

# 11. SINIF

## KİMYA SORU BANKASI

KONU  
ÖZETLİ

- MEB Müfredatına Uygun
- Okula Yardımcı
- Sınavlara Hazırlık
- Kazanım, Alıştırma ve Sınav Testleri
- 1350 Soru

qıtap  
YAYINLARI



**Genel Yayın Yönetmeni**

Mehmet Şirin BULUT

**Dizgi ve Kapak Tasarımı**

Qıtap Dizgi & Grafik Birimi

**Baskı ve Cilt**

Qıtap Yayıncılık San. Tic. A.Ş.

**Sertifika:** 71316

**ISBN:** 978-625-99388-5-1

**İletişim**

Dumlupınar Mah. Behramkale Cad. No: 9 PK: 16285 Görükle, Nilüfer/Bursa

**Telefon:** 444 99 16

**İnternet:** [www.qitapyayinlari.com](http://www.qitapyayinlari.com)

**Mail:** [info@qitapyayinlari.com](mailto:info@qitapyayinlari.com)

Bu eserin her hakkı saklı olup tüm hakları Qıtap Yayıncılık San. Tic. A.Ş.'ye aittir. Bu eserden kısmen de olsa alıntı yapılamaz, metin ve soruları aynen veya değiştirilerek elektronik, mekanik, fotokopi ya da başka türlü bir sistemle çoğaltılamaz, depolanamaz.®

## ÖN SÖZ

Değerli Öğrenciler,

Ülkemizde eğitim sisteminin temel amacı; sorun çözen, sorunu anlama yeteneği gelişen, sistematik ve girişimci öğrenciler yetiştirebilmektir. Bu doğrultuda hazırlanan müfredatlar öğrencilerin gelişimini destekleyecek ve gelecek çağa ayak uydurmalarına yardımcı olacak şekilde geliştirilmektedir.

Millî Eğitim Bakanlığının (MEB) sınav sistemi de bu dinamik ve gelişen öğretim yönetmeliklerinden etkilenmektedir. MEB, zamanın gerekliliklerini karşılayabilecek analitik düşünme gücüne sahip, yaratıcı ve motivasyon sahibi bireylerin kendini daha iyi ifade edebilmesine olanak tanıyacak ve zamanla daha çok öğrenciyi merkeze alan Yeni Nesil sorularıyla bu gelişim sürecine şekil vermektedir.

Kitap Yayınları olarak bu ilerleme çağında yeni, dinamik ve deneyimli öğretmen kadromuzla karşınızdayız. Güncel içeriklerimiz ile iddialı ve ilerlemeye kararlı öğrencilerimiz için soru pratiği ve bilgi pekiştirme fırsatı sunuyoruz. Yeni sisteme uygun, MEB sorularının temelini oluşturan soru köklerinin yanı sıra Yeni Nesil sorular ve zengin içerikli kitaplarımızla bu eğitim - öğretim döneminde sizleri başarıya taşımayı görev edindik.

### 11. Sınıf Kimya Soru Bankası

- 11. Sınıf MEB müfredatına tamamen uygun olan bu kitaptaki konu özetleriyle konuları anlamanızı kolaylaştırdık.
- Her üniteyi bölümlere ayırarak Bloom Taksonomisi'ne uygun bir şekilde size sunduk.
- Bölüm sonlarında yer alan kazanım testleri ile konuları daha iyi pekiştirmenize olanak sağladık.
- Kazanım testlerinden sonra alıştırmaya testleriyle konuları kavramanızı kolay hâle getirdik.
- Sınav testleriyle yazılı soruları ve okul derslerinize yardımcı olacak şekilde size sunduk.

# İÇİNDEKİLER

## BÖLÜM - 1: MODERN ATOM TEORİSİ

ATOMUN KUANTUM MODELİ .....	5
PERİYODİK SİSTEM VE ELEKTRON DİZİMLERİ .....	13
PERİYODİK ÖZELLİKLER .....	21
ELEMENTLERİ TANIYALIM .....	29
YÜKSELTGENME BASAMAKLARI .....	37

## BÖLÜM - 2: GAZLAR

GAZLARIN ÖZELLİKLERİ VE GAZ YASALARI .....	57
İDEAL GAZ YASASI .....	65
GAZLARDA KİNETİK TEORİ .....	71
GAZ KARIŞIMLARI VE KISMİ BASINÇ .....	77
GERÇEK GAZLAR .....	83

## BÖLÜM - 3: SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

ÇÖZÜCÜ - ÇÖZÜNEN ETKİLEŞİMLERİ .....	113
DERİŞİM BİRİMLERİ .....	119
KOLİGATİF ÖZELLİKLER .....	125
ÇÖZÜNÜRLÜK, ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN ETKENLER .....	133

## BÖLÜM - 4: KİMYASAL TEPKİMELEERDE ENERJİ

TEPKİMELEERDE ISI DEĞİŞİMİ .....	159
OLUŞUM ENTALPİSİ .....	165
BAĞ ENERJİLERİ .....	171
TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ .....	177

## BÖLÜM - 5: KİMYASAL TEPKİMELEERDE HIZ

TEPKİME HIZLARI .....	205
TEPKİME HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER .....	211

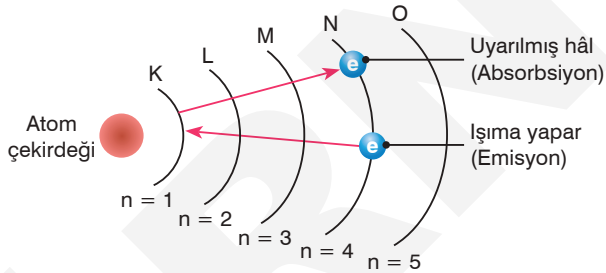
## BÖLÜM - 6: KİMYASAL TEPKİMELEERDE DENGİ

KİMYASAL DENGİ .....	243
DENGİYE ETKİ EDEN FAKTÖRLER .....	251
SULU ÇÖZELTİ DENGELERİ .....	257

**BOHR ATOM MODELİ**

Danimarkalı fizikçi Niels Bohr, 1913'te yörüngeli model olarak tanımlanan bir atom modeli ileri sürmüştür. Bu modele göre,

- Elektronlar çekirdekten belirli uzaklıkta ve belirli bir enerjiye sahip dairesel yörüngelerde hareket eder. Bu yörüngelerin çekirdeğe olan uzaklıklarına göre belirli enerjisi vardır.
- Yörüngeler (enerji düzeyleri ve katmanlar)  $n = 1, 2, 3, 4...$  gibi rakamlarla veya K, L, M, N, O... gibi harflerle gösterilir.
- Bir atomun elektronları en düşük enerji düzeyinde bulunmak ister. Bu düzeye **temel hâl** denir. Temel hâlde bulunan atomlar kararlıdır.
- Madde ısıtılırsa atomlarda bulunan elektronlar daha yüksek enerji düzeylerine geçer. Bu duruma **uyarılmış hâl** denir. Uyarılmış hâlde atom kararsızdır.
- Yörüngelerin enerjisi çekirdekten uzaklaştıkça artar ancak yörüngeler arasındaki enerji farkı azalır.
- Elektronlar temel enerji düzeyinden üst enerji düzeylerine geçerken enerji alır. (Absorbsiyon)
- Elektronlar üst enerji düzeylerinden temel enerji düzeyine geçerken ışımaya yapar. (Emisyon)

**Bohr Atom Modelinin Sınırlılıkları**

- Bohr atom modeli tek elektronlu hidrojen atomu ve  ${}_2\text{He}^+$ ,  ${}_3\text{Li}^{2+}$  gibi tek elektronlu iyonların çizgi spektrumlarını açıklayabildiği hâlde çok elektronlu atomların çizgi spektrumlarını açıklamada yetersizdir.
- Bohr, elektronların çekirdek etrafında çizgisel bir yörüngede bulunduğunu kabul etmiştir. Modern atom modeline göre, elektronlar orbital denilen hacimsel bölgelerde bulunur.

**MODERN ATOM TEORİSİ**

Bohr atom modelinin eksiklikleri ve yetersizlikleri nedeniyle elektronların çekirdek etrafındaki hareket ve özelliklerini açıklayan modern atom teorisi ortaya atılmıştır.



Louis de Broglie  
(1892 - 1987)

1924 yılında Louis de Broglie elektron gibi taneciklerin dalga özelliği gösterebileceği fikrini ileri sürdü.



Werner Heisenberg  
(1901 - 1976)

1927 yılında Werner Heisenberg deneysel verilerden yola çıkarak elektron gibi küçük taneciklerin yerinin ve hızının aynı anda belirlenemeyeceğini belirtmiştir. Buna **Heisenberg belirsizlik ilkesi** denir.

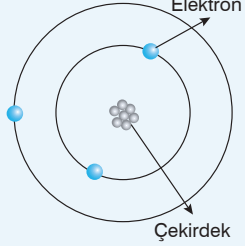
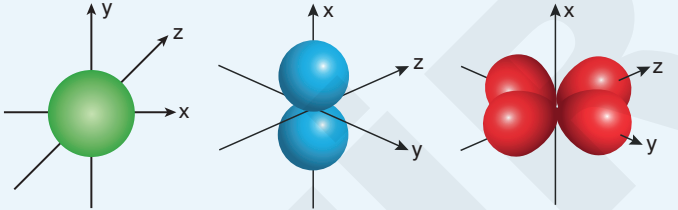


Erwin Schrödinger  
(1887 - 1961)

1926 yılında Erwin Schrödinger dalga özelliğine sahip elektron gibi küçük taneciklerin genel davranışlarını açıklayan matematiksel bir denklem geliştirdi. Schrödinger dalga denkleminin çözümüyle elektronlarının atom çekirdeği etrafında bulunabileceği bölgeler ortaya çıkmıştır. Bu bölgeleri açıklarken kuantum sayılarından faydalanılır.

Bohr atom modeline göre elektronlar, çekirdekten belirli uzaklıktaki yarıçapları belli olan dairesel yörüngelerde dolunur. Kuantum Modeli'nde ise elektronların bulunma olasılığının yüksek olduğu hacimsel bölgeler bulunur. Bu hacimsel bölgelere **orbital** denir.

## Yörünge ve Orbital Kavramlarının Karşılaştırılması

Yörünge	Orbital
Elektronun izlediği dairesel yoldur.	Elektronun bulunma ihtimalinin olduğu bölgedir.
Şekli daireseldir. 	Farklı şekillere sahiptir. 
Elektronun düzlemsel hareketini temsil eder.	Elektronun üç boyutlu hareketini temsil eder.
Her yörünge bir enerji düzeyi ile temsil edilir.	Her enerji düzeyinde farklı orbitaller bulunur.
Her yörüngede belli sayıda elektron bulunur.	Her orbitalde en fazla 2 elektron bulunur.

## KUANTUM SAYILARI

Kuantum sayıları atomda bulunan orbitallerin ve orbitallerde yer alan elektronların belirlenmesinde kullanılır. Çekirdek etrafındaki elektronların konumunu ve orbital içinde hareketini belirleyen dört kuantum sayısı vardır.

- Baş (birincil) kuantum sayısı
- Açısal momentum (ikincil, yan) kuantum sayısı ( $\ell$ )
- Manyetik kuantum sayısı ( $m_\ell$ )
- Spin kuantum sayısı ( $m_s$ )

1. Baş (Birincil) Kuantum Sayısı ( $n$ )

- Elektronun enerjisi ve çekirdeğe olan uzaklığı ile ilişkili olan kuantum sayısıdır. “ $n$ ” ile gösterilir.
- Baş kuantum sayısı elektronun bulunduğu kabuğu veya enerji düzeyini belirtir.
- $n = 1, 2, 3, \dots$  gibi tam sayılı değerler alır.
- Baş kuantum sayısını gösteren enerji düzeyleri (kabuklar) K, L, M, N, O gibi harflerle de gösterilebilir.  
 $n = 1$  (K kabuğu)  
 $n = 2$  (L kabuğu)  
 $n = 3$  (M kabuğu)
- Baş kuantum sayısı arttıkça elektronun çekirdeğe olan uzaklığı ve potansiyel enerjisi artar.

2. Açısal (İkincil) Momentum Kuantum Sayısı ( $\ell$ )

- Orbitalin türünü ve şeklini belirtir.  $\ell$  ile gösterilir.
- Açısal momentum kuantum sayısının alabileceği değerler baş kuantum sayısına bağlıdır.
- Herhangi bir  $n$  değeri için  $\ell$  nin alabileceği değerler 0'dan  $(n - 1)$ 'e kadar olan tam sayılardır.  
 $n = 1 \Rightarrow \ell = 0$   
 $n = 2 \Rightarrow \ell = 0, 1$   
 $n = 3 \Rightarrow \ell = 0, 1, 2$   
 $n = 4 \Rightarrow \ell = 0, 1, 2, 3$  değerlerini alır.
- Açısal momentum kuantum sayısı  $\ell = 0$  ise s orbitalini;  $\ell = 1$  ise p orbitalini;  $\ell = 2$  ise d orbitalini;  $\ell = 3$  ise f orbitalini temsil eder.

$\ell$	0	1	2	3
Orbital türü	s	p	d	f

- 1. kabukta s orbitali, 2. kabukta s ve p orbitalleri, 3. kabukta s, p ve d orbitalleri, 4. kabukta s, p, d ve f orbitalleri bulunur.

## 1. s blok elementleriyle ilgili,

- I. Sadece 1A ve 2A grubunda bulunurlar.
- II. Elektron dizilimleri s orbitaliyle biter.
- III. Bütün periyotlarda bulunurlar.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

## 2. Periyodik cetvelde yer alan grupların özel adları bulunur.

Buna göre, aşağıda verilen gruplardan hangisinin özel adı yanlış verilmiştir?

	IUPAC grup	Özel adı
A)	2	Toprak alkali metaller
B)	3	Toprak metalleri
C)	15	Azot grubu
D)	17	Halojenler
E)	16	Kalkojenler

## 3. Alkali metallerle ilgili,

- I. 1A grubu elementlerdir.
- II. Değerlik orbitalleri  $ns^1$  dir.
- III. Çok aktif olduklarından doğada bileşikleri hâlinde bulunurlar.
- IV. Aynı periyotta bulunan diğer elementlere göre iyonlaşma enerjileri yüksektir.
- V. Bileşiklerinde daima +1 yükseltgenme basamağına sahiptirler.

yargılarından hangisi yanlıştır?

- A) I                      B) II                      C) III                      D) IV                      E) V

## 4. Toprak alkali metallerle ilgili,

- I. Metalik bağ kuvvetleri alkali metallerden düşüktür.
- II. Oksijenle tepkime vermezler.
- III. Yumuşaktırlar, işlenebilirler.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## 5. Alkali ve toprak alkali grubu elementleri için grupta aşağı doğru;

- I. atom çapı,
- II. iyonlaşma enerjisi,
- III. elektron ilgisi,
- IV. metalik özellik

niceliklerinden hangileri artar?

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

## 6. 13. grup elementleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Elektron dizilimleri  $np^1$  orbitaliyle sonlanır.
- B) p bloğu elementleridir.
- C) Gruptaki ilk element yarı metal diğerleri metaldir.
- D) Metalik aktiflikleri 1A ve 2A grubu elementlerine göre daha yüksektir.
- E) Grubun ilk elementi bor (B) iyonik bileşik oluşturmaz.





1. Aşağıda kuantum sayıları ve tanımları verilmiştir.

	Kuantum sayısı	Tanımı
I	n	a Orbitalin türünü ve şeklini verir.
II	$\ell$	b Orbitalin uzaydaki yönelimini belirtir.
III	$m_\ell$	c Orbitalin çekirdeğe olan uzaklığını belirtir.
IV	$m_s$	d Elektronun dönme yönünü belirtir.

Kuantum sayıları ve tanımlarının eşleştirilmesi aşağıdaki-  
lerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III	IV
A)	a	b	c	d
B)	b	d	a	c
C)	c	a	b	d
D)	c	a	d	b
E)	b	a	d	c

2. Kuantum kuramına göre, aşağıda baş kuantum sayıları ve-  
rilen orbital türlerinden hangisinin olması mümkün değildir?

A) 1s B) 3p C) 4d D) 4f E) 2d

3. En büyük baş kuantum sayısı 4 olan X elementinin temel hâl  
elektron dağılımında iki yarı dolu orbitali vardır.

Buna göre, X elementi ile ilgili,

- Küresel simetrik özellik göstermez.
- d bloğu elementidir.
- Değerlik orbitalleri 4s ve 4p'dir.
- (-2) yüklü iyonunun elektron dağılımı  $3d^{10}$  ile sonlanır.
- En yüksek enerjili orbitalinin açıl momentum kuantum sayısı ( $\ell$ ) 2'dir.

yargılarından hangisi kesinlikle doğrudur?

A) I B) II C) III D) IV E) V

4. Bohr atom modeline göre elektronlar çekirdekten belirli uzak-  
lıktaki yarıçapları belirli dairesel yörüngelerde dolar.

Buna göre yörünge ile ilgili,

- Elektronun izlediği varsayılan dairesel yoldur.
- Elektronun üç boyutlu hareketini temsil eder.
- Her yörüngede iki elektron bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

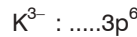
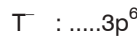
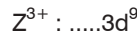
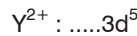
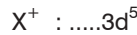
5. 1A grubu elementleriyle ilgili,

- Tamamı metaldir.
- Değerlik elektron sayıları 1'dir.
- Bileşiklerinde (+1) ve (-1) değerlik alabilirler.
- Kovalent bağ yapmazlar.
- Gruptan aşağı doğru metalik aktiflikleri azalır.

yargılarından hangisi kesinlikle doğrudur?

A) I B) II C) III D) IV E) V

6. Aşağıda X, Y, Z, T ve K taneciklerinin elektron dağılımlarında-  
ki son terimler verilmiştir.



Buna göre X, Y, Z, T ve K elementlerinin periyodik cetvel-  
deki yerleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisinde hata ya-  
pılmıştır?

	Element	Periyot	Grup
A)	X	4	6B
B)	Y	4	7B
C)	Z	4	4A
D)	T	3	7A
E)	K	3	5A

1.  ${}_{23}V$  elementi için
- Temel hâl elektron dizilimini yazınız.
  - Baş kuantum sayısı ( $n$ ) 3 olan kaç elektronu bulunur?
  - Açısal momentum kuantum sayısı ( $\ell$ ) 0 olan kaç elektronu bulunur?
  - $m_\ell = -1$  olan kaç elektronu bulunur?
  - $\ell = 2, m_\ell = -1$  olan en fazla kaç elektronu bulunur?
  - $+2$  yüklü iyonunun elektron dağılımını yazınız.
  - IUPAC'a göre grup numarası ve periyodunu bulunuz.

2.  ${}_{16}S, {}_{29}Ca, {}_{22}Ti, {}_{13}Al, {}_{35}Br$  elementlerinin periyodik cetveldeki yerlerini bulunuz.


3. Aşağıdaki bileşik ve köklerde altı çizili olan elementin yükseltgenme basamağını bulunuz.
- $Al\underline{H}_3$  : .....
  - $Ca\underline{C}_2\underline{O}_4$  : .....
  - $HN\underline{O}_3$  : .....
  - $\underline{C}l\underline{O}_3^-$  : .....
  - $Mg\underline{S}$  : .....

5. Aşağıdaki tabloda atom numarası verilen elementler için elektron dağılımı, orbital şeması, değerlik orbitalleri, değerlik elektron sayısı ve küresel simetri özelliklerini yazınız.

Element	Elektron dağılımı	Orbital şeması	Değerlik orbitalleri	Değerlik e <sup>-</sup> sayısı	Küresel simetri
${}_3Li$					
${}_7N$					
${}_9F$					
${}_{21}Sc$					
${}_{24}Cr$					
${}_{14}Si$					

4. Aşağıda verilen periyodik cetvelde bazı elementlerin yerleri belirtilmiştir.

																			He
Li								B						F					
Na													P		Cl				
	Ca					Cr						Zn							
Rb																			

Yerleri belirtilen elementlerle ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. iyonlaşma enerjisi en yüksek olan element hangisidir?
- Yan grup elementleri hangileridir?
- Zn elementinin IUPAC grup numarası kaçtır?
- Elektronegatifliği en yüksek olan element hangisidir?
- Elektron ilgisi en yüksek olan element hangisidir?
- Çapı en büyük olan element hangisidir?
2. iyonlaşma enerjisi en yüksek olan element hangisidir?
- Oksidinin bazik özelliği en fazla olan element hangisidir?
- Oksidinin asidik özelliği en fazla olan element hangisidir?
- Yarı metal olan element hangisidir?
- F ve Cl elementlerinin hidrojenli bileşiklerinin asitlik kuvvetlerini karşılaştırınız.
- Hangi elementler küresel simetrik özellik gösterir?

## ÇÖZÜMLER

## MODERN ATOM TEORİSİ

## ÇÖZÜMLER

1. a.  ${}_{23}\text{V}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$   
 b. 11 elektron  
 c. 8 elektron  
 d. 5 elektron  
 e. 1 elektron  
 f.  ${}_{23}\text{V}^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$   
 g. 5B (5. grup), 4. periyot

2.  ${}_{16}\text{S}$  : 6A (16. grup), 3. periyot  
 ${}_{29}\text{Cu}$  : 1B (11. grup), 4. periyot  
 ${}_{22}\text{Ti}$  : 4B (4. grup), 4. periyot  
 ${}_{13}\text{Al}$  : 3A (13. grup), 3. periyot  
 ${}_{35}\text{Br}$  : 7A (17. grup), 4. periyot

3. a.  ${}^{+3} \text{x}$   
 $\text{AlH}_3$   $+3 + 3x = 0 \Rightarrow x = -1$   
 b.  ${}^{+2} \text{x}$   ${}^{-2}$   
 $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $+2 + 2x + (-8) = 0 \Rightarrow x = +3$   
 c.  ${}^{+} \text{x}$   ${}^{-2}$   
 $\text{HNO}_3$   $+1 + x + (-6) = 0 \Rightarrow x = +5$   
 d.  ${}^{\text{x}} \text{x}$   ${}^{-2}$   
 $\text{ClO}_3$   $x + (-6) = -1 \Rightarrow x = +5$   
 e.  ${}^{+2} \text{x}$   
 $\text{MgS}$   $+2 + x = 0 \Rightarrow x = -2$

4. a. He b. Cr, Zn c. 12. grup d. F  
 e. Cl f. Rb g. Li h. Rb  
 i. F i. B j. HCl > HF  
 k. Li, Na, Rb, Ca, Cr, Zn, P, He

5.

Element	Elektron dağılımı	Orbital şeması	Değerlik orbitalleri	Değerlik e <sup>-</sup> sayısı	Küresel simetri
${}_{3}\text{Li}$	$1s^2 2s^1$	$\begin{array}{c} 1s \quad 2s \\ \otimes \quad \otimes \end{array}$	2s	1	✓
${}_{7}\text{N}$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$\begin{array}{c} 1s \quad 2s \quad 2p \\ \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \end{array}$	2s, 2p	5	✓
${}_{9}\text{F}$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$\begin{array}{c} 1s \quad 2s \quad 2p \\ \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \end{array}$	2s, 2p	7	
${}_{21}\text{Sc}$	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^1$	$\begin{array}{c} 4s \quad 3d \\ [\text{Ar}] \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \end{array}$	4s, 3d	3	
${}_{24}\text{Cr}$	$[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$	$\begin{array}{c} 4s \quad 3d \\ [\text{Ar}] \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \end{array}$	4s, 3d	6	✓
${}_{14}\text{Si}$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$	$\begin{array}{c} 3s \quad 3p \\ [\text{Ne}] \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes \end{array}$	3s, 3p	4	

**GAZLARIN ÖZELLİKLERİ**

- ☛ Saydamdır ve çoğunlukla renksizdir.
- ☛ Belirli bir hacim ve şekilleri yoktur.
- ☛ Buldukları kabı tamamen doldurarak, kabın şeklini alır.
- ☛ Hacimleri buldukları kabın hacmine eşittir.
- ☛ Tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar. (Soy gazlar tek atomlu oldukları için sadece öteleme hareketi yapar.)
- ☛ Sıcaklık artışı ile genişlerler. (Sıcaklıkla bütün gazlar aynı oranda genişliklerinden genişleme gazlar için ayırt edici özellik değildir.)
- ☛ Bütün gaz karışımları homojendir.
- ☛ Bir maddenin gaz hâlinin özkütlesi, o maddenin katı ve sıvı hâlininkine göre çok küçüktür.
- ☛ Gaz taneciklerinin enerjisi, katı ve sıvı taneciklerinin enerjisine göre çok daha fazladır.

**1. Gazların Betimlenmesinde Kullanılan Özellikler**

Gazların davranışları, miktarına (mol sayısına), sıcaklığına, hacmine ve basıncına bağlı olarak değişir.

**a) Sıcaklık (T)**

Sıcaklık, taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür. Gaz taneciklerinin sıcaklıkları arttıkça ortalama hızları ve kinetik enerjileri artar. Sıcaklık artışı ve azalması maddelerin hacimlerini etkiler. Sıcaklık termometre ile ölçülür.

- ☛ Celsius (°C), Fahrenheit (F), Reumur (R) ve Kelvin (K) sıcaklık birimleridir.
- ☛ Gazlarda ortalama kinetik enerji, mutlak sıcaklıkla doğru orantılı olarak değişir. Bu nedenle gazlar ile ilgili hesaplamalarda Celsius cinsinden sıcaklık değerleri mutlak sıcaklık adı verilen Kelvin cinsinden sıcaklık değerlerine çevrilmelidir.

Celsius (°C) birimi,

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

bağıntısıyla Kelvin (K) birimine dönüştürülür.

**b) Mol Sayısı (n)**

- ☛ Gazlarda madde miktarı mol sayısı ile ifade edilir.
- ☛ Mol sayısı hesaplamalarında aşağıdaki bağıntılar kullanılır.
- Madde miktarı - mol ilişkisi

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

n = Mol sayısı

m = Verilen ya da istenen kütle

$m_A$  = Mol kütlesi

- Tanecik - Mol ilişkisi

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

n = Mol sayısı

m = Verilen ya da istenen kütle

$N_A$  = Avogadro sayısı (6,02.10<sup>23</sup>)

- Hacim - Mol ilişkisi

- ☛ Normal koşullarda (N.Ş.A) (0 °C, 1 atm) 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar.

- ☛ Oda koşullarında (25 °C, 1 atm) 1 mol gaz 24,5 L hacim kaplar.

$$n = \frac{V}{22,4 \text{ (N.Ş.A)}}$$

n = Mol sayısı

V = Verilen ya da istenen hacim (Litre)

**c) Hacim (V)**

- ☛ Gazların katı ve sıvılarda olduğu gibi belirli bir hacimleri bulunmaz, konuldukları kabı tamamen doldururlar. Bu nedenle gaz hacmi, bulunduğu kabın hacmine eşittir.
- ☛ Hacim birimleri olarak litre (L), milimetre (mL), metreküp (m<sup>3</sup>), desimetreküp (dm<sup>3</sup>), santimetreküp (cm<sup>3</sup>) gibi birimler kullanılır.
- Hacim birimleri arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mL}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

**d) Basınç (P)**

- ☛ Basınç, birim yüzeye etki eden kuvvet olarak tanımlanır.

$$P = \frac{F}{A}$$

P = Basınç

F = Kuvvet

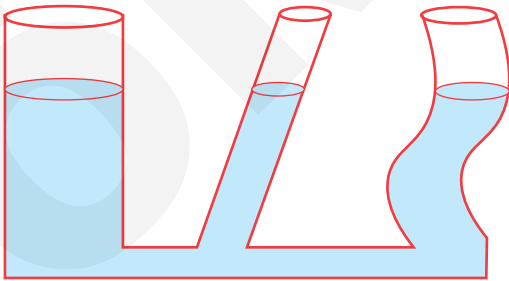
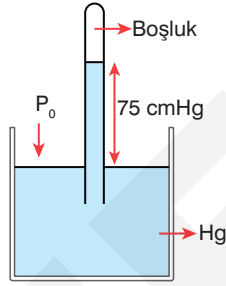
A = Yüzey alanı

- ☛ SI birim sistemine göre kuvvet birimi Newton (N), alan birimi metrekare (m<sup>2</sup>)'dir. Buna göre basınç birimi N/m<sup>2</sup> (Pascal) adını alır. Günlük yaşamda kullanılan basınç birimlerinden bazıları atmosfer (atm), Torr, mmHg, cmHg'dir.

- Gaz basıncı, gaz taneciklerinin hareketlerinden dolayı içinde buldukları kabın iç yüzeylerine çarpmalarından kaynaklanır. Gazlarda basınç birimi olarak genellikle atmosfer (atm) kullanılır.
- Basınç birimleri arasındaki ilişki;
  - 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg
  - 1 atm = 760 torr
  - 1 mmHg = 1 torr

## 2. Gaz Basıncı ve Ölçülmesi

- Dünyamızı saran atmosfer bir gaz karışımıdır ve bu gaz karışımı diğer bütün maddeler gibi Dünya'nın yerçekimi kuvvetinin etkisi altındadır. Atmosferin yüzeye yakın kısımlarında yüksek kısımlara göre gaz yoğunluğu daha fazladır. Bu nedenle yüzeye yaklaştıkça havanın yoğunluğu arttığı için uyguladığı basınç artar. Atmosferde bulunan gazların uyguladığı basınca atmosfer basıncı denir. Barometre ile ölçülür.
- Atmosfer basıncını ilk kez 1643 yılında Toricelli ölçmüştür. Toricelli açık hava basıncını ölçmek için içi cıva (Hg) dolu 1 metrelik ince cam bir boruyu hava almıyacak şekilde ters çevirip, cıva dolu kaba batırmıştır. Toricelli bu düzeneği hazırladığında başlangıçta cıva dolu olan cam boruda cıva bir miktar aşağı inmiş ve daha sonra sabit kalmıştır. Cıva yüzeyinden bu yükseklik 76 cm olarak ölçülmüştür. Toricelli bu deneyi deniz seviyesinde 0 °C koşullarında yapmıştır.
- Standart atmosfer basıncı (1 atm) deniz seviyesinde ve 0 °C'de 76 cm yükseklikteki cıva sütununun basıncına eşittir.
- Gazların basıncı, sıvı basıncı ile kıyaslanarak dolaylı yoldan ölçülür. Sıvılar, açık hava basıncının ve sıcaklığın aynı olduğu ortamda farklı şekil ve hacimlerdeki cam borulara konulduklarında yükseklikler eşit olur.



Şekil:

- Farklı şekilde hacimlerdeki kaplarda eşit seviyedeki sıvı yükseklikleri

- Sıvıların basıncı;
  - Sıvı yüksekliğine (h)
  - Sıvının özkütlesine (d)
  - Yerçekimi olan şiddetine (g) bağlıdır.
- Sıvıların basıncı;
  - Kullanılan cam tüpün şekline
  - Kullanılan cam tüpün kesitine bağlı değildir.
- Sıvı basıncı  $P = h \cdot d \cdot g$  formülüyle hesaplanır.
- Barometrede cıva yerine farklı sıvılar kullanılırsa sıvı yüksekliği,

$$h_1 \cdot d_1 = h_2 \cdot d_2$$

formülüyle hesaplanır.

**Örnek: Açık hava basıncının 69 cmHg olduğu ortamda, barometrede cıva yerine su kullanılırsa, kaç metrelik bir cam boru kullanmak gerekir?**

$$(d_{Hg} = 13,6 \text{ g cm}^3, d_{su} = 1 \text{ g cm}^3)$$

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

$$69 \cdot 13,6 = h_{su} \cdot 1$$

$$h_{su} = 938,4 \text{ cm} = 9,384 \text{ m.}$$

Toricelli'nin barometrede cıva kullanılmasının sebepleri:

- Akışkan (sıvı) olması
- Özkütlesinin büyüklüğünün cam boru yüksekliğini etkilemesi
- Kaynama noktasının yüksek, buhar basıncının ve uçuculuğunun az olması
- Tepkimeye girme yatkınlığının düşük olması

## GAZ YASALARI

Gazların özelliklerini, basınç, hacim, sıcaklık ve miktar ilişkilerini açıklayan yasalara "gaz yasaları" denir.

### 1. Boyle Kanunu (P - V) ilişkisi



Robert Boyle  
(1627 - 1691)

Robert Boyle 1662 yılında, sabit sıcaklıktaki belirli bir miktar gazın basıncı ile hacminin ters orantılı olduğunu veya basınç hacim çarpımının sabit bir değer olduğunu ifade etmiştir. Bu ifade Boyle yasası olup, matematiksel ifadesi;

$$P \propto \frac{1}{V} \text{ veya } P \cdot V = k \text{ (sabit)}$$

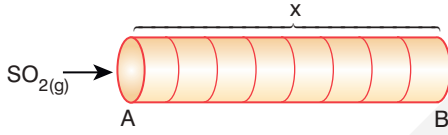
şeklindedir.

1. Aşağıdaki tabloda X, Y ve Z gazlarının molekül kütleleri ve sıcaklıkları belirtilmiştir.

Gaz	Molekül kütlesi (g/mol)	Sıcaklık(°C)
X	32	273
Y	16	546
Z	80	0

Buna göre X, Y ve Z gazların yayılma hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A)  $v_X > v_Y > v_Z$       B)  $v_Y > v_X > v_Z$       C)  $v_Z > v_Y > v_X$   
 D)  $v_Y > v_Z > v_X$       E)  $v_Z > v_X > v_Y$
2. Aşağıdaki cam boru sisteminde  $SO_2$  gazı borunun A ucundan gönderiliyor.

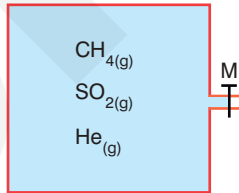


$SO_2$  gazı 1 birim hacmi 5 saniyede katettiğine göre, aynı şartlarda  $CH_4$  gazı borunun A noktasından bırakıldığında B noktasından kaç saniyede çıkar?

( $CH_4 = 16$  g/mol,  $SO_2 = 64$  g/mol, Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) 10      B) 20      C) 30      D) 40      E) 60

3. Aşağıdaki sabit hacimli kaptaki molekül sayıları eşit olan  $CH_4$ ,  $SO_2$  ve He gazları bulunmaktadır.



M musluğu kısa bir süre açılıp, kapatıldığında  $CH_4$  gazının 4 molünün, He gazının ise tamamının kabı terkettiği tespit edildiğine göre,  $SO_2$  gazının molce % kaçta kalmıştır?

(He = 4 g/mol,  $CH_4 = 16$  g/mol,  $SO_2 = 64$  g/mol)

- A) 80      B) 75      C) 50      D) 40      E) 25

4. İdeal gazların kinetik teorisi ile ilgili,

- I. James Clerk Maxwell ve Ludwig Boltzmann tarafından geliştirilmiştir.  
 II. Gazların kendi aralarındaki esnek çarpışmalar sırasında sabit sıcaklıkta toplam enerji artar.  
 III. Gazların ortalama kinetik enerjileri gazın cinsine bağlı değildir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

5. Aşağıdaki sistemde 1 mol  $SO_2$  gazı cam borunun A ucundan gönderiliyor.



$SO_2$  gazı B ucundan 20 saniyede çıkıyor. Aynı koşullarda cam borunun A ucundan gönderilen 8 mol He gazı, B ucundan kaç saniyede çıkar? (He= 4 g/mol,  $SO_2 = 64$  g/mol)

- A) 5      B) 10      C) 20      D) 40      E) 80

6. Aşağıdaki tabloda X, Y ve Z gazlarının yoğunluk, sıcaklık ve hızları belirtilmiştir.

Gaz	Yoğunluk (g/L)	Sıcaklık	Hız
X	2,5	0 °C	$v_1$
Y	3	546 °C	$v_2$
Z	4,5	273 °K	$v_3$

Buna göre,  $v_1$ ,  $v_2$  ve  $v_3$  hızlarının karşılaştırılması aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A)  $v_3 > v_1 > v_2$       B)  $v_3 = v_1 > v_2$       C)  $v_1 > v_2 > v_3$   
 D)  $v_2 > v_1 > v_3$       E)  $v_2 > v_3 > v_1$

## GAZ KARIŞIMLARI VE KİSMİ BASINÇ

Günlük hayatımızda birçok gaz karışımı bulunur. Atmosfer, doğal gaz bunlara örnek verilebilir.

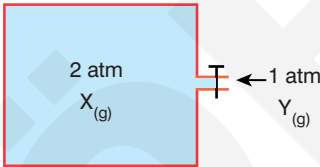
Aşağıdaki tabloda atmosferi oluşturan gazların hacimce yüzdeleri verilmiştir.

Atmosfer	
Gaz	Hacimce yüzde
Azot (N <sub>2</sub> )	78,08
Oksijen (O <sub>2</sub> )	20,94
Argon (Ar)	0,93
Karbondiyoksit (CO <sub>2</sub> )	0,04
Diğer gazlar	0,01

## 1. Kısmi Basınç

Bir gaz karışımında bulunan gazların içinde buldukları kaba ayrı ayrı uyguladıkları basınca “**kısmi basıncı**” denir. Bir gazın kısmi basıncı kabta aynı sıcaklıkta tek başına yaptığı basınçtır. Kabın içinde kaç tane gaz olursa olsun, şartlar değişmediği sürece gazın kısmi basıncı değişmez.

- ☛ Dalton kısmi basınçlar kanununa göre, bir gaz karışımının toplam basıncı, karışımdaki gazların kısmi basınçları toplamına eşittir.
- Örneğin aşağıdaki sabit hacimli kabta 2 atm basınç yapan X gazı bulunsun.



Sabit sıcaklıkta kaba 1 atm basınç yapan Y gazı ilave edildiğinde, kabın toplam basıncı 3 atm'ye çıkmasına rağmen X gazının basıncı yine 2 atm olur.

$$P_T = P_X + P_Y \quad \text{Dalton kısmi basınçlar kanunu}$$

$$P_T = 2 + 1 = 3 \text{ atm}$$

- Bir kabın içinde bulunan gazların mol sayıları ve toplam basınç biliniyorsa gazların kısmi basıncı,

$$P_X = \frac{n_X}{n_T} \cdot P_T \text{ formülüyle hesaplanır.}$$

## Mol Kesri

Bir gaz karışımında herhangi bir gazın mol sayısının toplam mol sayısına oranıdır.

- **Örneğin:** 2 mol X gazı ile 3 mol Y gazından oluşan bir karışımda gazların mol kesirlerini bulalım.

$$X \text{ gazının mol kesri : } \frac{n_X}{n_T} = \frac{2}{5}$$

$$Y \text{ gazının mol kesri : } \frac{n_Y}{n_T} = \frac{3}{5} \text{ tir.}$$

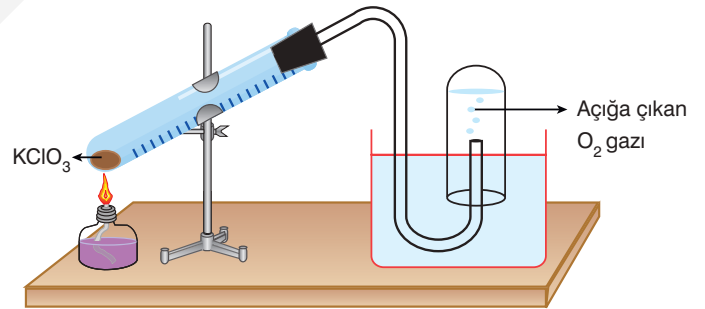
- Bir karışımda gazların mol kesirleri toplamı daima 1'e eşit olur.

$$X_X + X_Y = \frac{2}{5} + \frac{3}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

## 2. Gazların Su Üstünde Toplanması

Gazların su üzerinde toplanması yöntemi, gazların saf olarak elde edilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Gazın su üzerinde toplanabilmesi için su ile tepkime vermemesi gerekir.

- Örneğin KClO<sub>3</sub> (potasyum klorat) katısı ısıtıldığında KCl (potasyum klorür) ve O<sub>2</sub> (oksijen) gazına ayrışır. Açığa çıkan oksijen aşağıdaki sistemde su üstünde toplanır.



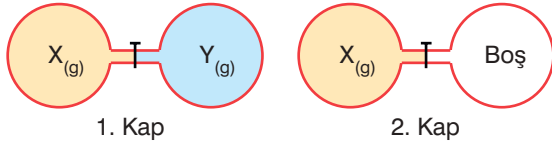
- ☛ Bu yöntemde hesaplamalar Dalton kısmi basınçlar kanunundan yararlanılarak yapılır. Çünkü toplanan O<sub>2</sub> gazı tüpte su buharı ile birlikte bulunur. Bu durumda suyun o sıcaklıktaki buhar basıncı da bilinmelidir. Toplam basınç,  $P_T = P_{O_2} + P_{H_2O(g)}$  bağıntısına eşittir.
- ☛ Bu eşitlikte suyun buhar basıncı toplam basınçtan çıkarıldığında açığa çıkan O<sub>2</sub>(oksijen) gazının basıncı bulunur.
- ☛ Belirli bir sıcaklıkta sıvıyla dengede bulunan buharın yaptığı basınca “**denge buhar basıncı**” denir.



7. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi Kinetik teoride yer almaz?

- A) Farklı gazların aynı sıcaklıkta ortalama kinetik enerjileri eşittir.
- B) Gaz tanecikleri arasında herhangi bir itme veya çekme kuvvetinin olmadığı kabul edilir.
- C) Gaz tanecikleri hem kendi aralarında hem de buldukları kabın iç yüzeyleriyle esnek çarpışmalar yaparlar.
- D) Gaz tanecikleri Brown hareketi yaparlar.
- E) Gazların difüzyon hızı mol kütlelerinin karekökü ile ters orantılıdır.

8. Aşağıda iki farklı sistemde X ve Y gazları bulunmaktadır.



Kaplar arasındaki musluklar sabit sıcaklıkta açılıyor.

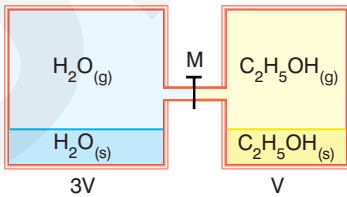
Buna göre kaplarda meydana gelen olaylar ile ilgili,

- I. 1. kapta difüzyon gerçekleşir.
- II. 2. kapta efüzyon gerçekleşir.
- III. Aynı sıcaklıkta X gazının 1. kaptaki hızı 2. kaptaki hızından daha yavaştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

9. Aşağıdaki bileşik kap sisteminde 1. kapta buharıyla dengede bulunan  $H_2O$ , 2. kapta buharıyla dengede bulunan  $C_2H_5OH$  bulunmaktadır.



$t$  °C'de M musluğu açılarak bir süre beklendiğinde, kaptaki toplam basınç kaç atm olur?

( $t$  °C'de  $P^{\circ}H_2O = 0,1$  atm,  $P^{\circ}C_2H_5OH(s) = 0,2$  atm)

- A) 0,1
- B) 0,14
- C) 0,2
- D) 0,25
- E) 0,3

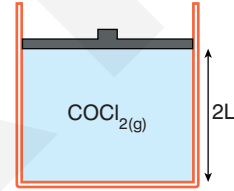
10. Kısmi basınçla ilgili,

- I. Bir gaz karışımında bulunan gazların kaba ayrı ayrı uyguladıkları basınçtır.
- II. Sabit hacimli bir kaba sabit sıcaklıkta eklenen gaz, kaptaki gazın kısmi basıncını artırır.
- III. Bir gaz karışımının toplam basıncı, karışımındaki gazların kısmi basınçları toplamına eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

11. Aşağıdaki ideal pistonlu kapta  $127$  °C'de  $5$  mol  $COCl_2$  gazı bulunmaktadır.



Sıcaklık  $227$  °C'ye çıkarıldığında gazın %20'si,



denkleminde ayrışmaktadır.

Buna göre, son durumda, gaz hacmi kaç litre olur?

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

12. Aşağıdaki tabloda bazı maddelere ait kritik sıcaklık ve kaynama noktası değerleri verilmiştir.

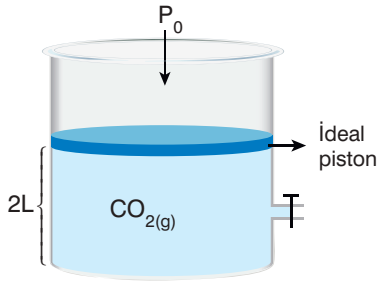
Madde	Kritik Sıcaklık (°C)	Kaynama Noktası (°C)
$N_2$	-146,8	-195,79
$CH_4$	-82,4	-164
$H_2O$	374,3	100
$NH_3$	132,4	-33,34

Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A)  $NH_3$  soğutucu akışkan olarak kullanılabilir.
- B) Oda sıcaklığında buhar fazında sadece  $NH_3$  bulunur.
- C)  $H_2O$ ,  $375$  °C'de basınç ile sıvılaştırılmaz.
- D)  $N_2$  ve  $CH_4$  oda sıcaklığında gaz hâdedir.
- E)  $CH_4$ 'ün moleküller arası çekim kuvvetleri  $H_2O$ 'nun moleküller arası çekim kuvvetlerinden fazladır.



1. Aşağıda ideal pistonlu kapta  $27^\circ\text{C}$ 'de 66 gram  $\text{CO}_2$  gazı 2 litre hacimde bulunmaktadır.



Kaba aynı sıcaklıkta 8 gram  $\text{CH}_4$  gazı ilave edildiğine göre 1. durumdaki gaz yoğunluğunun 2 durumdaki gaz yoğunluğuna oranı  $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$  aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

( $\text{CH}_4 = 16 \text{ g/mol}$ ,  $\text{CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$ )

- A)  $\frac{11}{90}$     B)  $\frac{44}{45}$     C)  $\frac{44}{37}$     D)  $\frac{22}{45}$     E)  $\frac{36}{45}$

2.  $127^\circ\text{C}$ 'de sabit hacimli bir kapta 0,8 atm basınç yapan He gazı bulunmaktadır.

Sıcaklık  $27^\circ\text{C}$ 'ye düşürülerek hacmi hacmi 2 katına çıkarılırsa He gazının basıncı kaç atm olur?

- A) 1,6    B) 1,2    C) 0,8    D) 0,6    E) 0,3

3. Aynı sıcaklıkta ideal pistonlu bir kapta eşit kütleli  $\text{CH}_4$  ve He gazları bulunmaktadır.

Buna göre,

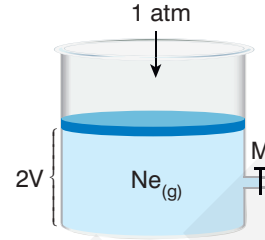
- I. He gazının kabın iç yüzeylerine çarpma sayısı  $\text{CH}_4$  gazının 2 katıdır.  
 II. He gazının kısmi basıncı  $\text{CH}_4$  gazının kısmi basıncının 4 katıdır  
 III. Gazların ortalama kinetik enerjileri eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

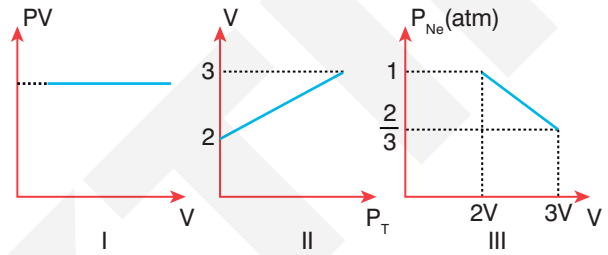
(He = 4 g/mol,  $\text{CH}_4 = 16 \text{ g/mol}$ )

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

4.  $25^\circ\text{C}$ 'de aşağıdaki ideal pistonlu kapta 40 gram Ne gazı 2V hacim kaplamaktadır.



Kaba aynı sıcaklıkta 4 gram He gazı ilave edilirse, olaya ilişkin çizilen,

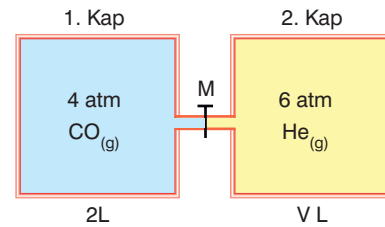


grafiklerinden hangileri doğru olur?

(He = 4 g/mol, Ne = 20 g/mol)

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

5. Aşağıdaki bileşik kap sisteminde 2 litre hacimli 1. kapta 4 atm basınç yapan  $\text{CO}$  gazı, 2. kapta 6 atm basınç yapan He gazı bulunmaktadır.



Sabit sıcaklıkta M musluğu açılarak yeterince beklendiğinden sistemin son basıncı 5,2 atm. olmaktadır.

Buna göre 2. kabın hacmi (V) kaç litredir?

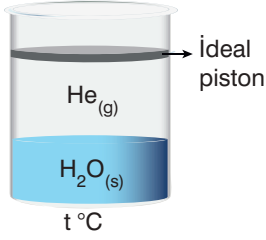
- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

6. Bir sıvının yüzeyindeki taneciklerin çevreden ısı alarak sıvı fazdan buhar fazına geçmesine buharlaşma denir.

Buharlaşma aşağıdaki etkenlerden hangisine bağlı değildir?

- A) Sıvının cinsine    B) Dış basınca  
 C) Sıvının temas yüzeyine    D) Sıcaklığa  
 E) Sıvı miktarına

7. Aşağıdaki ideal pistonlu sistemde bir miktar He gazı ile H<sub>2</sub>O sıvısı buharıyla dengede bulunmaktadır.



Kabın sıcaklığı bir miktar arttırıldığına göre olaya ilişkin aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) He gazının kısmi basıncı azalır  
 B) He gazının hacmi artar  
 C) H<sub>2</sub>O sıvı molekülleri sayısı azalır  
 D) H<sub>2</sub>O gazı molekülleri sayısı artar  
 E) Kabın toplam basıncı artar
8. 273 °C sıcaklıkta 1,4 atm basınç yapan XO<sub>3</sub> gazının yoğunluğu 2,5 g/L'dir.

Buna göre, 1 tane X elementinin gerçek kütlesi kaç gramdır? (N<sub>A</sub> = Avagadro sayısı, O = 16 g/mol)

- A)  $\frac{32}{N_A}$  B) 80.N<sub>A</sub> C) 32N<sub>A</sub> D)  $\frac{80}{N_A}$  E)  $\frac{64}{N_A}$

9. Sabit hacimli kapalı bir kaptaki bulunan X gazı ile ilgili,

- I. Basıncı sadece kabın sıcaklığı arttırılarak değiştirilebilir.  
 II. Kap ısıtılırsa gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri artar.  
 III. Yoğunluğu sabittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

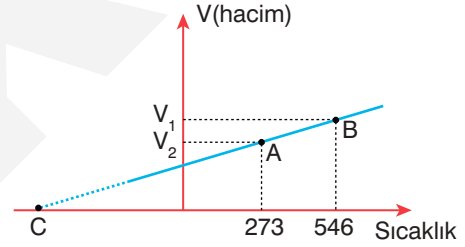
10. Charles yasası ile ilgili,

- I. Gazların hacimleri ile mutlak sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi veren yasadır.  
 II. Sabit basınçlı bir sistemde bulunan bir miktar gazın sıcaklığı 27 °C'den 54 °C'ye çıkarılırsa hacmi de 2 katına çıkar.  
 III. Sıcaklığı arttırılan bir gazın hacmi daima artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

11. Basıncı sabit olan bir X gazı için hacim-sıcaklık ilişkisini veren grafik aşağıda verilmiştir.



Buna göre,

- I. Çizilen grafikte sıcaklık birimi Kelvin'dir.  
 II. X gazının B noktasında kabın iç yüzeylerine çarpma sayısı A noktasından daha azdır.  
 III. C noktası mutlak sıfır noktasıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

12. 0 °C sıcaklıkta 75 mL'lik kaptaki bir miktar He gazı bulunmaktadır.

He gazının hacminin 225 mL olması için sıcaklığı kaç °C arttırılmalıdır?

- A) 1092 B) 819 C) 546 D) 300 E) 273

**Çözeltilerin Donma Noktalarının Hesaplanması**

Donma sıcaklığındaki alçalmadan yararlanılarak, çözünen maddenin mol kütlelerinin tayin edilmesine “**kriyoskopi**” denir.

- Çözeltilerde donma noktası alçalması:

$$\Delta T_d = -K_d \cdot m \cdot i \text{ formülüyle hesaplanır.}$$

Formülde;  $\Delta T_d = T_1 - T_2$  (Donma noktası alçalması)

$T_1 =$  Saf çözücünün donma noktası

$T_2 =$  Çözeltinin donma noktası

$K_d =$  Kriyoskopi sabiti (Donma noktası alçalması sabiti)

$m =$  Çözeltinin molalitesi

$i =$  Çözünen maddenin tanecik (iyon) sayısıdır.

- Kriyoskopi sabiti ( $K_d$ ) çözücünün türüne göre değişir. Su için kriyoskopi sabiti  $K_d = 1,86 \text{ }^\circ\text{C/m}$ 'dir.

**BİRLİKTE ÇÖZELİM**

**90 gram şeker ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) katisının 500 gram suda çözünmesiyle oluşan çözeltinin 1 atm basınçta donmaya başladığı sıcaklık kaç  $^\circ\text{C}$ 'dir? ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180 \text{ g/mol}$ ,  $K_d = 1,86 \text{ }^\circ\text{C/m}$ )**

**ÇÖZÜM**

$$n_{\text{şeker}} = \frac{90}{180} = 0,5 \text{ mol}$$

$$m_{(\text{Molalite})} = \frac{0,5}{0,5} = 1 \text{ molal}$$

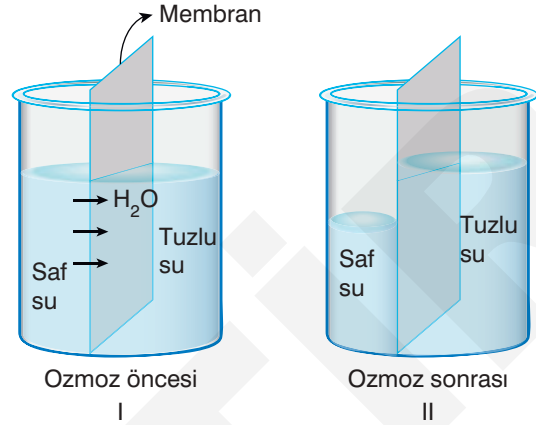
$$\Delta T_d = K_d \cdot m \cdot i$$

$$\Delta T_d = -1,86 \cdot 1 \cdot 1 = -1,86 \text{ }^\circ\text{C}$$

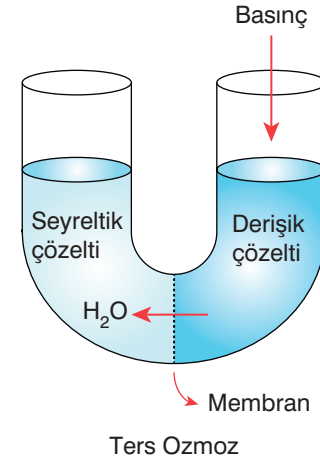
**4. Osmotik Basınç**

- Yarı geçirgen bir zarla (membran) ayrılmış derişimleri farklı olan çözeltilerde derişimi fazla olan çözeltilere, derişimi az olan çözeltilerden çözücü moleküllerinin geçmesine “**ozmoz**” denir.
- Kimyasal ve biyolojik olayların bir çoğu ozmoz ile gerçekleşir. Örneğin bitkilerin köklerinden aldıkları suyu yapraklarına ilemesi, uzun süre tuzlu suda kaldığında ellerdeki derinin büzüşmesi, taze salatalığın tuzlu suya konulduğunda şişmesi gibi olaylarda ozmoz etkilidir.

- Aşağıdaki kaplarda ozmoz olayı gerçekleşmeden önceki ve ozmoz olayı gerçekleştikten sonraki durum verilmiştir.



- Ozmoz olayında derişimi çok olan tarafa, derişimi az olan taraftan su geçişi ozmotik akış olarak ifade edilir. Ozmotik akışı durdurmak veya olayı tersine çevirmek mümkündür.
- Ozmotik akışı durdurmak için gereken basınca “**ozmotik basınç**” denir.
- Ozmoz olayında derişik olan çözeltilere ozmotik basınçtan daha yüksek basınç uygulandığında su geçişi ozmozun tersi yönde gerçekleşir. Bu olaya “**ters ozmoz**” denir.

**ÖĞRETMEN NOTU**

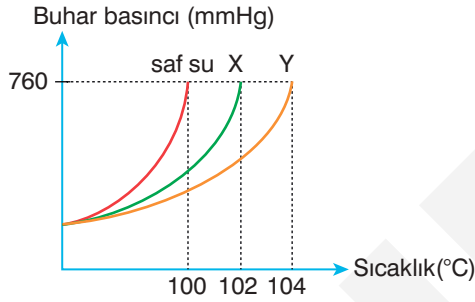
Ters ozmoz yöntemi deniz suyundan içme suyu elde etmede kullanılan bir yöntemdir.

- Yarı geçirgen zarla ayrılmış iki farklı çözeltilerden derişimi düşük olan çözeltilere “**hipotonik**”, derişimi yüksek olan çözeltilere “**hipertonik**”, derişimleri eşit olan çözeltilere “**izotonik**” çözeltileri denir.

1. Çözeltilerde çözünen taneciklerin (molekül, iyon) derişimine bağı olarak değişen özelliklere "koligatif özellikler" denir.

Buna göre, aşağıdaki özelliklerden hangisi çözeltilerin koligatif özelliklerinden biri değildir?

- A) Kaynama noktası yükselmesi  
B) Buhar basıncı düşmesi  
C) Ozmotik basınç  
D) Donma noktası alçalması  
E) Kaynama süresi
2. Aşağıdaki saf su ve uçucu olmayan katılarla hazırlanan molar derişimleri eşit X ve Y sulu çözeltilerinin buhar basınçlarının sıcaklıkla değişimini veren grafik verilmiştir.



Buna göre,

- I. X katısı  $C_6H_{12}O_6$  ise, Y katısı NaCl olabilir.  
II. 102 °C'de X ve Y katılarının çözeltilerinin buhar basınçları eşittir.  
III. Saf suyun kaynadığı sıcaklıkta X çözeltisinin buhar Y çözeltisinin buhar basıncından fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I  
B) I ve II  
C) I ve III  
D) II ve III  
E) I, II ve III
3. 720 gram  $C_6H_{12}O_6$  (glukoz) katısının 2 kg suda çözünmesiyle hazırlanan çözeltinin 1 atm basınçta kaynamaya başladığı sıcaklık kaç °C'dir?  
( $K_f = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C/m}$ ,  $C_6H_{12}O_6 = 180 \text{ g/mol}$ )  
A) 100,52 B) 101,04 C) 101,56 D) 102,08 E) 102,6

4. Aşağıdaki tabloda 1 atm basınçta mol sayıları eşit  $CaSO_4$ , X ve Y katıları ile ayrı ayrı oluşturulan çözeltilerin hacimleri ve kaynamaya başlama sıcaklıkları verilmiştir.

Bileşik	Çözelti hacmi (mL)	Kaynamaya başlama sıcaklığı (°C)
$CaSO_4$	400	101
X	500	102
Y	250	102,4

Buna göre, X ve Y maddeleri aşağıda verilen bileşiklerden hangileri olabilir?

	X	Y
A)	$AlCl_3$	$CaCO_3$
B)	$Al_2(SO_4)_3$	$MgCl_2$
C)	$CaCO_3$	$CaBr_2$
D)	$Al_2(CO_3)_3$	NaCl
E)	$CaCl_2$	$Al_2(SO_4)_3$

5. Aşağıdaki kaplarda aynı ortamdaki çözeltiler verilmiştir.



Buna göre verilen çözeltiler ile ilgili,

- I. Uçuculukları arasındaki ilişki  $1 > 2 > 3$  şeklindedir.  
II. Donma noktaları arasındaki ilişki  $3 > 2 = 1$  şeklindedir.  
III. Kaynama anında buhar basınçları arasındaki ilişki  $3 > 1 = 2$  şeklindedir.  
A) Yalnız I  
B) Yalnız II  
C) Yalnız III  
D) I ve III  
E) II ve III

7. Aşağıdaki tabloda bir X tuzunun farklı sıcaklıklardaki doymuş çözeltileri için su ve çözünen miktarları verilmiştir.

Sıcaklık (°C)	$m_{su}$ (gram)	$m_x$ (gram)
20	400	80
40	500	150
50	200	80

Buna göre,

- X tuzunun sudaki çözünürlüğü endotermiktir.
- 20 °C sıcaklıkta 240 gram doymuş çözeltinin sıcaklığı 50 °C'ye çıkarılırsa, çözeltinin doymuş olması için 100 gram su buharlaştırılmalıdır.
- 20 °C sıcaklıkta hazırlanan 120 gram doymuş çözelti ile 50 °C'de hazırlanan 280 gram doymuş çözelti karıştırılırsa kütlece %25'lik çözelti elde edilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

8. Özkütlesi 1,3 g/mL olan saf X sıvısının 70 mL'si ile 2000 mL su-lu çözelti hazırlanıyor.

Buna göre, oluşan çözeltinin molar derişimi kaçtır?

(X= 182 g/mol)

- A) 0,1      B) 0,25      C) 0,2      D) 0,15      E) 0,3

9. Saf X, Y ve Z sıvıları karşılaştırılarak ayırma hunisine konulduğunda Z sıvısı üste, X ve Y karışımı altta kalarak ayrı faz oluşturmuştur.

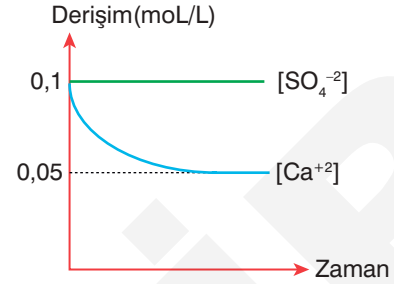
Buna göre,

- X ve Y sıvıları birbiri içinde çözünmüştür.
- Z sıvısı saf olarak elde edilebilir.
- Z sıvısının özkütlesi X'den büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

10. 200 mL  $CaSO_4$  çözeltisine aynı sıcaklıkta  $Na_2SO_4$  çözeltisi eklenmesi sırasındaki  $Ca^{+2}$  ve  $SO_4^{-2}$  iyonlarının molar derişimlerinin zamanla değişimi aşağıdaki grafikte verilmiştir.



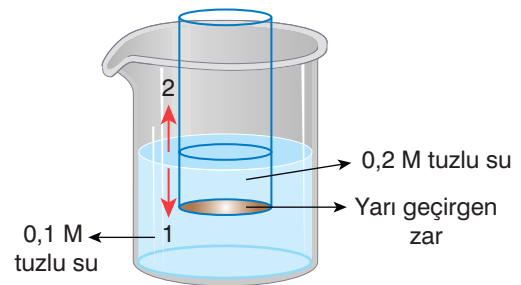
Buna göre,

- Son çözeltide 0,1 molar  $Na^+$  iyonu bulunur.
- $CaSO_4$  çözeltisinde toplam 0,1 mol iyon bulunur.
- $Na_2SO_4$  çözeltinin hacmi 200 mL'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

11. Aşağıdaki sistemde beherglas içine konulan cam borunun ucuna yarı geçirgen zar yerleştirilerek beherglas ve cam boruya derişimleri farklı tuzlu su çözeltileri konulmuştur.



Başlangıçta sıvı seviyeleri eşit olduğuna göre,

- Cam boruda su seviyesi 2 yönünde ilerler.
- Cam boru içindeki çözeltinin derişimi zamanla azalır.
- Bir süre sonra cam boru ve beherdeki çözeltilerin derişimleri eşitlenir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## ÇÖZÜMLER

## SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

## ÇÖZÜMLER

1. %40'lık  $m_1$  gram NaCl } %50'lik 600 g NaCl  
 %70'lik  $m_2$  gram NaCl }  $m_{\text{Tçözünen}} = 600 \cdot \frac{50}{100} = 300$  gram  
 $0,4 m_1 + m_2 = 600$  g  
 $0,4 m_1 + 0,7 m_2 = 300$
- 
- $m_2 = 200$  gram,  $m_1 = 400$  gram

2. Molalite =  $\frac{n_{\text{çözünen}}}{m_{\text{kgsu}}}$
- $1 = \frac{n}{4,340 - 0,085 n} \Rightarrow 4,340 - 0,085 n = n$   
 $n = 4$  mol  
 $n = \frac{m}{m_A} = \frac{170}{85} = 2$  mol  $\Rightarrow n_T = 4 + 2 = 6$  mol

3. 0,4 M 100 mL KCl  
 x m y mL CaCl<sub>2</sub>  
 Grafikte çözeltinin karışma sonrası K<sup>+</sup> derişimi 0,08 M oluyor.  
 $m_1 \cdot v_1 = m_T \cdot V_T \Rightarrow 0,4 \cdot 100 = 0,08 \cdot V_T \Rightarrow V_T = 500$  mL  
 Eklenen CaCl<sub>2</sub> çözeltisinin hacmi = 500 - 100 = 400 mL'dir.  
 KCl çöz. gelen [Cl<sup>-</sup>]  $\Rightarrow 0,4 \cdot 100 = M_2 \cdot 500 \Rightarrow M_2 = 0,08$  M  
 $[Cl^-]_{\text{Toplam}} = [Cl^-]_{\text{KCl}} + [Cl^-]_{\text{CaCl}_2}$   
 $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{+2} + 2\text{Cl}^-$   
 0,08 M 0,16 M  
 çözeltide  
 Başlangıçta  $M_1 \cdot 400 = 0,08 \cdot 500 \Rightarrow M_1 = 0,1$  M

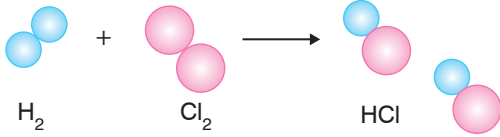
4.  $n_{\text{su}} = \frac{162}{18} = 9$  mol  
 $n_{\text{CaCO}_3} = \frac{50}{100} = 0,5$  mol  $\text{CaCO}_3 \Rightarrow \text{Ca}^{+2} + \text{CO}_3^{-2}$   
 $n_T = 9 + 0,5 + 0,5 = 10$  mL  
 $P_{\text{çöz}} = P_{\text{su}} \cdot X_{\text{su}} = 42 \cdot \frac{9}{10} = 37,8$  mmHg

5.  $\Delta T_K = T_2 - T_1 = 100,364 - 100 = 0,364$   
 $\Delta T_K = K_K \cdot m \cdot i + K_K \cdot m \cdot i \Rightarrow m = 0,25$  molal  
 $\frac{1442443}{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \quad \frac{1442443}{\text{KNO}_3}$   
 Molalite =  $\frac{n}{\text{kgsu}} \Rightarrow n = 0,25 \cdot 2 = 0,5$  mol  
 $m = n \cdot m_A = 0,5 \cdot 101 = 50,5$  gram KNO<sub>3</sub>

6. 15 °C de 130 g çözeltide 100 g su varsa  
 520 g çözeltide x  
 $x = 400$  g.su, 120 g çözünen
- 20 °C de 100 gram su buharlaştırılırsa  
 $m_{\text{su}} = 400 - 100 = 300$  g  
 300 g suda 120 gram X çözünersen  
 100 g suda x  
 $x = 40$  g/100gsudur.

**TEPKİMELERDE ISI DEĞİŞİMİ**

Fiziksel olaylar, kimyasal olaylar ve çekirdek tepkimeleri sırasında enerji değişimi gerçekleşir. Enerji değişiminin en fazla olduğu tepkimeler çekirdek tepkimeleridir. En az enerji değişimi fiziksel olaylar sırasında gerçekleşir.



☞ Sabit sıcaklık ve basınçta gerçekleşen kimyasal olaylar sırasındaki ısı değişimine “**tepkime entalpisi (tepkime ısısı)**” denir.  $\Delta H$  ile gösterilir.

☞ Entalpi, maddelerin iç enerjilerine bağlı bir özellik olup, mutlak değeri ölçülemez. Ancak entalpi değişimi ( $\Delta H$ ) ölçülebilir.

☞ Bir kimyasal tepkimede entalpi değişimi, ürünlerin potansiyel enerjileri ile tepkimeye girenlerin potansiyel enerjileri arasındaki farka eşittir.

$$\Delta H_{\text{tepkime}} = \sum H_{\text{ürünler}} - \sum H_{\text{girenler}}$$

☞ Bütün kimyasal tepkimeler sırasında bir miktar ısı değişimi olur. Çevreden ısı alarak gerçekleşen kimyasal tepkimelere “**endotermik tepkimeler**”, çevreye ısı vererek gerçekleşen tepkimelere “**ekzotermik tepkimeler**” denir.

**1. Endotermik Tepkimeler**

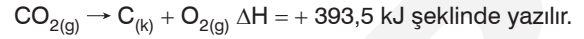
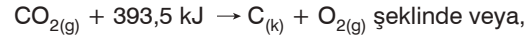
☞ Tepkimeye giren maddelerin entalpileri toplamı, ürünlerin entalpileri toplamından küçüktür. Bu nedenle aradaki enerji farkı kadar dışarıdan ısı alınır.

☞ Giren maddeler daha kararlı olduğu için endotermik tepkimeler genellikle kendiliğinden gerçekleşmez.

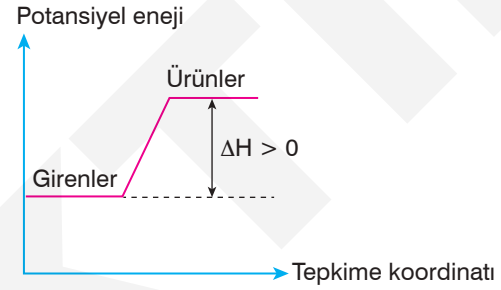
☞ Tepkimenin oluşması için ısıya ihtiyaç olduğundan endotermik tepkimeler ısı verildiği sürece devam eder.

☞ Tepkimenin entalpi değişimi sıfırdan büyüktür. ( $\Delta H > 0$ )

• Endotermik tepkimelerde ısı girenler tarafında yazılır. Isı, tepkime denkleminde



• Endotermik tepkimelerin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği aşağıdaki gibi gösterilir.



☞ Endotermik olaylara,

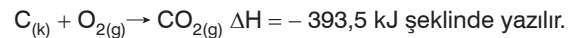
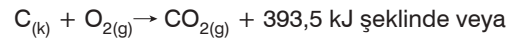
- Bileşiklerin bileşenlerine ayrıştırılması
- Elektroliz
- Bağ kopması
- Atomlardan elektron kopması
- Erime, buharlaşma, süblimleşme gibi olaylar örnek verilebilir.

**2. Ekzotermik Tepkimeler**

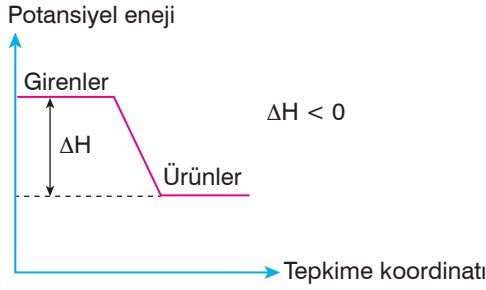
☞ Tepkimede oluşan ürünlerin entalpileri toplamı girenlerin entalpileri toplamından küçüktür. Bu nedenle aradaki enerji farkı kadar dışarıya ısı verilir.

☞ Ürünler daha kararlı olduğu için bu tür tepkimeler ya kendiliğinden gerçekleşir ya da başlatıldıktan sonra kendiliğinden devam eder.

• Ekzotermik tepkimelerde ısı ürünler tarafından yazılır. Isı tepkime denklemlerinde,



- Ekzotermik tepkimelerin potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği aşağıdaki gibi gösterilir.



Ekzotermik olaylara,

- Yanma tepkimeleri (Azotun yanması hariç)
- Nötrleşme tepkimeleri
- Pil tepkimeleri
- Bağ oluşumu
- Uyarılmış atomların temel hâle geçmesi
- Gazların suda çözünmesi
- Yoğuşma, donma, kırılaşma gibi olaylar örnek verilebilir.

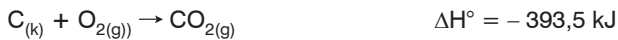
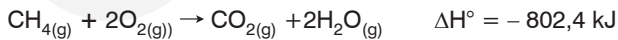
## TEPKİME ENTALPİSİNE (ΔH) ETKİ EDEN FAKTÖRLER

### 1. Sıcaklık ve Basınç

Standart koşullarda (25 °C ve 1 atm) gerçekleşen tepkimelerin ısı değişimine o tepkimenin “**standart entalpi değişimi (ΔH°)**” denir. Sıcaklık ve basınç koşulları değiştiğinde tepkimelerin entalpi değerleri değişir.

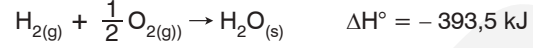
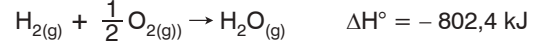
### 2. Tepkimeye Giren ve Oluşan Maddelerin Türü

Tepkimeye giren ve tepkime sonucu oluşan maddelerin türü değişirse tepkime entalpisi değişir.



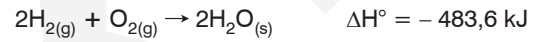
### 3. Maddelerin Fiziksel Hâli

Tepkime ısı maddelerin fiziksel hâli değiştiğinde değişir.



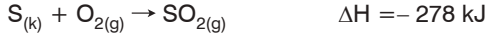
### 4. Tepkimeye Giren Maddelerin Miktarı

Tepkimeye giren maddelerin miktarı arttıkça alınan veya açığa çıkan ısı miktarı artar.

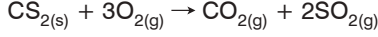




7. Aşağıda bazı tepkimelerin standart entalpi değişimleri verilmiştir.



Buna göre,



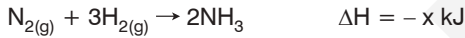
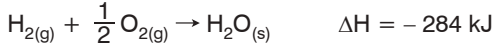
tepkimesi ile ilgili,

- I. Girenlerin potansiyel enerjileri toplamı, ürünlerin potansiyel enerjileri toplamından büyüktür.
- II. Tepkimenin standart entalpi değişimi  $\Delta H = -1001 \text{ kJ'dir}$ .
- III. Tepkime başlatıldıktan sonra kendiliğinden yürür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

8. Aşağıda bazı tepkimelerin standart entalpi değişimleri verilmiştir.



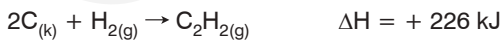
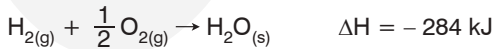
$4\text{NH}_{3(g)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{N}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  reaksiyonunda 17 gram

$\text{NH}_3$ 'ün yeterince  $\text{O}_2$  ile tepkimesinden 317 kJ ısı açığa çıktığına göre,  $\text{NH}_3$ 'ün molar oluşma entalpisi kaç kJ/mol'dür?

(N = 14 g/mol, H = 1 g/mol)

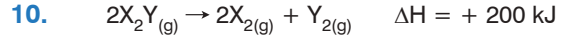
- A) -92      B) +92      C) -46      D) +46      E) -23

9. Aşağıda bazı tepkimelerin standart entalpi değişimleri verilmiştir.

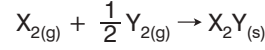


Buna göre,  $\text{C}_2\text{H}_2$  gazının standart molar yanma entalpisi kaç kJ/mol'dür?

- A) -2596                      B) +2596                      C) -1298  
D) +1298                      E) -649



olduğuna göre,



tepkimesinin entalpisi kaç kJ'dir?

- A) -70      B) -130      C) +130      D) -170      E) +170

11. • 9 gram  $\text{H}_2\text{O}$  sıvısının elementlerinden oluşması sırasında 142 kJ ısı açığa çıkıyor.  
• 0,2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  sıvısının buharlaşması için gereken ısı 8,4 kJ'dir.

Buna göre,  $\text{H}_2\text{O}$  gazının elementlerinden oluşması sırasındaki entalpi değişimi kaç kJ'dir?

- A) -242      B) +242      C) +326      D) -326      E) -200

12. Bir kimyasal tepkimenin ara basamakları ile ilgili aşağıdaki bilgiler veriliyor.

- CO gazının molar yanma entalpisi
- $\text{H}_2\text{O}$  sıvısının molar oluşma entalpisi
- C katısının molar yanma entalpisi
- $\text{C}_2\text{H}_4$  gazının molar oluşma entalpisi

Bu bilgilere göre,

- I.  $\text{C}_2\text{H}_4$  gazının molar yanma entalpisi
- II.  $\text{CO}_2$  gazının molar ayrışma entalpisi
- III.  $\text{H}_2\text{O}$  gazının molar ayrışma entalpisi

niceliklerinden hangileri hesaplanabilir?

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

1. Aşağıdaki tabloda bazı olaylar endotermik veya ekzotermik olarak işaretlenmiştir.

	Olay	Endotermik	Ekzotermik
I.	Sıvı azotun buharlaşması	√	
II.	Nötralleşme tepkimesi		√
III.	Pil tepkimesi	√	
IV.	Bağ oluşumu		√
V.	Gazların suda çözünmesi		√

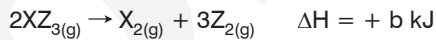
Buna göre, hangi olaya ait işaretleme yanlıştır?

- A) I      B) II      C) III      D) IV      E) V

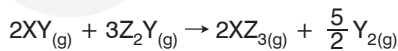
2. Standart şartlarda gerçekleşen aşağıdaki tepkimelerden hangisinde tepkimenin entalpi değişimi oluşan maddenin standart molar oluşum entalpisidir?

- A)  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$   
 B)  $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$   
 C)  $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$   
 D)  $SO_{2(g)} \rightarrow S_{(k)} + O_{2(g)}$   
 E)  $C_{(grafit)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

3.  $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)} \quad \Delta H = + a \text{ kJ}$



tepkime entalpileri bilindiğine göre,



tepkimesinin entalpisi kaç kJ'dir?

- A)  $3c - (a + b)$       B)  $a + b - c$       C)  $2a + b - 3a$   
 D)  $-a - b + c$       E)  $2c - (2a + b)$

4. Bir cismin konumu, hareketi, taşıdığı elektrik yükü ve içinde bulunduğu ortamdan daha yüksek sıcaklığa sahip olması sebebiyle iş yapabilme yeteneğidir.

Buna göre, verilen tanım aşağıdakilerden hangisine aittir?

- A) Standart ısı oluşumu  
 B) Tepkime entalpisi  
 C) Isı  
 D) Standart entalpi değişimi  
 E) Enerji

5.  $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 202 \text{ kJ}$

tepkimesine göre normal şartlar altında 11,2 litre  $O_2$  gazı ile yeterince HCl gazının tepkimesi ile ilgili,

- I. Normal şartlarda 22,4 litre  $Cl_2$  gazı oluşur.  
 II. 10,1 kJ ısı açığa çıkar.  
 III. Ürünler girenlere göre daha karardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

6.  $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)} \quad \Delta H = - 890 \text{ kJ}$

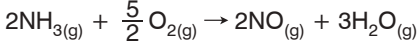
tepkimesine göre, 44,5 kJ ısı elde etmek için en az kaç mol  $CH_4$  ve  $O_2$  gereklidir?

	$n_{CH_4}$	$n_{O_2}$
A)	0,05	0,05
B)	0,05	0,10
C)	0,1	0,05
D)	0,02	0,02
E)	0,02	0,04

7. Aşağıdaki tabloda bazı bileşiklerin standart molar oluşum entalpileri verilmiştir.

Bileşik	$\Delta H^\circ$ (kJ/mol)
$\text{NH}_3(\text{g})$	-45
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-240
$\text{NO}(\text{g})$	+90

Buna göre,



reaksiyonuna göre 6,8 gram  $\text{NH}_3$ 'ün tepkimesi sonucu kaç kJ ısı açığa çıkar?

- A) 45      B) 90      C) 120      D) 160      E) 180

8.  $\text{C}_2\text{H}_6$  gazının molar yanma entalpisi:  $\Delta H^\circ = -1560$  kJ  
 $\text{C}_3\text{H}_8$  gazının molar yanma entalpisi:  $\Delta H^\circ = -2340$  kJ  
 $\text{C}_2\text{H}_6$  ve  $\text{C}_3\text{H}_8$  gazlarından oluşan 0,8 mollük karışım yakıldığında 1482 kJ ısı açığa çıkmaktadır.

Buna göre, karışımdaki  $\text{C}_3\text{H}_8$  gazının mol sayısının  $\text{C}_2\text{H}_6$  gazının mol sayısına oranı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A)  $\frac{2}{5}$       B)  $\frac{3}{5}$       C)  $\frac{5}{3}$       D)  $\frac{3}{7}$       E)  $\frac{2}{5}$

9.  $2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g})$        $\Delta H^\circ = -758$  kJ  
 $\text{C}(\text{k}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$        $\Delta H^\circ = -111$  kJ  
 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$        $\Delta H^\circ = -242$  kJ

tepkime entalpileri bilindiğine göre,  $\text{C}_2\text{H}_4$  gazının standart molar oluşum entalpisi kaç kJ'dir?

- A) -114      B) +114      C) -52  
D) +52      E) -26

10.  $4\text{PCl}_3(\text{g}) \rightarrow \text{P}_4(\text{k}) + 6\text{Cl}_2(\text{g})$        $\Delta H = -1148$  kJ  
 $\frac{1}{2}\text{P}_4(\text{k}) + 5\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{PCl}_5(\text{g})$        $\Delta H = -750$  kJ

tepkime entalpileri bilindiğine göre,

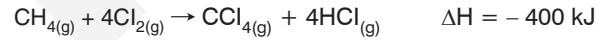


tepkimesinin entalpisi kaç kJ'dir?

- A) -662      B) -4148      C) +1852  
D) -1852      E) +662

11. Aşağıdaki tabloda bazı bağlar ve ortalama bağ enerjileri verilmiştir.

Bağ türü	Ortalama bağ enerjisi (kJ/mol)
C - H	416
H - Cl	432
C - Cl	326
Cl - Cl	x



olduğuna göre, Cl - Cl bağının bağ enerjisi kaç kJ'dir?

- A) 482      B) 420      C) 384      D) 242      E) 121

12. Aşağıdaki tabloda bazı bağlar ve ortalama bağ enerjileri verilmiştir.

Bağ türü	Ortalama bağ enerjisi (kJ/mol)
H - O	460
O = O	498
H - H	435

Buna göre,

I. Verilen bağlardan en kararlı olanı (O = O) bağıdır.

II.  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 'nin standart molar oluşum entalpisi

$\Delta H = +236$  kJ'dir.

III.  $2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g})$  tepkimesinin entalpisi  $\Delta H = -498$  kJ'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

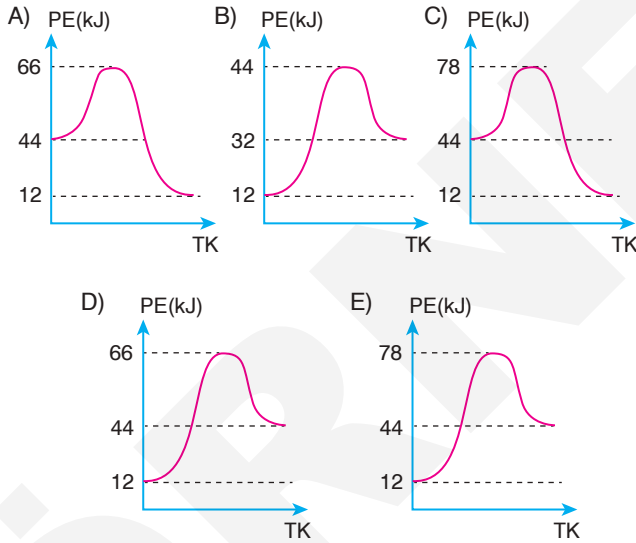
## 1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) İleri aktivasyon enerjisi geri aktivasyon enerjisinden büyük olan tepkimeler endotermiktir.  
 B) Aktivasyon enerjisi ekzotermik tepkimelerde negatif bir değerdir.  
 C) Tepkime entalpisi negatif veya pozitif değer alabilir.  
 D) Her çarpışma tepkime ile sonuçlanmaz.  
 E) Eşik enerjisi küçük tepkimeler hızlı gerçekleşir.

## 2. Bir tepkime ile ilgili aşağıdaki bilgiler verilmiştir.

- İleri tepkime aktifleşme enerjisi 66 kJ'dir.
- Geri tepkime aktifleşme enerjisi 34 kJ'dir.
- Tepkime entalpisi  $\Delta H = + 32$  kJ'dir.
- Ürünlerin potansiyel enerjileri toplamı 44 kJ'dir.

Buna göre, tepkimeye ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

3.  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}(\text{g})$  tepkimesinin aktifleşme enerjisi 210 kJ'dir.

Buna göre,  $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  tepkimesinin aktifleşme enerjisi kaç kJ'dir?

$$(\Delta H^\circ_{\text{CH}_3\text{CHO}} = -165 \text{ kJ/mol}, \Delta H^\circ_{\text{CO}} = -110 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta H^\circ_{\text{CH}_4} = -75 \text{ kJ/mol})$$

- A) 230 B) 220 C) 200 D) 190 E) 180

## 4. Aşağıda gaz fazında gerçekleşen bir tepkimedeki maddelerin harcanma ve oluşma hızları arasındaki ilişki verilmiştir.

$$-\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{4 \cdot \Delta t} = -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{2 \cdot \Delta t}$$

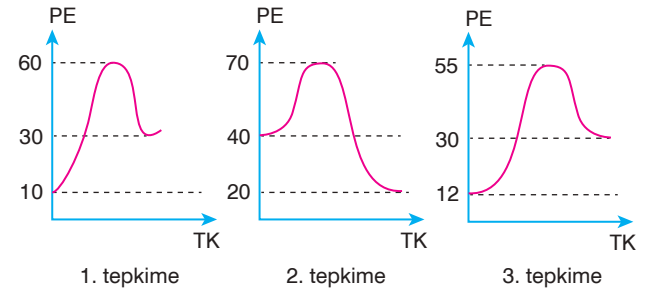
Buna göre, bu tepkimenin denkleştirilmiş hâli aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g})$   
 B)  $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$   
 C)  $4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$   
 D)  $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$   
 E)  $4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$

5.  $2\text{Fe}(\text{k}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{k})$  tepkimesine göre  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  katısının oluşum hızı  $3 \cdot 10^{-3}$  mol/dk olduğuna göre Fe katısının harcanma hızı kaç mol/s'dir?

- A)  $10^{-2}$  B)  $10^{-3}$  C)  $6 \cdot 10^{-3}$   
 D)  $10^{-4}$  E)  $6 \cdot 10^{-4}$

## 6. Aşağıda bazı tepkimelere ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafikleri verilmiştir.

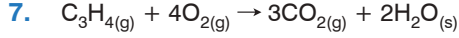


Buna göre, tepkimeler ile ilgili,

- I. 1. ve 3. tepkimeler endotermik, 2. tepkime ekzotermiktir.  
 II. Tepkime entalpileri arasındaki ilişki  $\Delta H_1 > \Delta H_3 > \Delta H_2$  ilişkisi bulunur.  
 III. Aktivasyon enerjisi en büyük olan 1. tepkimedir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

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



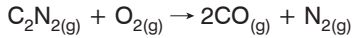
tepkimesi ile ilgili,

- I. Miktarındaki değişme hızı en büyük olan  $C_3H_4$ 'tür.
- II. Homojen bir tepkimedir.
- III.  $O_2$  ve  $CO_2$  gazlarının hızları arasındaki ilişki  $3r_{O_2} = 4r_{CO_2}$  şeklindedir.

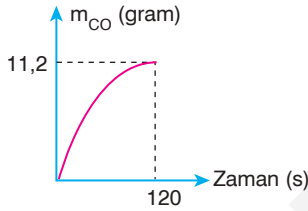
yargılarından hangileri yanlıştır?

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

8. 4 litrelik sabit hacimli kapta gerçekleşen,



tepkimesinde oluşan CO gazının kütle - zaman grafiği aşağıda verilmiştir.



Buna göre, aynı sürede  $N_2$  gazının ortalama oluşma hızı kaç M/dk'dir? (C = 12 g/mol, O = 16 g/mol)

- A)  $4,16 \cdot 10^{-4}$                       B)  $10^{-2}$                       C)  $2,5 \cdot 10^{-2}$   
D)  $2,5 \cdot 10^{-3}$                       E)  $10^{-3}$

9.  $PH_{3(g)} + 4Cl_{2(g)} \rightarrow PCl_{5(g)} + 3HCl_{(g)}$  tepkimesinde  $Cl_2$  gazının ortalama harcanma hızı  $2,4 \cdot 10^{-2}$  mol/s'dir.

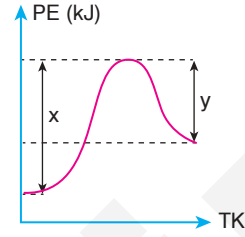
Buna göre,

- I.  $PCl_5$  gazının ortalama oluşma hızı  $10^{-2}$  mol/dk'dir.
- II.  $PH_3$  gazının normal koşullarda ortalama harcanma hızı 0,1344 L/s'dir.
- III.  $Cl_2$  ve  $HCl$  gazlarının hızları arasındaki ilişki  $3r_{Cl_2} = 4r_{HCl}$  şeklindedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

10. Bir kimyasal tepkimeye ait potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği aşağıda verilmiştir.



Buna göre,

- I. Yüksek sıcaklıkta ürünler karardır.
- II. Aktifleşmiş kompleksin enerjisi x kJ'dir.
- III. Tepkime entalpisi  $\Delta H = x - y$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

11.  $H_2SO_{4(s)} \rightarrow SO_{3(g)} + H_2O_{(s)}$  tepkimesinin ileri aktifleşme enerjisi 87 kkal, geri aktifleşme enerjisi 42 kkal'dir.

$SO_3$  ve  $H_2O$ 'nun standart oluşum entalpileri sırasıyla -76 kkal ve -68 kkal olduğuna göre,  $H_2SO_4$ 'ün standart molar oluşum entalpisi kaç kkal/mol'dür?

- A) -170                      B) -182                      C) -189                      D) +182                      E) +189

12.  $2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$  tepkimesine göre  $N_2O_5$  derişimi 200 saniyede 1,8 M'den 0,6 M'ye düşmektedir.

Buna göre tepkimede  $NO_2$ 'nin oluşma hızı kaç M/s'dir?

- A)  $6 \cdot 10^{-3}$                       B)  $1,2 \cdot 10^{-2}$                       C)  $10^{-3}$   
D)  $6 \cdot 10^{-2}$                       E)  $1,2 \cdot 10^{-3}$

## HIZ DENKLEMİ

- Kimyasal tepkimelerin hızı ile tepkimeye giren maddelerin derişimleri arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıya “**hız denklemi**” veya “**tepkimenin hızı ifadesi**” denir. Hız ifadeleri deneysel verilerden yararlanılarak bulunur.
- Kimyasal tepkimeler tek basamakta veya birden çok basamakta gerçekleşebilir. Tek basamaklı tepkimelerde hız ifadesi girenlerin (reaktiflerin) derişimlerine ve reaktif katsayılarına göre tepkime denkleminde yazılır. Çok basamaklı tepkimelerde ise hız ifadesinin yazılabilmesi için tepkime mekanizmasının ya da tepkime ile ilgili deneysel sonuçların bilinmesi gerekir.

## 1. Tek Basamaklı Tepkimelerde Hız İfadesi

- Tek basamakta meydana gelen ve az sayıda tanecik arasında oluşan tepkimelere “**tek basamaklı tepkimeler**” denir. Tek basamaklı tepkimelerde hız ifadeleri giren maddelerin derişimleri ve tepkime denklemlerindeki girenlerin katsayılarına göre yazılır.
- Tek basamakta gerçekleşen  $aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightarrow cC_{(g)} + dD_{(g)}$ 
  - tepkimesinin hız ifadesi  $TH = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b$
  - tepkime hızının birimi  $\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$ ’dir.
- Tepkimelerin hız ifadesindeki madde derişimlerinin üslerinin toplamına “**tepkime derecesi (mertebesi)**” denir. Verilen tepkimenin A maddesine göre derecesi “**a**”, B maddesine göre derecesi “**b**” dir. Toplam tepkime derecesi “**a + b**” dir.
- Tepkimelerde bulunan saf sıvı ve katı maddelerin derişimleri sabittir. Bu nedenle saf sıvı ve katılar hız ifadelerinde yazılmaz. Hız ifadelerinde sadece gaz fazında ve çözelti hâlinde bulunan maddeler yer alır.

- Aşağıdaki tabloda bazı tepkime denklemlerinin hız ifadeleri, tepkime dereceleri ve hız sabitlerinin birimi belirtilmiştir.

Tepkime Denklemi	Hız ifadesi	Tepkime Derecesi	Hız sabiti (k) birimi
$KClO_{3(k)} \rightarrow KCl_{(k)} + \frac{3}{2} O_{2(g)}$	$TH = k$	0	mol/L·s
$C_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$TH = k [O_2]$	1	1/s
$H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)}$	$TH = k \cdot [H_2] \cdot [F_2]$	2	L/mol·s
$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$	$TH = k \cdot [CH_4] \cdot [O_2]^2$	3	L <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> ·s
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$	$TH = k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3$	4	L <sup>3</sup> /mol <sup>3</sup> ·s

## 2. Çok Basamaklı Tepkimelerde Hız İfadesi

- Çarpışma teorisine göre ikiden fazla taneciğin çarpışarak tepkime meydana getirme olasılığı çok düşüktür. Bu tür tepkimeler genellikle birbirini izleyen basamaklar şeklinde oluşur. Bu tür tepkimelere “**çok basamaklı (mekanizmalı) tepkimeler**” denir.

## Çok Basamaklı Tepkimelerde

- Hız denklemindeki katsayılar kimyasal denklemindeki katsayılara uymaz.
- Tepkime mekanizmaları deneysel olarak belirlenir.
- Mekanizmadaki en yavaş basamak tepkime hızını belirler.
- Yavaş basamak hızlanmadıkça tepkime hızı artmaz.
- Tepkimenin hız denklemi yavaş basamağın girenleri üzerinden yazılır.
  - Örneğin;  $H_{2(g)} + 2ICl_{(g)} \rightarrow I_{2(g)} + 2HCl_{(g)}$  tepkimesinin mekanizması aşağıda verilmiştir.
    - ara basamak:  $H_{2(g)} + ICl_{(g)} \rightarrow HI_{(g)} + HCl_{(g)}$  (Yavaş)
    - ara basamak:  $HI_{(g)} + ICl_{(g)} \rightarrow I_{2(g)} + HCl_{(g)}$  (Hızlı)
 Net tepkime:  $H_{2(g)} + 2ICl_{(g)} \rightarrow I_{2(g)} + 2HCl_{(g)}$
  - HI gazı 1. basamağın ürünlerinde olup, 2. basamakta harcanmaktadır. Mekanizmalı tepkimelerde bu tür maddelere “**ara ürün**” denir.

- 1. basamağın girenlerinde olup; son basamağın ürünlerinde yer alan ve toplam tepkimede yer almayan maddeler ise "katalizör"dür.

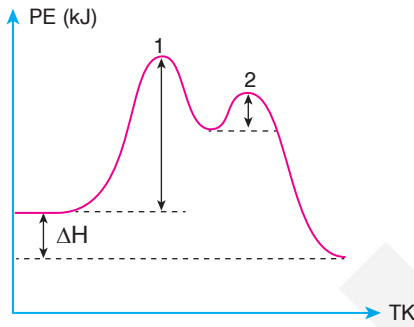
- Verilen bu tepkimede katalizör bulunmamaktadır.
- Tepkimenin Hız Bağıntısı;

$$TH = k \cdot [H_2] \cdot [ICl] \text{ şeklindedir.}$$

- Çok basamaklı tepkimelerin potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiklerinde basamak sayısı kadar aktifleşme enerjisi bulunur. Yavaş basamağın aktifleşme enerjisi hızlı basamağın aktifleşme enerjisinden büyüktür. Bundan yararlanarak grafikte hangi basamağın hızı belirleyen (yavaş) basamak olduğu anlaşılır.

- $H_{2(g)} + 2ICl_{(g)} \rightarrow I_{2(g)} + 2HCl_{(g)}$  tepkimesinin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği aşağıda verilmiştir.

- Grafikte 1. basamak aktifleşme enerjisi büyük olan basamaktır. Tepkimenin yavaş adımı bu basamaktır.



- Net tepkime denkleminde reaktiflerin (katı, sıvı, gaz veya çözelti) katsayıları toplamına "tepkimenin moleküleritesi" denir.

- Aşağıdaki tabloda tek basamakta gerçekleşen bazı tepkimelerin hız ifadeleri, dereceleri ve moleküleriteleri verilmiştir.

Tepkime	Hız ifadesi	Molekülerite	Tepkime derecesi
$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$	$TH = k \cdot [H_2] \cdot [Cl_2]$	2	2
$2N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2N_2O_{(g)}$	$TH = k \cdot [N_2]^2 \cdot [O_2]$	3	3
$H_2O_{2(s)} + 2Br^-_{(ag)} + 2H_3O^+_{(ag)} \rightarrow 4H_2O_{(s)} + Br_{2(s)}$	$TH = k \cdot [Br^-]^2 \cdot [H_3O^+]^2$	5	4

### 3. Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler

Tepkime hızına; madde cinsi, derişim, sıcaklık, katalizör ve temas yüzeyi etki eder.

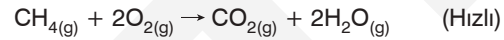
#### a) Madde Cinsinin Etkisi

- Tepkimeye giren maddeler atom, molekül, iyon ve radikal hâlinde olabilir. Bu tanecikler arasında meydana gelen etkileşimlerin hızı tepkime hızında belirleyici olur.

Buna göre;

- Birbirine benzer bağların kırıldığı ve oluştuğu tepkimelerde kırılan ve oluşan bağ sayısı arttıkça tepkime hızı azalır.

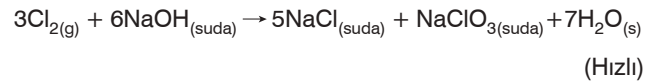
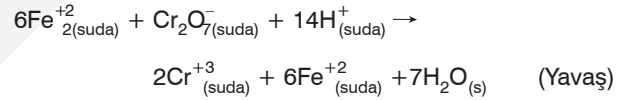
Örneğin;



- İyonik tepkimeler genellikle hızlıdır. Ancak zıt yüklü iyonlar arası gerçekleşen tepkimeler çok daha hızlıdır.



- Etkin çarpışma olasılığı tepkimeye girecek taneciklerin tür ve sayısı arttıkça azalır. Bu nedenle giren tanecik sayısı arttıkça tepkime hızı yavaşlar.



#### b) Derişim Etkisi

- Tepkimeye giren maddelerin derişimi arttıkça taneciklerin birim hacimdeki sayıları artacaktır. Çarpışma kuramı gereği taneciklerin çarpışma ihtimali ve aktifleşmiş kompleks oluşturan tanecik sayısı artacağı için tepkime hızı artar.

- Mekanizmalı tepkimelerde net tepkime denkleminde hız bağıntıları yazılamaz. Bu durumda tepkimeye ait deneysel sonuçlardan yararlanır.

- Deneylerde değişen derişim ve hız değerleri birbiriyle karşılaştırılır. Buradan yola çıkarak hız ifadeleri bulunur.

- Örneğin; diğer maddelerin derişimi sabitken bir maddenin derişimi 2 katına çıktığında hız da 2 katına çıkıyorsa, hız o maddenin derişimi ile doğrudan orantılıdır. Hız bağıntısında maddenin derişiminin üssü 1 alınır.

$$TH \propto [X]^1$$

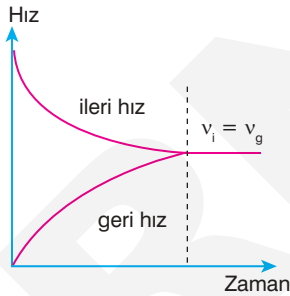


## KİMYASAL DENGE

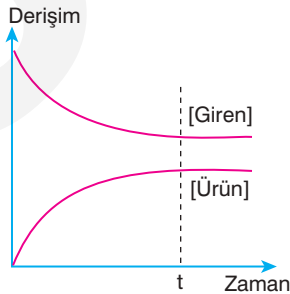
- Birbiri ile etkileşen maddeler arasında iki tür tepkime oluşur. Bazı tepkimelerde giren maddelerden biri tükendiğinde tepkime sonlanır. Bu tür tepkimelere “tersinmez (tek yönlü) tepkimeler” denir. Bu tepkimelerin denklemi tek yönlü ok işareti (→) ile gösterilir. Bu tür tepkimelerde zamanla tepkime hızı azalır, maddelerden biri tükendiğinde hız sıfır olur.
- Bazı tepkimelerde ise ortamda giren ve ürünler birarada bulunur. Giren maddeler tamamen tükenmez. Bu tür tepkimelere “tersinir (çift yönlü) tepkimeler” denir. Tersinir tepkimelerin denklemi çift yönlü ok işareti (⇌) ile gösterilir.
- Hâl değişimleri içeren fiziksel değişimler tersinirdir, ancak kimyasal değişimlerin sadece bir kısmı tersinir özellik gösterir.
- Kapalı kaplarda sabit sıcaklıkta gerçekleşen çift yönlü (tersinir) tepkimelere “denge tepkimesi” denir.

## 1. Denge Şartları ve Özellikleri

- Kapalı kaplarda oluşur.
- İleri ve geri tepkime hızları eşit olur.



- Dengede bulunan sistemlerde sıcaklık ve gazların basınçları sabittir.
- Dengede bulunan sistemlerde tüm maddelerin derişimleri sabittir.

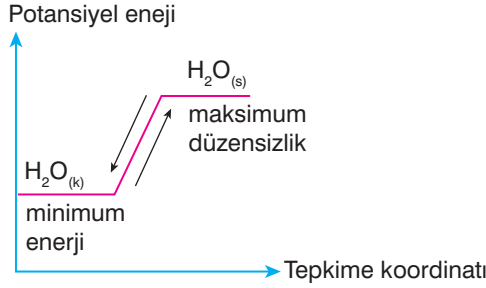


- Denge dinamiktir. Yani ileri ve geri tepkimeler aynı hızda devam eder. Denge anında gözlenebilen (makroskobik) olaylar durur, gözlenemeyen (mikroskobik) olaylar devam eder.
- Denge tepkimelerinde hiçbir madde (giren ve ürün) tamamen tükenmez.
- Maksimum düzensizlik ile minimum enerji eğiliminin uzlaştığı (zıt yönlü olduğu) tepkimeler denge tepkimeleridir.

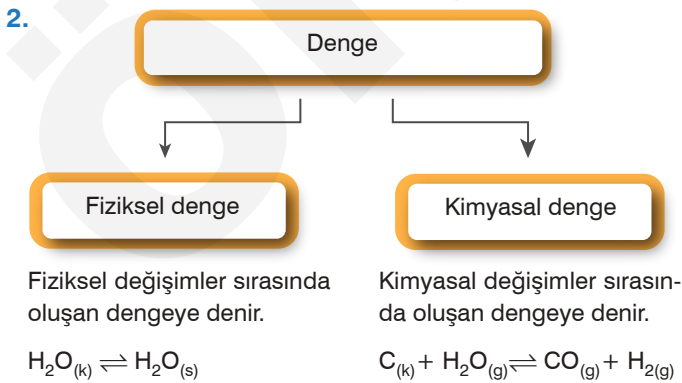
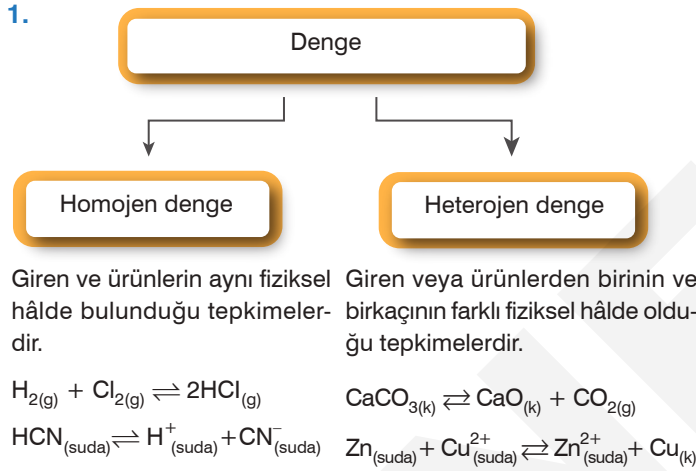
Maksimum Düzensizliğe Eğilim	Minimum Enerjiye Eğilim
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kimyasal türler arası etkileşimin en az olmasına "maksimum düzensizlik" denir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maddelerin düşük enerjili olma durumunu tercih etmelerine "minimum enerji eğilimi" denir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Katıdan gaza doğru düzensizlik artar. Katı → Sıvı → Gaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tüm reaksiyonlarda minimum enerji eğilimi ısının yazıldığı yöndedir. <math>H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} + ısı</math> → Minimum enerji eğilimi</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Katıların sıvılarda çözünmesi sırasında düzensizlik artar. <math>NaCl_{(K)} \rightarrow Na^+_{(suda)} + Cl^+_{(suda)}</math> → Düzensizlik artar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Endotermik tepkimelerde ısı girenler tarafına, ekzotermik tepkimelerde ürünler tarafına yazılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gazların sıvılarda çözünmesi sırasında düzensizlik azalır. <math>N_{2(g)} \rightarrow N_{2(suda)}</math> → Düzensizlik azalır</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Endotermik tepkimelerde (<math>\Delta H &gt; 0</math>) minimum enerji eğilimi girenler lehinedir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sıvıların sıvılarda çözünmesi sırasında düzensizlik artar. <math>C_2H_5OH_{(s)} \rightarrow C_2H_5OH_{(suda)}</math> → Düzensizlik artar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekzotermik tepkimelerde (<math>\Delta H &lt; 0</math>) minimum enerji eğilimi ürünler lehinedir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Herhangi bir tepkimede gaz moleküllerinin sayısının arttığı yönde düzensizlik artar. <math>NO_{(g)} + 1/2 O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}</math> ← Düzensizlik artar</li> </ul>	



Aşağıdaki grafikte buz ve su arasında oluşan dengede maksimum düzensizlik minimum enerji eğilimleri verilmiştir.



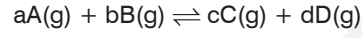
Dengede tepkimelerinde iki tür sınıflandırma yapılır.



## 2. Denge Bağıntılarının Yazılması

Dengeye ulaşan sistemlerde ileri ve geri tepkime hızları birbirine eşit olur.

Buna göre genel bir tepkime denklemi üzerinden denge bağıntısı aşağıdaki şekilde çıkarılır.



İleri tepkime hızı;  $\text{TH}_i = k_i \cdot [\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b$

Geri tepkime hızı;  $\text{TH}_g = k_g \cdot [\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d$

Denge anında;  $\text{TH}_i = \text{TH}_g$

$$k_i \cdot [\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b = k_g \cdot [\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d$$

Eşitlik düzenlenerek derişimler eşitliğin bir tarafına ileri ve geri tepkime hız sabitleri diğer tarafına alınırsa,

$$\frac{k_i}{k_g} = \frac{[\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b} \text{ ifadesi elde edilir.}$$

Sabit sıcaklıkta  $k_i$  ve  $k_g$  değerleri sabit olduğundan  $\frac{k_i}{k_g}$  oranı da sabittir. Bu değere "derişimler cinsinden denge sabiti" denir. " $K_c$ " ile gösterilir.

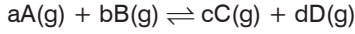
$$K_c = \frac{k_i}{k_g} = \frac{[\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b}$$

Denge bağıntısı yazılırken,

- Derişimler cinsinden denge sabiti ( $K_c$ ), ürünlerin denge derişimleri çarpımının, girenlerin denge derişimleri çarpımının oranına göre oluşturulur.
- Denge bağıntılarına gaz ve çözelti halinde olan maddelerin derişimleri yazılır. Saf sıvı ve katıların derişimleri sabit olduğu için bu tür maddeler denge bağıntısına yazılmaz.
- Denge tepkimelerinde yer alan maddelerin katsayıları denge bağıntısındaki molar derişimlerine üs olarak yazılır.
- Denge sabitlerinin birimi her tepkime için farklı olduğundan kesin bir birimi yoktur.
- Mekanizmalı tepkimelerde denge bağıntısı net tepkime denklemine göre yazılır.
- Denge sabitinin değeri sadece sıcaklıkla değişir.

## 3. Basınç Cinsinden Denge Sabiti

Gas fazında gerçekleşen ya da gaz fazında maddelerin bulunduğu tepkimelerde kimyasal denge kısmi basınç cinsinden de ifade edilebilir.



Kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti de ürünlerin kısmi basınçlarının girenlerin kısmi basınçlarına oranı şeklinde yazılır. "K<sub>p</sub>" ile gösterilir.

$$K_p = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Aşağıdaki tabloda denge tepkimelerinin değişimler cinsinden (K<sub>c</sub>) ve kısmi basınçlar cinsinden (K<sub>p</sub>) denge bağıntıları verilmiştir.

	Tepkime	K <sub>c</sub>	K <sub>p</sub>
I.	$Fe_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons FeO_{(k)} + CO_{(g)}$	$K_c = \frac{[CO]}{[CO_2]}$	$K_p = \frac{P_{CO}}{P_{CO_2}}$
II.	$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$	$K_c = \frac{[NO]^2 \cdot [Cl_2]}{[NOCl]^2}$	$K_p = \frac{P_{NO}^2 \cdot P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2}$
III.	$Ca_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	$K_c = \frac{[CaCl_2] \cdot [H_2]}{[HCl]^2}$	$K_p = P_{H_2}$

## 4. Denge Hesaplamaları

## BİRLİKTE ÇÖZELİM CP

Sabit sıcaklıkta 2 litrelik kaptta,

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$  tepkimesi dengeye ulaştığında kaptta 0,2 mol H<sub>2</sub>, 0,4 mol Cl<sub>2</sub> ve 0,2 mol HCl gazları bulunmaktadır.

Buna göre tepkimenin değişimler cinsinden denge sabiti (K<sub>c</sub>) kaçtır?

## ÇÖZÜM CP

Dengede bulunan maddelerin molar değişimleri hesaplanır.

$$\left. \begin{array}{l} [H_2] = \frac{0,2}{2} = 0,1M \\ [Cl_2] = \frac{0,4}{2} = 0,2M \\ [HCl] = \frac{0,2}{2} = 0,1M \end{array} \right\} K_c = \frac{[HCl]^2}{[H_2] \cdot [Cl_2]} = \frac{0,1^2}{0,1 \cdot 0,2} = \frac{0,1}{0,2} = 0,5$$

## BİRLİKTE ÇÖZELİM CP

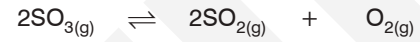
t °C sıcaklıkta 2 litrelik kaptta,



tepkimesi 4 mol SO<sub>3</sub> gazı ile başlatılmaktadır. Sistem aynı sıcaklıkta dengeye ulaştığında kaptta 2 mol SO<sub>2</sub> gazı bulunmaktadır.

Buna göre değişimler cinsinden denge sabiti (K<sub>c</sub>) kaçtır?

## ÇÖZÜM CP



Başlangıç	4 mol	-	-
Değişim	-2 mol	+2 mol	+1 mol
Denge	2 mol	2 mol	1 mol
Denge değişimi	$\frac{2}{2} = 1M$	$\frac{2}{2} = 1M$	$\frac{1}{2} = 0,5M$

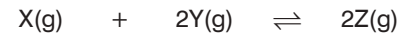
$$K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{1^2 \cdot 0,5}{1^2} = 0,5$$

## BİRLİKTE ÇÖZELİM CP

Sabit sıcaklıkta kapalı bir kaptta

$X(g) + 2Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$  tepkimesi 4 mol X ve 3 mol Y gazları ile başlatılmaktadır. Sistem dengeye ulaştığında kaptta bulunan 6 mol gazın toplam basıncı 3 atm olduğuna göre, kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti (K<sub>p</sub>) kaçtır?

## ÇÖZÜM CP



Başlangıç	4 mol	3 mol	-
Değişim	-x	-2x	+2x
Denge	4 - x	3 - 2x	2x

Denge anında toplam mol sayısı,

$$4 - x + 3 - 2x + 2x = 6 \Rightarrow 7 - x = 6 \Rightarrow x = 1$$

Buna göre, n<sub>x</sub> = 4 - x = 3 mol

$$n_y = 3 - 2x = 1 \text{ mol}$$

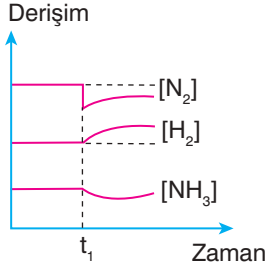
$$n_z = 2x = 2 \text{ mol olur.}$$

Gazların kısmi basınçları, kısmi basınç formülünden hesaplanır.

$$P_x = \frac{n_x}{n_T} \cdot 3 = \frac{3}{6} \cdot 3 = 1,5 \text{ atm} \quad P_y = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5 \text{ atm} \quad P_z = \frac{2}{6} \cdot 3 = 1 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{P_z^2}{P_x \cdot P_y^2} = \frac{(1,5)^2}{1 \cdot (0,5)^2} = 9$$

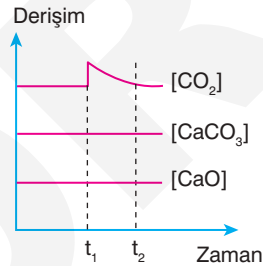
3.  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$  denge tepkimesinden sabit sıcaklıkta  $N_2$  gazı uzaklaştırıldığında;



- Denge uzaklaştırılan  $N_2$  gazının etkisini azaltacak şekilde girenler yönüne kayar.
- Geri tepkime ileri tepkimeye göre hızlanır.
- Yeniden kurulan dengede başlangıca göre  $NH_3$  ve  $N_2$  gazlarının derişimi azalır,  $H_2$  gazının derişimi artar.
- Denge sabitinin değeri değişmez.

4. Denge tepkimesinde, denge bağıntısına yazılan sadece bir tür madde varsa, o maddenin derişiminin değiştirilmesi ile sistem yeniden dengeye gelmeye çalışır. Ancak diğer denge tepkimelerinden farklı olarak, o maddenin derişimi yeni kurulan dengede başlangıç değerine ulaşır.

Örneğin  $CaCO_{3(k)} \rightleftharpoons CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$  tepkimesine denge anında  $CO_2$  gazı ilave edelim.



- Dengeye eklenen  $CO_2$  gazının etkisini azaltacak şekilde girenler yönüne kayar.
- $CaO$  katısının mol sayısı azalır, derişimi değişmez.
- $CaCO_3$  katısının mol sayısı artar, derişimi değişmez.
- $CO_2$  gazının denge derişimi değişmez.
- Denge sabitinin değeri değişmez.

## 2. Dengedeki Sisteme Basınç – Hacim Değişikliğinin Etkisi:

- Basınç etkisi yoğun fazlarda (sulu çözeltilerde) gerçekleşen tepkimelerde katı ve sıvılar sıkıştırılmadıkları için giren ve ürünlerin derişimlerini etkilemez.
- Gaz maddeler basınç değişiminden etkilenir.
- Sabit sıcaklıkta dengedeki bir sistemde Le Chatelier ilkesine göre,

Basınç arttırılırsa (hacim azaltılırsa)



Denge gaz mol sayısının az olduğu tarafa kayar.

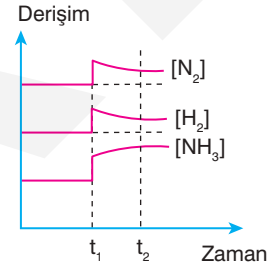
Basınç azaltılırsa (hacim arttırılırsa)



Denge gaz mol sayısının çok olduğu tarafa kayar.

Hacim azaltılırsa;

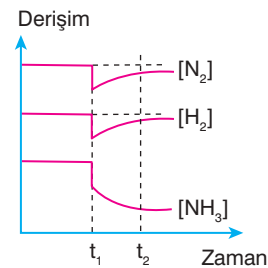
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$  denge tepkimesinde;



- Kısmi basınçlar artar.
- Sistem basıncı azaltmak için mol sayısının az olduğu tarafa (ürünlere) kayar.
- Başlangıca göre tüm maddelerin derişimi artar.
- Denge sabitinin değeri değişmez.

Hacim arttırılırsa;

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$  denge tepkimesinde;



- Kısmi basınçlar azalır.
- Sistem basıncı arttırmak için mol sayısının çok olduğu tarafa (girenlere) kayar.
- Başlangıca göre tüm maddelerin derişimi azalır.
- Denge sabitinin değeri değişmez.

### 3. Dengedeki Sisteme Sıcaklık Değişiminin Etkisi:

Denge tepkimelerinde sıcaklığın değiştirilmesi, sisteme ısı verilmesi (ısıtılması) ya da sistemden ısı çekilmesi (soğutulması) demektir.

**Le Chatelier ilkesine göre;**

#### Endotermik Tepkimeler

##### Sistemi Isıtmak

- Denge ürünler yönüne kayar.
- $k_f, k_g$ 'ye göre daha fazla artar.
- $k_c = \frac{k_f}{k_g}$  büyür.

##### Sistemi Soğutmak

- Denge girenler yönüne kayar.
- $k_g, k_f$ 'ye göre daha fazla artar.
- $k_c = \frac{k_f}{k_g}$  küçülür.

#### Ekzotermik Tepkimeler

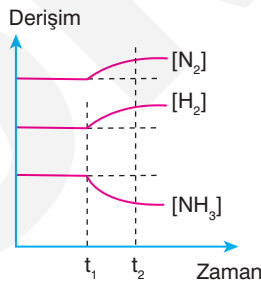
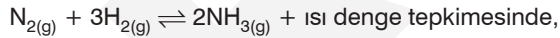
##### Sistemi Isıtmak

- Denge girenler yönüne kayar.
- $k_g, k_f$ 'ye göre daha fazla artar.
- $k_c = \frac{k_f}{k_g}$  küçülür.

##### Sistemi Soğutmak

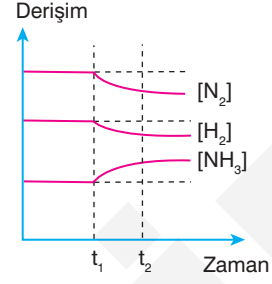
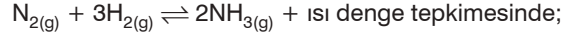
- Denge ürünler yönüne kayar.
- $k_f, k_g$ 'ye göre daha çok artar.
- $k_c = \frac{k_f}{k_g}$  büyür.

**Sıcaklık artırılırsa;**



- Denge sıcaklığı azaltmak için girenlere kayar.
- Başlangıca göre,  $N_2$  ve  $H_2$  gazlarının derişimleri artarken,  $NH_3$  gazının derişimi azalır.
- Denge sabitinin değeri küçülür.

**Sıcaklık azaltılırsa;**



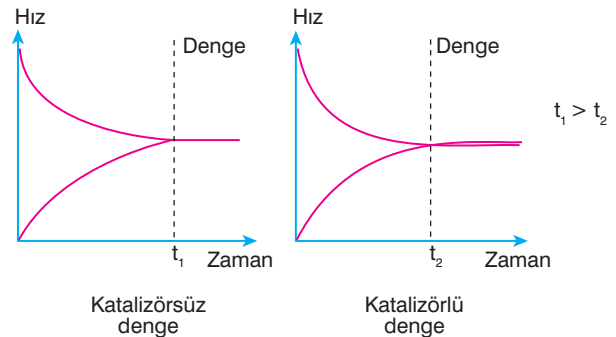
- Denge sıcaklığı arttırmak için ürünlere kayar.
- Başlangıca göre  $NH_3$  derişimi artarken,  $N_2$  ve  $H_2$  gazlarının derişimi azalır.
- Denge sabitinin değeri büyür.

### Katalizörün Dengeye Etkisi

Katalizörler, aktivasyon enerjisini düşürerek tepkime hızını arttıran maddelerdir.

- Denge tepkimelerinde katalizör kullanıldığında ileri ve geri aktivasyon enerjisi aynı oranda düşeceğinden hem ileri, hem de geri tepkime hızı aynı oranda artar. Bu nedenle katalizör dengeyi bozamaz.
- Katalizörler sistemin daha kısa sürede dengeye gelmesini sağlar. Dengenin yönünü değiştirmez.

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$  denge tepkimesinde katalizörlü ve katalizörsüz durum için hız - zaman grafikleri aşağıda verilmiştir.



1.  $C_{(k)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$   $\Delta H < 0$  tepkimesi dengededir.

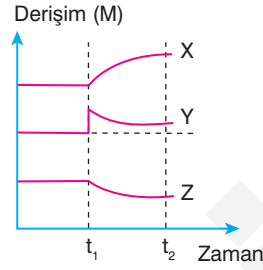
Denge tepkimesine yapılan aşağıdaki etkilerden hangisinin sonucu yanlış verilmiştir?

	Yapılan etki	Sonuç
A)	Ortama C katısı eklemek	Denge bozulmaz.
B)	Ortama $CO_2$ gazı eklemek	Denge girenler yönüne kayar.
C)	Hacmin azaltılması	Denge ürünler yönüne kayar
D)	Sıcaklığı arttırmak	$K_c$ 'nin değeri azalır.
E)	Katalizör eklemek	Denge bozulmaz.

2. Aşağıdaki denge tepkimelerinden hangisinde sıcaklık artırıldığında derişimler cinsinden denge sabitinin ( $K_c$ ) değeri azalır?

- A)  $Al_2O_{3(k)} + 2Fe_{(k)} \rightarrow 2Al_{(k)} + Fe_2O_{3(k)}$   $\Delta H = +856$  kJ  
 B)  $CO_{2(g)} + 393,5$  kJ  $\rightarrow C_{(k)} + O_{2(g)}$   
 C)  $2SO_{3(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 1/2O_{2(g)}$   $\Delta H = +198$  kJ  
 D)  $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 802,4$  kJ  
 E)  $CaCO_{3(k)} + 300$  kJ  $\rightarrow CaCO_{(k)} + CO_{2(g)}$

3. Sabit hacimli bir kapta gaz fazında X, Y ve Z maddeleri arasındaki denge tepkimesi için derişim – zaman grafiği aşağıda verilmiştir.



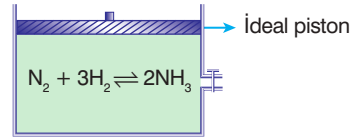
Buna göre,

- I.  $t_1$  anında dengedeki sisteme Y gazı ilave edilmiştir.  
 II.  $t_2$  anında yeniden denge kurulmuştur.  
 III. Tepkime denklemleri  $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)}$  şeklindedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. Aşağıda verilen hareketli pistonlu kapta gerçekleşen tepkime dengededir.

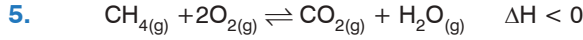


Kaba aynı sıcaklıkta He gazı ilave edildiğinde,

- I. Denge sisteminde bulunan bütün maddelerin derişimi azalır.  
 II. Denge girenler tarafına bozulur.  
 III.  $N_2$  ve  $H_2$  gazlarının kısmi basınçları artarken,  $NH_3$  gazının kısmi basıncı azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

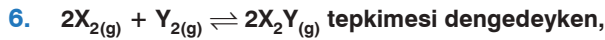


**denge tepkimesinde dengenin ürünler yönüne kayması için,**

- I. Sıcaklık azaltılmalı
- II. Ortamdan  $\text{CO}_2$  gazı çekilmeli
- III. Kap hacmi küçültülmeli

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?**

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



- I.  $\text{X}_2$  ve  $\text{X}_2\text{Y}$  gazlarının mol sayıları
- II. İleri ve geri tepkime hızı
- III. İleri ve geri tepkime hız sabiti

**niceliklerinden hangileri kesinlikle birbirine eşittir?**

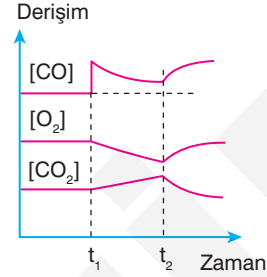
- A) Yalnız I                      B) Yalnız II                      C) I ve III  
D) II ve III                      E) I, II ve III

7. **Dengeye etki eden etkenler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

- A) Dengedeki bir sisteme giren veya ürünlerden birinin ilave edilmesi  $K_c$ 'nin sayısal değerini değiştirmez.
- B) Sabit basınçlı bir sistemine, denge sisteminde bulunmayan bir maddenin ilave edilmesi, giren ve ürünlerin denge derişimini değiştirir.
- C) Dengede bulunan bir sisteme giren madde ilavesi ileri tepkime hızını artırır.
- D) Dengede bulunan bir sisteme giren veya ürün maddelerden ilave edilmesi bütün maddelerin denge derişimlerini daima değiştirir.
- E) Katalizör ilavesi dengeyi giren ya da ürünlere kaydırmaz.

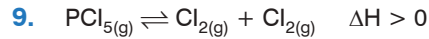
8. Kapalı bir kaptaki gerçekleşen,

$2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(g)} + \text{ısı}$  denge tepkimesine yapılan etkilerle ilgili çizilen derişim – zaman grafiği aşağıda verilmiştir.



**Tepkimeye  $t_1$  ve  $t_2$  anında yapılan etkiler aşağıdakilerden hangisi doğru verilmiştir?**

	$t_1$	$t_2$
A)	$\text{CO}_2$ eklemek	Basıncı arttırmak
B)	CO eklemek	Sıcaklığın artırılması
C)	$\text{O}_2$ eklemek	Hacmi azaltmak
D)	$\text{CO}_2$ çekmek	Sıcaklığı arttırmak
E)	Sıcaklığı azaltmak	Hacmi arttırmak



**tepkimesi dengede iken,**

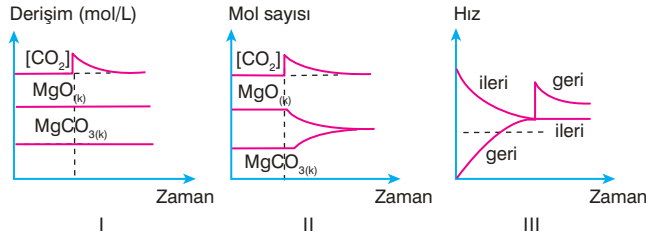
- I. Hacmi arttırmak
- II.  $\text{PCl}_5$  gazı eklemek
- III.  $\text{PCl}_3$  gazı çekmek

**İşlemlerinden hangileri ayrı ayrı uygulandığında dengedeki  $\text{Cl}_2$  gazının derişimi azalır?**

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

10.  $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  tepkimesi dengededir. Denge-  
deki sisteme sabit sıcaklıkta  $\text{CO}_2$  gazı ilave ediliyor.

Olayla ilgili;



çizilen grafiklerden hangileri doğrudur?

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

11.  $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Z}(\text{g})$

tepkimesi için;

$20^\circ\text{C}$ 'da  $K_c = 4$

$50^\circ\text{C}$ 'da  $K_c = 12$ 'dir.

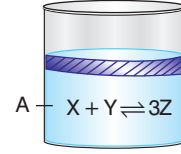
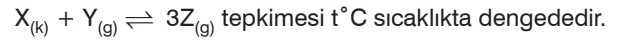
Buna göre,

- I. Yüksek sıcaklıkta ürünler kararlıdır.  
II.  $50^\circ\text{C}$ 'deki gaz molekül sayısı  $20^\circ\text{C}$ 'deki gaz molekül  
sayısından daha azdır.  
III. İleri aktivasyon enerjisi geri aktivasyon enerjisinden kü-  
çüktür.

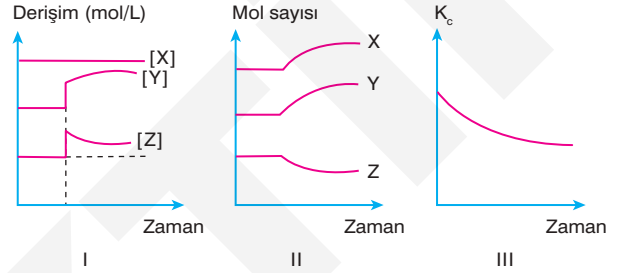
yargılarından hangileri doğrudur?

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

12. Aşağıdaki sistemde



Piston üzerine ağırlık konularak sabit sıcaklıkta piston A  
noktasına getirildiğine göre olaya ilişkin çizilen,



grafiklerden hangileri doğrudur?

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

13.  $2\text{XY}(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{X}_2(\text{g}) + \text{Y}_2(\text{g})$

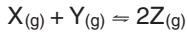
tepkimesi dengedeysen sıcaklık artırıldığına göre, olaya  
ilişkin aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Denge sabitinin değeri artar.  
B) Kaptaki toplam molekül sayısı değişmez.  
C) Denge ürünlere kayar.  
D)  $\text{X}_2$  ve  $\text{Y}_2$  gazlarının derişimi artarken,  $\text{XY}$  gazının derişimi  
azalır.  
E) İleri tepkime hızlanırken, geri tepkime yavaşlar.

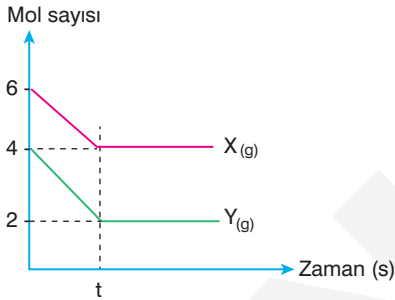
1. Aşağıdaki tepkimelerden hangisinde maksimum düzen-sizlik ürünler yönündedir?

- A)  $\text{PCl}_5(\text{g}) = \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   
 B)  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{k})$   
 C)  $\text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda}) = \text{AgCl}(\text{k})$   
 D)  $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{COCl}_2(\text{g})$   
 E)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$

2. Belirli bir sıcaklıkta 2 litrelik sabit hacimli kapta 6 mol X ve 4 mol Y arasında gerçekleşen



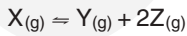
tepkimesine ait mol sayısı-zaman grafiği aşağıda verilmiştir.



Buna göre tepkimenin derişimler cinsinden denge sabiti ( $K_c$ ) kaçtır?

- A)  $\frac{2}{3}$  B) 2 C) 4 D) 8 E) 16

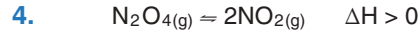
3. Kapalı bir kapta kısmi basıncı 2 atm olan X gazı,



tepkimesine göre ayrışıp, dengeye ulaşıldığında, Z gazının kısmi basıncı, X gazının kısmi basıncının iki katına eşit oluyor.

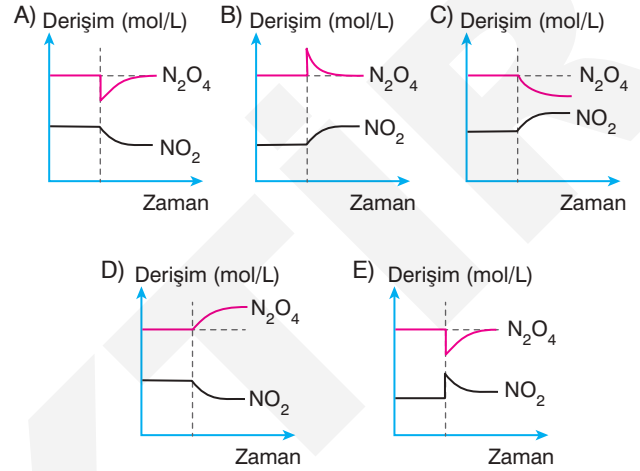
Buna göre, tepkimenin kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti ( $K_p$ ) kaçtır?

- A) 1 B) 2 C) 4 D) 8 E) 16

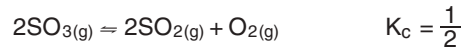


tepkimesi dengede iken sıcaklık artırılıyor.

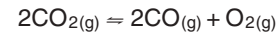
Tepkimeye giren ve oluşan maddelerin derişimlerinde meydana gelen değişimi gösteren grafik aşağıdakilerden hangisidir?



5. Aşağıda bazı tepkimeler ve  $K_c$  değerleri verilmiştir.



Buna göre aynı sıcaklıkta



tepkimesinin derişimler cinsinden denge sabiti  $K_c$  kaçtır?

- A)  $\frac{1}{18}$  B)  $\frac{1}{36}$  C) 36 D) 18 E) 9

6. Dengedeki bir tepkime ile ilgili,

- I. İleri tepkime hız sabiti, geri tepkime hız sabitine eşittir.  
 II. Maddelerin mol sayıları eşittir.  
 III. Sıcaklık ve basınç sabittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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



## 7. Oda koşullarında asitlerin sulu çözeltileri ile ilgili,

- I.  $\frac{pH}{pOH} < 1$ 'dir.  
 II.  $[H^+] > 10^{-7}$  M'dir.  
 III.  $pH < pOH$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

8.  $X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{2(g)}$   $K_c = \frac{5}{9}$ 

dengesine göre sabit hacimli bir kaptaki sabit sıcaklıkta 4'er mol,  $X_2$  ve  $Y_2$  gazları ile başlatılan tepkime dengeye ulaştığında kaptaki 1,6 mol  $XY_2$  gazı oluşuyor.

Buna göre, tepkime kabının hacmi kaç L'dir?

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

## 9. Aşağıda verilen konjuge (eşlenik) asit-baz çiftlerinden hangisi yanlıştır?

	Konjuge asit	Konjuge baz
A)	$H_2O$	$OH^-$
B)	$HCN$	$CN^-$
C)	$CH_3COO^-$	$CH_3COOH$
D)	$NH_4^+$	$NH_3$
E)	$CH_3NH_3^+$	$CH_3NH_2$

10. 25 °C'de yoğunluğu 1,6 g/mL olan kütlece % 30'luk  $CH_3COOH$  çözeltisinden 100 mL alınarak 200 mL'ye tamamlanıyor.

Buna göre hazırlanan çözeltinin 25°C'teki pH'si kaçtır?

 $(CH_3COOH = 60 \text{ g/mol}, CH_3COOH$  için  $K_a = 1.6 \cdot 10^{-5})$ 

- A) 1,9  
 B) 2,1  
 C) 2,6  
 D) 2,9  
 E) 3,1

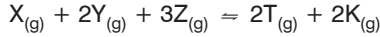
## 11. Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisi tampon çözelti oluşturur?

- A)  $HCl - NaCl$   
 B)  $CH_3COOH - CH_3COONa$   
 C)  $HNO_3 - KNO_3$   
 D)  $HNO_3 - NaOH$   
 E)  $KOH - KCl$

12. t° C'de 20 litrelik doygun sulu çözeltide 4 mg  $CaCO_3$  çözünmektedir.Buna göre  $CaCO_3$  katısının t°C'deki çözünürlük çarpımı ( $K_{çç}$ ) kaçtır? ( $CaCO_3 = 100 \text{ g/mol}$ )

- A)  $1 \cdot 10^{-10}$   
 B)  $2 \cdot 10^{-11}$   
 C)  $2 \cdot 10^{-12}$   
 D)  $4 \cdot 10^{-12}$   
 E)  $4 \cdot 10^{-13}$

1. Sabit sıcaklıkta gerçekleşen,



tepkimesine ait deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[X] (mol/L)	[Y] (mol/L)	[Z] (mol/L)	Ortalama hız (mol/L . s)
1	0,3	0,2	0,2	$1 \cdot 10^{-4}$
2	0,6	0,4	0,2	$2 \cdot 10^{-4}$
3	0,3	0,4	0,2	$1 \cdot 10^{-4}$
4	0,6	0,2	0,4	$16 \cdot 10^{-4}$

Dengeye ulaşan tepkimede geri yöndeki hız sabiti (kg)  $\frac{1}{12}$  olduğuna göre, derişimler cinsinden denge sabiti (Kc) kaçtır?

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

2.  $X_{(k)} + 3Y_{(g)} = 2T_{(g)} + 2K_{(s)}$

denge tepkimesinin kısmi basınçlar türünden denge sabiti ( $K_p$ ) ile derişimler türünden denge sabiti ( $K_c$ ) arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A)  $K_p = K_c$  B)  $K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$  C)  $K_p = K_c \cdot (RT)$   
D)  $K_p = K_c \cdot (RT)^2$  E)  $K_c = K_p \cdot (RT)$

3. Sabit sıcaklık ve hacimde 1 atm basınç yapan  $SO_3$  gazı,



tepkimesine göre ayrılarak dengeye ulaştığında kaptaki toplam gaz basıncı 1,3 atm oluyor.

Buna göre, tepkimenin kısmi basınçlar türünden denge sabiti ( $K_p$ ) kaçtır?

- A)  $\frac{4}{9}$  B)  $\frac{9}{2}$  C)  $\frac{27}{40}$  D)  $\frac{27}{9}$  E)  $\frac{9}{16}$

4. Gaz fazında gerçekleşen kimyasal bir tepkimede denge hâli için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Sıcaklık sabittir.  
B) Gazların kısmi basınçları sabittir.  
C) Gözlenebilir olaylar bitmiştir.  
D) İleri ve geri hız sabitleri eşittir.  
E) Maksimum düzensizlik gaz mol sayısının çok olduğu tarafa doğrudur.

5. Oda koşullarında  $\frac{pH}{pOH} = \frac{3}{4}$  olan sulu çözelti ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A)  $H^+$  iyonları derişimi  $10^{-6}$  M'dir.  
B)  $pH < pOH$ 'dir.  
C)  $[H^+] > [OH^-]$ 'dir.  
D) Elektrik akımını iletmez.  
E)  $[OH^-] < 10^{-7}$  M'dir.

6. Aşağıda oda koşullarında hazırlanan bazı çözeltiler ile ilgili bilgiler verilmiştir.

X çözeltisi: Çözeltide  $[H^+] = 10^{-3}$  M'dir.

Y çözeltisi: Çözeltide  $[OH^-] = 10^{-11}$  M'dir.

Buna göre, X ve Y çözeltileri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Her iki çözeltide de  $pH + pOH = 14$ 'tür.  
B) X çözeltisi asit, Y çözeltisi bazdır.  
C) X çözeltisinde  $pOH = 11$ 'dir.  
D) Y çözeltisinde  $pH = 3$ 'tür.  
E) X ve Y çözeltileri eşit hacimde karıştırılırsa  $pH < 7$  olur.

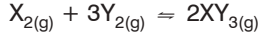
7.  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)}$   $\Delta H < 0$

tepkimesi dengededir.

Denge tepkimesine yapılan aşağıdaki etkilerden hangisinin sonucu yanlıştır?

Yapılan etki	Sonuç
A) $NH_3$ gazı ilave etmek	$NH_3$ gazının başlangıç göre derişimi artar.
B) Kabın hacmini arttırmak	Tüm maddelerin derişimi başlangıca göre azalır
C) Sıcaklığı arttırmak	$K_c$ 'nin sayısal değeri azalır.
D) $H_2$ gazı çekmek	Denge girenler yönüne kayar.
E) Katalizör ilave etmek	İleri hız sabiti (ki) geri hız sabiti (kg)'ye göre daha fazla artar.

1. 2 litrelik sabit hacimli kaptta



tepkimesi 1 mol  $X_2$  ve 0,8 mol  $Y_2$  gazları ile başlatılıyor.

$X_2$  gazının % 20'si tükendiğinde kaptaki toplam basınç 2,8 atm oluyor ve dengeye ulaşıyor.

**Buna göre tepkimenin derişimler cinsinden denge sabiti ( $K_c$ ) ve kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti ( $K_p$ ) kaçtır?**

2.  $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

tepkimesinin 273° C'de kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti ( $K_p$ ) 2'dir.

**Buna göre, derişimler cinsinden denge sabiti ( $K_c$ ) kaçtır?**

3.  $SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons SO_2Cl_{2(g)} + ısı$

**tepkimesindeyken**

- $SO_2$  gazı çekmek
- $Cl_2$  gazı eklemek
- Sıcaklığı arttırma
- Katalizör ekleme
- $SO_2Cl_2$  gazı çekme
- Hacmi arttırma

**etkilerinin dengeye ve derişimler cinsinden denge sabiti ( $K_c$ )'ye etkisini yazınız. a, c ve f etkileri için derişim-zaman grafiği çiziniz.**

4. 25° C'de 2 gram NaOH katısı ile 100 L çözelti hazırlanıyor.

**Buna göre, çözeltinin pH değeri kaç olur?**

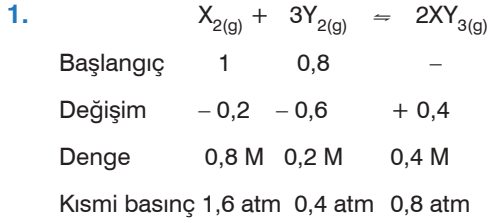
(NaOH = 40 g/mol,  $\log 5 = 0,7$ )

5. I. KOH – KCl  
II. HCOOH – HCOONa  
III.  $NH_3$  –  $NH_4Cl$   
IV. HCl – NaCl

**Verilen madde çiftlerinden hangileri asidik tampon çözelti örneğidir?**

6. 25° C'de katısı ile dengede olan  $XY_2$  çözeltisinde toplam iyon derişimi  $3 \cdot 10^{-5} M$ 'dir.

**Buna göre, aynı sıcaklıkta  $XY_2$ 'nin çözünürlük çarpımı ( $K_{çç}$ ) kaçtır?**



$$K_c = \frac{[XY_3]^2}{[X_2] \cdot [Y_2]^3} = \frac{(0,4)^2}{0,8 \cdot (0,2)^3} = 25$$

$$K_p = \frac{P_{XY_3}^2}{P_{X_2} \cdot P_{Y_2}^3} = \frac{(0,8)^2}{1,6 \cdot (0,4)^3} = 6,25$$

2.  $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$

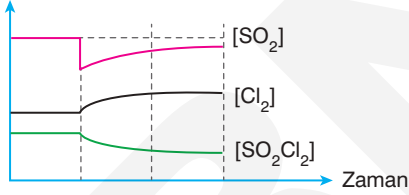
$$2 = K_c \cdot \left( \frac{22,4}{273} \cdot 2546 \right)^{3-2}$$

$$K_c = \frac{1}{22,4}$$

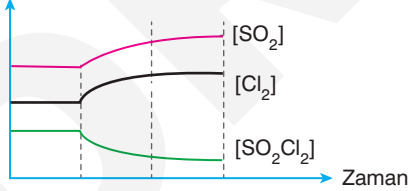
3.

	Denge yönü	$K_c$
a)	Girenler	Değişmez
b)	Ürünler	Değişmez
c)	Girenler	Küçülür
d)	Değişmez	Değişmez
e)	Ürünler	Değişmez
f)	Girenler	Değişmez

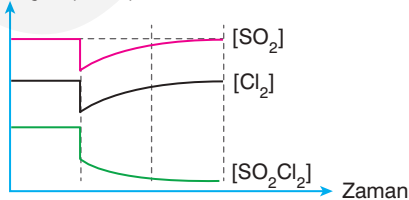
a) Derişim (mol/L)



c) Derişim (mol/L)



f) Derişim (mol/L)

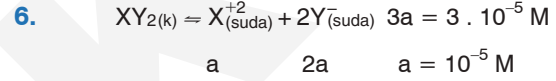


4.  $n = \frac{2}{40} = 0,05 \text{ mol}$   $M = \frac{0,05}{100} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M molar.}$

$$[OH^-] = 5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow pOH = 4 - \log 5 = 4 - 0,7 = 3,3$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 10,7$$

5. Asidik tampon çözeltisi olabilmesi için zayıf asit ve zayıf asitin tuzunun bulunması gerekir. (Yalnız II)



$$K_{çç} = [X^{+2}] \cdot [Y^-]^2$$

$$K_{çç} = 10^{-5} \cdot (2 \cdot 10^{-5})^2 = 4 \cdot 10^{-15}$$