O_3 katısı olduğu için bu tepkimenin entalpisi molar oluşum entalpisi değildir.

Sonuç: I – II'dir.

SIRA SİZDE

- 1 mol bileşiğin standart koşullarda elementlerinden oluşumu sırasında gerçekleşen enerji değişimine "standart oluşum entalpisi" denir.
- Elementlerin standart koşullarda entalpi değeri sıfır (0) kabul edilir.

4

Yukarıda verilen bilgilere göre, aşağıdaki maddelerden hangisinin oluşum entalpisi diğerlerinden farklıdır?

- A) $Hg_{(s)}$ B) $O_{2(g)}$ C) $Br_{2(s)}$
D) $Fe_{(k)}$ E) $N_{2(g)}$

Çözüm:

- ✓ Elementlerin doğal hâllerindeki standart oluşum entalpileri sıfır kabul edilir. Standart şartlarda birden fazla allotropu olan elementlerin ΔH_f° değerleri için allotropları esas alınır.

Bazı Maddelerin Standart Oluşum Isıları

Madde	ΔH_f° (kJ/mol)
$O_{2(g)}$	0
$O_{3(g)}$	142
$C_{(grafit)}$	0
$C_{(elmas)}$	1,9
$S_{(rombik)}$	0
$S_{(monoklin)}$	0,3

- ✓ Yandaki tabloda görüldüğü üzere, oksijen molekülü (O_2) $25^\circ C$ ve 1 atm'de allotropu olan ozondan (O_3) daha karardır. Oksijen molekülünün ΔH_f° değeri sıfır iken ozon için bu değer sıfırdan farklıdır.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Yukarıdaki tabloya göre karbonun ve kükürtün allotroplarından hangisinin kararlı olduğunu bulunuz.

Çözüm:

7

Karbonun allotroplarından $C_{(grafit)}$ 'ün ΔH_f° değeri sıfırdır ve $C_{(grafit)}$ kararlıdır.
Kükürtün allotroplarından $S_{(rombik)}$ 'ün ΔH_f° değeri sıfırdır ve $S_{(rombik)}$ kararlıdır.



Standart oluşum entalpileri kullanılarak bir tepkimenin hesaplanabilir. Bir tepkimeye ürünlerin standart oluşum entalpileri toplamından, girenlerin standart oluşum entalpileri toplamı çıkarıldığında hesaplanır.

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{ürün}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{giren})$$



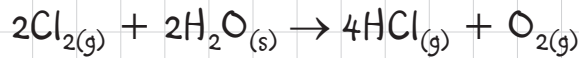
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Bileşik	ΔH_f° (kJ/mol)
---------	-----------------------------

$H_2O_{(s)}$	-280
--------------	------

$HCl_{(g)}$	-92
-------------	-----

Yukarıdaki oluşum entalpilerine göre,



tepkimesinin entalpi değişimini hesaplayınız.

Çözüm:

$\Delta H_f^\circ(Cl_2) = 0$
 $\Delta H_f^\circ(O_2) = 0$ } Standart koşullarda elementlerin oluşum ısıları sıfırdır.

$$\Delta H = [4 \cdot \Delta H_f^\circ(HCl) + \Delta H_f^\circ(O_2)] - [2 \cdot \Delta H_f^\circ(Cl_2) + 2 \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O)]$$

$$\Delta H = [4 \cdot (-92) + 0] - [2 \cdot 0 + 2 \cdot (-280)]$$

$$\Delta H = (-368) - (-560)$$

Sonuç: $\Delta H = +192$ kJ bulunur.



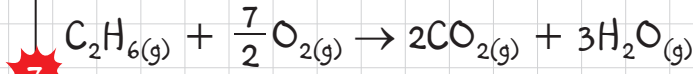
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıda verilen standart molar oluşum entalpilerini kullanarak 6 gram C_2H_6 gazının yanması sonucunda açığa çıkan ısı kaç kJ olduğunu hesaplayınız.

(C: 12, H: 1)

Bileşik	ΔH_f° (kJ/mol)
$CO_{2(g)}$	-390
$H_2O_{(g)}$	-240
$C_2H_{6(g)}$	-84

Çözüm:



$$\Delta H = [2 \cdot \Delta H_f^\circ(CO_2) + 3 \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O)] - [\Delta H_f^\circ(C_2H_6) + \frac{7}{2} \cdot \Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$\Delta H = [2 \cdot (-390) + 3 \cdot (-240)] - [(-84) + \frac{7}{2} \cdot 0]$$

$$\Delta H = (-1500) - (-84)$$

$$\Delta H = -1416 \text{ kJ bulunur.}$$

Tepkimedeki 1 mol C_2H_6 gazı yakılınca 1416 kJ ısı açığa çıkar.

6 gram C_2H_6 gazı 0,2 moldür.

1 mol C_2H_6 yakılınca 1416 kJ ısı

0,2 mol C_2H_6 yakılınca x

$$x = 283,2$$

Sonuç: 283,2 kJ ısı açığa çıkar.

SIRA SİZDE

5 NK'da 5,6 l CO gazının tamamen yanması sonucu 70 kJ ısı değişimi olmaktadır.

Buna göre, CO gazının molar yanma entalpisi kaç kJ'dür?

- A) 140 B) -280 C) 140
D) 280 E) -300

Çözüm:

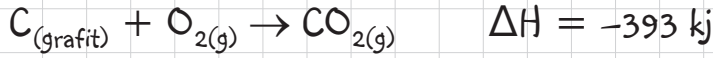
4.2.2. Entalpi Çeşitleri

Gerçekleşen olayın cinsine göre entalpi değişimleri farklı isimler alır. Örneğin bir maddenin yanması sırasındaki ısı değişiminden söz ediliyorsa, erimesi sırasındaki ısı değişiminden söz ediliyorsa denir.

Tepkime	Entalpi Değişimi
✓ $\text{NaCl}_{(k)} \xrightarrow{\text{su}} \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
✓ $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
✓ $\text{HCl}_{(\text{suda})} + \text{NaOH}_{(\text{suda})} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{suda})} + \text{H}_2\text{O}_{(s)}$
✓ $\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(k)}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



Yukarıdaki tepkime ile ilgili,

- I. CO_2 gazının molar oluşum ısı -393 kJ'dür .
 - II. 1 mol grafitin yanma ısı -393 kJ'dür .
 - III. 1 mol CO_2 gazının grafit ve oksijen gazına ayrışma ısı $+393 \text{ kJ'dür}$.
- yargılarından hangileri doğrudur?

8

Çözüm:

- I. tepkimede 1 mol CO_2 gazı kararlı elementlerinden oluşmaktadır. CO_2 'in molar oluşum ısı -393 kJ'dür . (I. doğru)
- II. tepkimede 1 mol $\text{C}_{(\text{grafit})}$ yanmaktadır. Grafitin yanma ısı -393 kJ'dür . (II. doğru)
- III. tepkimenin yönü ters çevrilirse,
 $\text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_{(\text{grafit})} + \text{O}_{2(g)}$ tepkimesi elde edilir. 1 mol CO_2 gazının elementlerine ayrışma ısı $+393 \text{ kJ}$ olur. (III. doğru)

Sonuç: I - II - III

SIRA SİZDE

Bileşik	Oluşum entalpisi (kj/mol)
$C_3H_8(g)$	-100
$CO_2(g)$	-390
$H_2O(s)$	-285

6 Yukarıda verilen değerlere göre 11 gram C_3H_8 gazının yanması sonucu kaç kj ısı değişimi olur?

(H: 1, C: 12, O: 16)

- A) 552,5 B) -552,5 C) 2210
D) 276,25 E) -1105

Çözüm:

Bir kimyasal tepkime için,
I. Düşük sıcaklıkta girenler kararlıdır.
II. Tepkime gerçekleşirken ortam soğur.
7 III. Yüksek sıcaklıkta ürünler kararlıdır.
niceliklerinden hangileri bir tepkimenin endotermik olduğunu kanıtlar?

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

Çözüm:

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O_2(g) + 900 \text{ kj}$
tepkimesine göre; 20 gram %24 saf-
lıkta CH_4 gazının, yeterli O_2 gazı ile
tepkimeye girdiğinde kaç kj ısı açığa
çıkır?

(H: 1, C: 12, O: 16)

- A) -270 B) 300 C) 270
D) -300 E) 540

Çözüm:

ÜNİTE 4: KİMYASAL TEPKİMELEERDE ENERJİ

4.3. BAĞ ENERJİSİ

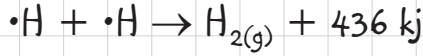
4.3.1. Bağ Oluşum ve Bağ Kırılım Enerjileri

BAĞ ENERJİLERİ VE TEPKİME ENTALPİSİ

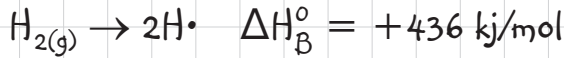
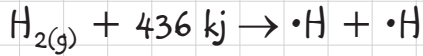
Bağ enerjisi (bağ entalpisi), atomlar arasındaki kırmak için gerekli olan enerjidir. Bağ enerjisi ΔH_B^0 ile gösterilir ve birimi kJ/mol'dür. Bağ enerjisinin ölçülebilmesi için tepkimedeki maddelerin hâlinde olması gerekir.

4.3.1. Bağ Oluşumu ve Bağ Kırılması Enerjileri

✓ Bağ oluşumu ısı veren (ekzotermik) bir olaydır.



✓ Bağ kırılması ısı alan (endotermik) bir olaydır.



Bir bağı koparılması için gereken enerji ne kadar büyükse bağ o kadar sağlamdır.

✓ Bağ uzunluğu, kovalent bağ yapan iki atomun çekirdekleri arasındaki uzaklıktır. Bağ uzunluğu bağ kuvveti artar. Üçlü bağlar ikili bağlardan, ikili bağlar da tekli bağlardan daha kısa ve dahadır.

✓ Kimyasal tepkimelerde, tepkimeye giren kimyasal türler arasındaki bağlar kırılırken ürünleri oluşturmak için yeni bağlar oluşur. Kırılan bağlar ile oluşan bağlar arasındaki enerji farkı verir.

$$\Delta H^0 = \text{Kırılan Bağların Toplam Enerjisi} - \text{Oluşan Bağların Toplam Enerjisi}$$

$$\Delta H_{\text{tep}} = \sum_{(\text{girenlerin bağ enerjisi})} - \sum_{(\text{ürünlerin bağ enerjisi})}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
$N \equiv N$	940
$H - H$	430
$N - H$	390

Tablodaki bağ enerjilerini kullanarak,

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ tepkimesinin entalpi değişimini hesaplayınız.

12 Çözüm:

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ tepkimesindeki bağlar,

$N \equiv N + 3H - H \rightarrow 2H - \underset{\begin{array}{c} | \\ H \end{array}}{N} - H$ şeklindedir.

$$\Delta H^\circ = [1.\Delta H_{B(N \equiv N)}^\circ + 3.\Delta H_{B(H-H)}^\circ] - [2.3.\Delta H_{B(N-H)}^\circ]$$

$$\Delta H_B^\circ = [940 + 3.430] - [2.3.390]$$

$$\Delta H_B^\circ = 2230 - 2340$$

$$\Delta H_B^\circ = -110 \text{ kJ bulunur. Tepkime ekzotermiktir.}$$

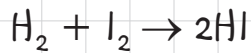
Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
$H - H$	435
$I - I$	150
$H - I$	300

Tablodaki bağ enerjilerini kullanarak,

$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightarrow 2HI_{(g)}$ tepkimesinin entalpi değişimini hesaplayınız.

13

Çözüm:



$$\Delta H^\circ = [(435 + 150)] - [2.(300)]$$

$$\Delta H = -15 \text{ kJ bulunur.}$$

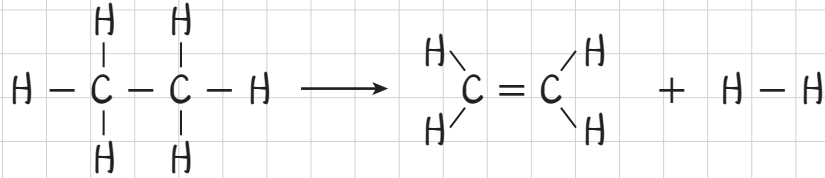


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
C - C	343
H - H	430
C - H	416
C = C	615

Yukarıda verilen bağ enerjilerine göre $C_2H_{6(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)} + H_{2(g)}$ tepkimesinde N.K.'da 4,48 litre C_2H_6 tepkimeye girdiğinde tepkimenin entalpi değişimi kaç kJ olur?

Çözüm:



Tepkimedeki yer alan bağlar,

Girenler	Ürünler
1 tane C - C	1 tane C = C
6 tane C - H	4 tane C - H
	1 tane H - H

$$\Delta H^\circ = [6 \cdot \Delta H_{B(C-H)}^\circ + 1 \cdot \Delta H_{B(C-C)}^\circ] - [1 \cdot \Delta H_{B(C=C)}^\circ + 4 \cdot \Delta H_{B(C-H)}^\circ + 1 \cdot \Delta H_{B(H-H)}^\circ]$$

$$\Delta H^\circ = [6 \cdot 416 + 1 \cdot 343] - [1 \cdot 615 + 4 \cdot 416 + 1 \cdot 430]$$

$$\Delta H^\circ = (2839) - (2709)$$

$$\Delta H^\circ = +130 \text{ kJ. Tepkime endotermiktir.}$$

$$\text{N.K.'da} \quad 1 \text{ mol } C_2H_6 \text{ gazı} \quad 22,4 \text{ litre}$$

$$\times \quad \quad \quad 4,48 \text{ litre}$$

$$\hline x = 0,2 \text{ mol } C_2H_6$$

$$1 \text{ mol } C_2H_6 \quad 130 \text{ kJ ısı alır.}$$

$$0,2 \text{ mol } C_2H_6 \quad x \text{ kJ ısı alır.}$$

$$\hline x = 26 \text{ kJ olarak bulunur.}$$

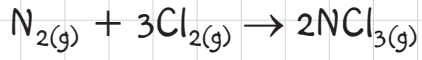
Sonuç: 26 kJ

SIRA SİZDE

Bağ	Bağ Enerjisi (kj/mol)
$N \equiv N$	940
$Cl - Cl$	240
$N - Cl$	200

Tabloda verilen bağ enerjilerini kullanarak,

9



tepkimesinin entalpi değişimi kaç kj'dür?

- A) 230 B) 460 C) 600
D) 920 E) 1200

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 4: KİMYASAL TEPKİMELEERDE ENERJİ

4.4. TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ

4.4.1 Hess Yasası

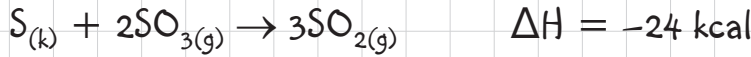
4.4. TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ

4.4.1. Hess Yasası

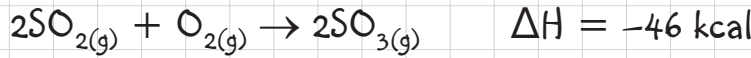
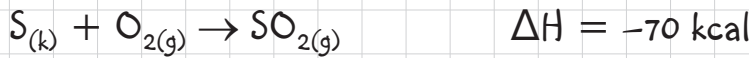
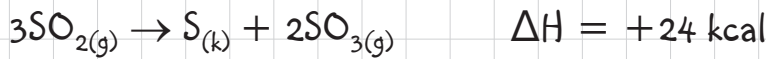
Kimyasal tepkimedeki toplam entalpi değişimi, ara basamakların entalpi değişimlerinin toplamına eşittir ve bu eşitlik olarak bilinir. Tepkimede izlenen yolun her adımında tüm basamaklar aynı sıcaklıkta devam etmeli ve basamaklar için denklemler denkleşmiş olmalıdır.

Hess Yasası tepkime denklemleri üzerinden aşağıdaki gibi yorumlanır.

$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{3(g)}$ tepkimesinin entalpi değişimi $\Delta H^\circ = -46$ kcal'dir. Bu tepkime iki basamakta da gerçekleşebilir. Tepkimenin basamakları;



olduğuna göre, bu iki basamak toplanarak yukarıdaki tek basamaklı tepkime elde edilebilir. Bunun için 1.basamak ters çevrilir. Böylece entalpi değişiminin de işareti pozitif olur ve $\Delta H = +24$ kcal olduğu görülür. 2. basamakta bir değişiklik yapmaya gerek yoktur. Her iki basamak toplanırken entalpi değişimleri de toplanır.



Tepkimenin tek basamakta gerçekleştiğinde meydana gelen entalpi değişimi, birden fazla basamakta gerçekleştiğinde meydana gelen entalpi değişimine olduğu görülür.



Hess Yasası entalpi değişiminin sadece tepkimeye girenlerin ve ürünlerin entalpisine bağlı olduğunu, ara basamaklara bağlı olmadığını gösterir.

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. I. Metallerin oksitlenmesi,
II. Sıvıların buharlaşması,
III. CO₂ gazının suda çözünmesi
Yukarıdaki olayların hangileri ekzo-
termiktir?

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

2. Ekzotermik bir tepkime için,
I. Tepkime, başlatıldıktan sonra
kendiliğinden devam eder.
II. Girenlerin toplam entalpisi,
ürünlerin toplam entalpisinden
büyüktür.
III. Tepkime gerçekleşirken ortam
ısıtır.
Yargılarından hangileri doğrudur?

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

3. Aşağıdaki tepkimelerden;

- I. $F_{2(g)} \rightarrow 2F_{(g)}$
II. $Mg_{(g)} \rightarrow Mg^{2+}_{(g)} + 2e^{-}$
III. $Br_{(g)} + e^{-} \rightarrow Br^{-}_{(g)}$
IV. $N_{2(g)} + \frac{5}{2} O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)}$
hangileri endotermiktir?

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

4. Bir kimyasal tepkimenin entalpi de-
ğişimi (ΔH);

- I. Tepkimenin izlediği yola,
II. Tepkime ortamının sıcaklığına
III. Tepkimedeki maddelerin fiziksel
hâline
IV. Tepkimede kullanılan katalizör tü-
rüne
niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

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

5. $X_2 + Y_2 \rightarrow 2XY + 54 \text{ kJ}$
tepkimesi için aşağıdakilerden hangi-
si yanlıştır?

- A) Ekzotermiktir.
B) Tepkime entalpisi $\Delta H = -54$
kJ'dür.
C) Düşük sıcaklıkta ürünler girenler-
den daha karardır.
D) Tepkimeye girenlerin entalpisi
daha düşüktür.
E) Tepkimede 1 mol XY oluştuğunda
27 kJ ısı açığa çıkar.

6. $200 \text{ kJ} + 2XY_{3(g)} \rightarrow X_{2(g)} + 3Y_{2(g)}$
tepkimesine göre,

$\frac{1}{2} X_{2(g)} + \frac{3}{2} Y_{2(g)} \rightarrow XY_{3(g)}$
tepkimesinin entalpisi kaç kJ'dür?

A) +200 B) -200
C) +100 D) -100
E) -50

ÇÖZÜMLÜ TEST

7. $2C_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 221 \text{ kJ}$
Yukarıdaki tepkime ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- A) Tepkime entalpisi $\Delta H = -221 \text{ kJ}$
B) 1 mol C harcanırsa 110,5 kJ ısı açığa çıkar.
C) CO gazının molar oluşum ısısı 221 kJ'dür.
D) $CO_{(g)} \rightarrow C_{(k)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ tepkimesinin entalpisi $\Delta H = +110,5 \text{ kJ'dür}$.
E) Girenlerin entalpileri toplamı ürünlerden yüksektir.

9. $C_{(k)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + 110 \text{ kJ}$
 $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 280 \text{ kJ}$
Yukarıdaki tepkimelere göre,
 $CO_{2(g)} + C_{(k)} \rightarrow 2CO_{(g)}$
tepkimesinin entalpisi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) -390
B) +390
C) -170
D) +170
E) -250

8. I. $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + \text{ısı}$
II. $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + \text{ısı}$
III. $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(s)} + \text{ısı}$
Standart koşullarda yukarıdaki tepkimelerde açığa çıkan ısılar aşağıdakilerden hangisinde doğru kıyaslanmıştır?
- A) I > II > III
B) I = II > III
C) III > I = II
D) II = III > I
E) III > II > I

10.

Bileşik	Oluşum Isısı (kJ/mol)
$H_2O_{(s)}$	-285
$SO_{2(g)}$	-296
$H_2S_{(g)}$	-20

Yukarıdaki oluşum ısılarına göre,
 $2H_2O_{(s)} + 2SO_{2(g)} \rightarrow 2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)}$
tepkimesinin standart koşullarda entalpi değişimi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) +1122
B) -1122
C) -1202
D) +1202
E) +561

TEST 1

1. $Isı + A_{(g)} \rightarrow B_{(g)} + C_{(g)}$ tepkimesi için,

- I. Endotermiktir.
- II. Ürünlerin ısı kapasitesi, girenlerininkinden fazladır.
- III. Tepkimeye giren A gazının miktarı arttırılırsa tepkimenin entalpisi artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2.

Bileşik	ΔH_f° (kJ/mol)
---------	-----------------------------

C_2H_6	-84
CO_2	-390
H_2O	-285

Yukarıda verilen standart oluşum ısılarına göre, C_2H_6 'ın molar yanma ısı kaç kJ'dür?

- A) +1551 B) -1551
 C) -775,5 D) +775,5
 E) -3102

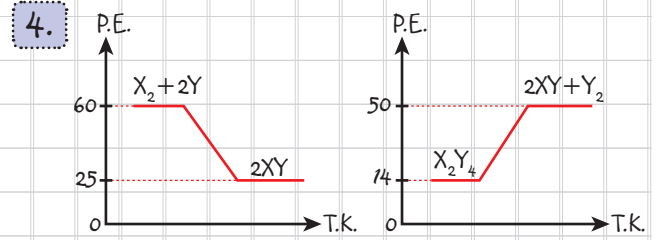
3. $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)} + 99$ kJ tepkimesi ile ilgili;

- I. $SO_{3(g)}$ 'ün molar oluşum ısı -99 kJ'dür.
- II. 12,8 gram SO_2 yanarsa 19,8 kJ ısı açığa çıkar.
- III. $2SO_{3(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ tepkimesinin entalpisi -198 kJ'dür.

yargılarından hangileri doğrudur?

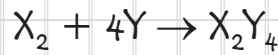
(S: 32, O: 16)

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



Yukarıda iki ayrı kimyasal tepkimenin potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği verilmiştir.

Buna göre,



tepkimesinin entalpi değişimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) -35,5 B) +35,5
 C) +71 D) -71
 E) -142

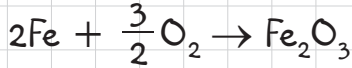
TEST 1

5. $X_{(k)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow XO_{(k)} \quad \Delta H = -64 \text{ kJ}$
tepkimesine göre; 3,6 gram $XO_{(k)}$ oluştuğunda 3,2 kJ ısı açığa çıkmaktadır.
Buna göre X'in atom kütlesi kaçtır?
(O: 16)

- A) 112 B) 56 C) 48
D) 28 E) 14

6. $C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H = -94$
 $2C + O_2 \rightarrow 2CO \quad \Delta H = -54$
 $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$
 $\Delta H = -4$

Yukarıdaki tepkimelere göre,



tepkimesinin entalpisi kaçtır?

- A) +197 B) -197
C) +98,5 D) -98,5
E) -212

7.	Bağ	Bağ Enerjisi (kcal)
	C - H	100
	O - H	110
	O = O	120
	C = O	180
	C ≡ C	200

Yukarıda verilenlere göre C_2H_2 'nin molar yanma entalpisi kaç kcal'dir?

- A) +580 B) -580
C) +360 D) +240
E) -240

8. I. $O_{3(g)}$
II. $F_{(g)}$
III. $O_{2(g)}$
IV. $Fe_{(k)}$

Yukarıdakilerden hangilerinin standart oluşum ısısı sıfırdır?

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

9. I. $C_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + \text{Isı}$
II. $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + \text{Isı}$
III. $4Fe_{(k)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(k)} + \text{Isı}$

Standart koşullarda gerçekleşen yukarıdaki tepkimelerden hangilerinin entalpi değişimi, tepkimenin molar oluşum entalpisidir?

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

10. Aşağıdaki değişimlerin hangisinde ΔH 'nin (entalpi değişimi) adı yanlış verilmiştir?

Değişim	ΔH
A) $X_{(k)} \rightarrow X_{(s)}$	erime entalpisi
B) $X_{(s)} \rightarrow X_{(g)}$	buharlaştırma entalpisi
C) $X_{(g)} \rightarrow X^{l+} + e^-$	iyonlaşma enerjisi
D) $X_{(k)} + H_2O_{(s)} \rightarrow X_{(suda)}$	çözünme entalpisi
E) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	oluşum entalpisi

TEST 2

1. $X_{(k)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow XO_{(k)} \quad \Delta H = -140 \text{ kJ}$
tepkimesine göre, 16 gram X elementi tamamen oksitlenince 56 kJ ısı açığa çıkıyor. Buna göre, X elementinin bir molünün kütlesi kaç gramdır?

- A) 20 B) 40 C) 60
D) 80 E) 90

2. I. $X_{(k)} + Y_{(g)} \rightarrow Z_{(g)}$
II. $X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{2(g)}$
III. $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightarrow 2Z_{(g)} + T_{(g)}$

Yukarıdaki tepkimeler sabit hacimli yalıtılmış kaplarda oluşurken, kap içinde basıncın arttığı gözleniyor. Bu tepkimelerden hangileri kesinlikle ekzotermiktir?

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

3. $S_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + 70 \text{ kJ}$
tepkimesi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır? (S: 32)

- A) SO_2 gazının molar oluşum ısısı $\Delta H = -70 \text{ kJ'dür}$.
B) Tepkimede $SO_{2(s)}$ oluşursa açığa çıkan ısı 70 kJ'den büyük olur.
C) Tepkimede 6,4 gram $S_{(k)}$ harcanıldığında 74 kJ ısı açığa çıkar.
D) $2SO_{2(g)} \rightarrow 2S_{(k)} + 2O_{2(g)}$ tepkimesinin entalpisi $\Delta H = +140 \text{ kJ'dür}$.
E) Tepkimenin izlediği yol değiştirilirse entalpi değeri de değişir.

4. CH_4 ve H_2 gazları karışımının 0,3 molü tam yanınca 48 kJ ısı açığa çıkıyor. CH_4 ve H_2 'in molar yanma ısıları sırasıyla -210 ve -60 kJ olduğuna göre, CH_4 ve H_2 gaz karışımı kaç gramdır? (CH_4 : 16 g/mol, H_2 : 2 g/mol)

- A) 1,2 B) 2,4 C) 3,4
D) 3,9 E) 4,9

5. I. $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + 58 \text{ kJ}$
II. $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 68 \text{ kJ}$
III. $C_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 94 \text{ kJ}$

Yanma tepkimeleri verilen $H_{2(g)}$, $C_{(k)}$ ve $CO_{(g)}$ 'in eşit kütleleri alındığında iyi yakıt olma özellikleri aşağıdakilerden hangisinde doğru karşılaştırılmıştır? (H: 1, C: 12, O: 16)

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

6. $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO \quad \Delta H_1 = -a \text{ kJ}$

$CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H_2 = -b \text{ kJ}$

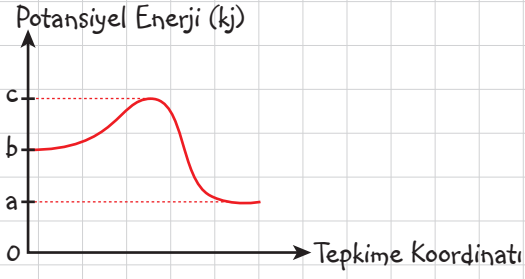
$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$
 $\Delta H_3 = -c \text{ kJ}$

Yukarıdaki tepkimelere göre, $3C + 2Fe_2O_3 \rightarrow 4Fe + 3CO_2$ tepkimesinin ΔH değeri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $3(b - a) - 2c$
B) $3(a - b) + 2c$
C) $2(a + b) + 2c$
D) $-2a + b + 2c$
E) $3b - 2a - 2c$

TEST 2

7.



Potansiyel enerji (PE) - tepkime koordinatı (TK) grafiği yukarıdaki gibi olan $X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightarrow 2Z_{(g)}$ tepkimesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) $a - b$ değeri tepkime ısısına eşittir.
 B) Tepkime ekzotermiktir.
 C) $4Z_{(g)} \rightarrow 2X_{(g)} + 4Y_{(g)}$ tepkimesinin entalpisi $\Delta H = 2(b - a)$ 'dir.
 D) Tepkimede yer alan maddelerin fiziksel hâli değişirse a ve b değerleri değişir.
 E) $a - b$ değeri, tepkimenin izlediği yola bağlıdır.

8.

5,6 gram C_2H_4 gazı yandığında kaç kJ ısının açığa çıktığını hesaplamak için;

- I. C_2H_4 gazının molar oluşum ısısı,
 II. CO_2 ve H_2O 'nun molar oluşum ısıları,
 III. C ve H'nin atom kütleleri değerlerinden hangileri bilinmelidir?

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

9.

- N - N bağının enerjisi 160 kJ/mol'dür.
- N = N bağının enerjisi 418 kJ/mol'dür.
- N \equiv N bağının enerjisi 946 kJ/mol'dür.

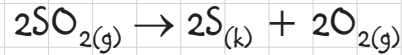
Yukarıda verilen bilgilere göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) N = N bağı, N - N bağından daha sağlamdır.
 B) 2 mol N - N bağı oluşurken 320 kJ ısı açığa çıkar.
 C) 1 mol N \equiv N bağı kırma için gereken enerji, aynı moldeki N = N bağı kırma için gereken enerjiden büyüktür.
 D) N = N bağı, N - N bağından daha uzundur.
 E) 1 mol N = N bağı kırma için gereken enerji 418 kJ'dür.

10.

SO_2 gazının standart molar oluşma entalpisi -70 kcal'dir.

Buna göre,



tepkimesinin entalpi değeri kaç kcal dir?

- A) +70
 B) -70
 C) +140
 D) -140
 E) +35

TEST 3

1. 0,5 mol C_nH_{2n+2} 'nin yanması ile 2 mol H_2O oluşurken 720 kJ ısı açığa çıkıyor.
Buna göre, C_nH_{2n+2} bileşiğinin molekül formülü ve bileşiğin molar yanma ısıları aşağıdakilerden hangisidir?

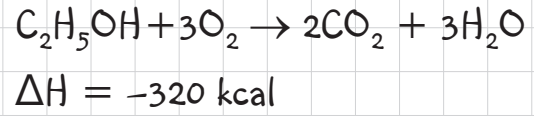
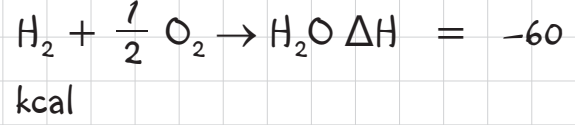
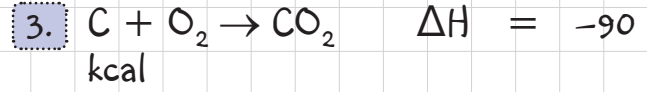
	Molekül Formülü	Molar Yanma Yanma ısı (kJ)
A)	C_2H_6	-720
B)	C_3H_8	-720
C)	C_3H_8	-1440
D)	C_2H_6	+1440
E)	C_3H_8	+1440

2. Standart koşullarda C_2H_6 gazının oluşum entalpisi ve C_2H_6 gazının molar yanma entalpisi bilindiğine göre, CO_2 gazının molar oluşum entalpisini hesaplayabilmek için;

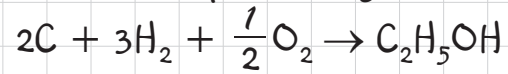
- I. $H_2O_{(s)}$ 'nin molar buharlaşma entalpisi,
- II. $H_2O_{(s)}$ 'nin molar oluşum entalpisi,
- III. $CO_{2(s)}$ 'in molar yoğunlaşma entalpisi

niceliklerinden hangileri bilinmelidir?

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

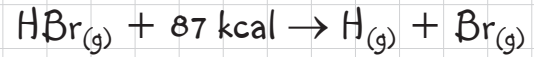


Yukarıdaki tepkimelere göre,



tepkimesinin entalpisi kaç kcal'dir?

- A) -66
B) +66
C) +40
D) -40
E) -20



Yukarıda H_2 , HBr ve HF moleküllerindeki bağları kırmak için gerekli ısılar verilmiştir.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) H - F bağı kırılmak için 135 kcal ısı gereklidir.
B) H - Br bağı kırılmak için 87 kcal'dir.
C) H - H bağı oluşurken 104 kcal enerji açığa çıkar.
D) H - F bağı, H - Br bağından daha sağlamdır.
E) HBr molekülü, H_2 molekülünden daha kararlıdır.

TEST 3

5. $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$
tepkimesine göre 2 mol C_2H_6 gazının oluşması sırasında 65,4 kcal ısı açığa çıkmaktadır. $C_2H_6(g)$ 'nin oluşma ısı $-20,2$ kcal/mol olduğuna göre $C_2H_4(g)$ 'nin oluşma ısı kaç kcal/mol'dür?

- A) $-12,5$ B) $+12,5$
C) $+20,2$ D) $-35,2$
E) $+40,4$

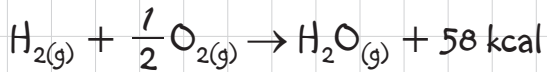
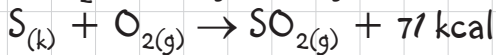
6. $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + 116$ kJ
Tepkimesine göre, $\Delta H = +58$ kJ'lük entalpi değeri,

- I. H_2 gazının molar yanma entalpisi-
dir.
II. H_2O gazının 1 molünün element-
lerine ayrışması sırasında gere-
ken ısıdır.
III. Su buharının molar yoğunlaşma
ısıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

7. Eşit mollerde O_2 gazı kullanılarak S ve H_2 'den oluşan karışım;

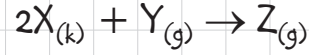


denklemlerine göre tamamen yakıl-
dığında 280,5 kcal ısı açığa çıkmak-
tadır.

Buna göre, karışımdaki S'ün kütlesi
kaç gramdır? (S: 32, H: 1)

- A) 8 B) 12 C) 16
D) 32 E) 48

8. Isıca yalıtılmış sabit hacimli bir kap-
ta;



tepkimesi gerçekleşirken kaptaki top-
lam gaz basıncı artıyor.

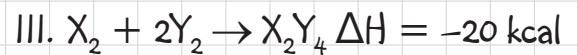
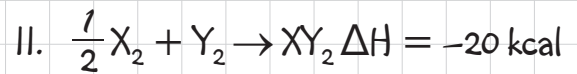
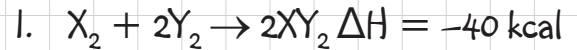
Buna göre,

- I. Tepkime ekzotermiktir.
II. Tepkime devam ederken kaptaki
gaz özkütlesi artar.
III. Tepkime başladıktan sonra kendi-
liğinden devam eder.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

9. 2 mol X_2 ile 5 mol Y_2 tepkimeye gi-
rince X_2 tükenmekte, Y_2 'nin 1 molü
artmaktadır. Bu tepkimede 4 mol bi-
leşik oluşurken 80 kcal ısı açığa çık-
maktadır. Buna göre bu tepkimenin
denklemleri;



hangileri olabilir?

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

TEST 4

1. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ $\Delta H = -22$ kJ tepkimesi ile ilgili,

I. 5,6 gram N_2 harcandığında 4,4 kJ ısı açığa çıkar.

II. $6,02 \cdot 10^{23}$ tane NH_3 'ün oluşum ısı -11 kJ'dür.

III. $NH_{3(g)} \rightarrow \frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{3}{2} H_{2(g)}$ tepkimesinin entalpisi $+11$ kJ'dür.

yargılarından hangileri doğrudur?

(N: 14)

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

2. $CO_{2(g)}$ ve $H_2O_{(g)}$ bileşiklerinin standart oluşum ısıları -94 kcal/mol ve -58 kcal/mol'dür. 18,4 gram C_2H_5OH yanınca 116 kcal ısı açığa çıktığına göre C_2H_5OH 'ün elementlerinden oluşma ısı kaç kcal/mol'dür?

- A) -36 B) +47
C) -66 D) -72
E) +118

3. Aşağıdaki olaylardan hangisi endotermiktir?

- A) Kağıdın yanması
B) Suyun elektrolizi
C) O_2 gazının suda çözünmesi
D) Su buharının yoğunlaşması
E) Demir metalinin paslanması

4. I. nötrleşme ısısı,
II. yanma ısısı,
III. çözünme ısısı,
IV. oluşum ısısı

Yukarıda verilen ısı değerlerinden hangilerinin işareti kesinlikle negatiftir?

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

5. $X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{2(g)}$ $\Delta H = -44$ kcal tepkimesine göre, üç ayrı kaptaki kullanılan X_2 ve Y_2 'nin mol sayıları aşağıda verilmiştir.

Buna göre;

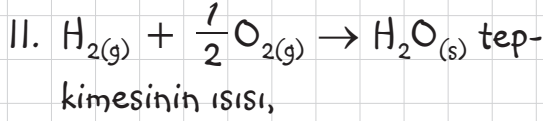
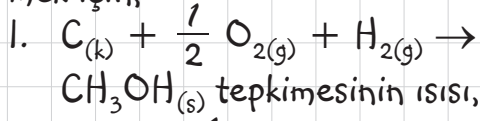
X_2	Y_2
I. 1 mol	2 mol
II. 4 mol	4 mol
III. 2 mol	2 mol

tam verimle gerçekleşen tepkimeler sonunda açığa çıkan ısılar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

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

TEST 4

6. $\text{CH}_3\text{OH}_{(s)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ tepkimesinin standart koşullardaki tepkime ısısını (ΔH°) hesaplayabilmek için;



III. C katısının molar yanma ısısı niceliklerinden hangilerinin bilinmesi gereklidir?

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

7. $\text{SO}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SO}_{3(g)}$
 $\Delta H = -20$ kcal olduğuna göre;

I. SO_3 gazının molar oluşum entalpişi,

II. SO_2 gazının molar yanma entalpişi,

III. 32 gram SO_2 gazının yanması olayında açığa çıkan enerji niceliklerinden hangilerinin değeri -20 kcal'ye eşittir? (S: 32, O: 16)

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

8. Molar yanma ısısı -40 kcal olan S elementinin yakılması ile 12 kcal enerji açığa çıktığında, kaç gram S elementi yakılmış olur? (S: 32)

- A) 3,2 B) 6,4 C) 9,6
D) 48 E) 96

9. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ genel formülündeki bileşiğin 6 gramı yakıldığında 12,4 kcal ısı açığa çıkmaktadır. Bileşiğin molar yanma ısısı -62 kcal olduğuna göre, formülündeki n sayısı kaçtır? (C: 12, H: 1)

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

10. $\text{XY}_{2(k)} \rightarrow \text{X}_{(suda)}^{2+} + 2\text{Y}_{(suda)}^-$ tepkimesinin entalpi değeri -60 kcal'dir.

Buna göre,

I. XY_2 'nin molar çözünme ısısı -60 kcal'dir.

II. Çözünme sırasında ortamın sıcaklığı artar.

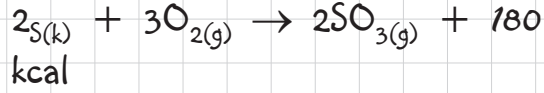
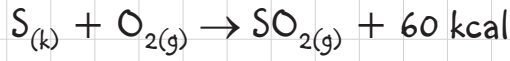
III. Y^- derişimi 2 molar olan 200 mililitre çözelti hazırlandığında açığa çıkan ısı 12 kcal olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 5

1. Standart koşullardaki,



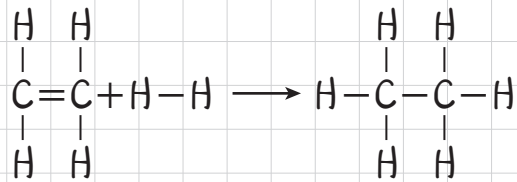
tepkimleri bilindiğine göre, 128 gram SO_2 gazından tam verimle SO_3 gazının oluşmasına ilişkin enerji değişimi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir? (S: 32, O: 16)

- A) 30 kcal ısı verir.
- B) 30 kcal ısı alır.
- C) 60 kcal ısı verir.
- D) 60 kcal ısı alır.
- E) 120 kcal ısı verir.

2. Bağ Bağ Enerjisi (kcal/mol)

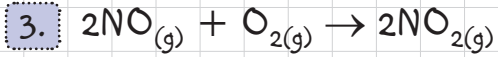
H - H	104
C - H	100
C - C	82
C = C	200

Yukarıdaki bilgilere göre;

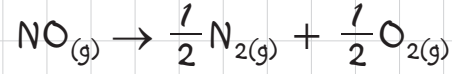
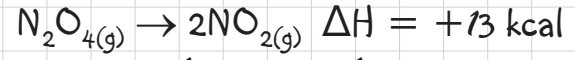


tepkimesinin entalpi değişimi kaç kcal'dir?

- A) +22 B) -22 C) +33
- D) -33 E) -38



$$\Delta H = -25 \text{ kcal}$$

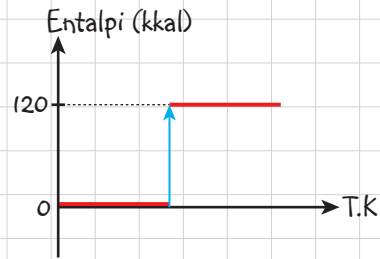


$$\Delta H = -27 \text{ kcal}$$

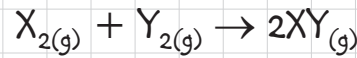
tepkimelerine göre; $N_2O_{4(g)}$ 'ün elementlerinden oluşma ısı kaç kcal'dir?

- A) -2 B) +2 C) -4
- D) +4 E) +5

4.



Yukarıdaki entalpi diyagramı standart koşullardaki,



tepkimesine aittir. Buna göre,

- I. $X_{2(g)}$ ve $Y_{2(g)}$ 'nin standart oluşum entalpisi sıfırdır.
 - II. $XY_{(g)} \rightarrow \frac{1}{2}X_{2(g)} + \frac{1}{2}Y_{2(g)}$ tepkimesinin entalpi değişimi -60 kcal'dir.
 - III. Ürünlerin entalpileri toplamı girenlerinden büyüktür.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 5

5. Tepkimelerin entalpi değişimi ile ilgili,
 I. Bir tepkimenin ΔH° değeri her zaman ürünün oluşum ısısına eşittir.
 II. Bir tepkimenin ΔH° değeri madenin miktarı ile doğru orantılıdır.
 III. Girenlerin entalpi toplamı ürünlerden büyükse o tepkime endotermiktir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

6. Isıca yalıtılmış bir sürtünmesiz pistonlu kapta,
 $X_{(g)} + Z_{(k)} \rightarrow Y_{(g)}$ $\Delta H < 0$
 tepkimesi gerçekleşiyor.

Tepkime süresince,

- I. Gaz kütlesi artar.
 II. Ortamın sıcaklığı artar.
 III. Kabin hacmi artar.

yargılarından hangileri doğru olur?

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

7. Molar yanma ısısı 600 kcal olan C_nH_{2n+2} bileşiğinin 11,6 gramı tam yanınca 120 kcal ısı açığa çıkıyor. Buna göre, bileşikteki n sayısı ve tepkimede harcanan O_2 gazının mol sayısı kaçtır? (C: 12, H: 1)

	n	O_2 'in mol sayısı
A)	4	13
B)	4	1,3
C)	2	6
D)	2	1,3
E)	4	6,5

8. $C_{(k)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H = -58$ kcal tepkimesi, eşit mollerde C katısı ve O_2 gazı ile sabit hacimli kapta başlatılıyor.

Açığa çıkan ısı miktarını artırmak için;

- I. O_2 miktarını sabit tutup tepkime kabına C katısı eklemek,
 II. C miktarını sabit tutup kaba O_2 gazı eklemek,
 III. Tepkime kabına CO gazı eklemek işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

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

9.

Bağ	Bağ Enerjisi (kcal/mol)
C - C	80
C = C	150
C - H	100

Yukarıda verilen bağ enerjilerine göre,

$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ tepkimesinin entalpi değişimi $\Delta H^\circ = -28$ kcal'dir. Buna göre, H - H bağının enerjisi kaç kcal/mol'dür?

- A) 102 B) 85 C) 51
 D) 27 E) 10,2

10. $NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)} + 56$ kJ Tepkimesine göre 1,5 gram NO'in yeterince O_2 gazı ile yakılması sonucunda kaç kJ ısı açığa çıkar? (N: 14, O: 16)

- A) 56 B) 28 C) 5,6
 D) 2,8 E) 1,4

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1. I. Metallerin oksitlenmesi yavaş yanmadır. Yanma tepkimesi ekzotermiktir.
II. Düzenli yapıdan düzensiz yapıya geçişler endotermiktir.
III. CO₂ gazı suda çözünerek düzensiz yapıdan daha düzenli yapıya geçer. Bu olay ekzotermiktir.

Yanıt C

2. I. Tepkimenin devam etmesi için ısı gerekli değildir. Tepkime kendiliğinden devam eder.
(I. doğru)
II. Ekzotermik tepkimelerde girenlerin toplam entalpisi, ürünlerin toplam entalpisinden büyüktür, entalpi farkı ısı şeklinde açığa çıkar.
(II. doğru)
III. Ekzotermik tepkimelerde ısı açığa çıkar ve ortam ısınır.
(III. doğru)

Yanıt E

3. I. Bağ kırılması endotermiktir.
II. Nötr bir atomun katyon hâline geçmesi endotermiktir.
III. Elektron ilgisi ekzotermiktir.
IV. Azotun yanması endotermiktir.

Yanıt D

4. Bir kimyasal tepkimenin entalpi değişimi katalizör türüne ve tepkimenin izlediği yola bağlı değildir.

Yanıt C

5. $X_2 + Y_2 \rightarrow 2XY + 54 \text{ kJ}$
tepkimesinde 54 kJ ısı açığa çıkar ve ekzotermiktir.
 $\Delta H = -54 \text{ kJ'dür.}$
Ürünlerin entalpi toplamı daha düşük olduğu için ürünler daha kararlıdır.
Tepkimede 2 mol XY oluştuğunda 54 kJ ısı açığa çıkar.

2 mol XY	54 kJ
1 mol XY	x
<hr/>	
x = 27 kJ ısı	

açığa çıkar.

Yanıt D

6. Tepkime ters çevrilip, $\frac{1}{2}$ ile çarpılmıştır.
Tepkimenin entalpi değişimi,
 $\Delta H = +200 \text{ kJ'dür.}$
Ters çevrilirse -200 kJ olur. $\frac{1}{2}$ ile çarpılırsa -100 kJ olur.

Yanıt D

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

7. Tepkime entalpisi $\Delta H = -221$ kJ'dür. 1 mol C harcadığında 110,5 kJ ısı açığa çıkar. Tepkime 2 mol CO oluşur. Tepkimenin entalpisi molar oluşum ısısı değildir. Tepkime ters çevrilip $\frac{1}{2}$ ile çarpılırsa $\Delta H = +110,5$ kJ bulunur.

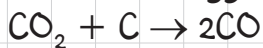
Yanıt C

8. Aynı maddelerden, bir maddenin sıvı hâli oluştuğunda daha çok enerji açığa çıkar. Buna göre tepkime entalpileri, III > II > I olur.

Yanıt E

9. $C_{(k)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \quad \Delta H = -110$
 $-1/CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H = -280$

Hess Yasası uygulanırsa,



$$\Delta H = (-110) + (+280)$$

$$\Delta H = +170 \text{ kJ}$$

bulunur.

Yanıt D

10. Oluşum ısılarından entalpi hesabı;
 $\Delta H = \Delta H_{f(\ddot{u})}^{\circ} - \Delta H_{f(g)}^{\circ}$
 $\Delta H = [2.(-20) + 3.0] - [2.(-285) + 2.(-296)]$
 $\Delta H = +1122$ kJ

Yanıt A

SIRA SİZDE YANITLARI

1. $\text{CaCO}_{3(k)} + \text{Isı} \rightarrow \text{CaO}_{(k)} + \text{CO}_{2(g)}$
 $\Delta H = [\Delta H^\circ_{\text{CaO}} + \Delta H^\circ_{\text{CO}_2}] - [\Delta H^\circ_{\text{CaCO}_3}]$
 $= [(-630) + (-390)] - (-1200)$
 $= -1020 + 1200$
 $= +180 \text{ kJ}$

2. $H_a =$ işareti yoktur çünkü $\text{C}_{(k)}$ ve $\text{O}_{2(g)}$ 'in oluşum ısıları sıfırdır.
 $H_b = \text{CO}_2$ gazının oluşum entalpisi-nin işareti "-" dir.
 $\Delta H_c =$ Tepkime entalpisi olup, işa-
retisi "-" dir.

3. a) 1 mol $\text{C}_{(k)}$ yandığında 393 kJ ısı
açığa çıkar.
b) 2 mol $\text{C}_{(k)}$ yandığında 786 kJ ısı
açığa çıkar.
c) 3 mol $\text{C}_{(k)}$ yandığında 1279 kJ ısı
açığa çıkar.

4. Standart koşullarda (25°C ve 1 atm)
Hg sıvı, O_2 ve N_2 gaz, Fe metali katı
hâldedir ve oluşum entalpileri sıfır-
dır. Fakat Br_2 'un sıvı hâlde olması
gerekir. $\text{Br}_{2(g)}$ 'un oluşum entalpisi
sıfırdan farklıdır.

Yanıt C

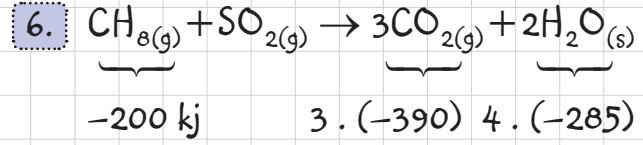
5. $n = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ mol CO}$

0,25 mol gaz	70 kJ ısı
1 mol gaz	x

$x = 280 \text{ kJ}$ olur.

Tepkime, yanma tepkimesi olduğu
için $\Delta H = -280 \text{ kJ}$ 'dür.

Yanıt B



$$\Delta H = [3 \cdot (-390) + 4 \cdot (-285)] - [-100]$$

$$= -2310 + 100$$

$$= -2210 \text{ kJ}$$

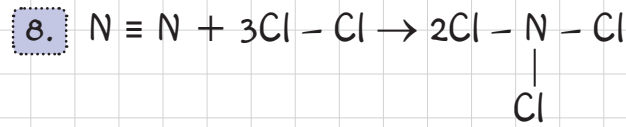
44 gram C_3H_8 yandığında	2210 kJ
11 gram C_3H_8 yandığında	x

$x = 552,5 \text{ kJ}$

Yanıt A

7. Endotermik tepkimeler için,
I. Endotermik tepkimelerde dü-
şük sıcaklıkta girenler kararlıdır.
(Doğru)
II. Tepkime gerçekleşirken ortamda
ısı aldığı için ortam soğur.
III. Endotermik tepkimelerde yüksek
sıcaklıkta ürünler kararlıdır.

Yanıt E



$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{bağ kırılması}} - \sum \Delta H_{\text{bağ oluşması}}$$

$$= [940 + 3 \cdot 240] - [2 \cdot 3 \cdot 200]$$

$$= 460 \text{ kJ}$$

9. $20 \cdot \frac{24}{100} = 4,8 \text{ gram saf CH}_4$
 $n = \frac{m}{M_A} = \frac{4,8}{16} = 0,3 \text{ mol CH}_4$
 $0,3 \cdot 900 = 270 \text{ kJ}$

Yanıt C

ÜNİTE 5: KİMYASAL TEPKİMELEERDE HIZ

5.1. TEPKİME HIZLARI

5.1.1. Çarpışma Teorisi

5.1.2. Potansiyel Enerji – Tepkime Koordinatı Grafikleri

5.1.3. Tepkime Hızlarının Ölçülmesi ve Ölçme Yöntemleri

5.1.4. Madde Miktarı – Tepkime Hızı İlişkisi

5.1.5. Ortalama Tepkime Hızı

5.1.6. Tek ve Çok Basamaklı Tepkimelerde Hız

5.1. TEPKİME HIZLARI

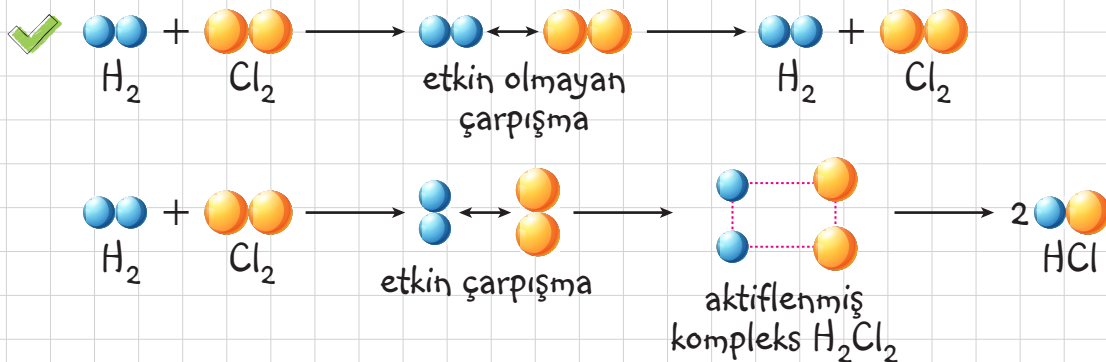
Günlük hayatımızda karşılaştığımız birçok tepkime farklı gerçekleşir. Metallerin paslanması gerçekleşirken bir kâğıt parçasının yanması gerçekleşen bir tepkimedir.

Tepkimeler, tepkimeye giren tanecikler arasındaki sonucu oluşur. Çarpışma sonucu tepkimeye giren taneciklerdeki atomlar arasındaki bağlar kopar, atomlar yeniden düzenlenir ve ürünleri oluşturmak üzere atomlar arasında yeni bağlar oluşur. Kimyasal türlerin çarpışmasını ve tepkime hızını açıklayan teoridır.

5.1.1. Çarpışma Teorisi

Kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için reaksiyona giren maddelerin birbiriyle etkileşmesi yani çarpışması gerekir. Bir çarpışmanın tepkime ile sonuçlanabilmesi için taneciklerin belirli bir kinetik enerjiye sahip olması gerekir. Tepkimeye giren taneciklerin sahip olmaları gereken minimum toplam kinetik enerjiye denir. Aktifleşme enerjisi "Ea" ile gösterilir. Bir tepkimenin başlaması için gerekli minimum enerjiye de tepkimenin denir. Tepkimeye giren taneciklerin o tepkimeyi gerçekleştirebilmesi için tepkimenin eşik enerjisine sahip olmaları gerekir. Yani taneciklerin aktifleşme enerjisi tepkimenin eşik enerjisine eşit olmalıdır.

Aktifleşme enerjisine sahip taneciklerin çarpışması her zaman tepkimeyle sonuçlanmayabilir. Bunun nedeni taneciklerin çarpışma biçimidir. Yeterli enerjiye sahip tanecikler, ancak girenlerdeki bağları koparacak biçimde yani uygun geometri ile çarpışırsa tepkime olur. Tepkime ile sonuçlanan çarpışmalar, yeterli enerji ve uygun geometri ile gerçekleşen tepkimelerdir. Bu tür çarpışmalara denir. Moleküller arasındaki çarpışmaların hepsi etkin çarpışma değildir. Etkin çarpışmaların artırılması tepkimenin hızlanmasına neden olur.



- ✓ Bir tepkimede yeterli enerjiye (aktifleşme enerjisine) sahip taneciklerin uygun geometri ile çarpışması sonucu oluşan yüksek potansiyel enerjili kararsız atom gruplarına (ara ürün) denir. Aktiflenmiş kompleksin ömrü çok kısadır. Girenleri ya da ürünleri oluşturmak üzere parçalanır.
- ✓ Aktifleşme enerjisinin işareti daima pozitiftir ve büyüklüğü tepkimeye girenlerin cinsine bağlıdır. Aktifleşme enerjisi düşük olan tepkimeler daha hızlıdır. Aktifleşme enerjisine de denir.

5.1.2. Potansiyel Enerji – Tepkime Koordinatı Grafikleri

Tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşmesine **ileri tepkime**, ürünlerin girenlere dönüşmesine denir. Tepkimeye girenlerin aktifleşmiş kompleks oluşturmaları için sahip olmaları gereken en düşük enerjiye ileri tepkimenin **aktifleşme enerjisi** (E_{ai}), ürünlerin aktifleşmiş kompleks oluşturmalarını sağlayacak en düşük enerjiye ise (E_{ag}) denir.

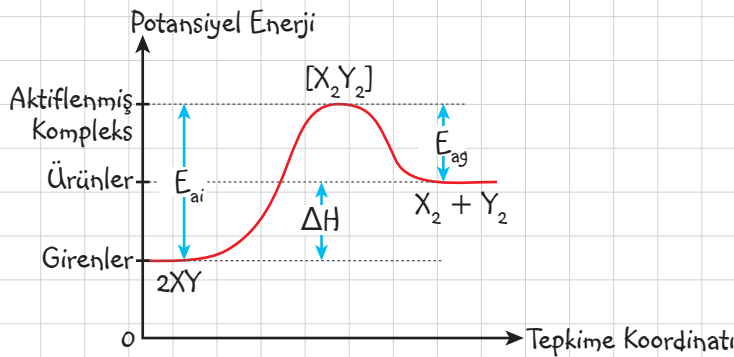
Aktifleşme enerjileri (E_{ai} ve E_{ag}) daima pozitif değer alır. İleri aktifleşme enerjisinden, geri aktifleşme enerjisi çıkarıldığında o tepkimenin entalpi değişimi (ΔH) elde edilir.

$$\Delta H = E_{ai} - E_{ag}$$



Bir tepkimede $E_{ai} > E_{ag}$ ise o tepkime endotermik, $E_{ag} > E_{ai}$ ise o tepkime ekzotermiktir.

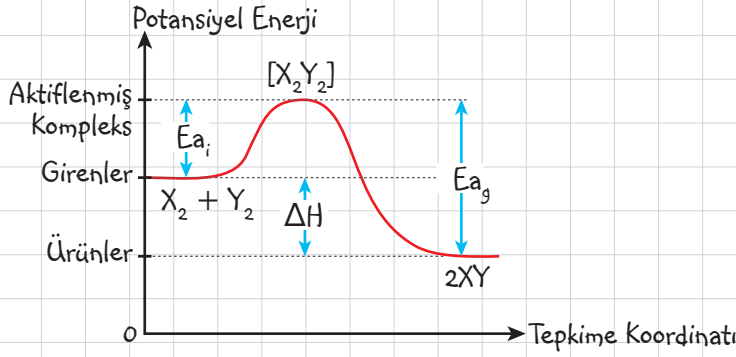
Endotermik Tepkime: $2XY_{(g)} + \text{ısı} \rightarrow X_{2(g)} + Y_{2(g)}$ tepkimesinin potansiyel enerji – tepkime koordinatı grafiği aşağıdaki gibidir.



Grafikten de anlaşılacağı gibi ürünlerin potansiyel enerjisi, girenlerin potansiyel enerjisinden büyüktür.

Bu durumda $E_{ai} > E_{ag}$ olur. $E_{ai} - E_{ag} = \Delta H > 0$ 'dır.

Ekzotermik Tepkime: $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)}$ tepkimesinin potansiyel enerji – tepkime koordinatı grafiği aşağıdaki gibidir.

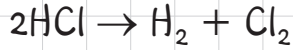


Grafikten de anlaşılacağı gibi girenlerin potansiyel enerjisi, ürünlerin potansiyel enerjisinden

Bu durumda $Ea_g > Ea_i$ olur. $Ea_i - Ea_g = \Delta H < 0$ 'dır.



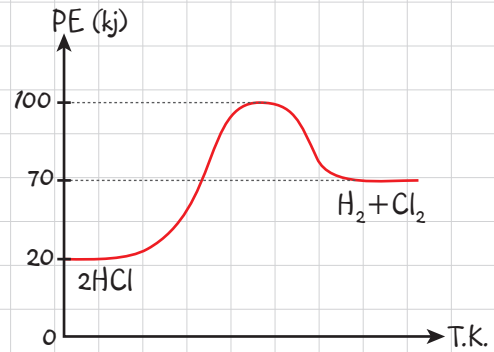
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



tepkimesinin potansiyel enerji – tepkime koordinatı grafiği yanda verilmiştir.

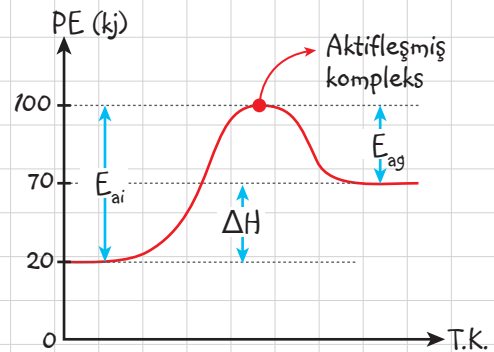
Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

- İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi kaç kj'dür?
- Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi kaç kj'dür?
- Aktiflenmiş kompleksin enerjisi kaç kj'dür?
- Tepkimenin entalpisi kaç kj'dür?

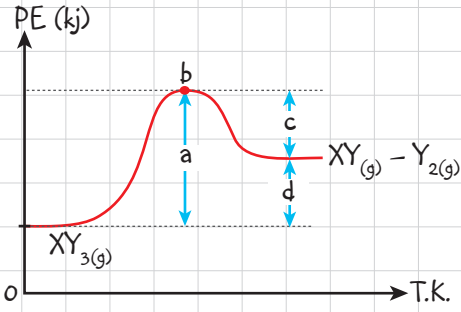


Çözüm:

- $Ea_i = 100 - 20 = 80$ kj
- $Ea_g = 100 - 70 = 30$ kj
- Aktiflenmiş kompleksin enerjisi 100 kj'dür.
- $\Delta H = Ea_i - Ea_g$
 $\Delta H = 80 - 30 = 50$ kj'dür ve tepkime endotermiktir.



SIRA SİZDE

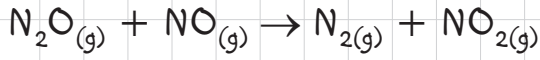


- 1 Yukarıdaki tepkimeye ait PE - TK grafiğine göre, "a, b, c ve d" yi ifade eden nicelikleri yazınız.

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



tepkimesinin ileri aktifleşme enerjisi 120 kJ, geri aktifleşme enerjisi 190 kJ, aktifleşmiş kompleksin enerjisi 210 kJ olduğuna göre;

- Tepkimenin **Hess Yasası** entalpisi kaç kJ'dür?
- Tepkimede girenlerin ve ürünlerin potansiyel enerjisi kaç kJ'dür?
- Tepkimenin PE - TK grafiğini çiziniz.

Çözüm:

- 2 a) $\Delta H = E_{ai} - E_{ag} = 120 - 190 = -70$ kJ ve ekzotermiktir.

- b) Aktiflenmiş kompleks - girenler değeri E_{ai} 'yi,

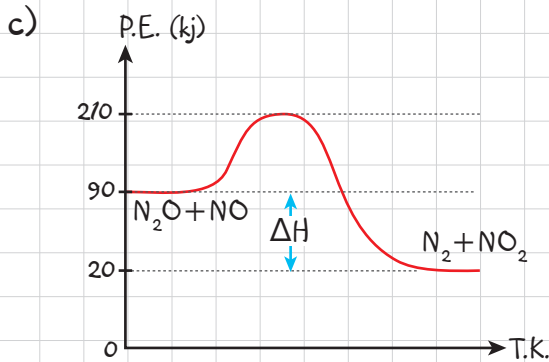
Aktiflenmiş kompleks - ürünler değeri E_{ag} 'yi verir. Bu durumda;

$$E_{ai} = 120 = 210 - \text{girenler}$$

$$\text{Girenler} = 90 \text{ kJ}$$

$$E_{ag} = 190 = 210 - \text{ürünler}$$

$$\text{Ürünler} = 20 \text{ kJ bulunur.}$$





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

$2XY_{(g)} + \frac{1}{2} X_2 \rightarrow Y_2X_3_{(g)}$ tepkimesinin ileri aktifleşme enerjisi 18 kJ'dür. X_2 bir element olduğuna göre tepkimenin geri aktifleşme enerjisi kaç kJ'dür?
($\Delta H_{XY}^{\circ} = 24$ kJ/mol, $\Delta H_{Y_2X_3}^{\circ} = 16$ kJ/mol)

Çözüm:

3 $\Delta H = E_{a_i} - E_{a_g}$ formülünden E_{a_g} hesaplanır. Bunun için öncelikle ΔH değeri hesaplanmalıdır.

$$\Delta H = \Delta H_{Y_2X_3}^{\circ} - \Delta H_{XY}^{\circ} \quad (X_2 \text{ elementtir. } \Delta H^{\circ} = 0 \text{ dır.})$$

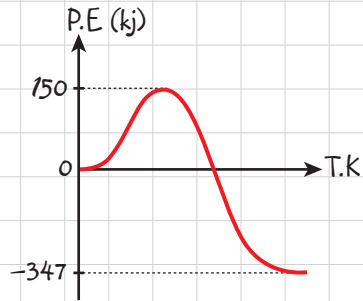
$$\Delta H = 16 - 24 = -8 \text{ kJ bulunur.}$$

$$\Delta H = E_{a_i} - E_{a_g}$$

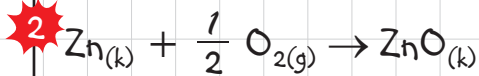
$$-8 = 18 - E_{a_g}$$

$$E_{a_g} = 26 \text{ kJ olarak bulunur.}$$

SIRA SİZDE



Yukarıdaki grafikte,



tepkimesine ait standart koşullardaki PE - TK grafiği verilmiştir.

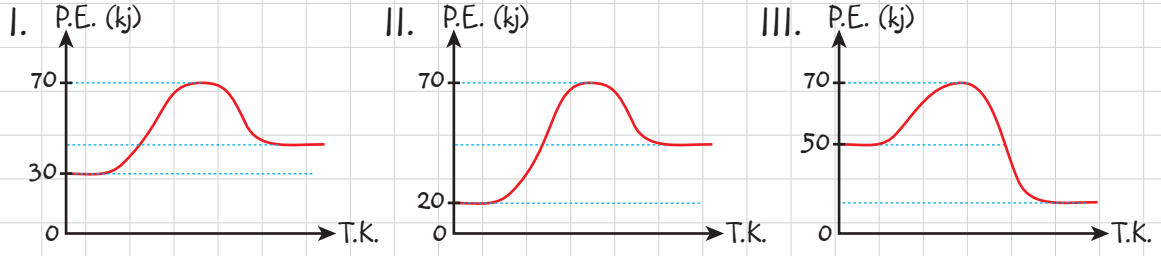
Buna göre,

- I. Tepkimenin ileri aktifleşme enerjisi kJ'dür.
- II. Tepkimenin geri aktifleşme enerjisi kJ'dür.
- III. ZnO katısının standart molar oluşum ısısı
- IV. Tepkimede toplam entalpi zamanla

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Yukarıda 3 ayrı tepkimenin PE – TK grafikleri verilmiştir. Buna göre,

- Tepkimelerin tepkime hızlarını kıyaslayınız.
- Hangileri endotermik, hangileri ekzotermik tepkimedir?

4 Çözüm:

- Tepkimelerin E_{ai} değerlerine bakıldığında, E_{ai} değeri küçük olan tepkimenin tepkime hızı büyük olur. Buna göre;

$$(E_{ai})_I = 70 - 30 = 40$$

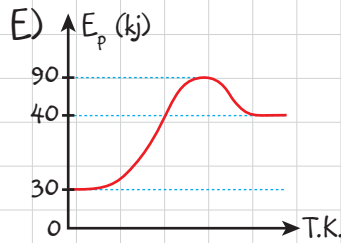
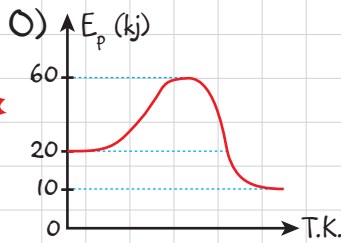
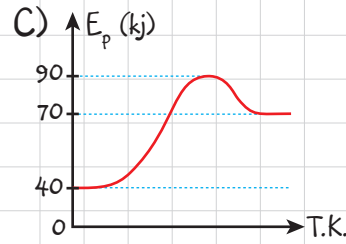
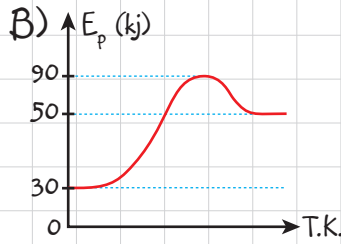
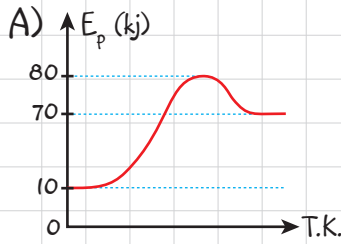
$$(E_{ai})_{II} = 70 - 20 = 50$$

$(E_{ai})_{III} = 70 - 50 = 20$ olduğuna göre en hızlı tepkime III. tepkime, en yavaş tepkime II. tepkimedir.

Tepkime hızı: $II < I < III$ şeklindedir.

- I ve II. tepkime ürünlerin potansiyel enerjisi, girenlerden büyük olduğu için endotermik; III. tepkime girenlerin potansiyel enerjisi, ürünlerden büyük olduğu için ekzotermiktir.

Aynı sıcaklıkta gerçekleşen aşağıdaki tepkimelerden hangisi en yavaştır?



5

Çözüm

İleri aktifleşme enerjisi en büyük olan A şıkkındaki tepkimedir.

E_{ai} değeri $80 - 10 = 70$ kJ'dür. Bu durumda en yavaş tepkime A şıkkındaki tepkimedir.

5.1.3. Tepkime Hızlarının Ölçülmesi Ve Ölçme Yöntemleri

Tepkime hızı, birim zamanda tepkimeye giren maddelerin veya oluşan ürünlerin konsantrasyonundaki değişimin ölçüsüdür.

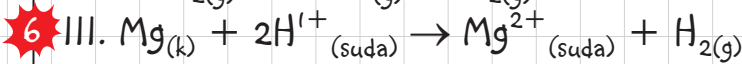
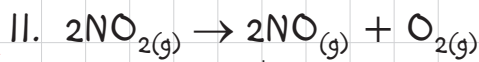
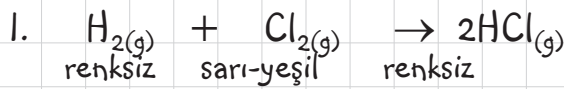
Bir tepkimenin hızını izleyebilmek için tepkime devam ederken ya da tepkime sonunda değişen pH, basınç,, renk,, sıcaklık gibi niceliklerden veya çökelek oluşumu gibi değişimlerden yararlanılabilir.

Tepkime Denklemi	Hızı Ölçmede Kullanılabilecek Özellik
$Mg_{(k)} + 2HCl_{(suda)} \rightarrow MgCl_{2(suda)} + H_{2(g)}$	Oluşan H_2 gazının
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$	Sabit hacim ve sıcaklıkta basıncıdaki
$NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$ renksiz renksiz kırmızı-kahve renkli
$Ag^+_{(suda)} + Cl^-_{(suda)} \rightarrow AgCl_{(k)}$	İletkenliğin
$NaCl_{(suda)} + AgNO_{3(suda)} \rightarrow AgCl_{(k)} + NaNO_{3(suda)}$ beyaz çökelek



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Aşağıdaki tepkimelerin hızlarını ölçmek için uygun yöntem öneriniz.



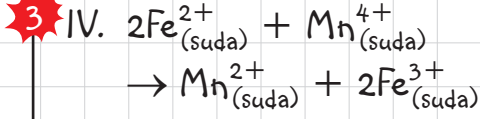
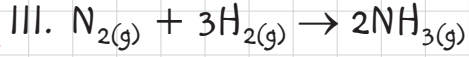
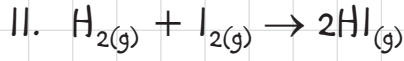
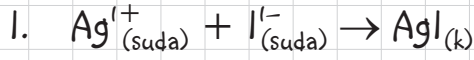
Çözüm:

I. Renk Değişimi

II. Basınç artışı (V, T sabit) veya hacim artışı (P, T sabit)

III. pH değişimi, gaz çıkışı

SIRA SİZDE



Yukarıda verilen tepkimeler aynı koşullarda gerçekleşmektedir.

Buna göre, bu tepkimelerin hızlarını kıyaslayınız.

Çözüm:

5.1.4. Madde Miktarı - Tepkime Hızı İlişkisi

Bir kimyasal tepkimede birim zamanda harcanan veya oluşan madde miktarı değişimine denir. Tepkime hızı "T.H.", "r", "Đ" ile gösterilir.

$$\text{T.H.} = \frac{\text{Giren veya ürünün madde miktarındaki değişim}}{\text{Zaman aralığı}}$$

Madde miktarı = mol, hacim, molar değişim, kütle ... olabilir.

Zaman = sn, dk, saat, gün... olabilir.

- ✓ Bir kimyasal tepkimede, zamanla girenlerin miktarı azalırken ürünlerin miktarı oluştuğları için zamanla artar. Bu nedenle hız ifade edilirken girenler "-" ile, ürünler "+" ile belirtilir.

$\text{N}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NH}_{3(\text{g})}$ tepkimesinde N_2 ve H_2 harcandığı için "**harcanma hızı**", NH_3 oluştuğu için "**oluşum hızı**" şeklinde ifade edilir.

N_2 'un Harcanma Hızı,

$$\text{Hız} = \frac{\text{N}_2 \text{ Derişimindeki Değişme}}{\text{Geçen Zaman}} = \frac{-\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t}$$

H_2 'nin Harcanma Hızı,

$$\text{Hız} = \frac{\text{H}_2 \text{ Derişimindeki Değişme}}{\text{Geçen Zaman}} = \frac{-\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

NH_3 'ün Oluşma Hızı,

$$\frac{\text{NH}_3 \text{ Derişimindeki Değişme}}{\text{Geçen Zaman}} = \frac{+\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t}$$

- ✓ Tepkimedeki maddelerin birim zamanda harcanma veya oluşma miktarı tepkime denklemindeki katsayılarıyla orantılıdır.
Buna göre; H_2 'in harcanma hızı N_2 'un 3 katı, NH_3 'in oluşma hızı ise N_2 'un 2 katı kadardır.

Bu durum aşağıdaki denklemlerle ifade edilir.

$$Hız = \frac{-\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{-\Delta[H_2]}{3\Delta t} = \frac{+\Delta[NH_3]}{2\Delta t}$$

$$6.Hız_{N_2} = 2.Hız_{H_2} = 3.Hız_{NH_3}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



tepkimesine göre NH_3 'in harcanma hızı 0,02 M/sn olarak ölçülüyor. Buna göre her bir maddenin harcanma ve oluşum hızını bulunuz.

Çözüm:

$$7 \text{ Hız} = \frac{-\Delta[NH_3]}{4\Delta t} = \frac{-\Delta[O_2]}{5\Delta t} = \frac{+\Delta[NO]}{4\Delta t} = \frac{+\Delta[H_2O]}{6\Delta t}$$

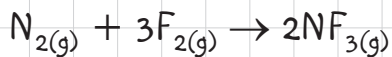
Buna göre;

$$O_2 \text{'nin harcanma hızı} = \frac{5.Hız_{NH_3}}{4} = \frac{5.0,02}{4} = 0,025 \text{ M/sn'dir.}$$

$$NO \text{'in oluşum hızı} = Hız_{NH_3} = 0,02 \text{ M/sn'dir.}$$

$$H_2O \text{'un oluşum hızı} = \frac{6.Hız_{NH_3}}{4} = \frac{6.0,02}{4} = 0,03 \text{ M/sn'dir.}$$

SIRA SİZDE



4 tepkimesindeki maddelerin oluşma ve harcanma hızları arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm:



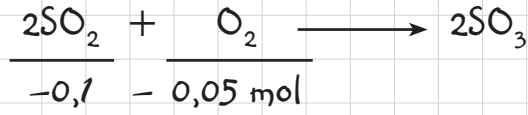
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{3(g)}$ tepkimesine göre 20 saniyede 6,4 gram SO_2 harcanmaktadır. Buna göre normal koşullarda O_2 gazının harcanma hızı kaç l/sn'dir? (S: 32, O: 16)

8 Çözüm:

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{6,4}{64} = 0,1 \text{ mol } \text{SO}_2 \text{ harcanmaktadır.}$$

Tepkime denklemine göre;

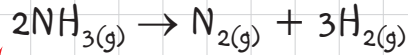


0,05 mol O_2 harcanmaktadır. N.K'da 0,05 mol O_2 , 0,112 litre hacim kaplar.

$$\text{Hız}_{\text{O}_2} = \frac{0,112}{20} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ l/sn bulunur.}$$

SIRA SİZDE

10 l'lik sabit hacimli bir kaptan 10 gram NH_3 gazından,



5 tepkimesine göre 100 saniye sonunda 5,75 gram kaldığı belirleniyor.

Buna göre,

A) NH_3 gazının ortalama harcanma hızı kaç mol/s'dir?

B) H_2 gazının ortalama oluşma hızı NK'da kaç l/s'dir?

Çözüm:

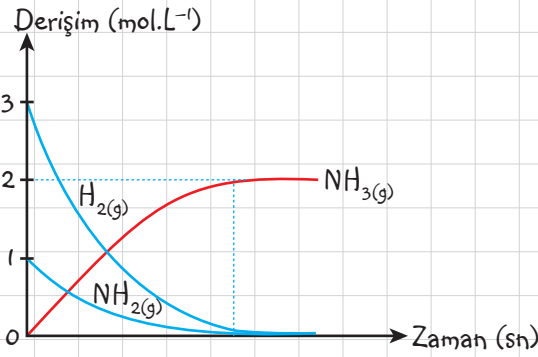
ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



5.1.5. Ortalama Tepkime Hızı

Çarpışma teorisine göre etkin arttıkça tepkime hızı artar. Tepkimeye girenlerin madde miktarı, tepkime başladığında en yüksek seviyededir. Tepkime ilerledikçe girenler ürünlere dönüştüğü için giren madde miktarı zamanla azalır. Dolayısıyla etkin çarpışma sayısı da azalır. Bir tepkimenin hızı başladığında en yüksek seviyededir ve zamanla tepkime ilerledikçe tepkime hızı azalır. Tepkime hızı azaldığı için ürünlerin de oluşum hızı zamanla azalır.

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ tepkimesi için derişim – zaman grafiğı çizilirse, maddelerin zamanla derişimindeki değışiklik aşağıdaki gibi olur;



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

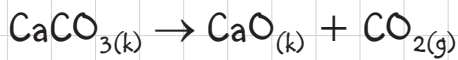
Tepkimelerde hız, tepkime boyunca değışir. Tepkimenin belirli bir andaki hızına **anlık hız** denir. Bir kimyasal tepkimede birim zamanda harcanan ya da oluşan madde miktarındaki değışime ise denir. Kimyasal tepkimelerde ortalama tepkime hızı yerine genellikle ifadesi kullanılır.

● Homojen ve Heterojen Faz Tepkimeleri

Homojen Faz Tepkimesi: Tepkimede yer alan türlerin hepsi aynı fazdadır.

$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$ tepkimesinde türlerin hepsi fazında yani aynı fazda olduğı için bu tepkime homojen tepkimedir.

Heterojen Faz Tepkimesi: Tepkimede yer alan türler farklı fazdadır.



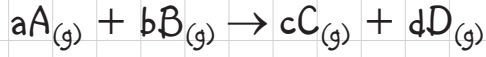
tepkimleri birer heterojen tepkimedir.

5.1.6. Tek ve Çok Basamaklı Tepkimeler ve Hız

Bir tepkimede, tepkime hızının derişime bağıllığını gösteren ifadeye **hız denklemi** ya da denir. Hız denklemi her tepkime için farklıdır.

Kimyasal tepkimeler tek basamakta gerçekleşebileceğı gibi art arda gerçekleşen birkaç basamakta da meydana gelebilir. Böyle birkaç basamakta meydana gelen tepkimelere denir.

● Tek Basamaklı Tepkimenin Hız Denklemi



Hız denklemi yazılırken, tepkimeye girenlerin molar derişimlerinin tepkime denklemindeki katsayıları üs olarak alınır ve maddelerin derişimleri birbiriyle çarpılır.

$$T.H. = k.[A]^a.[B]^b$$

- ✓ Hız denkleminde yer alan k, tepkime hız sabitidir ve birimi tepkimeye göre değişiklik gösterir.
- ✓ Hız denklemindeki a ve b sayılarının toplamı dir.
- ✓ Hız denkleminde saf katı ve saf sıvılar yer almaz, sadece ve yer alır.

Tek basamaklı bir tepkimenin hız denklemini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.



Buna göre;

- Hız denklemi; $T.H. = k.[N_2].[H_2]^3$
- Tepkime derecesi; $1 + 3 = 4$. dereceden (N_2 'a göre 1, H_2 'e göre 3. derecedendir)
- k hız sabitinin birimi;

$$T.H. = k.[N_2].[H_2]^3$$

$$\frac{\text{mol}}{\text{lt.sn}} = k \cdot \left[\frac{\text{mol}}{\text{lt}} \right] \cdot \left[\frac{\text{mol}}{\text{lt}} \right]^3 \Rightarrow k = \frac{\text{lt}^3}{\text{mol}^3 \cdot \text{sn}} \text{ bulunur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

$2KClO_{3(k)} \rightarrow 2KCl_{(k)} + 3O_{2(g)}$ tek basamakta gerçekleşen tepkimenin hız denklemini yazınız.

9 Çözüm:

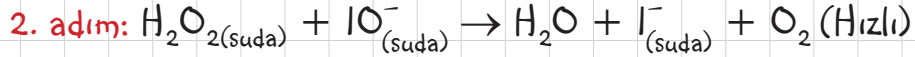
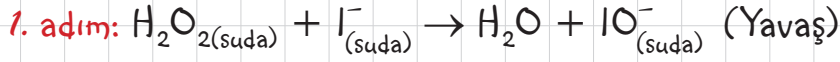
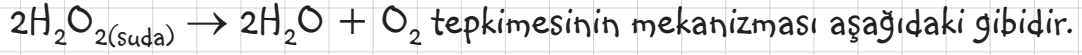
$KClO_3$ katı olduğu için hız denkleminde yer almaz.

T.H. = k olarak yazılır. Buna göre bu tepkime sıfırıncı derecedendir.

Çok Basamaklı (Mekanizmalı) Tepkimenin Hız Denklemi

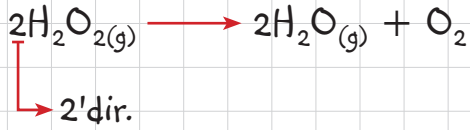
Mekanizmalı yani birden çok basamakta (adımda) gerçekleşen tepkimelerde hız denklemi gerçekleşen adıma göre yazılır. En yavaş gerçekleşen adım, mekanizmada E_a değeri en büyük olan adımdır.

✓ Mekanizmalı bir tepkimenin hız denklemini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.



Buna göre, hız denklemi $\text{TH} = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] [\text{I}^-]$ olarak bulunur. Tepkime derecesi 2'dir.

Molekülerite: Tek basamaklı tepkimelerde tepkime, çok basamaklı tepkimelerde ise net tepkimede girenlerde yer alan maddelerin katsayıları Buna göre aşağıdaki örnekte tepkime moleküleritesi,

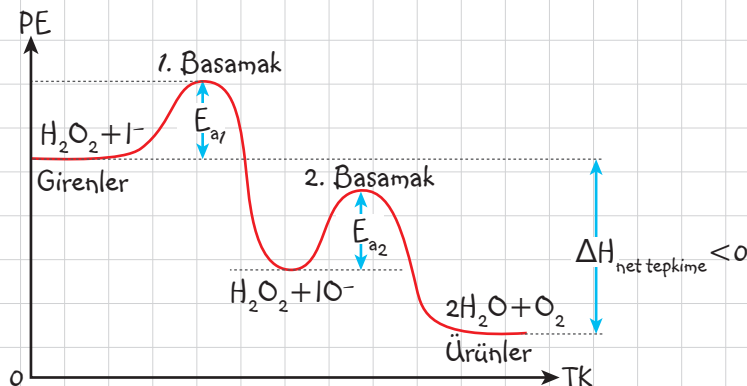


Ara Ürün: Mekanizmalı tepkimelerde, adımlardan birinde oluşan ve diğer adımda harcanan maddedir. Ara ürün net tepkimede Buna göre yukarıdaki örnekte ara ürün IO^- iyonudur.

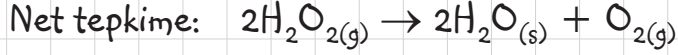
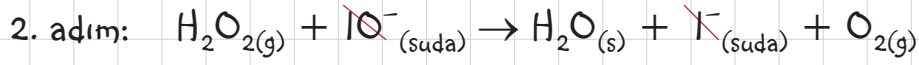
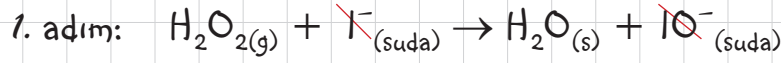


Bir tepkimede tepkimeye giren tanecik sayısı ikiden fazla ise mekanizmalı tepkime oluşur. Üç taneciğin aynı anda çarpışması genellikle tek adımda meydana gelmez.

✓ Molekülerite ve ara ürünü gösteren potansiyel enerji - tepkime koordinatı (PE -TK) grafiği aşağıdaki gibidir.

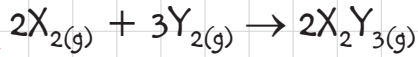
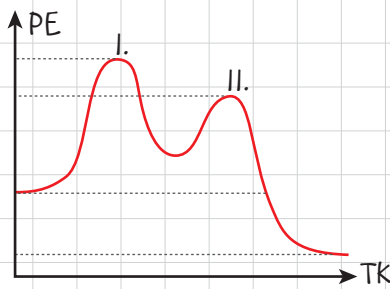


Mekanizmalı tepkimedey, adımlar taraf tarafa toplanırđsa **net tepkime denklemini** elde edilir.



Aşağıdaki grafikten anlaşılacağı gibi, 1. adımın ileri aktifleşme enerjisi (E_a) 2. adımdan büyük olduğı için 1. adım yavaş adımdır.

SIRA SİZDE

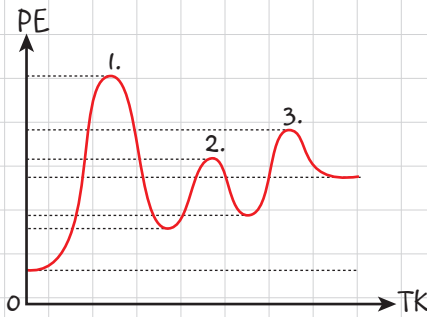


6 tepkimesine ait potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiğine göre,

- Tepkime kaç basamaklıdır?
- Yavaş basamak hangisidir?
- Tepkime hızını hangi basamak belirler?
- Net tepkime ekzotermik mi, endotermik midir?

Çözüm:

Örnek:

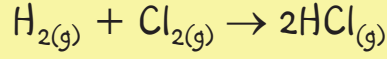


Yukarıda bir tepkimenin PE - TK grafiğı verilmiştir. Buna göre,

- Tepkime mekanizmalıdır. Çünkü grafikte üç ayrı PE eğrisi bulunmaktadır.
- En yavaş adım 1. adımdır. Çünkü 1. adımın E_a değeri en büyüktür.

➡ Net tepkime endotermiktir.

Tepkime hız denklemlerinden anlaşılacağı gibi bir tepkimenin hızı, hız denkleminde yer alan maddelerin derişimlerine bağılıdır.



Yukarıdaki tepkime tek adımda gerçekleşen bir tepkimedir ve hız denklemleri aşağıdaki şekildedir.

$$\text{TH} = k. [\text{H}_2] [\text{Cl}_2]$$

Bu durumda tepkime hızı H_2 'nin ve Cl_2 'nin derişimine bağılıdır.

SIRA SİZDE

Mekanizmalı bir tepkimedey,

1. $\text{NO}_{(g)} + \text{F}_{2(g)} \rightarrow \text{NOF}_{2(g)}$ (yavaş)
 2. $\text{NOF}_{2(g)} + \text{NO}_{(g)} \rightarrow 2\text{NOF}_{(g)}$ (hızlı)
- ile ilgili olarak,

- I. Aktivasyon enerjilerini kıyaslayınız.
- II. Ara ürünü yazınız.
- III. Hız denklemlerini yazınız.
- IV. Net tepkimeyi yazınız.

Çözüm:



Mekanizmalı tepkimelerde adımları bilmiyorsak hız denklemlerini yazamayız. Bu durumda tepkimedeki maddelerin derişimleri değiştirilerek elde edilen hız değerleri deneysel olarak bulunur. Tepkimeye ait deney sonuçlarına göre hız denklemleri bulunabilir.

Örnek:

$2\text{NO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{N}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ tepkimesinde tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin değişiminin hız etkisini gösteren deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney No.	Başlangıç Derişimi (M)		Ortalama Tepkime Hızı (M/sn)
	[NO]	[H ₂]	
1.	0,1	0,1	$2 \cdot 10^{-3}$
2.	0,2	0,1	$8 \cdot 10^{-3}$
3.	0,1	0,2	$4 \cdot 10^{-3}$

Yukarıdaki tabloda; 1. ve 2. deneylere bakıldığında H₂'nin derişimi 0,1 M'da sabit tutulup, NO'inki 0,1'den 0,2'ye yani 2 katına çıkarıldığında hız $2 \cdot 10^{-3}$ 'den $8 \cdot 10^{-3}$ 'e çıkmaktadır. NO'ün derişimi 2 katına çıkarken hız 4 katına çıkmıştır. NO derişimi, hızla karesi kadar etki eder. 1. ve 3. deneylere bakıldığında NO derişimi sabit tutulup, H₂'nininki 0,1'den 0,2'ye yani 2 katına çıkarıldığında hız da 2 katına yani $2 \cdot 10^{-3}$ 'den $4 \cdot 10^{-3}$ 'e çıkmaktadır. H₂ derişimi hızla doğru orantılıdır.

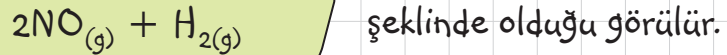
Hız denklemi

$$\text{TH} = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2 \text{ şeklinde bulunur.}$$

Eğer tepkime tek basamaklı olsaydı hız denklemi

$$\text{TH} = k[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{NO}]^2 \text{ şeklinde yazılacaktı.}$$

DeneySEL verilerden elde edilen denklem, $k \cdot [\text{H}_2]^2 \cdot [\text{NO}]^2$ denklemi ile aynı olmadığı için bu tepkimenin tek basamaklı değil mekanizmalı olduğu ve yavaş adımın hızı belirlediği bilgisinden yola çıkarak da yavaş adımın girenler kısmının;

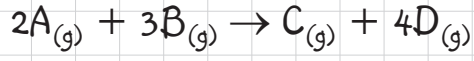


ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



SIRA SİZDE

Gaz fazında gerçekleşen



tepkimesinin sabit sıcaklıktaki deney sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	[A] (mol/l)	[B] (mol/l)	Hız (mol/l.s)
1	0,01	0,02	$0,4 \cdot 10^{-3}$
2	0,01	0,04	$1,6 \cdot 10^{-3}$
3	0,02	0,02	$0,8 \cdot 10^{-3}$

Buna göre,

- tepkimenin hız denklemi,
- tepkimenin derecesini,
- k'nın sayısal değeri,
- k'nın birimi,
- yavaş adımın denklemi değerleri nedir?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 5: KİMYASAL TEPKİMELEERDE HIZ

5.2. TEPKİME HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

- 5.2.1. Madde Cinsi
- 5.2.2. Derişim
- 5.2.3. Sıcaklık
- 5.2.4. Katalizör
- 5.2.5. Temas Yüzeyi
- 5.2.6. Basınç ve Hacim Değişimi

5.2.1. Madde Cinsi

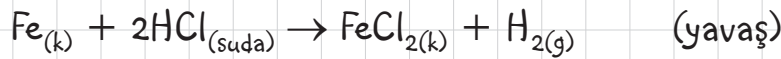
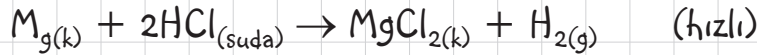
Kimyasal bir tepkimenin; hızına tepkimeye giren kimyasal türlerin cinsi, fiziksel hâlleri, kopan ve oluşan etki eder.

Örneğin; bir yanma tepkimesi olan demirin paslanması çok yavaş gerçekleşirken, asit – baz tepkimeleri hızlı gerçekleşir.

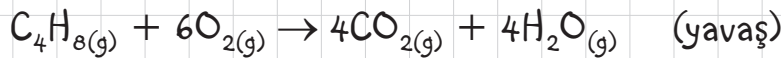
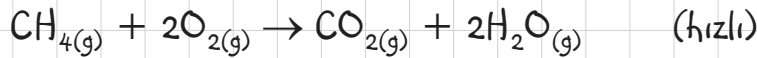


Tepkimeye giren türler göz önünde tutularak bazı tahminler yapılabilir.

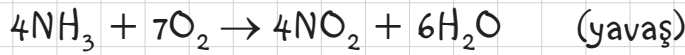
- a) Aktif olan metal ve ametaller, diğer metal ve ametallere göre daha hızlı tepkime verir.



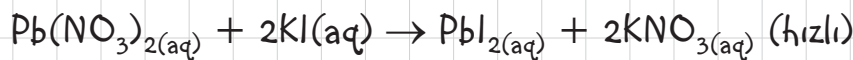
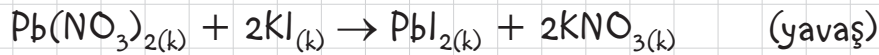
- b) Moleküller arasında gerçekleşen tepkimelerde, kopan ve oluşan bağ sayısı fazla ise tepkime yavaş gerçekleşir.



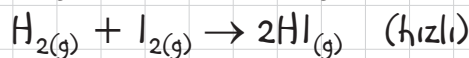
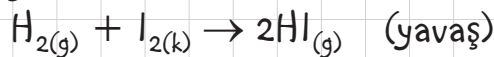
- c) Çok sayıda molekülün çarpışması ile oluşan tepkimelerin daha yavaş gerçekleşmesi beklenir.



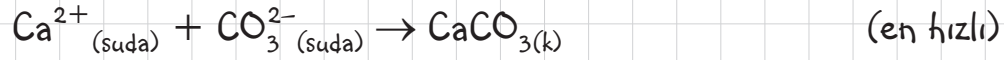
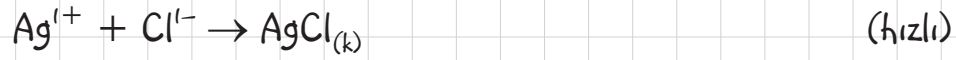
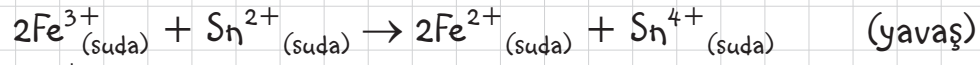
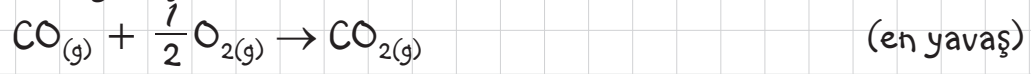
- d) İyonik bağlı bileşikler arasında gerçekleşen tepkimelerde sulu çözeltilerin tepkimesi katı hâldeki türlerden daha hızlı gerçekleşir.



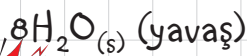
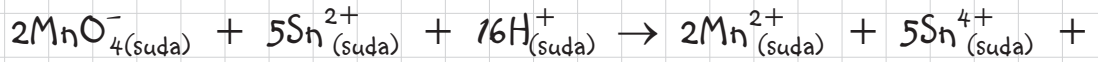
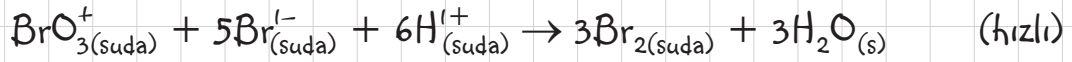
- e) Aynı maddenin katı hâlinin kimyasal tepkimesi yavaş, sıvı hâlindeki hızlı, gaz hâlindeki daha hızlı olur.



f) Zıt yüklü iyonlar arasında elektron alışverişinden dolayı gerçekleşen tepkimeler hızlı iken, yüksüz tanecikler arasındaki tepkimeler (bağ kopması) daha yavaş olur.

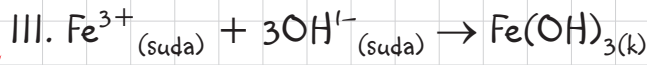
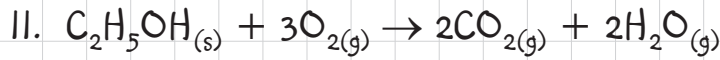
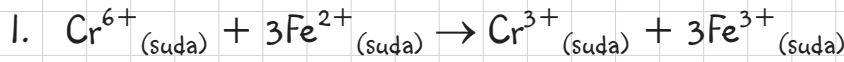


➡ Ancak zıt yüklü iyon sayısı fazla ise tepkime yavaş olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Aşağıdaki kimyasal tepkimelerin hızlarını aynı şartlar altında karşılaştırınız.



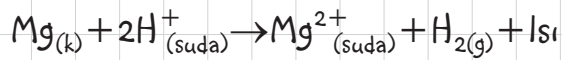
10

Çözüm:

Zıt yüklü iyonların bulunduğu III. tepkimede tanecikler birbirini çekeceği için etkin çarpışma yapmaları daha kolay olur. Bu nedenle III. tepkime, I.'den daha hızlıdır. Çözelti ortamındaki tepkimeler gaz fazındaki tepkimelerden daha hızlı gerçekleşir. II. tepkime, I. ve III.'den daha yavaştır. Hızları $\text{II} < \text{I} < \text{III}$ 'dir.

Sonuç: $\text{II} < \text{I} < \text{III}$

SIRA SİZDE



tepkimesinin hızı, birim zamanda

aşağıdaki özelliklerden hangisinin değişimi gözlenerek ölçülemez?

A) Basınç B) Hacim

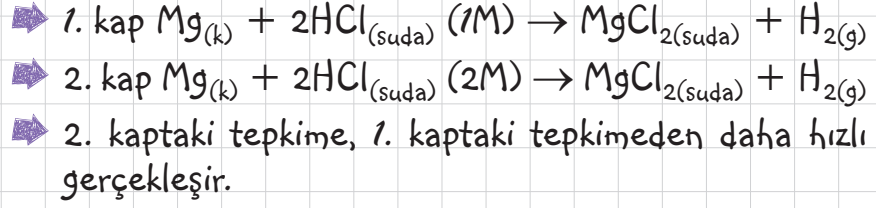
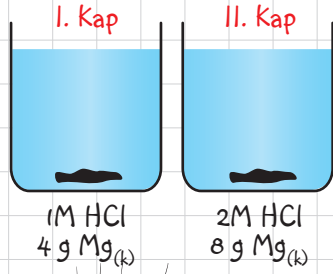
C) İletkenlik D) Isı

E) Renk

Çözüm:

5.2.2. Derişim

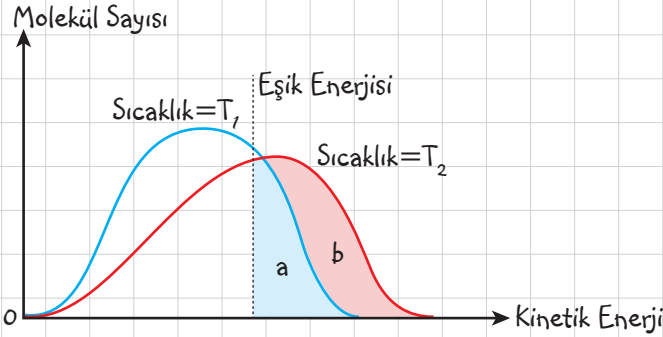
Tepkime hızı, etkin çarpışma sayısına bağlıdır. Etkin çarpışma sayısı arttıkça tepkime hızlanır. Tepkimeye giren maddelerin derişimi arttıkça etkin çarpışma yapabilecek tanecik sayısı arttığından tepkime hızı da artar.



Mekanizmalı tepkimelerde, hız denkleminde yer almayan taneciklerin derişimi hızı etkilemez.

5.2.3. Sıcaklık

Sıcaklık arttıkça kimyasal türlerin kinetik enerjisi, dolayısıyla etkin çarpışma sayısı Böylece eşik enerjisini aşabilen tanecik sayısı artar ve tepkime hızlanır.



Grafığe göre; a alanı T_1 sıcaklığındaki tepkimede eşik enerjisini aşabilen tanecik sayısını, (a + b) alanı T_2 sıcaklığındaki tepkimede eşik enerjisini aşabilen tanecik sayısını gösterir. T_2 sıcaklığında eşik enerjisini aşan tanecik sayısı daha çok olduğundan T_2 'nin T_1 'den büyük olduğu anlaşılır.



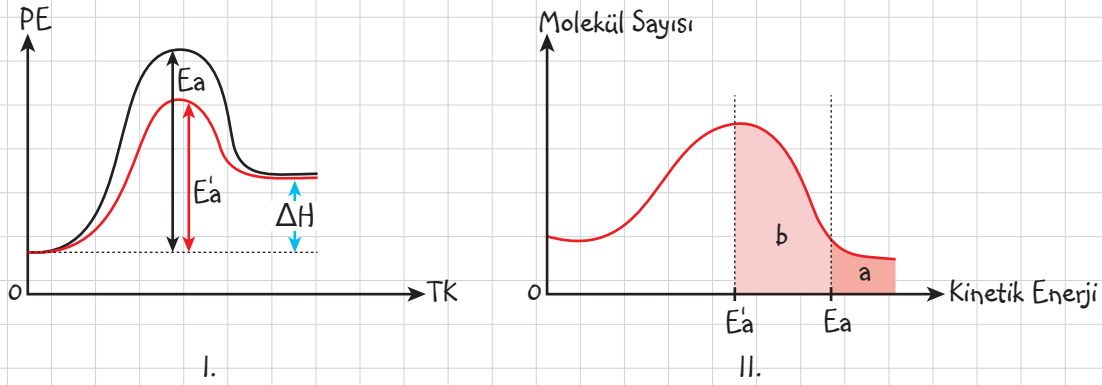
Sıcaklık artışı aktifleşmiş kompleks oluşturabilecek taneciklerin sayısını artırır. Sıcaklık değişimi; eşik enerjisini, tepkimenin izlediği yolu ve tepkime mekanizmasını değıştirmez, k hız sabitini artırır.



Sıcaklık artışı birim zamanda tepkimeye girecek tanecik sayısını artırır. Böylece birim zamanda oluşan ürün miktarı artar. Fakat tepkime sonunda elde edilen toplam ürün miktarını değiştirmez.

5.2.4. Katalizör

Tepkimenin mekanizmasını daha düşük eşik enerjili adımlar üzerinden gerçekleşmesini sağlayarak tepkimeyi hızlandırır.



I ve II. grafikte E_a katalizörsüz tepkimenin eşik enerjisidir. Katalizör kullanıldığında tepkimenin eşik enerjisi E'_a olur yani azalır. Bu durumda, katalizörsüz tepkimede eşik enerjisini aşan tanecik sayısı a alanında iken, katalizörlü tepkimede eşik enerjisini aşan tanecik sayısı (a + b) alanındadır. Katalizörlü tepkimede eşik enerjisini aşan tanecik sayısı daha fazla olur ve tepkime daha hızlı gerçekleşir.

Tepkimeyi hızlandıran maddelere pozitif katalizör, yavaşlatan maddelere **inhibitör** veya denir.

Örnek:

$O_{3(g)} + O_{(g)} \rightarrow 2O_{2(g)}$ tepkimesinin mekanizması;

➤ 1. adım: $NO_{(g)} + O_{3(g)} \rightarrow NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ (yavaş)

➤ 2. adım: $NO_{2(g)} + O_{(g)} \rightarrow NO_{(g)} + O_{2(g)}$ (hızlı)

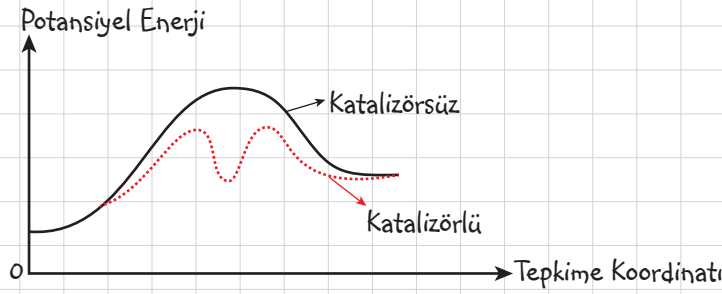
Mekanizmaya göre 1. adımda girenlerde yer alan NO maddesi, 2. adımda tekrar oluşmakta ve adımlar toplandığında net tepkimede yer almamaktadır. Bu nedenle NO NO_2 ise 1. adımda oluşup 2. adımda tekrar harcandığı için ara üründür.

Katalizör Özellikleri;

➤ Katalizör, tepkime sonunda değişikliğe uğramadan tepkimeden ayrılır.

➤ Net tepkimede almaz.

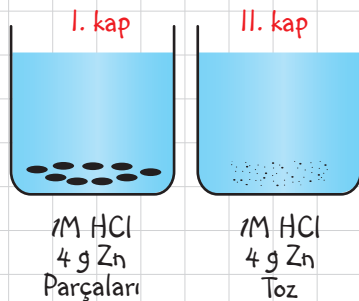
- ➔ Tepkimenin mekanizmasını değiştirerek eşik enerjisini düşürür. Böylece eşik enerjisini aşan tanecik sayısı artar.
- ➔ Tepkimeyi başlatamaz, bitiremez; başlamış bir tepkimeyi
- ➔ Tepkimeye giren madde miktarını, oluşan ürün miktarını değiştirmez.
- ➔ Tepkimenin yönünü değiştirmez.
- ➔ İleri aktivasyon ve geri aktivasyon enerjisini aynı oranda düşürür.
- ➔ Entalpi değerini
- ➔ Tepkimenin k hız sabitinin değerini artırır.
- ➔ Birim zamanda oluşan ürün miktarını (tepkime hızını) artırır.
- ➔ Tepkimeye giren ve oluşan madde cinsini değiştirmez.
- ➔ Her tepkimenin katalizörü farklıdır.
- ➔ Tepkimede kullanılan katalizör; tepkimeye girenlerle aynı fazda ise homojen katalizör, farklı fazda ise heterojen katalizör olarak sınıflandırılır.
- ➔ Katalizör, tepkimenin basamak sayısını değiştirebilir.



- ➔ Aktifleşmiş kompleksin türünü değiştirebilir.
- ➔ Girenler ve ürünlerin potansiyel enerjisini değiştirmez.

5.2.5. Temas Yüzeyi

Tepkimeye giren taneciklerin arttıkça tanecikler arasındaki çarpışma sayısı artar. Böylece etkin çarpışma yapabilecek tanecik sayısını artıracak için tepkime hızı da artar.



- ➔ I. kap (parça) $Zn_{(k)} + 2HCl \rightarrow ZnCl_{2(suda)} + H_{2(g)}$
- ➔ II. kap (toz) $Zn_{(k)} + 2HCl \rightarrow ZnCl_{2(suda)} + H_{2(g)}$
- ➔ II. kaptaki tepkime, I. tepkimeye göre daha hızlı gerçekleşir. Fakat her iki tepkimede de oluşan ürün miktarı aynı olur.

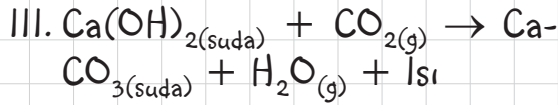
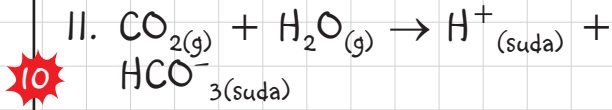
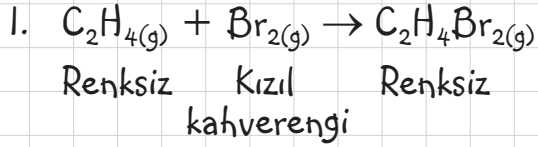


Temas yüzeyi artırılırsa tepkime hız sabit k'nın değeri de artar.

5.2.6. Basınç ve Hacim Değişimi

Gaz hâlindeki maddelerin basınç ve hacmini değiştirmek derişimi değiştireceği için tepkime hızını da değiştirir. Örneğin gaz hâlindeki bir tepkimede basınç artırıldığında hacim küçülür, derişim artar ve birim zamandaki çarpışma sayısı arttığı için tepkime hızı da artar.

SIRA SİZDE



Yukarıdaki tepkimeler sabit basınç altında gerçekleşiyor. Buna göre, bu tepkimelerin hızlarının birim zamanda ölçülmesi hangi yöntemle izlenebilir?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

$2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightarrow 2Z_{(g)}$ tepkimesi sabit hacimli kapta tek adımda sabit sıcaklıkta gerçekleşiyor. Sabit sıcaklıkta kap hacmi yarıya indirilirse tepkime hızı kaç katına çıkar?

Çözüm:

Tepkime tek adımda gerçekleştiğinden tepkime hız denklemi, $T.H. = k.[X]^2.[Y]$ şeklindedir. Kap hacmi yarıya indirildiğinde X ve Y gazlarının derişimleri 2'şer katına çıkar.

$$T.H. = k \cdot [2]^2 \cdot [2]$$

$$T.H. = k \cdot 8$$

Bu durumda tepkime hızı 8 katına çıkar.



Tepkime hız sabiti (k); sıcaklık, temas yüzeyi, katalizör etkenlerine bağlı olarak değişir.

<u>Nicelik</u>	<u>Değişim</u>	<u>k'nın değeri</u>
sıcaklık	artarsa	artar
temas yüzeyi	artarsa	artar
katalizör	eklenirse	artar

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Çarpışma teorisine göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Çarpışma sayısı ile tepkime hızı doğru orantılıdır.
- B) Çarpışma sayısını artıran etkenler, etkin çarpışma sayısını artırır.
- C) Uygun geometride gerçekleşen tüm çarpışmalar ürüne dönüşür.
- D) Sıcaklık artarsa etkin çarpışma sayısı artar.
- E) Eşik enerjisini aşabilecek tanecik sayısı artarsa tepkime hızı artar.

2. $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightarrow Z_{(g)} + Q_{(g)}$ (yavaş)
 $Z_{(g)} + D_{(g)} \rightarrow Q_{(g)} + R_{(g)}$ (hızlı)
 $R_{(g)} + P_{(g)} \rightarrow K_{(g)} + X_{(g)}$ (hızlı)

Yukarıda bir tepkimenin basamakları verilmiştir.
 Buna göre, katalizör olarak kullanılan madde hangisidir?

- A) X B) Z C) R D) K E) Y

3. I. Derişim

II. Basınç

III. Temas yüzeyi

Yukarıda verilenlerden hangileri hız sabitinin değerini değiştirir?

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

4. I. $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$

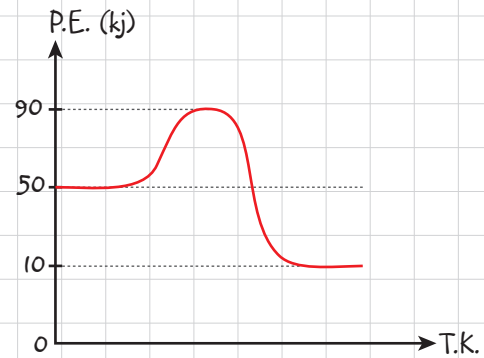
II. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$

III. $C_{(k)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$

Sabit hacimli üç ayrı kapta, aynı sıcaklıkta gerçekleştirilen tepkimelerden hangilerinde tepkime hızı basıncındaki azalma ölçülerek izlenebilir?

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

5.



Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimenin PE – TK grafiği yukarıdaki gibidir. Buna göre,

I. Tepkime entalpisi -40 kJ'dür.

II. İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi 40 kJ'dür.

III. Aktifleşmiş kompleksin enerjisi 90 kJ'dür.

yargılarından hangileri doğrudur?

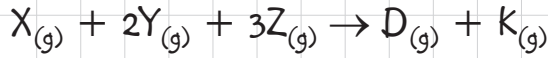
- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

ÇÖZÜMLÜ TEST

6. Gaz fazında gerçekleşen aşağıdaki tepkimelerden hangisinin tek basamakta gerçekleşme olasılığı en azdır?

- A) $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NOCl}$
 B) $\text{C}_3\text{H}_4 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$
 C) $\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
 D) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 E) $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$

Belli bir sıcaklıkta gerçekleşen,



tepkimesi ile ilgili derişimler değiştirilerek yapılan deneylerin sonuçları tabloda verilmiştir.

Deney	[X]	[Y]	[Z]	Hız (mol/l.sn)
1	0,1	0,1	0,1	$2 \cdot 10^{-3}$
2	0,1	0,1	0,2	$2 \cdot 10^{-3}$
3	0,2	0,1	0,2	$4 \cdot 10^{-3}$
4	0,2	0,2	0,1	$1,6 \cdot 10^{-4}$

Tabloya göre 7, 8 ve 9. soruları yanıtlayınız.

7. Tepkimenin hız bağıntısı nedir?

- A) $r = k [\text{X}] [\text{Y}]$
 B) $r = k [\text{X}] [\text{Z}]$
 C) $r = k [\text{X}] [\text{Y}]^2$
 D) $r = k [\text{Y}] [\text{Z}]^2$
 E) $r = k [\text{X}] [\text{Y}] [\text{Z}]$

8. Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

- A) 2
 B) 0,2
 C) $2 \cdot 10^{-3}$
 D) $2 \cdot 10^{-4}$
 E) $1 \cdot 10^{-5}$

9. X, Y, Z'nin derişimleri 0,3'er mol/l alınırse tepkime hızı kaç mol/l.sn olur?

- A) $1,6 \cdot 10^{-3}$
 B) $3,2 \cdot 10^{-3}$
 C) $2,7 \cdot 10^{-2}$
 D) $5,4 \cdot 10^{-2}$
 E) $10,8 \cdot 10^{-2}$

10. $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{(g)}$ tepkimesinin hız denklemi T.H. = $k [\text{NO}]$

$[\text{O}_2]$ 'dir.

Buna göre,

- I. Tepkimenin moleküleritesi 3'tür.
 II. Tepkime mekanizmalıdır.

III. k sabitinin birimi $\frac{1}{\text{mol.sn}}$ 'dir.

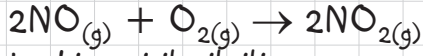
IV. Tepkime derecesi 2'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 1

1. Gaz fazında belirli bir sıcaklıkta gerçekleşen



tepkimesi ile ilgili;

- I. O_2 'nin ortalama harcanma hızı,

$$r = -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} \text{ 'dir.}$$

- II. NO_2 'nin ortalama oluşma hızı,

$$r = +\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} \text{ 'dir.}$$

- III. $r_{\text{NO}} = 2 \cdot r_{\text{O}_2} = r_{\text{NO}_2}$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{3(g)}$
tepkimesi sabit hacimli bir kapta sabit sıcaklıkta gerçekleştiriliyor.

Buna göre, tepkime süresince;

- I. O_2 gazının derişimi,
II. SO_2 gazının harcanma hızı,
III. SO_3 gazının oluşma hızı
niceliklerinden hangileri azalır?

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

3. $\text{CaCO}_{3(k)} \rightarrow \text{CaO}_{(k)} + \text{CO}_{2(g)}$
tepkimesine göre CO_2 gazının ortalama oluşma hızı $0,2 \text{ mol/sn}$ 'dir.
Buna göre, CaCO_3 katısının ortalama harcanma hızı kaç g/sn 'dir?
($\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$)

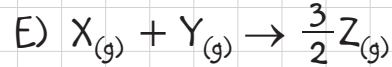
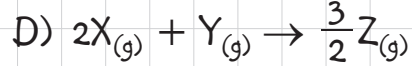
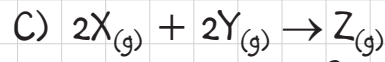
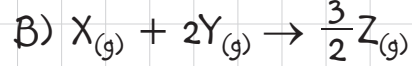
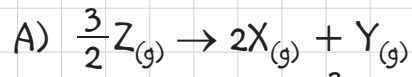
- A) 0,2 B) 2 C) 20
D) 200 E) $2 \cdot 10^{-3}$

4. Bir kimyasal tepkime ile ilgili,

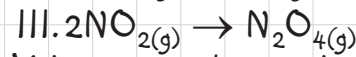
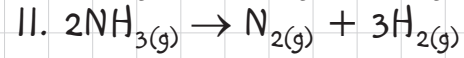
- X gazının harcanma hızı Y gazının harcanma hızının 2 katıdır.
- Z gazının oluşma hızı Y gazının harcanma hızının 1,5 katıdır.

bilgileri veriliyor.

Buna göre, bu tepkimenin denklemi aşağıda verilenlerden hangisi olabilir?



5. I. $\text{PCl}_{5(g)} \rightarrow \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$



Yukarıda verilen tepkimeler sabit sıcaklıkta ve sabit hacimde gerçekleştiriliyor.

Buna göre, hangilerinin hızı basınç artması ile belirlenebilir?

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

6. $\text{X}_{2(g)} + 2\text{Y}_{2(g)} \rightarrow 2\text{XY}_{2(g)}$
tepkimesi 1 litrelik sabit hacimli bir kapta tek basamakta gerçekleşirken 20 saniye sonunda X_2 'nin miktarı 2,4 molden 1,8 mole düşüyor.
Buna göre XY_2 gazının ortalama oluşma hızı kaç mol/l.sn 'dir?

- A) 0,02 B) 0,03 C) 0,04
D) 0,06 E) 0,08

TEST 1

7. $Mg_{(k)} + 2HCl_{(suda)} \rightarrow MgCl_{2(suda)} + H_{2(g)}$
tepkimesi sabit hacimli kapta ve sabit sıcaklıkta gerçekleştiriliyor. Buna göre tepkimenin hızı;
- I. basınç
 - II. pH değişimi
 - III. hacim
- verilenlerden hangilerinin değişiminden yararlanılarak belirlenebilir?

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

8. Aşağıda verilen tepkimelerden hangisinin tepkime hızının en yavaş olması beklenir?

- A) $Ag^+_{(suda)} + Cl^-_{(suda)} \rightarrow AgCl_{(k)}$
B) $Mg_{(k)} + Cu^{2+}_{(suda)} \rightarrow Cu_{(k)} + Mg^{2+}_{(suda)}$
C) $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$
D) $NaOH_{(suda)} + HCl_{(suda)} \rightarrow NaCl_{(suda)} + H_2O_{(s)}$
E) $C_4H_{8(g)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$

9. I. Aktifleşmiş kompleksin enerjisi
II. İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi
III. Tepkime entalpisi
Yukarıdaki niceliklerden hangileri bütün tepkimelerde daima pozitif değere sahiptir?

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

10. Bir kimyasal tepkimede girenler ile ürünlerin hızları arasındaki ilişki,

$$T.H. = -\frac{\Delta[X_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[Y_2]}{\Delta t}$$

$$= +\frac{1}{3} \cdot \frac{\Delta[Z]}{\Delta t}$$

olarak verilmiştir. Tepkime, gaz fazında gerçekleştiğine göre tepkimenin denklemi hangisi olabilir?

- A) $2X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow \frac{1}{3}Z_{(g)}$
B) $6X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \rightarrow 2Z_{(g)}$
C) $X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} \rightarrow 3Z_{(g)}$
D) $X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \rightarrow 2Z_{(g)}$
E) $3X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \rightarrow 2Z_{(g)}$

TEST 2

1. Aynı koşullarda gerçekleştirilen aşağıdaki tepkimelerden hangisinin en hızlı olması beklenir?

- A) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 B) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
 C) $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
 D) $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{NaCl}(\text{k})$
 E) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{k})$

2. $2\text{A}(\text{k}) + 3\text{B}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AB}_3(\text{g})$ tepkimesi tek basamakta gerçekleşmektedir. Buna göre, aşağıdakilerden hangisi AB_2 gazının oluşma hızını artırmaz?

- A) $\text{A}(\text{k})$ 'yı toz hâline getirmek
 B) Sıcaklığı yükseltmek
 C) Uygun bir katalizör kullanmak
 D) Tepkime kabına biraz daha $\text{B}_2(\text{g})$ eklemek
 E) Tepkime kabının hacmini artırmak

3. $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{PCl}_5(\text{g})$ tepkimesi tek adımda gerçekleştiğine göre aşağıdakilerden hangisi tepkime hızını en çok artırır?

- A) Sıcaklığı 2 katına çıkarmak
 B) Cl_2 'un derişimini 2 katına çıkarmak
 C) Kabın hacmini yarıya indirmek
 D) Sıcaklığı ve kabın hacmini 2'şer katına çıkarmak
 E) Sıcaklığı 2 katına çıkarıp tepkime kabının hacmini yarıya indirmek

4. I. Tepkimenin eşik enerjisi artar.
 II. Etkin çarpışma yapan tanecik sayısı artar.
 III. Eşik enerjisini aşan tanecik sayısı artar.

Bir kimyasal tepkimede kabın sıcaklığı artırılırsa yukarıdakilerden hangileri doğru olur?

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

5. Bir tepkimede;
 I. sıcaklık artışı,
 II. derişim artışı,
 III. kabın hacminin küçültülmesi,
 IV. katalizör niceliklerinden hangileri tepkime mekanizmasını değiştirmeden tepkime hızını artırır?

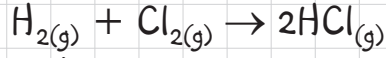
- A) I ve II
 B) I ve IV
 C) II ve III
 D) I, II ve III
 E) II, III ve IV

6. I. Tepkime mekanizması
 II. Birim zamanda oluşan ürün miktarı
 III. Tepkime hız sabiti
 IV. Tepkimenin eşik enerjisi
 Bir tepkimede temas yüzeyinin artırılması yukarıdaki niceliklerden hangilerini değiştirmez?

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

TEST 2

7. Sabit sıcaklıkta



tepkimesinde,

- H_2 derişimi 2 katına çıkarılıp Cl_2 derişimi sabit tutulunca tepkime hızı 2 katına çıkıyor.
- H_2 derişimi sabit tutulup Cl_2 derişimi 9 katına çıkarılıncaya hız 3 katına çıkıyor.

Buna göre tepkimenin hız bağıntısı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $T.H. = k.[\text{H}_2].[Cl_2]$
- B) $T.H. = k.[\text{H}_2].[Cl_2]^2$
- C) $T.H. = k.[\text{H}_2].[Cl_2]^{1/2}$
- D) $T.H. = k.[\text{H}_2].[Cl_2]$
- E) $T.H. = k.[\text{H}_2].[Cl_2]^3$

8. $2\text{X}_{2(g)} + 3\text{Y}_{2(g)} \rightarrow 2\text{X}_2\text{Y}_{3(g)}$

tepkimesinin hız denklemi,

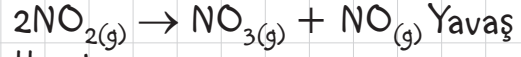
$$r = k[\text{X}_2]^2.[\text{Y}_2] \text{ 'dir.}$$

Buna göre kabın hacmi yarıya düşürülürse tepkime hızı nasıl değişir?

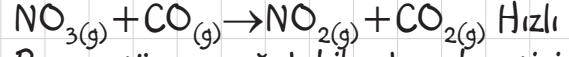
- A) 3 katına çıkar.
- B) 8 katına çıkar.
- C) 4 katına çıkar.
- D) Yarıya düşer.
- E) 2 katına çıkar.

9. $\text{NO}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{NO}_{(g)}$ tepkimesinin mekanizması aşağıdaki gibidir.

I. adım:



II. adım:



Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) $T.H. = k[\text{NO}_2]^2$ 'dir.
- B) Tepkime derecesi 2'dir.
- C) I. adımın eşik enerjisi, II. adımdan büyüktür.
- D) Kap hacmi yarıya indirilirse tepkime hızı 4 katına çıkar.
- E) Tepkime kabına CO gazı eklenirse tepkime hızı artar.

10. Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimenin mekanizmalı olup olmadığını anlamak için;

I. net tepkime denklemi,

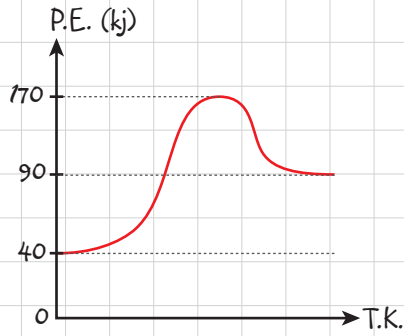
II. tepkime hız bağıntısı,

III. kabın hacmi

niceliklerinden en az hangileri bilinmelidir?

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

TEST 3



Gaz fazında ve belirli bir sıcaklıkta gerçekleşen $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)}$ tepkimesinin potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği yukarıdaki gibidir.

1, 2, 3 ve 4. soruları grafiğe göre yanıtlayınız.

1. İleri tepkimenin aktivasyon enerjisi kaç kJ'dür?

- A) 20 B) 40 C) 90
D) 130 E) 170

2. Geri tepkimenin aktivasyon enerjisi kaç kJ'dür?

- A) 20 B) 40 C) 90
D) 130 E) 170

3. Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi kaç kJ'dür?

- A) 170 B) 130 C) 90
D) 50 E) 40

4. Tepkime entalpisi (ΔH) kaç kJ'dür?

- A) -50 B) -40
C) +50 D) +90
E) +170

5. I. $X_2 + Y_2 \rightarrow 2XY + 90$ kJ

II. $2XY + Y_2 \rightarrow X_2Y_4 + 120$ kJ

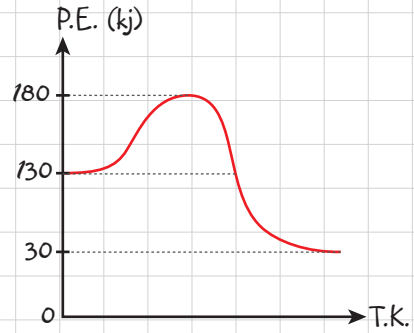
tepkimleri veriliyor.

$X_2 + 2Y_2 \rightarrow X_2Y_4$

tepkimesi için ileri aktifleşme enerjisi (E_{ai}) 70 kJ olduğuna göre, geri aktifleşme enerjisi kaç kJ'dür?

- A) 140 B) 170 C) 220
D) 280 E) 290

6.



Yukarıda PE - TK grafiği verilen tepkime ile ilgili,

I. Girenlerin potansiyel enerjisi 130 kJ'dür.

II. Ürünlerin potansiyel enerjisi 30 kJ'dür.

III. Tepkime entalpisi -100 kJ'dür. yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 3

7. $X + 2Y + 2Z \rightarrow D + E$
tepkimesine ait hız bağıntısı
 $r = k.[Y].[Z]$ 'dir.

Buna göre,

I. Tepkime mekanizmalıdır.

II. X, sıvıdır.

III. Y, gazdır.

IV. Tepkime derecesi 2'dir.

yargılarından hangileri kesinlikle
doğrudur?

A) I ve II

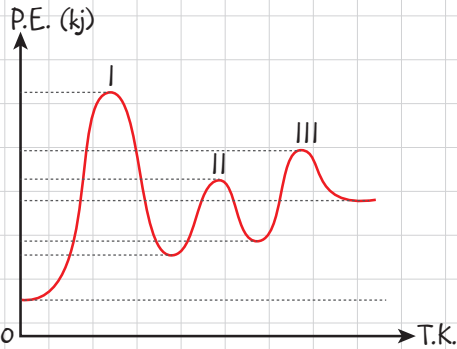
B) I ve III

C) I ve IV

D) I, III ve IV

E) II, III ve IV

8.



Yukarıda P.E. - T.K. grafiği verilen
kimyasal tepkime ile ilgili aşağıdaki-
lerden hangisi yanlıştır?

A) 3 adımlı bir tepkimedir.

B) Tepkime hızını 1. adım belirler.

C) 2. adım endotermiktir.

D) Net tepkimenin entalpisi (ΔH)
sıfırdan küçüktür.

E) Eşik enerjisi en büyük olan adım
1. adımdır.

9.

Deney	[X] (mol/l)	[Y] (mol/l)	Hız (mol/l.sn)
1	0,2	0,2	$2 \cdot 10^{-2}$
2	0,4	0,2	$8 \cdot 10^{-2}$
3	0,4	0,4	$16 \cdot 10^{-2}$

Yukarıda bir gaz tepkimesine ait de-
ney sonuçları verilmiştir.

Buna göre, $[X] = 0,6$ molar ve
 $[Y] = 0,1$ molar olduğunda tepkime
hızı kaç mol/l.sn olur?

A) $4 \cdot 10^{-2}$

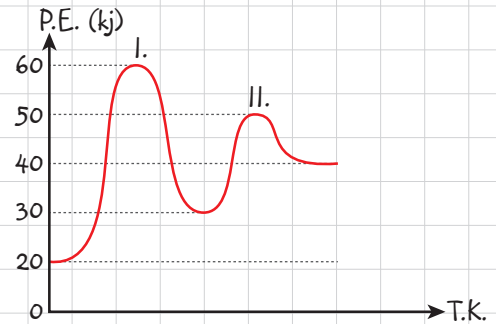
B) $8 \cdot 10^{-2}$

C) $9 \cdot 10^{-2}$

D) $2 \cdot 10^{-2}$

E) $18 \cdot 10^{-2}$

10.



Bir kimyasal tepkimenin P.E. - T.K.
grafiki şekildeki gibidir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi
yanlıştır?

A) 1. adımın aktifleşme enerjisi 40
kJ'dür.

B) İki adımlı bir mekanizmaya sahip-
tir.

C) Tepkime entalpisi +20 kJ'dür.

D) Tepkime hızını, eşik enerjisi 20 kJ
olan adım belirler.

E) 1. adımın geri aktifleşme enerjisi
30 kJ'dür.

TEST 4

1.

Deney	[NO]	[H ₂]	Tepkime Hızı (mol/l.sn)
1	0,01	0,04	0,02
2	0,02	0,04	0,08
3	0,02	0,08	0,16

Yukarıda;



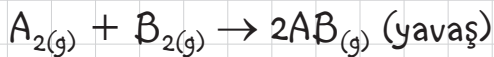
tepkimesine ilişkin deney sonuçları verilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

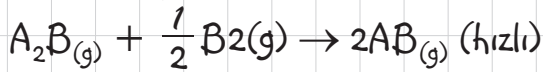
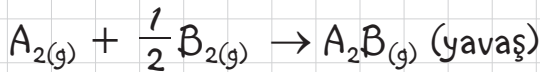
- A) Tepkime hız denklemi $r = k[\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$ 'dir.
- B) Tepkime derecesi 3'tür.
- C) Tepkime moleküleritesi 4'tür.
- D) Tepkime hız sabitinin değeri $0,5 \cdot 10^4$ 'tür.
- E) Kabın hacmi yarıya indirilirse tepkime hızı 2 katına çıkar.

2.

V litre kapta gerçekleşen



tepkimesinin mekanizması,

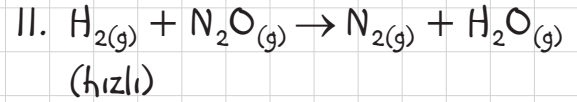
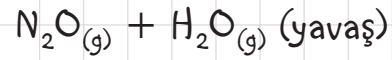
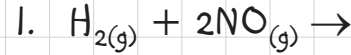


şeklinde dir. Tepkime devam ederken aynı sıcaklıkta tepkime kabının hacmi $\frac{V}{16}$ litre yapılırsa tepkime hızı için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- A) Yarıya iner.
- B) 4 katına çıkar.
- C) 16 katına çıkar.
- D) 8 katına çıkar.
- E) 64 katına çıkar.

3.

İki adımlı mekanizması olan bir tepkimenin adımları aşağıda verilmiştir.



Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Tepkime hız denklemi $r = k[\text{H}_2][\text{NO}]^2$ 'dir.
- B) NO derişimi 3 katına çıkarılırsa tepkime hızı 9 katına çıkar.
- C) Tepkime N₂O ara üründür.
- D) H₂ derişimi 2 katına çıkarılırsa tepkime hızı değişmez.
- E) Katalizör kullanılırsa tepkimenin eşik enerjisi azalır.

4.

$\text{A}_{(g)} + 2\text{B}_{(g)} + 2\text{C}_{(g)} \rightarrow$ ürünler tepkimesinde aynı sıcaklıkta;

I. A'nın derişimi sabit tutulup B ile C'nin derişimleri 2'şer katına çıkarılırsa tepkime hızı 2 katına çıkar.

II. A, B ve C'nin derişimi 3'er katına çıkarılınca tepkime hızı 27 katına çıkıyor.

III. Yalnız B'nin derişimi 2 katına çıkarılırsa hız değişmiyor.

Buna göre, tepkimenin hız denklemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $k \cdot [\text{B}] \cdot [\text{C}] \cdot [\text{A}]$
- B) $k \cdot [\text{B}] \cdot [\text{A}]^2$
- C) $k \cdot [\text{C}] \cdot [\text{A}]^2$
- D) $k \cdot [\text{C}]^2 \cdot [\text{A}]$
- E) $k \cdot [\text{A}]^3$

TEST 4

5. I. adım: $A + B \rightarrow C$
 II. adım: $C + D \rightarrow L + K$
 III. adım: $L + K \rightarrow F + D$
 Yukarıda bir kimyasal tepkimenin mekanizması verilmiştir.
 Buna göre, tepkimede katalizör ve ara ürün hangi maddelerdir?

	Ara Ürün	Katalizör
A)	C, L, K	D
B)	C, L	A, D
C)	L, K, C	F
D)	D	C, L
E)	C, L, K	B

6. $2A_{(g)} + 3B_{2(g)} \rightarrow 2A_2B_{3(g)}$
 tepkimesine ait deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	$[A_2]$	$[B_2]$	Hız
1	0,02	0,04	$4 \cdot 10^{-3}$
2	0,04	0,04	$8 \cdot 10^{-3}$
3	0,02	0,16	$8 \cdot 10^{-3}$

Buna göre, tepkime hız denklemi ve k hız sabitinin değeri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

T.H.	k
A) $k \cdot [A_2] \cdot [B_2]$	2
B) $k \cdot [A_2]^{1/2} \cdot [B_2]$	10
C) $k \cdot [A_2] [B_2]^{1/2}$	10
D) $k \cdot [A_2] \cdot [B_2]^2$	5
E) $k \cdot [A_2]^2 \cdot [B_2]$	15

Deney	$[A]$ ($\frac{\text{mol}}{\text{l}}$)	$[B]$ ($\frac{\text{mol}}{\text{l}}$)	$[C]$ ($\frac{\text{mol}}{\text{l}}$)	Tepkime hızı ($\frac{\text{mol}}{\text{l.sn}}$)
1	0,1	0,2	0,1	$1 \cdot 10^{-3}$
2	0,2	0,2	0,2	$2 \cdot 10^{-3}$
3	0,2	0,4	0,1	$8 \cdot 10^{-3}$
4	0,1	0,2	0,2	$1 \cdot 10^{-3}$



tepkimesi için derişim ve hız ilişkileri yukarıdaki gibidir.

7, 8 ve 9. soruları bu verilere göre yanıtlayınız.

7. Tepkimenin hız bağıntısı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $k \cdot [A] \cdot [C]^2$ B) $k \cdot [A] \cdot [B]^2$
 C) $k \cdot [A] \cdot [B] \cdot [C]$ D) $k \cdot [B]^2 \cdot [C]$
 E) $k \cdot [A] \cdot [C]$

8. Hız sabiti (k)'nin birimi aşağıdakilerden hangisidir?

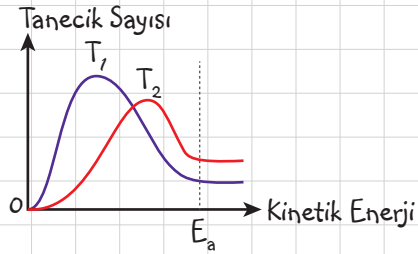
- A) $\frac{\text{mol}}{\text{l.sn}}$ B) $\frac{\text{mol}^2}{\text{l}^2 \cdot \text{sn}}$
 C) $\frac{\text{l}}{\text{mol} \cdot \text{sn}}$ D) $\frac{\text{l}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{sn}}$
 E) $\frac{\text{l}^3}{\text{mol}^3 \cdot \text{sn}}$

9. Hız sabiti (k)'nin sayısal değeri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 0,125 B) 0,25 C) 0,5
 D) 1 E) 2

TEST 5

1.

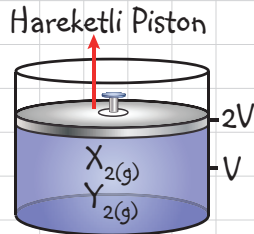


Bir kimyasal tepkimenin farklı sıcaklıklardaki tanecik sayısı-kinetik enerji dağılım grafiği yukarıdaki gibidir.

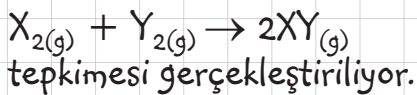
Buna göre, bu tepkime ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) T_2 sıcaklığı T_1 'den yüksektir.
- B) T_1 ve T_2 sıcaklıklarındaki hız sabitleri $k_1 < k_2$ 'dir.
- C) T_2 sıcaklığındaki tepkime hızı T_1 'deki tepkime hızından yüksektir.
- D) T_1 ve T_2 sıcaklıklarındaki eşik enerjisi aynıdır.
- E) T_2 sıcaklığında oluşan ürün miktarı daha fazladır.

2.



Yukarıda verilen pistonlu kapta ve tek basamakta



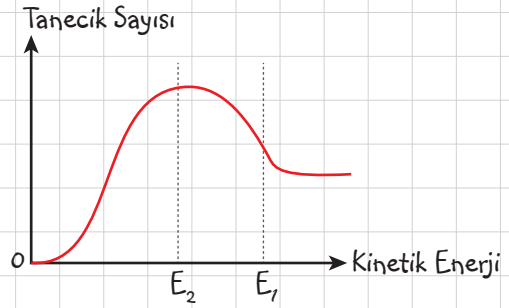
Sabit sıcaklıkta piston 2V konumundan V konumuna getirilirse,

- I. Tepkime hızı 4 katına çıkar.
- II. Tepkime hızı sabitinin değeri artar.
- III. Birim zamanda oluşan XY miktarı artar.

yargularından hangileri doğru olur?

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

3.



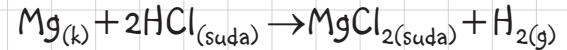
Tanecik sayısı - kinetik enerji dağılımı grafiği yukarıda verilen bir tepkimeye yapılan bir etki ile eşik enerjisi E_1 'den E_2 'ye gelmiştir.

Buna göre işlem sonucundaki,

- I. Tepkime hızı artar.
 - II. Eşik enerjisini aşan tanecik sayısı artar.
 - III. Tepkime entalpisi artar.
- niceliklerinden hangileri doğrudur?

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

4.



tepkimesine ayrı ayrı uygulanan;

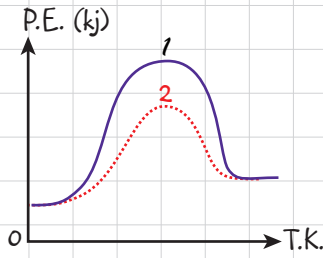
- I. katalizör kullanma,
- II. Mg katısını toz hâline getirme,
- III. sıcaklığı artırma,
- IV. aynı sıcaklıkta HCl'nin derişimini artırma

işlemlerinden hangileri eşik enerjisini aşan tanecik sayısını artırırken tepkime hız sabitini değistirmez?

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

TEST 5

5.



Bir tepkimenin iki farklı durumdaki P.E.-T.K. grafikleri şekildeki gibidir. Buna göre 1. ve 2. durumlarla ilgili;
 I. 1 nolu grafikteki eşik enerjisi, 2 nolu grafiktekinden büyüktür.
 II. 2 nolu grafik, katalizörlü tepkimenin grafiğidir.
 III. 2 nolu tepkimede, tepkime hızı daha büyüktür.
 yargılarından hangileri doğrudur?

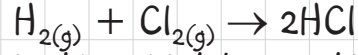
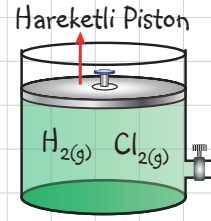
- A) Yalnız I B) Yalnız II
 C) I ve II D) I ve III
 E) I, II ve III

6.

$Zn_{(k)} + 2HCl_{(suda)} \rightarrow ZnCl_{2(suda)} + H_{2(g)}$
 Yukarıdaki tek adımda gerçekleşen tepkime 0,2 mol Zn ve 0,2 M, 1 litre HCl çözeltisi ile başlatılıyor. Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Zn, toz hâline getirilirse tepkime hızı artar.
 B) Katalizör kullanılırsa birim zamanda oluşan H_2 gazı miktarı artar.
 C) Kaba su eklenip çözelti hacmi 2 katına çıkarılırsa tepkime hızı dörtte birine iner.
 D) Kaba 0,1 mol daha HCl eklenirse oluşan ürün miktarı ve tepkime hızı artar.
 E) Kaba 0,2 mol daha Zn katısı eklenirse oluşan ürün miktarı değişmez, tepkime hızı artar.

7.



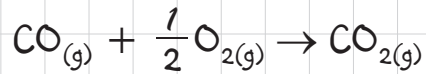
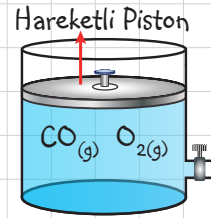
tepkimesi tek basamakta sabit sıcaklıkta gerçekleşiyor.

Buna göre;

- I. Sabit sıcaklıkta piston üzerine ağırlık koymak
 II. Kaba sabit sıcaklıkta bir miktar He gazı eklemek
 III. Kaba piston sabit tutularak H_2 gazı eklemek
 işlemlerinden hangileri ayrı ayrı uygulanırsa tepkime hızı artar?

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

8.



tepkimesi sabit sıcaklıkta ve tek basamakta artansız gerçekleşmektedir. Kaba aynı sıcaklıkta;

- I. $He_{(g)}$
 II. $O_{2(g)}$
 eklenirse tepkime hızı nasıl değişir?

- | I. | II. |
|-------------|----------|
| A) azalır | azalır |
| B) azalır | artar |
| C) değişmez | artar |
| D) değişmez | azalır |
| E) azalır | değişmez |

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1. Çarpışma teorisine göre etkin çarpışma yapabilen tanecikler ürüne dönüşebilir. Uygun geometri ve yeterli enerji ile çarpışan tanecikler aktifleşmiş kompleks oluşturur. Etkin çarpışma sayısını artıran sıcaklık, temas yüzeyi, derişim artışı gibi etkenler tepkime hızını artırır. Taneciklerin sadece uygun geometride çarpışması etkin çarpışma için yeterli değildir.

Yanıt C

2. Mekanizmalı tepkimelerde tepkimeye giren ve tepkime sonunda değişime uğramadan tepkimeden çıkan madde katalizördür. X maddesi bu tanıma uyduğu için katalizördür.

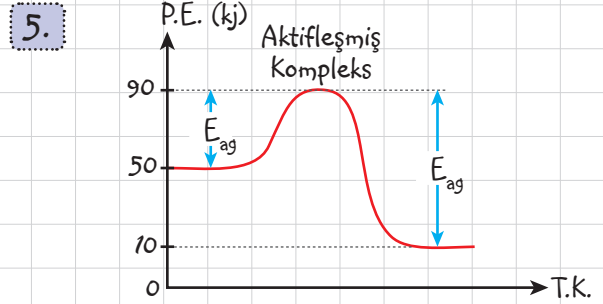
Yanıt A

3. K hız sabitini sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizör değiştirir.

Yanıt B

4. Gaz tepkimelerinde sabit hacim ve sıcaklıkta gaz mol sayısının azaldığı tepimelerde basınç azalır. II. tepkimede 3 mol gaz tepkimeye girerken 2 mol gaz oluşur ve basınç azalır.

Yanıt B



Grafikten;

$$E_{ai} = 90 - 50 = 40 \text{ kJ}$$

$$E_{ag} = 90 - 10 = 80 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = E_{ai} - E_{ag} = 40 - 80 = -40 \text{ kJ'dür.}$$

Tepe noktası aktifleşmiş kompleksin yer aldığı noktadır ve Enerjisi 90 kJ'dür.

Yanıt E

6. Tepkimeye giren tanecik sayısı, kopan ve oluşan bağ sayısı arttıkça o tepkimenin tek basamakta gerçekleşme olasılığı azalır.

Yanıt D

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

7. 1 ve 2. deneyden Z derişimi 2 katına çıkarsa hız değişmez. Demek ki Z'nin derişimi hızı etkilemiyor ve Z hız bağıntısında yer almıyor. 2 ve 3. deneyden X derişimi 2 katına çıkarsa hız 2 katına çıkar. Demek ki X'in derişimi ile hız doğru orantılıdır. 3 ve 4. deneyden Y'nin derişimi 2 katına çıkarsa hız 4 katına çıkar. Y'nin derişiminin karesi ile hız doğru orantılıdır.

$$T.H. = k.[X].[Y]^2$$

Yanıt C

8. Deneylerden, herhangi bir deneyi seçip hız bağıntısında yerine konulursa;

$$\begin{aligned} 1. \text{ deney: } T.H. &= k.[X].[Y]^2 \\ 2.10^{-3} &= k.(0,1).(0,1)^2 \\ k &= 2 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Yanıt A

$$\begin{aligned} 9. T.H. &= k.[X].[Y]^2 \\ T.H. &= 2.(0,3).(0,3)^2 \\ T.H. &= 5,4.10^{-3} \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Yanıt D

10. Tepkime ile hız denklemi uyumlu olmadığı için tepkimenin mekanizmalı olduğu görülür.

I. Molekülerite net tepkimede girilenlerin katsayıları toplamıdır ve 3'tür. **I. doğru**

II. Tepkime mekanizmalıdır. **II. doğru**

$$III. T.H. = k.[NO].[O_2]$$

$$\frac{\text{mol}}{L.sn} = k. \left(\frac{\text{mol}}{L} \right) \cdot \left(\frac{\text{mol}}{L} \right)$$

$$k = \frac{L}{\text{mol.sn}} \quad \text{III. doğru}$$

IV. tepkime derecesi hız denklemin-den 2 bulunur. **IV. doğru**

Yanıt E

SIRA SİZDE YANITLARI

1. "a" → ileri aktifleşme enerjisi → E_{a_1}
 "b" → aktifleşmiş kompleks
 "c" → geri aktifleşme enerjisi → E_{a_2}
 "d" → tepkime entalpisi → ΔH

2. I. $E_{a_1} = 150$ kJ
 II. $E_{a_2} = 497$ kJ
 III. -347 kJ
 IV. azalır.

3. - Zıt yüklü iyonlar en hızlıdır.
 - Aynı yüklü iyonlar, zıt yüklü iyonlara göre yavaştır.
 - Kırılan ve oluşan bağ sayısı arttıkça tepkime hızı azalır.
 Buna göre tepkime hızları,
 $I > IV > II > III$ olur.

4.

$$-\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[F_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[NF_3]}{\Delta t}$$

5. A)
 $10 - 5,75 = 4,25$ gram NH_3
 $n = \frac{4,25}{17} = 0,25$ mol NH_3
 $r_{NH_3} = \frac{0,25}{100} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ mol/sn

- B)
 $0,375$ mol $H_2 = 0,375 \cdot 22,4 = 8,4$ l
 $r_{H_2} = \frac{8,4}{100} = 8,4 \cdot 10^{-2}$ l/s

6. A) Tepkime iki basamaklıdır.
 B) E_{a_1} 'si büyük olan yavaş basamaktır. $E_{a_1} > E_{a_2}$ olduğu için I. basamak yavaş adımdır.
 C) Yavaş basamak tepkime hızını belirleyen basamaktır. I. adım belirler.
 D) Net tepkime endotermiktir.

7. I. $E_{a_1} > E_{a_2}$
 II. NOF_2
 III. $r = k \cdot [NO] [F_2]$
 IV. $2NO_{(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2NOF_{(g)}$

8. A) $r = k \cdot [A] [B]^2$
 B) 3. derece
 C) $l^2/mol^2 \cdot sn$
 D) $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow \text{ürün}$

9. Tepkimedeki renk değişimi olmadığı için renk değişimi ile tepkime hızı ölçülemez. Diğer yöntemler ile ölçülebilir.

10. I. Renk değişimi ve basınç azalması
 II. Basınç azalması, iletkenlik artışı ve pH azalması
 III. Basınç azalması ve ısı artışı

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 6: DENGE

6.1. KİMYASAL TEPKİMELERDE DENGE

6.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Denge

6.1.2. Değişimler Türünden Denge Sabiti (K_c) ve Hesaplamalar

6.1.3. Kimyasal Denge de Hess Yasasının Uygulanması

6.1.4. Kısmi Basınçlar Türünden Denge Sabiti (K_p) ve Hesaplamalar

6.1.5. Tepkimenin Denge de Olup Olmadığının Belirlenmesi

6.1. KİMYASAL TEPKİMELERDE DENGE

6.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Denge

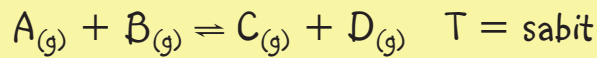
Şimdiye kadar kimyasal tepkimeleri tek yönlü kabul ederek açıklamalar ve işlemler yaptık. Hâlbuki doğadaki çoğu tepkime çift yönlü hareket eder.

Tek yönlü hareket eden (ileri yönde) tepkimelere **tersinmez tepkimeler** denir.

Çift yönlü hareket eden (hem ileri hem de geri yönde) tepkimelere ise
..... denir.

Çift yönlü olan bu tepkimeler **denge tepkimeleri**'dir. (\rightleftharpoons) ile gösterilir.

Aşağıda kimyasal denge tepkimeleri açıklanmıştır.



Kapalı kapta gerçekleşen yukarıdaki tepkimede başlangıçta reaktifler (A ve B gazları) zamanla azalırken, ileri yöndeki tepkime derişim azalmasından kaynaklı olarak azalır.

Bu arada reaktanlar (C ve D gazları) oluşur. Tepkime geri yöne de çalışmaya başlar. Ürünlerin derişimi arttıkça geri yöndeki tepkime hızı da artar.

Bir süre sonra ileri tepkime ve geri tepkime hızları birbirine Madde derişimleri de sabitlenir. Yani tepkime dengeye ulaşır. Bu dengeye **kimyasal denge** denir.

Kimyasal Dengenin Özellikleri:

- Sistem kapalı, sıcaklık sabit olmalıdır.
- Basınç ve sıcaklık değişmediği sürece madde derişimleri sabit kalır.
- Makroskobik olayların durduğu, mikroskobik olayların hâlâ devam ettiği dinamik bir olaydır.
- Denge anında ortamda tüm maddeler bulunur.
- Maksimum düzensizlik eğilimi ile minimum enerji eğilimi yönlüdür.
- Denge, izlenilen yola bağlı

Denge tepkimesi, maddenin fiziksel hâlleri arasında kuruluyorsa bu dengeye **fiziksel denge** denir.

Denge tepkimesinde maddeler aynı fazda ise **homojen denge**, farklı fazda ise **heterojen denge** adını alır.

Maksimum Düzensizlik,

kati → sıvı → çözelti → gaz yönündedir.

Tüm tepkime, gaz fazında gerçekleştiği zaman maksimum düzensizlik gaz mol sayısının arttığı yöndedir.

Minimum enerji, her zaman ısının olduğu yöndedir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki tepkimelerin max. düzensizlik ve min. enerji yönlerini belirleyerek tepkime ok işaretini koyunuz.

	<u>Düzensizlik</u>	<u>Enerji</u>
I. $Isı + CaCO_{3(k)} \rightleftharpoons CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$	Ürünler	Girenler
II. $COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$
III. $H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$
IV. $OF_{2(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + 2HF_{(g)} + ISI$
V. $KClO_{3(k)} \rightleftharpoons KCl_{(k)} + \frac{3}{2}O_{2(g)}$
VI. $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$
VII. $Na_{(k)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons NaOH_{(suda)} + \frac{1}{2}H_{2(g)}$

Yukarıdaki tepkimeleri homojen ve heterojen denge olarak belirleyelim.

2

Homojen Denge

Heterojen Denge

.....

.....

Yukarıdaki tepkimeleri fiziksel ve kimyasal denge olarak sınıflandıralım.

Fiziksel Denge

Kimyasal Denge

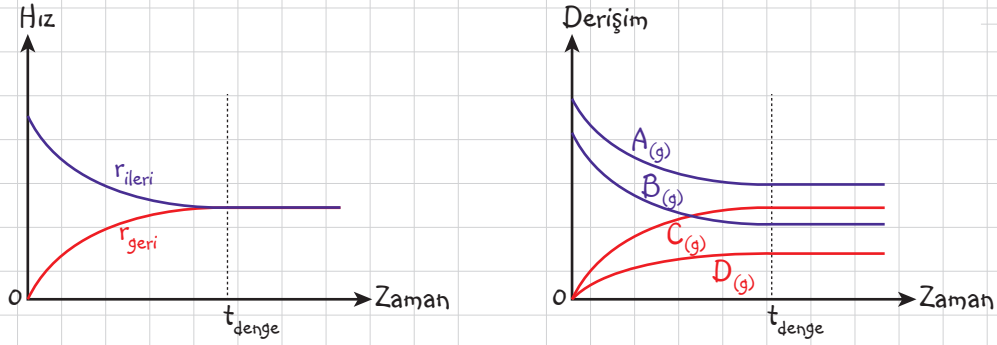
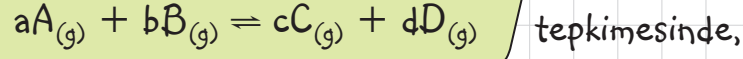
.....

.....

3

6.1.2. Derişimler Türünden Denge Sabiti (K_c) ve Hesaplamalar

Kapalı bir sistemde, sabit sıcaklıkta dengedeki tepkimenin grafiklerini inceleyelim.



denge anında ileri ve geri tepkime hızları birbirine eşit olur.

$$\begin{aligned} r_{\text{ileri}} &= r_{\text{geri}} \\ k_{\text{ileri}} \cdot [A]^a \cdot [B]^b &= k_{\text{geri}} \cdot [C]^c \cdot [D]^d \\ \frac{k_{\text{ileri}}}{k_{\text{geri}}} &= \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \text{ formülü bulunur.} \end{aligned}$$

Sıcaklık sabit olduğu sürece k_{ileri} ve k_{geri} değerleri de sabittir.

$$\frac{k_{\text{ileri}}}{k_{\text{geri}}} = K_c \text{ (denge sabiti) dersek;}$$

buna göre denge sabitinin,

$$K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \text{ formülüne ulaşılır.}$$

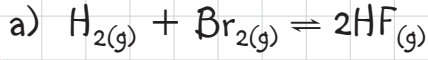
- Denge bağıntısında **saf katı ve saf sıvılar yer almaz**. Çünkü derişimleri sabittir.
- Denge sabiti 1'den büyükse $K_c > 1$ 'dir.
 $K_c > 1$ ise denge, ürünler yönüne kayar. Çünkü ürünler daha kararludur.
Denge sabiti 1'den küçükse $K_c < 1$ 'dir.
 $K_c < 1$ ise denge, girenler yönüne kayar. Çünkü girenler daha kararludur.
- Denge sabiti sadece değişir.
- Basamaklı tepkimelerde, denge bağıntısı **net tepkimeye göre** yazılır.



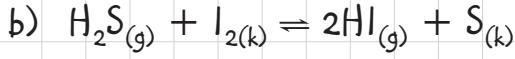
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıdaki tersinir tepkimelerin K_c denge sabiti bağıntılarını yazınız.

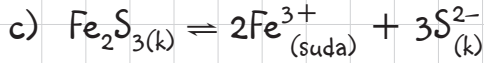
Çözüm:



$$K_c = \frac{[HF]^2}{[H_2][Br_2]}$$



$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2S]}$$



$$K_c = \frac{[S^{2-}]^3 [Fe^{3+}]^2}{1}$$

500 ml'lik kaptaki gaz fazındaki $X + 2Y = XY_2$ tepkimesi dengeye ulaştığında; kaptaki 0,5 mol X, 0,15 mol Y ve 0,45 mol XY_2 gazları bulunmaktadır. Buna göre aynı sıcaklıkta K_c denge sabiti nedir?

Çözüm:

500 ml = 0,5 l

$M = \frac{n}{V}$ ise, $[X] = \frac{0,5}{0,5} = 1 M$

$[Y] = \frac{0,15}{0,5} = 0,3 M$

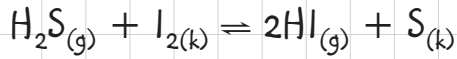
$[XY_2] = \frac{0,45}{0,5} = 0,9 M$

$$K_c = \frac{[XY_2]}{[X][Y]^2}$$

$$K_c = \frac{0,9}{1 \cdot (0,3)^2} = 10 \text{ bulunur.}$$

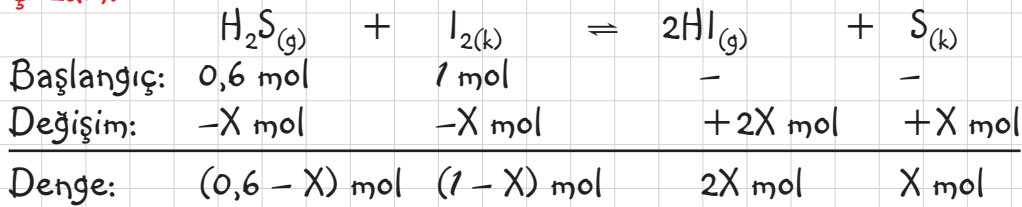
Sonuç: $K_c = 10$ 'dur.

1 l'lik bir kaptaki 0,6 mol H_2S gazı ile 1 mol I_2 gazı bulunmaktadır.



tepkimesi sabit sıcaklıkta gerçekleşmektedir. Denge kurulduğunda kaptaki 0,4 mol $S_{(k)}$ bulunduğuna göre K_c kaçtır?

Çözüm:



$V = 1 l$ olduğu için mol sayısı molariteye eşittir.

$S_{(k)} = X = 0,4 M$ olur.

$HI = 2X = 0,8 M$

$H_2S = 0,6 - X = 0,2 M$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2S]} = \frac{(0,8)^2}{0,2}$$

$K_c = 3,2$ 'dir.

Sonuç: $K_c = 3,2$ 'dir.

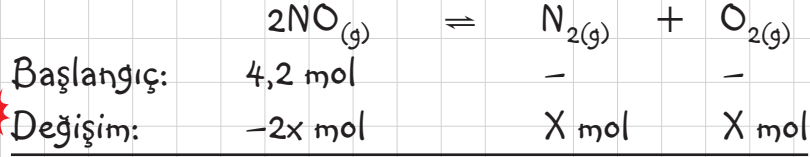


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Sabit sıcaklıkta $2\text{NO}_{(g)} = \text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ denge tepkimesi 4 l'lik bir kaba 4,2 mol NO gazı konularak başlatılıyor. Tepkimenin denge sabiti 0,04 olduğuna göre N_2 gazının denge derişimi kaç Molar'dır?

Çözüm:

Tepkimeye başlangıç mol sayısını koyarak denge anındaki mol sayılarını bulalım.



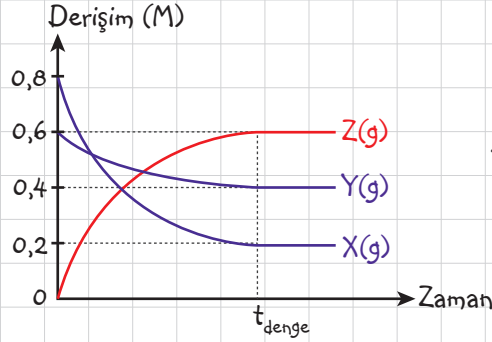
Denge: $(4,2 - 2X)$ mol X mol X mol alınır.

Hacim 4 l ise; 4 l 4 l 4 l

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2} \quad 0,04 = \frac{\left(\frac{x}{4}\right) \cdot \left(\frac{x}{4}\right)}{\left(\frac{4,2 - 2x}{4}\right)^2}$$

$$x = 0,6 \text{ mol} \quad [\text{N}_2] = \frac{x}{4} = \frac{0,6}{4} = 0,15 \text{ mol/l}$$

Sonuç: 0,15 Molar'dır.



Sabit sıcaklıkta gerçekleşen bir tepkimeye ait derişim - zaman grafiği yandadır. Buna göre, K_c kaçtır?

Çözüm:

Grafikten yararlanarak kimyasal tepkimeyi bulalım.

5	Harcanan X = 0,8 - 0,2 = 0,6 M	} Orana bakarsak 3M X harcanırken 1M Y harcanıyor ve 3M Z oluşuyor.
Harcanan Y = 0,6 - 0,4 = 0,2 M		
Oluşan Z = 0,6 M		

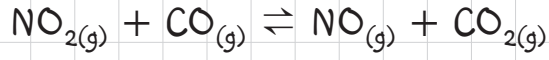
Bu durumda denklem $\Rightarrow 3\text{X}_{(g)} + \text{Y}_{(g)} = 3\text{Z}_{(g)}$ şeklinde oluşuyor.

Grafikte denge anında kaptaki; 0,2 M X, 0,4 M Y ve 0,6 M Z bulunuyor. Bu derişimleri formüle koyarsak;

$$K_c = \frac{[\text{Z}]^3}{[\text{X}]^3 [\text{Y}]} = \frac{(0,6)(0,6)(0,6)}{(0,2)(0,2)(0,2)(0,4)} = 67,5 \text{ olur.}$$

Sonuç: $K_c = 67,5$ 'tir.

SIRA SİZDE



4 tepkimesi belirli bir sıcaklıkta 2 litrelik bir kapta 0,6 mol $\text{NO}_{2(g)}$ ve 0,8 mol $\text{CO}_{(g)}$ ile başlatılan tepkime, dengeye geldiğinde CO gazının %50'sinin harcadığı tespit ediliyor.

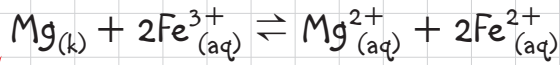
Buna göre denge sabiti K_c kaçtır?

Çözüm:

Bir denge tepkimesinin derişimler cinsinden denge sabiti 10^{-5} 'tir.

5 Bu tepkimede ileri hız sabiti 10^{-2} olduğuna göre, tepkimenin geri hız sabiti kaçtır?

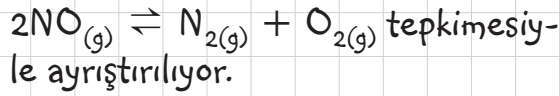
Çözüm:



6 tepkimesinin denge sabiti (K_c) nedir?

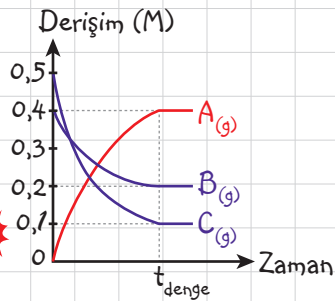
Çözüm:

60 g NO gazı sabit sıcaklıkta,



7 Dengedeki $\text{NO}_{(g)}$ miktarı 15 gram ve tepkime kabının hacmi 5 litre olduğuna göre, sabit sıcaklıkta tepkimenin derişimler türünden denge sabiti K_c nedir? (N = 14, O = 16)

Çözüm:



Sabit hacimli 1 litrelik bir kapta gerçekleşen denge tepkimesine ait mol sayısı -zaman grafiği yanda verilmiştir.

Buna göre aynı sıcaklıkta tepkimenin K_c değeri nedir?

Çözüm:

6.1.3. Kimyasal Denge de Hess Yasasının Uygulanması

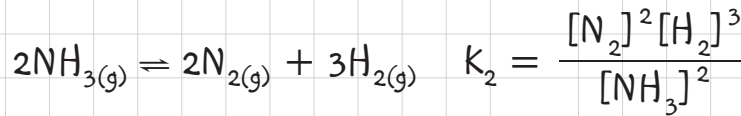
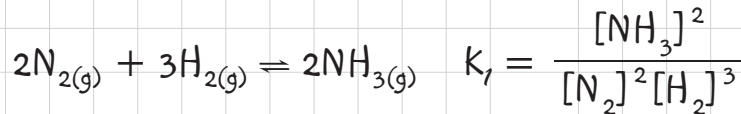
Kimyasal tepkimelerde K_c sabiti; hacme, katalizöre, derişime bağlı
Sadece sıcaklık ile değişebilir.

► Endotermik tepkimelerde sıcaklıkla doğru orantılı değişir.

► Ekzotermik tepkimelerde ise sıcaklıkla değişir.

Bu durumda kimyasal tepkime üzerinde oynandığında K_c değerinin nasıl değişe-
ceği aşağıda üç ayrı durum için incelenmiştir.

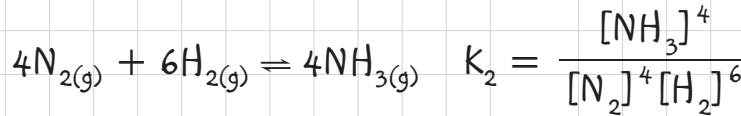
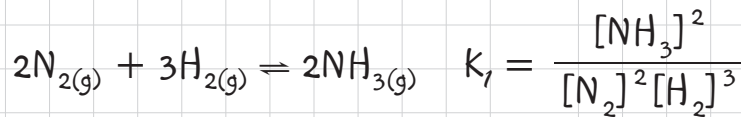
1) **Tepkime ters çevrilirse**, K_c değerinin de tersi alınır.



Tepkime ters dönerse aşağıdaki formül kullanılır.

$$K_2 = \frac{1}{K_1}$$

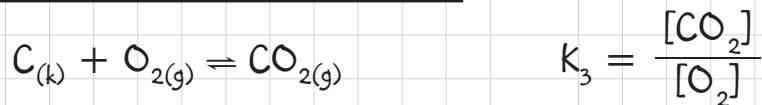
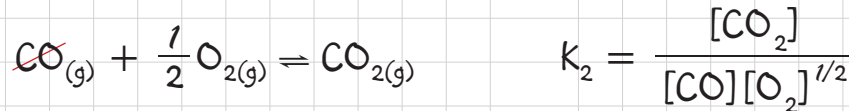
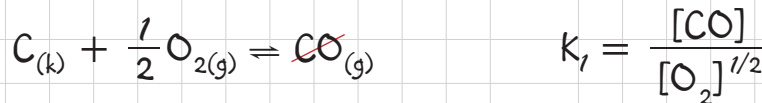
2) **Tepkime herhangi bir sayı ile çarpılırsa**, bu sayı K_c değerinin üstü olarak yazılır.



Katsayılar iki katına çıktığı zaman aşağıdaki formül kullanılır.

$$K_2 = (K_1)^2$$

3) **Tepkime mekanizmalı ise**; net tepkimenin denge sabiti, toplanan reaksiyonların denge sabitlerinin çarpımına eşit olur.

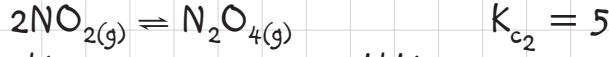
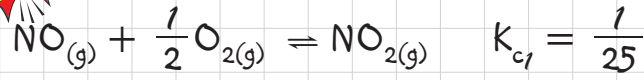


Net tepkimenin denge sabiti bulunurken aşağıdaki formül kullanılır..

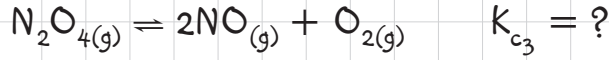
$$K_3 = K_1 \cdot K_2$$



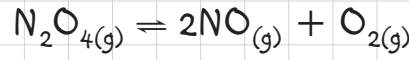
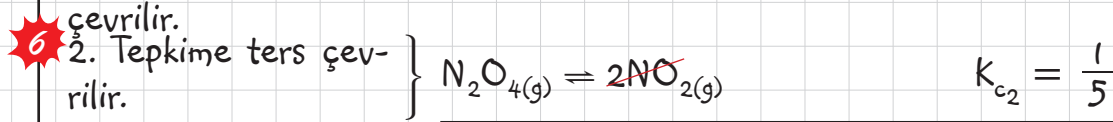
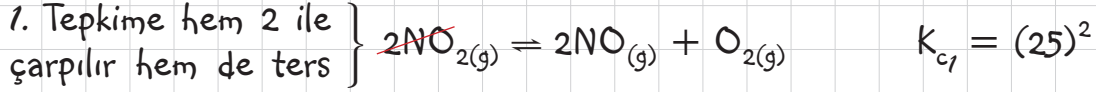
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



olduğuna göre aynı sıcaklıkta,

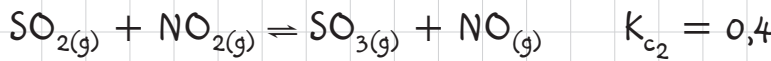
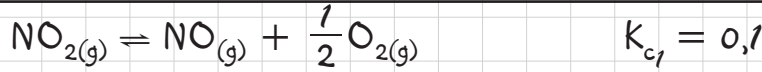


Çözüm:



$$\begin{aligned} K_{c3} &= K_{c1} \cdot K_{c2} \\ &= (25)^2 \cdot \frac{1}{5} \\ &= 125 \end{aligned}$$

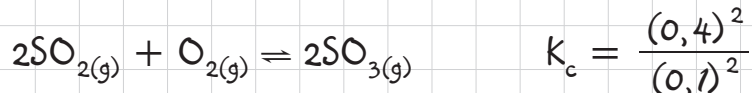
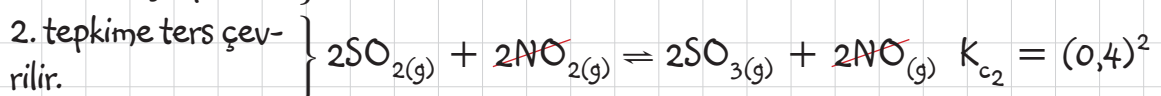
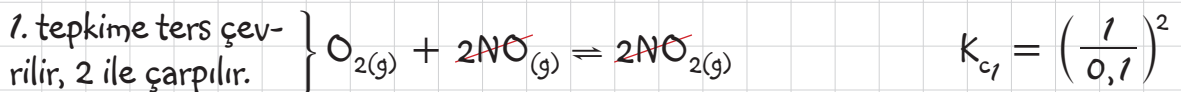
Sonuç: $K_{c3} = 125$ 'tir.



olduğuna göre aynı sıcaklıkta,

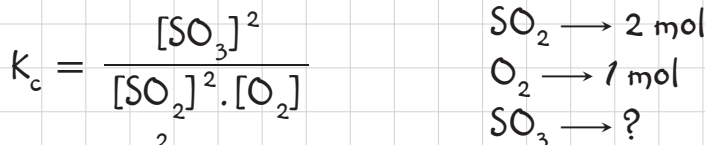
$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{SO}_{3(g)}$ tepkimesinin dengede kalabilmesi için, 2 mol SO_2 , 1 mol O_2 ve bir miktar SO_3 gazları 1 litrelik kaptaki bulunduruluyor. Buna göre SO_3 gazı kaç mol'dür?

Çözüm:



$$K_c = 16 \text{ olur.}$$

Sıcaklık sabit iken K_c değişmediği için, 1 litrelik kaptaki maddelerle aynı denklemini kurabiliriz.



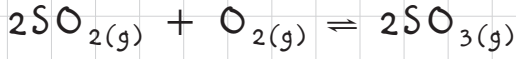
$$16 = \frac{x^2}{(2)^2 \cdot 1}$$

$$\sqrt{x^2} = \sqrt{4 \cdot 16} \Rightarrow x = 8 \text{ mol } \text{SO}_3 \text{ bulunur.}$$

Sonuç: SO_3 gazı 8 mol'dür.

6.1.4. Kısmi Basınçlar Türünden Denge Sabiti (K_p)

Sabit sıcaklıkta derişim ile kısmi basınç orantılıdır. K_c yerine aynı şekilde K_p yazılabilir. Örneğın;



$$T = \text{sabit iken } K_p = \frac{[P_{SO_3}]^2}{[P_{SO_2}]^2 \cdot [P_{O_2}]} \text{ şeklinde yazılır.}$$

K_c ve K_p arasında $M = \frac{P}{RT}$ 'den kaynaklı bir ilişki vardır. Bu ilişkinin formülü $K_p = K_c \cdot (R.T)^{\Delta n}$ şeklinde yazılabilir.

✓ Δn , gaz hâlindeki maddeler için mol sayısı farkıdır ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\Delta n = n_{\text{ürünlerin toplam mol sayısı}} - n_{\text{girenlerin toplam mol sayısı}}$$

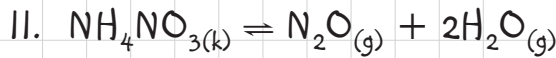
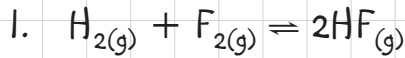
✓ $\Delta n_{\text{gaz}} = 0$ ise, $K_p = K_c$ olur. Dengedeki basınç, başlangıç basıncına eşittir.

✓ $\Delta n_{\text{gaz}} > 0$ ise, $K_p > K_c$ olur. Dengedeki basınç, başlangıç basıncından büyüktür.

✓ $\Delta n_{\text{gaz}} < 0$ ise, $K_p < K_c$ olur. Dengedeki basınç, başlangıç basıncından küçüktür.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



tepkimeleri için K_p denklemini yazınız.

8

Çözüm:

I. $\Delta n = 2 - 2 = 0$

$$K_p = K_c \cdot (R.T)^0$$

$$K_p = K_c$$

II. $\Delta n = 3$

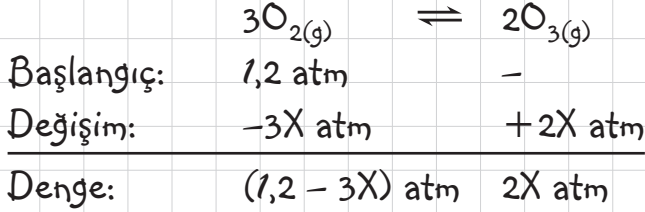
$$K_p = K_c \cdot (R.T)^3$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Kapalı bir kapta, belli sıcaklıkta 1,2 atm basınç yapan O_2 gazı bulunuyor. Sabit sıcaklıkta, $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ dengesi kurulduğunda kaptaki toplam basınç 0,9 atm oluyor. Buna göre tepkimenin kısmi basınçlar türünden denge sabiti (K_p) nedir?

Çözüm: Verilen basınçları tepkimeye yerleştirelim.



9 $(1,2 - 3X) + 2X = 0,9 \text{ atm}$
 $x = 0,3 \text{ atm}$

Buna göre;

$$P_{O_2} = (1,2 - 3 \cdot 0,3) \\ = 0,3 \text{ atm}$$

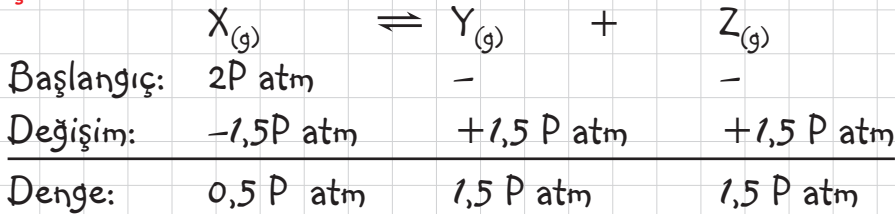
$$P_{O_3} = 2 \cdot 0,3 \\ = 0,6 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(P_{O_3})^2}{(P_{O_2})^3} = \frac{(0,6)^2}{(0,3)^3} = \frac{4}{0,3} = \frac{40}{3}$$

Sonuç: $K_p = \frac{40}{3}$ 'tür.

$X_{(g)} = Y_{(g)} + Z_{(g)}$ tepkimesinin $t^\circ\text{C}$ 'de K_p değeri 18 atm'dir. Boş bir kaba X gazı konularak dengeye ulaşması sağlanıyor. Denge anında X gazının %75'i ayrıştığına göre Z gazının kısmi basıncı kaç atm'dir?

Çözüm:



10 $K_p = \frac{(P_Y)(P_Z)}{(P_X)}$

$$K_p = 18 = \frac{(1,5P)(1,5P)^3}{(0,5P)}$$

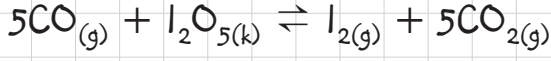
$$P = 4 \text{ atm}$$

$$P_Z = 1,5 P = 1,5 \cdot 4 = 6$$

Sonuç: $P_Z = 6 \text{ atm}$ 'dir.

SIRA SİZDE

Sabit sıcaklıkta kapalı bir kaptaki,



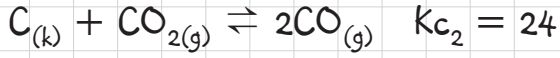
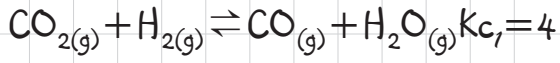
9 tepkimesi dengededir. Buna göre tepkimenin K_c ve K_p denge sabitleri arasındaki bağıntıyı yazın.

Çözüm:

Sabit sıcaklıkta, sabit hacimli bir kaba 2 mol NO_2 gazı konuluyor. NO_2 gazının %25'i NO ve O_2 gazlarına ayrıştığında sistem dengeye ulaşıyor.

10 Dengede olan kaptaki gazların toplam basıncı 9 atm olduğuna göre, tepkimenin kısmi basınçlar türünden denge sabiti (K_p) nedir?

Çözüm:



olduğuna göre, aynı sıcaklıkta

11 $\text{C}_{(k)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_{2(g)}$ tepkimesinin denge sabiti (K_c) değeri nedir?

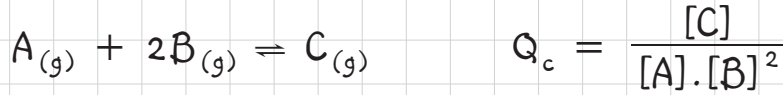
Çözüm:

1 litrelik sabit hacimli kaba 0°C 'de 0,8 mol PCl_3 , 1,2 mol Cl_2 gazları konuyor. Cl_2 gazının %25'i reaksiyona girerek PCl_5 gazını oluşturuyor. 0°C 'de oluşan bu denge tepkimesinin basınçlar cinsinden denge sabiti (K_p) nedir?

Çözüm:

6.1.5. Tepkimenin Denge Olup Olmadığının Belirlenmesi

Herhangi bir anda tepkimenin dengede olup olmadığını veya hangi yöne doğru ilerleyeceğini belirlemek için denge kesri denilen Q_c bulunarak, K_c ile karşılaştırılır. Q_c 'yi nasıl bulacağımız aşağıda gösterilmiştir.



Q_c denge kesrini, denge sabiti (K_c) ile karşılaştıralım.

➡ $Q_c = K_c$ olursa tepkime

➡ $Q_c > K_c$ olursa tepkime dengede değildir.

Tepkimenin dengeye ulaşması için Q_c değerinin küçülmesi gerekir. $\frac{[\text{ürün}]}{[\text{giren}]}$ kesrinin küçülmesi için ürün derişimi zamanla azalmalı, giren derişimi artmalıdır. Tekrar için tepkime, **GİRENLER** yönüne doğru yönelir.

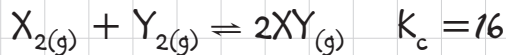


➡ $Q_c < K_c$ olursa tepkime dengede değildir.

Tepkimenin dengeye ulaşması için Q_c değerinin büyümesi gerekir. $\frac{[\text{ürün}]}{[\text{giren}]}$ kesrinin büyümesi için giren derişimi zamanla azalmalı, ürün derişimi Tekrar denge kurulması için tepkime, **ÜRÜNLER** yönüne doğru yönelir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



Sabit sıcaklıkta 1 litre bir kaptaki 0,2 mol X_2 , 0,2 mol Y_2 ve 5 mol XY gazının bulunduğu gözleniyor. Buna göre sistem hangi yöne kayar?

Çözüm:

Derişimler:

$$X_2 = \frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ M}$$

$$Y_2 = \frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ M}$$

$$XY = \frac{5}{1} = 5 \text{ M}$$

Öncelikle denge kesrini bulalım.

$$Q_c = \frac{[XY]^2}{[X_2][Y_2]}$$

$$Q_c = \frac{(5)^2}{(0,2)(0,2)} = \frac{25}{4 \cdot 10^{-2}} = 625$$

Daha sonra K_c ve Q_c 'yi karşılaştıralım.

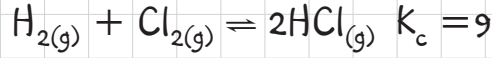
$625 > 16$ ise $Q_c > K_c$ 'dir.

Q_c 'yi küçültmek için girenlerin derişimi artmalıdır.

Sonuç: Tepkime girenlere doğru kayar.

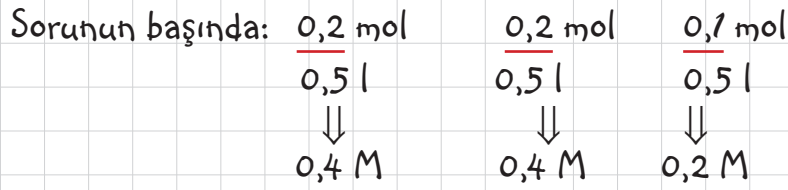


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



Sabit sıcaklıkta denge tepkimesine göre 500 ml'lik kaptaki; 0,2 mol H_2 , 0,2 mol Cl_2 , 0,1 mol HCl gazı bulunmaktadır. Sistem dengede iken kaptaki kaç mol HCl bulunur?

Çözüm:



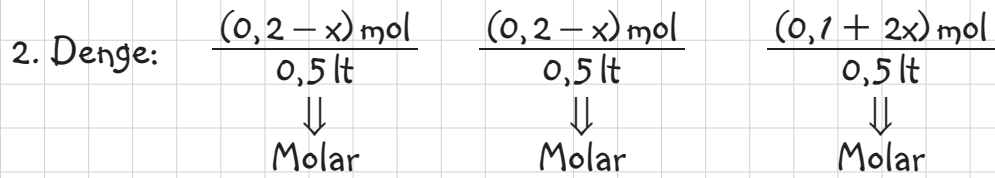
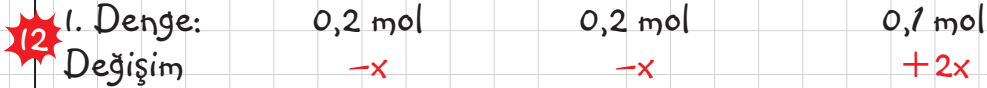
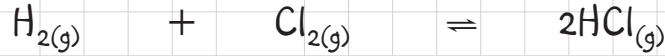
$$Q_c = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]} \Rightarrow Q_c = \frac{(0,2)^2}{(0,4)(0,4)} = 0,25 \text{ olur.}$$

Q_c ile K_c karşılaştırılınca,

$(0,25) < (9)$ yani $Q_c < K_c$ 'dir.

Buna göre tepkime, ürünlere kayar.

Tekrar denge kurulurken; ürünlerin derişimi artarken, girenlerin derişimi azalır.



$$K_c \Rightarrow 9 = \frac{\left(\frac{0,1+2x}{0,5}\right)^2}{\left(\frac{0,2-x}{0,5}\right)^2} \text{ karekök alınırsa, } \left(\begin{array}{l} \text{Sıcaklık sabit} \\ \text{olduğu için } K_c \\ \text{aynıdır.} \end{array} \right)$$

$$3 = \frac{\left(\frac{0,1+2x}{0,5}\right)}{\left(\frac{0,2-x}{0,5}\right)} \Rightarrow x = 0,1 \text{ mol olur.}$$

Soru bizden HCl 'in mol sayısını istemiştir. Bu durumda,

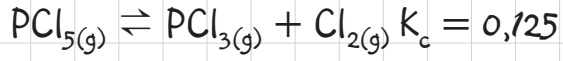
$$n_{\text{HCl}} = (0,1 + 2x)$$

$$n_{\text{HCl}} = (0,1 + 2 \cdot 0,1) = 0,3 \text{ mol}$$

Sonuç: 0,3 mol'dür.

SIRA SİZDE

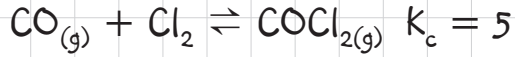
1 litrelik bir kaptaki sabit sıcaklıkta,



3 tepkimesinde bir süre sonra 0,4 mol PCl_3 , 0,2 mol Cl_2 ve 0,8 mol PCl_5 gazları bulunuyor. Buna göre tepkimenin Q_c denge kesrini bularak hangi şartlarda dengeye ulaşılacağını açıklayınız.

Çözüm:

200 °C'daki;



4 denge tepkimesinde 1 litrelik kaptaki 0,4 mol CO gazı, 0,2 mol Cl_2 gazı ve 0,1 mol COCl_2 gazı bulunmaktadır.

Aynı sıcaklıkta sistem dengeye geldiğinde kaptaki 0,03 molar Cl_2 gazı bulunduğuna göre, kaptaki diğer gazların molaritesi ne olur?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 6: DENGİ

6.2. KİMYASAL DENGİYE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

- 6.2.1. Derişim Değişiminin Dengeye Etkisi
- 6.2.2. Sıcaklık Değişiminin Dengeye Etkisi
- 6.2.3. Basınç ve Hacim Değişiminin Dengeye Etkisi
- 6.2.4. Katalizörün Dengeye Etkisi

6.2. KİMYASAL DENGİYE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Denge belirli bir sıcaklıkta gerçekleşir. Dengedeki sisteme dışarıdan bir etki
..... sürece sistemin denge hâli bozulmaz.

Sistemin dengesini bozan faktörler aşağıda verilmiştir.

- ✓ Girenler veya ürünlerin derişimleri
- ✓ Toplam basınç veya toplam hacim
- ✓ Sıcaklık değişimi

Yukarıdaki bu faktörlerin değişmesi durumunda, dengenin nasıl değişeceğini Fran-
sız bilim insanı açıklamıştır.

Bu ilkeye göre;



Le Chatelier İlkesi

"Denge hâlinde bulunan sisteme dışarıdan bir etki yapıldığında, sistem kendiliğinden bu etkiyi azaltacak yönde tepki gösterir."

(Yani tepkime ileri veya geri çalışarak tekrar denge kurulur.)

- ✓ Le Chatelier ilkesi hem fiziksel hem de kimyasal denge sistemleri için gereklidir.

6.2.1. Derişim Değişiminin Dengeye Etkisi

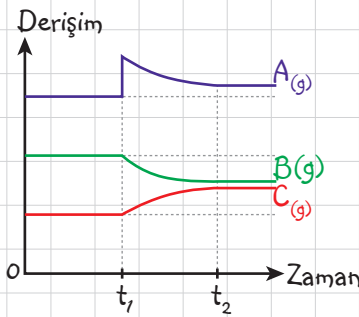
Kapalı bir kaptaki dengedeki sisteme, girenler veya ürünlerden biri eklenir ya da çıkarılırsa, sistem Le Chatelier ilkesine göre etkiye tepki yönünde çalışarak tekrar denge hâline gelir.

✓ Bu tepki, K_c denge sabitinin sayısal değerini değiştirmez.

Örneğin sabit sıcaklık ve hacimde, t_1 anında $A_{(g)} + B_{(g)} \xrightleftharpoons[2]{1} C_{(g)}$ tepkimesinde;

a) **Sisteme A gazı eklersek**, sistem A gaz derişimini azaltabilmek için ileri yönde (1) hareket eder.

Bunun sonucunda,



➔ $A_{(g)}$ derişimi aniden artar. Zamanla eklenen A gazının bir miktarı azalır. Ancak eklenen gazın hepsi harcanamaz.

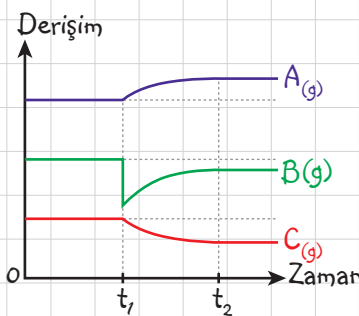
➔ $B_{(g)}$ derişimi $C_{(g)}$ derişimi

➔ K_c denge sabiti değişmez.

t_1 anında A gazı eklenmiş, tepkime ürünlere kaymış ve t_2 anında tekrar denge kurulmuştur.

b) **Sistemden B gazı çekersek**, sistem B gaz derişimini azaltabilmek için geri yönde (2) çalışır.

Bunun sonucunda,



➔ $B_{(g)}$ derişimi aniden azalır. Zamanla çekilen B gazı tekrar oluşur. Ancak çekilen gazın bir miktarı yerine konur.

➔ $A_{(g)}$ derişimi

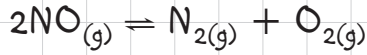
➔ $C_{(g)}$ derişimi

➔ K_c denge sabiti değişmez.

t_1 anında B gazı çekilmiş, tepkime girenlere kaymış ve t_2 anında tekrar denge kurulmuştur.



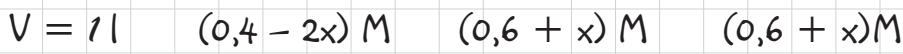
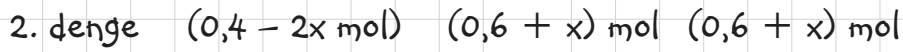
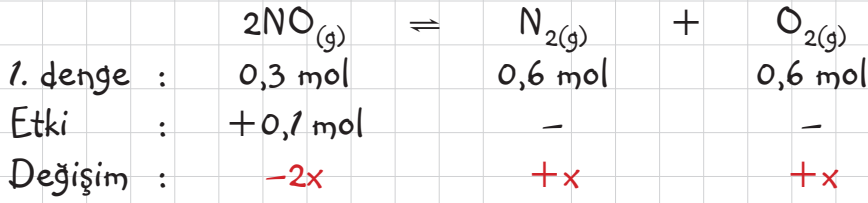
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



Sabit sıcaklıkta 1 litrelik kaptta 0,3 mol NO, 0,6 mol O₂, 0,6 mol N₂ gazları dengededir. Tepkime kabına 0,1 mol NO gazı eklenirse yeni kurulacak dengede N₂ derişimi kaç M olur?

Çözüm: Tepkime kabına NO eklenince denge bozulur. Tepkime ürünlere doğru kayar. Bir süre sonra denge tekrar kurulur.

13 1. dengeden; $K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]} \Rightarrow K_c = \frac{(0,6) \cdot (0,6)}{(0,3)^2} = 4$ 'tür.



Sıcaklık sabit olduğu için K_c değişmez.

2. dengeden K_c = 4 $4 = \frac{(0,6 + x)^2}{(0,4 - 2x)^2}$ karekök alalım.

$$2 = \frac{(0,6 + x)}{(0,4 - 2x)} \Rightarrow x = 0,04 \text{ mol olur.}$$

2. denge kurulunca ortamdaki N₂ gazının derişimi sorulmuş

$$(0,6 + x) = 0,6 + 0,04 = 0,64 \text{ Molar}$$

Sonuç: 0,64 Mol'dır.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

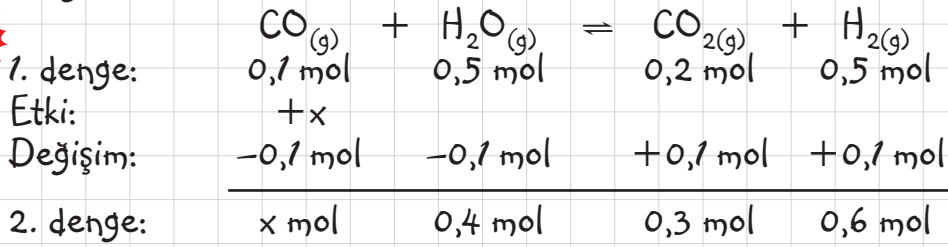
$\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} = \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ tepkimesine göre 0,1 mol CO, 0,5 mol H_2O , 0,2 mol CO_2 ve 0,5 mol H_2 gazları 2 litrelik kapta dengededir. Sıcaklık sabit iken sisteme kaç mol CO gazı eklenirse, CO_2 gazının miktarı 0,3 mol olur?

Çözüm:

$$\begin{aligned} 1. \text{ dengeden} \quad K_c &= \frac{[\text{H}_2][\text{CO}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow K_c = \frac{(0,2)(0,5)}{(0,5)(0,1)} \\ K_c &= 2 \text{ dir.} \end{aligned}$$

Sisteme bir miktar CO gazı eklenince denge, ürünlere doğru kayar ve tekrar denge kurulur.

14



V = 2 litre ise $\frac{x}{2} \text{ M}$ $\frac{0,4}{2} \text{ M}$ $\frac{0,3}{2} \text{ M}$ $\frac{0,6}{2} \text{ M}$

2. kez denge kurulduğunda Sıcaklık sabit olduğundan K_c değeri değişmez.

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{CO}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow 2 = \frac{\left(\frac{0,6}{2}\right) \cdot \left(\frac{0,3}{2}\right)}{\left(\frac{x}{2}\right) \cdot \left(\frac{0,4}{2}\right)} \Rightarrow x = 0,225 \text{ mol CO}$$

Sonuç: 0,225 mol CO gazı eklenmiştir.

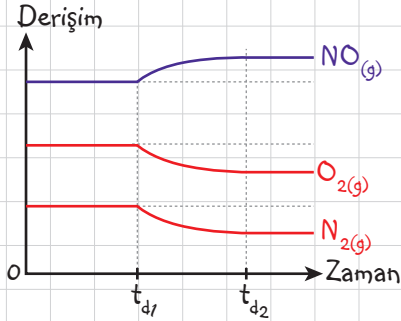
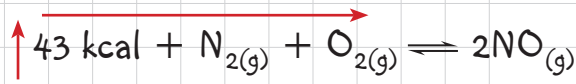
6.2.2. Sıcaklık Değişiminin Dengeye Etkisi

Sıcaklık artışının veya azalışının denge sistemine etkisini belirleyebilmek için reaksiyonun endotermik veya ekzotermik olduğunun bilinmesi gerekir.

- a) **Endotermik tepkimelerde ($\Delta H > 0$)** sıcaklık artışı dengeyi ürünler yönünde etkiler. derişimleri artarken derişimleri azalır. İleri ve geri tepkimeler hızlanır. Sonuç olarak da K_c denge sabiti büyür. (Sıcaklık azaltılırsa sözü edilen derişmelerin tersi olur.)

$$K_c = \frac{[\text{Ürün}]}{[\text{Giren}]} \updownarrow K_c \text{ BÜYÜR}$$

Aşağıda dengedeki tepkimenin sıcaklığı arttırılırsa denge, ürünler lehine bozulur. Yani bu durumda ürünler daha kararlıdır.

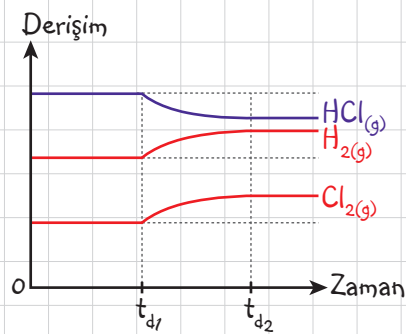
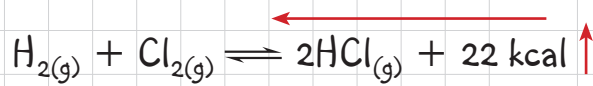


$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{O}_2][\text{N}_2]} \quad \updownarrow \quad K_c \text{ denge sabiti büyür}$$

b) Ekzotermik tepkimelerde ($\Delta H < 0$) sıcaklık artışı dengeyi girenler yönünde etkiler. Ürünlerin derişimleri girenlerin derişimleri İleri ve geri tepkimeler hızlanır. Sonuç olarak da K_c denge sabiti küçülür. (Sıcaklık azaltılırsa sözü edilen değişmelerin tersi olur.)

$$K_c = \frac{[\text{Ürün}]}{[\text{Giren}]} \quad \updownarrow \quad K_c \text{ KÜÇÜLÜR}$$

Aşağıda dengedeki tepkimenin sıcaklığı arttırılırsa denge, girenler lehine bozulur. Yani bu durumda girenler daha kararlıdır.



$$K_c = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]} \quad K_c \text{ denge sabiti küçülür.}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





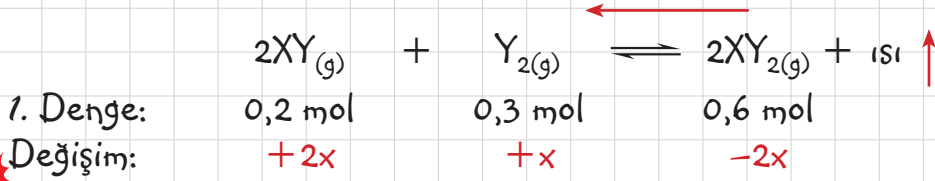
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

$2XY_{(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{2(g)} + \text{ısı}$ denklemine göre 1 litrelik kapalı bir kaptaki 0,2 mol XY, 0,3 mol Y_2 ve 0,6 mol XY_2 gazları dengededir.

Sıcaklık arttırılıp tekrar denge kurulduğunda ortamda 1,2 mol gaz bulunduğuna göre yeni denge sabiti K_c kaçtır?

Çözüm :

T artarsa denge girenler yönüne doğru kayar.



2. Denge: $(0,2+2x)$ mol $(0,3+x)$ mol $(0,6-2x)$ mol

Dengedeki toplam mol sayısı 1,2 mol'dür. Buna göre,

$$n_T = 0,2 + 2x + 0,3 + x + 0,6 - 2x = 1,2 \text{ mol}$$

$$x = 0,1 \text{ mol olur.}$$

Tek tek mol sayılarını bulalım.

$$\left. \begin{array}{l} n_{XY} = 0,2 + 2x = 0,4 \text{ mol} \\ n_{Y_2} = 0,3 + x = 0,4 \text{ mol} \\ n_{XY_2} = 0,6 - 2x = 0,4 \text{ mol} \end{array} \right\} \begin{array}{l} V = 1 \text{ litre ise} \\ M = n \text{ olur.} \end{array}$$

$$K_c = \frac{[XY_2]^2}{[Y_2][XY]^2} \Rightarrow \frac{(0,4)^2}{(0,4)(0,4)^2} \Rightarrow K_c = 2,5$$

Sonuç: $K_c = 2,5$ 'tir.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



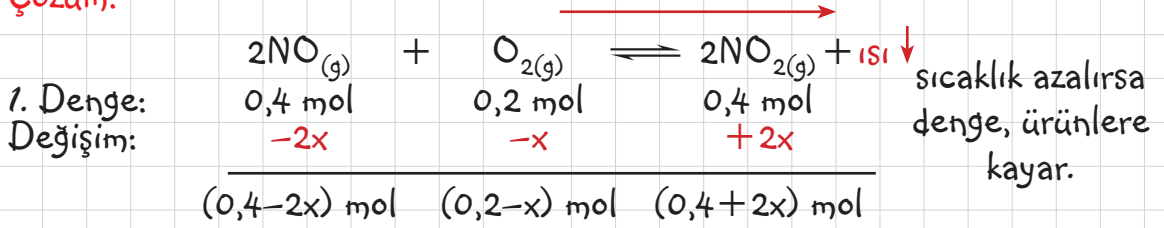


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

$2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)} + \text{Isı}$ denkleminde göre, 1 litrelik kapalı bir kaptaki 0,4 mol NO, 0,2 mol O_2 ve 0,4 mol NO_2 gazı dengede bulunmaktadır.

Sıcaklık azaltılıp yeniden denge kurulduğunda kaptaki toplam 0,9 mol gaz bulunduğuna göre yeni denge sabiti K_c kaçtır?

Çözüm:



16 Dengeye toplam mol sayısı 0,9'dur.

$$n_T = 0,4 - 2x + 0,2 - x + 0,4 + 2x = 0,9$$

$$x = 0,1 \text{ mol'dür.}$$

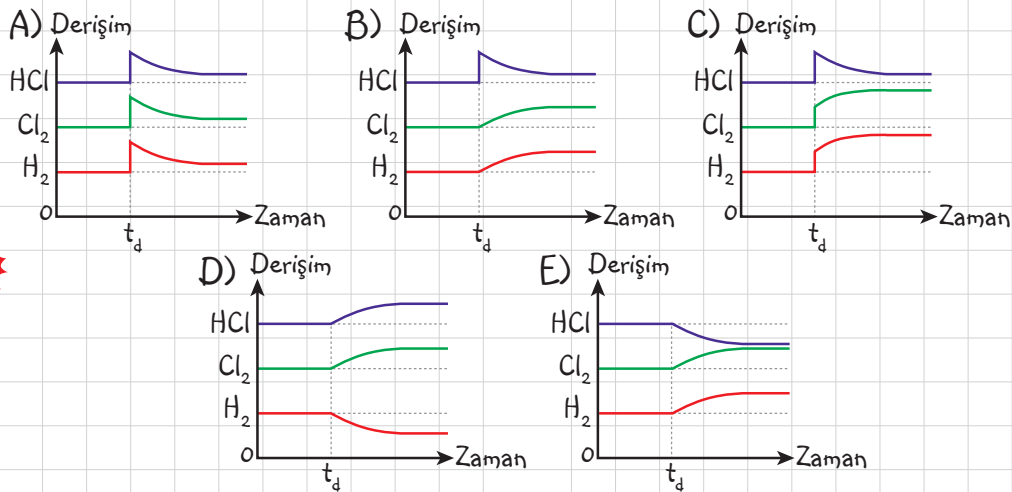
Tek tek mol sayılarını bulalım.

$$\left. \begin{array}{l} n_{\text{NO}} = 0,4 - 2x = 0,2 \text{ mol} \\ n_{\text{O}_2} = 0,2 - x = 0,1 \text{ mol} \\ n_{\text{NO}_2} = 0,4 + 2x = 0,6 \text{ mol} \end{array} \right\} M = \frac{n}{V} \quad V = 1 \text{ litre} \quad V = n \text{ olur.}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]} \Rightarrow \frac{(0,6)^2}{(0,2)^2 \cdot (0,1)} \Rightarrow K_c = 90 \text{ olur.}$$

Sonuç: $K_c = 90$ 'dır.

Kapalı bir kaptaki dengede olan $\text{H}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(g) + Q$ tepkimesinde, hacim yarıya indiriliyor ve sıcaklık iki katına çıkartılıyor. Buna göre aşağıdaki grafiklerden hangisi doğrudur?



17

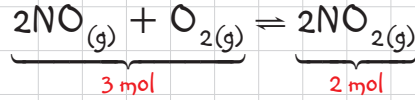
Çözüm: Hacim yarıya inerse derişimler aynı anda 2 katına çıkar. Sıcaklık arttığı için de tepkime girenler yönüne kayar.

Sonuç: C şıkkı

6.2.3. Basınç ve Hacim Değişiminin Dengeye Etkisi

Gazları içeren denge tepkimelerinde, sabit sıcaklıkta basıncı değiştirmek için tepkime kabının hacmini değiştirmek gerekir. Ancak girenler ve ürünlerin toplam gaz mol sayıları eşitse, basınç değişimi dengeyi Çünkü tepkime kabının hacminin ya da basıncının değişmesi ileri ve geri tepkime hızlarını aynı oranda değiştirir.

Sabit sıcaklıkta basınç ve hacmin birbiri ile ters orantılı olarak değiştiğini göz önünde tutarak, basınç hacim değişiminin dengeye etkisini aşağıdaki tepkime denklemi üzerinden inceleyelim.



- ✓ Sabit sıcaklıkta denge hâlindeki yukarıdaki tepkimenin gerçekleştiği kabın basıncı arttırılırsa (veya hacim azaltılırsa) sistem, basıncı yönde (mol sayısının az olduğu yönde) ilerler. Yani tepkime **İLERİ** → yönde hareket ederek tekrar denge kurulur.
- ✓ Aynı tepkimede sabit sıcaklıkta dengedeki sistemin basıncı azaltılırsa (veya hacim arttırılırsa) sistem tekrar dengeye gelmek için basıncı yönde (mol sayısı çok olan yönde) ilerler. Yani tepkime **GERİ** ← yönde hareket eder ve tekrar denge kurulur.

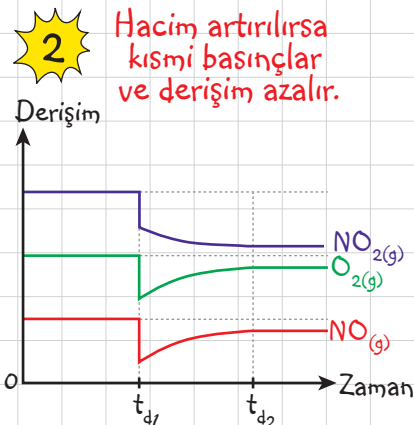
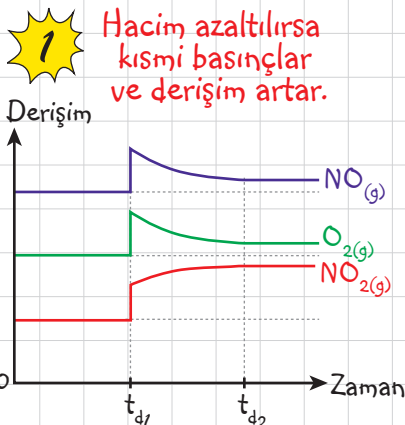


Basınç - hacim değişiminin sulu çözeltilerdeki iyon denge-lerine etkisi yoktur.

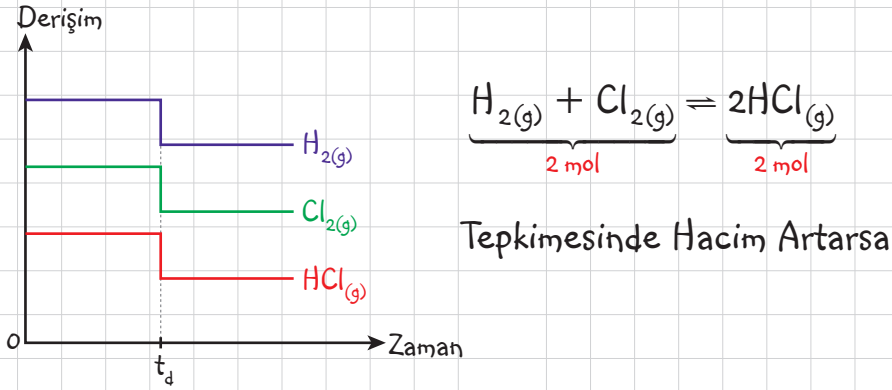


Tepkime denkleminde girenlerin mol sayısı, ürünlerin mol sayısına eşitse basınç - hacim değişiminin dengeye etkisi yoktur.

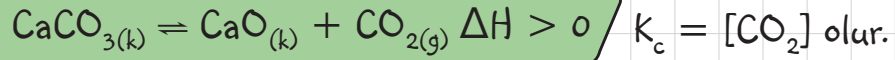
➡ $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ tepkimesinde hacim değişimleri ile ilgili grafikler aşağıdaki gibidir.



- ✓ Denge tepkimesinde gaz molekül sayısı korunuyorsa, hacim değişimi dengeyi etkilemez. Bunun grafik ile gösterimi aşağıdaki gibidir.

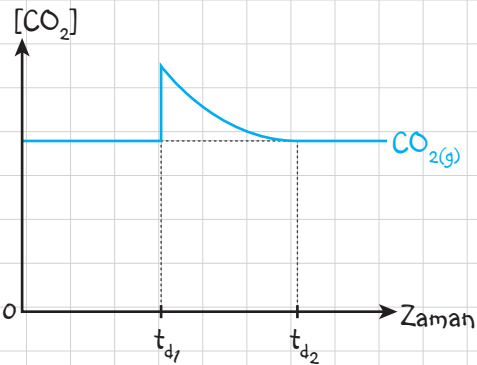


- ✓ Denge tepkimesinden sadece bir madde denge bağıntısına yazılıyorsa, **sıcaklık dışında** hangi etki yapılırsa yapılsın maddenin derişimi, diğer denge tepkimelerinden farklı olarak başlangıç derişimine geri döner.



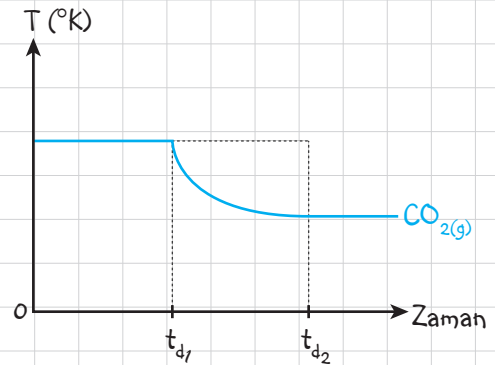
Tepkime için üç farklı durumu açıklayan grafikler aşağıdaki gibidir.

1 CO_2 eklendiğinde



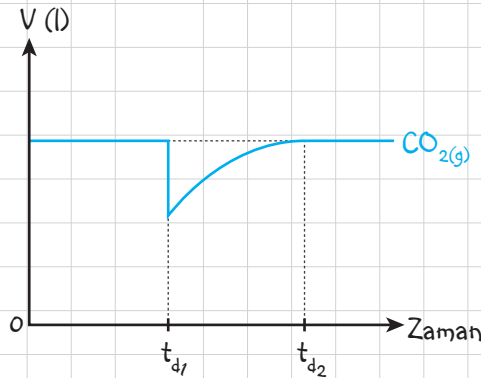
→ K_c değişmez

2 Sıcaklık azaltıldığında



→ K_c küçülür

3 Hacim arttırıldığında



→ K_c değişmez

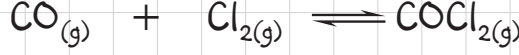


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

1 litrelik kapalı bir kaptaki sabit sıcaklıkta, $\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(g)}$ tepkimesinde 1 mol CO, 2 mol Cl_2 ve 3 mol COCl_2 gazları dengededir.

Sıcaklık değişmeden Cl_2 gazının dengedeki mol sayısını %50 arttırmak için kabın hacmi nasıl değiştirilmelidir?

Çözüm: Cl_2 gazının %50'si yani 1 molü artmıştır.



1. Denge: 1 mol 2 mol 3 mol

Değişim: +1 mol +1 mol -1 mol

18 2. Denge: 2 mol 3 mol 2 mol

Kabın hacmine $\frac{2}{V}$ molar $\frac{3}{V}$ molar $\frac{2}{V}$ molar derişimlere sahip V dersek, olurlar.

1. dengeden yararlanılarak K_c bulunur. Sıcaklık değişmediği için K_c de değişmez. K_c değeri 2. dengede de geçerlidir.

$$1. \text{ dengeden, } K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} \quad K_c = \frac{3}{2 \cdot 1} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$2. \text{ dengeden, } K_c = 1,5 = \frac{\frac{2}{V}}{\frac{2}{V} \cdot \frac{3}{V}} \Rightarrow 1,5 = \frac{1}{\frac{3}{V}} \Rightarrow 1,5 = \frac{V}{3}$$

$$V = 4,5 \text{ litre}$$

Sonuç: $V = 4,5$ litredir.



kapalı bir kaptaki yukarıdaki tepkime dengedeysen;

I. Denge sabitini değiştirerek O_2 miktarını arttırmak için,

II. Denge sabitini değiştirmeden CO_2 miktarını arttırmak için,

aşağıdaki işlemlerden hangileri yapılmalıdır?

- | I | II |
|------------------------|-------------------------------|
| A) Sıcaklığı azaltmak | Hacmi azaltmak |
| B) Sıcaklığı arttırmak | Hacmi arttırmak |
| C) Sıcaklığı arttırmak | Hacmi azaltmak |
| D) Hacmi arttırmak | Ortamdan XY_2 çekmek |
| E) Hacmi azaltmak | Sıcaklığı arttırmak |

Çözüm: Sıcaklığı arttırsak (ekzotermik tepkime) oksijen gazı miktarı artar. Hacmi azaltırsak basınç artar. Denge, ürünler yönüne doğru kayar. Dolayısıyla CO_2 gazı miktarı artar. Yanıt C şıkkıdır.

6.2.4. Katalizörün Dengeye Etkisi

Sabit sıcaklıkta, dengedeki bir sisteme katalizör eklendiğinde hem ileri hem de geri tepkimenin aktivasyon enerjileri düşecek ve tepkime her iki yönde de aynı oranda hızlanacaktır.

Katalizör dengeye ulaşma süresini kısaltırken denge sabitini



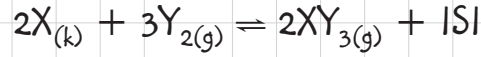
Tepkime kabına inert bir gaz (tepkimeye katılmayan) ilave edilirse, kapta toplam basınç artacak fakat reaktif ve reaktanların kısmi basınç oranları değişmeyecektir. Dolayısı ile K_c ve K_p sabitleri de



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

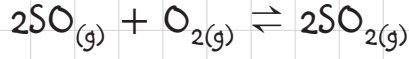
1 litrelik kapalı bir kapta $2X_{(k)} + 3Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{3(g)} + ISI$ denge sistemine aşağıdaki işlemler uygulanıyor.

Buna göre ilk ve son denge durumları düşünülerek aşağıdaki tabloyu dolduralım.



Etki	Denge Yönü	$X_{(k)}$ Mol Sayısı	$Y_{2(g)}$ Mol Sayısı	$XY_{3(g)}$ Mol Sayısı	[X]	[Y_2]	[XY_3]	K_c
Sabit hacim ve sıcaklıkta $Y_{2(g)}$ çekilirse	←	↑	↓	↓	...	↓	↓	...
Sabit sıcaklıkta basıncı artırılırsa	→	...	↓	↑	↔	↓	↑	↔
Sabit hacim ve sıcaklıkta X katısı eklenirse	↔	↑	...	↔	↔	↔	...	↔
Sabit hacimde sıcaklığı azaltılırsa	→	↓	↓	↑	↔	...	↑	↑

SIRA SİZDE

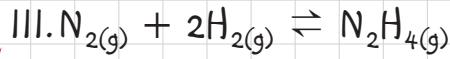
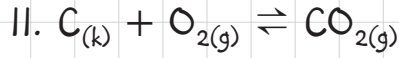
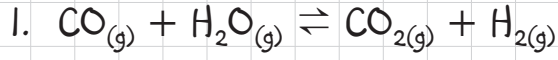


tepkimesinde sıcaklığın artmasıyla denge sabitinin değeri küçülmektedir.

Denge sabitini büyütmek için;

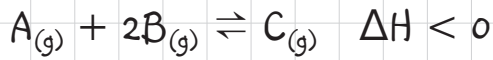
- 15
- I. SO gazı ilave etmek,
 - II. katalizör kullanmak,
 - III. sıcaklığı düşürmek,
- işlemlerinden hangileri ayrı ayrı yapılabilir?

Çözüm:



- 16
- Sabit sıcaklıkta yukarıdaki tepkimelerin hangisinde basıncın artırılması dengenin ürünler yönüne kaymasına sebep olur?

Çözüm:



dengedeki tepkimede;

- 17
- I. sıcaklık sabit iken hacmi artırmak,
 - II. hacim sabit iken sıcaklığı artırmak,
 - III. hacim ve sıcaklık sabitken C gazı eklemek

işlemleri ayrı ayrı yapıldığında toplam mol sayısındaki değişim nasıl olur?

Çözüm:

ÜNİTE 6: DENGE

6.3. SULU ÇÖZELTİLERDE ASİT – BAZ DENGESİ

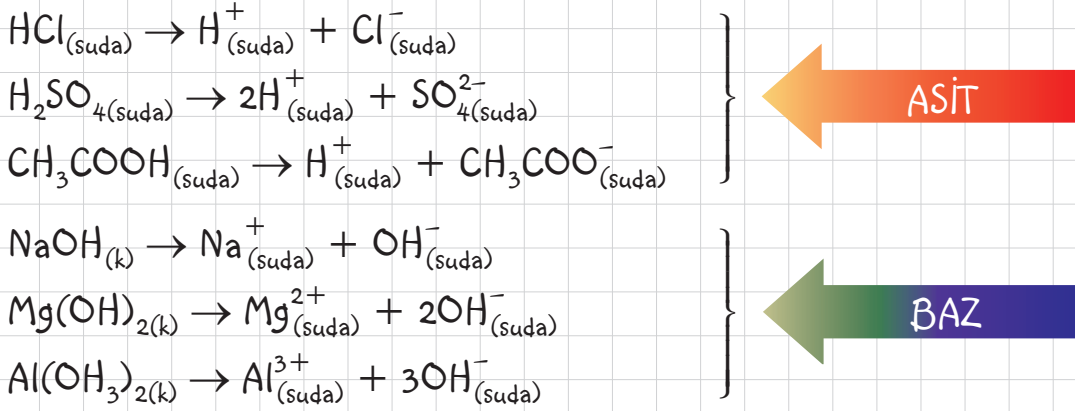
- 6.3.1. Arrhenius Asit – Baz Tanımı
- 6.3.2. Bronsted – Lowry Asit – Baz Tanımı
- 6.3.3. Konjuge Asit – Baz Çifti Kavramı
- 6.3.4. Asit ve Bazların Kuvveti
- 6.3.5. Suyun Otoiyonizasyonu
- 6.3.6. Kuvvetli Asit / Baz Çözeltilerinde pH ve pOH
- 6.3.7. Zayıf Asit / Baz Çözeltilerinde pH ve pOH
- 6.3.8. Nötrleşme Tepkimeleri
- 6.3.9. Titrasyon
- 6.3.10. Tuz Çözeltilerinin Asitliği – Bazlığı (Hidroliz)
- 6.3.11. Tampon Çözeltiler

6.3. SULU ÇÖZELTİLERDE ASİT – BAZ DENGESİ

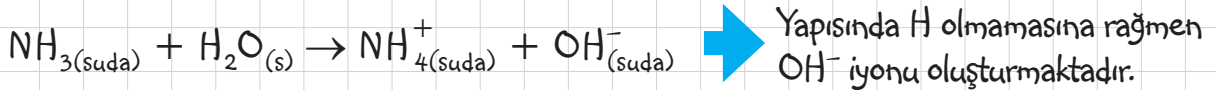
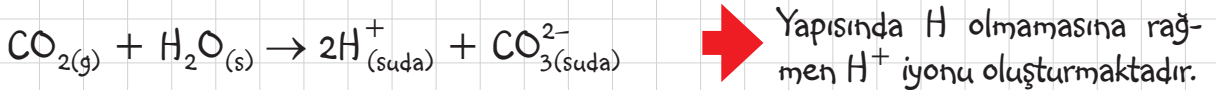
6.3.1. Arrhenius Asit – Baz Tanımı

Geçmişten günümüze kadar asit ve bazlar için birçok tanım yapılmıştır. İlk tanım 1887 yılında İsveçli Kimyacı Arrhenius tarafından yapılmıştır.

Arrhenius'a göre; suda çözüldüğünde H^+ (hidrojen) iyonu veren maddelere , OH^- (hidroksit) iyonu veren maddelere denir.



Bu tanıma yukarıda belirtilen asit ve bazlara ilaveten HBr , HNO_3 ve H_3PO_4 gibi asitler ile KOH , $Ca(OH)_2$ gibi bazlar Ancak suda çözüldüğünde asit özelliği gösteren CO_2 , SO_2 ile zayıf bir baz olan NH_3 gibi maddeler bu tanıma uymamaktadır.



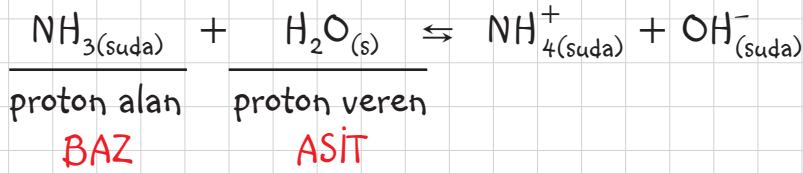
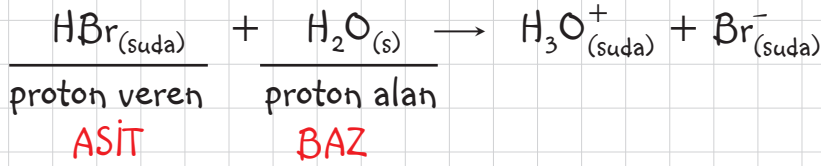
Yeniden düzenlenen Arrhenius tanımına göre; sulu çözeltilerinde H^+ iyonu derişimini arttıran maddelere ASİT, OH^- iyon derişimini arttıran maddelere BAZ denir.

6.3.2. Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımı

Kimyasal tepkimelerde proton (H^+) veren maddelere **Asit**, proton (H^+) alan maddelere **Baz** denir.



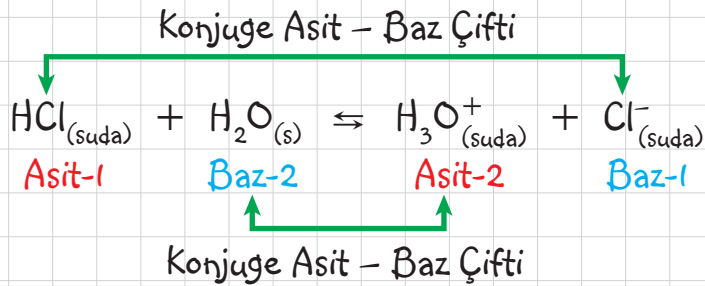
H^+ iyonu bir protondan oluşan çok küçük taneciktir. Su içinde yalnız kalmaz. Su molekülüne bağlanarak (H_3O^+) iyonunu oluşturur.



6.3.3. Konjuge Asit - Baz Çifti Kavramı

Bronsted Lowry'nin asit baz tanımına bir başka yaklaşım da konjuge asit-baz çifti kavramıdır.

Aralarında H^+ iyonu kadar fark olan asit-baz çiftine denir. Buna göre; bir asitle onun hidrojen iyonu yitirmiş hâli olan bazı konjuge asit-baz çiftidir.



- ➡ HCl \longrightarrow proton vericidir. (Asit)
- ➡ H_2O \longrightarrow proton (Baz)
- ➡ HCl ile Cl arasında bir H^+ farkı vardır. (Konjuge asit-baz çifti)
- ➡ H_2O ile H_3O^+ arasında bir H^+ farkı vardır. (Konjuge asit-baz çifti)

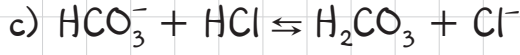
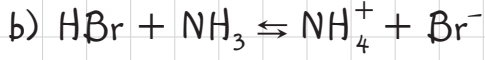
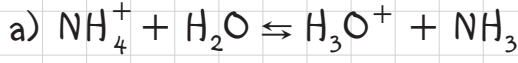


Konjuge asit baz çiftleri aynı rakamla gösterilir.



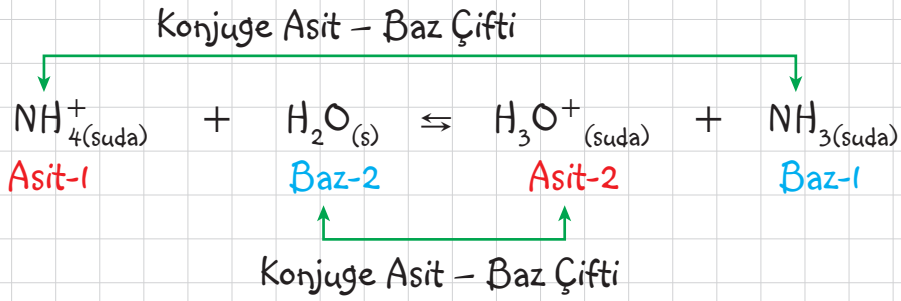
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Aşağıdaki tepkimelerde konjuge asit-baz çiftlerini gösteriniz.

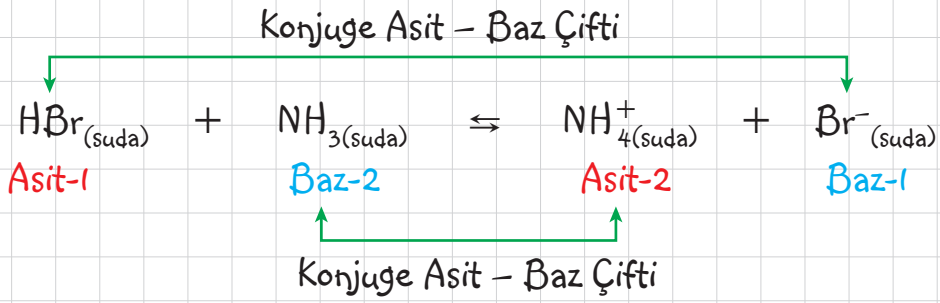


Çözüm:

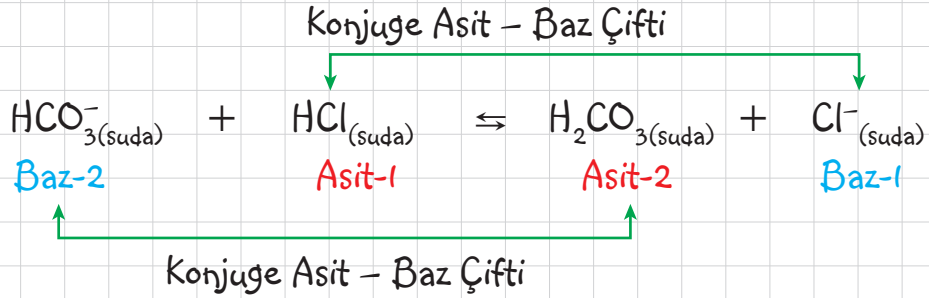
20 a)



b)

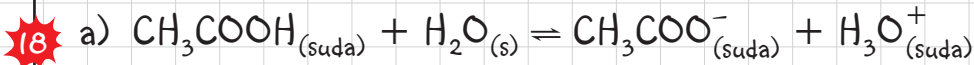


c)

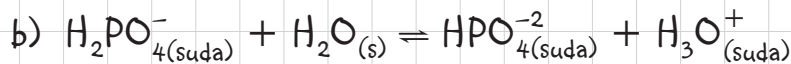


SIRA SİZDE

Aşağıda verilen protoliz dengelerinin her biri için konjuge (eşlenik) asit-baz çiftlerini belirleyiniz.



.....



.....

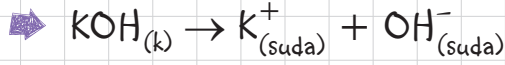
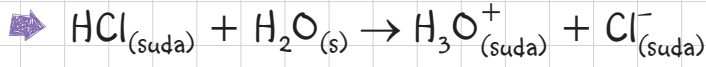
6.3.4. Asit ve Bazların Kuvveti

- ✓ Bir asit ve bazın kuvveti, suda iyonlaşmasına bağlıdır.
- ✓ Suda tamamen iyonlaşan asit ve bazlar, suda kısmen iyonlaşan asit ve bazlar zayıftır.
- ✓ Suda tamamen iyonlaşan asit ve bazlar iyi iletirler.
- ✓ Kuvvetli asitlerin çoğu inorganik asitlerdir.
- ✓ Kuvvetli bazlar 1A (alkali), 2A (toprak alkali) grubu metallerinin (OH⁻) hidroksitleridir.

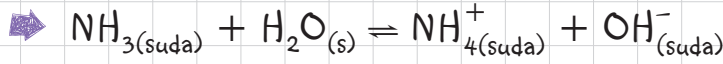
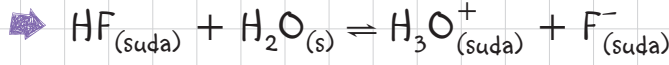
Asitler			
Kuvvetli		Zayıf	
Formülü	Adı	Formülü	Adı
HCl	Hidroklorik asit	HF	Hidroflorik asit
HBr	Hidrobromik asit	HCN	Hidrojen siyanür
HI	Hidroiyodik asit	H ₂ S	Hidrojen sülfür
HNO ₃	Nitrik asit	HNO ₂	Nitröz asit
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit	H ₂ CO ₃	Karbonik asit
HClO ₄	Perklorat asit	H ₃ PO ₄	Fosforik asit
		CH ₃ COOH	Asetik asit
		HCOOH	Formik asit

Bazlar			
Kuvvetli		Zayıf	
Formülü	Adı	Formülü	Adı
NaOH	Sodyum hidroksit	AgOH	Gümüş hidroksit
KOH	Potasyum hidroksit	Fe(OH) ₂	Demir-II-hidroksit
LiOH	Lityum hidroksit	NH ₃	Amonyak
Mg(OH) ₂	Magnezyum hidroksit	CH ₃ -NH ₂	Metil amin
Ba(OH) ₂	Baryum hidroksit		
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit		
Al(OH) ₃	Alüminyum hidroksit		

✓ Kuvvetli asit ve bazların iyonlaşma denklemleri tek yönlü ok (\rightarrow) ile yazılır.



✓ Zayıf asit ve bazların iyonlaşma tepkimeleri çift yönlü ok (\rightleftharpoons) ile yazılır.



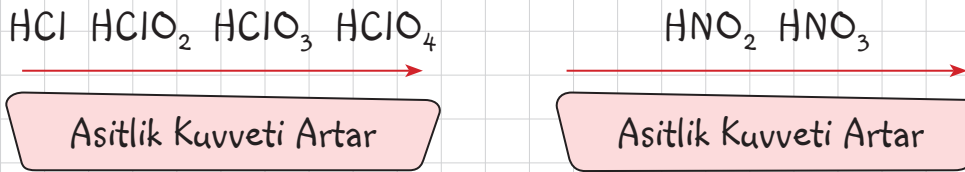
✓ Halojenlerin hidrojen ile yaptığı bileşikler asittir. Halojenlerde yukarıdan aşağıya doğru inildikçe atom hacmi büyüdüğünden H^+ iyonunun verilmesi kolaylaşır. Asitlik kuvveti

7A Grubu	Asitler
F	HF
Cl	HCl
Br	HBr
I	HI

Asitlik Kuvveti Artar

Buna göre asitlik kuvveti, $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ şeklindedir.

✓ Aynı elementin oksi asitlerinde oksijen sayısı arttıkça H^+ iyonunun verilmesi kolaylaşır. Asitlik kuvveti



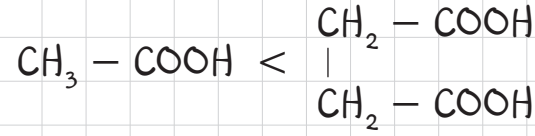
Buna göre asitlik kuvveti, $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HCl}$ şeklindedir.

✓ Metallerin OH^- ile yaptığı bileşikler bazdır. Metallerde bir grupta yukarıdan aşağıya inildikçe atom hacmi büyüdüğünden OH^- iyonunun kopması kolaylaşır. Bazlık kuvveti

1A Grubu	Bazlar
Li	LiOH
Na	NaOH
K	KOH

Bazlık Kuvveti Artar

- ✓ Karboksil grubu ($-\text{COOH}$) içeren organik asitlerde $-\text{COOH}$ grubu sayısı arttıkça Asitlik özelliği artar.



- ✓ Eğer, $-\text{COOH}$ sayıları aynı ise Karbon (C) sayısı arttıkça asitlik özelliği azalır.



- ✓ $\text{H} - \text{O} - \text{X}$ türü asitlerde X elementinin elektronegatifliği arttıkça, çözeltiliye H^+ iyonu daha kolay verilir. Dolayısı ile asitlik özellik

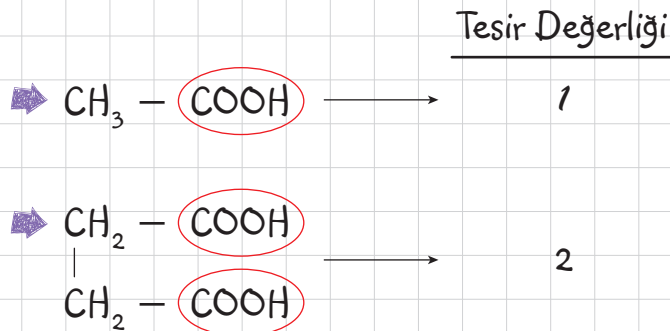


Asit ve Bazların Etki (Tesir) Değerliği

- ✓ Asitlerin tesir değerliği, sulu çözeltiliye verdiği H^+ sayısıdır.

Asit	Tesir Değerliği (Z)
$\text{HCl}_{(\text{suda})} \rightarrow 1 \text{H}^+_{(\text{suda})} + 1 \text{Cl}^-_{(\text{suda})}$	1
$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{suda})} \rightarrow 2 \text{H}^+_{(\text{suda})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{suda})}$	2
$\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{suda})} \rightarrow 3 \text{H}^+_{(\text{suda})} + \text{PO}_4^{-3}_{(\text{suda})}$	3

- ✓ Organik asitlerde tesir değerliği $-\text{COOH}$ grubu sayısıdır.



BAZ	Tesir Değerliği (Z)
$\text{NaOH}_{(\text{suda})} \rightarrow \text{Na}^+_{(\text{suda})} + 1 \text{OH}^-_{(\text{suda})}$	1
$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{suda})} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(\text{suda})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{suda})}$	2
$\text{NH}_3_{(\text{suda})} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(\text{suda})} + 1 \text{OH}^-_{(\text{suda})}$	1



Bir asit veya bazın tesir değeri, asit veya bazın kuvvetinin bir ölçüsü değildir.

Asit veya bazın kuvvetli olup olmadığını sudaki iyonlaşma yüzdesi belirler.

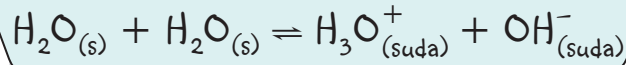
%100 iyonlaşanlar olarak,

%100'den az iyonlaşanlar zayıf asit/baz olarak bilinirler.

6.3.5. Suyun Otoiyonizasyonu

"Saf su iletken değildir." Tanımı çok da doğru değildir. Hassas aletlerle yapılan ölçümlerde saf suyun az da olsa bir sahip olduğu görülür. Bu da suyun çok az bile olsa iyonlaştığını ispatlar. Bu olaya **suyun otoiyonizasyonu** denir.

Suyun denge sabitinin (K_{su}) nasıl bulunacağı aşağıda gösterilmiştir.



Burada suyun denge sabitine K_{su} dersek;

$$K_{su} = [H^+][OH^-] \text{ şeklinde yazılır.}$$

25°C sıcaklık ve 1 atm basınçta;

$$K_{su} = 1.10^{-14} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Asit ve baz dengesinde iyon derişimleri çok küçük olduğu için pH, pOH kavramları geliştirilmiştir.

Burada pH asitlik derecesini, pOH derecesini belirler.

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

şeklinde bulunur.

$K_{su} = [H^+][OH^-]$ bağıntısının her iki tarafının eksi logaritması alındığında;

$-\log K_{su} = (-\log[H^+]) + (-\log[OH^-])$ elde edilir. Buradan,

$$pK_{su} = pH + pOH \quad pH + pOH = 14 \text{ sonucuna ulaşılır.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

H^+ iyonları molar derişimi 10^{-4} olan çözeltilde,

- OH^- iyonları molar derişimini bulunuz.
- pH ve pOH değerlerini bulunuz.

Çözüm:

a) $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ olduğundan,

$$21 \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \text{ Molar'dır.}$$

Sonuç: 10^{-10} Mol'dır.

$$\begin{aligned} \text{b) } pH &= -\log[H^+] & pH + pOH &= 14 \\ pH &= -\log 10^{-4} & 4 + pOH &= 14 \\ pH &= 4 & pOH &= 10 \end{aligned}$$

Sonuç: pH = 4 pOH = 10 olur.

pOH değeri 3 olan çözeltilde,

- pH değeri nedir?
- OH^- ve H^+ iyonları molar derişimi nedir?

Çözüm:

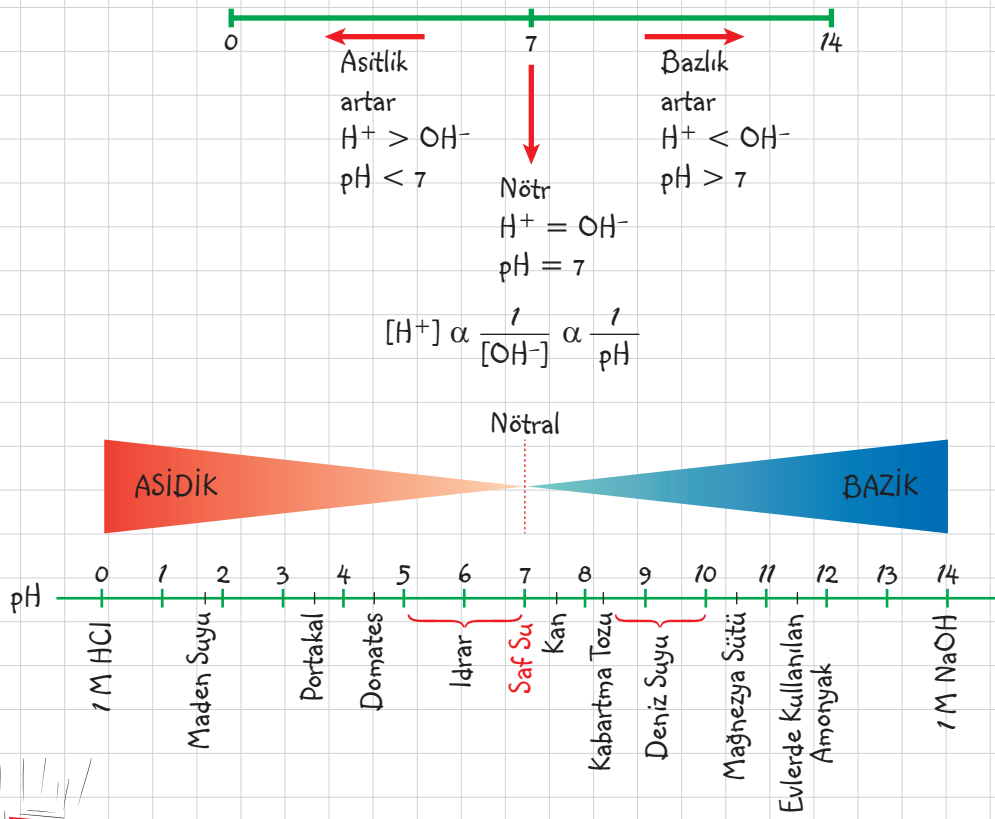
$$\begin{aligned} \text{a) } pH + pOH &= 14 \text{ olduğundan,} \\ pH + 3 &= 14 \\ pH &= 11 \end{aligned}$$

Sonuç: pH = 11'dir.

$$\begin{aligned} \text{b) } pOH &= -\log[OH^-] \\ [OH^-] &= 10^{-3} \\ [H^+][OH^-] &= 10^{-14} \\ [H^+] &= \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ M'dir.} \end{aligned}$$

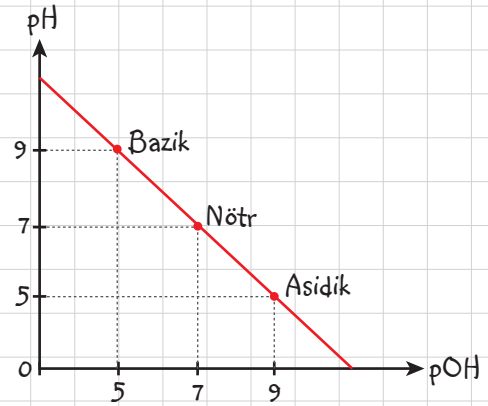
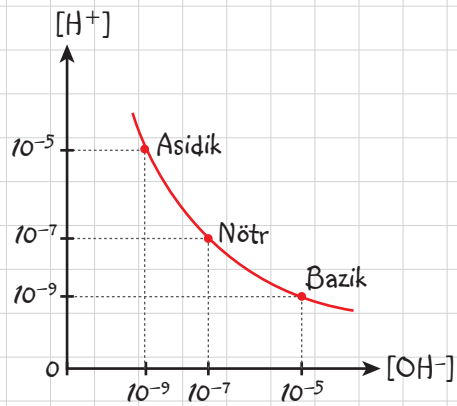
Sonuç: pH = 10^{-11} Mol'dır.

✓ Asitlik ve bazlık arasındaki pH, pOH ilişkisini gösteren bir pH ya da pOH çizelgesi bulunur. pH çizelgesini kısaca özetlersek;



Suyun iyonlaşması endotermiktir. K_{su} sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Tepkime Endotermik olduğu için sıcaklık ARTTIKÇA, K_{su} değeri de ARTAR.

Aşağıda 25°C sıcaklık ve 1 atm basınçta, $[H^+] \propto [OH^-]$ ve $pH \propto pOH$ grafikleri verilmiştir.



☀ $K_{su} = [H^+].[OH^-] = 1.10^{-14}$
Burada iyon derişimleri çarpım durumunda olduğu için ters orantı ilişkisi vardır. Grafik, hiperbol eğrisi şeklinde çizilir.

☀ $pK_{su} = pH + pOH = 14$
Burada ise pH ve pOH ilişkisi ters orantılı değildir. Düzgün azalan doğrusal bir çizgi ile gösterilir.

6.3.6. Kuvvetli Asit/Baz Çözeltilerinde pH ve pOH

Kuvvetli asit ve bazların suda %100 iyonlaştığı kabul edildiğinden H^+ ve OH^- iyonları derişimleri ile pH ve pOH değerleri hesaplanabilir.

Tepkimeler tek taraflı ok ile gösterilir. (\rightarrow)

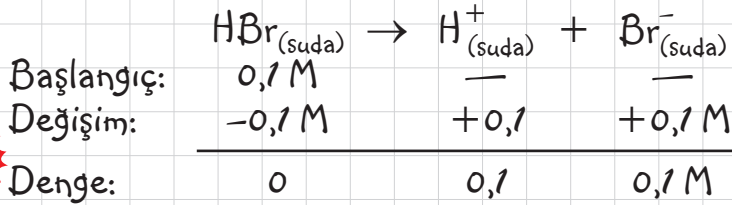


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

0,1 M HBr çözeltisinin pH'ı kaçtır?

Çözüm:

Kimyasal tepkimeyi yazıp derişimleri yerine koyarsak;



$$[H^+] = 0,1 M = 10^{-1}$$

$$pH = -\log 10^{-1}$$

$$pH = 1$$

Sonuç: pH = 1'dir.

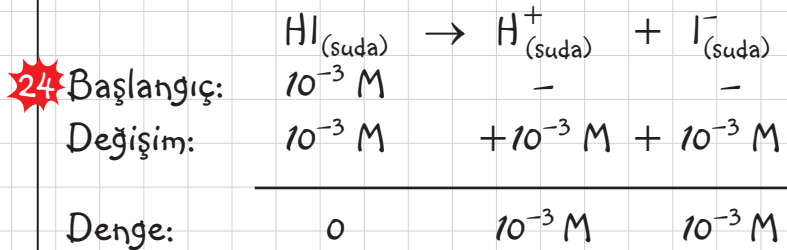
10^{-4} mol HI ile 100 ml çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin pH'ı kaçtır?

Çözüm:

HI çözeltisinin molaritesini bulun.

$$M = \frac{n}{V} = \frac{10^{-4}}{10^{-1}} = 10^{-3} \text{ Molar}$$

Bu değeri kimyasal tepkimeye koyarsak;



$$[H^+] = 10^{-3} M$$

$$pH = -\log 10^{-3}$$

$$pH = 3$$

Sonuç: pH = 3'tür.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

0,74 gram $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile hazırlanan 200 ml çözeltinin pH'ı kaçtır?

($\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74 \text{ g/mol}$)

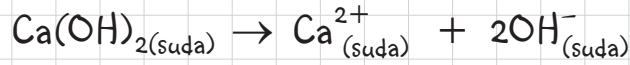
Çözüm:

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in mol sayısını bulalım.

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{0,74}{74} = 0,01 \text{ Mol.}$$

25

$$M_A = 74$$



Başlangıç:	0,01 mol	-	-
Değişim:	-0,01 mol	+0,01 mol	+0,02 mol
Denge:	0	0,01 mol	0,02 mol

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ molar}$$

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= 0,1 \text{ M} & \text{pOH} &= -\log 10^{-1} & \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \\ & & \text{pOH} &= 1 & \text{pH} + 1 &= 14 \\ & & & & \text{pH} &= 13 \end{aligned}$$

Sonuç: pH = 13'tür.

SIRA SİZDE

25°C'de pOH'ı 12 olan H_2SO_4 'ün 2 l sulu çözeltisini hazırlamak için kaç

19 gram H_2SO_4 kullanılmalıdır?

(S: 32, O: 16, H: 1)

Çözüm:

100 ml HNO_3 çözeltisinde pH = 1'dir. Bu çözeltiye hacmi 100 katına

20 çıkıncaya kadar saf su eklenirse, çözeltinin pH değeri ne olur?

Çözüm:

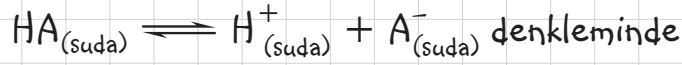
22,4 gram KOH kullanılarak 40 l sulu çözelti hazırlanıyor. Buna göre hazırlanan çözeltinin pOH değeri nedir?

(KOH = 56 g/mol)

Çözüm:

6.3.7. Zayıf Asit/Baz Çözeltilerinde pH ve pOH

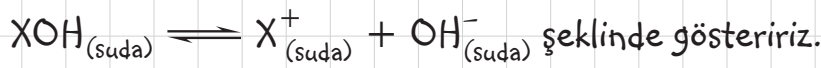
✓ Zayıf asitlerin iyonlaşma denklemi çift taraflı ok ile gösterilir. (\rightleftharpoons)



asidin iyonlaşma sabiti $\rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ şeklindedir.

Asitlik sabiti (K_a) büyüdükçe asidin kuvveti ARTAR.

✓ Zayıf bazların iyonlaşma denklemini



Bazın iyonlaşma sabiti $\rightarrow K_b = \frac{[\text{X}^+][\text{OH}^-]}{[\text{XOH}]}$ şeklindedir.

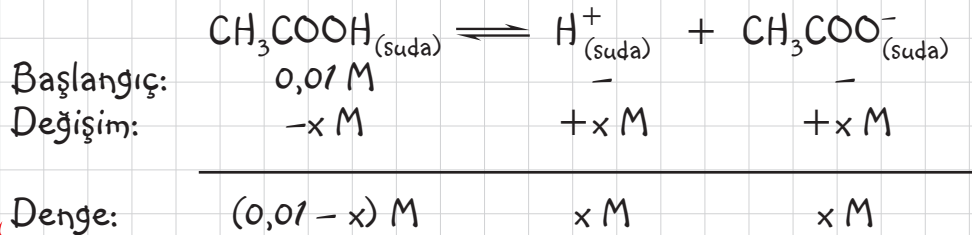
Bazlık sabiti (K_b) büyüdükçe bazın kuvveti ARTAR.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

0,01 M CH_3COOH çözeltisinin pH'ı kaçtır? (CH_3COOH için $K_a = 10^{-6}$)

Çözüm:



26

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$10^{-6} = \frac{X \cdot X}{(0,01 - x)}$$

→ İhmal edilebilir.

$$X^2 = 10^{-8}$$

$$X = 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 4$$

Sonuç: pH = 4'tür.

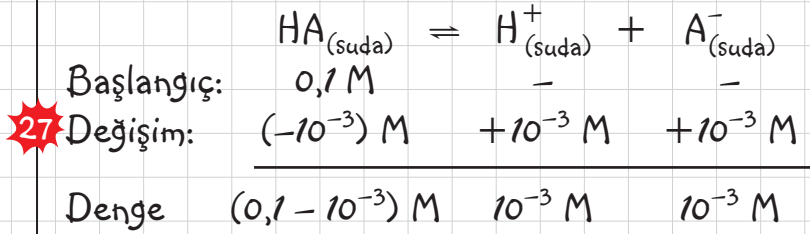


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

pH'ı 3 olan 0,1 M'lık bir değerlikli asidin K_a 'sı kaçtır?

Çözüm:

pH = 3 olduğundan $[H^+] = 10^{-3}$ M'dır.



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_a = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{(0,1 - 10^{-3})}$$

$$K_a = \frac{10^{-6}}{0,1} \rightarrow \text{İhmal edilebilir.}$$

$$K_a = 10^{-5} \text{tir.}$$



Konjuge asit-baz çiftlerinde, $K_{su} = K_a \cdot K_b$ eşitliği vardır.

Zayıf asidin, konjuge bazı kuvvetlidir.

Zayıf bazın, konjuge asidi kuvvetlidir.

● Zayıf Asit ve Bazların Ayrışma (İyonlaşma) Yüzdesi

Zayıf asit/bazın suda iyonlaşan miktarının, başlangıçtaki toplam madde miktarına oranına **iyonlaşma (ayrışma) yüzdesi** denir.

$$\text{İyonlaşma Yüzdesi} = \frac{\text{İyonlaşan miktar}}{\text{Toplam çözünen madde}} \cdot 100$$



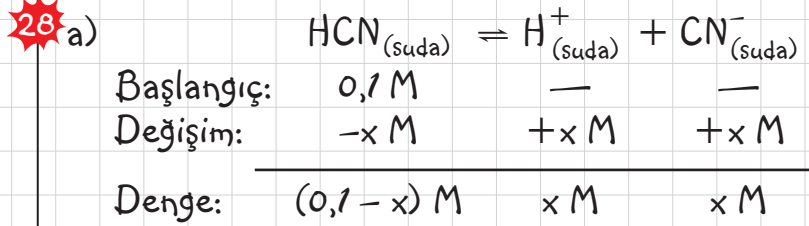
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

25°C'de 0,1 M HCN asidinin sulu çözeltisinde,

- a) pH'in değeri nedir?
- b) Asidin iyonlaşma %'si nedir?

(Aynı sıcaklıkta HCN için $K_a = 10^{-7}$)

Çözüm:



$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$10^{-7} = \frac{x \cdot x}{(0,1 - x)}$$

→ İhmal edilir.

$$x^2 = 10^{-8} \text{ ise}$$

$$[H^+] = x = 10^{-4} \text{ M} \quad \text{pH} = 4 \text{ olur.}$$

Sonuç: pH = 4'dür.

b) 10^{-1} M HCN 10^{-4} M iyonlaşırsa;

$$x = \frac{100 \cdot 10^{-4}}{10^{-1}} = 0,1$$

Sonuç: x = %0,1 oranında iyonlaşır.

SIRA SİZDE

22 1 M HNO₂ asidi suda %0,01 oranında iyonlaştığına göre çözeltinin pH, pOH ve K_a'sı nedir?

Çözüm:

23 0,01 M CH₃COOH asit çözeltisinin pH'ı 5'tir. Buna göre,

- a) Asidin iyonlaşma yüzdesi nedir?
- b) Aynı sıcaklıkta CH₃COOH için asitlik sabiti (K_a) nedir?

Çözüm:

SIRA SİZDE

Oda sıcaklığında HA asidinin asitlik sabiti (K_a) değeri $5 \cdot 10^{-4}$ 'tür.

24

Buna göre aynı sıcaklıktaki $5 \cdot 10^{-2}$ M HA asidik çözeltisinde HA'nın iyonlaşma yüzdesi nedir?

Çözüm:

6.3.8. Nötrleşme Tepkimeleri

Asit ve bazların tuz ve suya dönüşmesi ile oluşan tepkimelere denir.

Kuvvetli bir asit ile kuvvetli bir baz arasında gerçekleşen nötrleşme tepkimesi sırasında üç farklı durum ortaya çıkabilir. Tesir değeri (t_d); asitlerde H^+ sayısına, bazlarda OH^- sayısına eşittir.

V_{TOPLAM} : Çözeltilerin toplam hacmi (litre)

M = Molarite

t_d = Tesir Değeri

n = Mol sayısı

1 $n_{H^+} = n_{OH^-}$ ise \rightarrow çözeltinin pH değeri 7 olur.

$$M_A V_A t_d = M_B V_B t_d \text{ eşitliği kullanılır.}$$

2 $n_{H^+} > n_{OH^-}$ ise \rightarrow çözelti asidik olduğundan $pH < 7$ olur.

Bu durumda çözeltide kalan $[H^+]$ derişimi hesaplanır.

$$[H^+] = \frac{n_{H^+} - n_{OH^-}}{V_{TOPLAM}} = \frac{M_A \cdot V_A \cdot t_d - M_B \cdot V_B \cdot t_d}{V_{TOPLAM}}$$

3 $n_{H^+} < n_{OH^-}$ ise \rightarrow çözelti bazik olduğundan $pH > 7$ olur.

Bu durumda çözeltide kalan $[OH^-]$ derişimi hesaplanır.

$$[OH^-] = \frac{n_{OH^-} - n_{H^+}}{V_{TOPLAM}} = \frac{M_B \cdot V_B \cdot t_d - M_A \cdot V_A \cdot t_d}{V_{TOPLAM}}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

1M 500 cm³ HBr çözeltisine, 0,8 M 500 cm³ KOH çözeltisi eklendiğinde son çözeltinin pH'ı kaç olur?

Çözüm:

29 H⁺ ve OH⁻'nin mol sayılarını hesaplayalım.

Eğer H⁺ = OH⁻ eşitliği varsa, çözeltinin pH değeri 7'dir.

Eşitlik söz konusu değilse H⁺ veya OH⁻'in büyüklük durumuna göre işleme devam edilir.

$$\left. \begin{array}{l} n_{H^+} = M_A \cdot V_A \cdot t_d \\ = 1,0 \cdot 5,1 \\ = 0,5 \text{ mol} \\ n_{OH^-} = M_M \cdot V_B \cdot t_d \\ = 0,8 \cdot 0,5,1 \\ = 0,4 \text{ mol} \end{array} \right\} \begin{array}{l} n_{H^+} > n_{OH^-} \Rightarrow [H^+] = \frac{n_{H^+} - n_{OH^-}}{V_T} \\ \text{ortam asidik pH} < 7 \text{ olur.} \end{array}$$

$$[H^+] = \frac{(0,5 - 0,4) \text{ mol}}{1 \text{ lt}} \quad [H^+] = 0,1 \text{ M} \quad \begin{array}{l} \text{pH} = -\log 10^{-1} \\ \text{pH} = 1 \text{ olur.} \end{array}$$

Sonuç: pH = 1'dir.

SIRA SİZDE

0,01 M 200 ml NaOH çözeltisiyle, 0,04 M 300 ml HCl çözeltisi karıştırıldığında oluşan çözeltinin pH'ı kaçtır?

(log 2 = 0,3)

Çözüm:

6.3.9. Titrasyon

Derişimi bilinen asit veya baz çözeltisi kullanılarak derişimi bilinmeyen bir asit veya baz çözeltisinin derişiminin hesaplanmasına denir.

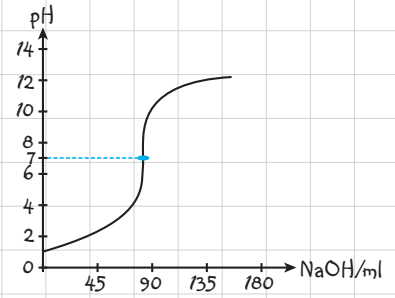
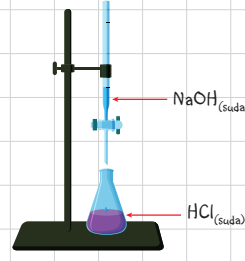
Titrasyonda indikatör denilen özel boyar maddeler kullanılır. İndikatörler belirli pH aralığında değiştirirler.

Bir titrasyonda indikatörün renk değiştirdiği noktaya **Dönüm Noktası** denir. Dönüm noktası titrasyonun noktadır.

Asit çözeltisinin bazla veya baz çözeltisinin asitle titrasyonu sırasında çözeltinin pH'ının katılan baz veya asit miktarı ile nasıl değiştiğini gösteren eğriye **Titrasyon Eğrisi** denir.

Titrasyonda dönüm noktasında asitten gelen H^+ sayısı bazdan gelen OH^- iyonları sayısına eşit olur.

Dönüm noktasında standart çözeltinin hacmi dikkatlice belirlenir. Aşağıdaki formül yardımıyla derişimi bilinmeyen çözeltinin derişimi hesaplanır.



$$t_d \cdot (M \cdot V)_{\text{Asit}} = t_d \cdot (M \cdot V)_{\text{Baz}}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

0,1 Molar 200 ml H_2SO_4 çözeltisini nötrleştirmek için 0,1 Molar KOH çözeltisinden kaç ml kullanılmalıdır?

Çözüm:

Kuvvetli asit ve kuvvetli baz kullanılmıştır.

$$30 \quad t_d \cdot (M \cdot V)_{\text{Asit}} = t_d \cdot (M \cdot V)_{\text{Baz}}$$

$$2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 1 \cdot 0,1 \cdot V$$

$$V = 0,4 \text{ l} = 400 \text{ ml kullanılmalıdır.}$$

Sonuç: 400 ml

10^{-2} molar 100 ml HBr çözeltisiyle KOH çözeltisinin titrasyon grafiği yanda verilmiştir.

- Kullanılan KOH çözeltisi kaç molar'dır?
- $pH = 12$ olması için kullanılması gereken KOH çözeltisi kaç ml'dir?

Çözüm:

a) $pH = 7$ 'de

$$M_A \cdot V_A \cdot t_d = M_B \cdot V_B \cdot t_d$$

$$10^{-2} \cdot 100 \cdot 1 = M_B \cdot 50 \cdot 1$$

$$M_B = 0,02 \text{ M}$$

31 Sonuç: 0,02 Molar'dır.

b) 0,01 M 100 ml HBr çözeltisi ile 0,02 M V ml KOH çözeltisi karıştırıldığında $pH = 12$ ve $OH^- > H^+$ olduğundan;

$$[OH^-] = \frac{n_{OH^-} - n_{H^+}}{V_T} \Rightarrow pH = 12$$

$$pOH = 2$$

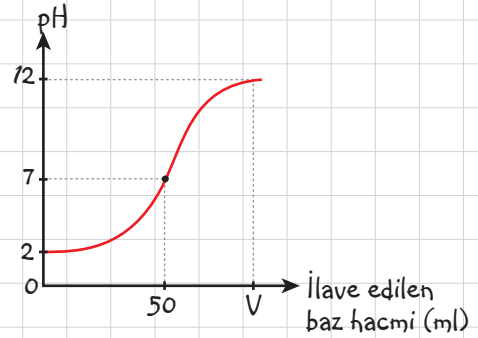
$$[OH^-] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$10^{-2} = \frac{0,02V - 0,001}{V + 0,1}$$

$$V = 0,2 \text{ l'dir.}$$

$$V = 200 \text{ ml'dir.}$$

Sonuç: 200 ml'dir.





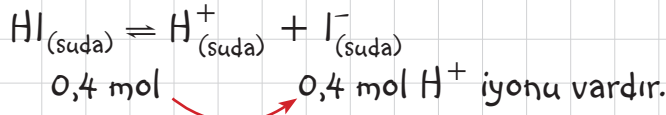
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Oda koşullarında bulunan $X(OH)_2$ bazının 14,8 gramının üzerine 0,4 M HI çözeltilisinden 1000 ml ilave edilip beklenildiğinde yeni oluşan çözeltinin pH değeri 7 olmaktadır. Buna göre X'in atom kütlesi kaçtır?

Çözüm:

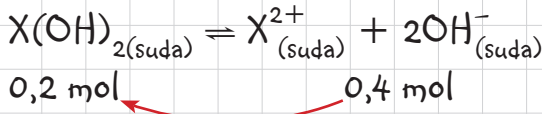
0,4 M $\underbrace{1000 \text{ ml}}_{1 \text{ Litre}}$ HI çözeltilisinin mol sayısı

$$n = M.V \Rightarrow n = 0,4.1 \Rightarrow n = 0,4 \text{ mol HI}$$



HI çözeltilisinde

pH = 7 olduğuna göre $n_{H^+} = n_{OH^-}$ 'dir. Yani $X(OH)_2$ bazında da 0,4 mol OH^- iyonu vardır.



0,2 mol'ü 14,8 g olan $X(OH)_2$ bazının
1 mol'ü ?

$$\frac{14,8.1}{0,2} = 74 \text{ g} \rightarrow X(OH)_2 \text{ bazının molekül ağırlığıdır.}$$

$$X(OH)_2 \Rightarrow X + 2.16 + 2.1 = 74$$

$$X = 74 - 34$$

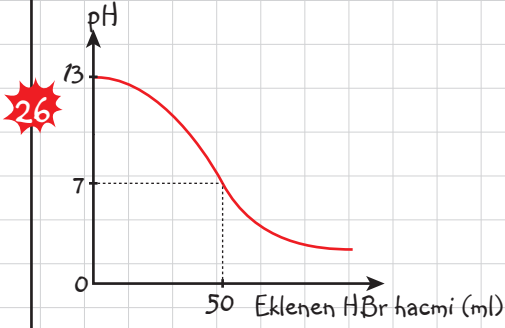
$$X = 40 \text{ g/mol'dür.}$$

Sonuç: 40 g/mol'dür.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



SIRA SİZDE



Oda sıcaklığında bulunan 100 ml NaOH çözeltisine, HBr çözeltisinden ilave edilmesiyle oluşan titrasyon grafiği yukarıdaki gibidir. Buna göre HBr çözeltisinin başlangıç derişimi kaç Molar'dır?

Çözüm:

27

0,5 M 100 ml H_2SO_4 çözeltisi üzerine, 0,2 M 300 ml NaOH çözeltisi damla damla titre edildiğinde oluşan karışımın pOH değeri ne olur?

Çözüm:

28

Oda koşullarında 0,2 M 100 ml H_2SO_4 ve 0,2 M'lık kaç litre KOH çözeltileri karıştırılırsa son durumda oluşan çözeltinin pOH değeri 1 olur?

Çözüm:

29

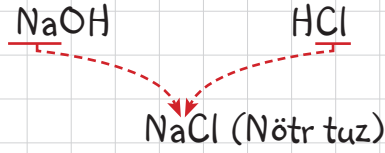
$25^\circ C$ 'de 2 değerlikli kuvvetli bir bazın 2,24 gramını tam nötralleştirebilmek için derişimi 0,1 M olan 1 değerlikli kuvvetli bir asitten 400 ml alınmaktadır. Buna göre bazın mol kütlesi kaç g/mol'dür?

Çözüm:

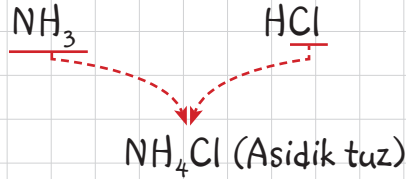
6.3.10. Tuz Çözeltilerinin Asitliği – Bazlığı / Hidroliz

Nötrleşme tepkimelerinin ürünleri olan tuzlar üç grupta incelenir.

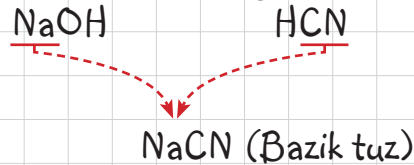
1) **Nötr Tuzlar:** Kuvvetli Baz – Kuvvetli Asit



2) **Asidik Tuzlar:** Zayıf Baz – Kuvvetli Asit



3) **Bazik Tuzlar:** Kuvvetli Baz – Zayıf Asit

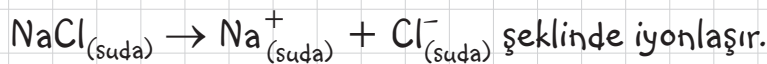


Hidroliz

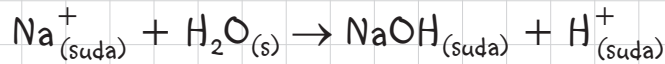
Bir tuzu oluşturan anyon veya kationun ya da her ikisinin de su molekülü ile etkileşimine denir.

Yukarıda elde edilen tuzların hidroliz yapıp yapamadıkları aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

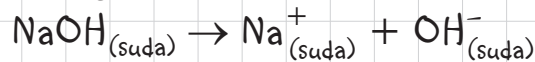
1) Nötr Tuz olan NaCl;



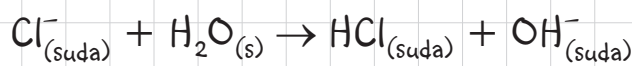
✓ Kuvvetli bazdan gelen Na^+ kationunun hidroliz olduğunu düşünürsek, tekrar NaOH bazı oluşur.



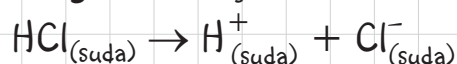
Ancak NaOH kuvvetli baz olduğu için tekrar %100 iyonlaşır. Sonuçta Na^+ ve OH^- iyonları oluşur.



✓ Kuvvetli asitten gelen Cl^- hidroliz olduğunu düşünürsek, tekrar HCl asidi oluşur.



Ancak HCl kuvvetli asit olduğu için tekrar %100 iyonlaşır. Sonuçta H^+ ve Cl^- iyonları oluşur.



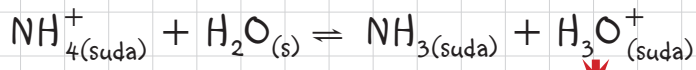
➡ **Sonuç olarak;** kuvvetli bazların kationları ile kuvvetli asitlerin anyonları hidroliz olmaz. Çözeltideki H^+ ve OH^- iyon derişimi değişmeyeceğinden nötr çözelti oluşur. Dolayısı ile $pH = 7$ 'dir.

2) Asidik Tuz olan NH_4Cl ;

$NH_4Cl_{(suda)} = NH_4^+_{(suda)} + Cl^-_{(suda)}$ şeklinde iyonlaşır.

✓ Cl^- anyonu kuvvetli asitten geldiği için hidroliz olmaz.

✓ Zayıf bazdan gelen NH_4^+ kationunun hidroliz olduğunu düşünürsek, önce NH_3 bazı oluşur. NH_3 zayıf baz olduğu için iyonlaşamaz. Ortamda H_3O^+ iyon derişimi artar.



↓
ortam asidik olur.

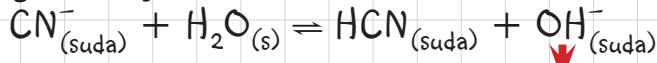
➡ **Sonuç olarak;** Zayıf bazların kationları suda olur. Suyu proton aktararak asidik çözelti oluşmasını sağlar. Dolayısıyla çözeltinin pH 'si 7'den küçüktür.

3) Bazik Tuz olan $NaCN$;

$NaCN_{(suda)} = Na^+_{(suda)} + CN^-_{(suda)}$ şeklinde iyonlaşır.

✓ Na^+ kationu kuvvetli bazdan geldiği için hidroliz olmaz.

✓ Zayıf asitten gelen CN^- anyonunun hidroliz olduğunu düşünürsek, önce HCN asidi oluşur. HCN zayıf asit olduğu için %100 iyonlaşamaz. Ortamda OH^- iyon derişimi artar.



↓
Ortam olur.

➡ **Sonuç olarak;** Zayıf asitlerin anyonları suda Hidroliz olur. Suyun protonunu kendine bağlayarak bazik çözelti oluşmasını sağlar. Dolayısıyla çözeltinin pH 'si 7'den büyüktür.



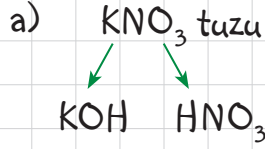
Eğer zayıf baz ve zayıf asit kullanılarak tuz oluşturulmuşsa,
 K_a ve K_b değerleri karşılaştırılır.
 $K_a > K_b$ ise tuz, asidik
 $K_a < K_b$ ise tuz, bazik
 $K_a = K_b$ ise tuz, nötr yapıdadır.



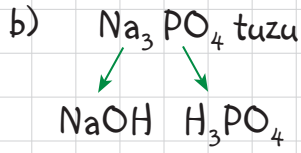
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıdaki tuzların sulu çözeltileri hidroliz olur mu? Açıklayınız.

Açıklama

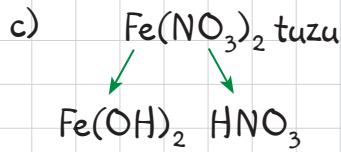


Tuzu oluşturan KOH kuvvetli baz ve HNO_3 kuvvetli asit olduğundan oluşan tuz hidroliz olmaz. Ortam nötrdür.



Tuzu oluşturan NaOH kuvvetli baz ve H_3PO_4 zayıf asittir. Zayıf asidin anyonu hidroliz olur.
$$\text{PO}_4^{3-}(\text{suda}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{H}_3\text{PO}_4(\text{suda}) + 3\text{OH}^-(\text{suda})$$

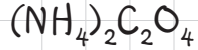
Ortam baziktir.



Tuzu oluşturan HNO_3 kuvvetli asit ve $\text{Fe}(\text{OH})_2$ zayıf bazdır. Zayıf bazın katyonu hidroliz olur.
$$\text{Fe}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{suda}) + 2\text{H}^+(\text{suda})$$

Ortam asidiktir.

Oksalik asit ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) ve amonyak (NH_3), amonyum oksalat tuzunu oluşturur.



Buna göre tuzun sulu çözeltisi asidik mi yoksa bazik midir?

$$(K_a = 5,6 \cdot 10^{-2} \quad K_b = 1,8 \cdot 10^{-5})$$

Çözüm:

$$5,6 \cdot 10^{-2} > 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$K_a > K_b$$

Amonyum oksalat tuzunun sulu çözeltisi asidiktir.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



6.3.11. Tampon Çözeltiler

Üzerine az miktarda kuvvetli asit veya baz ilave edildiğinde pH değeri değişmeyen çözeltilere denir.

Tampon çözeltiler, asidik tamponlar ve bazik tamponlar olarak iki grupta incelenir.

Asidik Tamponlar

Zayıf asit ile aynı zayıf asidin tuzunu içeren çözeltilere **asidik tampon çözeltiler** denir.

Aşağıda, asidik tampon çözeltilere örnekler verilmiştir.

➔ HCN / NaCN (HCN / CN⁻ şeklinde de gösterilir.)

➔ HF / KF

➔ CH₃COOH / CH₃COONa

Bazik Tamponlar

Zayıf baz ile aynı zayıf bazın tuzunu içeren çözeltilere **çözeltiler** denir.

Aşağıda, bazik tampon çözeltilere örnek verilmiştir.

➔ NH₃ / NH₄Cl



Tampon çözeltilere su eklemek ya da buharlaştırmak çözeltinin pH'ını değiştirmez.



Kuvvetli asit ile zayıf bazın nötralleşme tepkimesinde zayıf baz artarsa, ortamda bu bazın tuzu da bulunacağından tampon çözelti oluşur.

Kuvvetli baz ile zayıf asidin nötralleşme tepkimesinde zayıf asit artarsa tampon çözelti oluşur.

SIRA SİZDE

Hangi ikili ile tampon çözelti oluşturulabilir?

LiHCO₃ / H₂CO₃

30 HCl / HCN

NH₃ / NH₄Br

HCOOH / HCOOK

NaOH / NaCl

Çözüm:

ÜNİTE 6: DENGİ

6.4. ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ

6.4.1 Çözünürlük Çarpımı ($K_{çç}$) Hesaplamaları

6.4.2 Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler

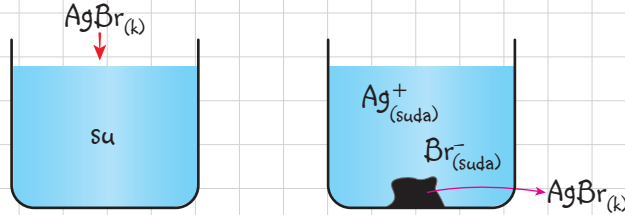
6.4.3 Çözeltilerin Karıştırılması ve Çözeltide Çökme Olup Olmadığının Bulunması

6.4. ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ

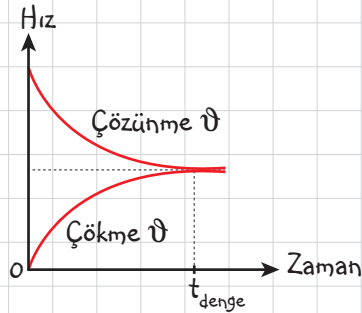
Sulu çözeltilerde oluşan yaygın reaksiyon türlerinden birisi de katısı ile denge hâlinde olan çözünme – çökme reaksiyonlarıdır.

Çözünme – çökme reaksiyonları, iyonik bağlı katıların sudaki denge reaksiyonlarıdır.

Çözünme – çökme reaksiyonları, doymuş çözeltilerde gözlenir.



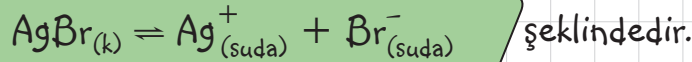
Suda çok az çözünen $AgBr$ tuzunun oluşturduğu çözelti çok kısa süre içinde doygunluğa ulaşır ve gelir. Çözünme ve çökme hızı birbirine olduğu anda ise **çözünme – çökme dengesi** kurulmuş olur. Bu dengeye **çözünürlük dengesi** denir.



Denge Anında

$$v_{\text{çözünme}} = v_{\text{çökme}}$$

$AgBr$ 'ün çözünme denklemi,



Çözünürlük dengesinde, denge sabiti K_c yerine $K_{çç}$ yazılır ve buna **çözünürlük çarpımı** denir.



$K_{çç}$, suda az çözünen için kullanılır.

$K_{çç}$ sadece sıcaklık ile değişir.

..... tepkimelerde T artarsa $\rightarrow K_{çç}$ artar.

Ekzotermik tepkimelerde ise T artarsa $\rightarrow K_{çç}$ azalır.

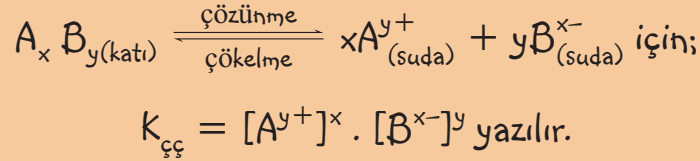
Genelde 1A grubu elementlerinin tuzları ve NO_3^- (nitrat)

NH_4^+ (amonyum) içeren katılar suda iyi çözümler.

6.4.1. Çözünürlük Çarpımı ($K_{çç}$) Hesaplamaları

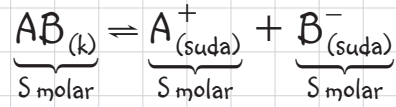
Molar Çözünürlük: Sabit sıcaklıkta 1 litre doymuş çözeltilde, çözünen maddenin mol sayısıdır. S ile gösterilir.

✓ Saf A_xB_y katısının sudaki çözünme – çökeltme denklemi aşağıda verilmiştir.



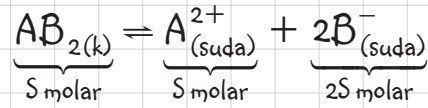
✓ Tuzların formüllerine göre çözünürlükleri aşağıda verilmiştir.

➔ $AB_{(k)}$ formülündeki tuzlar için;



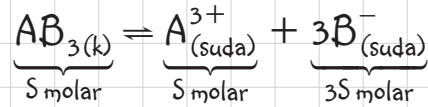
$$K_{çç} = [A^+] [B^-] \Rightarrow K_{çç} = S \cdot S = S^2 \text{ olur.}$$

➔ $AB_{2(k)}$ veya $A_2B_{(k)}$ formülündeki tuzlar için;



$$K_{çç} = [A^{2+}] [B^-]^2 \Rightarrow K_{çç} = S \cdot (2S)^2 = 4S^3 \text{ olur.}$$

➔ $AB_{3(k)}$ veya $A_3B_{(k)}$ formülündeki tuzlar için;



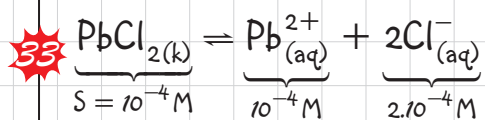
$$K_{çç} = [A^{3+}] \cdot [B^-]^3 \Rightarrow K_{çç} = S \cdot (3S)^3 = 27S^4 \text{ olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Saf sudaki çözünürlüğü 10^{-4} M olan $PbCl_2$ tuzunun çözünürlük çarpımı nedir?

Çözüm:



$$K_{çç} = 4S^3 \Rightarrow K_{çç} = 4 \cdot (10^{-4})^3 = 4 \cdot 10^{-12} \text{ olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

200 ml doymuş sulu çözeltide en fazla $4 \cdot 10^{-3}$ mol CaCO_3 katısı çözüldüğüne göre, aynı sıcaklıkta CaCO_3 katısı için $K_{\text{çf}}$ çözünürlük çarpımının değeri nedir?

Çözüm:

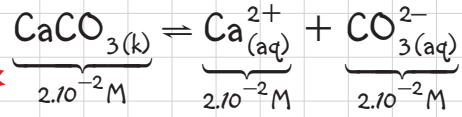
$$M = \frac{n}{V}$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,2 \text{ lt}}$$

$$V = 0,2 \text{ l}$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M} \rightarrow \text{CaCO}_3 \text{ 'ün çözünürlüğü}$$

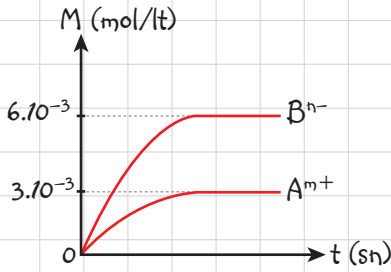
34



$$K_{\text{çf}} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$K_{\text{çf}} = (2 \cdot 10^{-2})(2 \cdot 10^{-2}) = 4 \cdot 10^{-4}$$

Sonuç: $4 \cdot 10^{-4}$ tür.

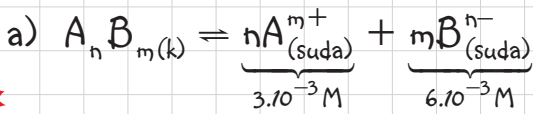


$A_n B_m$ tuzunun saf suda çözünmesi ile iyon derişimleri yandaki grafikteki gibidir.

Buna göre,

- Tuzun basit formülü nedir?
- Aynı sıcaklıkta tuzun çözünürlüğü kaç molardır?
- Aynı sıcaklıkta tuzun çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çf}}$) nedir?

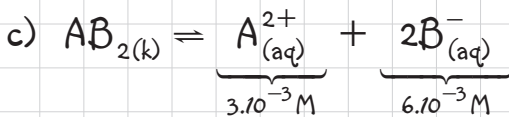
Çözüm:



35

Buna göre $n = 1$ ve $m = 2$ olur.
Tuzun molekül formülü AB_2 olur.

b) $S = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ tuzun çözünürlüğüdür.



$$K_{\text{çf}} = [A^{2+}] \cdot [B^-]^2$$

$$K_{\text{çf}} = (3 \cdot 10^{-3}) (6 \cdot 10^{-3})^2 \Rightarrow 108 \cdot 10^{-9}$$

Sonuç: $108 \cdot 10^{-9}$ dur.

SIRA SİZDE

Belirli bir sıcaklıkta $Ag_2Cr_2O_4$ tuzunun molar çözünürlüğü 10^{-5} 'tir.

31 Buna göre aynı sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı $K_{çç}$ nedir?

Çözüm:

T sıcaklıkta 40 litrelik bir çözelti içerisinde en fazla 0,00955 gram CuI tuzu çözünüyor.

32 Buna göre, bu tuzun aynı sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) kaçtır?

($CuI = 191$)

Çözüm:

400 ml doymuş AB_3 tuzu çözeltisinde 0,012 mol B^- iyonu bulunduğuna göre, AB_3 tuzunun $K_{çç}$ değeri nedir?

33

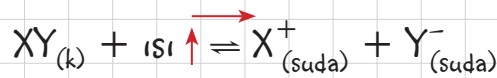
Çözüm:

6.4.2. Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler

Çözünme olayı "benzeyen, benzeyeni çözer" ilkesi ile gerçekleşir. Bu ilkeye göre; Polar maddeler çözücülerde, apolar maddeler ise çözücülerde çözünebilir.

🔴 Sıcaklığın Etkisi

✅ Endotermik tepkimelerde,



Sıcaklık artarsa ($T \uparrow$);

➡ Denge çözünme yönüne (ürünler) kayar.

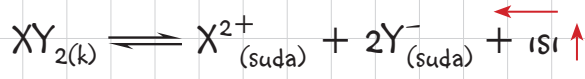
➡ Çözünürlük

➡ $K_{çç}$ değeri Artar.

➡ XY katı kütlesi



✓ Ekzotermik tepkimelerde,



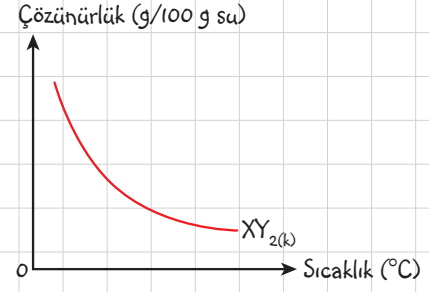
Sıcaklık artarsa ($T \uparrow$);

➔ Denge çökme yönüne (**Girenler**) kayar.

➔ Çözünürlük

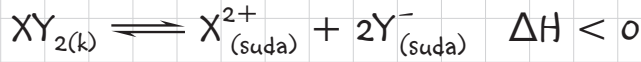
➔ $[X^{2+}]$ ve $[Z^{-}]$ iyon derişimi azalır.

➔ $K_{\text{çç}}$ değeri



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Yandaki kaptaki çözünme denklemini,



şeklinde olan XY_2 tuzu katısı ile dengededir.

Buna göre,

I. X^{2+} iyon derişimi $XY_{2(k)}$ 'nin çözünürlüğüne eşittir.

36 II. Sıcaklık azaltılırsa $XY_{2(k)}$ kütlesi artar.

III. Sıcaklık artırılırsa $XY_{2(k)}$ 'nin çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) artar.

ifadelerinden hangisi yanlıştır?

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

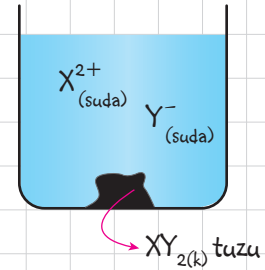
Çözüm:

I. denklemden 1 Molar XY_2 çözüldüğünde 1 Molar X^{2+} oluşacağı görülür. Dolayısı ile derişimler eşittir. (I. yargı doğru)

II. tepkime ekzotermiktir. Sıcaklık azaltılırsa, tepkime ürünlere kayar ve XY_2 kütlesi azalır. (II. yargı yanlış)

III. sıcaklık arttırılırsa, tepkime girenlere kayar ve iyon derişimleri azalır. $K_{\text{çç}}$ çözünürlük çarpımı da azalır. (III. yargı yanlış)

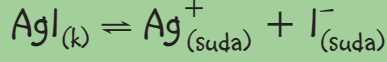
Sonuç: D şıkkı



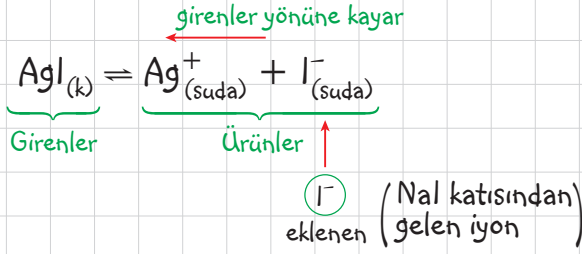
Ortak İyon Etkisi

Bir tuzun sudaki çözünürlüğüne, çözelti içindeki diğer iyonlarda etki eder.

Suda az çözünen katılar, ortak iyon bulunduran çözeltilerde saf suya göre daha az çözünürler. Örneğin;



dengesine sabit sıcaklıkta NaI katısı eklenirse, çözeltide I^{-} iyon derişimi artar. Den-ge, bu iyonu azaltacak yöne doğru (girenler yönüne) kayar.



Sonuç olarak,

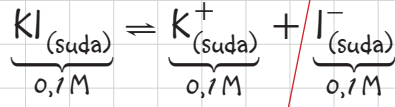
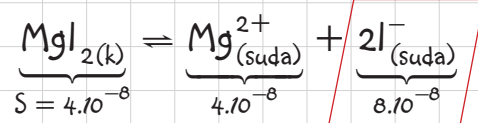
- ▶ $[\text{Ag}^{+}]$ derişimi
- ▶ $[\text{I}^{-}]$ derişimi önce artar sonra bir miktar azalır. Sonuçta, başlangıç derişiminden fazla olacaktır.
- ▶ $\text{AgI}_{(k)}$ miktarı
- ▶ Sıcaklık sabit olduğu sürece $K_{\text{çç}}$ değişmez.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

MgI_2 'nin, 0,1 M'lık KI çözeltisindeki çözünürlüğü $4 \cdot 10^{-8}$ Molardır. Buna göre, aynı sıcaklıkta MgI_2 'nin çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) kaçtır?

Çözüm:



$$K_{\text{çç}} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{I}^{-}]^2$$

$$K_{\text{çç}} = 4 \cdot 10^{-8} \cdot (0,1 + 8 \cdot 10^{-8})^2$$

ihmal edilir.

$$K_{\text{çç}} = 4 \cdot 10^{-8} \cdot (0,1)^2$$

$$K_{\text{çç}} = 4 \cdot 10^{-10} \text{ dur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

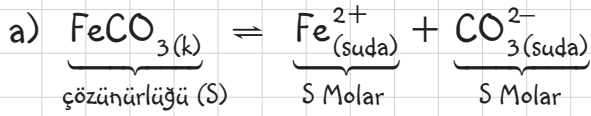
FeCO_3 'ün çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) $3,6 \cdot 10^{-11}$ 'dir.

Buna göre aynı sıcaklıkta,

a) FeCO_3 'ün saf sudaki çözünürlüğü kaç mol/l'dir.

b) FeCO_3 'ün 0,1 molar $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/l'dir?

Çözüm:



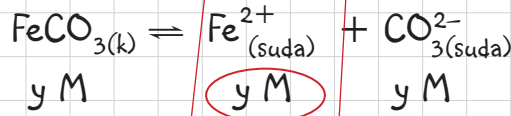
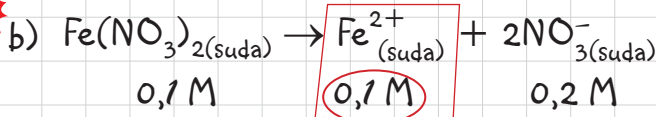
$$K_{\text{çç}} = S^2$$

$$3,6 \cdot 10^{-11} = S^2$$

$$S = 0,6 \cdot 10^{-5} \text{ Molar.}$$

Sonuç: 1 litre saf suda $6 \cdot 10^{-6}$ mol FeCO_3 çözünmüştür.

38



$$K_{\text{çç}} = [\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$3,6 \cdot 10^{-11} = (0,1 + y) \cdot y$$

ihmal edilir.

$$y = 36 \cdot 10^{-11} \text{ mol/litre}$$

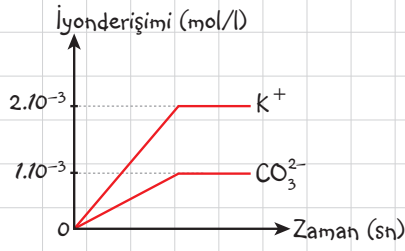
Sonuç: 1 litre $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisinde $36 \cdot 10^{-11}$ mol FeCO_3 çözünmüştür.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

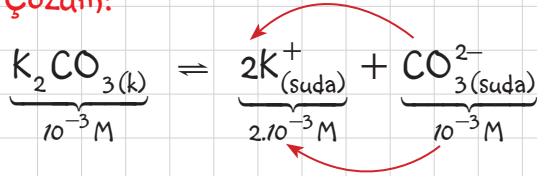


K_2CO_3 tuzunun çözünmesi sırasında suya verdiği K^+ ve CO_3^{2-} iyonlarının derişim - zaman grafiği yanda verilmiştir.

Buna göre, K_2CO_3 tuzunun aynı sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) kaçtır?

39

Çözüm:



$$K_{çç} = [K^+]^2 \cdot [CO_3^{2-}]$$

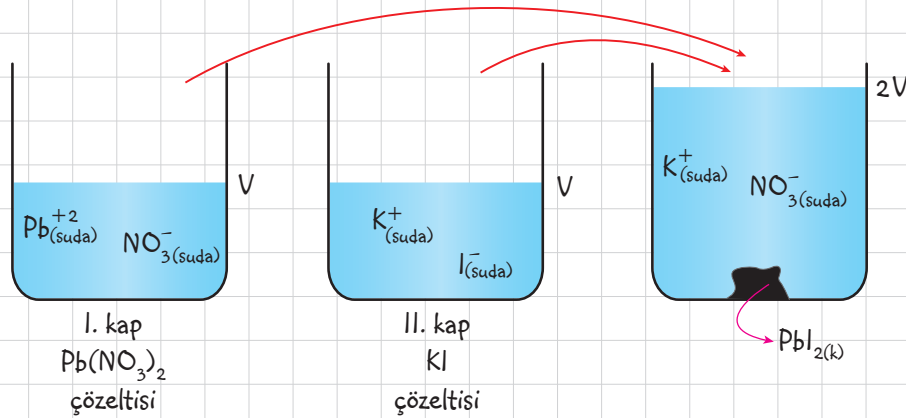
$$K_{çç} = (2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (10^{-3})$$

$$K_{çç} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ dur.}$$

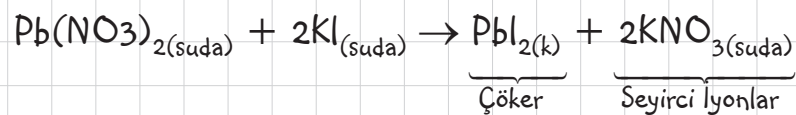
Sonuç: $4 \cdot 10^{-9}$ dur.

6.4.2. Çözeltilerin Karıştırılması ve Çözeltide Çökme Olup Olmadığının Bulunması

İki farklı çözeltinin karıştırılması sonucu bazen çözünürlüğü az olan bir katı oluşabilir. Bu katı çözelti dibine çöker. Buna denir.



I ve II. kaptaki çözeltiler karıştırılınca;



Net iyon denklemini; $Pb^{2+}(suda) + 2I^-(suda) \rightarrow PbI_2(k)$ olur.



Çökmesi beklenen tuzun iyon derişimleri çarpımına K_i dersek, K_i ve $K_{çç}$ karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılır.

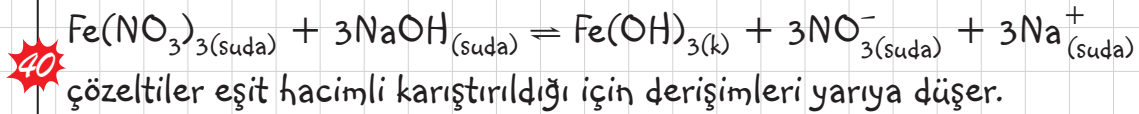
- ★ $K_i = K_{çç}$ ise; ➔ Çözelti doymuştur.
➔ Denge kurulmuştur.
➔ Çökme sınırına ulaşmıştır.
- ★ $K_i \neq K_{çç}$ ise; ➔ Çözelti henüz dengede değildir.
- ★ $K_i > K_{çç}$ ise; ➔ Tuz çöker.
Zaman içinde sistem, dengeye ulaşır.
 $K_i = K_{çç}$ olur.
- ★ $K_i < K_{çç}$ ise; ➔ Tuz çökmez.
Doğun olana kadar tuz eklenirse,
eklenen tuzu da çözer.
Doğunluk sınırı aşılmıca tuz çöker,
 $K_i = K_{çç}$ oluşur ve denge kurulur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

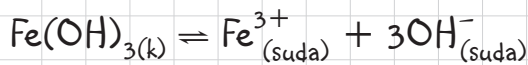
$6 \cdot 10^{-2}$ M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ çözeltisi ile $4 \cdot 10^{-2}$ M NaOH çözeltisi eşit hacimlerde karıştırılıyor. ($\text{Fe}(\text{OH})_3$ için $K_{çç} = 27 \cdot 10^{-36}$)
Buna göre, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ katısı çöker mi?

Çözüm:



$$[\text{Fe}^{3+}] = 6 \cdot 10^{-2} / 2 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 4 \cdot 10^{-2} / 2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$



$$K_i = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = (3 \cdot 10^{-2})(2 \cdot 10^{-2})^3 = 24 \cdot 10^{-8}$$

$$24 \cdot 10^{-8} > 27 \cdot 10^{-36}$$

$K_i > K_{çç}$ olduğu için $\text{Fe}(\text{OH})_3$ çöker.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

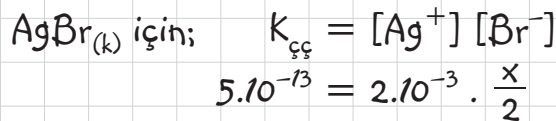
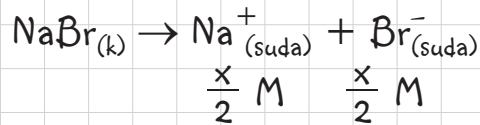
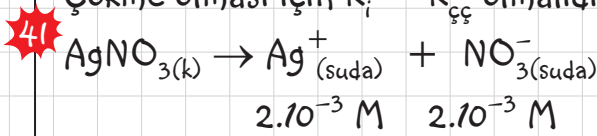
$4 \cdot 10^{-3}$ M AgNO_3 çözeltisi ile eşit hacimde NaBr çözeltisi sabit sıcaklıkta karıştırılıyor. AgBr 'nin çökmeye başlaması için NaBr çözeltisinin başlangıç derişimi en az kaç Molar olmalıdır? (AgBr için $K_{\text{çç}} = 5 \cdot 10^{-13}$)

Çözüm: Çözelti hacimleri eşit olduğu için AgNO_3 ve NaBr derişimleri yarıya iner.

AgNO_3 derişimi $2 \cdot 10^{-3}$ M olur.

NaBr 'nin başlangıç derişimi X ise, karışınca $\frac{X}{2}$ Molar olur.

Çökme olması için $K_i = K_{\text{çç}}$ olmalıdır.



$$x = 5 \cdot 10^{-10} \text{ Molar (Başlangıçta Na Br katısının derişimi)}$$

0,6 M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisinin 200 ml'si ile 0,2 M Na_2CO_3 çözeltisinin 800 ml'si karıştırılıyor. Buna göre çözeltide çökme gerçekleşir mi?

(MgCO_3 için $K_{\text{çç}} = 8 \cdot 10^{-12}$)

Çözüm: Çözeltiler karıştırılırsa,

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,6 \cdot 0,2 = M_2 \cdot 1$$

$$M_2 = 0,12 \text{ M} \Rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$$

$$200 \text{ ml} = 0,2 \text{ l}$$

$$800 \text{ ml} = 0,8 \text{ l}$$

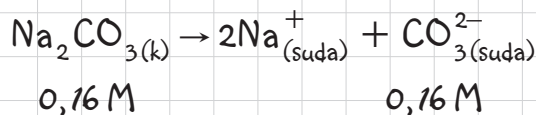
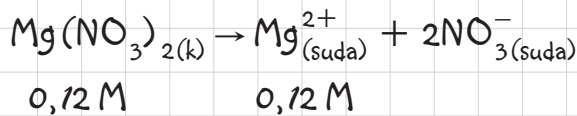
$$V_{\text{toplam}} = 1 \text{ l}$$

42

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,2 \cdot 0,8 = M_2 \cdot 1$$

$$M_2 = 0,16 \text{ M} \Rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$$



MgCO_3 için,

$$K_i = [\text{Mg}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$K_i = 0,12 \cdot 0,16$$

$$K_i = 19,2 \cdot 10^{-3}$$

$$19,2 \cdot 10^{-3} > 8 \cdot 10^{-12}$$

$K_i > K_{\text{çç}}$ olduğu için MgCO_3 katısı

ÇÖKER.

SIRA SİZDE

34 Bir litre $2 \cdot 10^{-5}$ M AgNO_3 çözeltisi ile bir litre $6 \cdot 10^{-5}$ M NaOH çözeltisi karıştırılıyor.
Buna göre, karışımda kaç mol AgOH çöker? (AgOH için $K_{\text{çç}} = 2 \cdot 10^{-12}$)

Çözüm:

35 CuBr_2 'nin belli bir sıcaklıktaki $K_{\text{çç}}$ 'si $4 \cdot 10^{-9}$ dur.
Buna göre aynı sıcaklıkta CuBr_2 'nin,
a) Saf sudaki,
b) $0,1$ M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisindeki çözünlüklerini hesaplayınız.

Çözüm:

36 Doygun $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ çözeltisine;
I. su eklemek,
II. sıcaklığı değiştirmek,
III. aynı sıcaklıkta doymuş $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisi eklemek
işlemlerinden hangileri yapılırsa, hem $K_{\text{çç}}$ hem de çözünlük değişir?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Sabit sıcaklıkta 4 litrelik bir kaba 1,2 mol CO ve 0,8 mol Cl₂ gazları konuluyor. Denge kaptaki 0,2 mol Cl₂ gazı bulunuyor.

Buna göre dengede aynı sıcaklıkta;

$\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(g)}$ reaksiyonunun derişim türünden denge sabiti nedir?

- A) 8 B) 10 C) 12
D) 20 E) 24

2. Sabit sıcaklıkta 2 l'lik reaksiyon kabına 0,8 atm kısmi basınca sahip PCl₃ gazı ve 0,7 atm kısmi basınca sahip Cl₂ gazı konuluyor.

Tepkime aynı sıcaklıkta dengeye ulaştığında kaptaki toplam basınç 1,3 atm olduğuna göre,

$\text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{5(g)}$ reaksiyonunun kısmi basınçlar türünden denge sabiti nedir?

- A) $\frac{4}{3}$ B) $\frac{2}{6}$ C) $\frac{2}{3}$
D) $\frac{1}{6}$ E) $\frac{2}{9}$

3. $aA_{(g)} \rightleftharpoons bB_{(g)}$

tepkimesinde sabit sıcaklıkta denge sabitleri K_c ve K_p arasında,

$K_p = K_c \cdot \frac{1}{(RT)^2}$ eşitliği vardır.

Buna göre,

- I. a = b + 2'dir.
 - II. Tepkime endotermiktir.
 - III. Denge, ürünler yönüne kayarsa basınç artar.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. $\text{C}_{(k)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)}$ K₁ = 2a

$\text{CO}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)}$ K₂ = 3b

olduğuna göre, aynı sıcaklıkta;

$\text{C}_{(k)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)}$ tepkimesinin denge sabiti (K₃) nedir?

- A) 9ab² B) 2a - 6b C) $\frac{4a^2}{3b}$
D) 6ab E) $\frac{2a}{9b^2}$

5. $4X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightleftharpoons 6Z_{(g)}$ ΔH > 0

tepkimesi sabit sıcaklıkta dengede iken dengenin ürünler yönüne doğru kayması için;

- I. katalizör kullanmak,
- II. kaba X gazı ilave etmek,
- III. kabın hacmini azaltmak,
- IV. sıcaklığı arttırmak

etkilerden hangileri tek başına uygulanabilir?

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

6. Standart şartlarda 0,448 gram KOH'ın 200 ml'lik çözeltisi hazırlanıyor.

Bu çözeltinin pH değeri nedir? (KOH = 56 g/mol)

- A) 2,5.10⁻² B) 2,5.10⁻¹²
C) 4.10⁻¹² D) 4.10⁻¹²
E) 1.10⁻¹⁴

ÇÖZÜMLÜ TEST

7. Formik asidin (HCOOH) asit sabiti $K_a = 2 \cdot 10^{-4}$ 'tür. Buna göre 1 litrede 0,23 gram formik asit ile hazırlanan çözeltinin iyonlaşma %'si nedir? ($\text{HCOOH} = 46$)

A) 20 B) 30 C) 40
D) 50 E) 60

8. 2 litre 1,6 M KOH çözeltisini tamamen nötrleştirmek için 0,4 M H_2SO_4 çözeltisinden kaç ml kullanılmalıdır?

A) 4000 B) 2000 C) 1000
D) 750 E) 500

9. 0,5 M'lık NH_3 'ün 0,1 M NH_4Cl çözeltisindeki pH değeri nedir? (NH_3 için $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$)

A) 6 B) 7 C) 8
D) 9 E) 10

10. Ag_2CrO_4 katısının saf sudaki çözünürlük çarpımı $K_{çç} = 4 \cdot 10^{-12}$ 'dir. Buna göre, Ag_2CrO_4 'ün aynı ortamdaki çözünürlüğü kaç mol/l'dir?

A) $1 \cdot 10^{-4}$ B) $2 \cdot 10^{-4}$ C) $4 \cdot 10^{-4}$
D) $1 \cdot 10^{-12}$ E) $2 \cdot 10^{-12}$

11. PbCl_2 'nin, hacimleri ve sıcaklıkları eşit olan üç sıvıda çözünebilme miktarları (S) aşağıdaki gibidir.

Arı su : S_1

1 Molar PbCl_2 çözeltisi : S_2

1 Molar NaCl çözeltisi : S_3

Buna göre, çözünebilme miktarları (S) arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) $S_3 = S_2 < S_1$ B) $S_1 = S_2 = S_3$
C) $S_2 < S_3 < S_1$ D) $S_2 < S_1 < S_3$
E) $S_1 = S_2 < S_3$

12. CaSO_4 için $K_{çç} = 2,5 \cdot 10^{-5}$ 'tir.

Buna göre, CaSO_4 'ün 0,2 M Na_2SO_4 çözeltisindeki çözünürlüğü nedir?

A) $5 \cdot 10^{-3}$ B) $7,5 \cdot 10^{-4}$ C) $1,25 \cdot 10^{-4}$
D) $2,5 \cdot 10^{-4}$ E) $5 \cdot 10^{-4}$

TEST 1

1. Kapalı bir kapta belli sıcaklıkta 1,2 atm basınç yapan O_2 gazı bulunuyor. Sabit sıcaklıkta,
 $3O_{2(g)} = 2O_{3(g)}$
 dengesi kurulduğunda kaptaki toplam basınç 0,9 atm oluyor. Buna göre, tepkimenin kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti (K_c) değeri kaçtır?

- A) 40 B) $\frac{40}{3}$ C) $\frac{20}{3}$
 D) $\frac{20}{9}$ E) $\frac{10}{9}$

2. Kapalı bir kaba 6 mol N_2O gazı konularak,
 $2N_2O_{(g)} = 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$
 tepkimesi başlatılıyor. Belli bir sıcaklıkta sistem dengeye geldiğinde kapta 2 mol $O_{2(g)}$ bulunuyor. Denge anındaki toplam basınç 0,8 atm olduğuna göre K_p 'nin değeri nedir?

- A) 0,4 B) 0,8 C) 1,0
 D) 1,2 E) 1,4

3. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} = 2XY_{(g)}$
 tepkimesinin $20^\circ C$ 'de $K_c = 240$
 $80^\circ C$ 'de $K_c = 102$ 'dir. Buna göre,
 I. Tepkime ekzotermiktir.
 II. $20^\circ C$ 'deki mol sayısı $80^\circ C$ 'denkinden büyüktür.
 III. Tepkimede $K_p = K_c$ 'dir.
 yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. $NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} = NO_{2(g)}$ $K_c = \frac{1}{25}$
 $2NO_{2(g)} = N_2O_{4(g)}$ $K_c = 5$
 olduğuna göre,
 $N_2O_{4(g)} = 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$
 tepkimesinin denge sabiti (K_c) kaçtır?

- A) $\frac{1}{125}$ B) $\frac{1}{25}$ C) $\frac{1}{5}$
 D) 5 E) 125

5. Sabit sıcaklıkta 2 litrelik kaba 1,8'er mol H_2 ve Cl_2 gazları konuluyor.
 $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} = 2HCl_{(g)}$ $K_d = 49$
 Tepkime dengesi kurulduğunda sistemde bulunan gazların mol sayısı toplamı kaçtır?

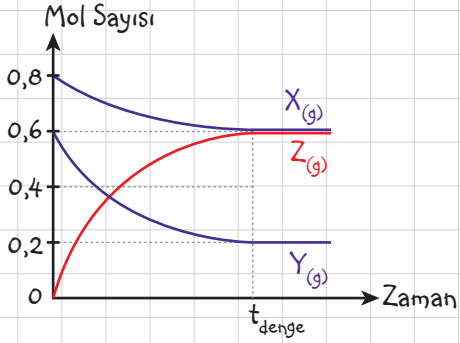
- A) 1,2 B) 1,8 C) 2,4
 D) 3,6 E) 4,2

6. $X_2Y_{(k)} = 2X_{(g)} + Y_{(g)}$
 tepkimesine göre 0,5 mol X_2Y katısı ve 0,2 mol X gazı 1 litrelik kaba konuluyor. Sistem dengeye ulaştığında kapta 0,5 mol gaz bulunduğuna göre denge sabiti (K_c) kaçtır?

- A) $2 \cdot 10^{-3}$ B) $4 \cdot 10^{-3}$
 C) $10 \cdot 10^{-3}$ D) $32 \cdot 10^{-3}$
 E) $64 \cdot 10^{-3}$

TEST 1

7.



100 ml'lik kapta belirli bir sıcaklıkta gaz fazında gerçekleşen denge tepkimesine ait mol sayısı - zaman grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre bu tepkime için aynı sıcaklıktaki K_c değeri nedir?

- A) 1 B) 3 C) 9 D) 12 E) 15

8.

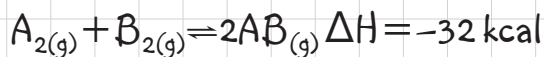
$\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ tepkimesinin belli bir sıcaklıkta denge sabiti $K_c = 4$ 'tür.

2 l'lik bir kaba 1,6 mol CO konularak başlatılan tepkimede CO_2 'nin denge derişiminin 0,4 M olması için kaba kaç mol $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ konulmalıdır?

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

9.

Sabit sıcaklıkta 3 l'lik kapta 0,6 mol A_2 , 0,4 mol B_2 gazları bulunmaktadır.

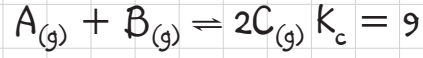


tepkimesine göre, dengeye ulaşıldığında 9,6 kcal ısı açığa çıkmaktadır. Buna göre K_c kaçtır?

- A) 3 B) 5 C) 6 D) 12 E) 24

10.

500 K'de 2 l'lik kapta



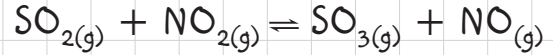
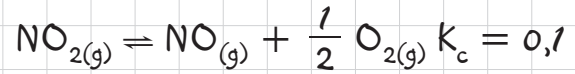
tepkimesine göre, 0,2 mol A,

0,2 mol B ve 0,4 mol C gazları bulunuyor.

Buna göre, tepkime dengeye ulaştığında kaç mol C gazı bulunur?

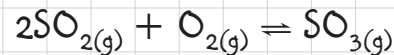
- A) 0,04 B) 0,24 C) 0,48
D) 1 E) 3

11.



$$K_c = 0,4$$

olduğuna göre, aynı sıcaklıkta;



tepkimesinin dengede kalabilmesi için 2 mol SO_2 , 1 mol O_2 ve kaç mol $\text{SO}_{3(g)}$ 1 l'lik kapta bulunmalıdır?

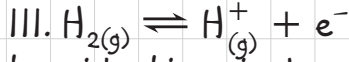
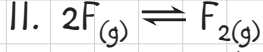
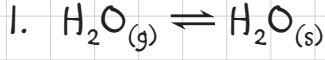
- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 10

TEST 2

1. $\text{NH}_4\text{Cl}_{(k)} \rightleftharpoons \text{NH}_{3(g)} + \text{HCl}_{(g)}$
dengesinin kurulduğu bir kaba aynı sıcaklıkta bir miktar HCl eklenirse, maddelerin derişimi için aşağıdaki-lerden hangisi doğrudur?

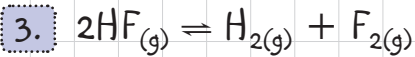
	NH_3	HCl	NH_4Cl
A)	azalır	artar	değişmez
B)	azalır	değişmez	değişmez
C)	azalır	değişmez	azalır
D)	değişmez	değişmez	değişmez
E)	artar	artar	büyür

2. Aşağıda gerçekleşen olaylar denge tepkimesidir. Tepkimeler dengede iken sıcaklık arttırılırsa,



hangi tepkimenin denge sabiti (K_c) artar?

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



Sabit sıcaklıkta 1 litrelik kapta 0,3 mol HF, 0,6 mol F_2 ve 0,6 mol H_2 gazları dengededir.

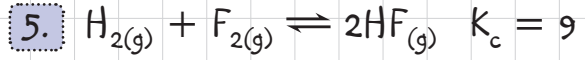
Aynı sıcaklıkta tepkime kabına 0,1 mol HF gazı eklenirse, oluşan yeni dengede H_2 gaz derişimi kaç M olur?

- A) 0,64 B) 0,48
C) 0,32 D) 0,24
E) 0,12

4. V hacmindeki kapta 4 mol NO_2 ve 2 mol N_2O_4 gazları,
 $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$
tepkimesine göre dengede iken kabın hacmi küçültülüyor.

Sabit sıcaklıkta yeniden denge kurulduğunda kapta 3 mol N_2O_4 gazı olduğuna göre son hacim kaç V'dir?

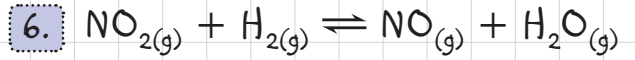
- A) $\frac{V}{4}$ B) $\frac{5V}{4}$ C) $\frac{V}{6}$
D) $\frac{5V}{6}$ E) $\frac{V}{3}$



denge tepkimesine göre 500 ml kapta 0,2 mol H_2 , 0,2 mol F_2 , 1 mol HF gazı bulunmaktadır.

Sistemi dengede iken kapta kaç mol HF bulunur?

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3
D) 0,4 E) 0,5

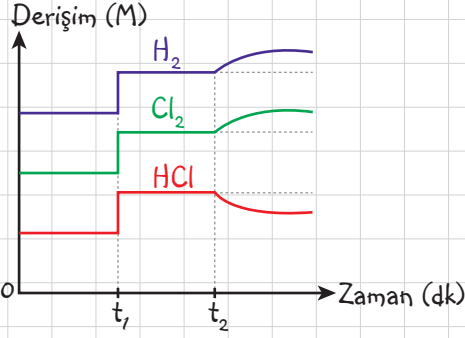


tepkimesi 2 litrelik kapta dengede iken 6 mol NO_2 , 2 mol H_2 , 8 mol NO ve 3 mol H_2O gazları bulunmaktadır. Kaptan kaç mol CO_2 uzaklaştırılırsa CO'nun mol sayısı 7 olur?

- A) 28 B) 14 C) $\frac{28}{3}$ D) $\frac{14}{3}$ E) $\frac{7}{3}$

TEST 2

7.



Yukarıda grafiği verilen;
 $ISI + 2HCl_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$
 denge tepkimesine t_1 ve t_2 anında yapılan etkiler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- | t_1 | t_2 |
|-----------------------|--------------------|
| A) Sıcaklığı azaltmak | Hacmi artırmak |
| B) Sıcaklığı azaltmak | Hacmi azaltmak |
| C) Hacmi azaltmak | Sıcaklığı artırmak |
| D) H_2 gazı ilavesi | Sıcaklığı azaltmak |
| E) Hacmi artırmak | Sıcaklığı artırmak |

8.

Sabit sıcaklıkta 1 litrelik kaptaki
 $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
 denkleminde göre 1 mol PCl_5 , 0,5 mol PCl_3 ve 0,5 mol Cl_2 gazı dengededir. Sıcaklık sabitken dengedeki Cl_2 mol sayısının 0,25 mol olması için kaptaki kaç mol PCl_5 uzaklaştırılmalıdır?

- A) 0,25 B) $\frac{1}{3}$ C) 0,5
 D) 1 E) 1,5

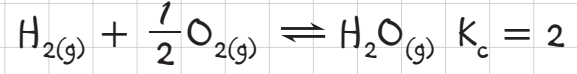
9.

$CO_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $K_c = 4$
 $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $K_c = 9$
 Belirli sıcaklıkta K_c değerleri yukarıda verilen denge tepkimelerine göre,

$CO_{(g)} + SO_{3(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + SO_{2(g)}$
 tepkimesinin denge sabiti K_c nedir?

- A) $\frac{1}{12}$ B) $\frac{1}{10}$ C) $\frac{1}{8}$ D) 8 E) 12

10.



Yukarıda verilen denge tepkimesine göre,

- I. Sıcaklık artırılırsa K_c 'nin değeri küçülür.
 - II. İleri tepkime hızı, geri tepkime hızının 2 katıdır.
 - III. $2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ tepkimesinin K_c değerini $\frac{1}{4}$ 'tür.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

11.

Bir reaksiyon kabına 0,8 atm kısmi basınçlı S gazı ve 0,7 atm kısmi basınçlı O_2 gazı konuluyor. Tepkime dengeye ulaşıldığında kaptaki toplam basınç 1,3 atm olduğuna göre,
 $S_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)}$
 reaksiyonunun kısmi basınçlar türünden denge sabiti K_p nedir?

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

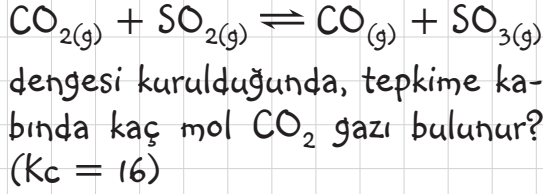
12.

$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightleftharpoons NH_4Cl_{(k)}$
 denge tepkimesine göre, sabit sıcaklıkta kaba bir miktar $HCl_{(g)}$ ekleniyor. Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Denge, ürünler yönüne ilerler.
 B) HCl derişimi artar.
 C) $NH_4Cl_{(k)}$ miktarı artar.
 D) K_c sabitinin değerini değişmez.
 E) $NH_4Cl_{(k)}$ derişimi artar.

TEST 3

1. 1 litrelik bir kapta sabit sıcaklıkta 3 mol CO_2 ve 3 mol SO_2 gazları bulunuyor. Sıcaklık değiştirilmeden;



- A) 1 B) 0,8 C) 0,7
D) 0,6 E) 0,4

2. $2\text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$ tepkimesi kapalı bir kapta dengede iken, sıcaklığı sabit tutulup kabın hacmi küçültülüyor.

Buna göre gazların mol sayıları değişimi nasıl olur?

$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$
A) azalır	artar	azalır
B) artar	azalır	artar
C) azalır	artar	artar
D) artar	artar	azalır
E) artar	azalır	azalır

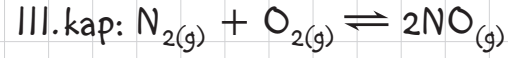
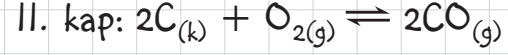
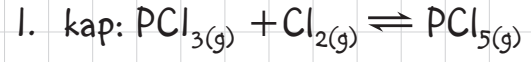
3. $\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{I}_{2(g)} + 2\text{HI}_{(g)}$ $\Delta H < 0$ reaksiyonu 300°K sıcaklığında dengede iken 1 litrelik sabit hacimli kapta 0,8 mol H_2 , 0,2 mol I_2 ve 0,8 mol HI gazları bulunmaktadır.

Tepkime sıcaklığı 500°K 'e getirilip tekrar denge kurulduğunda, kapta 0,4 mol I_2 gazı bulunuyor.

Buna göre tepkimenin 500°K 'deki denge sabiti (K_c) nedir?

- A) 0,8 B) 0,9
C) 1,2 D) 1,5
E) 1,6

4. Sabit sıcaklıkta, sabit hacimli üç ayrı kapta aşağıdaki denge tepkimeleri kurulmuştur.



Buna göre, kap hacimleri arttırılırsa, hangi kaplarda ürünlerin mol sayısı artar?

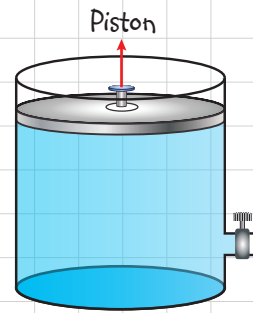
- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) I ve II D) I ve III
E) II ve III

5. $\text{A}_{(k)} + \text{B}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{C}_{(g)}$ tepkimesi dengede iken toplam basınç 3 atm'dir. Sabit sıcaklıkta kapta denge anında 0,2 mol A, 0,2 mol B ve 0,4 mol C gazları bulunur.

Buna göre, tepkimenin kısmi basınca bağlı denge sabiti (K_p) kaçtır?

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

- 6.



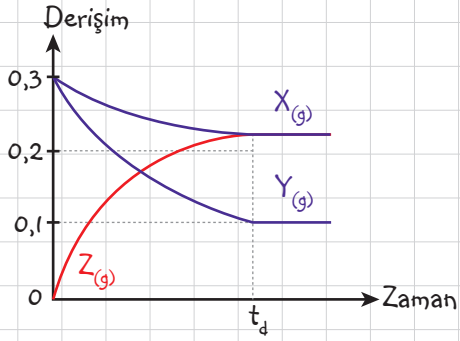
Şekildeki kapta, sabit sıcaklıkta $2\text{X}_{2(g)} + \text{Y}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{XY}_{(g)}$ tepkimesi dengede iken piston üzerine ağırlık konulursa tepkimenin denge sabiti

ve X_2 'nin mol sayısı nasıl değişir?

K_c	$\text{X}_{2(g)}$ mol sayısı
A) değişmez	artar
B) artar	azalır
C) artar	artar
D) azalır	artar
E) değişmez	azalır

TEST 3

7.



Kapalı sabit hacimli bir kaba eşit mollerde X ve Y gazları konularak oluşturulan denge tepkimesinin derişim-zaman grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre, denge sabitinin (K_c) değeri nedir?

- A) 20 B) 12
C) 10 D) 8
E) 5

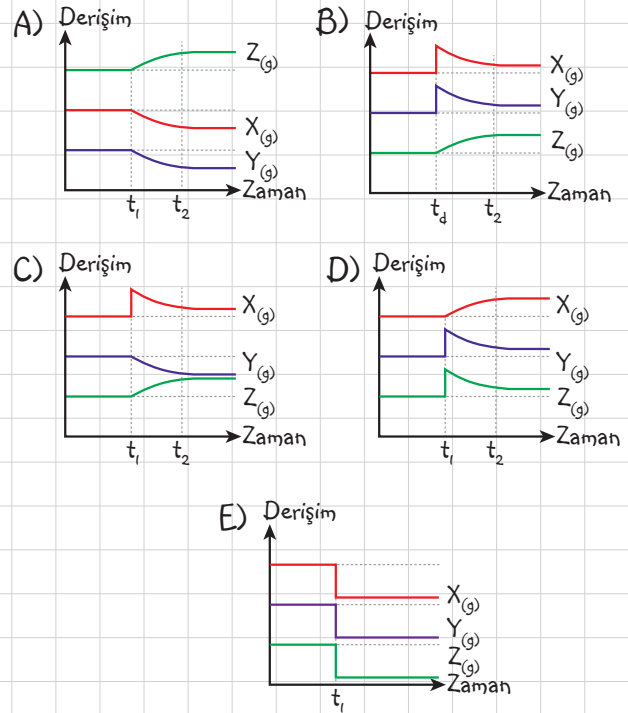
8. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} + 54 \text{ kcal}$ tepkimesi dengede iken, aşağıdaki işlemler ayrı ayrı yapılıyor.

- I. Sistemi ısıtmak,
 - II. Kaptan bir miktar O_2 gazı çekmek,
 - III. Kabın hacmini küçültmek,
- Buna göre, bu işlemler sonucunda tepkimedeki SO_3 gazının mol sayısı her üç durumda nasıl değişir?

I. durum	II. durum	III. durum
A) artar	azalır	artar
B) artar	artar	azalır
C) azalır	azalır	azalır
D) azalır	azalır	artar
E) azalır	artar	artar

9.

$X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)}$ tepkimesi dengede iken tepkime ortamına bir miktar daha X gazı ekleniyor. Yeniden denge oluşuncaya kadar, gazların mol sayılarının zamanla değişimini gösteren grafik aşağıdakilerden hangisidir?



10.

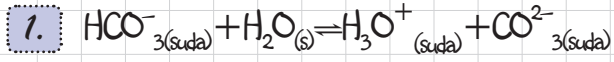
$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ reaksiyonunun T_1 sıcaklığındaki denge sabiti $K_{c1} = 6$ iken T_2 sıcaklığındaki denge sabiti $K_{c2} = 9$ 'dur. $T_1 < T_2$ olduğuna göre bu reaksiyonla ilgili,

- I. Tepkime endotermiktir.
- II. Sıcaklık artışı, dengeyi girenler yönüne kaydırır.
- III. Düşük sıcaklıktaki molekül sayısı daha azdır.

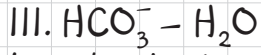
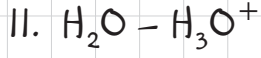
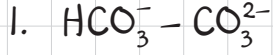
yargılarından hangileri doğrudur?

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

TEST 4



Yukarıdaki tepkimeye göre;



hangileri konjuge asit-baz çiftidir?

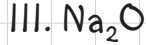
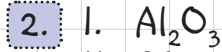
A) Yalnız I

B) I ve II

C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III



Yukarıdaki maddelerden hangilerinin sulu çözeltisi bazik özellik gösterir? (${}_6\text{C}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{13}\text{Al}$)

A) Yalnız I

B) Yalnız III

C) I ve II

D) I ve III

E) II ve III

3. Aşağıdaki maddelerden hangisinin sulu çözeltisi CH_3COOH ile tepkime verir?

A) HCl

B) H_2SO_4

C) SO_2

D) N_2O_5

E) NH_3

4. $\text{pH} = 10$ olan 5 litre KOH çözeltisi hazırlamak için kaç gram KOH katısı suda çözülmelidir? ($\text{KOH} = 56$)

A) $56 \cdot 10^{-4}$

B) $28 \cdot 10^{-9}$

C) $5,6 \cdot 10^{-8}$

D) $28 \cdot 10^{-3}$

E) $0,28 \cdot 10^{-6}$

5. $\text{pH} = 11$ olan 0,2 litre Ca(OH)_2 çözeltisi için,

I. $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-11}$ M'dir.

II. $12,8 \cdot 10^{-3}$ g Ca(OH)_2 çözülmüştür.

III. $[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-4}$ M'dir.

($\text{Ca}: 40$, $\text{O}: 16$, $\text{H}: 1$)

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

D) I ve III

E) II ve III

6. Zayıf bir asit olan HF , 0,25 Molar derişimli çözeltisinde %0,1 oranında iyonlaşmaktadır.

Buna göre, asidin K_a değeri kaçtır?

A) $2,5 \cdot 10^{-8}$

B) $1,25 \cdot 10^{-8}$

C) $2,5 \cdot 10^{-7}$

D) $5 \cdot 10^{-7}$

E) $1,25 \cdot 10^{-7}$

TEST 4

7. NH_3 zayıf bazının 0,5 M'lık çözeltisinin pH'ı 8'dir. Buna göre NH_3 'ün bazlık sabiti (K_b) kaçtır?

- A) $2 \cdot 10^{-12}$ B) $2 \cdot 10^{-8}$
 C) $2 \cdot 10^{-7}$ D) $5 \cdot 10^{-10}$
 E) $5 \cdot 10^{-12}$

8. Zayıf bir asit olan HA'nın sulu çözeltisinin pH'ı 5'tir. Buna göre, asidin iyonlaşma %'si kaçtır? (HA için $K_a = 5 \cdot 10^{-9}$)

- A) 0,05 B) 0,5 C) 1
 D) 10 E) 15

9. $3 \cdot 10^{-4}$ M 200 ml $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sulu çözeltisine $2 \cdot 10^{-4}$ M 200 ml HCl sulu çözeltisi eklendiğinde ortamın pH'ı kaç olur? ($\log 2 = 0,3$)

- A) 3,7 B) 5,3 C) 8,7
 D) 10,3 E) 12,7

10. 200 ml'lik HCN çözeltisinin pH'ı 5'tir. Buna göre, çözeltide kaç gram HCN çözülmüştür? (HCN için $K_a = 1 \cdot 10^{-6}$, HCN = 27 g/mol)

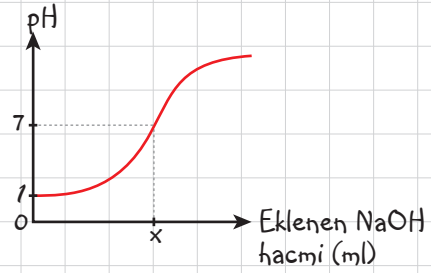
- A) $5,4 \cdot 10^{-6}$ B) $54 \cdot 10^{-5}$
 C) $27 \cdot 10^{-4}$ D) $2,7 \cdot 10^{-2}$
 E) $27 \cdot 10^{-2}$

11. 100 ml 0,05 M $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltisi ile 200 ml 0,2 M HNO_3 çözeltisi karıştırılıyor.

Buna göre, oluşan çözeltinin pH'ı kaçtır?

- A) 13 B) 11 C) 7 D) 3 E) 1

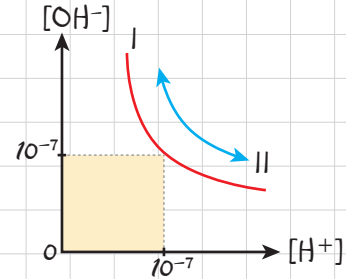
12.



0,1 M 25 ml HCl çözeltisinin 0,05 Molar NaOH çözeltisi ile titrasyonunun pH grafiği yukarıdadır. Buna göre, X kaç ml'dir?

- A) 10 B) 25 C) 40 D) 50 E) 75

13.



25°C 'deki sulu çözeltilerin $[\text{H}^+]$ ve $[\text{OH}^-]$ iyon derişimleri yukarıdaki grafikte verilmiştir.

Buna göre, aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) I yönünde asidik özellik artar.
 B) I yönünde pH azalır.
 C) Taralı bölgenin alanı 25°C 'deki suyun iyon çarpımına eşittir.
 D) II yönünde bazik özellik artar.
 E) II yönünde pOH azalır.

TEST 5

1. $\text{NH}_3(\text{suda}) + \text{HCN}(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{CN}^-(\text{suda})$
tepkimesi için,

- I. Nötrleşme tepkimesidir.
 - II. HCN ile CN^- konjuge asit-baz çiftidir.
 - III. NH_4^+ 'nın konjuge asidi NH_3 'tür.
- Yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. I. Na_2O

II. Na_2O_3

III. CO

III. SO_3

Yukarıdaki maddelerden hangilerinin sulu çözeltisi asidik özellik gösterir? ($_6\text{C}$, $_7\text{N}$, $_{16}\text{S}$)

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

3. Aşağıdaki maddelerden hangisinin sulu çözeltisi NH_3 çözeltisi ile tepkime verir?

- A) HCl B) Na_2O
C) KOH D) Al_2O_3
E) $\text{Mg}(\text{OH})_2$

4. $\text{pOH} = 9$ olan 3 litre HIO_3 çözeltisi hazırlamak için kaç gram HIO_3 katısı suda çözünmelidir? ($\text{HIO}_3 = 176$)

- A) $88 \cdot 10^{-4}$ B) $52,8 \cdot 10^{-5}$
C) $88 \cdot 10^{-5}$ D) $52,8 \cdot 10^{-4}$
E) $27 \cdot 10^{-5}$

5. $\text{pH} = 4$ olan 1 litre NaOH çözeltisi için,

I. $[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-10}$ M'dir.

II. $4 \cdot 10^{-9}$ g NaOH çözülmüştür.

III. $\text{pOH} = 10$ 'dur.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Na: 23 O: 16 H: 1)

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

6. CH_3COOH zayıf asidinin 0,2 M'lik çözeltisinin $\text{pOH}'u 10$ 'dur. Buna göre CH_3COOH 'in asidik sabiti (K_a) kaçtır?

- A) $2 \cdot 10^{-8}$ B) $2 \cdot 10^{-7}$
C) $5 \cdot 10^{-8}$ D) $5 \cdot 10^{-10}$
E) $5 \cdot 10^{-7}$

TEST 5

7. Zayıf bir baz olan CH_3NH_2 (metil amin)'nin sulu çözeltisinin $\text{pOH}'u$ 6'dır.

Buna göre, bazın iyonlaşma %'si kaçtır? ($K_b = 2 \cdot 10^{-10}$)

- A) 0,01 B) 0,02
C) 0,06 D) 0,1
E) 0,2

8. $25^\circ\text{C}'de$ $\text{pH} = 13$ olan 1 litre KOH çözeltisine saf su eklenerek hacmi 5 katına çıkarılıyor.

Buna göre, son durumda çözeltideki $[\text{H}^+]$ iyon derişimi kaç molar olur?

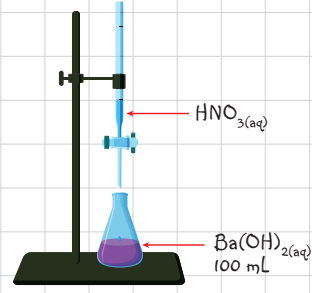
- A) $5 \cdot 10^{-13}$ B) $2 \cdot 10^{-15}$
C) $2 \cdot 10^{-12}$ D) $5 \cdot 10^{-15}$
E) $5 \cdot 10^{-13}$

9. 1,86 g HCOOH asidinin 4 l'lik çözeltisinin pH değeri nedir?

(HCOOH için $K_a = 10^{-8}$)
($\text{H} = 1$ $\text{C} = 12$ $\text{O} = 16$)

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

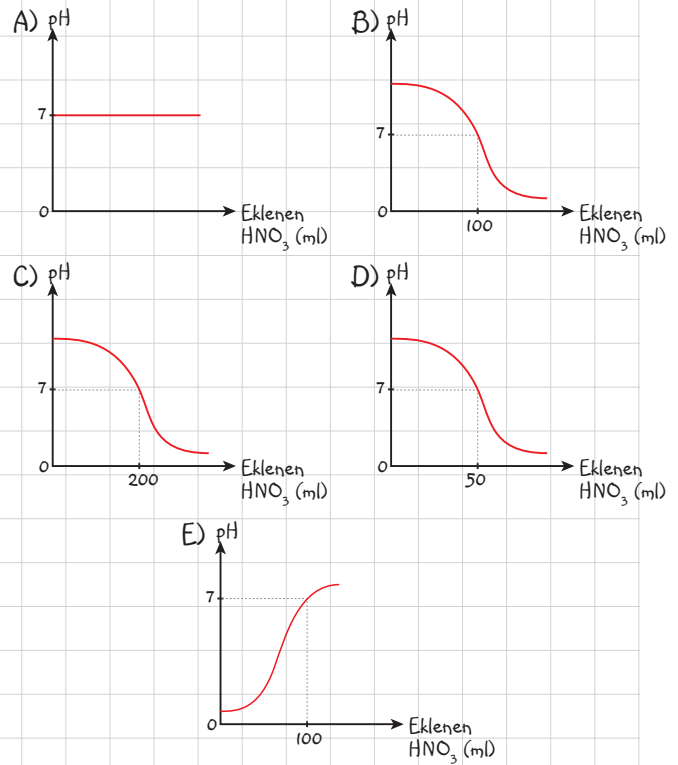
10.



100 ml 0,1 M'lık Ba(OH)_2 çözeltisine, 0,1 M HNO_3 çözeltisi eklenerek titrasyon gerçek-

leştiriliyor.

Buna göre, aşağıdaki grafiklerden hangisi doğrudur?



11. I. HBr ve NaOH

II. H_2SO_4 ve KOH

III. Al(OH)_3 ve H_3PO_4

Molar derişimleri ve hacimleri eşit olan yukarıdaki çözeltiler karıştırılırsa, oluşan karışımların hangileri için $\text{pH} = 7$ olur?

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

TEST 6

1. N.Ş.A'da hacmi 0,112 litre olan NH_3 gazı suda çözünerek 100 ml'lik çözeltisi hazırlanıyor. Bu çözelti için,
 I. $[\text{OH}^-]$ iyon derişimi 10^{-3} M'dir.
 II. $\text{pH} = 11$ 'dir.
 III. Amonyakın iyonlaşma yüzdesi %2'dir.
 yargılarından hangileri doğrudur?
 ($K_b = 2 \cdot 10^{-5}$)

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

2. 0,448 g KOH 'ın 200 ml'lik çözeltisi hazırlanıyor. Bu çözeltideki $[\text{H}^+]$ iyon derişimi kaç molardır?
 ($\text{KOH} = 56$)

- A) $0,25 \cdot 10^{-12}$ B) $1,25 \cdot 10^{-12}$
 C) $2,5 \cdot 10^{-12}$ D) $1,25 \cdot 10^{-13}$
 E) $0,25 \cdot 10^{-11}$

3. 200 ml HCl çözeltisine 300 ml su ilave edilince $\text{pH} = 2$ oluyor. Buna göre başlangıçta HCl çözeltisinin derişimi kaç molardır?

- A) 2,5 B) $5 \cdot 10^{-1}$
 C) $2,5 \cdot 10^{-1}$ D) $5 \cdot 10^{-2}$
 E) $2,5 \cdot 10^{-2}$

4. Formik asidin (HCOOH) iyonlaşma sabiti $K_a = 2 \cdot 10^{-4}$ 'tür. 2 litresinde 0,46 gram formik asit bulunan çözeltisinin $[\text{HCOO}^-]$ iyon derişimi kaç molardır?
 ($\text{H} = 1$ $\text{C} = 12$ $\text{O} = 16$)

- A) 0,1 B) 0,02
 C) 0,2 D) 0,01
 E) 0,001

5.

0,1 M çözelti	pH değeri
X	2
Y	9
Z	12

Yukarıdaki tabloda verilen pH değerlerine göre,

- I. X ve Z çözeltileri nötrleşme tepkimesi verir.
 II. Y çözeltisi zayıf asittir.
 III. Y ve Z çözeltileri karıştırılırsa tuz oluşur.
 yargılarından hangileri doğrudur?

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

6. 0,2 M 500 ml HNO_3 çözeltisi, kaç ml 0,1 M $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ile tam nötrleşme tepkimesi gerçekleştirebilir?

- A) 100 B) 150
 C) 200 D) 250
 E) 500

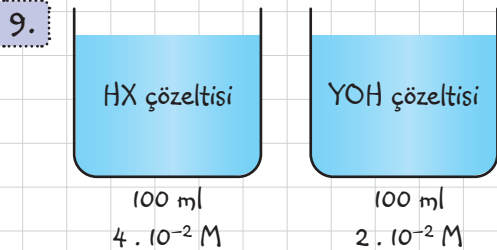
TEST 6

7. 300 ml 0,4 HBr çözeltisi ile, 300 ml KOH çözeltisi karıştırıldığında karışımın pH'ı 13 oluyor. Buna göre, KOH çözeltisinin başlangıç derişimi kaç Molardır?

A) 0,2 B) 0,3
C) 0,4 D) 0,5
E) 0,6

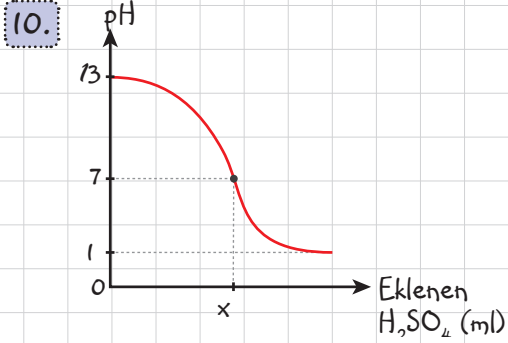
8. I. HNO₃ ve NaOH
II. H₃PO₄ ve KOH
III. HF ve NH₃
Molar derişimleri ve hacimleri eşit olan yukarıdaki çözeltiler karıştırılırsa, oluşan tuzlardan hangileri bazik tuzdur?

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



Yukarıdaki çözeltiler karıştırılınca, oluşan yeni çözeltinin pH değeri nedir?

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



Yukarıda, 100 ml NaOH çözeltisinin H₂SO₄ çözeltisi ile titrasyon grafiği verilmiştir.

Buna göre, x değeri kaç ml'dir?

A) 50 B) 100
C) 150 D) 200
E) 250

11. Aşağıdaki madde çiftlerini içeren çözeltilerden hangisi tampon çözeltilidir?

A) NaOH + HCl
B) CH₃COONa + NH₄Cl
C) NaOH + NH₃
D) HCOOH + HCOONa
E) NH₃ + HNO₃

12. I. H₂PO₄⁻ + H₂O ⇌ H₃PO₄ + OH⁻
II. H₂PO₄⁻ + NH₃ ⇌ HPO₄²⁻ + NH₄⁺
III. H₂PO₄⁻ + 2K⁺ ⇌ K₂PO₄⁻ + 2H⁺
H₂PO₄⁻ iyonu yukarıdaki tepkimelerin hangilerinde asit olarak etki göstermiştir?

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

TEST 7

1. Belli bir sıcaklıkta 0,1 M NaF çözeltisinde AgF katısının çözünürlüğü $1,6 \cdot 10^{-15}$ M olduğuna göre, AgF'nin çözünürlük çarpımı $K_{çç}$ nedir?

- A) $4 \cdot 10^{-10}$ B) $1,6 \cdot 10^{-12}$
 C) $3,2 \cdot 10^{-15}$ D) $1,6 \cdot 10^{-16}$
 E) $2,56 \cdot 10^{-30}$

2. $t^\circ\text{C}$ 'de Li_2SO_4 katısı ile doymun bir çözelti hazırlanıyor. Bu çözeltinin 2 litresinde en fazla kaç g Li_2SO_4 çözülmüştür? ($\text{Li}_2\text{SO}_4 = 110$) ($t^\circ\text{C}$ 'de Li_2SO_4 $K_{çç} = 5 \cdot 10^{-4}$)

- A) 110 B) 55 C) 11
 D) 7,2 E) 5,5

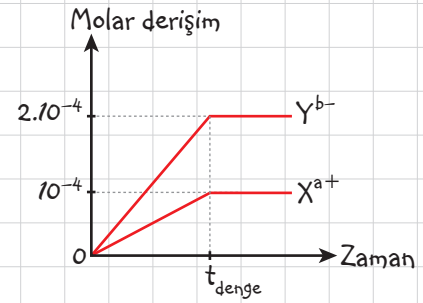
3. 10 l su içerisinde 180 mg AgF katısı atılıp yeterince bekletilirse, kaç mg AgF katısı çöker? (AgF için $K_{çç} = 10^{-8}$, AgF = 127 g/mol)

- A) 70 B) 55 C) 53
 D) 40 E) 25

4. PbCl_2 'nin 0,01 M CaCl_2 çözeltisi içerisindeki çözünürlüğü kaç M'dır? (PbCl_2 için $K_{çç} = 1,6 \cdot 10^{-11}$)

- A) 10^{-6} B) $2 \cdot 10^{-6}$
 C) $4 \cdot 10^{-8}$ D) $8 \cdot 10^{-8}$
 E) $16 \cdot 10^{-8}$

5.



Sabit sıcaklıkta bir katının suya verdiği iyonların derişimindeki değişim grafiği yukarıdadır.

Buna göre;

- I. Tuzun formülü XY_2 'dir.
 - II. $K_{çç}$ değeri $4 \cdot 10^{-12}$ 'dir.
 - III. Tuzun çözünürlüğü 10^{-4} M'dır.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

6.

- I. $\text{XY}_{(k)}$ için, $K_{çç} = 10^{-24}$
- II. $\text{ZY}_{2(k)}$ için, $K_{çç} = 4 \cdot 10^{-21}$
- III. $\text{TY}_{3(k)}$ için, $K_{çç} = 2,7 \cdot 10^{-27}$

Yukarıdaki katıların aynı koşullarda saf sudaki çözünürlükleri aşağıdaki-lerden hangisinde doğru kıyaslanmıştır?

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

7.

43,2 mg CaS katısının tamamen çözünmesi için en az kaç litre su gerekir?

(CaS için $K_{çç} = 4 \cdot 10^{-8}$, Ca: 40, S: 32)

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

TEST 7

7. Belli bir sıcaklıkta 0,06 M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisi ile 0,01 M K_2S çözeltileri eşit hacimde karıştırılıyor. Buna göre oluşan karışım dengeye ulaştığında,

- I. PbS katısı çöker.
 - II. K^+ iyon derişimi 0,01 M'dir.
 - III. S^{2-} iyon derişimi 0,005 M'dir.
- yargılarından hangileri doğrudur? (PbS için $K_{çç} = 10^{-8}$)

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

9. Belli sıcaklıkta 1 litre 0,1 M NaF çözeltisinde en fazla 8,75 mg BaF_2 çözünebiliyor. Buna göre, BaF_2 'nin çözünürlük çarpımı kaçtır? ($BaF_2 = 175$)

- A) $5 \cdot 10^{-13}$
- B) $25 \cdot 10^{-20}$
- C) $16 \cdot 10^{-24}$
- D) 10^{-27}
- E) 10^{-32}

10. PbI_2 katısının 0,02 M NaI çözeltisindeki çözünürlüğü $1 \cdot 10^{-6}$ M ise PbI_2 'nin $K_{çç}$ değeri kaçtır?

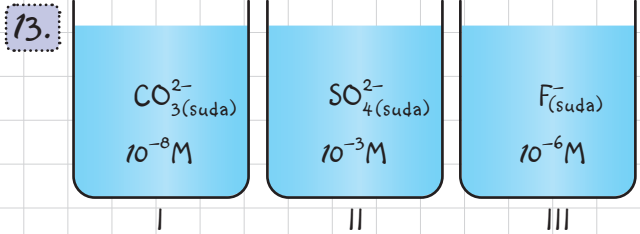
- A) $4 \cdot 10^{-10}$
- B) 10^{-10}
- C) $2 \cdot 10^{-6}$
- D) 10^{-8}
- E) 10^{-4}

11. $PbSO_4$ 'ün saf sudaki çözünürlüğü $2 \cdot 10^{-4}$ M olduğuna göre, $PbSO_4$ 'ün 0,1 M Na_2SO_4 çözeltisindeki çözünürlüğü kaç M olur?

- A) $64 \cdot 10^{-5}$
- B) $32 \cdot 10^{-6}$
- C) $16 \cdot 10^{-7}$
- D) $4 \cdot 10^{-7}$
- E) $4 \cdot 10^{-8}$

12. $AB_{(k)}$ için;
 $50^\circ C$ 'de $K_{çç} = 16 \cdot 10^{-6}$
 $30^\circ C$ 'de $K_{çç} = 9 \cdot 10^{-6}$
 $30^\circ C$ 'deki 200 litre doymuş AB çözeltisi $50^\circ C$ 'ye kadar ısıtılırsa, kaç mol AB katısı daha çözünebilir?

- A) 0,6
- B) 0,5
- C) 0,4
- D) 0,3
- E) 0,2



1'er litrelik yukarıdaki çözeltiler aynı koşullardadır. Aynı sıcaklıkta;
 $CaCO_3$ için $K_{çç} = 10^{-9}$
 $CaSO_4$ için $K_{çç} = 10^{-5}$
 CaF_2 için $K_{çç} = 10^{-11}$ 'dir.
 Kaplara 1'er mol $Ca(NO_3)_2$ tuzu eklenerek çözülüyor.
 Buna göre, hangi kaplarda çökme olur?

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

TEST 8

1. Aynı sıcaklıkta $Zn(OH)_2$ katısının;
- I. Saf suda,
 - II. 0,1 Molar $ZnSO_4$ çözeltisinde,
 - III. 0,1 Molar KOH çözeltisinde
- çözünürlüklerinin karşılaştırılması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

2. Suda az çözünen bazı tuzların çözünürlük çarpımları aşağıda verilmiştir. Buna göre verilen bağlantılardan hangisi yanlıştır?

- Kçç bağıntısı
- A) $AgBr_{(k)}$ $[Ag^+] \cdot [Br^-]$
B) $MgSO_{4(k)}$ $[Mg^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$
C) $Al_2(CO_3)_{3(k)}$ $[Al^{3+}]^2 \cdot [CO_3^{2-}]^3$
D) $Ca(NO_3)_{2(k)}$ $[Ca^{2+}] \cdot [NO_3^-]^2$
E) $Fe_2(SO_4)_3$ $[Fe^{3+}]^3 \cdot [SO_4^{2-}]^2$

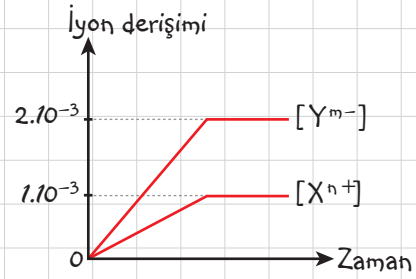
3. $SrSO_4$ tuzunun 5 litrelik doymuş çözeltisinde Sr^{2+} iyon derişimi s molardır. Buna göre,
- I. (5 · S) mol $SrSO_4$ çözülmüştür.
 - II. $SrSO_4$ 'ün çözünürlüğü s molardır.
 - III. Tuzun $K_{çç}$ değeri $\frac{(S) \cdot (S)}{5}$ 'tir.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. CaF_2 için belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) $2 \cdot 10^{-15}$ 'tir. Buna göre CaF_2 'nin, 0,1 M LiF çözeltisindeki çözünürlüğü kaç molardır?

- A) $1 \cdot 10^{-10}$ B) $2 \cdot 10^{-13}$
C) $2 \cdot 10^{-11}$ D) $2 \cdot 10^{-12}$
E) $1 \cdot 10^{-14}$

5.



Yukarıda verilen derişim-zaman grafiğindeki iyonlardan oluşan tuzun aynı sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) aşağıdakilerden hangisidir?

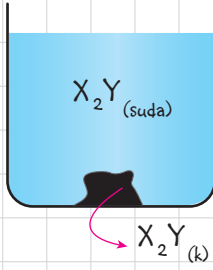
- A) $4 \cdot 10^{-6}$ B) $2 \cdot 10^{-6}$
C) $4 \cdot 10^{-9}$ D) $2 \cdot 10^{-3}$
E) $2 \cdot 10^{-9}$

6. 100 ml'lik $SrCrO_4$ tuzunun doymuş çözeltisinde, 0,204 g $SrCrO_4$ çözüldüğüne göre $SrCrO_4$ 'ün çözünürlük çarpımı nedir? ($SrCrO_4 = 204$)

- A) $1 \cdot 10^{-4}$ B) $2 \cdot 10^{-4}$
C) $1 \cdot 10^{-3}$ D) $1 \cdot 10^{-3}$
E) $2 \cdot 10^{-3}$

TEST 8

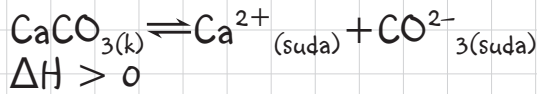
7.



Kaptaki X_2Y doymuş çözeltisi, katısı ile dengededir. Çözelti ısıtıldığında dipteki katı kütlelerinde azalma gözleniyor. Buna göre,

- I. X_2Y katısının çözünmesi ekzotermiktir.
 - II. Sıcaklık arttırılınca, $K_{çç}$ değerinde artma gerçekleşir.
 - III. Çözünürlük çarpımı $K_{çç} = [X^+]^2 \cdot [Y^{2-}]$ 'dir.
- yargılarından hangileri doğrudur?
- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve III D) II ve III
E) I, II ve III

8.



denkleminde göre çözünmektedir.

- I. Çözeltiye $CaCl_{2(k)}$ eklemek
 - II. Çözeltinin suyunu buharlaştırmak
 - III. Çözeltinin sıcaklığını arttırmak
- Hazırlanan $CaCO_3$ doymuş çözeltisine yukarıdaki işlemlerinden hangileri uygulanırsa, $CaCO_3$ 'ün çözünürlüğü azalırken, çözünürlük çarpımı $K_{çç}$ değişmez?
- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) I ve III

9.

X_2Y_n tuzunun saf sudaki çözünürlüğü S mol/l olduğunda çözünürlük çarpımı $10S^5$ şeklindedir.

Buna göre, formüldeki n sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

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

10.

$CaSO_4$ katısı suda ekzotermik olarak çözünmektedir. Buna göre doymuş $CaSO_4$ çözeltisine;

- I. Sıcaklığı arttırmak,
 - II. Su eklemek,
 - III. Na_2SO_4 katısı eklemek
- işlemlerden hangileri uygulanırsa, $CaSO_4$ çözeltisinde $CaSO_4$ katısı çökebilir?

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

11.

Eşit hacimde $2 \cdot 10^{-4}$ M KOH ile derişimi bilinmeyen $Ca(NO_3)_2$ çözeltisi karıştırılıyor.

Çökeltmenin başlaması için başlangıçta $Ca(NO_3)_2$ çözeltisinin derişimi en az kaç Molar olmalıdır?

(Aynı sıcaklıkta $Ca(OH)_2$ için $K_{çç} = 4 \cdot 10^{-14}$)

- A) $8 \cdot 10^{-6}$ B) $4 \cdot 10^{-6}$
C) $4 \cdot 10^{-4}$ D) $8 \cdot 10^{-6}$
E) $2 \cdot 10^{-4}$

12.

Belli bir sıcaklıkta 23 gram PbI_2 'nu çözmek için gereken su miktarı kaç ml dir? (PbI_2 için $K_{çç} = 4 \cdot 10^{-9}$ ve $PbI_2 = 460$ g/mol)

- A) 140 B) 120
C) 90 D) 75
E) 50

TEST 9

1. I. Saf suda
II. 0,2 M CaSO₄
III. 0,1 M Al₂(CO₃)₃
IV. 0,25 M Na₂CO₃

Aynı sıcaklıkta CaCO₃ bileşiğinin yukarıdaki çözeltilerde ve saf su-
daki çözünürlüklerinin kıyaslanması
aşağıdakilerden hangisinde doğru
verilmiştir?

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

2. 50 ml 2 · 10⁻³ M Ba(NO₃)₂ çö-
zeltisi ile 50 ml 4 · 10⁻⁶ M K₂CO₃
çözeltisi karıştırılıyor.

Buna göre,

- I. Çözelti son durumda doymuş çö-
zeltidir.
II. Karışımda BaCO₃ katısı çöker.
III. Ortamda 2 · 10⁻⁷ mol K⁺ iyonu bu-
lunur.

yargılardan hangileri doğrudur?

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

3. Aşağıda çözünürlüğü S mol/l kabul
edilerek çözünürlük sabiti (K_{çç}) he-
saplanmış bileşik formüllerinden han-
gisi yanlıştır?

- | Kçç bağıntısı | Formül |
|---|---|
| A) [Zn ⁺] · [Cl ⁻] ² | ZnCl ₂ |
| B) [Ag ⁺] ² · [CO ₃ ²⁻] | Ag ₂ CO ₃ |
| C) [Mg ²⁺] · [F ⁻] ² | MgF ₂ |
| D) [Al ³⁺] ² · [S ²⁻] ³ | Al ₂ S ₃ |
| E) [Ba ²⁺] ³ · [PO ₄ ³⁻] ² | Ba ₃ (PO ₄) ₂ |

4. CaF₂'ün sulu doymuş çözeltilisindeki
F⁻ iyon derişimi 2 · 10⁻⁴ M'dır.
Buna göre aynı sıcaklıkta CaF₂'ün çö-
zünürlük çarpımı aşağıdakilerden han-
gisidir?

- A) 2 · 10⁻⁸ B) 2 · 10⁻¹⁰
C) 4 · 10⁻¹⁰ D) 4 · 10⁻⁸
E) 4 · 10⁻¹²

5. X₃Y tuzunun saf sudaki çözünürlüğü
S mol/l alınırsa, aşağıdakilerden hangi-
si çözünürlük çarpımı (K_{çç})'dir?

- A) 4S³ B) 27S³
C) S² D) 108S⁵
E) 16S⁴

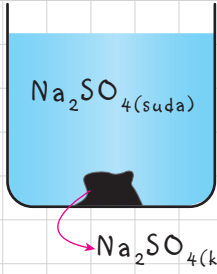
6. AgI katısı için T °C'deki çözünürlük
çarpımı (K_{çç}) 1 · 10⁻⁸'dir.
2 · 10⁻² M AgNO₃ çözeltisi ile eşit
hacimde;

- I. 2 · 10⁻² M NaI çözeltisi,
II. 2 · 10⁻⁴ M KI çözeltisi,
III. 1 · 10⁻⁶ M NaI çözeltisi
karıştırılırsa, yukarıdakilerden hangi-
sinde çökme gerçekleşir?

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

TEST 9

7.



Yandaki doymun çözeltiliye aynı sıcaklıkta BaSO_4 katısı eklenirse,

- I. Na^+ derişimi azalır.
 - II. SO_4^{2-} derişimi artar.
 - III. $K_{\text{çç}}$ değeri değışmez.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

8.

BaSO_4 için çözünlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) $2,5 \cdot 10^{-5}$ 'tir. Buna göre BaSO_4 'ün 0,2 M Na_2SO_4 çözeltilisindeki çözünlüğü aşağıdakilerden hangisidir?

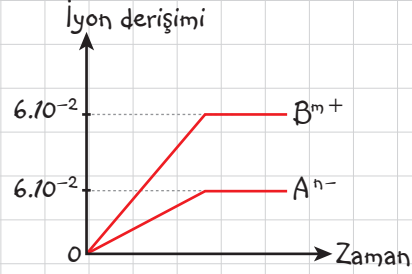
- A) $2,5 \cdot 10^{-4}$ B) $5 \cdot 10^{-2}$
C) $1,25 \cdot 10^{-4}$ D) $2,5 \cdot 10^{-2}$
E) $5 \cdot 10^{-4}$

9.

Eşit hacimde $4 \cdot 10^{-3}$ M NaNO_3 çözeltilisi ile KI çözeltilisi sabit sıcaklıkta karıştırılıyor. Karışımda NaI'nın çökmesi için KI çözeltilisinin en az kaç Molar olması gerekir? (KI için $K_{\text{çç}} = 4 \cdot 10^{-8}$)

- A) $2 \cdot 10^{-6}$ B) $4 \cdot 10^{-6}$
C) $4 \cdot 10^{-5}$ D) $2 \cdot 10^{-5}$
E) $2 \cdot 10^{-8}$

10.



Katı bir bileşğin suda çözünlmesi ile oluşan iyon derişimi-zaman grafiğı yukarıdaki gibidir.

Buna göre,

- I. $K_{\text{çç}}$ değeri $4,32 \cdot 10^{-6}$ 'dır.
 - II. Bileşik formülü AB_3 'tür.
 - III. Sudaki çözünlüğü $2 \cdot 10^{-2}$ molardır.
- yargılarından hangileri doğrudur?
- A) I, II ve III B) II ve III
C) I ve III D) I ve II
E) Yalnız II

11.

Sabit sıcaklıkta NaCl katısı ile doymun tuz çözeltilisi hazırlanıyor. Hazırlanan çözeltili 500 ml olduğuna göre çözeltilide en fazla kaç gram NaCl çözülmüştür?

(NaCl = 58, aynı sıcaklıkta NaCl için $K_{\text{çç}} = 1 \cdot 10^{-2}$)

- A) 1,9 B) 2,9
C) 3,2 D) 3,5
E) 5,8

12.

X_2Y katısı için;

$$30^\circ\text{C}'de \quad K_{\text{çç}} = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

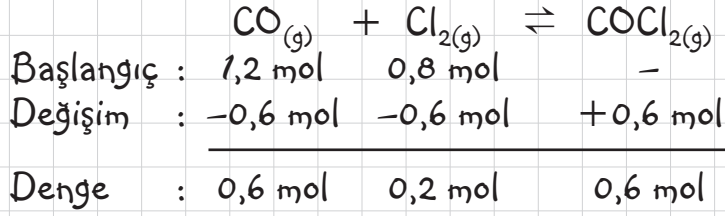
$$10^\circ\text{C}'de \quad K_{\text{çç}} = 4 \cdot 10^{-6}$$

olduğuna göre $10^\circ\text{C}'de$ 100 litre doymun X_2Y çözeltilisi $30^\circ\text{C}'ye$ ısıtılırsa, çözeltilide kaç mol X_2Y katısı çözünebilir?

- A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 0,5

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

1.



$V = 4$ l olduğu için;

$$\text{Dengedeki derişimler: } [\text{CO}] = \frac{0,6}{4} \text{ M}$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{0,2}{4} \text{ M}$$

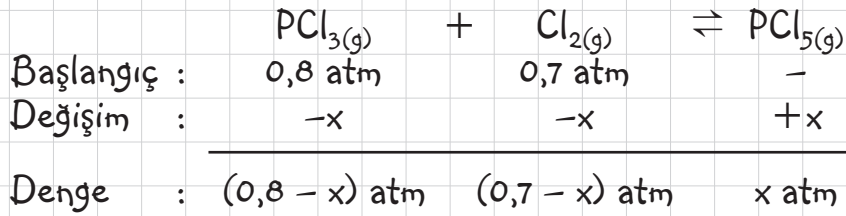
$$[\text{COCl}_2] = \frac{0,6}{4} \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{\left(\frac{0,6}{4}\right)}{\left(\frac{0,6}{4}\right) \cdot \left(\frac{0,2}{4}\right)}$$

$$K_c = \frac{4}{0,2} = 20$$

Yanıt D

2.



$$\text{Toplam basınç: } (0,8 - x) + (0,7 - x) + x = 1,3$$

$$x = 1,5 - 1,3$$

$$x = 0,2 \text{ atm}$$

$$\text{Dengedeki kısmi basınçlar: } P_{\text{PCl}_3} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = 0,7 - 0,2 = 0,5 \text{ atm}$$

$$P_{\text{PCl}_5} = 0,2 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(P_{\text{PCl}_5})}{(P_{\text{PCl}_3}) \cdot (P_{\text{Cl}_2})} = \frac{(0,2)}{(0,6)(0,5)} = \frac{2}{3} \text{ olur.}$$

Yanıt C

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

3. $K_p = K_c \cdot \frac{1}{(RT)^2} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)^{-2}$ 'dir.

Buradan, $\Delta n = -2$ olur.

$$\Delta n = b - a = -2$$

$$a = b + 2$$
'dir.

- I. öncül Doğru

Denge tepkimesinde max. düzensizlik $a > b$ olduğundan girenler yönündedir. min. enerjide ürünler yönünde olur. Yeni tepkime ekzotermiktir.

- II. öncül yanlış

$a > b$ olduğu için denge ürünler yönüne kayarsa basınç azalır.

- III. öncül yanlış

Yanıt A

4. 1. reaksiyon aynı kalır.

2. reaksiyon ise ters çevrilir ve 2 ile çarpılırsa 3. reaksiyon elde edilir.

$$K_3 = 2a \left(\frac{1}{3b} \right)^2 = \frac{2a}{9b^2}$$

Yanıt E

5. I \Rightarrow Katalizör, dengedeki sisteme etki etmez.

II \Rightarrow X gazı ilavesi dengeyi ürünlere kaydırır.

(DOĞRU)

III \Rightarrow $n_{\text{giren}} = n_{\text{ürün}}$

6 mol = 6 mol olduğu için kabın hacminin değişmesi dengeyi etkilemez.

I \Rightarrow Tepkime endotermik olduğu için sıcaklık artışı, dengeyi ürünler yönüne kayar.

(DOĞRU)

Yanıt D

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

6. $n = \frac{m}{M_A} = \frac{0,448}{56} = 0,008 \text{ mol KOH}$

$V = 200 \text{ ml} = 0,2 \text{ l.}$

KOH için derişim,

$M = \frac{n}{V} = \frac{0,008}{0,2} = 0,04 \text{ Molar}$

$[\text{OH}^-] = 0,04 \text{ M}$

$K_{su} = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$

$1.10^{-14} = [\text{H}^+] \cdot 4.10^{-2}$

$[\text{H}^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{4 \cdot 10^{-2}}$

$[\text{H}^+] = 0,25.10^{-12} \text{ Molar}$

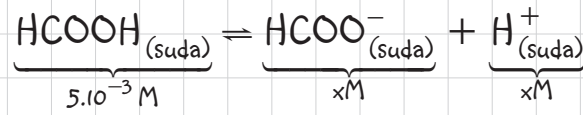
$= 2,5.10^{-12} \text{ M}$

Yanıt B

7. HCOOH için $n = \frac{m}{M_A}$ ise, $n = \frac{0,23}{46} = 5.10^{-3} \text{ mol'dür.}$

$M = \frac{n}{V} = \frac{5.10^{-3}}{1} = 5.10^{-3} \text{ Molar}$

HCOOH aşağıdaki gibi iyonlaşır.



$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$ 'dır.

$2.10^{-4} = \frac{x \cdot x}{5.10^{-3}}$ ise, $x^2 = 1.10^{-6}$

$x = 1.10^{-3} \text{ mol/l'dir.}$

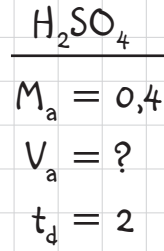
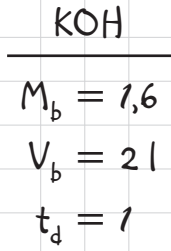
5.10^{-3} molden	$1.10^{-3} \text{ molü iyonlaşıyorsa,}$
100 molden	x

$x = \%20\text{'si iyonlaşır.}$

Yanıt A

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ

8.



Tam nötrleşme için,

$$n_a = n_b \text{ olmalıdır.}$$

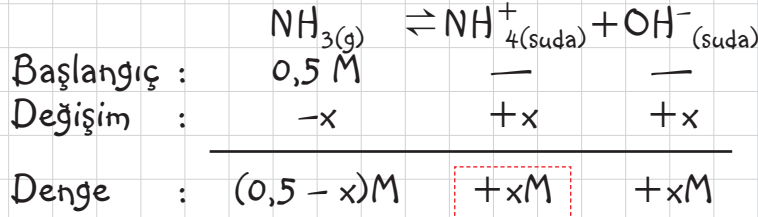
$$M_a \cdot V_a \cdot t_d = M_b \cdot V_b \cdot t_d$$

$$0,4 \cdot V_a \cdot 2 = 1,6 \cdot 2 \cdot 1$$

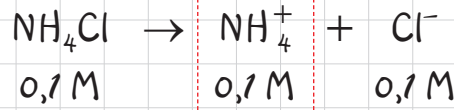
$$V_a = 4\text{ l} = 4000\text{ ml kullanılır.}$$

Yanıt A

9.



(Zayıf bazda %100 çözünme olmaz.)



Tuzda tam çözünme olur.

ortak iyon

NH_4^+ ortak iyondur. NH_3 için K_b 'yi yazarsak,

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot (0,1 + x)}{(0,5 - x)}$$

ihmal edilir

ihmal edilir

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{(x) \cdot (0,1)}{(0,5)} \Rightarrow x = 1 \cdot 10^{-4} \text{ Molar}$$

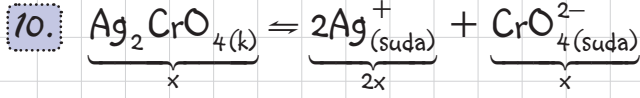
$$[OH^-] = 1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$pOH = 4$$

$$pH = 10 \text{ olur.}$$

Yanıt E

ÇÖZÜMLÜ TEST ÇÖZÜMLERİ



$$K_{\text{çç}} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$4 \cdot 10^{-12} = (2x)^2 \cdot (x)$$

$$4 \cdot 10^{-12} = 4 \cdot x^3$$

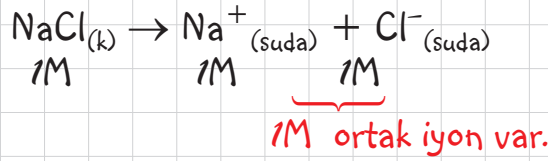
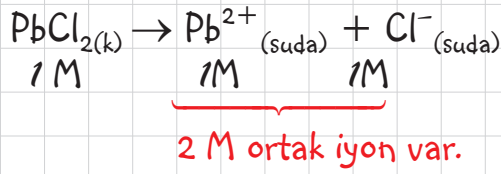
$$x^3 = 1 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l bulunur.}$$

Yanıt A

11. Ortak iyon, çözünürlüğü azaltacaktır.

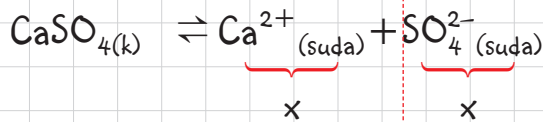
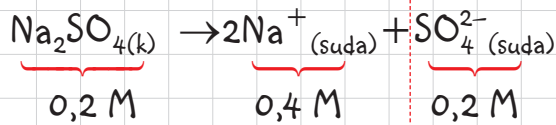
Arı su ile PbCl_2 'nin ortak iyonu yoktur. PbCl_2 diğerlerine göre, en iyi arı suda çözünür.



Buna göre $S_2 < S_3 < S_1$ olur.

Yanıt C

12. CaSO_4 'ün 0,2 M Na_2SO_4 içindeki çözünürlüğü aşağıda bulunmuştur.



Ortak iyon

$$K_{\text{çç}} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$2,5 \cdot 10^{-5} = (x) (0,2 + x)$$

$$x = \frac{2,5}{0,2} \cdot 10^{-5}$$

$$x = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l olur.}$$

ihmal edilir.

Yanıt C

SIRA SİZDE YANITLARI

	<u>Düzensizlik</u>	<u>Enerji</u>
I.		
II. $\text{COCl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$	Ürünler	Girenler
III. $\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$	Ürünler	Girenler
IV. $\text{OF}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 2\text{HF}_{(g)+\text{ısı}}$	Ürünler	Ürünler
V. $\text{KClO}_{3(k)} \rightleftharpoons \text{KCl}_{(k)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)}$	Ürünler	Girenler
VI. $2\text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$	Ürünler	Girenler
VII. $\text{Na}_{(k)} + \text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{NaOH}_{(\text{suda})} + \frac{1}{2}\text{H}_{2(g)}$	Ürünler	Ürünler

<u>2. Homojen Denge</u>	<u>Heterojen Denge</u>
I, IV, VI	II, V, VII

<u>3. Fiziksel Denge</u>	<u>Kimyasal Denge</u>
III	II, IV, V, VI, VII

<u>4.</u>	$\text{NO}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)}$												
Başlangıç :	0,6 mol 0,8 mol - -												
Değişim :	-0,4 mol -0,4 mol +0,4 mol +0,4 mol												
Denge :	<u>0,2 mol</u> <u>0,4 mol</u> <u>0,4 mol</u> <u>0,4 mol</u>												
$V = 2 \text{ l}$	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,1 M</td> <td style="text-align: center;">0,2 M</td> <td style="text-align: center;">0,2 M</td> <td style="text-align: center;">0,2 M</td> </tr> </table>	2	2	2	2	↓	↓	↓	↓	0,1 M	0,2 M	0,2 M	0,2 M
2	2	2	2										
↓	↓	↓	↓										
0,1 M	0,2 M	0,2 M	0,2 M										
$K_c = \frac{[\text{NO}][\text{CO}_2]}{[\text{NO}_2][\text{CO}]}$	$K_c = \frac{(0,2)(0,2)}{(0,1)(0,2)} = 2$												

5. $K_c = \frac{k_{\text{ileri}}}{k_{\text{geri}}}$

$$10^{-5} = \frac{10^{-2}}{k_{\text{geri}}} \Rightarrow k_{\text{geri}} = 10^3$$

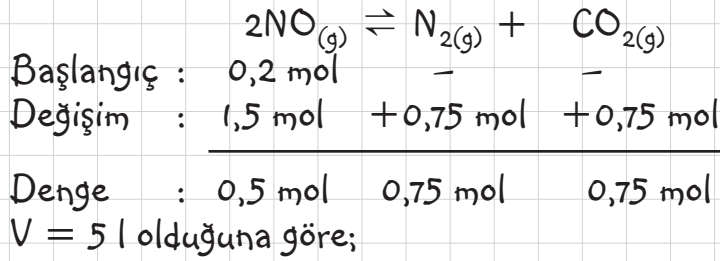
6. $K_c = \frac{[\text{Mg}^{+2}][\text{Fe}^{+2}]^2}{[\text{Fe}^{+3}]^2}$

SIRA SİZDE YANITLARI

7. $NO = 14 + 16 = 30 \text{ g/mol}$

Başlangıçta: $n = \frac{m}{M_A} = \frac{60}{30} = 2 \text{ mol NO gazı varken}$

Dengede: $n = \frac{m}{M_A} = \frac{15}{30} = 0,5 \text{ mol NO gazı vardır.}$



$$[NO] = \frac{0,5}{5} = 0,1 \text{ M}$$

$$[N_2] = \frac{0,75}{5} = 0,15 \text{ M}$$

$$[O_2] = \frac{0,75}{5} = 0,15 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[O_2] [N_2]}{[NO]^2}$$

$$K_c = \frac{(0,15)^{1,5} (0,15)^{1,5}}{(0,1) (0,1)} \text{ sadeleşirse,}$$

$$K_c = 2,25 \text{ olur.}$$

8. Öncelikle harcanan ve oluşan madde derişimlerinden yararlanarak tepkime denklemini bulmalıyız.

Harcanan B gazı $\rightarrow 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ M}$

C gazı $\rightarrow 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ M}$

Oluşan A gazı $\rightarrow 0,4 \text{ M}$

Buna göre tepkime denklemini $2C_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ şeklindedir.

K_c yazılırken t_{denge} anındaki derişimler kullanılır.

$$K_c = \frac{[A]^2}{[C]^2 [B]} \Rightarrow K_c = \frac{(0,4)^2 (0,4)^2}{(0,1)^2 (0,2)} = \frac{16}{0,2} = 80$$

SIRA SİZDE YANITLARI

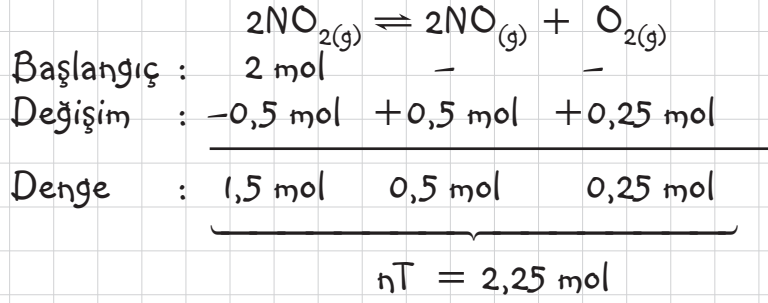
9. $\Delta n = (5 + 1) - 5$ "katıların mol sayısı alınmaz."

$$\Delta n = 1$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^1 \text{ olur.}$$

10.



2 mol NO_2 gazının %25'i
1,5 mol'dür.

2,25 mol \rightarrow 9 atm ise,

1,5 mol \rightarrow 6 atm $\text{NO}_{2(g)}$

0,5 mol \rightarrow 2 atm $\text{NO}_{(g)}$

0,25 mol \rightarrow 1 atm $\text{O}_{2(g)}$

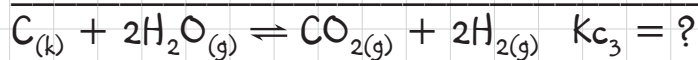
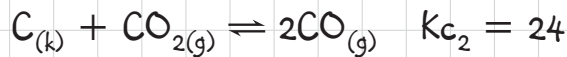
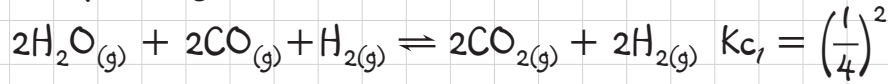
$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}})^2 (P_{\text{O}_2})}{(P_{\text{NO}_2})^2}$$

$$K_p = \frac{(2) \cdot (2) \cdot (1)}{(6)_3 \cdot (6)_3} = \frac{1}{9}$$

$K_c = 2,25$ 'tir.

11. 1. tepkime ters çevrilip 2 ile çarpılır.

2. tepkime aynı kalır.

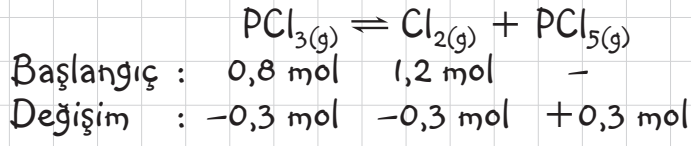


$$K_{c3} = K_{c1} \cdot K_{c2}$$

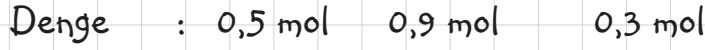
$$K_{c3} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot 24 = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ olur.}$$

SIRA SİZDE YANITLARI

12.



12 mol Cl_2 gazının %25'i
3 mol'dür.



$$K_c = \frac{(0,3)}{(0,5)(0,9)_3} \Rightarrow K_c = \frac{1}{1,5}$$

$$K_p = K_c \cdot (R.T)^{\Delta n} \quad \Delta n = (1) - (2) = -1$$

$$K_p = K_c \cdot (R.T)^{-1}$$

$$K_p = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{(273)}{22,4} \cdot \frac{1}{273} \Rightarrow K_p = \frac{1}{33,6}$$

13.

$$Q_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]}$$

$$Q_c = \frac{(0,2)(0,4)}{(0,8)_2} \Rightarrow Q_c = 0,1 \text{ dir.}$$

$0,125 > 0,1$ yani $K_c > Q_c$ 'dir.

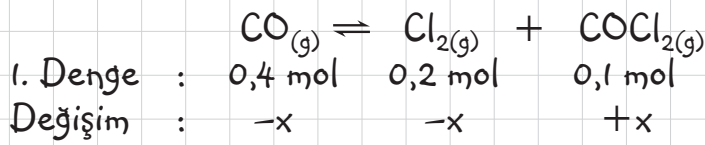
Buna göre tepkime, ürünlere doğru kayar.

14.

$$Q_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$$

$$Q_c = \frac{(0,1)}{(0,4)(0,2)} \Rightarrow Q_c = 1,25 \text{ tir.}$$

$5 > 1,25$ yani $K_c > Q_c$ olduğu için denge, ürünlere doğru kayar.



⇓

$$0,2 - x = 0,03$$

$$x = 0,17 \text{ olur.}$$

2. dengede CO gazı $(0,4 - x) = (0,4 - 0,17) = 0,23$ Molar

COCl_2 gazı $(0,1 + x) = (0,1 + 0,17) = 0,27$ Molar'dır.

SIRA SİZDE YANITLARI

15. Buradaki tepkime, ekzotermik tepkimedir. Denge sabitini büyütmek için öncüllerden sadece sıcaklığı düşürmek uygundur.

Yanıt Yalnız III'tür.

16. Basınç arttırıldığında denge, Le Chateiler ilkesine göre gaz moleküllerinin sayıca az olduğu yöne doğru kayar.

Buna göre,

I. öncülde gaz molekül sayısı eşittir. Denge bozulmaz.

II. öncülde de gaz molekül sayısı eşittir. Denge bozulmaz.

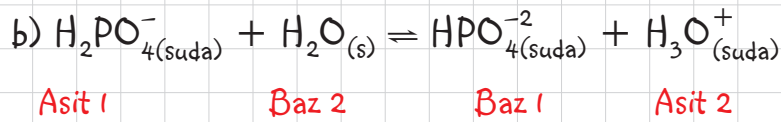
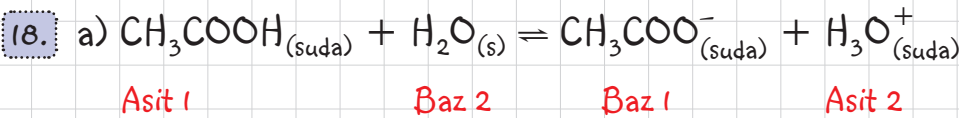
III. öncülde ise gaz molekül sayısı ürünlerde daha azdır. Denge, ürünler yönüne doğru kayar.

Yanıt Yalnız III'tür.

17. I. öncülde, hacim artarsa basınç azalır. Denge girenler yönüne doğru kayar. Yani toplam mol sayısı ARTAR.

II. öncülde, sıcaklık arttırılırsa ekzotermik bir tepkime olduğu için denge girenler yönüne doğru kayar. Toplam mol sayısı ARTAR.

III. öncülde sisteme C gazı ilave edilirse denge, girenler yönüne doğru kayar. Toplam mol sayısı ARTAR.



19. H_2SO_4 bir asittir. Bu yüzden işlemler pH üzerinden yapılır.

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

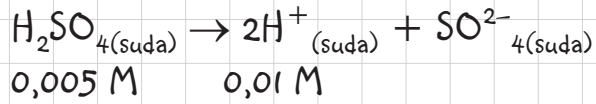
$$\text{pH} = 14 - 12$$

$$\text{pH} = 2$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-2} = 0,01 \text{ M}$$

SIRA SİZDE YANITLARI



$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \cdot V$$

$$n = 0,005 \cdot 2$$

$$n = 0,01 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$n = \frac{m}{M_A} \Rightarrow m = n \cdot M_A$$

$$m = 0,001 \cdot 98$$

$$m = 0,98 \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ kullanılır.}$$

20. $V = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ l}$ Son hacim $100 \text{ ml} \cdot 100 \text{ ml} = 10000 \text{ ml} = 10 \text{ l}$

$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-1} = 0,1 \text{ M}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,1 \cdot 0,1 = M_2 \cdot 10$$

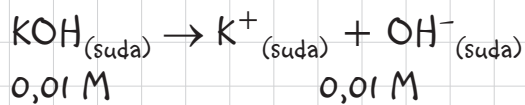
$$M_2 = 10^{-3} \text{ Molar } [\text{H}^+] \text{ olur.}$$

$$\text{Buna göre, } \text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 3$$

21. $n = \frac{m}{M_A} \Rightarrow n = \frac{22,4}{56} = 0,4 \text{ mol KOH}$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow M = \frac{0,4}{40} = 0,01 \text{ M KOH olur.}$$



$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

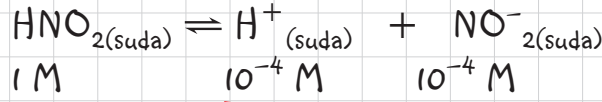
$$\text{pOH} = -\log 10^{-2}$$

$$\text{pOH} = 2$$

SIRA SİZDE YANITLARI

22. $100'$ 'de $0,01$ ise
 1 M x

$$x = 0,0001\text{ M} = 10^{-4}\text{ M} \text{ iyonlaşır.}$$

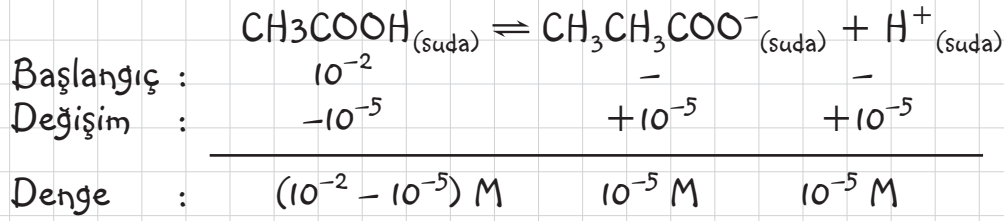


Buna göre $\text{pH} = 4$
 $\text{pOH} = 10'$ dur.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

$$K_a = \frac{(10^{-4})(10^{-4})}{1} = 10^{-8}$$

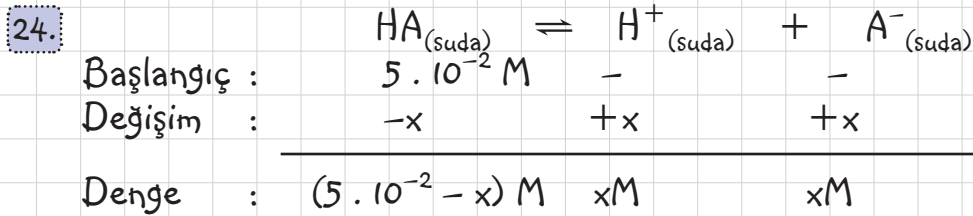
23. $\text{pH} = 5$ $[\text{H}^+] = 10^{-5}\text{ M}$ 'dir.



10^{-2} 'de 10^{-5} ise
 $100'$ 'de x

a.) $x = \frac{100 \cdot 10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-1} = \%0,1$

b.) $K_a = \frac{(10^{-5}) \cdot (10^{-5})}{(10^{-2} - 10^{-5})} = 10^{-8}$ olur.
 \hookrightarrow ihmal edilir.



$$K_a = \frac{x^2}{(5 \cdot 10^{-2} - x)} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = x^2 \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3}$$
 tür.
 \hookrightarrow ihmal edilir.

SIRA SİZDE YANITLARI

$$\frac{5 \cdot 10^{-2} \text{ de}}{100} \quad \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ M iyonlaşıyorsa,}}{x}$$

$$x = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow x = \%10$$

25. $n_{H^+} = M_A \cdot V_A \cdot td$	$n_{OH^-} = M_B \cdot V_B \cdot td$	
$n_{H^+} = 0,04 \cdot 0,3 \cdot 1$	$n_{OH^-} = 0,01 \cdot 0,2 \cdot 1$	$V_T = 0,2 + 0,3$
$n_{H^+} = 0,012 \text{ mol}$	$n_{OH^-} = 0,002 \text{ mol}$	$V_T = 0,5 \text{ l}$

$$n_{H^+} > n_{OH^-} \Rightarrow [H^+] = \frac{n_{H^+} - n_{OH^-}}{V_T} = \frac{0,012 - 0,002}{0,5} = 0,02 \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 2 \cdot 10^{-2} = -(\log 2 + \log 10^{-2}) = -(0,3 - 2) = 1,7$$

26. $[H^+] = 10^{-13} \text{ M}$

$$[OH^-] = 10^{-1} \text{ M}$$

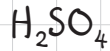
$$pH = 7 \text{ de}$$

$$M_A \cdot V_A \cdot td = M_B \cdot V_B \cdot td$$

$$M_A \cdot 50 \cdot 1 = 10^{-1} \cdot 100^2 \cdot 1$$

$$M_A = 2 \cdot 10^{-1} \text{ molar (0,2 M)}$$

27.



$$n_{H^+} = M_A \cdot V_A \cdot td$$

$$n_{OH^-} = M_B \cdot V_B \cdot td$$

$$n_{H^+} = 0,5 \cdot 0,1 \cdot 2$$

$$n_{OH^-} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 1$$

$$V_T = 100 + 300$$

$$n_{H^+} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{OH^-} = 0,06 \text{ mol}$$

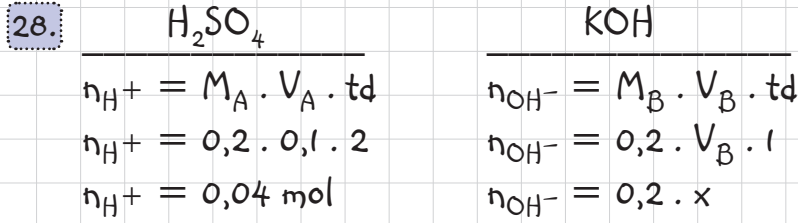
$$V_T = 400 \text{ ml} = 0,4 \text{ l}$$

$$n_{H^+} > n_{OH^-} \Rightarrow [H^+] = \frac{n_{H^+} - n_{OH^-}}{V_T} = \frac{0,1 - 0,06}{0,4} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{Buna göre, } pH = 1$$

$$pOH = 13 \text{ tür.}$$

SIRA SİZDE YANITLARI



$$p\text{OH} = 1 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ M} \quad V_T = (0,1 + x) \text{ litre}$$

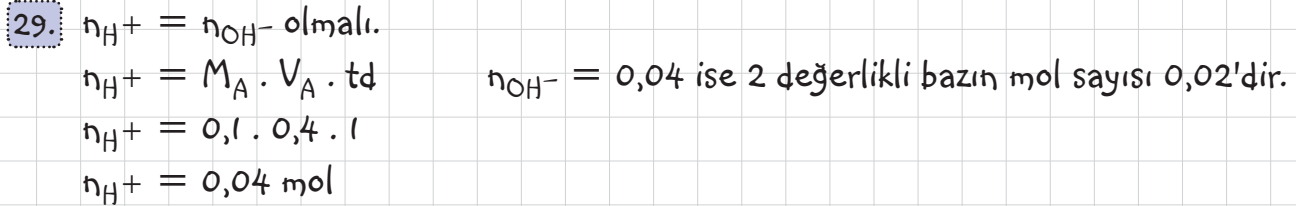
$$[\text{OH}^-] = \frac{n_{\text{H}^+} - n_{\text{OH}^-}}{V_T}$$

$$0,1 \cdot (0,1 + x) = 0,2x - 0,04$$

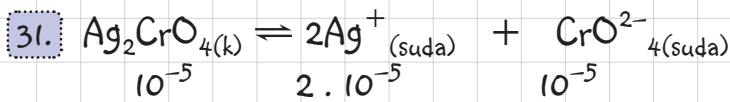
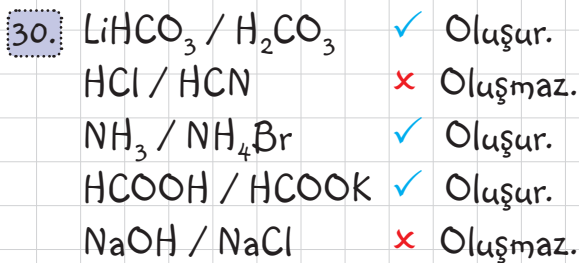
$$0,01 + 0,1x = 0,2x - 0,04$$

$$0,1x = 0,05$$

$$x = 0,5 \text{ l}$$



$$n = \frac{m}{M_A} \Rightarrow M_A = \frac{m}{n} = \frac{2,24}{0,02} = 112 \text{ g/mol}$$



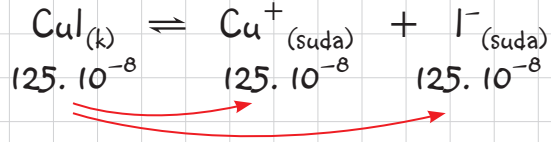
$$K_{\text{çç}} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$K_{\text{çç}} = (2 \cdot 10^{-5})^2 \cdot (10^{-5}) = 4 \cdot 10^{-5}$$

SIRA SİZDE YANITLARI

$$32. \quad n = \frac{m}{M_A} = \frac{0,00955}{191} = 5 \cdot 10^{-5}$$

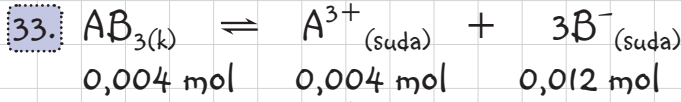
$$M = \frac{n}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{40} = 125 \cdot 10^{-8}$$



$$K_{\text{çç}} = [\text{Cu}^+] \cdot [\text{I}^-]$$

$$K_{\text{çç}} = (125 \cdot 10^{-8})^2$$

$$K_{\text{çç}} = 1,56 \cdot 10^{-12}$$



$$\text{A}^{+3} \text{ iyonu} = \frac{0,004}{0,4} = 0,01 \text{ M}$$

$$\text{B}^- \text{ iyonu} = \frac{0,012}{0,4} = 0,03 \text{ M}$$

$$K_{\text{çç}} = [\text{A}^{3+}] \cdot [\text{B}^-]^3$$

$$K_{\text{çç}} = (1 \cdot 10^{-2})^2 \cdot (3 \cdot 10^{-2})^3$$

$$K_{\text{çç}} = 27 \cdot 10^{-7}$$

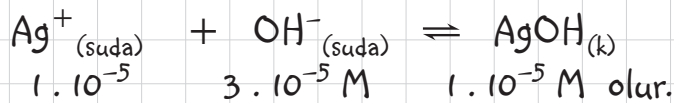
34. Çözeltiler eşit olduğu için derişimler yarıya düşer. Derişimler,

AgNO₃ için 1 · 10⁻⁵ M

son hacim

NaOH için 3 · 10⁻⁵ M olur.

$$V_T = 11 + 11 = 21$$

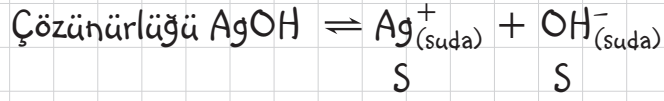


$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \cdot V$$

$$n = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 2$$

$$n = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol'dür.}$$

SIRA SİZDE YANITLARI



$$K_{\text{çç}} = S^2$$

$$S^2 = 2 \cdot 10^{-12}$$

$S = 1,4 \cdot 10^{-6}$ molar çözünür 1 litrede

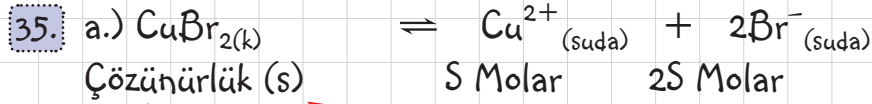
2 litrede $2,8 \cdot 10^{-6}$ mol çözünür.

çözünmeyen AgOH miktarı ise

$$20 \cdot 10^{-6}$$

$$2,8 \cdot 10^{-6}$$

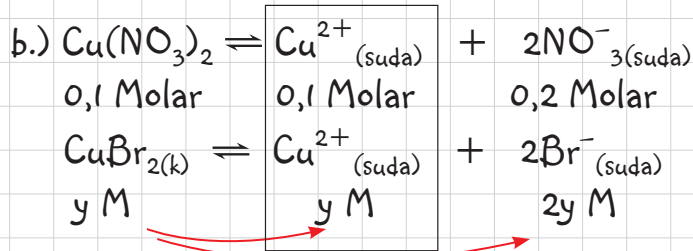
$$\hline 17,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol'dür.}$$



$$K_{\text{çç}} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{Br}^{-}]^2$$

$$K_{\text{çç}} = (S) \cdot (2S)^2 \Rightarrow 4 \cdot 10^{-9} = 4S^3$$

$$S = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Molar'dır.}$$



CuBr₂ için;

$$K_{\text{çç}} = [\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{Br}^{-}]^2$$

$$4 \cdot 10^{-9} = (0,1 + y) (2y)^2$$

İhmal edilir.

$$4 \cdot 10^{-9} = 0,1 \cdot 4y^2$$

$$y^2 = 1 \cdot 10^{-8}$$

$$y = 1 \cdot 10^{-4} \text{ Molar'dır.}$$

36. $K_{\text{çç}}$ sadece sıcaklık ile değişir. Dolayısıyla yanıt Yalnız II'dir.

TEST YANIT ANAHTARLARI

ÜNİTE 1: MODERN ATOM TEORİSİ

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	A	D	D	C	E	D	D	A	E	D	A

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	E	D	A	B	E	E	A	E	B	C	B	D	D

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	E	C	A	B	B	A	D	C	E	B	D

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	A	C	C	D	E	D	C	D	A	C	A

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	E	D	A	B	D	A	E	C	B	D	B

ÜNİTE 2: GAZLAR

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	C	E	E	B	C	B	D	C	D		

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	C	D	C	E	C	B	E	D	A	D	

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	E	C	B	D	D	B	B	B	B	E	

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	E	D	D	B	E	E	D	E	E		

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	B	B	A	B	C	A	E	B	D	D	

ÜNİTE 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	A	E	A	D	B	C	?	E	A	A	

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	C	E	D	A	?	E	D	E	E	D	D

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	A	C	?	E	C	C	A	B	A	D	E

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	C	E	B	D	C	D	A				

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	C	B	E	A	?	B	E	D	C		

ÜNİTE 4: KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	B	E	C	D	B	E	B	A	E		

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	B	E	C	C	A	E	E	D	C		

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	C	D	E	B	B	E	E	C			

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	D	B	A	D	E	B	C	A	E		

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	A	D	E	B	C	B	A	A	D		

ÜNİTE 5: KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	E	C	D	B	D	C	E	B	C		

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	E	E	C	D	A	C	B	E	B		

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	A	A	C	D	E	C	D	C	D		

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	E	D	C	A	C	B	D	A			

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	C	E	B	E	E	D	A				

ÜNİTE 6: DENGE

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	B	C	E	D	C	C	A	D	C	D	

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	C	A	C	C	D	C	D	A	E	A	E

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	E	B	B	D	E	A	D	C	C	C	

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	B	E	D	B	C	A	A	D	B	E	D	C

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	C	A	D	E	C	B	A	C	D	C	

Test 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	E	A	E	E	A	D	E	B	D	A	D	B	
Test 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	D	C	C	C	A	C	E	B	A	A	D	E	B
Test 8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	D	E	B	B	C	A	D	A	C	C	A	E	
Test 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	D	B	D	D	B	E	E	C	C	A	B	B	

ETKİNLİK YANITLARI

Etkinlik yanıtları sayfanızın başlangıç noktasından sonuna doğru sıralı olarak verilmiştir.

- S.5 yörüngelerde / endotermik / ekzotermik
S.6 orbital
S.10 düşük / artar. / büyütür
S.12 yarı / küresel simetri
S.14 kopma
S.15 alarak / aynı / dış / değerlik
S.20 kimyasal / periyot / grup / bloktan
S.21 pozitif
S.23 metallerdir
S.25 Geçiş / katı / iyi / yüksektir. / yüksektir.
S.26 İç geçiş / lantanitler / aktinitler / H_2
S.27 lantanitler / hacmini / molekülde
S.28 hacmi / çeker
S.29 nötr / hacmi
S.30 artar. / azalır. / artar.
S.32 alması / veren / alan / artar. / azalır.
S.33 verme / artar. / azalır. / artar. / azalır. / artar. / azalır.
S.36 verdiği / 2^+ / ortak
S.57 boşluklar / hacim / şekilleri
S.58 titreşim / öteleme / dönme / küçük / değişmez.
S.59 termometre / doğru
S.60 1 mol / molekül (mol) kütlesi
S.62 kuvvet / atmosfer basıncı (1 atm)
S.63 şekline / kesatine / doğru / açık hava basıncına
S.64 yüksekliği (h) / manometre / manometre
S.68 enerjiye / kinetik teori / ihmal / kinetik enerji / artar.
S.69 hızlı / eşittir / ters / doğru
S.73 arttığını / ters
S.74 artar / artar
S.77 kinetik enerjisini / hacminin / hareketsiz / kinetik enerjilerinin
S.78 değişmez / azalır. / artar.
S.80 mutlak sıcaklığı / değişmez. / değişmez.
S.81 artar
S.82 hacimleri / mol sayıları
S.83 değişmez. / değişmez. / değişmez.

- S.84 basınçları / mol sayısı / artar. / azalır. / değişmez.
- S.88 ideal gaz denklemi / gerçek gaz / ideallığe yaklaşır.
- S.89 genel gaz denklemine
- S.90 gazın kütlesine / sabitken / yoğunlukta
- S.91 değişim / sıcaklık arttıkça / azalır.
- S.92 mol sayısı / kütle / hacim / hacim
- S.93 Hacim
- S.95 kısmi / toplam basıncı
- S.96 mol kesri
- S.97 difüzyon / homojen
- S.100 su / su buharında / suyun / artar. / değişmez.
- S.101 artar. / değişmez.
- S.104 gerçek gazlar / düşük basınç / yüksek sıcaklıkta / ideal gazlar / gerçek gazlar
- S.105 sıvılaştırılabilir. / kritik sıcaklık (T_c) / kritik basınç / buhar / gaz
- S.106 soğutucu akışkanlar / vermemelidir. / olmamalıdır. / buhar
- S.107 iç (öz ısısından) enerjisinden / faz / faz diyagramları / basınç
- S.108 düşmesine
- S.129 çözücü / çözünen / iletmez / iletir
- S.130 seyreltik / derişik
- S.140 yükselmesi / düşer
- S.141 yüksektir. / artar. / A / B
- S.143 düşüktür. / donma / A / B
- S.146 seyreltik / derişik
- S.147 su / polar / apolar / artırır / artırır / azaltır / ekzotermiktir.
- S.148 etkilemez. / artırır. / azalır. / azalır. / artırır. / değiştirmmez. / artırır. / değiştirmmez. / artırır / artırır.
- S.165 toplam enerjisini / endotermik (ısı alan) / ekzotermik (ısı veren) / tepkime ısı / tepkime entalpisi / endotermik tepkime
- S.166 Ekzotermik tepkime / negatif
- S.168 büyük olduğu / pozitifdir / kendiliğinden
- S.169 küçük / girenler
- S.170 büyüktür. / istemlidir / gerçekleşir.
- S.173 oluşum entalpisi (oluşum ısı) / standart oluşum entalpisi (standart oluşum ısı) / "sıfır" / molar entalpi / 25 °C / 1 atm
- S.174 en kararlı / en kararlı
- S.175 standart entalpisi / standart tepkime entalpisi
- S.177 "Yanma Entalpisi" / "erime entalpisi" / Çözünme Entalpisi / Yanma Entalpisi / Nötrleşme Entalpisi / Hâl Değişim Entalpisi
- S.179 kovalent bağ / gaz / kısalдықça / sağlam / tepkimenin entalpisi

- S.183 Hess yasası / eşit
- S.199 hızda / yavaş / hızlı / çarpışmalar / çarpışma teorisi / aktifleşme enerjisi / eşik enerjisi / etkin çarpışma
- S.200 aktifleşmiş kompleks / aktivasyon enerjisi / geri tepkime / geri tepkimenin aktifleşme enerjisi
- S.201 büyüktür
- S.205 hacim / elektrik iletkenliği / hacmi / azalma / Renk değişimi / azalması / çökelek oluşumu
- S. 206 tepkime hızı
- S. 207 doğru
- S.209 çarpışma sayısı / ortalama tepkime hızı / tepkime hızı / gaz / hız bağıntısı / mekanizmalı tepkime
- S.210 tepkimenin mertebesi (derecesi) / gazlar / sulu çözeltiler
- S.211 en yavaş / derecesi / toplamıdır. / yer almaz.
- S.216 bağların sayısı
- S.219 değiştirerek / negatif katalizör / katalizördür / net
- S.220 hızlandırır. / değiştirmez. / temas yüzeyi
- S.239 tersinir tepkimeler / hızı da / eşitlenir. / zıt / değildir.
- S.241 sıcaklıkta
- S.245 değildir. / ters orantılı
- S.247 doğru
- S.250 dengededir. / denge kurulması / artmalıdır.
- S.253 yapılmadığı / Le Chatelier
- S.254 azalır / artar. / artar. / azalır.
- S.256 Ürünlerin / girenlerin
- S.257 azalırken / artar.
- S.260 etkilemez / azaltacak / artırıcı
- S.263 değişmez. / değişmez.
- S.265 asit / baz / uymaktadır.
- S.266 hidronyum / konjuge asit – baz çifti / alıcıdır.
- S.268 kuvvetli / elektriği
- S.269 artar / artar / artar
- S.270 artar
- S.271 Kuvvetli asit-baz / iletkenliğe / bazlık
- S.279 Nötrleşme Tepkimeleri
- S.280 titrasyon / renk / bittiği
- S.284 hidroliz / anyonunun
- S.285 %100 / hidroliz / bazik
- S.287 tampon çözelti / bazik tampon

S.288 çökme meydana / eşit / tuzlar / Endotermik

S.291 polar / apolar / artar / azalır

S.292 azalır / azalır

S.293 azalır / artar

S.295 çökelek

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

