

# 5. ÜNİTE

## Kimyasal

### Tepkimelerde

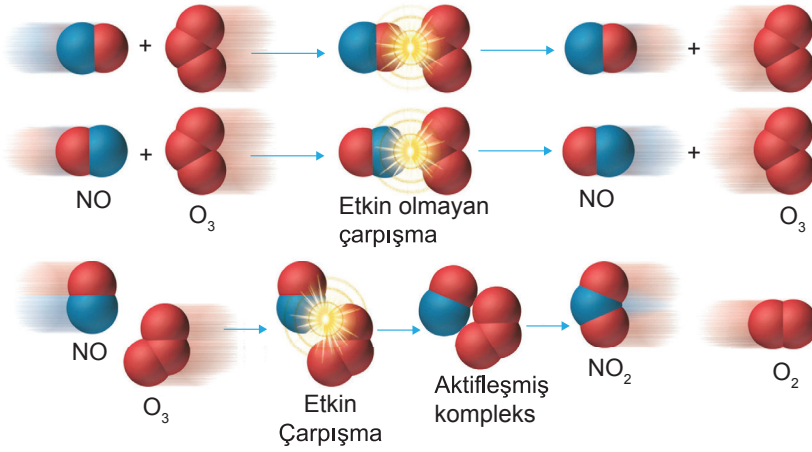
#### Hız



# 1. Tepkime Hızları

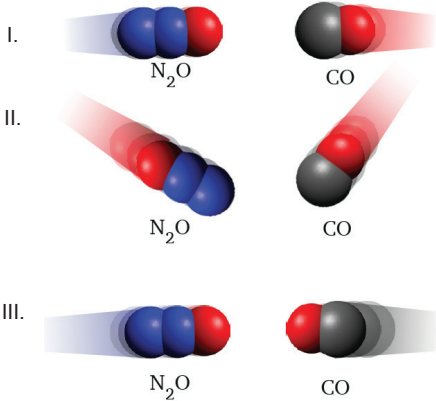
## a. Çarpışma Teorisi

- Kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için, tepkimeye giren taneciklerin birbiriyle çarpışması gerekir.
- Taneciklerin çarpışmasıyla gerçekleştiğini ifade eden teoriye çarpışma teorisi denir.
- Her çarpışma kimyasal reaksiyon ile sonuçlanmayabilir. Ancak uygun doğrultu ve yönde yeterli enerjiye sahip olan çarpışmalar (etkin çarpışma) da kimyasal reaksiyon gerçekleşir.
  - Diğer çarpışmalar (etkin olmayan çarpışma) ürün vermeden sonuçlanır.
  - Kimyasal tepkimenin hızı etkin çarpışma sayısı ile doğru orantılıdır.
  - Çarpışma gerçekleştiğinde kararsız durumda yüksek potansiyel enerjili ara ürün (aktifleşmiş kompleks) oluşur. Oluşan kompleks ya ürüne ya da reaktife dönüşür.



Yakup DEMİR

## Bilgi Uygulama 1



Yukarıda çarpışmaları şematize edilen kimyasal türlerin hangileri etkin çarpışma gerçekleştirmiştir?

(Yalnız I)

## Bilgi Uygulama 2

Kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için,

- Çarpışmanın uygun doğrultuda olması yeterlidir.
- Tepkime hızı ile çarpışma sayısı doğru orantılıdır.
- Aktifleşmiş kompleksin tamamı ürüne dönüşmeyebilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Yalnız III)



Not:

Kimyasal tepkimelerin hızlarını, nasıl ilerlediklerini, hızlarının nasıl kontrol edileceğini ve tepkime hızının nelere bağlı olduğunu inceleyen alt disiplin kimyasal kinetik denir.



Not:

## b. Aktifleşme Enerjisi

- ◊ Bir kimyasal tepkimedeki teneciklerin çarpışarak ürüne dönüşebilmeleri için gerekli olan minimum enerjiye aktifleşme enerjisi ya da eşik enerjisi denir.
  - ✓  $E_a$  ile gösterilir.
  - ✓ Bir tepkimenin aktifleşme enerjisi tepkimeye giren maddelerin türüne bağlıdır.
  - ✓ Aktifleşme enerjisi her zaman pozitif bir sayıdır..
- ◊ Tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşmesine ileri tepkime, ürünlerin girenlere dönüşmesine geri tepkime denir.
  - ✓ Her iki tepkime de aktifleşmiş kompleks üzerinden yürür.
- ◊ Tepkimeye girenlerin aktifleşmiş kompleks oluşturmaları için sahip olmaları gereken en düşük enerjiye ileri tepkimenin aktifleşme enerjisi ( $E_{ai}$ ),
- ◊ Ürünlerin aktifleşmiş kompleks oluşturmalarını sağlayacak en düşük enerjiye ise geri tepkimenin aktifleşme enerjisi ( $E_{ag}$ ) denir.
- ◊ Reaksiyondaki net enerji değişimi ( $\Delta E$  veya  $\Delta H$ ) aktivasyon enerjileri farkı ile hesaplanır.

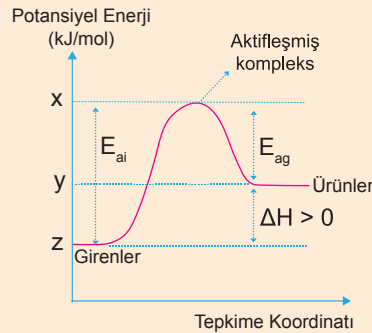


$$\Delta H = \Delta E = E_{ai} - E_{ag}$$

## c. Potansiyel Enerji - Tepkime Koordinatı Grafikleri ve Yorumları

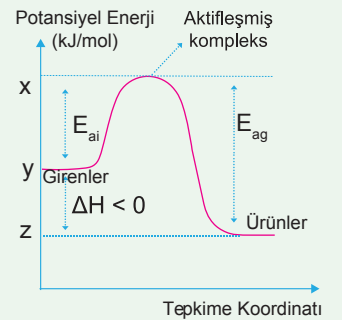
- ◊ Potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiğindeki değerlerin değişimlerine göre, tepkime ekzotermik ya da endotermik oldukları yorumları yapılabilir.
  - ✓ Ürünlerin toplam potansiyel enerjisi, girenlerin toplam potansiyel enerjisinden büyük olan tepkimeler endotermiktir.
  - ✓ Girenlerin toplam potansiyel enerjisi, ürünlerin toplam potansiyel enerjisinden büyük olan tepkimeler ekzotermiktir.

### Endotermik Tepkimeler



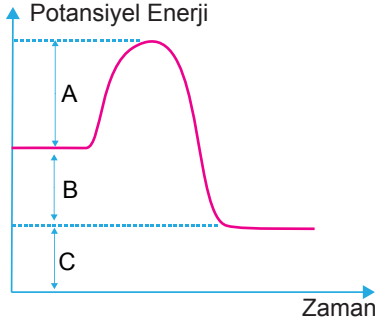
- ◊ Yukarıdaki grafiğe göre,
  - ✓ Ürünlerin ısı kapsamını reaksiyona girenlerden daha çoktur.
  - ✓ Yüksek sıcaklıkta ürünler, girenlerden daha karardır.
  - ✓ Düşük sıcaklıkta girenler, daha karardır.
  - ✓ Girenlerin toplam enerjisi z kJ/mol
  - ✓ Ürünlerin toplam enerjisi y kJ/mol
  - ✓ Aktifleşmiş kompleksin enerjisi x kJ/mol
  - ✓ İleri aktifleşme enerjisi= $E_{ai} = x - z$  kJ/mol
  - ✓ Geri aktifleşme enerjisi= $E_{ag} = x - y$  kJ/mol
  - ✓  $\Delta H = E_{ai} - E_{ag} = y - z$  kJ/mol

### Ekzotermik Tepkimeler



- ◊ Yukarıdaki grafiğe göre,
  - ✓ Girenlerin ısı kapsamını reaksiyona ürünlerden daha çoktur.
  - ✓ Yüksek sıcaklıkta reaksiyona girenler daha karardır.
  - ✓ Düşük sıcaklıkta ürünler daha karardır.
  - ✓ Girenlerin toplam enerjisi y kJ/mol
  - ✓ Ürünlerin toplam enerjisi z kJ/mol
  - ✓ Aktifleşmiş kompleksin enerjisi x kJ/mol
  - ✓ İleri aktifleşme enerjisi =  $E_{ai} = x - y$  kJ/mol
  - ✓ Geri aktifleşme enerjisi =  $E_{ag} = x - z$  kJ/mol
  - ✓  $\Delta H = E_{ai} - E_{ag} = y - z$  kJ/mol

1.



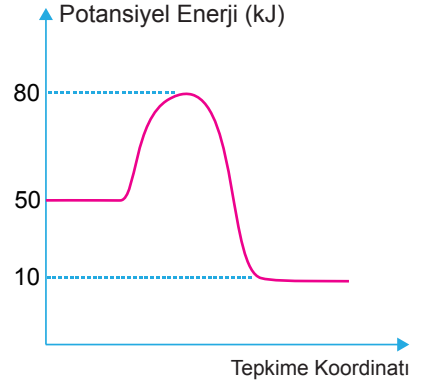
Potansiyel enerji-tepkime koordinatı yukarıdaki gibi olan tepkime ile ilgili,

- I. Ürünlerin potansiyel enerjisi C ye eşittir.
- II. Girenlerin potansiyel enerjisi B+C ye eşittir.
- III. Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi A ya eşittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

2.



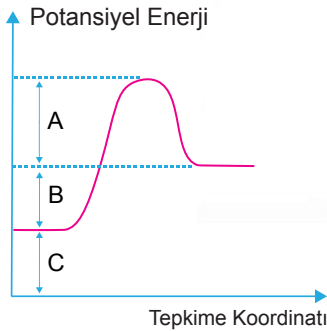
Potansiyel enerji-tepkime koordinatı yukarıdaki gibi olan tepkime ile ilgili,

- I. Geri yöndeki aktifleşme enerjisi 40 kJ dür.
- II. İleri yöndeki aktifleşme enerjisi 30 kJ dür.
- III. Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi 80 kJ dür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

3.



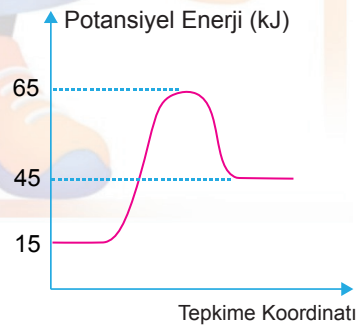
Potansiyel enerji-tepkime koordinatı yukarıdaki gibi olan tepkime ile ilgili,

- I. Ürünlerin potansiyel enerjisi B + C ye eşittir.
- II. Girenlerin potansiyel enerjisi C ye eşittir.
- III. Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi A+B ye eşittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

4.

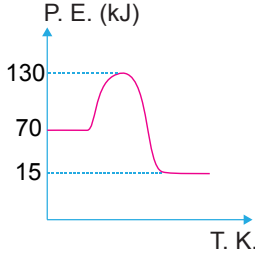


Potansiyel enerji-tepkime koordinatı yukarıdaki gibi olan tepkime ile ilgili,

- I. Endotermik bir tepkimedir.
- II. İleri yöndeki aktifleşme enerjisi 50 kJ dür.
- III. Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi 30 kJ dür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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



Gaz fazında ve belirli bir sıcaklıkta gerçekleşen,  
 $A_2(g) + 3B_2(g) \rightarrow 2AB_3(g)$   
 tepkimesinin potansiyel enerji (P.E) – tepkime koordinatı (T.K) grafiği yukarıdaki gibidir.

(5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11. soruları grafiğe göre cevaplayınız.)

5. Ürünlerin potansiyel enerjisi kaç kJ dir?

- A) 15 B) 55 C) 60 D) 70 E) 130

6. Girenlerin potansiyel enerjisi kaç kJ dir?

- A) 15 B) 55 C) 70 D) 115 E) 130

7. Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi kaç kJ dir?

- A) 15 B) 55 C) 60 D) 70 E) 130

8. Tepkime entalpisi kaç kJ dir?

- A) -15 B) -55 C) +55 D) +15 E) -45

9. Geri tepkimenin aktivasyon enerjisi kaç kJ dir?

- A) 15 B) 55 C) 60 D) 115 E) 130

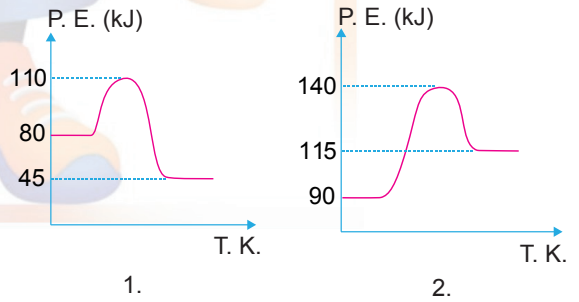
10. İleri tepkimenin aktivasyon enerjisi kaç kJ dir?

- A) 15 B) 55 C) 60 D) 70 E) 130

11. Geri tepkime ısısı kaç kJ dir?

- A) -15 B) -55 C) +55 D) +15 E) -45

12. Aynı ortamda gerçekleşen iki farklı tepkimeye ait potansiyel enerji (P.E) – tepkime koordinatı (T.K) grafikleri aşağıdaki gibidir.



Buna göre,

- I. 1. Tepkimenin ısı kapsamı 2. tepkimenin ısı kapsamından büyüktür.
- II. Tepkimelerin aktifleşmiş komplekslerinin enerjileri eşittir.
- III. Düşük sıcaklıkta, 1. tepkimede ürünler ikinci tepkimede girenler daha karardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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





Not:

### Bilgi Uygulama 3

Aşağıdaki tepkimelerin hızlarını ölçmek için birer yöntem öneriniz.

Tepkime	Tepkime Hızını Ölçmede Kullanılabilecek Özellik
1. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ (V, T sabit)	.....
2. $C(k) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ (V, T sabit)	.....
3. $2NO_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow N_2O_5(g)$ (V, T sabit)	.....
4. $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H^+(suda) + HSO_4^-(suda)$	.....
5. $NaOH(suda) + HCl(suda) \rightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$ .....	.....
6. $AgNO_3(k) \rightarrow Ag^+(suda) + NO_3^-(suda)$	.....
7. $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) + 296 \text{ kJ}$	.....
8. $CO_2(g) + H_2O(s) \rightarrow H^+(suda) + HCO_3^-(suda)$	.....
9. $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$ renksiz Kızıl kahve Renksiz	.....

Yakup DEMİR

### Bilgi Uygulama 4

Aşağıdaki tepkimelerin sınıfını yazınız.

Tepkime	Tepkime Sınıfı
1. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$	.....
2. $C(k) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	.....
3. $2NO_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow N_2O_5(g)$	.....
4. $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H^+(suda) + HSO_4^-(suda)$	.....
5. $NaOH(suda) + HCl(suda) \rightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$ .....	.....
6. $AgNO_3(k) \rightarrow Ag^+(suda) + NO_3^-(suda)$	.....
7. $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$	.....
8. $CO_2(g) + H_2O(s) \rightarrow H^+(suda) + HCO_3^-(suda)$	.....
9. $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$	.....



### 3. Tepkime Hızı ve Madde Miktarı Arasındaki İlişki

- ◊ Bir kimyasal tepkimede birim zamanda harcanan veya oluşan madde miktarının değişimine tepkime hızı denir.
- ✓ Tepkime hızı "T.H.", "r", "V" ile gösterilebileceği gibi "Hız" şeklinde de ifade edilebilir.



$$\text{Tepkime hızı} = \frac{\text{Giren veya ürünün madde miktarındaki değişme}}{\text{Zaman aralığı}}$$

Madde miktarı = [mol, hacim, molar derişim, kütle...]

Zaman aralığı = [sn, dk, saat, gün, yıl...]

- ◊ Madde miktarındaki değişme reaksiyona girenler için azalma, ürünler için artma şeklindedir.

- ◊ Madde miktarındaki değişim gram, zaman aralığı saniye olarak alındığında hız

$$r = \Delta m / \Delta t \quad \text{ile ifade edilir ve birimi g/s'dir.}$$

- ◊ Madde miktarındaki değişim mol, zaman aralığı saniye olarak alındığında hız

$$r = \Delta n / \Delta t \quad \text{ile ifade edilir ve birimi mol/s'dir.}$$

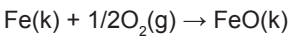
- ◊ Madde miktarındaki değişim gaz maddeler için hacim, zaman aralığı saniye olarak alındığında hız

$$r = \Delta V / \Delta t \quad \text{ile ifade edilir ve birimi L/s'dir.}$$

- ◊ Madde miktarındaki değişim molarite, zaman aralığı saniye olarak alındığında hız

$$r = \Delta M / \Delta t \quad \text{ile ifade edilir ve birimi M/s'dir.}$$

#### ► Bilgi Uygulama 5

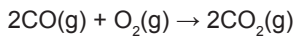


tepkimesinde 0,56 kilogram Fe metali 4 ayda paslandığına göre FeO bileşiminin oluşma hızı kaç mol/yıldır?

(Fe:56 g/mol)

(30 mol/yıl)

#### ► Bilgi Uygulama 6



tepkimesine göre 20 saniyede 5,6 g CO gazı harcanmaktadır.

Buna göre normal şartlarda CO<sub>2</sub> gazının oluşma hızı kaç mol/s'dir?

(C: 12 g/mol, O: 16 g/mol)

(0,01mol/s)



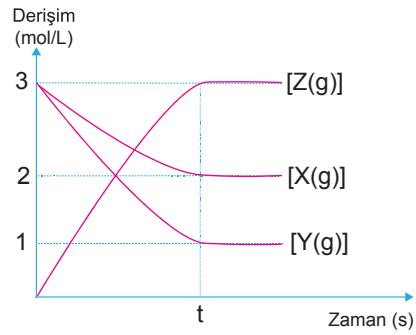
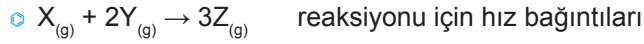
Not:



Not:

#### 4. Ortalama Tepkime Hızı

- ◊ Bir kimyasal tepkimede; girenler için harcanma, ürünler için oluşma hızı ifadeleri kullanılır.
- ◊ Bir tepkimedeki giren ya da ürünlerin madde miktarlarının belli zaman aralığındaki değişimine ortalama hız denir.
- ◊ Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren maddelerin zamanla derişimleri azalırken ürünlerin derişimi artar.
  - ✓ Madde miktarlarındaki değişim son miktardan ilk miktarın çıkarılmasıyla bulunur.
  - ✓ Buna bağlı olarak kimyasal tepkimelerde girenlerin madde miktarındaki değişim negatif olarak, ürünlerdeki madde miktarındaki değişim pozitif olarak hesaplanır.
  - ✓ Bu sebeple girenlerin harcanma hızının pozitif bir değer olması için girenlerin harcanma hızı eksi ile çarpılır.



$$r = - \frac{\Delta C (\text{giren, mol/L})}{\Delta t (\text{s})} = \frac{\Delta C (\text{ürün})}{\Delta t (\text{s})}$$

$$r_x = - \frac{[\text{X(g)}] \text{ azalma}}{\Delta t (\text{s})} = - \frac{\Delta[\text{X}]}{\Delta t (\text{s})}$$

$$r_y = - \frac{[\text{Y(g)}] \text{ azalma}}{\Delta t (\text{s})} = - \frac{\Delta[\text{Y}]}{\Delta t (\text{s})}$$

$$r_z = + \frac{[\text{Z(g)}] \text{ artma}}{\Delta t (\text{s})} = + \frac{\Delta[\text{Z}]}{\Delta t (\text{s})}$$

- ◊ Tepkimedeki katsayılardan, bu tepkimedeki maddelerin harcanma veya oluşma hızlarının tamamının birbirine eşit olmadığı görünür.
  - ✓ Tepkime süresince 1 mol  $X_{(g)}$  harcanırken 2 mol  $Y_{(g)}$  harcanmış, 3 mol  $Z_{(g)}$  oluşmuştur. Aynı sürede miktardaki değişimi daha çok olan madde daha hızlıdır.
  - ✓ Bu durumda reaksiyon hızları arasındaki ilişki:

$$6r_x = 3r_y = 2r_z \quad \text{şeklindedir.}$$

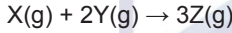
Yakup DEMİR



1. Başlangıçta 2'şer M NO ve O<sub>2</sub> gazları alınarak 1 dakikada 1,2 M NO<sub>2</sub> gazı elde edildiğine göre bu sürede O<sub>2</sub> gazının ortalama harcanma hızı kaç M/s'dir?

- A) 10<sup>-1</sup>                      B) 10<sup>-2</sup>                      C) 0,6  
D) 10                          E) 100

2.



Yukarıdaki tepkimede X, Y ve Z maddelerinin ortalama reaksiyon hızları arasındaki ilişki aşağıdaki-lerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $r_x = r_y = r_z$                       B)  $2r_x = 3r_y = 6r_z$   
C)  $2r_x = 3r_y = r_z$                       D)  $6r_x = 3r_y = 2r_z$   
E)  $6r_x = 2r_y = 3r_z$

3.  $2Fe(k) + O_2(g) \rightarrow 2FeO(k)$

tepkimesinde 1,12 kilogram Fe metali 24 ayda paslandığına göre FeO bileşiğinin oluşma hızı kaç mol/yıldır? (Fe:56 g/mol)

- A) 10                          B) 5                          C) 2  
D) 1                          E) 0,5

4.  $Ca(k) + 2HBr(suda) \rightarrow CaBr_2(suda) + H_2(g)$  tepkimesi sabit sıcaklıkta 1 dakikada tamamlanmaktadır. 10 gram Ca tamamen harcanırken normal şartlarda 5,6 L H<sub>2</sub> gazı oluşmaktadır.

Buna göre tepkime ile ilgili,

- I. Tepkimede Ca'nın harcanma hızı ortalama 0,25 mol/s'dir.  
II. Tepkimede Ca katısı toz hâlde kullanılırsa tepkime hızı artar.  
III. Tepkimede normal şartlarda H<sub>2</sub>'nin oluşma hızı ortalama 5,6 L/s'dir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur? (Ca: 40 g/mol)

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

5.  $2NOCl(g) \rightarrow 2NO(g) + Cl_2(g)$

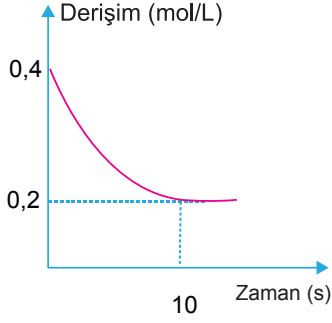
tepkimesi ile ilgili,

- I. Homojen fazda gerçekleşir.  
II. Cl<sub>2</sub> gazının oluşma hızı NOCl gazının harcanma hızına eşittir.  
III. NO gazının oluşma hızı Cl<sub>2</sub> gazının oluşma hızına eşittir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

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

6.



Tepkimesindeki NOCl gazının derişiminin zamanla değişim grafiği yukarıdaki gibidir.

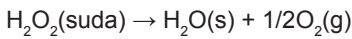
Buna göre,  $\text{Cl}_2\text{(g)}$  gazının ortalama oluşma hızı kaç mol/L.s dir?

- A)  $1 \cdot 10^{-2}$       B)  $1 \cdot 10^{-3}$       C)  $5 \cdot 10^{-2}$   
D)  $5 \cdot 10^{-3}$       E)  $2 \cdot 10^{-2}$

7.

$\text{H}_2\text{O}_2$ derişimi	Zaman (s)
0,4	0
0,3	10
0,2	20
0,1	30
0	40

Yukarıda,

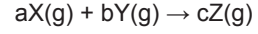


tepkimesindeki  $\text{H}_2\text{O}_2$  derişiminin zamanla değişimi verilmiştir.

Buna göre 10-30 saniye arasındaki  $\text{H}_2\text{O}_2$  nin harcanma hızı kaç mol/L.s dir?

- A)  $1 \cdot 10^{-2}$       B)  $1 \cdot 10^2$       C)  $5 \cdot 10^{-2}$   
D)  $5 \cdot 10^{-3}$       E)  $2 \cdot 10^{-2}$

8.



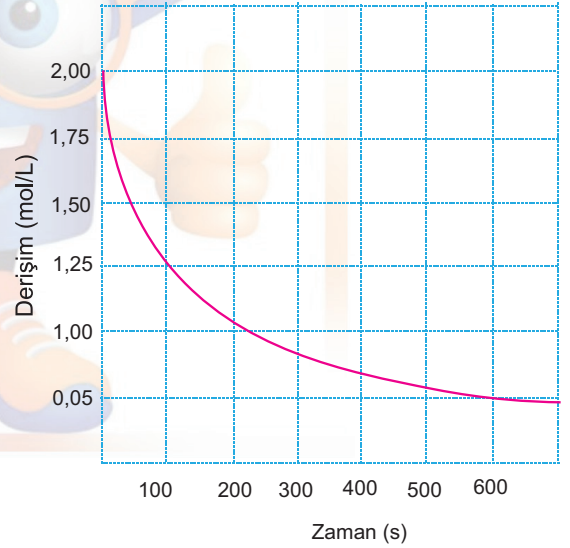
tepkimesiyle ilgili řu bilgiler veriliyor,

- X(g) nın ortalama harcanma hızı Y(g)nın ortalama harcanma hızının 3 katıdır.
- Z(g) ortalama oluşma hızı, Y(g) nın ortalama harcanma hızının 2 katıdır.

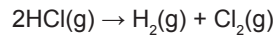
Buna göre a, b ve c katsayıları arasındaki ilişki nasıldır?

- A)  $a = b = c$       B)  $a > c > b$       C)  $b > a > c$   
D)  $a > b > c$       E)  $c > b > a$

9.



Yukarıda,



tepkimesindeki HCl derişiminin zamanla değişimi verilmiştir.

Buna göre 100-600 saniye arasındaki HCl nin harcanma hızı kaç mol/L.s dir?

- A)  $3,9 \cdot 10^{-3}$       B)  $2,4 \cdot 10^{-3}$       C)  $1,2 \cdot 10^{-3}$   
D)  $1 \cdot 10^{-3}$       E)  $5 \cdot 10^{-2}$

## 10. Aktifleşme enerjisi ile ilgili,

- I. Her zaman pozitif bir sayıdır.
- II. Ne kadar büyükse tepkime o kadar yavaş gerçekleşir.
- III. Eşik enerjisi olarakta bilinir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

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

11.  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$  tepkimesinin ileri aktifleşme enerjisi 120 kJ ve  $NO_2$  gazının molar oluşum entalpisi 67 kJ/mol'dür.

Buna göre tepkimenin geri aktifleşme enerjisi kaç kJ'dür?

- A) 35      B) 43      C) 53  
D) 63      E) 97

12.  $2A(g) + 3B(g) \rightarrow C(g) + 4D(g) + 30 kJ$  tepkimesinin ileri aktivasyon enerjisi 70 kJ'dür.

Buna göre tepkimenin geri aktivasyon enerjisi kaç kJ'dür?

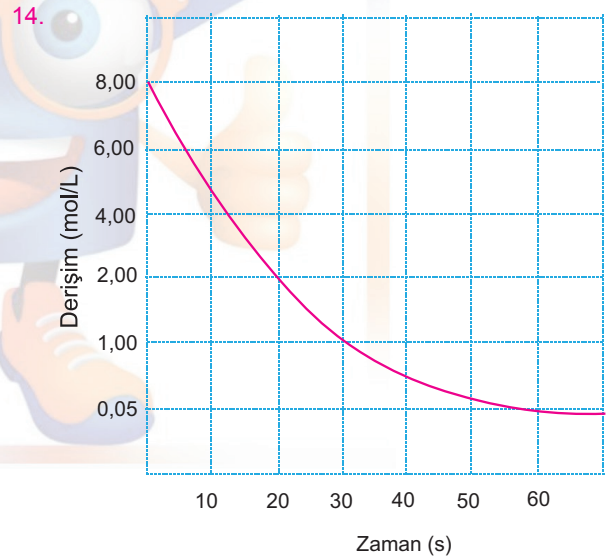
- A) 100      B) 80      C) 40  
D) 20      E) 10

13.  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$   
Tepkimesine göre 6,4 g  $SO_2(g)$  nın 2 litrelik kaptaki yeterli miktarda  $O_2(g)$  ile yakılması 10 saniyede gerçekleşiyor.

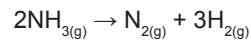
Buna göre,  $SO_3(g)$  nın oluşma hızı kaç mol/L.s dir? ( $^{32}S$ ,  $^{16}O$ )

- A)  $5 \cdot 10^{-2}$       B)  $1 \cdot 10^{-1}$       C)  $5 \cdot 10^2$   
D)  $5 \cdot 10^{-3}$       E) 5

14.  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$  tepkimesinin ileri aktifleşme enerjisi 120 kJ ve  $NO_2$  gazının molar oluşum entalpisi 67 kJ/mol'dür.



Yukarıda,



tepkimesindeki  $NH_3$  gazının derişiminin zamanla değişimi verilmiştir.

Buna göre 20-30 saniye arasındaki  $H_2$  gazının oluşma hızı kaç mol/L.s dir?

- A)  $1 \cdot 10^{-1}$       B)  $1,5 \cdot 10^{-1}$       C)  $2 \cdot 10^{-1}$   
D)  $3 \cdot 10^{-1}$       E)  $5 \cdot 10^{-1}$



Not:

- Hız sabiti (k)
  - ✓ Her reaksiyon için farklı olan bir sabittir.
  - ✓ Madde ilavesi ile hız sabiti değişmez.
  - ✓ Reaksiyonun tabiatına bağlıdır.
  - ✓ Hız sabiti büyük olan tepkimeler hızlıdır ve aktifleşme enerjileri düşüktür.
- Hız sabitini (k), sıcaklık, katalizör ve temas yüzeyi değiştirir.

Yatay DENEY

## 2. Tepkime Hızını Etkileyen Faktörler

### a. Tek ve Çok Basamaklı Tepkimelerde Hız

#### 1. Tek Basamaklı Tepkimelerde Derişime Bağlı Hız İfadesi

- Az sayıda tanecığın tepkimeye girdiği ve tek basamakta oluşan basit tepkimelere tek basamaklı tepkimeler denir.
- Kimyasal tepkimelerin hızı ile tepkimeye giren maddelerin derişimleri arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıya hız denklemi ya da tepkimenin hız ifadesi denir.
- Tepkimelerin hız ifadeleri deneysel olarak elde edilen verilerden yararlanarak hesaplanır.
- Maddelerin başlangıç derişimlerinden ve başlangıç hızlarından yararlanılarak tepkime hız ifadeleri bulunur.

- Tek basamakta gerçekleşen bir tepkimenin hız ifadesi ve hızı, tepkimedeki maddelerin kat sayıları derişimlerin üssü olacak şekilde birbirleriyle çarpılması ve bu değerin tepkimenin hız sabiti ile çarpılmasıyla elde edilir.

- Tek basamakta gerçekleşen,



$$r = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3 \quad \text{şeklindedir.}$$

- Bir tepkimenin hız ifadesinde katılar ve sıvılar yazılamaz.

- Hız ifadesine gazlar, iyonlar ve bir sıvıda çözülmüş moleküller yazılabilir.

- Hız denklemindeki derişim terimlerinin üsleri toplamına **reaksiyon derecesi** (mertebe) denir.

$$\checkmark r = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3 \quad \text{hız ifadesine göre reaksiyon,}$$

$$\checkmark \text{N}_2 \text{ ye göre 1. derecedendir.}$$

$$\checkmark \text{H}_2 \text{ ye göre 3. derecedendir.}$$

$$\checkmark \text{Toplamda tepkime 4. derecedendir.}$$

- Hız sabitinin (k) birimi aşağıdaki gibi bulunur.

$$\checkmark \text{Toplam tepkime derecesi } x \text{ ise, } k \text{ nın birimi;}$$



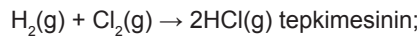
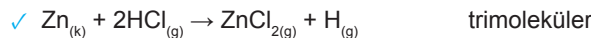
$$r = \left( \frac{\text{L}}{\text{mol}} \right)^{x-1} \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

- Reaksiyona giren maddelerin katsayıları toplamına **molekülerite** denir.

$$\checkmark \text{Katsayılar toplamı 1 ise unimoleküler ya da monomoleküler tepkime denir.}$$

$$\checkmark \text{Katsayılar toplamı 2 ise, bimoleküler tepkime denir.}$$

$$\checkmark \text{Katsayılar toplamı 3 ise, trimoleküler tepkime denir.}$$



$$\text{Hız ifadesi: } r = k \cdot k \cdot [\text{Cl}_2] \cdot [\text{H}_2]$$

$$\text{Tepkime derecesi: 2}$$

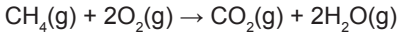
$$\text{Hız sabitinin (k) birimi: L/mol.}$$



Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Tepkime Denklemi	Hız ifadesi	Tepkime Derecesi	Hız sabitinin (k) birimi	Molekülerite
$2\text{KClO}_3(\text{k}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{k}) + 3\text{O}_2(\text{g})$				
$\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{ICl}(\text{g}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g})$				
$2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$				
$\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$				
$\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}^+(\text{suda}) + \text{HSO}_4^-(\text{suda})$				
$\text{AgNO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda})$				
$\text{NaOH}(\text{suda}) + \text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$				
$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}^+(\text{suda}) + \text{HCO}_3^-(\text{suda})$				
$2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}(\text{g})$				
$\text{Zn}(\text{k}) + 2\text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{suda}) + \text{H}_2(\text{g})$				

### Bilgi Uygulama 7



Yukarıda tek basamakta sabit sıcaklıkta gerçekleşen reaksiyonda  $\text{O}_2(\text{g})$  nin derişimi 0,02 mol/L,  $\text{CH}_4(\text{g})$  ün derişimi 0,01 mol/L iken reaksiyon hızı  $4 \cdot 10^{-7}$  mol/L.s dir.

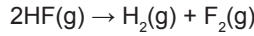
**Buna göre,**

**a. Hız sabiti değeri nedir?**

**b.  $\text{O}_2(\text{g})$  nin derişimi 0,01 M,  $\text{CH}_4(\text{g})$  nin derişimi 0,005 M iken hız kaç M/s dir?**

(a. 0,1 b.  $5 \cdot 10^{-8}$ )

### Bilgi Uygulama 8

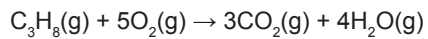


Yukarıda tek basamakta sabit sıcaklıkta gerçekleşen tepkimede HF gazının derişimi 0,2 molar olduğunda hız  $4 \cdot 10^{-3}$  mol/L.s olduğu gözleniyor.

**Buna göre, tepkimenin hız sabiti kaçtır?**

(k=0,1)

### Bilgi Uygulama 9



Yukarıda tek basamakta sabit sıcaklıkta gerçekleşen reaksiyonda  $\text{O}_2(\text{g})$  nin derişimi 0,1 mol/L,  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$  in derişimi 0,02 mol/L iken reaksiyon hızı  $1 \cdot 10^{-6}$  mol/L.s dir.

**Buna göre, tepkimenin hız sabiti kaçtır?**

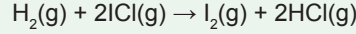
(k=5)



Not:

## 2. Çok Basamaklı Tepkimelerde Hız

- Çarpışma teorisine göre ikiden fazla taneciğin aynı anda uygun geometride çarpışma olasılığı oldukça düşüktür.
- Bir tepkime denklemi ikiden çok taneciğin çarpışmasını gerektiriyor ise bu tepkimeler basitkili ya da en fazla üçlü ara basamaklardan oluşur.
- Bu ara basamaklardan oluşan tepkimelere çok basamaklı veya mekanizmalı tepkimeler denir.
- Çok basamaklı (mekanizmalı) tepkimelerde
  - Hız denklemi kimyasal denklemin katsayısına uymaz.
  - Tepkime mekanizmaları, denklem üzerinde bazı yorumlar yapılsa da sadece deneysel olarak belirlenir.
  - Mekanizmanın en yavaş basamağı tepkime hızını belirler. Bu basamak hızlanmadıkça tepkime hızı artmaz.
  - Tepkimenin hız denklemi mekanizmanın en yavaş basamağındaki tepkimeye girenlerin derişimlerine göre yazılır.

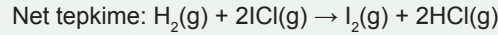
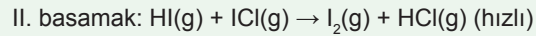
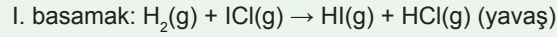


Hidrojenin iyot monoklorürle tepkimesi tek basamakta gerçekleşseydi hız denklemi  $\text{Hız} = k[\text{H}_2] \cdot [\text{ICl}]^2$  şeklinde olurdu.

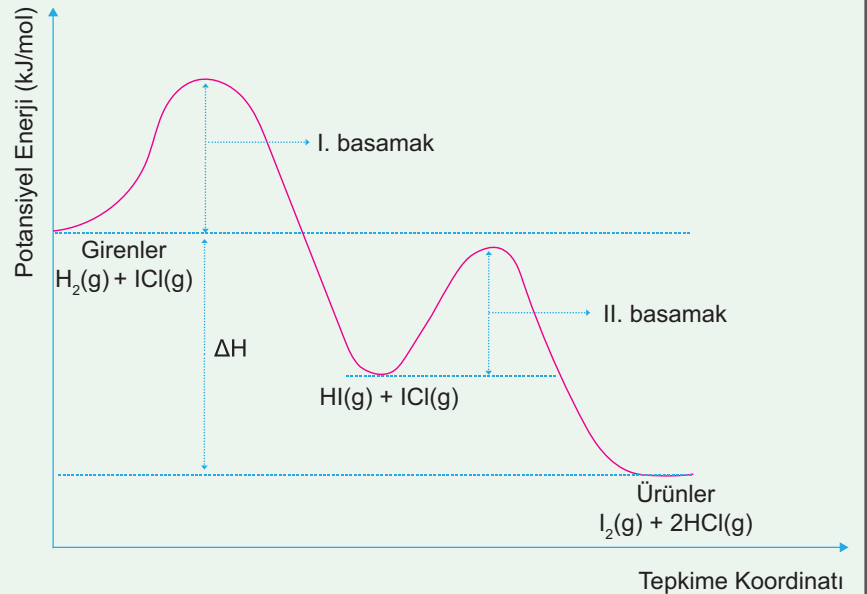
Yapılan deneylerde  $[\text{H}_2]$  sabit tutulup  $[\text{ICl}]$  iki katına çıkarıldığında tepkime hızının iki katına çıktığı;  $[\text{ICl}]$  sabit tutulup  $[\text{H}_2]$  iki katına çıkarıldığında tepkime hızının iki katına çıktığı görülmüştür.

Buna göre tepkime hız ifadesi  $\text{Hız} = k[\text{H}_2] \cdot [\text{ICl}]$  şeklindedir.

Bu hız ifadesi net tepkimede girenlerin katsayılarına uymadığı için tepkime mekanizmalıdır. Bu tepkimenin mekanizması:

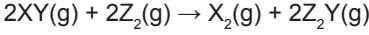


bu tepkimeye ait potansiyel enerji tepkime koordinatı grafiğı verilmiştir.



Tepkimede ara basamakta oluşarak sonraki basamakların herhangi birinde harcanan maddeye **ara ürün** denir. Birinci basamakta hidrojenin iyot monoklorürle tepkimesinde HI ara üründür ve net tepkimede yer almaz.

## Bilgi Uygulama 10

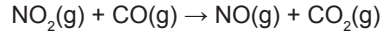


tepkimesinde, tepkime hızını belirlemek için sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

	[XY] (mol/L)	[Z <sub>2</sub> ] (mol/L)	Hız (mol/L.s)
1. Deney	0,10	0,10	2.10 <sup>-6</sup>
2. Deney	0,10	0,20	4.10 <sup>-6</sup>
3. Deney	0,20	0,10	8.10 <sup>-6</sup>

- Tepkimenin hız bağıntısı nedir?
- Tepkime mekanizmasındaki en yavaş adımın reaktif maddeleri nelerdir?
- Tepkimenin hız sabitinin sayısal değeri kaçtır?
- Tepkimenin derecesi kaçtır?
- [XY] = [Z<sub>2</sub>] = 0,01 M olduğunda tepkime hızı nedir?

## Bilgi Uygulama 11



tepkimesinde, tepkime hızını belirlemek için sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

	[NO <sub>2</sub> ] (mol/L)	[CO] (mol/L)	Hız (mol/L.s)
1. Deney	0,10	0,10	2,1.10 <sup>-3</sup>
2. Deney	0,20	0,10	8,4.10 <sup>-3</sup>
3. Deney	0,20	0,20	8,4.10 <sup>-3</sup>
4. Deney	0,40	0,10	3,36.10 <sup>-2</sup>

- Tepkimenin hız bağıntısı nedir?
- Tepkime mekanizmasındaki en yavaş adımın reaktif maddeleri nelerdir?
- Tepkimenin hız sabitinin sayısal değeri kaçtır?
- Tepkimenin derecesi kaçtır?
- [NO<sub>2</sub>] = [CO] = 0,02 M olduğunda tepkime hızı nedir?

## Bilgi Uygulama 12



tepkimesinde, tepkime hızını belirlemek için sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

	[X] (mol/L)	[Y] (mol/L)	[Z] (mol/L)	Hız (mol/L.s)
1. Deney	0,01	0,02	0,1	4.10 <sup>-6</sup>
2. Deney	0,02	0,02	0,1	8.10 <sup>-6</sup>
3. Deney	0,01	0,02	0,4	16.10 <sup>-6</sup>
4. Deney	0,01	0,04	0,1	16.10 <sup>-6</sup>

- Tepkimenin hız bağıntısı nedir?
- Tepkime mekanizmasındaki en yavaş adımın reaktif maddeleri nelerdir?
- Tepkimenin hız sabitinin sayısal değeri kaçtır?
- Tepkimenin derecesi kaçtır?
- [X] = [Y] = [Z] = 0,1 M olduğunda tepkime hızı nedir?

Uygulama 10

- $r = k \cdot [XY]^2 \cdot [Z_2]$
- $2XY + Z_2$
- 2.10<sup>-3</sup>
- 3
- 2.10<sup>-9</sup>

Uygulama 11

- $r = k \cdot [NO_2]^2$
- 2NO
- 0,21 M<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>
- 2
- 8,4.10<sup>-5</sup>

Uygulama 12

- $r = k \cdot [X] \cdot [Y]^2 \cdot [Z]$
- $X + 2Y + Z$
- 1000
- 4
- 10<sup>-1</sup>





Not: Tepkime Hızına Etki eden faktörleri

TSK DaMısın ?

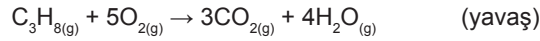
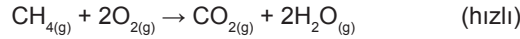
şekinde kodlayabilirsiniz.

## b. Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler

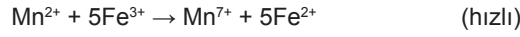
- Tepkime hızına etki eden faktörler şunlardır:
  1. Madde cinsi
  2. Derişim
  3. Sıcaklık
  4. Katalizör
  5. Temas yüzeyi

### 1. Madde cinsi

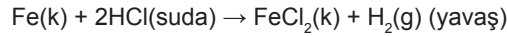
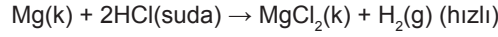
- Tepkimelerin hızı, tepkimeye giren maddelerin cinsine göre değişir.
- Bir kimyasal reaksiyonda, ne kadar çok bağ kopuyor, ne kadar çok yeni bağ oluşuyorsa (düzenleme ne kadar fazla ise) tepkime o kadar yavaştır.



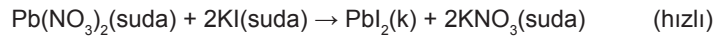
- İyonik tepkimeler nötr tepkimelere göre, zıt yüklü iyon reaksiyonları diğer reaksiyona göre genellikle hızlıdır.



- Aktif olan metal ve ametaller, diğer metal ve ametallere göre daha hızlı tepkime verir.

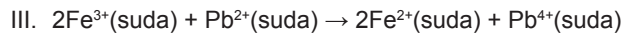
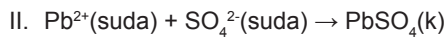
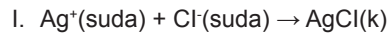


- İyonik bağlı bileşikler arasında gerçekleşen tepkimelerde sulu çözeltilerin tepkimesi katı hâldeki türlerden daha hızlı gerçekleşir.



- Reaksiyona giren madde çeşidi arttıkça, reaksiyon hızı azalır.
- Organik reaksiyonlar genellikle yavaştır.

### ○ Bilgi Uygulama 13



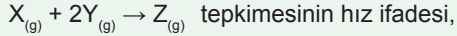
**Yukarıda verilen tepkimelerin standart koşullarda gerçekleşme hızlarını karşılaştırınız.**

(II > I > III)

## 2. Derişim (Konsatrasyon)

- Derişimin tepkime hızına etkisi çarpışma teorisi ile açıklanır.
- Tepkimeye giren maddelerin derişimi arttırılınca birim hacimdeki molekül sayısı artar.
- Böylece tepkimeye giren taneciklerin çarpışma sayısı artarak aktifleşmiş kompleks oluşturan tanecik sayısı artar.
- Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimede, reaktifler ve ürünlerin derişimi yerine kısmi basınçları da yazılabilir.

- Madde derişimlerinin hıza etkisi tepkimedeki katsayı ile ilgilidir. Örneğin tek basamakta gerçekleşen,

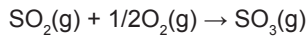


$$v = k \cdot [X] \cdot [Y]^2 \text{ şeklinde yazılır.}$$

- Reaksiyon hızı, X derişiminin 1. kuvvetiyle, Y derişiminin 2. kuvvetiyle orantılıdır.
- Denkleme göre yalnızca X derişimi 2 katına çıkarılırsa hız 2 katına çıkar.
- Denkleme göre yalnızca Y derişimi 2 katına çıkarılırsa hız 4 katına çıkar.
- X ve Y derişimleri 2 şer katına çıkarılırsa hız,  $(2) \cdot (2)^2 = 8$  katına çıkar.

### Bilgi Uygulama 14

Tek basamakta gerçekleşen,



tepkimesinde  $SO_2$  derişimi 2 katına ve  $O_2$  derişimi 9 katına çıkarılırsa, tepkime hızındaki değişim ne olur?

(6 katına çıkar)

### Bilgi Uygulama 16

A ve B gazlarının reaksiyona girmesiyle oluşan tek basamaklı bir reaksiyon için,

- A'nın derişimi 3 katına B'nin derişimi 9 katına çıkarılınca hız 81 katına çıkıyor.
- A ve B'nin derişimi yarıya indirilince hız 8 de birine düşüyor.

Buna göre, reaksiyonun hız ifadesi nedir?

( $r = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$ )

### Bilgi Uygulama 15

X ve Y gazlarının reaksiyona girmesiyle oluşan tek basamaklı bir reaksiyon için,

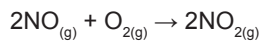
- X'in derişimi 2 katına Y'nin derişimi 4 katına çıkarılınca hız 64 katına çıkıyor.
- X'in derişimi 2 katına çıkartılıp, Y'nin derişimi yarıya indirilince hız 8 katına çıkıyor.

Buna göre, reaksiyonun hız ifadesi nedir?

( $r = k \cdot [X]^4 \cdot [Y]$ )

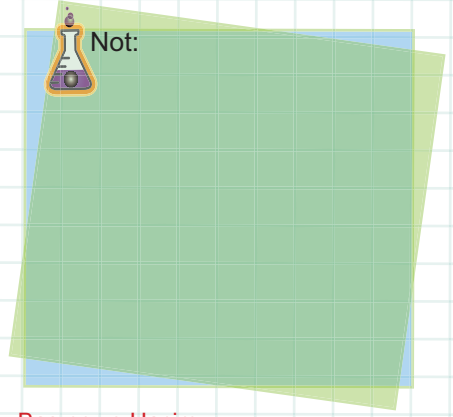
### Bilgi Uygulama 17

Tek basamakta gerçekleşen,



tepkimesinin oluştuğu kabın hacmi yarıya düşürülürse reaksiyon hızı nasıl değişir?

(8 katına çıkar)



### Basınç ve Hacim

- Basıncın artması, hacmin azalması, basıncın azalması hacmin artması olarak düşülmelidir. Hacim değişmesi maddelerin derişimlerini değiştireceğinden reaksiyon hızında değiştirir.
- Hacmi sabit olan bir kaba reaksiyona girmeyen bir X gazı ekleyerek de basınç artırabiliriz. Ancak reaksiyona giren maddelerin derişimlerinde bir değişiklik olmayacağından hız değişmeyecektir.

1. Tek basamakta gerçekleşen bimoleküler  $H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$  tepkimesi ile ilgili;
- Tepkimenin hız ifadesi  $r = k [H_2] \cdot [F_2]$  şeklindedir.
  - $H_2$  ve  $F_2$  gazların derişimi 3 katına çıkarıldığında tepkime hızı 9 katına çıkar.
  - $H_2$  derişimi sabit tutulup  $F_2$ 'nin derişimi 4 katına çıkarıldığında tepkime hızı 4 katına çıkar.

**yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?**

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

2. Tek basamakta gerçekleşen  $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$  tepkimesi ile ilgili;
- Tepkimenin hız ifadesi  $r = k [NO]^2 \cdot [O_2]$  şeklindedir.
  - Tepkime moleküleritesi 2 dir.
  - $O_2$  derişimi sabit tutulup  $NO$ 'nun derişimi 2 katına çıkarıldığında tepkime hızı 4 katına çıkar.

**yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?**

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

3.  $H_2O_2(suda) + 2I^-(suda) + H_3O^+(suda) \rightarrow 4H_2O(s) + H_2O(s)$  yukarıda denklemleri verilen tepkimede  $I^-$  iyon derişimi iki katına çıkartıldığında hız da iki katına çıkıyor.

**Buna göre,**

- Tepkimenin hız ifadesi  $r = k \cdot [H_2O_2] \cdot [H_3O^+] \cdot [I^-]^2$  şeklindedir.
- Tepkime birden çok kademede gerçekleşir.
- Hız ifadesinde  $I^-$  iyonu vardır.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

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

4.  $3ClO^-(suda) \rightarrow 2Cl^-(suda) + ClO_3^-(suda)$  tepkimesi iki basamakta gerçekleşmektedir. Bu tepkimenin hızlı basamağı  $ClO_2^-(suda) + ClO^- \rightarrow Cl^-(suda) + ClO_3^-(suda)$  şeklindedir.

**Buna göre sabit sıcaklıkta  $ClO^-$  iyonunun derişimi 2 katına çıkarılırsa tepkime hızı nasıl değişir?**

- A) 2 katına çıkar.      B) Yarıya iner.  
C) 4 katına çıkar.      D) 8 katına çıkar.  
E) 16 katına çıkar.

5.  $CHCl_3(g) + Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(g) + HCl(g)$  Yukarıdaki tepkimeyle ilgili sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları tabloda verilmiştir.

	$[CHCl_3]$ (mol/L)	$[Cl_2]$ (mol/L)	Hız (mol/L.s)
1. Deney	0,010	0,010	0,035
2. Deney	0,020	0,010	0,070
3. Deney	0,020	0,020	0,140
4. Deney	0,040	0,040	0,560

**Buna göre,**

- Tepkimenin hız ifadesi  $r = k [CHCl_3] \cdot [Cl_2]$  şeklindedir.
- $Cl_2$  derişimi sabit tutulup  $CHCl_3$  derişimi 2 katına çıkartılırsa tepkime hızı 4 katına çıkar.
- Hız sabiti k'nin sayısal değeri  $3,5 \cdot 10^2$  dir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

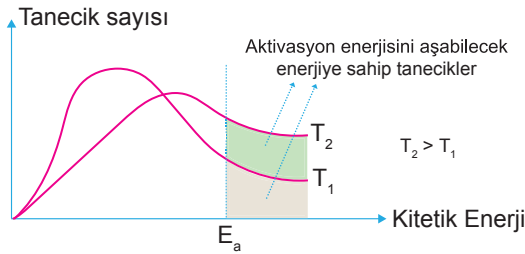
6. I.  $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$   
II.  $H_2O_2(suda) + I^-(suda) \rightarrow H_2O(s) + IO^-(suda)$   
III.  $Ba^{2+}(suda) + SO_4^{2-}(suda) \rightarrow BaSO_4(k)$

**Yukarıda verilen tepkimelerin standart koşullarda gerçekleşme hızlarının karşılaştırılması aşağıdaki-lerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

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

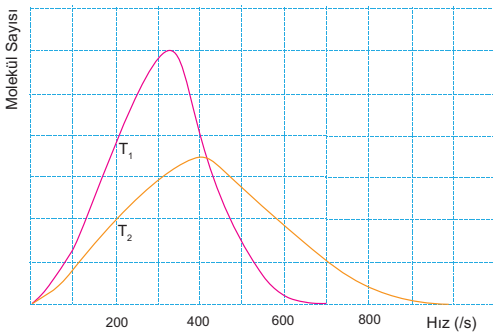
### 3. Sıcaklık

- ❖ Sıcaklık artırıldığında birim zamanda etkin çarpışma sayısı artar ve reaksiyonun hızı artmış olur.
- ❖ Sıcaklık artırılırsa,
  - ✓ Moleküllerin hareket hızı artar.
  - ✓ Çarpışma sayısı artar.
  - ✓ Ortalama kinetik enerjisi artar.
  - ✓ Aktifleşmiş kompleks sayısı artar.
  - ✓ Hız sabiti (k) büyür.
  - ✓ **Aktifleşme enerjisi değişmez.**
- ❖ Reaksiyon ister endotermik, ister ekzotermik olsun sıcaklık artırıldığında tüm reaksiyonların hız ve hız sabiti (k) artar.
- ❖ Sabit hacimli kapalı bir kaptaki,  $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow C_{(g)}$  tepkimesinin farklı sıcaklıktaki ( $T_2 > T_1$ ) kinetik enerji dağılımları aşağıda gösterilmiştir.



- ❖ Grafikte, eğri altında kalan alanlar (renkli alan), enerjisi tepkime vermeye uygun taneciklerin sayısını gösterir.
  - ✓  $T_2$  sıcaklığında birim zamanda aktifleşme enerjisini aşan tanecik sayısı daha fazladır.
  - ✓  $T_2$  sıcaklığında reaksiyon daha hızlıdır.
  - ✓  $T_2$  sıcaklığında taneciklerin ortalama kinetik enerjisi daha büyüktür.
  - ✓  $T_2$  sıcaklığında hız sabiti (k) daha büyüktür.
  - ✓  $T_2$  ve  $T_1$  sıcaklıklarında eşik enerjisi aynıdır.
  - ✓  $T_2$  ve  $T_1$  sıcaklıklarındaki entalpiler ( $\Delta H$ ) farklıdır.

### Bilgi Uygulama 18



Yandaki şekilde aynı gazın iki ayrı sıcaklıkta hız dağılım eğrileri verilmiştir.

**Buna göre,**

- $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıklarını karşılaştırınız.
- Hangi sıcaklıkta aktifleşme enerjisini geçen tanecik sayısı daha fazladır?
- Hangi tepkime daha hızlıdır?



Not:

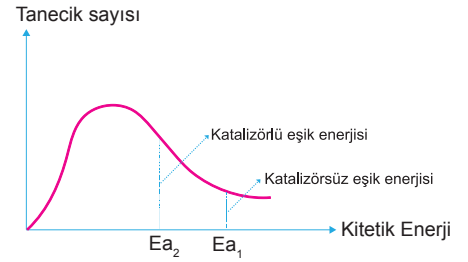
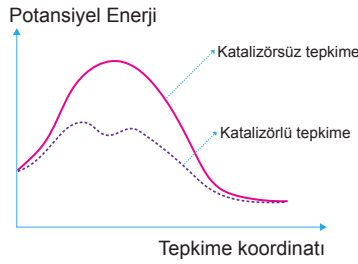


Not:

#### 4. Katalizör

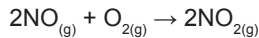
- Reaksiyon hızını değiştiren ve reaksiyon sonunda oluşan maddelerin bileşimini değiştirmeyen maddelere katalizör denir.
- Aktifleşme enerjisini azaltarak reaksiyonların hızlarını artıranlara pozitif katalizör (aktivatör) denir.
- Aktifleşme enerjisini artırarak reaksiyonları yavaşlatan katalizörlere negatif katalizör (inhibitör) denir.
- Bir kimyasal reaksiyonda reaksiyonda kullanılan katalizör reaksiyona giren maddeler ile aynı fazda ise homojen katalizör, farklı fazda ise heterojen katalizör denir.
- Katalizörler,
  - Kimyasal reaksiyona girdiği gibi çıkan maddedir.
  - Hız sabitinin (k) değerini değiştirir.
  - Aktifleşme enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırır.
  - Reaksiyon mekanizmasını değiştirir.
  - Tepkime ısısına ( $\Delta H$ ) etki etmezler.
  - Reaksiyon verimini değiştirmez.
  - Kimyasal özellikler değişmez.
  - Başlamamış reaksiyonu başlatamaz.
  - Tepkime yönüne etki etmez.
  - Reaktif ve ürünlerin enerjilerini, özelliklerini değiştirmez.

Yakup DEMİR

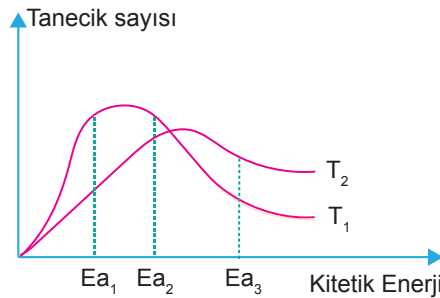


#### Bilgi Uygulama 19

Tek basamakta gerçekleşen,



tepkimesi için aşağıda farklı şartlarda çizilen grafikler verilmiştir.



hangisinde reaksiyon hızı en büyüktür?  
(T: mutlak sıcaklık)

(T<sub>2</sub>, Ea<sub>1</sub>)

#### Bilgi Uygulama 20

Katalizörlerle ilgili,

- Tepkime yönünü değiştirirler.
- Tepkime ısısını değiştirmezler.
- Tepkime mekanizmasını değiştirirler.

yargılarından hangileri yanlıştır?

(Yalnız I)



## 5. Temas Yüzevi

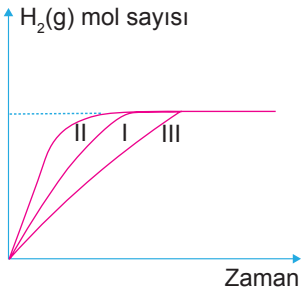
- Reaksiyona giren maddelerin temas yüzeyinin artmasıyla reaksiyon hızı artar.
  - Aynı miktarda, talaşın yanma hızı ile odun parçalarının yanma hızı karşılaştırıldığında temas yüzeyi fazla olan talaşın daha hızlı yandığı görünür.
  - Birim zamanda temas yüzeyi çok olan talaş daha çok yanarken, reaksiyon sonunda her iki maddeden de aynı miktarda yanmış olur.



Levha, parça ve toz alüminyumun HCl çözeltisi ile tepkimesi sonucu birim zamanda açığa çıkan H<sub>2</sub> gazı miktarları III > II > I şeklindedir.

### Bilgi Uygulama 21

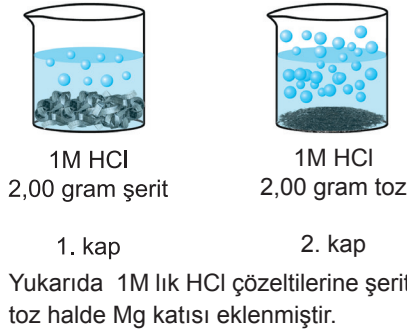
$Zn(k) + H_2SO_4(\text{suda}) \rightarrow ZnSO_4(\text{suda}) + H_2(g)$   
Tepkimesinde aynı miktar çinko metal; levha, parça ve toz hâlinde ayrı ayrı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile tepkimeye sokuluyor. Aynı şartlarda çinko metalinden farklı büyüklükler kullanılarak gerçekleşen tepkimelerde zamanla açığa çıkan hidrojen gaz miktarı grafiği aşağıda verilmiştir.



Grafikte verilen I, II ve III eğrileri tepkimede kullanılan çinko metalinin levha, parça ve toz hâllerinin hangisine aittir?

(I. parça, II. toz, III. levha)

### Bilgi Uygulama 22



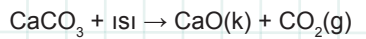
Buna göre

2. kaptaki çarpma sayısı daha fazladır.
1. kaptaki Mg(k)'nin temas yüzeyi daha fazladır.
- Tepkime sonunda aynı miktarda H<sub>2</sub>(g) çıkar.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

(I, II ve III)

### Bilgi Uygulama 23



Yukarıdaki reaksiyona,

- CaCO<sub>3</sub> katısını toz haline getirmek.
- Sıcaklığı artırmak.
- Katalizör kullanmak.

hangileri ayrı ayrı uygulandığında hız sabiti (k) ve tepkime hızı artar?

(I, II ve III)