

Tanıtım

Tema: Etkileşim

Konu: Enerji

Alt Konu: Fiziksel ve Kimyasal Olaylardaki Enerji Değişimleri

Temanın Amacı: Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilmek

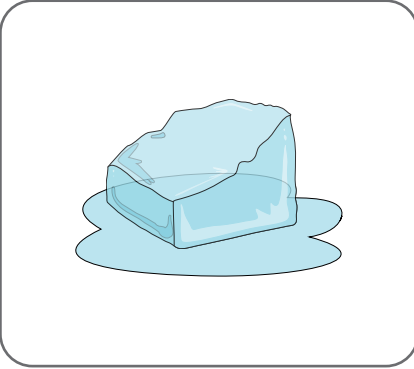
Anahtar Kavramlar: Ekzotermik tepkime, Endotermik tepkime



Köprü Kurma

- İncelemek üzere sınırları belirlenmiş evren parçasına sistem, sistemin dışında kalan ve sistemle etkileşen evren parçasına çevre denir.
- Evlerimizde kullandığımız enerji kaynakları günlük yaşamımızın birçok alanında karşımıza çıkar. Örneğin doğal gaz yandığında açığa çıkan ısı sayesinde yemeklerimizi pişirir, evlerimizi ısıtır ve sıcak su elde ederiz.
- Benzer şekilde bazı olaylarda ise maddeler çevreden enerji alır. Örneğin buzun erimesi için çevreden ısı alınması gerekir. Bu nedenle günlük yaşamda gerçekleşen birçok fiziksel ve kimyasal olay enerji alışverişi ile gerçekleşir.

Bu enerji değişimleri bilimsel olarak nasıl açıklanır?



- Fiziksel değişimlerde enerji alışverişi gerçekleşebilir (örneğin buzun erimesi, suyun bularlaşması).
- Kimyasal değişimlerde ısı bağların kırılması ve yeni bağların oluşması sırasında enerji değişimi meydana gelir.
- Bazı olaylarda enerji **çevreye verilir**, bazı olaylarda ise **çevreden alınır**.
- Eğer bir olay sırasında çevreye ısı veriliyorsa **ekzotermik**, çevreden ısı alınıyorsa **endotermik** olarak adlandırılır.

Tanıtım

Tema: Etkileşim

Konu: Enerji

Alt Konu: Bağ Enerjileri

Temanın Amacı: Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütme

Anahtar Kavramlar: Bağ enerjisi



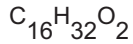
Köprü Kurma

- Bağ entalpileri, kimyasal reaksiyonların temelini anlamamızı sağlayan çok önemli bir kavramdır. Bu kavram, "Neden bazı maddeler yanar?", "Neden bazı yiyecekler daha çok enerji verir?" veya "Neden bazı malzemeler daha dayanıklıdır?" gibi soruların cevabını verir.
- Yediğimiz yiyecekler vücudumuzun en önemli enerji kaynaklarıdır. Ancak her yiyecek aynı miktarda enerji vermez. Örneğin yağlar, karbonhidratlara göre gram başına daha fazla enerji sağlar.
- Bu farkın nedeni besinlerin yapısındaki kimyasal bağların türü ve sayısıdır. Yağ moleküllerinde enerji bakımından zengin C – C ve C – H bağlar daha fazla bulunurken, karbonhidratlarda O içeren bağlar daha fazladır.
- Bu nedenle yağların parçalanması ve tepkimeye girmesi sonucunda açığa çıkan enerji, karbonhidratlara göre daha yüksektir.

Peki, bir tepkimede bağların kırılması ve yeni bağların oluşması sonucunda enerji değişimi nasıl gerçekleşir?

Yağ Molekülü

Palmitik asit



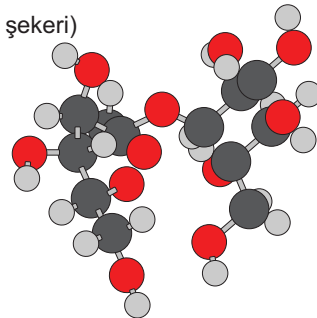
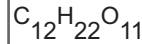
Karbon

Oksijen

Hidrojen

Karbonhidrat Molekülü

Sukroz (Çay şekeri)



Karbon

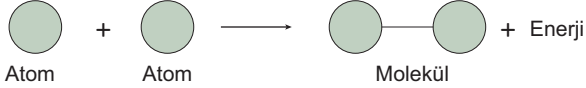
Oksijen

Hidrojen

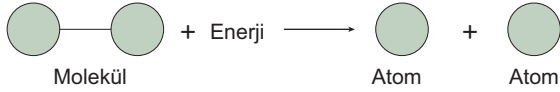
Bağ Enerjileri

- Atomlar daha kararlı bir yapıya sahip olmak için element moleküllerini ya da bileşiklerini oluştururlar. Bu sayede daha düşük enerjili ve daha kararlı olurlar.

- Bağ oluşturmuş atomların enerjileri bağ yapmadıkları duruma göre daha az olduğu için bağ oluşurken oluşan enerji ısı enerjisi olarak açığa çıkar.

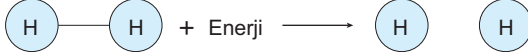


- Bir molekül ya da bileşiğin atomlarına ayrıştırılabilmesi için enerji gerekir.

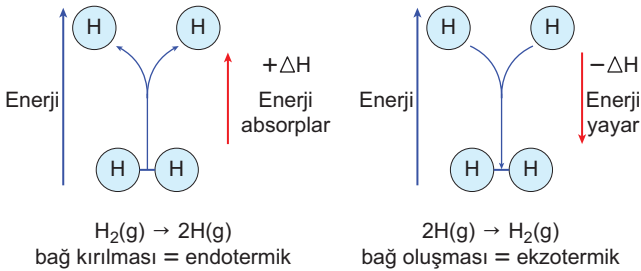
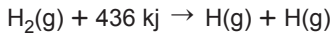


Not

Bir bağı koparmak enerji gerektirirken yeni bir bağ oluştuğunda enerji açığa çıkar.



- Yukarıdaki tepkimede bir H₂ molekülünü iki H atomuna dönüştürmek için gereken enerji 7,24 · 10⁻²² kJ'dir. Bu değeri 1 mol (6,02 · 10²³ tane) H₂ molekülü için hesaplırsak 7,24 · 10⁻²² · 6,02 · 10²³ = 436 kJ bulunur.
- 1 mol H₂ molekülündeki tüm bağları kopararak 2 mol H atomuna dönüştürmek için gereken enerji 436 kJ'dir.



Tanım

Gaz hâldeki 1 mol moleküldeki belirli bir bağı kırmak için gereken enerjiye **ortalama bağ enerjisi** denir.

- Aşağıdaki tabloda tekli ve çoklu (ikili veya üçlü) kovalent bağların ortalama bağ enerjileri kJ/mol cinsinden verilmiştir.

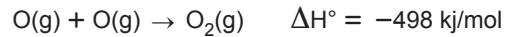
Atomlar Arasındaki Tekli Bağ Enerjileri								
	H	C	N	O	F	Cl	Br	I
	kJ/mol	kJ/mol	kJ/mol	kJ/mol	kJ/mol	kJ/mol	kJ/mol	kJ/mol
H	436	418	389	460	569	431	368	297
C	418	339	289	351	439	331	280	238
N	389	289	159	180	272	201	243	169
O	460	351	180	138	209	209	222	238
F	569	439	272	209	159	251	251	280
Cl	431	331	201	209	251	243	222	209
Br	368	280	243	222	251	222	192	180
I	297	238	169	238	280	209	180	151
Si	301	289	355	430	586	402	289	209

Atomlar Arasındaki Tekli ve Çoklu Bağ Enerjileri ve Bağ Uzunlukları						
Atom Çifti	Tekli Bağ		İkili Bağ		Üçlü Bağ	
	Enerji	Bağ Uzunluğu	Enerji	Bağ Uzunluğu	Enerji	Bağ Uzunluğu
	kJ/mol	pm	kJ/mol	pm	kJ/mol	pm
C—C	339	154	619	134	812	120
C—N	289	147	619	129	891	116
C—O	351	143	720	120	1072	113
N—N	159	145	418	125	946	110
O—O	138	148	498	121		

- Bağ enerjisi arttıkça bağın kararlılığı artar, bağ zor kırılır, kolay oluşur.
- İki atom arasında bağ sayısı arttıkça bağ enerjisi artarken, atomlar arasındaki bağ uzunluğu kısalır.



Örnek 1



Gaz hâldeki oksijen atomlarından O₂(g) oluşumuna ait yukarıda verilen tepkimeye göre,

- O₂ molekülleri O atomlarından daha kararlıdır.
- 1 mol O = O bağı oluşurken 498 kJ ısı açığa çıkar.
- 1 mol O(g) atomu kullanılırsa 249 kJ ısı açığa çıkar.

ifadelerinden hangileri doğrudur? (8O)

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

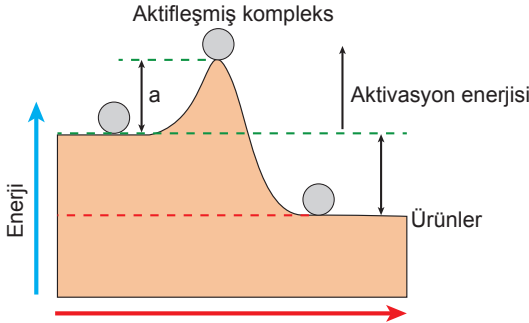
Tepkime, ekzotermiktir. O₂(g) molekülleri O(g) atomlarından daha düşük enerjili olduğu için daha kararlıdır. 1 mol O = O bağı için 498 kJ ısı oluşurken 1 mol O(g) kullanıldığında ise 249 kJ ısı oluşur. Cevap: E

Aşağıdaki tabloda bazı bileşiklerin standart oluşum entalpileri (ΔH°_{ol}) verilmiştir.

Standart Oluşum Entalpisi

Bileşik ΔH°_{ol} kJ/mol		Bileşik ΔH°_{ol} kJ/mol		Bileşik ΔH°_{ol} kJ/mol		Bileşik ΔH°_{ol} kJ/mol	
Ag ₂ O(k)	-30,6	C ₂ H ₅ OH(s)	-277,6	HCl(g)	-92,3	NH ₄ Cl(k)	-315,4
Ag ₂ S(k)	-31,8	C ₂ H ₆ (g)	-84,7	HF(g)	-268,6	NH ₄ NO ₃ (k)	-365,1
AgBr(k)	-99,5	C ₃ H ₄ (g)	-103,8	HgO(k)	-90,7	NiO(k)	-244,3
AgCl(k)	-127,0	n-C ₄ H ₁₀ (g)	-124,7	HgS(k)	-58,2	NO(g)	+90,4
AgI(k)	-62,4	n-C ₅ H ₁₂ (s)	-173,1	HI(g)	+25,9	NO ₂ (g)	+33,9
Al ₂ O ₃ (k)	-1669,8	CO(g)	-110,5	HNO ₃ (s)	-173,2	Pb ₃ O ₄ (k)	734,7
BaCl ₂ (k)	-860,1	CO ₂ (g)	-393,5	KBr(k)	-392,2	PbBr ₂ (k)	-277,0
BaCO ₃ (k)	-1218,8	CaO(k)	-239,3	KCl(k)	-435,9	PbCl ₂ (k)	-359,2
BaO(k)	-558,1	Cr ₂ O ₃ (k)	-1128,4	KClO ₃ (k)	-391,4	PbO(k)	-217,9
BaSO ₄ (k)	1465,2	Cu ₂ O(k)	-166,7	KF(k)	-562,6	PbO ₂ (k)	-276,6
Ca(OH) ₂ (k)	-986,6	CuO(k)	-155,2	Mg(OH) ₂ (k)	-924,7	PCl ₃ (g)	-306,4
CaCl ₂ (k)	-795,0	CuS(k)	-48,5	MgCl ₂ (k)	-641,8	PCl ₅ (g)	-398,9
CaCO ₃ (k)	-1207,0	CuSO ₄ (k)	-769,9	MgCO ₃ (k)	-1113	SiO ₂ (k)	-859,4
CaO(k)	-635,5	Fe ₂ O ₃ (k)	-822,2	MgO(k)	-601,8	SnCl ₂ (k)	-349,8
CaSO ₄ (k)	-1432,7	Fe ₃ O ₄ (k)	-1120,9	MgSO ₄ (k)	-1278,2	SnCl ₄ (s)	-545,2
CCl ₄ (s)	-139,5	H ₂ O(g)	-241,8	MnO(k)	-384,9	SnO(k)	-286,2
CH ₃ OH(s)	-238,6	H ₂ O(s)	-285,8	MnO ₂ (k)	-519,7	SnO ₂ (k)	-580,7
CH ₄ (g)	-78,4	H ₂ O ₂ (s)	-187,6	NaCl(s)(k)	-411,0	SO ₂ (g)	-296,1
CHCl ₃ (s)	-131,8	H ₂ S(g)	-20,1	NaF(k)	-569,0	SO ₃ (g)	-395,2
C ₂ H ₂ (g)	+226,7	H ₂ SO ₄ (s)	-20,1	NaOH(k)	-426,7	ZnO(k)	-348,0
C ₂ H ₄ (g)	+52,3	HBr(g)	-36,2	NH ₃ (g)	-46,2	ZnS(k)	-202,9

- Bir topu küçük bir tepenin üzerinden diğer tarafa yuvarlamak istediğinizi düşünün.
- Topun tepeyi aşıp diğer tarafa geçmesini sağlayacak kadar enerji vermelisiniz.



- Bu tepenin yüksekliği (a) o tepkimenin aktivasyon enerjisidir.
- Tepkimeye girenler bu enerjiyi aldıklarında **aktifleşmiş kompleks** adı verilen bir geçiş hâline ulaşırlar. Koşullar sağlanmışsa, aktifleşmiş kompleks ürünlere, koşullar sağlanmamışsa, aktifleşmiş kompleks reaktiflere dönüşür.
- Aktifleşmiş kompleks; yüksek enerjili, kararsız bir ara üründür.

Aktivasyon Enerjisi Nelere Bağlıdır?

Aktivasyon enerjisinin değeri sadece iki faktöre bağlıdır.

1. Tepkimeye giren maddelerin cinsi

Her tepkimenin kendine özgü bir E_a değeri vardır. E_a , tepkime sırasında hangi bağların kırılacağı ve hangi bağların oluşacağı ile doğrudan ilgilidir. Güçlü bağların kırılması zayıf bağların kırılmasına göre daha yüksek aktivasyon enerjisi gerektirir.

2. Katalizör

Bir tepkimenin aktivasyon enerjisi katalizör kullanılarak düşürülebilir. Katalizörler, tepkimeye "alternatif bir yol" sunarlar. Bu yeni yolun aktivasyon enerjisi daha düşük olduğu için, tepkime daha hızlı gerçekleşir.

Not

- Aktivasyon enerjisi sıcaklık, derişim, temas yüzeyi, basınç faktörlerinden herhangi birisine **bağlı değildir**.



Önemli

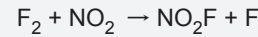
- Aktivasyon enerjisi ile eşik enerjisi temelde aynı enerji engelini ifade ederler. Ancak aralarında küçük bir kavramsal fark vardır.
- Aktivasyon enerjisi, kimyasal bir reaksiyonun başlaması için tepkimeye giren maddelerin sahip olması gereken minimum potansiyel enerji değeri iken eşik enerjisi bir reaksiyonun gerçekleşmesi için çarpışan taneciklerin sahip olması gereken minimum toplam kinetik enerjisidir.
- Tepeden topu aşırma örneğine dönersek aktivasyon enerjisi o tepenin yüksekliği, eşik enerjisi ise, topa o tepeyi aşması için vermemiz gereken minimum itme hızıdır.
- Eşik enerjisi, aktivasyon enerjisi adı verilen potansiyel enerji engelini aşmak için gereken minimum kinetik enerjidir.
- Eşik enerjisi ve aktivasyon enerjisi sayısal olarak birbirine eşittir.

Aktivasyon enerjisi = Eşik enerjisi



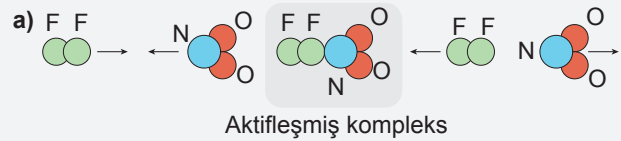
Etkinlik - 1

Aşağıda

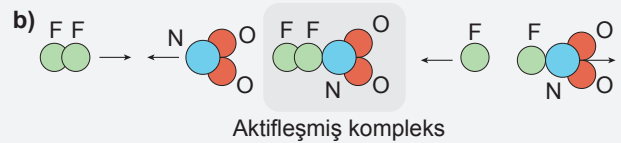


tepkimesine ait mikro düzeyde modellemeler verilmiştir.

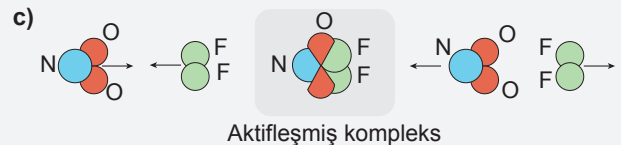
Bu modellemeler ile ilgili düşüncelerinizi aşağıdaki kutucuklara yazınız.



a'da tanecikler uygun geometrik düzlemde çarpışmış ancak çarpışma bağları kırarak kadar bir enerjiyle gerçekleşmediği için kimyasal tepkime gerçekleşmemiştir.



b'de tanecikler yeterli enerjiye ulaşmış, uygun geometrik çarpışma yapmışlar ve farklı ürünler oluşmuştur.

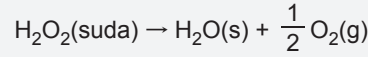


c'de tanecikler uygun geometrik düzlemde çarpışmadığı için tepkime gerçekleşmemiş ve yeni ürünler oluşmamıştır.



Etkinlik - 1

Halk arasında oksijenli su olarak bilinen hidrojen peroksit (H_2O_2) saf hâlde iken renksiz, hafif viskoz bir sıvı olsa da ticari olarak genellikle suyla seyreltilmiş çözelti (%9-%5) hâlinde kullanılır. Oldukça kararsız olan H_2O_2 , zamanla su ve oksijen gazına dönüşür.

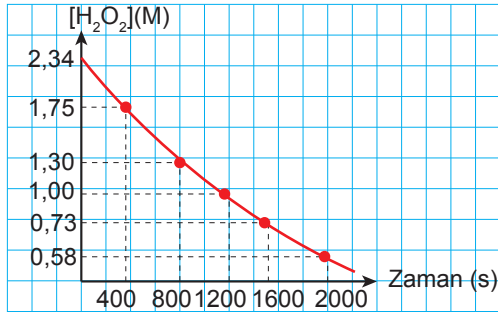


Aşağıda, bu tepkimede zamanla $H_2O_2(suda)$ derişimindeki değişim ve belirli zaman aralıklarında $H_2O_2(suda)$ 'nın ortalama harcanma hızları verilmiştir.

Zaman (s)	$[H_2O_2]$ [M]	$\Delta t(s)$	$\Delta[H_2O_2]$ [M]	H_2O_2 'nin ortalama harcanma hızı (M/s)
0	2,34			
400	1,75	400-0	$1,75 - 2,34 = -0,59$	$14,75 \cdot 10^{-4}$
800	1,30	800-400	$1,30 - 1,75 = -0,45$	$11,25 \cdot 10^{-4}$
1200	1,00	1200-800	$1,00 - 1,30 = -0,30$	$7,5 \cdot 10^{-4}$
1600	0,73	1600-1200	$0,73 - 1,00 = -0,27$	$6,75 \cdot 10^{-4}$
2000	0,58	2000-1600	$0,58 - 0,73 = -0,15$	$3,75 \cdot 10^{-4}$

Tabloyu inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) $H_2O_2(suda)$ derişimi ile zaman arasında nasıl bir ilişki vardır. Aşağıdaki grafiği çizerek yorumlayınız.

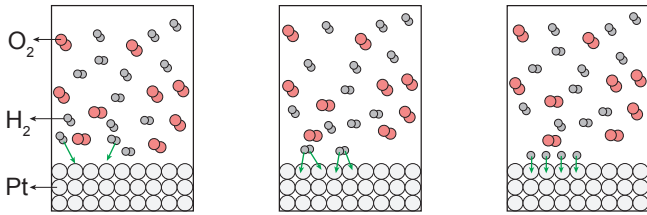


Zamanla H_2O_2 derişimi azalmıştır. Fakat belirli zaman aralıklarında derişimdeki azalma aynı olmadığı için derişim-zaman grafiği eğimli olur.

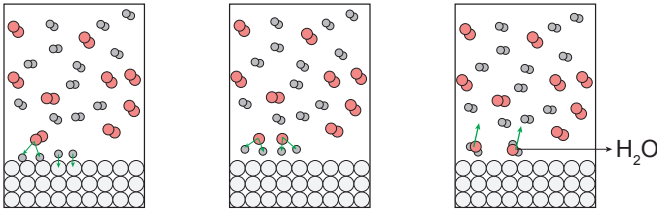
b) Ortalama tepkime hızı zamanla nasıl değişir? Açıklayınız.

Ortalama tepkime hızı zamanla azalır. Başlangıçta H_2O_2 derişimi yüksek olduğu için etkin çarpışma daha çok olur, zamanla derişimdeki azalma etkin çarpışma sayısını azaltacağı için ortalama tepkime hızı zamanla azalır.

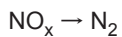
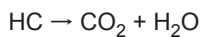
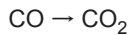
- Katalizör tepkime için alternatif yol/meکانizma sunar.
- Bu yeni yolun aktivasyon enerjisi daha düşüktür.
- Böylece daha fazla tanecik, gerekli enerjiye ulaşır.
- Aktifleşmiş kompleks sayısı artar.
- Tepkime hızlanır.
- H₂ ve O₂ gazlarından su (H₂O) oluşumunda tepkimeyi hızlandırmak için platin (Pt) katısı kullanılır. Platin, H₂ moleküllerini absorbe ederek bağlarının zayıflayıp ayrılmasını sağlar. Bu durumda H atomları platinin yüzeyine tutunur.



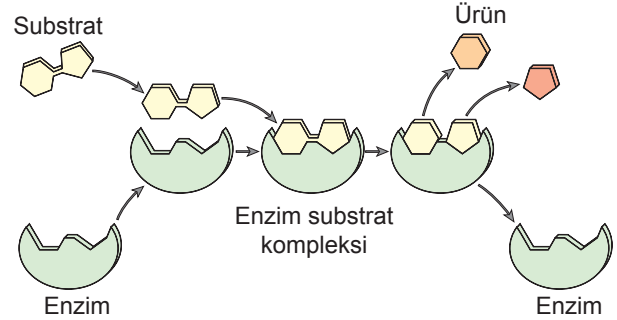
- Ayrılan hidrojen atomları yanlarına yaklaşan O₂ molekülleri ile daha kolay birleşerek H₂O moleküllerini oluşturur. Pt katısında herhangi bir değişme gözlenmez.



- Otomobillerde kullanılan katalitik konvertörler (katalizörlü egzoz sistemleri) zararlı gazları daha az zararlı maddelere dönüştürürler. Bu dönüşümler katalizör yüzeyinde gerçekleşir. Genellikle platin (Pt), palladyum (Pd) ve radyum (Rh) metalleri katalizör olarak kullanılır. Katalitik konvertörlerde zararlı CO ve HC (hidrokarbon), CO₂ ve H₂O'ya, NO_x ise N₂'ye katalizörler yardımıyla çok hızlı bir şekilde dönüştürülür.



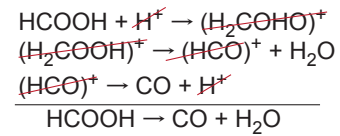
- Biyolojik katalizörlere **enzim** denir. Enzimler, canlılarda gerçekleşen tepkimeleri hızlandıran protein yapılarıdır. Enzimler, tepkime hızını 10⁸ – 10¹⁸ kat artırabilir. Bir enzim sadece bir moleküle karşı etkilidir. Bu moleküle substrat denir. Amilaz, lipaz, laktaz, proteaz, maltaz, katalaz biyolojik enzimlere örnektir.



Katalizörün Özellikleri

- Tepkimeyi başlatmazlar. Başlamış bir tepkimeyi hızlandırır.
- Tepkimede geçici olarak rol alırlar. Tepkime sonunda kütleleri ve kimyasal yapıları değişmeden çıkarlar.
- Tepkimenin mekanizmasını değiştirebilirler. Bu sayede daha düşük enerji gerektiren alternatif bir yol oluştururlar.

HCOOH → CO + H₂O tepkimesi asit (H⁺) katalizörlüğünde üç basamakta ve daha hızlı gerçekleşir.

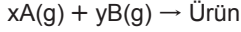


- İleri ve geri aktivasyon enerjisini düşürürler. Böylece daha fazla tanecik, çarpışma anında yeterli enerjiye sahip olur.
- Eşik enerjisini aşan tanecik sayısını artırır.
- Tepkimenin başlangıç ve bitiş enerjilerini etkilemezler.
- Tepkime ısısını (ΔH) değiştirmezler.
- Her tepkime için uygun katalizör farklıdır. Bir katalizör başka tepkimelerde etkisiz olabilir.
- Katalizörler homojen veya heterojen olabilir.



Örnek 2

Gaz fazında ve tek basamakta gerçekleşen,



tepkimesi için deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[A] mol/L	[B] mol/L	Hız (mol/L.s)
1	0,1	0,1	$1 \cdot 10^{-5}$
2	0,2	0,3	$36 \cdot 10^{-5}$

Buna göre tepkimenin hız bağıntısı nedir?

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

Tepkime hızı $k \cdot [A]^x \cdot [B]^y$ olsun. Her iki deneye göre hızları yazıp oranlayalım.

$$1. \text{ deneye göre } \frac{1 \cdot 10^{-5}}{36 \cdot 10^{-5}} = \frac{k \cdot (0,1)^x \cdot (0,1)^y}{k \cdot (0,2)^x \cdot (0,3)^y}$$

$$2. \text{ deneye göre } \frac{1 \cdot 10^{-5}}{36 \cdot 10^{-5}} = \frac{k \cdot (0,1)^x \cdot (0,1)^y}{k \cdot (0,2)^x \cdot (0,3)^y}$$

$$2^x \cdot 3^y = 36 \quad 2^x \cdot 3^y = 2^2 \cdot 3^2$$

$$x = 2 \text{ ve } y = 2 \text{ olur.}$$

Cevap: D



Örnek 3

Tek adımda gerçekleşen aşağıdaki tepkimelerden hangisinin hız ifadesi yanlış verilmiştir?

Tepkime	Hız ifadesi
A) $H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq)$	$k \cdot [H^+] \cdot [HCO_3^-]$
B) $CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$	k
C) $C(k) + CO_2(g) \rightarrow 2CO(g)$	$k \cdot [CO_2]$
D) $Zn(k) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$	$k \cdot [HCl]$
E) $2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2NOCl(g)$	$k \cdot [NO]^2 \cdot [Cl_2]$

D seçeneğindeki tepkimenin hız ifadesi $k \cdot [HCl]^2$ olmalıdır.

Cevap: D

Çok Basamaklı Tepkimelerde Hız İfadesi

- Bir olay, başlangıçtan sonuçlanana kadar çeşitli ara basamaklardan oluşur. Bu ara basamaklar hızlı, çok hızlı veya yavaş gerçekleşebilir.



- Örneğin Doğu Ekspresi ile Ankara - Kars arası yolculuk yapmak için sırayla aşağıdaki işlemleri yaparız.
 1. Tren biletini al
 2. Trene bin
 3. Seyahat et
 4. Trenden in
- Bu adımlardan en yavaşı 3. adım olan "seyahat et" kısmıdır. Aslında bu gezinin toplam süresi 3. adımdaki toplam süreye yaklaşık olarak eşittir.
- Kimyasal tepkimelerin bir kısmı da yukarıda anlatılan olay gibi birkaç adımda gerçekleşebilir. Bu adımlardan bazıları hızlı gerçekleşirken bazıları yavaş gerçekleşir.



Tanım

Birden fazla ara basamaktan oluşan tepkimelere **çok basamaklı (kademeli) tepkime** denir.

- Çok basamaklı tepkimelerde hızı en yavaş basamak belirler.
- $H_2O_2(suda) + 2Cl^-(suda) + 2H_3O^+(suda) \rightarrow Cl_2(g) + 4H_2O(s)$ tepkimesi için hız bağıntısı $\vartheta = k \cdot [H_2O_2] \cdot [Cl^-]^2 \cdot [H_3O^+]^2$ şeklinde olması gerekirken yapılan deneylerde H_3O^+ iyonlarının derişimi artırıldığında tepkime hızının artmadığı belirlenmiştir.
- O hâlde bu tepkime tek basamakta değil, birden fazla basamakta gerçekleşen kademeli bir tepkimedir. Aşağıda bu tepkimenin basamakları verilmiştir.
 1. $H_2O_2(suda) + Cl^-(suda) \rightarrow H_2O(s) + ClO^-(suda)$ (Yavaş)
 2. $ClO^-(suda) + H_3O^+(suda) \rightarrow HClO(suda) + H_2O(s)$ (Hızlı)
 3. $HClO(suda) + H_3O^+(suda) + Cl^-(suda) \rightarrow 2H_2O(s) + Cl_2(g)$ (Hızlı)
- Bu tepkimenin hızını belirleyen ara basamak 1. tepkimedir.
- Tepkimenin hız bağıntısı bu tepkimeye göre yazılır. $\vartheta = k \cdot [H_2O_2] \cdot [Cl^-]$
- Tepkime H_2O_2 ve Cl^- derişimleri artırılarak hızlandırılabilir.
- Tepkime derecesi H_2O_2 'ye göre 1, Cl^- 'ye göre 1 olmak üzere toplam 2'dir.
- Bu tepkimede ClO^- (1. tepkimede oluşmuş, 2. tepkimede harcanmış) ve $HClO$ (2. tepkimede oluşmuş, 3. tepkimede harcanmış) ara ürünlerdir.

5. 25°C'de ve tek basamakta gerçekleşen,
 $\text{Fe}^{3+}(\text{suda}) + 3\text{OH}^{-}(\text{suda}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{k})$
 tepkimesi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**? (Hız sabiti (k) = $2 \cdot \text{L}^3 \cdot \text{mol}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)
 A) Tepkimenin hız bağıntısı $2 \cdot [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^{-}]^3$ şeklindedir.
 B) Tepkime derecesi 4'tür.
 C) Tepkime kabına sabit sıcaklıkta su eklenirse tepkime hızı değişmez.
 D) Sabit sıcaklıkta OH^{-} iyonları derişimi 3 katına çıkarılırsa tepkime hızı 27 katına çıkar.
 E) Fe^{3+} ve OH^{-} iyonları derişimi 2'şer molar alınırse tepkime hızı 32 M. s^{-1} olur.

Kaba su eklenirse iyonların derişimi azalır, dolayısıyla tepkime hızı azalır.

Cevap : C

6. Gaz fazında gerçekleşen;
 $2\text{X} + 3\text{Y} + \text{Z} \rightarrow 2\text{K} + \text{T}$
 tepkimesine ait sabit sıcaklıktaki deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

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

Buna göre;

- I. Tepkime hızı X'e göre 2. derecedendir.
 II. Tepkime hızı Y'ye göre 1. derecedendir.
 III. Hız sabiti k'nin değeri $5 \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Burada öncelikle 3. ve 4. deneylere bakılırsa işlem kolaylığı olur. Çünkü 3. ve 4. deneyler sonucunda X ve Z'nin derişimleri sabitken Y'nin derişimi 2 katına çıkarılmış. Fakat bunun sonucunda hız değişmemiştir. Yani tepkime hızı Y'ye bağlı değildir. 1. ve 2. deneylere bakılırsa, X'in sabit olduğu Z'nin derişiminin 2 katına çıktığı, tepkime hızının da 2 katına çıktığı görülür. Yani tepkime hızı Z'ye 1. dereceden bağlıdır. 1. ve 3. deneylere bakıldığında Z'nin sabit olduğu X'in derişiminin 2 katına çıktığı, hızın ise 4 katına çıktığı görülür. Öyleyse hız, X'e 2. dereceden bağlıdır. Tepkime hızı; $r = k[\text{X}]^2 \cdot [\text{Z}]$ şeklinde olur.

1. deney verilerine göre; $r = k[\text{X}]^2 [\text{Z}]$

$2 \cdot 10^{-2} = k \cdot (0,2)^2 (0,1)$ $k = 5$ olur.

Birim ise $k = \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}} \right)^{n-1} \frac{1}{\text{s}}$ den $k = 5 \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$ olur.

Cevap : C

7. $2\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightarrow \text{X}_2\text{Y}(\text{g})$
 tepkimesine ait sabit sıcaklıktaki derişimlere bağlı deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X] (M)	[Y] (M)	Hız (mol/L.s)
1	0,1	0,1	$2 \cdot 10^{-5}$
2	0,1	0,2	$4 \cdot 10^{-5}$
3	0,3	0,1	$6 \cdot 10^{-5}$

Buna göre, tepkimenin hız sabitinin değeri ve birimi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	k	birimi
A)	$2 \cdot 10^{-3}$	$\frac{\text{L}}{\text{mol} \cdot \text{s}}$
B)	$4 \cdot 10^{-3}$	$\frac{\text{L}}{\text{mol} \cdot \text{s}}$
C)	$2 \cdot 10^{-3}$	$\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$
D)	$4 \cdot 10^{-3}$	s^{-1}
E)	$3 \cdot 10^{-3}$	s^{-1}

Deney sonuçlarından, hız = $k \cdot [\text{X}] \cdot [\text{Y}]$ olur.

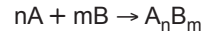
1. deney sonuçlarına göre,

$2 \cdot 10^{-5} = k \cdot (0,1) \cdot (0,1)$

$k = 2 \cdot 10^{-3}$ olur. k'nin birimi de $\frac{\text{L}}{\text{mol} \cdot \text{s}}$ 'dir.

Cevap : A

8. Gaz fazında ve tek adımda gerçekleşen



tepkimesi ile ilgili aşağıdaki bilgiler veriliyor.

- Hacim ve sıcaklık sabit tutulup A gazının derişimi yarıya düşürüldüğünde tepkime hızı dörtte birine düşüyor.
- Sabit sıcaklıkta kabın hacmi 2 katına çıkarıldığında tepkime hızı otuzikide birine düşüyor.

Buna göre tepkimenin hız ifadesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $k \cdot [\text{A}]^3 \cdot [\text{B}]^2$ B) $k \cdot [\text{A}]^2 \cdot [\text{B}]^3$ C) $k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^4$
 D) $k \cdot [\text{A}]^4 \cdot [\text{B}]$ E) $k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^3$

Hacim 2 katına çıkınca hızı $1/32$ 'sine düşüyorsa tepkime derecesi 5'tir. A'nın derişimi yarıya düşünce hız $1/4$ 'üne düşüyorsa tepkime hızı A'nın derişiminin 2. katıyla orantılıdır. $\varnothing = k \cdot [\text{A}]^2 \cdot [\text{B}]^3$ olur.

Cevap : B



Cevap Anahtarı

1.C 2.A 3.D 4.E 5.C 6.C 7.A 8.B



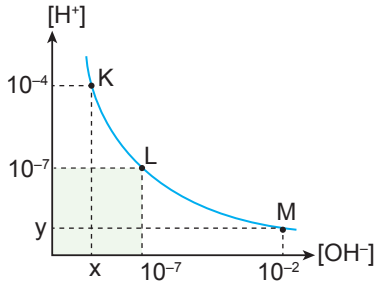
Yazılı Sınav - 2

1. Aşağıda saf suyun farklı sıcaklıklardaki iyonlaşma sabiti (K_{su}) ve pH değerleri verilmiştir.

Sıcaklık (°C)	K_{su}	pH
10	$2,92 \cdot 10^{-15}$	7,03
25	$1,00 \cdot 10^{-14}$	7
37	$2,75 \cdot 10^{-14}$	6,78
50	$5,47 \cdot 10^{-14}$	6,63

Buna göre saf su ile ilgili aşağıdaki ifadeleri doğru (D) ve yanlış (Y) olarak belirtiniz.

- ☐ D Suyun iyonlaşması endotermiktir.
 - ☐ D 25 °C'de H^+ iyonları derişimi 10^{-7} M'dir.
 - ☐ Y 50 °C'de asidik özellik gösterir.
 - ☐ Y 10 °C'de OH^- iyonları sayısı H^+ iyonları sayısından fazladır.
2. K, L ve M sulu çözeltilerinin oda sıcaklığında H^+ ve OH^- iyonlarının değişim grafiği aşağıda verilmiştir.



Bu grafiğe göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Grafikteki taralı bölgenin alanı neyi verir?

Taralı bölgenin alanı $= 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$ 'tür. Bu değer 25 °C'deki suyun iyonlaşma sabitini (K_{su}) verir.

- b) Grafikteki x ve y değerleri kaçtır?

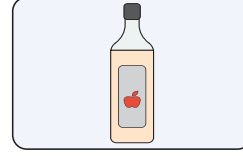
$$10^{-4} \cdot x = 10^{-14} \quad y \cdot 10^{-2} = 10^{-14}$$

$$x = 10^{-10} \quad y = 10^{-12}$$

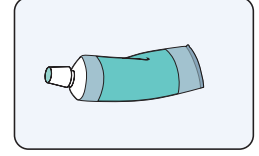
- c) K, L ve M çözeltilerinin asitlik, bazlık, nötrlük durumlarını belirtiniz.

M çözeltisi bazik ($[OH^-] > [H^+]$)
 L çözeltisi nötr ($[H^+] = [OH^-]$)
 K çözeltisi asidik ($[H^+] > [OH^-]$)

3. Günlük yaşamımızda kullandığımız maddeler asidik, bazik veya nötr yapıdadır.



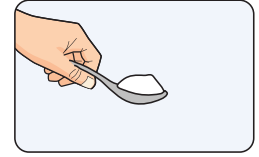
Sirke



Diş macunu



Kola

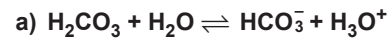


Tuz

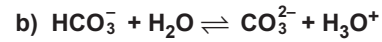
Aşağıda, günlük yaşamda kullandığımız bazı maddeler verilmiştir. Bu maddeler ile hazırlanan oda sıcaklığındaki sulu çözeltilerin özelliklerini (asidik, bazik, nötr) yanlarına yazınız.

Madde	Özellik	Madde	Özellik
Kan	Bazik	Magnezya sütü	Bazik
Süt	Asidik	Mide öz suyu	Asidik
Diş macunu	Bazik	Amonyak	Bazik
Kola	Asidik	Sirke	Asidik
Lavabo açıcı	Bazik	Pas çözücü	Asidik
Yemek tuzu	Nötr	Distile su	Nötr
Limon suyu	Asidik	Deniz suyu	Bazik
Yağmur suyu	Asidik	Portakal suyu	Asidik

4. Aşağıda verilen tepkimelerde konjuge asit-baz çiftlerini belirleyiniz.



H_2CO_3 asit, HCO_3^- konjuge bazıdır.
 H_2O baz, H_3O^+ konjuge asitidir.



HCO_3^- asit, CO_3^{2-} konjuge bazıdır.
 H_2O baz, H_3O^+ konjuge asitidir.

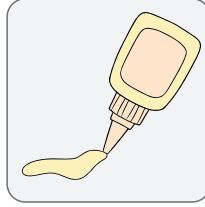
- c) Bu iki tepkimeye göre amfoter (hem asit hem baz) özellik gösteren madde hangisidir?

HCO_3^-

Uzun süre bayatlamayan ekmeklerde, bozulduğunda renk değiştiren ambalajlarda, vitaminle zenginleştirilmiş içeceklerde nano parçacıklar kullanılır. Nanoteknoloji sayesinde gıdalar, daha uzun süre taze kalır, daha besleyici olur ve daha güvenli hâle gelir.

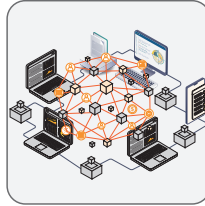
Yapıştırıcılar

- Yapıştırıcıların içine nano boyutlu parçacıklar eklenerek; daha güçlü, dayanıklı, esnek ve uzun ömürlü hâle getirilmesini sağlar. Nano parçacıklar (nano -silika, karbon nanotüp, grafen vb); yüzeyle daha iyi temas sağlar, yapışma alanını artırır, mikro çatlakları doldurarak kopmayı geciktirir.
- İnşaat : Beton, seramik ve metal yüzey yapıştırıcıları
- Otomotiv ve havacılık : Hafif ama çok dayanıklı bağlantılar
- Elektronik : Mikro devre ve çip montajı
- Tıp : Doku yapıştırıcıları ve cerrahi yapıştırıcılar



Bilgisayar

- Nanoteknoloji, bilgisayar donanımının atom ve molekül düzeyinde (nanometre ölçeğinde) üretilmesi ve geliştirilmesinde kullanılır. Bu sayede bilgisayarlar daha hızlı, daha küçük, daha güçlü ve daha az enerji tüketen cihazlar hâline gelir. İşlemcilerde nano boyut küçüldükçe; işlem hızı artar, enerji tüketimi ve ısınma azalır. Nano ölçekli yarı iletkenler belleklerde kullanıldığında daha hızlı veri okuma-yazma ve daha yüksek depolama kapasitesi sağlar. Nano kristal teknolojisi sayesinde daha canlı renkler ve yüksek çözünürlük elde edilir. Nano kaplamalar ve nano sıvılar sayesinde ısı iletkenliği artar, bilgisayar daha verimli soğutulur. Nano kaplamalar sayesinde; çizilmeye dayanıklı, toz ve suya karşı korunaklı, daha ince ve hafif bilgisayarlar üretilmiştir.



Enerji

- Enerji üretimi, depolanması ve verimli kullanılması için nano boyutlu malzemeler kullanılmaktadır. Bu teknoloji sayesinde enerji sistemleri daha verimli, çevre dostu ve sürdürülebilir hâle gelir. Nano kaplamalar ve nano kristallerle güneş panellerinin ışık tutma kapasitesi artar. Daha az alanla daha fazla enerji üretilir. Nano boyuttaki malzemeler yeşil hidrojen üretiminde kullanılır. Nano lityum, grafen ve karbon nanotüpler batarya ve pillerde kullanılmaktadır. Bu sayede batarya ve piller daha hızlı şarj, daha uzun ömür ve daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaktadır.



Elektrikli araç bataryalarında kullanılan platin nano parçacık katalizörler elektrik üretim verimini artırarak daha az yakıtla daha fazla enerji sağlamaktadır.

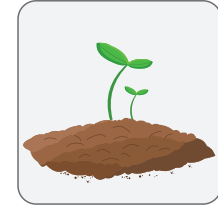
Spor Malzemeleri

- Nano boyutlu malzemeler ve kaplamalar kullanılarak spor ekipmanları daha hafif, daha dayanıklı, daha esnek ve daha performanslı hâle getirilebilir. Nano kaplamalı kumaşlar ter tutmaz, hızlı kurur. Bu sayede koku oluşumu azalır. Karbon nanotüp ve grafen kullanılarak daha sağlam ve esnek yapıda top ve raket yapılabilir. Yüzme ve performans sporlarında kullanılan yüzücü mayoları nano malzemeler ile kaplanır. Bu sayede sürtünme azalır, su direnci düşer, hız artar.



Çevre

- Çevre kirliliğinin azaltılması, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla nano boyutlu malzemeler kullanılabilir. Su arıtımında nano filtreler ve nano membranlar kullanıldığında ağır metaller (civa, kurşun) tutulur. Bakteri ve virüsler filtelenir. Bu sayede daha temiz ve güvenli içme suyu sağlanır. Oto egzoz sistemlerinde kullanılan nano katalizörler zararlı gazları daha az zararlı maddelere dönüştürür. Nano demir parçacıkları topraktaki zehirli kimyasalları parçalar. Bu yüzden kirlenmiş alanların ıslahında kullanılır. Nano sensörler zararlı maddeleri hızlı tespit eder.



Nanoteknolojik Ürünlerin Olası Zararları

- Nanoteknoloji pek çok alanda büyük faydalar sağlasa da, kontrolsüz ve bilinçsiz kullanım durumunda bazı sağlık ve çevre riskleri oluşturabilir.

1) İnsan sağlığına olası zararlar

- Nano parçacıklar solunum yoluyla alınıp akciğerlere kadar ulaşabilir. Buradan da kan dolaşımına geçebilirler. Çok küçük oldukları için hücre zarını aşabilirler. Hücrelere zarar verebilirler. DNA hasarı ve hücrel stres oluşturabilirler. Alerjik ve toksik etkiler görülebilir. Özellikle nano gümüş, karbon nanotüp gibi maddeler dikkatle incelenmektedir.

2) Çevreye olası zararlar

- Toprak ve suda birikip bitki ve hayvanlara zarar verebilirler. Besin zincirine girme riski vardır. Mikroorganizmaların doğal dengesini bozabilirler.