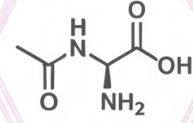
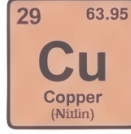
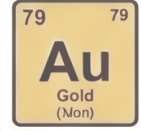


11.SINIF - 02 KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ



$$PV=nRT$$



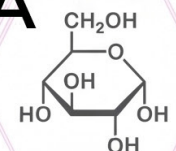
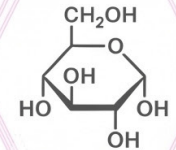
$$K_c = \frac{[\text{Products}]^o}{[\text{Reactants}]^r}$$

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

$$P_1V_1=P_2V_2$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

PARAKSİLEN KİMYA





KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ

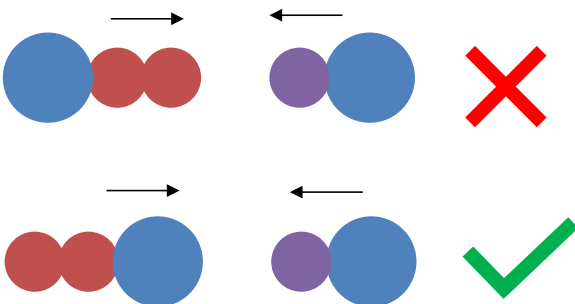
ÇARPIŞMA TEORİSİ

- ✓ Bir kimyasal tepkimenin gerçekleşmesi, yani ürün oluşması ancak tepkenlerin çarpışması ile mümkündür.
- ✓ Her çarpışma ürün vermez, bir çarpışmada ürün oluşabilmesi için çarpışan taneciklerin, **Uygun geometride çarpışmaları yeterli kinetik enerjiye sahip olmaları** gereklidir.

- ✓ H_2 ve F_2 den HF oluşması sırasında taneciklerin çarpışma şekillerine bağlı olarak tepkimenin gerçekleşme durumunu inceleyelim:

	Çarpışma Öncesi	Çarpışma Anı	Çarpışma Sonrası	Tepkimenin Gerçekleşme Durumu
1. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşmiyor.
2. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşiyor.
3. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşmiyor.
4. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşiyor.

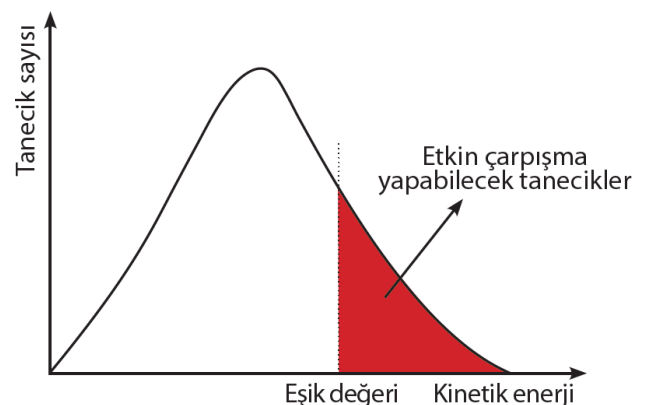
- ✓ Modelden görüldüğü üzere bir çarpışmanın uygun geometride olabilmesi için birbiri ile bağlanacak taneciklerin birbiri ile temas edecek şekilde çarpışma olması gereklidir.
- ✓ N_2O ve CO dan N_2 ve CO_2 elde ettiğimiz:
 $N_2O(g) + CO(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2(g)$
tepkimesini incellerseniz bu tepkimede oksijen azot elementini bırakıp karbona bağlanmış, burada uygun doğrultulu çarpışma da oksijenin karbona çarptığı çarpışma olacaktır:



- ✓ Tepkimede çarpışan türlerin sadece uygun geometride çarpışmaları yetmez, çarpışan türler yeterli kinetik enerjiye sahip değillerse tepkime gerçekleşmez.

	Çarpışma Öncesi	Çarpışma Anı	Çarpışma Sonrası	Tepkimenin Gerçekleşme Durumu
1. Durum				Gerçekleşmiyor.
2. Durum				Gerçekleşmiyor.
3. Durum				Gerçekleşiyor.
4. Durum				Gerçekleşiyor.

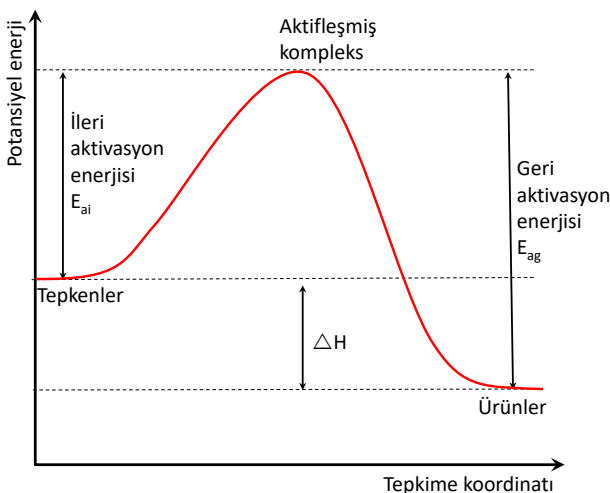
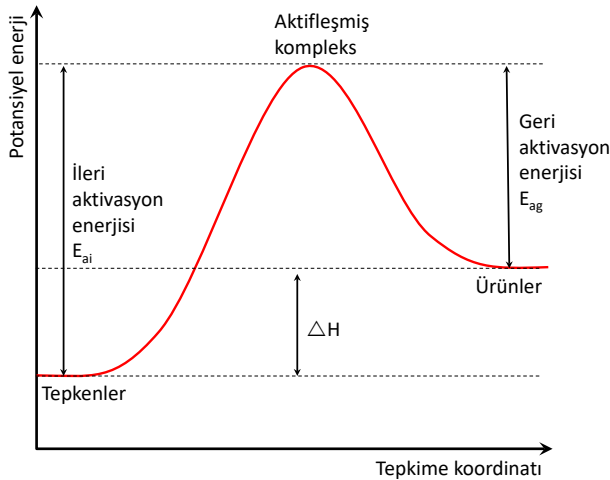
- ✓ Bir çarpışma sonucunda tepkime gerçekleşiyor ve ürün oluşuyorsa bu çarpışmaya **etkin çarpışma** adı verilir.
- ✓ Tepkime hızı birim zamanda oluşan etkin çarpışma sayısı ile doğru orantılıdır.
- ✓ Çarpışan taneciklerin etkin çarpışma yapabilmeleri için sahip olmaları gereken minimum toplam kinetik enerjiye tepkimenin **eşik değeri (eşik enerjisi)** denir.
- ✓ Bir tepkimede kinetik enerjisi tepkimenin eşik değerine eşit ya da eşik değerinden büyük olan tanecikler etkin çarpılma yapabilir:





AKTİVASYON ENERJİSİ

- ✓ Bir tepkimenin başlayabilmesi için gerekli olan mutlak enerjiye **aktivasyon (aktifleşme) enerjisi** denir.
- ✓ Aktivasyon enerjisi tepkenlerin kinetik enerjisinden sağlanır.
- ✓ Aktivasyon enerjisi tepkimenin başlayabilmesi için bir engeldir, bu nedenle aktivasyon enerjisi yüksek olan tepkimeler genellikle yavaş gerçekleşir.
- ✓ Bir tepkimede tepkenlerin ürünlere dönüşmesine **ileri tepkime**, ürünlerin tepkenlere dönüşmesine **geri tepkime** adı verilir.
- ✓ İleri tepkimenin başlayabilmesi için gereken minimum enerjiye de **ileri aktivasyon enerjisi** (E_{ai}) geri tepkimenin başlayabilmesi için gereken minimum enerjiye de **geri aktivasyon enerjisi** (E_{ag}) adı verilir.
- ✓ Tepkenlerin tepkime sırasında en yüksek enerjiye ulaştığı noktada yer alan, kararsız ara ürüne **aktifleşmiş kompleks** denir.
- ✓ Aktifleşmiş kompleks tepkenlerin ürün oluşturmaya başlayacağı veya orijinal hallerine geri dönebilecekleri en yüksek enerjili, kararsız bir ara formdur.



DİKKAT!

- ✓ Grafiklerde

Tepkenlerin Potansiyel Enerjisi
Ürünlerin Potansiyel Enerjisi
Aktifleşmiş kompleksin Enerjisi

Y ekseninde okuduğumuz değerdir.

İleri aktivasyon enerjisi (E_{ai})
Geri aktivasyon enerjisi (E_{ag})

Net farktır ve daima pozitifdir.

Tepkime entalpisi (ΔH)

Ürünlerin potansiyel enerjisi - Tepkenlerin potansiyel enerjisi

veya

$E_{ai} - E_{ag}$ dir

Endotermik tepkimelerde pozitif
Ekzotermik tepkimelerde negatiftir.

PARAKSİLEN KİMYA

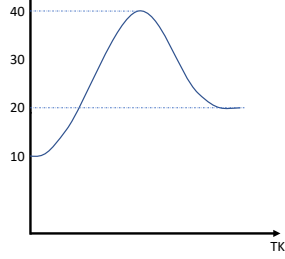
HATIRLATMA!

- ✓ Endotermik tepkimelerde:

- ▶ $\Delta H > 0$
- ▶ $E_{ai} > E_{ag}$ dir.
- ▶ Sistem çevreden enerji alır.
- ▶ Çevrenin enerjisi azaldığı için yalıtılmış kaptaki sıcaklık azalır.
- ▶ Sistemin toplam entalpisi artar.
- ▶ Tepkenlerin potansiyel enerjisi daha düşük olduğu için tepkenler ürünlerden daha kararlıdır.
- ▶ Tepkimenin devamı için sistemin daima enerji alması gerekir.

- ✓ Ekzotermik tepkimelerde:

- ▶ $\Delta H < 0$
- ▶ $E_{ai} < E_{ag}$ dir.
- ▶ Sistem çevreye enerji verir.
- ▶ Çevrenin enerjisi arttığı için yalıtılmış kaptaki sıcaklık artar.
- ▶ Sistemin toplam entalpisi azalır.
- ▶ Ürünlerin potansiyel enerjisi daha düşük olduğu için ürünler tepkenlerden daha kararlıdır.
- ▶ Tepkimeler genellikle başlatıldıktan sonra kendiliğinden devam eder.



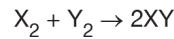
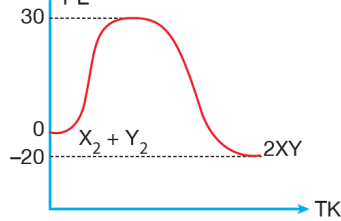
Yandaki grafik



tepkimesine aittir.

Buna göre tepkime ile ilgili olarak verilen aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

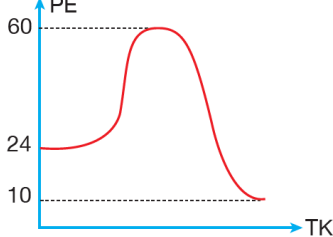
- A) Tepkime endotermiktir.
- B) İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi 40 kkal'dır.
- C) Geri yöndeki tepkimenin entalpisi -10 kkal'dır.
- D) Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi 20 kkal'dır.
- E) Tepkime entalpisi +10 kkal'dır.



Gaz fazında gerçekleşen tepkimeye ait potansiyel enerji (PE) - tepkime koordinatı grafiği verilmiştir.

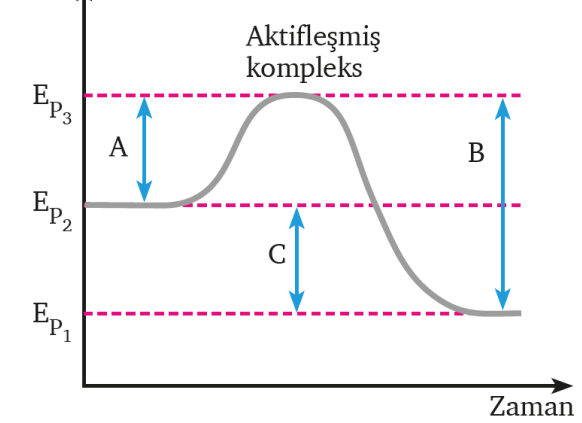
Bu reaksiyonla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) İleri aktivasyon enerjisi 30 kkal'dır.
- B) Geri aktivasyon enerjisi 50 kkal'dır.
- C) Tepkime ısı $\Delta H = -20$ kkal'dır.
- D) Ürünlerin potansiyel enerjisi +50 kkal'dır.
- E) Reaksiyon ekzotermiktir.



Potansiyel enerji (PE) - tepkime koordinatı (TK) grafiği verilen bir tepkime için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Tepkime ekzotermiktir.
- B) Geri tepkime daha yavaştır.
- C) Aktifleşmiş kompleksin enerjisi 64 kkal'dır.
- D) Ürünlerin ısıları, girenlerden daha azdır.
- E) Düşük sıcaklıkta ürünler, girenlerden daha karardır.

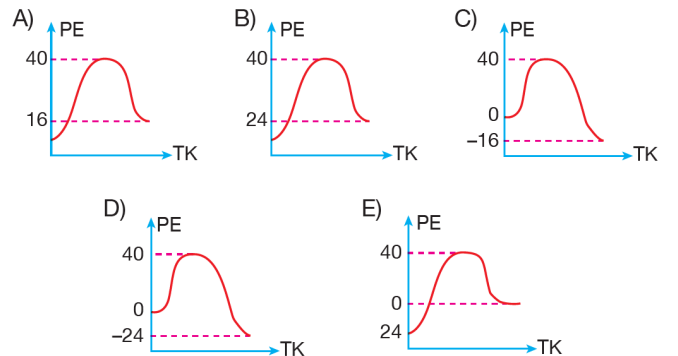


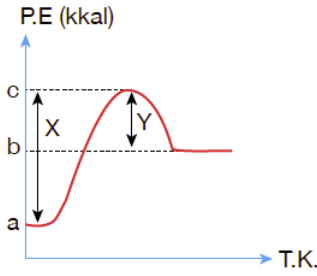
Potansiyel enerji-tepkime koordinatı yukarıdaki gibi olan tepkimeye ilişkin aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) $E_{P1} - E_{P2}$ değeri sıfırdan büyüktür.
- B) C aktivasyon enerjisidir.
- C) $B - A = C$ işlemi tepkime entalpisini verir.
- D) B geri tepkimenin aktifleşme enerjisidir.
- E) Ürünlerin potansiyel enerjisi girenlerin potansiyel enerjisinden yüksektir.



reaksiyonu için aktifleşme enerjisi 40 kkal olduğuna göre, bu reaksiyonun potansiyel enerji (PE) - tepkime koordinatı (TK) grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

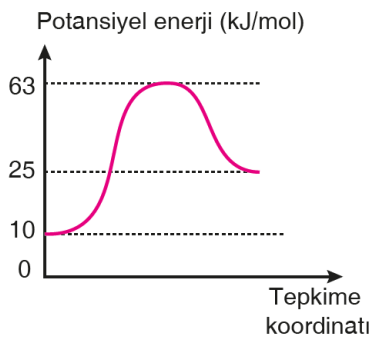




$\text{KClO}_{3(k)} \rightarrow \text{KCl}_{(k)} + \frac{3}{2} \text{O}_{2(g)}$ tepkimesine ait P.E - T.K. grafiği yukarıda verilmiştir.

Bu grafiğe göre, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

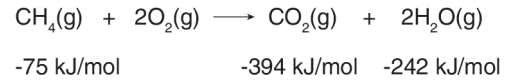
- A) Ürünlerin potansiyel enerjisi Y'dir.
- B) İleri reaksiyonun aktivasyon enerjisi (X - Y)'dir.
- C) Geri reaksiyonun aktivasyon enerjisi Y'dir.
- D) Girenlerin potansiyel enerjisi (X - Y)'dir.
- E) Tepkime ısısı (Y - X)'tir.



Bir tepkimeye ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Tepkenlerin potansiyel enerjisi 10 kJ/mol'dür.
- B) Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi 63 kJ/mol'dür.
- C) Tepkime ileri yönde daha hızlı gerçekleşir.
- D) Geri yöndeki tepkimenin aktivasyon enerjisi 38 kJ/mol'dür.
- E) İleri aktifleşme enerjisi 53 kJ/mol'dür.



Metan gazının yanma tepkimesinde bileşiklerin standart molar oluşum entalpileri verilmiştir.

Tepkimenin ileri yöndeki aktifleşme enerjisi 65 kJ olduğuna göre, geri yöndeki aktifleşme enerjisi kaç kJ olur?

- A) 626 B) 776 C) 739 D) 868 E) 1017



Bir kimyasal tepkimede E_{ag}/E_{ai} değerinin 1'den küçük olduğu bilinmektedir.

Buna göre tepkime ile ilgili

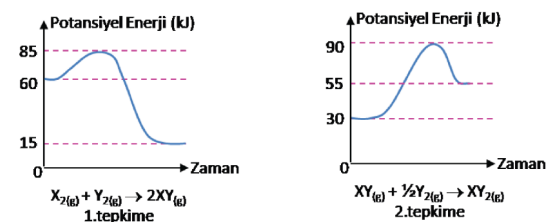
- I. Girenler ürünlerden daha karardır.
- II. Ürünler düşük sıcaklıkta girenlerden daha karardır.
- III. Gerçekleştiğinde bulunduğu ortamın sıcaklığını artırır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



Grafikler aynı ortamda gerçekleşen iki ayrı tepkimenin potansiyel enerji değerlerinin zamanla değişimini göstermektedir.



Verilen grafiklere göre

- I. 1.tepkimenin aktifleşme enerjisi $E_{ai} = 25$ kJ, 2.tepkimenin aktifleşme enerjisi ise $E_{ai} = 60$ kJ olur.
- II. 1. tepkimenin geri aktifleşme enerjisi, 2. tepkimenin geri aktifleşme enerjisinden küçüktür.
- III. 2. tepkime için $E_{ai} - E_{ag} > 0$ 'dır.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

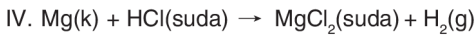
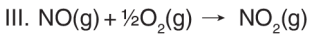
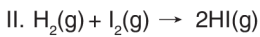
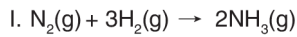
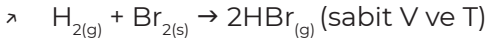
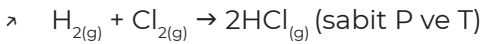
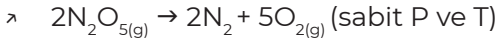
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
- D) I ve III E) I, II ve III



TEPKEN VE ÜRÜN DEĞİŞİMLERİYLE ORTALAMA TEPKİME HIZLARININ HESAPLANMASI

Tepkime Hızları Nasıl İzlenir

- ✓ Bir kimyasal tepkimenin hızını tepkime sırasında değişimini gözlemleyebileceğimiz, basınç, hacim, iletkenlik, renk, pH gibi özelliklerle ölçeriz.
- ✓ Basınç (veya hacim) değişimi; tepkimede gaz maddelerin katsayısı ile kabın basıncı (veya hacmi) doğru orantılıdır.



Yukarıdaki tepkimelerden hangilerinin hızı basınç değişimi ile saptanabilir?

A) I ve III

B) III ve IV

C) I, III ve IV

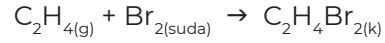
D) II, III ve IV

E) I, II, III ve IV

- ✓ **İletkenlik değişimi;** tepkimedeki iyonların katsayıları ile iletkenlik doğru orantılıdır.



- ✓ **Renk değişimi;** Tepkimede renkler maddelerin altına yazılır, bilmek zorunda değiliz.

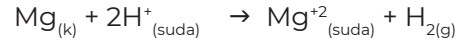


Renksiz

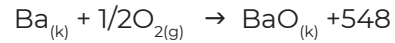
Kahverengi

Renksiz

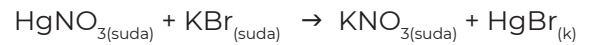
- ✓ **pH değişimi;** pH ile asit mol sayısı veya H⁺ iyonu mol sayısı **ters orantılıdır.**



- ✓ **Sıcaklık değişimi;** Endotermik tepkimelerde ortam soğur, ekzotermiklerde ısınır.

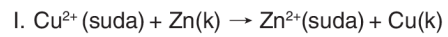


- ✓ **Çözünme - Çökelme:** Sulu çözeltide gerçekleşen tepkime sonunda bir katı çöküyorsa bu katının çökmesi gözlemlenerek de tepkime hızı izlenebilir.



Tepkime hızını ölçmek için tepkimeye göre değişen bir fiziksel özellik kullanılabilir.

Buna göre



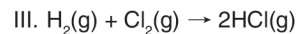
Mavi

Renksiz

tepkimesinin hızı birim zamandaki renk tonu değişiminden,



tepkimesinin hızı birim zamandaki iletkenlik değişiminden,



tepkimesinin hızı birim zamandaki basınç ya da hacim değişiminden yararlanılarak ölçülebilir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

D) II ve III

E) I, II ve III



Aşağıdaki tepkimelerden hangisinin sabit sıcaklıkta gerçekleşme hızını ölçmek için verilen yöntem uygun değildir?

	Tepkime	Yöntem
A)	$\text{SO}_3^{2-}(\text{suda}) + 2\text{H}^+(\text{suda}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$	Elektriksel iletkenliğin azalması
B)	$2\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$	Basınç artışı (V, T sabit)
C)	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{s}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2(\text{g})$ renksiz kahverengi renksiz	Renk değişimi
D)	$\text{NaCl}(\text{suda}) + \text{AgOH}(\text{suda}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{k}) + \text{NaOH}(\text{suda})$	Çökelti oluşumu
E)	$\text{HCl}(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{suda}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$	pH değişimi

Ortalama Tepkime Hızlarının Hesaplanması

- Denizli'den İstanbul'a yol tarifi istediğimde uygulama bana: 583 km - 6 sa. 46 dk. diyor.
- Basit bir hesaplama ile uygulama İstanbul'a giderken ortalama hızı saatte 86km olarak hesaplamış.
- Tahmin edileceği üzere İstanbul'a giderken her an 86 ile gidemeyiz, şehir içlerinde daha yavaş, şehirlerarası daha hızlı, otobanlarda daha da hızlı gidiyoruz.
- İşte tepkimeler de arabalar gibidir: her an aynı hızda devam etmez bu nedenle biz tepkimeler için ortalama hız ifadesini kullanırız.
- Bir aracın hızını nasıl yol/zaman olarak hesaplıyorsak bir tepkimenin hızı da madde miktarı/zaman oranı ile hesaplanır:

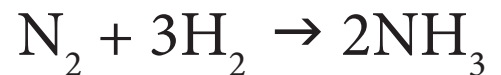
Madde Miktarındaki Değişim

Zamandaki Değişim

- Tepkime hızı hesaplamada birimler sabit değildir madde türüne ve tepkimenin gerçekleşme süresine bağlı olarak hız birimleri değişebilir:

Madde Miktarındaki Değişim	Zaman Aralığı	Hız Formülü	Hız Birimi
Derişim	Saniye	$r = \frac{\Delta[M]}{\Delta t}$	$\frac{\text{M}}{\text{s}}$
Kütle	Dakika	$r = \frac{\Delta m}{\Delta t}$	$\frac{\text{g}}{\text{dk.}}$
Mol	Saat	$r = \frac{\Delta n}{\Delta t}$	$\frac{\text{mol}}{\text{sa.}}$
Hacim	Gün	$r = \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{\text{L}}{\text{gün}}$

- Değişimi matematiksel olarak Δ ifadesi ile göstersek de Δ aslında son durum - ilk durum'u ifade eden bir matematik terimidir. Tepkenler için son durum - ilk durum yaptığımızda bu değer negatif çıkar, hızın negatif çıkmasını engellemek için tepkenlerin hız denklemi yazılırken denklemin başına - işareti eklenir.
- Tepkime hızı genelde "r" ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi M/s dir.



$$r_{\text{N}_2} = -\frac{\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} \quad r_{\text{H}_2} = -\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} \quad r_{\text{NH}_3} = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t}$$

- [] molar derişim yani molarite anlamına gelmektedir.



Tepkime denklemi	Gözlemsel nicelik
I. $\text{NaNO}_3(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda})$	a. Isı değişimi
II. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$	b. İletkenlik artışı
III. $\text{FeO}(\text{k}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{ısı}$	c. Basınç azalması (V,T sabit)

Verilen tepkimelerin hızlarını ölçmek için uygun gözlemsel niceliklerle eşleştirilmesi aşağıdakilerden hangisidir?

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



✓ Mol, molarite, gazlar için aynı koşullarda litre ile hesapladığımız hızlar katsayılar ile doğru orantılıdır.

$$-\frac{\Delta N_2}{\Delta t} = -\frac{\Delta H_2}{3 \cdot \Delta t} = \frac{\Delta NH_3}{2 \cdot \Delta t}$$

✓ Tepkimenin hızı veya tepkimedeki maddelerin bağıl hızı hız ifadelerinin stokiyometrik katsayılarına bölünmesi ile hesaplanır:

$$\text{Bağıl Hız} = -\frac{\Delta N_2}{\Delta t} = -\frac{\Delta H_2}{3 \cdot \Delta t} = \frac{\Delta NH_3}{2 \cdot \Delta t}$$

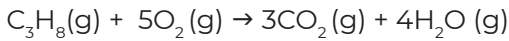


Bir kimyasal tepkimede maddelerin oluşma ve harcanma hızları arasında:

$$\frac{\Delta[A]}{2\Delta t} = -\frac{\Delta B}{3\Delta t} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

bağıntısı vardır.

Buna göre bu tepkimeye ait tepkime denklemini yazınız.



Yukarıdaki tepkimenin bağıl hız eşitliği aşağıdaki-lerden hangisidir ?

A) $-\frac{1}{5} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$

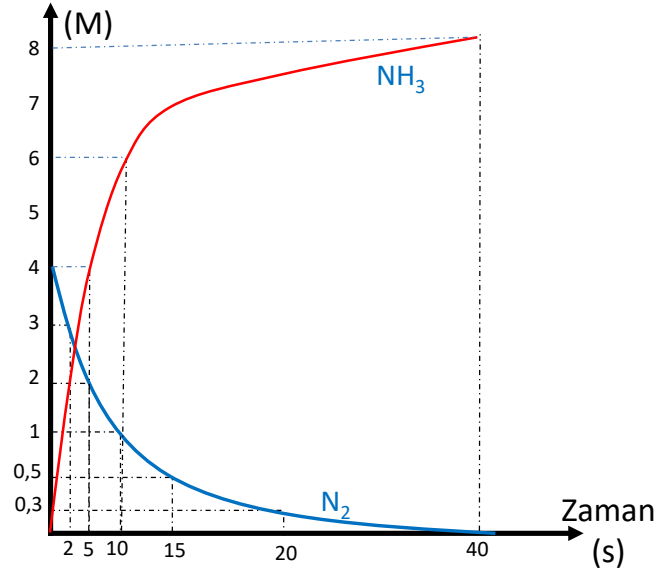
B) $-\frac{1}{4} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$

C) $\frac{\Delta[C_3H_8]}{\Delta t}$

D) $-\frac{1}{3} \frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t}$

E) $-4 \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$

Derişim



✓ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinde N_2 'nin ve NH_3 'ün derişiminin zamanla değişimi yukarıdaki grafikte verilmiştir. Grafiğe göre aşağıdaki soruları cevaplayalım



İlk 5 saniyede N_2 gazının harcanma hızı kaç M/s dir?



İlk 5 saniyede NH_3 gazının oluşma hızı kaç M/s dir?



10-20. saniyeler arasında N_2 gazının harcanma hızı kaç M/s dir?



20-40. saniyeler arasında NH_3 gazının oluşma hızı kaç M/s dir?



N_2 gazının ilk 10 saniyedeki harcanma hızının son 20 saniyedeki harcanma hızına oranı kaçtır?

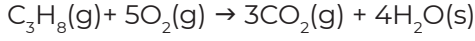


10 - 15. saniyeler arasında H_2 gazının harcanma hızı kaç M/s dir?



Kabın hacmi 10L ise tepkimede toplam kaç mol H_2 gazı harcanmıştır?





tepkimesine göre 52,8 gram C_3H_8 'in yanması 120 saniye sürüyor.

Buna göre:

- A) C_3H_8 'in harcanma hızı kaç mol/dk olur?
- B) O_2 nin harcanma hızı kaç mol/s olur?
- C) CO_2 'nin oluşma hızı NKA kaç L/s olur?
- D) H_2O 'nun oluşma hızı kaç g/dk olur?

(H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)



tepkimesi başladıktan sonra 120 s sonra 0,09 mol/L O_2 oluşuyor.

Buna göre tepkimede N_2O_3 'ün ortalama harcanma hızı kaç mol/L.s olur?

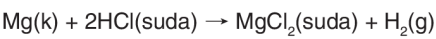
- A) $2 \cdot 10^{-4}$
- B) $4 \cdot 10^{-4}$
- C) $5 \cdot 10^{-4}$
- D) $1 \cdot 10^{-3}$
- E) $5 \cdot 10^{-2}$



Yukarıdaki tepkimede 200 saniye sonunda N_2O_5 gazının derişimi 0,6 mol/L'den 0,4 mol/L değerine düşüyor.

Buna göre NO_2 gazının ortalama oluşum hızı kaç mol/L.s olur?

- A) $2 \cdot 10^{-3}$
- B) $1 \cdot 10^{-3}$
- C) $4 \cdot 10^{-2}$
- D) $6 \cdot 10^{-1}$
- E) $8 \cdot 10^{-1}$

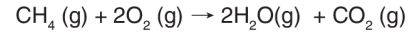


4 gram Mg metali ve yeterince HCl asidi arasında gerçekleşen yukarıdaki tepkimede 20 saniye sonunda 1,6 gram Mg metalinin tepkimeye girmedeği tespit ediliyor.

Buna göre tepkime hızı kaç mol/s'dir?

(Mol kütlesi, g/mol, Mg: 24 g/mol)

- A) 0,005
- B) 0,12
- C) 0,18
- D) 0,24
- E) 0,48

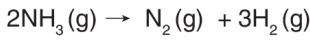


tepkimesi 2 litrelik bir kapta gerçekleşirken 200 saniyede CO_2 gazının mol sayısı 2 molden 4 mole çıkıyor.

Buna göre tepkimenin bu zaman aralığında ortalama hızı kaç M/s'dir?

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





tepkimesinde t dakikada 3,4 g NH_3 gazı harcanmaktadır.

Buna göre H_2 'nin oluşma hızı kaç mol/s'dir?

(Mol kütleleri, g/mol, N: 14, H: 1)

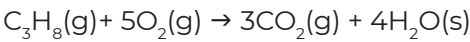
A) $\frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{t}$

B) $2,5 \cdot 10^{-3} \cdot t$

C) $2,5 \cdot 10^{-3}$

D) $\frac{5 \cdot 10^{-3}}{t}$

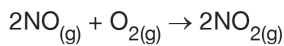
E) $5 \cdot 10^{-3}$



tepkimesinde O_2 gazının NKA harcanma hızı 112 mL/s dir.

Buna göre sabit hızda iki buçuk dakika devam eden tepkime sonunda kaç gram su oluşur?

(H = 1 g/mol, O = 16 g/mol)



tepkimesine göre 3 gram NO gazının yeteri kadar oksijenle yakılması 100 sn'de tamamlanmaktadır.

Buna göre, NO_2 gazının oluşma hızı kaç mol/sn'dir?

(N: 14, O: 16)

A) $5 \cdot 10^{-4}$

B) 10^{-3}

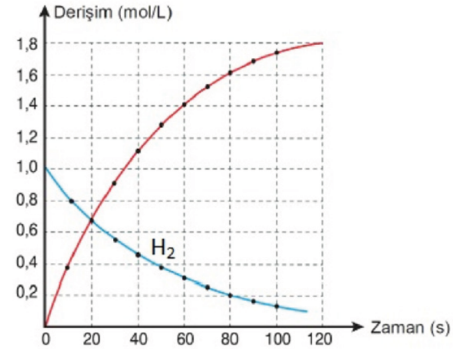
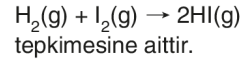
C) $2 \cdot 10^{-3}$

D) $4 \cdot 10^{-3}$

E) $5 \cdot 10^{-3}$



Aşağıdaki **derişim – zaman** grafiği



Tepkimenin 120 saniyelik zaman diliminde,

I. H_2 gazının ortalama harcanma hızı 0,0075 mol/L.s'dir.

II. Tepkime ilerledikçe girenlerin ve ürünlerin derişimlerindeki değişim daha az gerçekleşmiştir.

III. HI gazının ortalama oluşum hızı 0,015 mol/L.s'dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

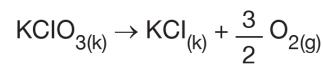
D) I ve III

E) I, II ve III



$\text{KClO}_{3(\text{k})}$ katısından bir miktar alınıp 3 litrelik bir kaba konuluyor.

$\text{KClO}_{3(\text{k})}$ ısıtıldığında 10 saniyede,



tepkimesi gerçekleşiyor. Bu işlem sırasında katı kütlesinde 4,8 gram azalma oluyor.

Buna göre, O_2 nin oluşma hızı kaç mol/L.s'dir?

(K=39 g/mol, Cl=35,5 g/mol, O=16 g/mol)

A) $5 \cdot 10^{-3}$

B) $5 \cdot 10^{-2}$

C) $2 \cdot 10^{-3}$

D) 10^{-2}

E) $4 \cdot 10^{-2}$

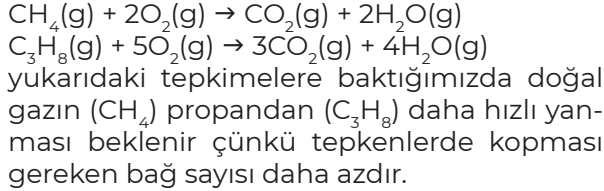




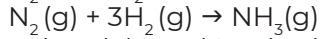
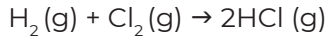
TEPKİME HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1. Tepkenlerin Doğası (Madde Cinsi)

- ✓ Bir tepkimede kopan bağ sayısı ne kadar çok ise, bu bağları koparmak o kadar zaman ve enerji harcanacağı için tepkime hızının o kadar düşük olması beklenir:

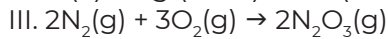
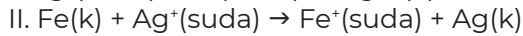
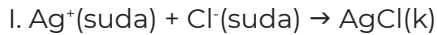


- ✓ Aynı mantıkla tepkenlerdeki bağ enerjisi arttıkça tepkime hızının azalması beklenir.
- ✓ Tamsayı ile denkleşmiş bir tepkimede tepken katsayıları arttıkça aynı anda çarpışması gereken tanecik sayısı artacaktır, bu da uygun geometri ihtimalini düşürdüğü için tepkime hızını azaltır.



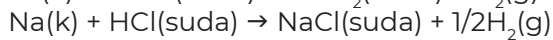
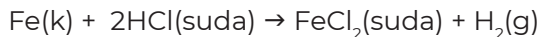
Yukarıdaki tepkimelerden ilkinde 1 H_2 ile 1 Cl_2 çarpışması gerekir, ikincide ise 1 N_2 ile 3 H_2 nin uygun doğrultu ile çarpışması gerekir. 4 molekülün aynı anda çarpışma ihtimali daha düşük olduğundan ikinci tepkime daha yavaş gerçekleşir.

- ✓ İyonik fazda gerçekleşen tepkimelerde iyonlar zaten suda serbest dolaştığı için tepkimeler hızlı gerçekleşir. Bu tepkimelerde zıt yüklü iyonlar arasında gerçekleşen tepkimeler elektrostatik çekim kuvveti fazla olduğu için çok hızlı gerçekleşmesi beklenir.

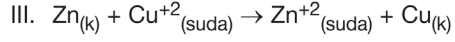
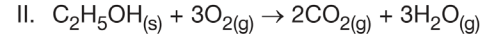
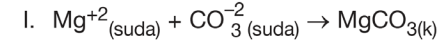


tepkimelerine baktığımızda I ve II. tepkime iyonik fazda gerçekleştiği için III. tepkimeden hızlıdır. I. ve II. tepkimede ise I. tepkimede zıt yüklü iyonlar arasında olduğu için I. tepkime II. tepkimeden hızlıdır.

- ✓ Metallerin tepkimelerinde metalin aktifliği arttıkça tepkime hızının da artması beklenir.



Yukarıdaki tepkimelerde sodyum metali demirden daha aktif olduğu için sodyumun tepkimesi demirden daha hızlı gerçekleşir.



Aynı koşullarda gerçekleşen tepkimelerin oluşma hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

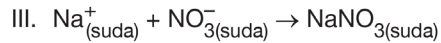
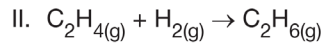
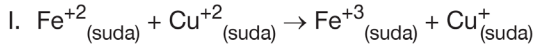
A) I > II > III

B) I > III > II

C) III > I > II

D) II > III > I

E) III > II > I



Aynı koşullarda gerçekleşen yukarıdaki tepkimelerin hızları arasındaki ilişki hangisinde doğru verilmiştir?

A) I > II > III

B) II > I > III

C) III > I > II

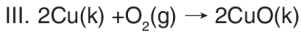
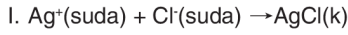
D) III > II > I

E) I > III > II



2. Tepkenlerin Fiziksel Hâli

✎ Bir tepkimenin gerçekleşmesi için tepkenlerin uygun geometri ve yeterli enerji ile çarpışması gerektiğinden bahsetmiştik, tepkenlerin fiziksel haline baktığımızda gaz haldeki tepkenlerin birbirine çarparak uygun geometriye gelme ihtimali katı ve sıvılara göre daha fazladır. Yine sıvı maddeler katı maddelere göre daha hareketli tanecikler içerirler. Bu nedenle gazlar sıvılardan sıvılar katılardan daha hızlı tepkimeye girer. Kömürün yanma hızı ile doğal gazın yanma hızı buna örnek olarak verilebilir.

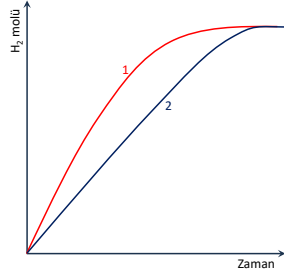


Oda koşullarında gerçekleştirilen yukarıdaki tepkimelerin hızları arasındaki ilişki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

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

3. Tepkenlerin Derişimi

- ✎ Bir tepkimenin gerçekleşmesi için tepkenlerin çarpışması gereklidir. Derişim birim hacimdeki madde miktarını ifade eden bir terimdir bu nedenle derişim fazla ise ortamda çarpışma sayısı da daha fazla olur, bu da tepkime hızını artırır.
- ✎ Derişim ifadesini gazlar ve sulu çözeltiler için pratik olarak kullanabiliyoruz, saf katı ve saf sıvı maddeler için derişim tabiri pratikte kullanışlı değil.
- ✎ Tepkenlerdeki gaz ve sulu çözeltilerin derişiminin artması tepkime hızını artırır.



Sabit sıcaklıkta, özdeş iki magnezyum (Mg) katısı parçası, aşırı miktarda HCl içeren iki farklı sulu çözeltiye ayrı ayrı atılarak;
 $\text{Mg}(\text{k}) + 2\text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{suda}) + \text{H}_2(\text{g})$
 tepkimesi gerçekleştiriliyor. Bu deneylere ait açığa çıkan H_2 gazının mol sayısının zamanla değişimini gösteren yukarıdaki grafik elde ediliyor.

Buna göre;

- I. 1. eğriyi oluşturan deneydeki HCl çözeltisi, 2. eğri-dekine göre daha derişiktir.
- II. 1. durumda 2'ye göre tepkimenin hızı artmış ancak açığa çıkan toplam H_2 gazı mol sayısı aynı kalmıştır.
- III. 2. eğrisini veren deneyde; HCl'nin derişimiyle birlikte kullanılan Mg katısının mol sayısı da artırılıysaydı, tam olarak 1. grafikteki eğri elde edilirdi.

Yargılarından hangileri doğrudur?

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

PARAKSİLEN KİMYA



Tepkime hızına etki eden faktörleri laboratuvar ortamında test eden bir öğrencinin yaptığı deneyler ve ulaştığı sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- I. Deney: Özdeş derişim ve hacimdeki HCl sulu çözeltilerine eşit mollerde sodyum (Na) ve demir (Fe) metalleri atılıyor. Na metalinin bulunduğu kapta hidrojen gazı çıkışının çok daha kısa sürede bittiği gözlemleniyor.
 Sonuç: Metallerin aktifliği arttıkça tepkime hızı da artar.
- II. Deney: Eşit kütledeki kömür (C) ve doğal gaz (CH_4) aynı koşullarda yakılıyor. Doğal gazın kömüre göre çok daha hızlı yandığı ölçülüyor.
 Sonuç: Gaz halindeki tepkenler, katı haldeki tepkenlere göre daha hızlı reaksiyona girer.

III. Deney: Sabit hacimli kapalı bir kapta $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesi gerçekleşirken, kaba aynı sıcaklıkta bir miktar daha N_2 gazı ilave ediliyor. Birim zamanda oluşan NH_3 miktarının arttığı saptanıyor.

Sonuç: Tepkenlerin derişiminin artması, birim hacimdeki madde miktarını ve çarpışma sayısını artırarak tepkimeyi hızlandırır.

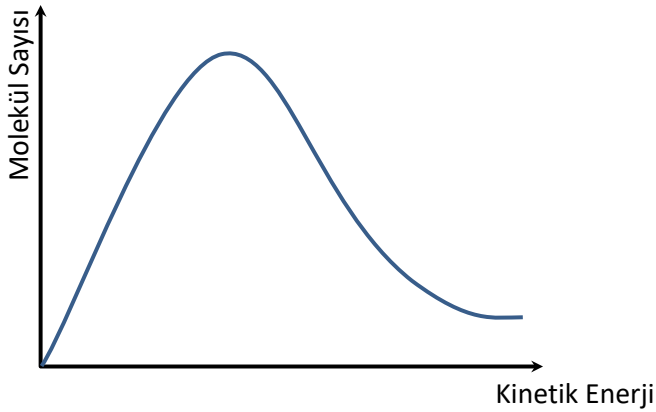
Öğrencinin deneylerinden çıkardığı bu sonuçlardan hangileri doğrudur?

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

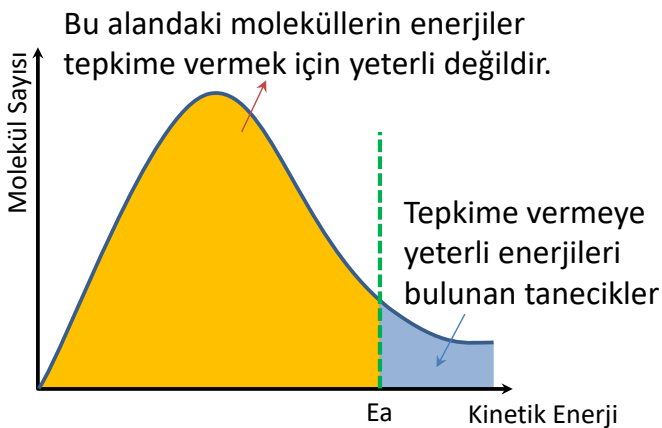


4. Sıcaklık

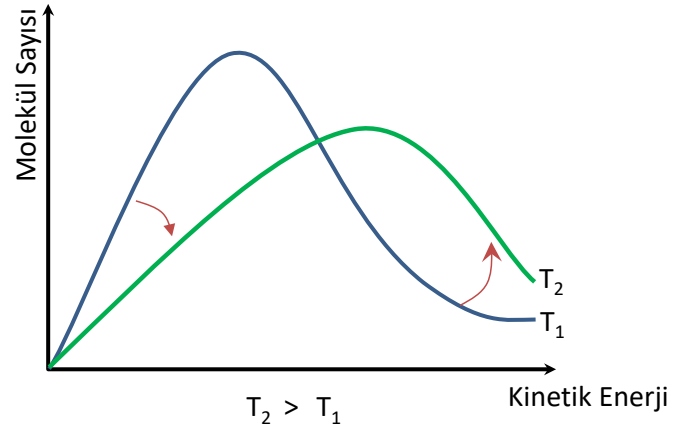
- Sıcaklığın artması tepkenlerin kinetik enerjisini arttırarak birim zamandaki çarpışma sayısını ve çarpışma şiddetini dolayısıyla da tepkime hızını arttırır.
- Yüksek sıcaklıkta kimyasal bağlar daha kararsız ve kopması daha kolaydır, sıcaklığın artması tepkenlerin bağlarının daha rahat kopmasını sağladığı için de tepkimeler sıcakta daha hızlı gerçekleşir.
- Sıcaklığın tepkime hızına etkisini en iyi anlatan şey Maxwell - Boltzmann hız dağılım grafiğidir.
- Bir kaptaki belirli bir miktar gazın kinetik enerji dağılımına baktığımızda, taneciklerin tümü aynı kinetik enerjiye sahip değildir, olasılık olarak yüksek kinetik enerjiye sahip tanecikler de düşük kinetik enerjiye sahip taneciklerde bulunabilir, dolayısıyla taneciklerin kinetik enerji dağılımı bir parabol şeklinde olur:



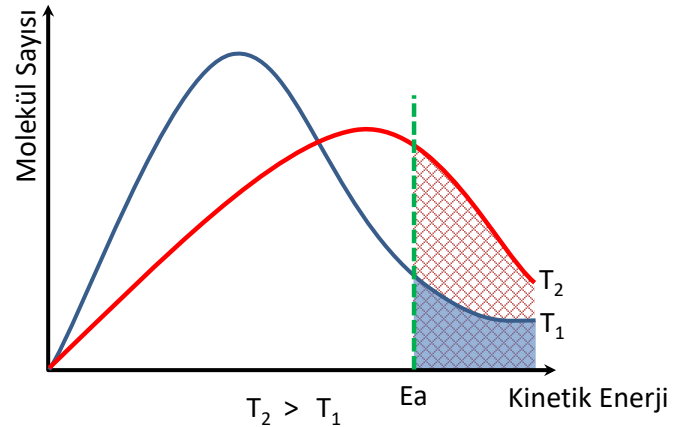
- Bu taneciklerden kinetik enerjileri tepkimenin eşik enerjisinden fazla olan tanecikler uygun doğrultu ile çarpışmaları sonucunda tepkime verebilirler, enerjileri eşik enerjisinden düşük tanecikler uygun doğrultu ile çarpışsalar dahi ürün veremezler.



- Sıcaklığın artması Maxwell - Boltzmann dağılımında düşük enerjili tanecik sayısını azaltıp, yüksek enerjili tanecik sayısını arttıracaktır:



- Bu durumun doğal sonucu olarak toplam taneciklerin daha büyük bir oranı eşik enerjisinin üstündeki tepkime verebilecek enerjiye sahip bölgeye geçer.
- Tepkime verebilecek tanecik oranının artması da tepkime hızını arttırır.

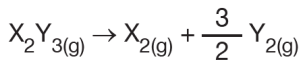
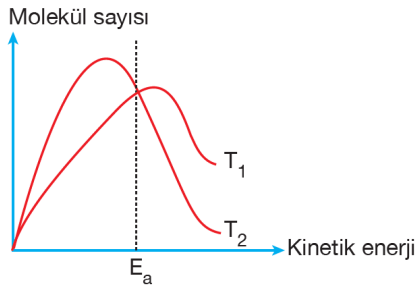


- Maxwell - Boltzmann dağılımına göre sıcaklık arttığında:
 - Eğrinin tepesi alçalır ve sağa kayar.
 - Tepkime verebilecek tanecik oranı artar.
 - Tepkime hızı artar.
 - Taneciklerin hızı artar.
 - Birim zamandaki çarpışma sayısı artar.
 - Daha fazla etkin çarpışma gerçekleşir.
 - Tepkime hızı artar.



Bir kimyasal tepkimede sıcaklık artırıldığında aşağıdaki niceliklerden hangisi artmaz?

- A) Etkin çarpışma sayısı
- B) Taneciklerin hızı
- C) Taneciklerin kinetik enerjisi
- D) Aktifleşme enerjisi
- E) Tepkime hızı



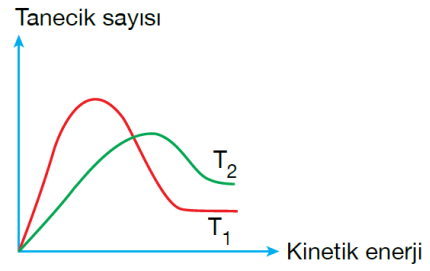
tepkimesinde X_2Y_3 moleküllerinin kinetik enerji-molekül sayısı diyagramı yukarıdaki gibidir.

Sıcaklık T_1 den T_2 ye değiştirildiğinde,

- I. Aktivasyon enerjisi azalır.
- II. Moleküllerinin ortalama kinetik enerjisi azalır.
- III. Etkin çarpışma sayısı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



Şekildeki grafik, farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen bir tepkimedeki tanecik sayısı ile taneciklerin ortalama kinetik enerjileri arasındaki değişimi göstermektedir.

Buna göre;

- I. T_1 sıcaklığında etkin çarpışma yapan tanecik sayısı en fazladır.
- II. T_2 sıcaklığında tepkime en hızlıdır.
- III. Sıcaklık arttıkça ortalama kinetik enerji değeri de artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



Aşağıda verilen:

- I. $N_2 + O_2 + ısı \rightarrow 2NO$
- II. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + ısı$
- III. $2H_2O + ısı \rightarrow 2H_2 + O_2$

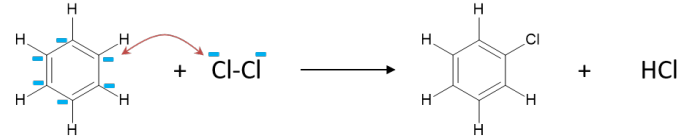
Tepkimelerinden hangilerinin hızı sıcaklık arttıkça artar?

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

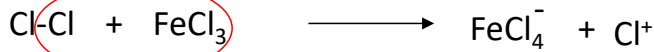


5. Katalizör

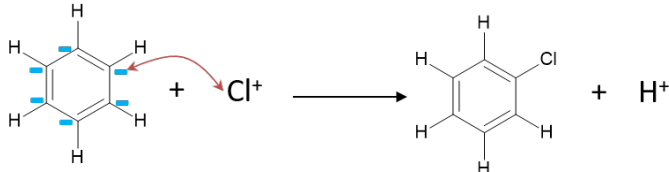
➤ Bu bileşiğin adı benzen. Benzende gördüğünüz her köşede bir karbon var ve bu karbonlarda negatif yük yoğunluğu var. Bu negatif yük yoğunluğundan dolayı benzene halojen bağlamak istediğinizde sorun çıkıyor:



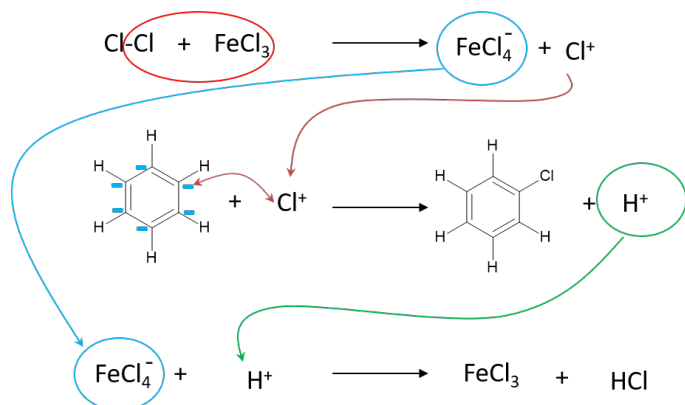
- Yani yukarıdaki tepkimede üzerinde negatif yük yoğunluğu olan benzene yine üzerinde negatif yük yoğunluğu olan kloru bağlamak istediğimizde itmelerden dolayı tepkimenin aktivasyon enerjisi çok yüksek hale geliyor.
- Buna çözüm olarak kloru FeCl_3 ile etkileştiriyoruz. FeCl_3 elektronu çok seven bir bileşik ve kloru parçalayıp arada ortaklaşa kullanılan elektronlar ile beraber bir kloru yapısına bağlıyor:



- Sonuç olarak tepkimeden FeCl_4^- anyonu ile beraber pozitif yüklü Cl^+ iyonu oluşur.
- Artık aramızdaki engel kalktı ve + yüklü klor iyonu negatif yük yoğunluğu olan benzene rahatlıkla bağlanır:

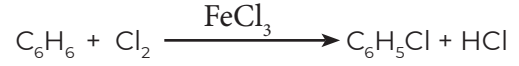


- Açığa çıkan H^+ iyonu ilk tepkimede açığa çıkan FeCl_4^- ile birleşerek HCl ve FeCl_3 oluşturur.
- Sonuç olarak eşik enerjisi çok yüksek bir tepkime eşik enerjisi düşürülerek daha hızlı hale geldi.
- Bunu sağlayan FeCl_3 maddesi oldu, bir nevi arabuluculuk yaparak birbiri ile etkileşemeyecek maddelerin etkileşmesini sağladı.
- İşte FeCl_3 gibi tepkimeye giren, tepkimenin aktivasyon enerjisini düşürerek tepkimeyi hızlandıran maddelere katalizör diyoruz.

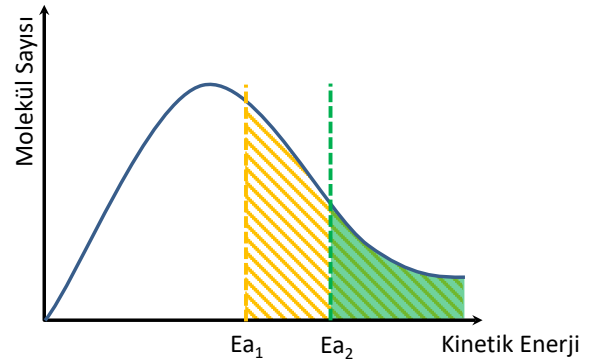


➤ Katalizörler:

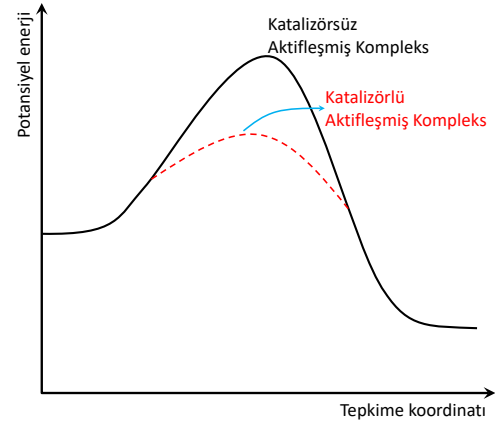
- Termodinamik olarak gerçekleşmesi mümkün olmayan tepkimeleri gerçekleştiremez.
- Tepkimeye girdiği şekilde çıkar, bu nedenle defalarca kullanılabilir.
- Tepkimeye girdiği şekilde çıktığı için net tepkime denkleminde yazılmaz, gerekli ise okun üzerine yazılır.



- Her tepkimenin kendine özel katalizörü vardır.
- Tepkimenin izlediği yolu yani mekanizmayı değiştirir.
- Tepkimenin aktifleşme enerjisini azaltır.
- Aktifleşme enerjisini azaltan tek faktör katalizördür.



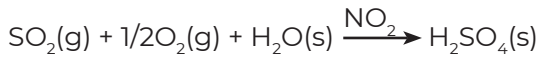
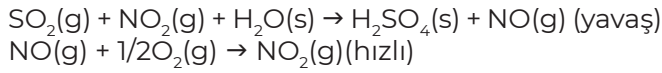
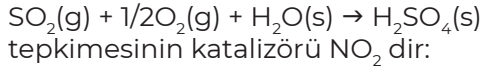
- Aktifleşmiş kompleksin türünü değiştirir ve enerjisini azaltır.



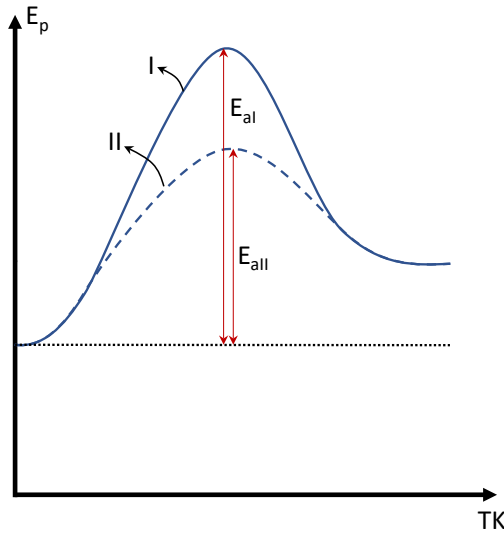
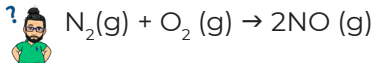
- İleri ve geri aktifleşme enerjisini aynı miktarda azaltır bu nedenle tepkime entalpisine etki etmez.
- Tepkenler çok fazla miktarda olsa bile tepkimeyi hızlandırmak için az miktarda katalizör yeterlidir.
- Aktifleşme enerjisini arttırarak tepkimeyi yavaşlatan katalizörlere **negatif katalizör** veya **inhibitör** denir.
- Tepkenlerle aynı fazda olan katalizörlere **homojen katalizör**, farklı fazda olan katalizörlere **heterojen katalizör** denir.
- Tepkime entalpisine, ürün miktarına etki etmez.



- ▶ Mekanizmalı yani basamaklı bir tepkimede en yavaş basamağa etki eder.
- ▶ Mekanizmalı tepkimelerde katalizör önce tepkimeye girer sonraki basamakların birinde ise tepkimeden çıkar.



- ✓ Yukarıdaki tepkimede NO_2 katalizördür.
- ✓ Katalizörler tıpkı NO_2 gibi basamaklı tepkimelerde önce girer sonraki basamakların birinde çıkar.
- ✓ Tepkimedeki NO gazı ara üründür. Ara ürünler ara basamakların birinde oluşur ve sonraki basamakların birinde harcanır. Katalizör ile karıştırılmamalıdır!



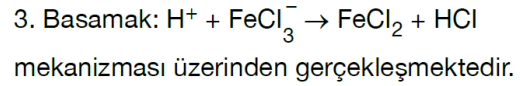
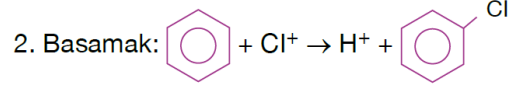
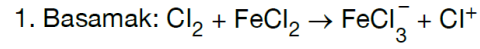
tepkimesinin potansiyel enerji - zaman grafiği iki farklı durum için aşağıda verilmiştir.

Buna göre tepkime ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Tepkime entalpisi I ve II. durum için aynıdır.
- B) II. durum katalizörlü tepkimeye aittir.
- C) Aktivasyon enerjisi her iki durum için aynıdır.
- D) Tepkime her iki durumda da endotermiktir.
- E) II. durumda tepkime hızı daha fazladır.



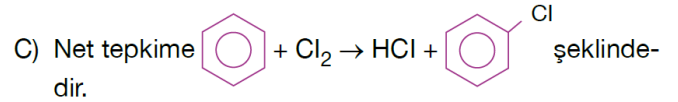
Benzenin klorlanma tepkimesi:



Buna göre benzenin klorlanması hakkında verilen aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

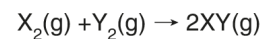
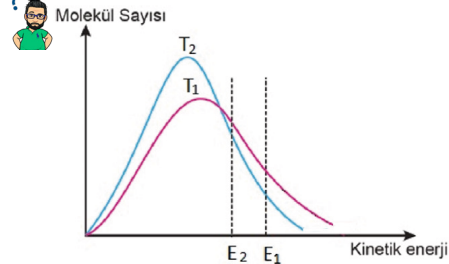
A) FeCl_2 tepkimede katalizör olarak davranmıştır.

B) Cl^+ ara üründür.



D) FeCl_2 tepkimede farklı bir aktifleşmiş kompleks oluşmasını sağlamıştır.

E) FeCl_2 tepkime mekanizmasına etki etmez.



Tepkimesine ait farklı sıcaklıklardaki **Kinetik Enerji - Molekül Sayısı** grafiği verilmiştir.

Tek basamakta gerçekleşen bu tepkime ile ilgili,

- I. T_2 sıcaklığı ve E_2 eşik enerji değerinde tepkime en hızlıdır.
- II. T_1 sıcaklık ve E_2 eşik enerjide birim zamanda oluşan XY molekül sayısı en fazladır.
- III. Her iki sıcaklıkta oluşan ürün miktarı aynıdır.

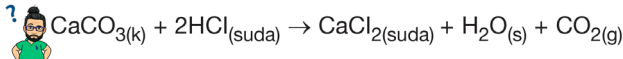
yargılardan hangileri doğrudur?

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



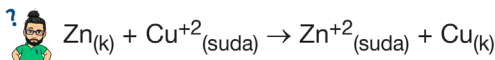
6. Yüzey Alanı (Temas Yüzeyi)

- ✦ Heterojen tepkimelerde katının yüzey alanının artması yani tanecik boyutunun küçülmesi tepkime hızını artırır.
- ✦ Toz şekerin suda çözünme hızı ile küp şekerin suda çözünme hızının farklı olma sebebi budur.
- ✦ Aynı şekilde odunun yanma hızı ile talaşın yanma hızının farklı olma sebebi temas yüzeyidir.



Mermer parçalarının HCl ile verdiği reaksiyona göre, aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılırsa CO_2 gazının oluşum hızı artmaz?

- A) Ortamı ısıtmak
- B) HCl çözeltisinin derişimini arttırmak
- C) Ortama $\text{CaCO}_{3(k)}$ ilave etmek
- D) Karıştırmak
- E) CaCO_3 katısını toz haline getirmek

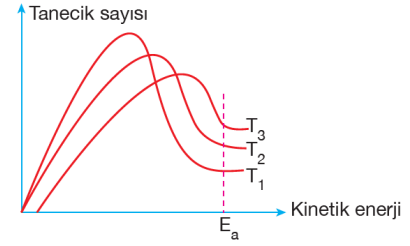


tepkimesinin hızını,

- I. Uygun katalizör eklemek
- II. $\text{Zn}_{(k)}$ yı toz haline getirmek
- III. Çözeltiye su eklemek

işlemlerinden hangileri artırır?

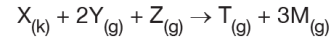
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) II ve III



$\text{A}_{(g)} \rightarrow 2\text{B}_{(g)}$ tepkimesinin farklı sıcaklıklardaki kinetik enerji dağılım grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Sıcaklıkları $T_3 > T_2 > T_1$ dir.
- B) T_3 sıcaklığında etkin çarpışma yapan tanecik sayısı daha çoktur.
- C) Sıcaklık T_2 den T_1 değiştirilirse eşik enerjisini aşan tanecik sayısı azalır.
- D) Etkin çarpışma sayısının en fazla olduğu sıcaklık T_1 dir.
- E) Sıcaklık artışı eşik enerjisinin değerini değiştirmez.

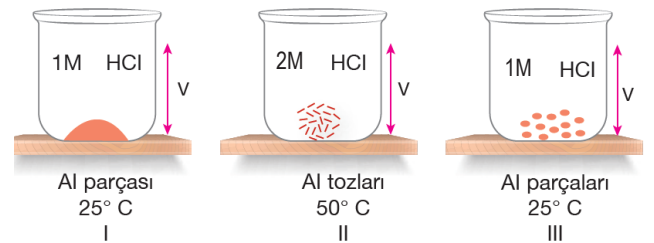
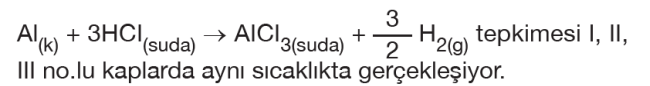


tepkimesinde oluşan T gazının oluşum hızını arttırmak için;

- I. M gazının miktarını arttırmak,
- II. X katısını toz hâline getirmek,
- III. Y ve Z gazlarının derişimini arttırmak

işlemlerinden hangileri yapılabilir?

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



Buna göre, gerçekleşen tepkimelerde açığa çıkan H_2 gazının oluşum hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $\text{III} > \text{I} > \text{II}$
- B) $\text{II} > \text{III} > \text{I}$
- C) $\text{II} > \text{I} = \text{III}$
- D) $\text{I} > \text{III} > \text{II}$
- E) $\text{I} = \text{III} > \text{II}$

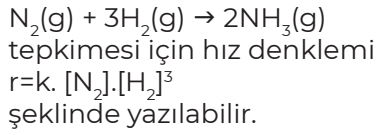
**KİMYASAL TEPKİMELERİN HIZ DENKLEMİ**

- ✓ Tepken derişiminin hızı doğrudan etkilediğinden bahsetmiştik.
- ✓ Tepken derişimi ile tepkimenin başlangıç hızı arasındaki bağıntıya hız denklemi denir.
- ✓ Hız denklemi:

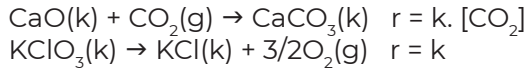
Tepkime Hızı = k. (Tepkenlerin Derişimi)^{stokiyometrik katsayı}

şeklinde ifade edilebilir.

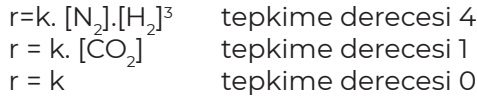
- ✓ Yani:



- ✓ Tepkime hız denklemine hızı etki etmediği için ürünler yazılmaz.
- ✓ Tepkenlerden saf katı ve sıvılar yazılmaz sadece gaz ve sulu çözeltiler yazılır:



- ✓ Hız denklemindeki derişim terimlerinin üstleri toplamına tepkime derecesi denir.



- ✓ Bu denklemlerdeki hızın birimi M/s dir.
- ✓ Hız sabitinin birimi tepkime derecesine göre değişir:

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

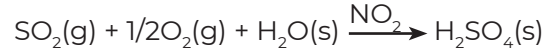
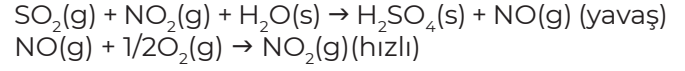
$$\text{M/s} = k \cdot \text{M} \cdot \text{M}^3$$

$$k = 1/(\text{M}^3 \cdot \text{s}) = \text{L}^3/(\text{mol}^3 \cdot \text{s}) = \text{L}^{-3} \cdot \text{mol}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$$

Tepkime Denklemi	Tepkimenin Hız Denklemi	Tepkime Derecesi	Hız Sabiti Birimi
$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$	$r = k[\text{N}_2][\text{H}_2]^3$	4	$\text{L}^3/\text{mol}^3 \cdot \text{s}$
$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$	$r = k[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$	3	$\text{L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s}$
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF}(\text{g})$	$r = k[\text{H}_2][\text{F}_2]$	2	$\text{L}/\text{mol} \cdot \text{s}$
$\text{C}(\text{k}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	$r = k[\text{O}_2]^2$	2	$\text{L}/\text{mol} \cdot \text{s}$
$\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$	$r = k$	0	$\text{mol}/\text{L} \cdot \text{s}$

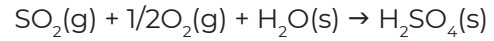
- ✓ **Hız sabiti, temas yüzeyi, sıcaklık, katalizör ve tepkimenin cinsine bağlı olarak değişir. Basınç, hacim, derişim hız sabitini etkilemez.**

- ✓ Bazı tepkimeler birden fazla basamakta gerçekleşir. Bu tepkimelere mekanizmalı tepkime deniğinden bahsetmiştik.
- ✓ Mekanizmalı tepkimelerde hız denklemi en yavaş basamağın tepkenlerine göre yazılır:



$$r = k \cdot [\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]$$

- ✓ Mekanizmalı tepkimelerde hız denklemindeki üstel sayılar ile tepkime denklemindeki stokiyo-metrik katsayılar birbirine uymaz:



tepkime denklemine göre hız denklemi yaz-saydık denklemi:

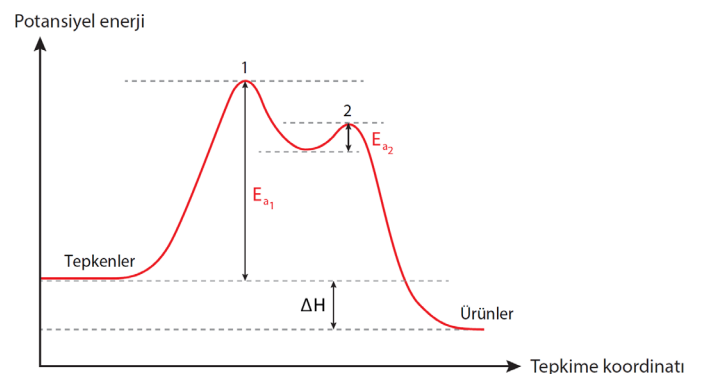
$$r = k \cdot [\text{SO}_2] \cdot [\text{O}_2]^{1/2}$$

olacaktı ancak deneysel hız denklemi:

$$r = k \cdot [\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]$$

şeklinde.

- ✓ Hızı yavaş basamak belirlediği için yavaş basamağın hızı artmadan toplam mekanizmanın hızı artmaz.
- ✓ Mekanizmalı tepkimelerin potansiyel enerji grafiğinde basamak sayısı kadar aktifleşmiş kompleks gözlenir.
- ✓ Bu grafiklerde en yavaş basamağın eşik enerjisi en büyüktür.
- ✓ $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2\text{F}(\text{g})$ tepkimesi iki basamakta oluşur:
 I. $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2\text{F}(\text{g}) + \text{F}(\text{g})$ (yavaş)
 II. $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{F}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2\text{F}(\text{g})$ (yavaş)
 bu basamaklardan birinci basamak yavaş ve endotermik iken ikinci basamak hızlı ve ekzotermiktir, bu nedenle potansiyel enerji diyagramı şu şekilde çıkar:

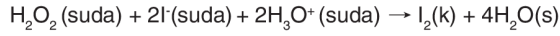




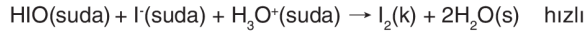
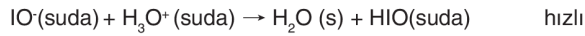
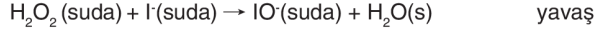
Tepkime denklemi	Hız bağıntısı
I. $Mn_{(k)} + 2H^+_{(suda)} \rightarrow Mn^{+2}_{(suda)} + H_{2(g)}$	$Hız = k[H^+]^2$
II. $2NOCl_{(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$	$Hız = k.[NOCl]^2$
III. $CO_{(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$Hız = k.[CO].[O_2]^{1/2}$

Yukarıdaki tepkimeler için verilen hız bağıntılarından hangileri doğru olarak verilmiştir?

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



Mekanizmalı tepkimesine ait tepkime basamakları aşağıdaki gibidir.



Buna göre verilen tepkimenin hız denklemi aşağıdakilerden hangisinde yer alır?

- A) $TH = k[IO^-][H_3O^+]$
B) $TH = k[HIO][I^-][H_3O^+]$
C) $TH = k[H_2O_2][I^-]$
D) $TH = k[H_2O_2][I^-][H_3O^+]^2$
E) $TH = k[I_2][H_2O]^4$



A ile B arasında gerçekleşen bir tepkimenin mekanizması

- $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ (hızlı)
- $C(g) + B(g) \rightarrow D(g)$ (yavaş)

şeklindedir.

Buna göre tepkime ile ilgili olarak verilen:

- Net tepkime denklemi $A + 2B \rightarrow D$ şeklindedir.
- Hız bağıntısı $r = k.[C].[D]$ şeklindedir.
2. basamağın aktivasyon enerjisi 1. basamaktan yüksektir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

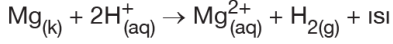
- A) Yalnız I
B) I ve II
C) II ve III
D) I ve III
E) I, II ve III



Tepkime	Hız denklemi
I. $2X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2X_2Y_{(g)}$	$TH = k.[X_2]^2.[Y_2]$
II. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)}$	$TH = k.[X_2]^{1/2}.[Y_2]$
III. $X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} + Z_{2(g)} \rightarrow 2XY_2Z$	$TH = k.[X_2].[Y_2].[Z_2]$

Yukarıdaki verilere göre, gaz fazında gerçekleşen bu tepkimelerden hangileri mekanizmalıdır?

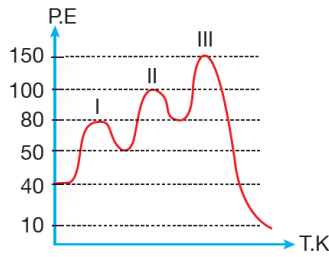
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III



tepkimesinin gerçekleştiği kaba su ilave edilerek hacim 3 katına çıkarılıyor.

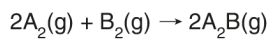
Buna göre, tepkime hızı nasıl değişir?

- A) $\frac{1}{3}$ üne iner. B) 3 katına çıkar.
C) $\frac{1}{9}$ una iner. D) 6 katına çıkar.
E) 9 katına çıkar.



Potansiyel enerji (P.E) -tepkime koordinatı (T.K) grafiği verilen tepkime ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

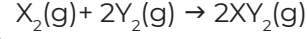
- A) Aktivasyon enerjisi en büyük olan III. adımdır.
B) Tepkime ısısı -30 kkal'dir.
C) I. ve II. tepkimelerin aktifleşme enerjileri eşittir.
D) Tepkimeye katalizör ilavesi sadece III. adımın aktivasyon enerjisini düşürür.
E) Tepkime hızı III. adıma göre yazılır.



tepkimesi tek basamaklı olup, hızı $8 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L.s}$ hız sabiti (k) ise $200 \text{ L}^2/\text{mol}^2.\text{s}$ 'dir.

Tepkimedeki A_2 'nin derişimi B_2 derişiminin 2 katı kadar olduğuna göre A_2 'nin derişimi kaç molarlır?

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,4 E) 1

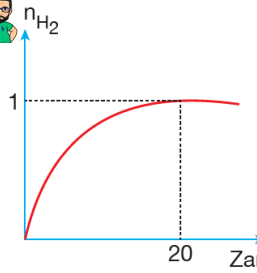


tepkimesi tek basamakta gerçekleşiyor. Tepkime 2 litrelik kaptan 6 mol X_2 ve 8 mol Y_2 ile başlatılıyor.

Buna göre tepkimenin başlangıç hızının, verim %50 olduğu andaki hızına oranı kaçtır?

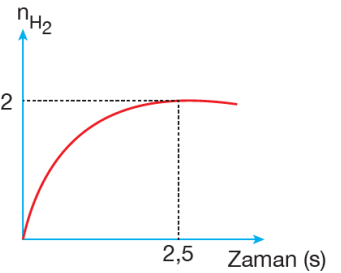


n_{H_2}



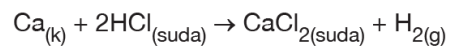
Şekil I

n_{H_2}



Şekil II

Tek basamakta gerçekleşen:



tepkimesinde açığa çıkan H_2 gazının mol sayısının zamanla değişimi 1. grafikteki gibidir. Şekil I'deki tepkime 2 mol Ca metali ile 2M 1L HCl çözeltisi arasında gerçekleşmektedir.

Buna göre, bu tepkimeye aşağıdaki etkilere hangisi yapılırsa açığa çıkan H_2 gazı mol sayısının zamanla değişimi Şekil II'deki gibi olur?

- A) Ca metalinin tanecik boyutunu azaltmak
B) HCl çözeltisinin üzerine 8 M 1L HCl çözeltisi eklemek
C) HCl çözeltisine su eklemek
D) Sıcaklığı arttırmak
E) HCl çözeltisinin üzerine 10M 3L HCl çözeltisi eklemek



HIZ DENKLEMİNİN DENEYSEL VERİLER İLE YAZILMASI

- ✎ X_2 ile Y_2 arasında gerçekleşen bir tepkimede hızı belirlemek için yapılan üç deneyin sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

$[X_2]$ (mol/L)	$[Y_2]$ (mol/L)	TH (mol/L.s)
0,2	0,1	$1 \cdot 10^{-3}$
0,2	0,2	$2 \cdot 10^{-3}$
0,4	0,2	$8 \cdot 10^{-3}$

- ✎ Tabloda 1. deney ile 2. deneyi incelediğimizde X_2 nin derişiminde hiçbir değişiklik göremiyoruz. Bu deneylerde hızın değişmesinin sebebi bu nedenle X_2 olamaz. Y_2 ye baktığımızda Y_2 'nin derişimi 2 katına çıkmış yani bu iki deneyin sonucu olarak:

Y_2 2 katına çıkarken hızı da 2 katına çıkarmış
O halde hız denkleminde Y_2 nin üssü 1 olmalı

$$r = k \cdot [Y_2]$$

- ✎ Aynı mantıkla 2 ve 3. deneyi incelediğimizde bu deneylerde de Y_2 derişimi sabit yani Y_2 bu deneylerde hıza etki etmiş olamaz. X_2 nin derişim 2 katına çıkarken tepkime hızı 4 katına çıkmış yani buradan varacağımız sonuç:

X_2 2 katına çıkarken hızı 4 katına çıkarmış
O halde hız denkleminde X_2 nin üssü 2 olmalı

$$r = k \cdot [X_2]^2$$

Bu iki sonucu birleştirip tepkime hızı denklemini bulabiliriz:

$$r = k \cdot [X_2]^2 \cdot [Y_2]$$

- ✎ Elimizde deneysel veriler olduğu için bu verilerden herhangi birini hız denkleminde yazarak hız sabitinin sayısal değerini de bulabiliriz:

$$r = k \cdot [X_2]^2 \cdot [Y_2]$$

$$1 \cdot 10^{-3} = k \cdot 0,2^2 \cdot 0,1 \Rightarrow k = 0,25$$

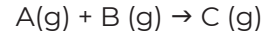
- ✎ Hız sabitinin birimini daha önce bahsettiğimiz şekilde hız denkleminde çekebiliriz:

$$r = k \cdot [X_2]^2 \cdot [Y_2]$$

$$\text{mol/L.s} = k \cdot (\text{mol/L})^2 \cdot (\text{mol/L})$$

$$\Rightarrow k = \text{L}^2 \cdot \text{mol}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

? A ile B arasında gerçekleşen



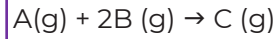
tepkimesi için yapılan deneysel veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

DENEY	Başlangıç Derişimi (mol/L)		Başlangıç Hızı (mol/L.s)
	[A]	[B]	
1	0,4	0,6	$2 \cdot 10^{-5}$
2	0,4	1,2	$8 \cdot 10^{-5}$
3	0,2	0,6	$1 \cdot 10^{-5}$

Buna göre tepkimenin hız ifadesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $k \cdot [A] \cdot [B]^2$
B) $k \cdot [A] \cdot [B]$
C) $k \cdot [A]^2 \cdot [B]^2$
D) $k \cdot [A]^2 \cdot [B]$
E) $k \cdot [A]^3 \cdot [B]^2$

? A ile B arasında gerçekleşen



tepkimesi için yapılan deneysel veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

DENEY	Başlangıç Derişimi (mol/L)		Başlangıç Hızı (mol/L.s)
	[A]	[B]	
1	0,01	0,01	$4,2 \cdot 10^{-5}$
2	0,01	0,02	$8,4 \cdot 10^{-5}$
3	0,02	0,02	$33,6 \cdot 10^{-5}$

Buna göre tepkime ile ilgili olarak verilen aşağıdaki ifadeler hangisi yanlıştır?

- A) Tepkime hızı $= k \cdot [A] \cdot [B]^2$ dir.
B) Tepkime derecesi 3'tür.
C) Hız sabiti $k = 42$ 'dir.
D) Tepkime A'ya göre 2. derecedendir.
E) Tepkime mekanizmalıdır.



$X(g) + 3Y(g) \rightarrow 2K(g) + 2L(g)$ tepkimesinin kapalı kapta sabit sıcaklıkta hızını ölçmek için yapılan deneylerin sonucu tabloda verilmiştir.

Deney	X (mol/L)	Y(mol/L)	Hız(mol/L.s)
1	3	1	0,6
2	6	1	1,2
3	9	2	7,2

Buna göre hız sabitinin değeri kaç L/mol.s olur?

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,6 E) 0,9

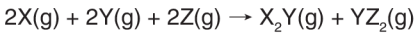


Bir ana tepkimenin girenleri A, B ve C maddelerinden oluşmaktadır. Tepkimenin hızını belirlemek için yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir.

- A maddesinin derişimi sabit tutulup B ve C maddelerinin derişimleri üçer katlarına çıkarıldığında tepkime hızı 9 katına çıkmaktadır.
- B maddesinin derişimi sabit tutulup A ve C maddelerinin derişimleri üçer katlarına çıkarıldığında tepkime hızı 27 katına çıkmaktadır.
- A ve C maddelerinin derişimleri sabit tutulup B maddesinin derişimi üç katına çıkarıldığında tepkime hızı değişmemektedir.

Buna göre tepkimenin hız denklemi hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) $TH = k[A][B][C]$
 B) $TH = k[C]^2$
 C) $TH = k[A]^2$
 D) $TH = k[A][C]^2$
 E) $TH = k[A]^2[C]$



Tepkimesine ait kapalı kapta sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları tabloda verilmiştir.

Deney	[X](mol/L)	[Y](mol/L)	[Z](mol/L)	Hız (mol/L.s)
1	0,1	0,2	0,2	$1 \cdot 10^{-3}$
2	0,1	0,4	0,4	$2 \cdot 10^{-3}$
3	0,2	0,4	0,8	$8 \cdot 10^{-3}$
4	0,2	0,2	0,8	$8 \cdot 10^{-3}$

Buna göre

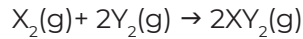
- Hız denklemi $k[X]^2[Y][Z]^2$ şeklindedir.
- Tepkime derecesi 3'tür.
- Tepkime moleküleritesi 2'dir.

yargılarından hangileri yanlıştır?

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

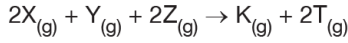


Bir tepkimenin en yavaş basamağı



şeklinde veriliyor.

3 litrelik kapta 6 mol X_2 ve 9 mol Y_2 ile başlatılan tepkimenin hızı $3,6 \cdot 10^{-4}$ olduğuna göre tepkimenin hız sabitini hesaplayınız.

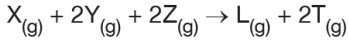


tepkimesi için aşağıdaki bilgiler veriliyor.

- X ve Y'nin derişimi sabitken Z'nin derişimi 2 katına çıkarılırsa hız değışmiyor.
- X ve Z derişimi sabitken Y'nin derişimi yarıya indirildiğinde hız da 1/4'üne düşüyor.
- Tepkimenin hız bağıntısı 3 derecedendir.

Buna göre, bu tepkimenin yavaş adımının denklemini aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $2X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightarrow \text{Ürün}$
 B) $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightarrow \text{Ürün}$
 C) $X_{(g)} + 2Y_{(g)} + Z_{(g)} \rightarrow \text{Ürün}$
 D) $X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightarrow \text{Ürün}$
 E) $X_{(g)} + Y_{(g)} + Z_{(g)} \rightarrow \text{Ürün}$



reaksiyonun hız bağıntısını belirlemek amacıyla yapılan deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	[Z]	Hız (mol/L.s)
1	0,01	0,02	0,2	$1,8 \times 10^{-4}$
2	0,02	0,06	0,2	$3,6 \times 10^{-4}$
3	0,01	0,04	0,2	$1,8 \times 10^{-4}$
4	0,01	0,04	0,8	$7,2 \times 10^{-4}$

Bu sonuçlara göre, tepkimenin hız sabiti k'nin değeri kaçtır?

- A) 3,6 B) 1,8 C) 1 D) 0,18 E) 0,09



Eda, kimyasal tepkimelerde hız konusunu çalışırken sıcaklık, katalizör, reaktiflerin derişimi, inhibitör, hacim, basınç gibi faktörlerin etkilerini öğrenmek için

	Artırır	Azaltır	Değişmez
Tepkime Hızı			
Hız Sabiti			
Aktifleşme Enerjisi			
Tepkime Entalpisi			

şeklinde çalışma kâğıtları hazırlamış ve bu kâğıtları her bir faktör için ayrı ayrı olarak doldurmuştur.

Eda tabloları doldururken hangi tablonun hangi faktöre ait olduğunu yazmayı unutmuştur.

Eda hazırladığı çalışma kâğıtlarından hangisini kesinlikle yanlış hazırlamıştır?

A)

	Artırır	Azaltır	Değişmez
Tepkime Hızı	✓		
Hız Sabiti	✓		
Aktifleşme Enerjisi		✓	
Tepkime Entalpisi			✓

B)

	Artırır	Azaltır	Değişmez
Tepkime Hızı	✓		
Hız Sabiti			✓
Aktifleşme Enerjisi			✓
Tepkime Entalpisi	✓		

C)

	Artırır	Azaltır	Değişmez
Tepkime Hızı	✓		
Hız Sabiti		✓	
Aktifleşme Enerjisi		✓	
Tepkime Entalpisi			✓

D)

	Artırır	Azaltır	Değişmez
Tepkime Hızı	✓		
Hız Sabiti	✓		
Aktifleşme Enerjisi			✓
Tepkime Entalpisi	Etki eder		

E)

	Artırır	Azaltır	Değişmez
Tepkime Hızı	✓		
Hız Sabiti			✓
Aktifleşme Enerjisi			✓
Tepkime Entalpisi			✓