



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TELAFİ EĞİTİMİ

KİMYA

11. SINIF



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TELAFİ EĞİTİMİ

KİMYA

11. SINIF

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI • ...
YARDIMCI KAYNAK EĞİTİM MATERYALİ • ...

TELAFİ EĞİTİMİ
KİMYA 11. SINIF

ISBN ...

Basım Adedi ...

Yazar
KOMİSYON

Türkçe yayın hakları MEB, 2023

Tüm yayın hakları saklıdır. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz ve kullanılamaz.

Baskı ...

Sertifika No. ...





İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

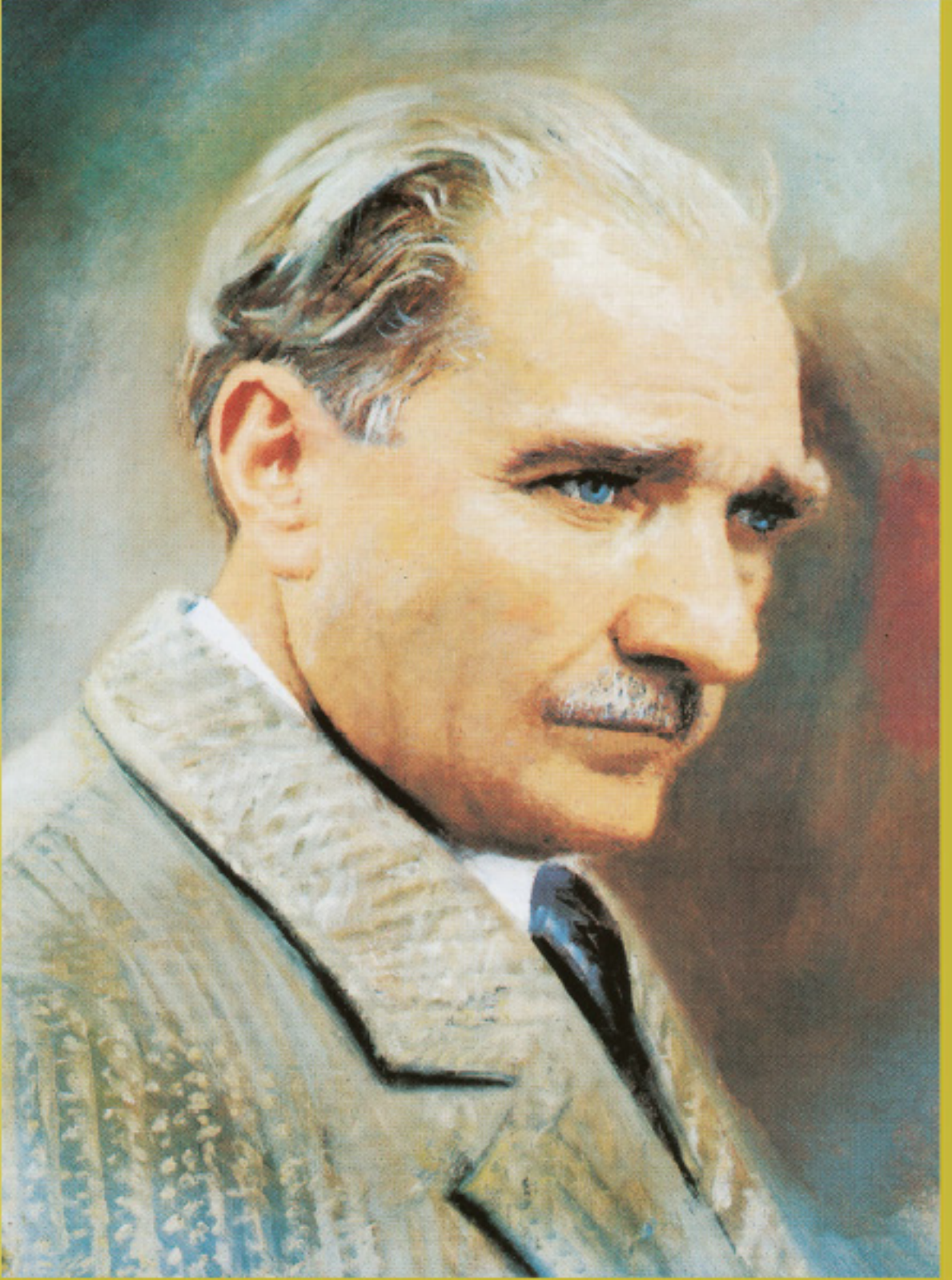
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

ÖN SÖZ	8
SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK	9
KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ	23
KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ	35
KİMYASAL TEPKİMELERDE DENGİ	49
CEVAP ANAHTARI	63

Değerli Öğretmenler ve Sevgili Öğrenciler,

Millî Eğitim Bakanlığı olarak her koşulda eğitim ve öğretimin devamlılığını sağlamak için gerekli tedbirli almaktayız. Ülkemizde yaşanan deprem nedeniyle bazı illerimizde eğitim öğretime ara verilmiştir. Bu kapsamda deprem felaketinin eğitim üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak, öğrencilerin akademik becerilerini geliştirmek, eksik oldukları konuları telafi etmek amacıyla eğitimde fırsat eşitliği ilkesini temele alarak öğrencilerimize yönelik telafi eğitimleri başlatılmıştır.

- Eğitim öğretime ara verilen 2022-2023 eğitim öğretim yılının ikinci döneminden başlamak üzere derslerde işlenemeyen konu ve kazanımlar tespit edilmiştir. Bu kazanımların kısa bir süre içinde verilebilmesi, öğrenmenin kalıcı olabilmesi, sonraki öğrenmeleri destekleyebilmesi için kritik kazanımlar tespit edilmiştir.
- Bu kritik konu ve kazanımların en etkili ve verimli bir şekilde verilebilmesi için öğretim yöntem ve teknikleri çerçevesinde ders notları, etkinlikler ve sorular hazırlanmıştır.

Yapılan hazırlıklar çerçevesinde hazırlanan ders notlarında “Konu Özetleri ve Kritik Bilgi, Dikkat, Biliyor musunuz?, Hatırlayalım” gibi başlıklarla konuların önemli noktalarına değinilmiştir. Bulmaca, eşleştirme gibi etkinliklerin yanı sıra çoktan seçmeli, beceri temelli ve açık uçlu gibi farklı soru tarzları da yer almaktadır. Bu sayede üzerinde durulan kritik kazanımlara ait konuların pekiştirilmesi planlanmıştır. Ayrıca ders anlatım ve soru çözüm videolarına kare kodlar aracılığıyla ulaşılabilir. Ayrıca ders anlatım ve soru çözüm videolarına kare kodlar aracılığıyla ulaşılabilir.

Telafi sürecinde bu kaynakların sizlere faydalı olması dileğiyle...



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KİMYA

11. SINIF

3. ÜNİTE

SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

- DERİŞİM BİRİMLERİ
- ÇÖZÜNÜRLÜK

DERİŞİM BİRİMLERİ

Çözünen Madde Miktarı ve Derişim Birimleri

Belirli miktar çözücündeki çözünen madde miktarına **derişim** veya **konsantrasyon** denir. Farklı derişim birimleri vardır. Derişim birimi olarak en çok kullanılanlar **molarite** ve **molalitedir**.

MOLARİTE: 1 litre çözeltilde çözünmüş maddenin mol sayısına **molarite** denir. Molarite "M" ile gösterilir. "Molar" olarak da ifade edilebilir. Molaritenin birimi mol/L'dir. mol/L yerine molar (M) da kullanılabilir.

$$M = \frac{\text{çözünen maddenin mol sayısı}}{\text{çözeltilerin hacmi}} \quad M = \frac{n}{V}$$

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol} / \text{L} \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$$

Örnek:

80 gram NaOH katısı yeterince suda çözünüyor. Sonra oluşan çözeltilerin hacmi saf su ile 500 mL'ye tamamlanıyor.

Buna göre hazırlanan çözeltilerin derişimi kaç molar (M) olur? (Mol kütleleri, g/mol, NaOH: 40)

Çözüm:

$$V = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}, \quad n = \frac{m}{M_A} = \frac{80}{40} = 2 \text{ mol}, \quad M = ? \quad M = \frac{n}{V} = \frac{2}{0,5} = 4 \text{ M olur.}$$

MOLALİTE: 1 kilogram (1000 g) çözücünde çözünmüş maddenin mol sayısına **molalite** denir. Molalite "m" ile gösterilir. Molalitenin birimi mol/kg'dır. Birim kısaltılarak "molal" olarak da belirtilebilir.

$$m = \frac{\text{çözünen maddenin mol sayısı}}{\text{çözücünün kütlesi}}$$

$$1 \text{ m} = 1 \text{ mol} / \text{kg} \text{ (mol.kg}^{-1}\text{)}$$

Örnek:

500 g suda 5,3 gram Na₂CO₃ çözündüğü zaman çözeltilerin derişimi kaç molal olur?

(Mol kütleleri, g/mol, Na₂CO₃: 106)

Çözüm:

$$m = \frac{n}{\text{kg çözücü}} \quad \left. \begin{array}{l} n \\ \text{kg çözücü} \end{array} \right\} \text{ kg çözücü} = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg},$$

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{5,3}{106} = 0,05 \text{ mol}, \quad m = \frac{n}{\text{kg çözücü}} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ molal olur.}$$

Farklı Derişimlerde Çözeltiler Hazırlanması

İstenen derişimde çözeltiler hazırlamak için aşağıda belirtilen adımların izlenmesi gerekir.

- Çözünecek katı madde hassas olarak tartılır.
- Tartılan madde ölçülü cam balon joje içerisine aktarılır.
- Balon jojeye, katı maddeyi çözmek için bir miktar su ilave edilerek dikkatlice çalkalanır.
- Katı maddenin tamamı çözündükten sonra balon jojenin ölçü çizgisine kadar su ilave edilir.
- Balon jojenin ağzı kapatılarak çözeltiler etiketlenir.



Çözeltiler hazırlarken kullanılacak çözünen ve çözücü miktarları derişimle ilgili hesaplamalarla bulunabilir.

Örnek:

2 M, 500 mL'lik KOH çözeltisi nasıl hazırlanır? (Mol kütleleri, g/mol, KOH: 56)

$$V = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}, \quad M = 2 \text{ M}, \quad n = ?$$

$$M = \frac{n}{V} \quad 2 = \frac{n}{0,5} \quad n = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ mol olur.}$$

1 mol KOH 56 gram yapar.

- 56 gram KOH hassas terazide tartılarak 500 mL'lik bir balon jogenin içine boşaltılır.
- Üzerine dikkatlice 100 mL kadar su ilave edilir ve yeterince karıştırılır. Dipte katı kalmışsa bir miktar daha su ilave edilerek katının tamamının çözünmesi sağlanır.
- Son olarak hazırlanan çözeltinin hacmi 500 mL olacak şekilde balon jojedeki 500 mL çizgisine kadar saf su ilave edilir ve balon jogenin ağzı kapatılarak etiketlenir.

DİKKAT

Derişik bir çözeltiyi seyreltik hâle getirebilmek için,

- Çözücü ilave edilebilir,
- Çözünen madde çöktürülerek uzaklaştırılabilir.

Seyreltik bir çözeltiyi derişik hâle getirebilmek için,

- Çözücü buharlaştırılabilir,
- Çözünen madde ilave edilebilir.

Böylece derişimi 2 M olan 500 mL çözelti hazırlanmış olur.

- Derişimi bilinen çözeltiyi seyreltik veya derişik hâle getirmek için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$M_1 = 1$. çözeltinin molaritesi, $V_1 = 1$. çözeltinin hacmi

$M_2 = 2$. çözeltinin molaritesi, $V_2 = 2$. çözeltinin hacmi

Örnek:

3 molarlık 400 mL HCl çözeltisine aşağıdaki işlemler uygulanıyor.

a) Çözelti hacminin $\frac{1}{4}$ ü kadar su buharlaştırılırsa çözeltinin derişimi kaç molar olur?

Çözüm:

400 mL'lik HCl çözeltisinin $\frac{1}{4}$ 'ü buharlaştığına göre $400 \cdot \frac{1}{4} = 100$ mL su buharlaşır. $V_2 = 400 - 100 = 300$ mL

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \quad 3 \cdot 400 = M_2 \cdot 300 \quad M_2 = 4 \text{ M olur.}$$

b) Çözeltiye 200 mL su ilave edilirse çözeltinin derişimi kaç molar olur?

Çözüm:

400 mL'lik HCl çözeltisinin 200 mL su ilave edildiğine göre $V_2 = 400 + 200 = 600$ mL

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \quad 3 \cdot 400 = M_2 \cdot 600 \quad M_2 = 2 \text{ M olur.}$$

- Farklı hacim ve derişimlerdeki aynı tür çözeltiler karıştırıldığında oluşan yeni çözeltinin hacmi veya molaritesi aşağıdaki eşitlik ile bulunabilir.

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = M_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}}$$

M_{son} = karıştırıldıktan sonra elde edilen çözeltinin molaritesi

V_{son} = karıştırıldıktan sonra elde edilen çözeltinin hacmi

Örnek:

4 molarlık 250 mL KOH çözeltisi ile 2 molarlık 750 mL KOH çözeltisi karıştırılıyor.

Oluşan yeni çözeltinin molaritesini bulunuz?

Çözüm:

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = M_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}} \quad V_{\text{son}} = 250 + 750 = 1000 \text{ mL} \quad 4 \cdot 250 + 2 \cdot 750 = M_{\text{son}} \cdot 1000 \quad M_{\text{son}} = 2,5 \text{ M}$$

Kütlece Yüzde (%) Derişim Hesaplamaları: Çözeltinin 100 gramında çözünen maddenin gram cinsinden miktarına **kütlece yüzde derişim** denir.

$$\text{Kütlece yüzde(\%) derişim} = \frac{\text{Çözünenin kütlesi}}{\text{Çözeltinin kütlesi}} \cdot 100$$

Örnek:

1,5 mol NaOH'in 240 gram suda çözünmesiyle oluşan çözelti kütlece % kaçlıktır? (Mol kütleleri, g/mol, NaOH: 40)

Çözüm:

$$n = \frac{m}{M_a} \quad 1,5 = \frac{m}{40} \quad m = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ g olur.}$$

$$\text{Çözelti} = 240 + 60 = 300 \text{ g}$$

$$\text{Kütlece (\%)} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{m_{\text{Çözelti}}} \cdot 100 \quad \text{Kütlece (\%)} = \frac{60}{300} \cdot 100 = 20$$

- Derişimi bilinen çözeltiyi seyreltik veya derişik hâle getirmek için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$m_1 \cdot Y_1 = m_2 \cdot Y_2$$

- Kütlesi ve kütlece yüzde derişimi bilinen iki veya daha fazla çözelti karıştırıldığında oluşan yeni çözeltinin kütlece yüzdesi aşağıdaki eşitlikle bulunabilir.

$$m_1 \cdot Y_1 + m_2 \cdot Y_2 + \dots = m_{\text{son}} \cdot Y_{\text{son}}$$

ÖNEMLİ BİLGİ

Bir çözeltinin kütlece yüzde derişimi, yoğunluğu ve çözünenin molekül ağırlığı biliniyorsa molaritesi aşağıdaki eşitlikle bulunabilir.

$$M = (d \cdot Y \cdot 10) / M_a$$

M = molarite (mol/L)

d = öz kütle (g/mL)

Y = çözeltinin kütlece yüzde derişimi

M_a = çözünenin molekül ağırlığı (g/mol)

Hacimce Yüzde (%) Derişim Hesaplamaları: Sıvı-sıvı karışımlar için derişim birimi olarak genellikle **hacimce yüzde derişim** kullanılır, birimi yoktur.

$$\text{Hacim yüzde(\%) derişim} = \frac{\text{Çözünenin hacmi}}{\text{Çözeltinin hacmi}} \cdot 100$$

Örnek:

Hacimce %60'lık etil alkol içeren kolonya elde etmek için aynı sıcaklıkta 120 mL etil alkole kaç mL su eklenmelidir? (Hesaplamalarda hacim değişimi ihmal edilecektir.)

Çözüm:

$$\text{Hacim \%} = \frac{\text{Çözünenin hacmi}}{\text{Çözeltinin hacmi}} \cdot 100 \quad 60 = \frac{120}{\text{Çözeltinin hacmi}} \cdot 100 \quad \text{Çözelti hacmi} = 200 \text{ mL}$$

$$\text{Çözelti hacmi} = \text{Su hacmi} + \text{Etil alkol}$$

$$200 = \text{Su hacmi} + 120 \quad \text{Su hacmi} = 80 \text{ mL olur.}$$

Mol Kesri: Çözeltiyi oluşturan bileşenlerden herhangi birinin mol sayısının tüm bileşenlerin mol sayıları toplamına oranıdır. A ve B'den oluşan çözeltide bileşenlerin mol kesri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$X_A = \frac{n_A}{n_T} \quad X_B = \frac{n_B}{n_T}$$

Bir çözeltideki tüm bileşenlerin mol kesirlerinin toplamı 1'e eşittir.

$$X_A + X_B = 1$$

Örnek:

180 gram su ile hazırlanan sirkeli suda suyun mol kesri 0,8 olduğuna göre, karışımdaki sirke asidi kaç gramdır?

(Mol kütleleri, g/mol H₂O: 18 , CH₃COOH: 60)

Çözüm:

$$X_{su} = \frac{n_{su}}{n_T} \quad n_{su} = \frac{m}{M_A} \quad n_{su} = \frac{180}{18} = 10 \text{ mol}$$

$$0,8 = \frac{10}{n_T} \quad n_T = \frac{10}{0,8} = 12,5 \text{ mol olur.}$$

$$n_{sirke} = 12,5 - 10 = 2,5 \text{ mol olur.}$$

$$n_{sirke} = \frac{m}{M_A} \quad 2,5 = \frac{m}{60} \quad m = 2,5 \cdot 60 = 150 \text{ g}$$

ppm [parts-per million (Milyonda Bir Kısım)]

İçme sularına, deniz ve göl sularına karışan zararlı kimyasallar çok seyreltik çözelti oluşturur. Bu tip seyreltik çözeltilerde yüzde derişim yerine milyonda bir kısım kullanılır.

Milyonda bir kısım (ppm), 1 kg çözeltideki çözünen maddenin miligram miktarıdır.

$$1 \text{ kg} = 10^6 \text{ mg}$$

ppm, 10⁶ miligram çözeltideki çözünmüş maddenin miligramı şeklinde de tanımlanabilir.

$$\text{ppm} = \frac{\text{Çözünenin kütlesi}}{\text{Çözeltinin kütlesi}} \cdot 10^6$$

Örnek:

Sivrice Hazar Gölünden alınan 2000 gramlık bir numunenin analizinde toplam 1,9·10⁻⁴ gram arsenik iyonu (As³⁺) iyonu olduğu tespit ediliyor.

Buna göre Hazar Gölündeki arsenik derişimi kaç ppm'dir?

Çözüm:

$$\text{ppm} = \frac{\text{Çözünenin kütlesi}}{\text{Çözeltinin kütlesi}} \cdot 10^6 \quad \text{ppm} = \frac{1,9 \cdot 10^{-4}}{2000} \cdot 10^6 = 0,095 \text{ ppm olur.}$$



KONU ANLATIMI

• Derişim Birimleri I



KONU ANLATIMI

• Derişim Birimleri II



KONU ANLATIMI

• Derişim Birimleri III

ÇÖZÜNÜRLÜK

Çözeltilerin Sınıflandırılması

Çözeltiler çözünürlük temelinde seyreltik, derişik, doymun, aşırı doymun ve doymamış olarak sınıflandırılabilir.

Seyreltik Çözelti: Çözünen madde derişimi bir başka çözeltiliye göre düşük olan veya birim hacmindeki çözünen madde miktarı az olan çözeltilerdir.

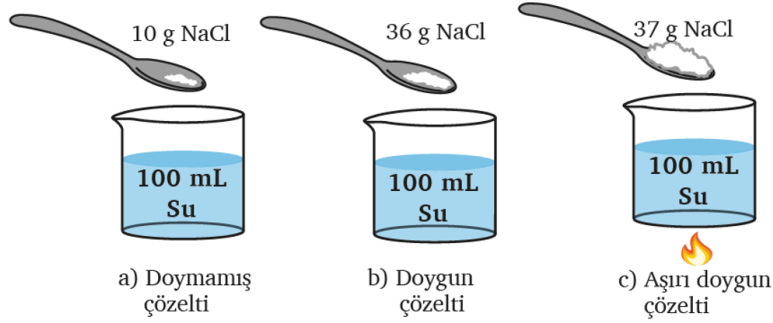
Derişik Çözelti: Çözünen maddenin derişimi bir başka çözeltiliye göre yüksek olan veya birim hacmindeki madde miktarı çok olan çözeltilerdir. Derişik ve seyreltik çözelti göreceli kavramlardır.

Doymamış Çözelti: Belirli sıcaklık ve basınçta belirli miktar çözücünde çözebileceğinden daha az çözünen içeren çözeltilerdir.

Doymun Çözelti: Belirli sıcaklık ve basınçta belirli miktar çözücünde çözülebilecek en fazla çözüneni çözmüş olan çözeltilerdir.

Aşırı Doymun Çözelti: Sıcaklığı artırarak çözebileceğinden daha fazla madde çözeabilen çözeltilerdir. Aşırı doymun çözelti kararsızdır, sıcaklık değıştirilerek elde edilebilir. Fazlalık belli bir süre sonra çöker.

Örneğın; 20 °C sıcaklıkta 100 gram su en fazla 36 gram NaCl çözebilir.



Çözünürlük: Belirli sıcaklık ve basınçta 100 gram çözücünde çözünen maddenin gram cinsinden miktarına **çözünürlük** denir. Çözünürlük birimi genellikle g/100 g su olarak kullanılır. Maddelerin çözünürlüğü sıcaklık, basınç, çözücünün türü ve ortak iyon etkisi ile değışebilir. Çözünürlük maddelerin kimlik özelliğidir. Bir başka deyişle ayırt edici özelliğidir.

$$\text{Çözünürlük} = \frac{\text{Çözünenin kütlesi (g)}}{100 \text{ g çözücü}}$$

Örnek:

20 °C'de KNO₃ tuzunun saf sudaki çözünürlüğü 60 g/100 g sudur.

Buna göre 20 °C'deki 320 g doymun çözeltide kaç gram su ve kaç gram KNO₃ vardır?

$$\begin{aligned} 100 \text{ g su} &+ 60 \text{ g KNO}_3 = 160 \text{ g çözelti} \\ 160 \text{ g çözeltide} &60 \text{ g KNO}_3 \text{ varsa} \\ 320 \text{ g çözeltide} &X \text{ g KNO}_3 \text{ vardır} \\ X &= \frac{320 \cdot 60}{160} = 120 \text{ g KNO}_3 \quad \text{Su} = 320 - 120 = 200 \text{ g olur.} \end{aligned}$$



KONU ANLATIMI

• Çözünürlük



KONU ANLATIMI

• Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler

1. Aşağıdaki metine göre soruları cevaplayınız.

Belirli bir miktar çözeltide çözünen madde miktarına **derişim** veya **konsantrasyon** denir.

Derişim birimi olarak en çok molarite ve molalite kullanılır. 1 L çözeltide çözünen maddenin mol sayısına **molarite** denir, "**M**" ile gösterilir. Birimi mol/L'dir. 1 kg çözücüde çözülmüş maddenin mol sayısına **molalite** denir, "**m**" ile gösterilir. Birimi mol/kg'dır.

Elif 'in öğretmeni molarite ve molalite konusunu işledikten sonra, örnek çözelti hazırlamaları için ev ödevi vermiştir. Elif de çeşitli kaynaklardan araştırma yaptıktan sonra çözelti olarak şerbet ve turşu suyu hazırlamayı seçmiştir. Önce malzeme listesi hazırlamıştır. Gerekli hesaplama ve ölçümlerini yaptıktan sonra kaynama, süzme, karıştırma yöntemlerini kullanarak çözeltilerini hazırlamıştır.



Şerbet Malzemeleri

1/2 kg vişne
180 g toz şeker
Beş-altı adet karanfil
İki-üç dilim taze zencefil
1 tane kabuk tarçın
2 kg su

Turşu Suyu Malzemeleri

3 L su
3 yemek kaşığı kaya tuzu (174 g)
2 yemek kaşığı limon tuzu
Bir baş sarımsak

A) Şerbetin molalitesini hesaplayınız. (Şeker için mol kütleleri, g/mol, $M_A=180$)

B) Elif 'in turşusundaki kaya tuzu miktarını kullanarak çözeltinin molarite değerini hesaplayınız.

(Kaya tuzu için mol kütleleri, g/mol, $M_A=58$)

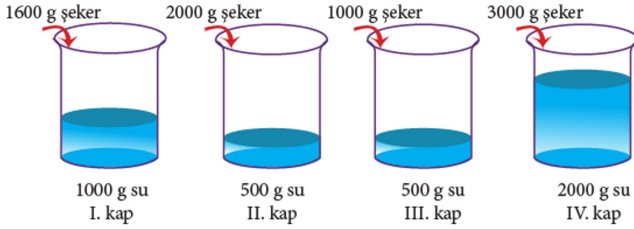
C) Turşu suyunda tuz miktarının az olduğunu fark eden Elif, çözeltinin molaritesini 1 M'dan 2 M'a çıkarmak için çözeltiye kaç gram kaya tuzu ilave etmelidir?

Ç) 1 kg su kullanılarak hazırlanacak 2 molal'lik bir şerbet için hangi maddeden kaç gram çözülmelidir?

D) Evde hazırlanabilecek bir çözelti düşününüz. Hazırlayacağınız çözeltinin malzemelerini, malzemelerin miktarlarını yazınız. Çözeltinin molaritesini hesaplayınız.

2. ÇÖZELTİLER KARIŞTI

Bir baklava ustası, yaptığı baklavaların hep aynı lezzette olması için pişirdiği baklavalara 20°C sıcaklıkta doymuş şekerli su çözeltisi kullanıyor. Baklava tepsisinin büyüklüğüne göre, aynı derişimde fakat farklı miktarlarda şerbetler hazırlıyor. Baklava ustası işe yeni aldığı ıraktan şerbet hazırlamasını istiyor. Acemi olan ıracağın ise kafası karışıyor ve değişik miktarlarda su ile şekerini karıştırarak aşığıdaki çözeltileri oluştuyor. (Şekerin 20°C sıcaklıkta sudaki çözünürlüğü 200 g/100 g su)



Çözeltilerin sınıflandırılması ile ilgili aşığıdaki soruları cevaplayınız.

A) Buna göre hangi çözeltiler doymuş, hangi çözeltiler doymamıştır? Belirtiniz.

B) Çözeltileri seyreltikten derişğe doğru sıralayınız.

C) Baklava ustasının bu şerbetleri kullanabilmesi için aynı sıcaklıkta her bir çözeltiliye eklemesi gereken şeker ya da su miktarını hesaplayınız.

1. • 1 litre çözeltide çözünen maddenin mol sayısına I denir.
• 1 kg çözücünde çözünen maddenin mol sayısına II denir.

Yukarıda verilen tanımlardaki I ve II numaralı boşluklara sırasıyla hangi seçenektekiler yazılmalıdır?

- A) molarite – molalite
B) molalite – molarite
C) ppm – molalite
D) molalite – ppm
E) kütlece yüzde derişim – molarite



2. Özkütlesi 1,2 g/ml olan 0,6 M'lık CaCO_3 çözeltisinin kütlece yüzdesi nedir?

(Mol kütlesi, g/mol, $\text{CaCO}_3 = 100$)

- A) 5 B) 12 C) 24 D) 36 E) 50



3. 0,1 mol tuz, 0,6 mol sirke ve 0,8 mol su ile hazırlanan turşu suyu çözeltisinde sirkenin mol kesri nedir?

- A) 1,5 B) 0,8 C) 0,6
D) 0,4 E) 0,1



4. 250 gram deniz suyunda $2 \cdot 10^{-2}$ gram K^+ iyonu çözünmeleriyle oluşan çözeltinin derişimi kaç ppm'dir?

- A) 25 B) 40 C) 75
D) 80 E) 105



- 5.



NaCl çözeltisi



NaCl çözeltisi

Yukarıda verilen çözeltiler karıştırıldığında oluşan yeni çözeltideki Na^+ iyonunun derişimi kaç molar olur?

- A) 0,045 B) 0,06 C) 0,09
D) 0,16 E) 0,18



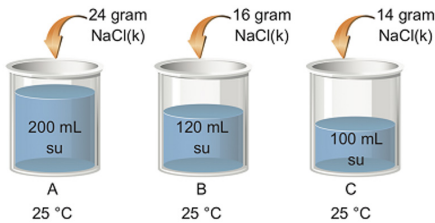
6. KNO_3 tuzunun sudaki çözünürlüğü 25 g/100 g sudur.

Buna göre kütlece %15'lik 400 gram KNO_3 çözeltisini doyurmak için aynı sıcaklıkta kaç gram KNO_3 tuzu gerekir?

- A) 15 B) 20 C) 25
D) 30 E) 45



7.



Yukarıda verilen A, B ve C kaplarında oluşan çözeltilerin derişikten seyreltiğe doğru sıralanması hangi seçenekte doğru verilmiştir?

(Çözeltilerde dipte katı bulunmamaktadır.)

- A) $A > B > C$
B) $A > C > B$
C) $C > B > A$
D) $C > A > B$
E) $B > A > C$



8. İçinde 25°C sıcaklıkta 75'er mL su bulunan kaplardan 1.sine 24 g KCl, 2.sine 36 g NaNO_3 tuzları ilave edilip tamamen çözünmeleri sağlanarak doymun çözelti elde ediliyor.

Buna göre,

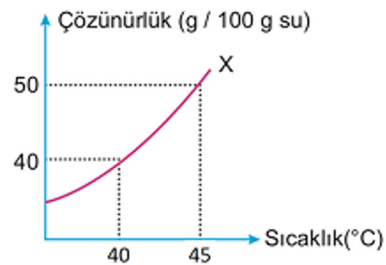
- I. 25°C sıcaklıkta KCl çözünürlüğü 18 g / 50 mL sudur.
II. 25°C sıcaklıkta NaNO_3 çözünürlüğü 48 g / 100 mL sudur.
III. 25°C sıcaklıkta eşit miktar su içeren KCl ve NaNO_3 çözelti daima doymundur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



9. Şekilde saf X katısının çözünürlük-sıcaklık grafiği verilmiştir.

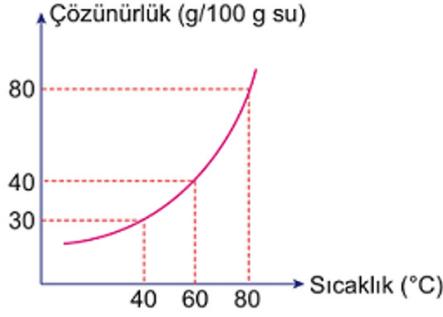


Buna göre 40°C sıcaklıkta 200 g su ile hazırlanan doymun çözelti 45°C sıcaklığa kadar ısıtıldığında tekrar doymun olması için en az kaç gram su buharlaştırılmalıdır?

- A) 30 B) 40 C) 120
D) 150 E) 160



10.



Yukarıda verilen X tuzunun çözünürlük grafiğine göre,

- I. 60°C sıcaklıkta 200 gram su ile hazırlanan doymun çözelti 40°C sıcaklığa soğutulursa katı iyon dengesi oluşur.
- II. 60°C sıcaklıkta 200 gram su ile hazırlanan doymun çözelti ısıtılırsa doymamış olur.
- III. 80°C sıcaklıkta 200 gram su ile hazırlanan doymun çözelti, 40°C sıcaklığa soğutulursa 100 g madde çöker.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



2018 AYT

11. Bir tuzun sulu çözeltisine bir miktar daha su ilave edildiğinde aşağıdaki özelliklerden hangisi değişmez?

- A) Çözünenin mol sayısı
- B) Çözücünün mol sayısı
- C) Çözeltinin hacmi
- D) Çözeltinin yoğunluğu
- E) Çözünenin derişimi



2021 AYT

12. Tentürdiyot elde etmek üzere 25,4 g iyot (I_2) katısı belirli bir sıcaklıkta 2500 mL etil alkol içinde tamamen çözülüyor.

Buna göre tentürdiyot çözeltisinde I_2 derişimi kaç molaldır?

(Mol kütlesi, g/mol, $I = 127$ g/mol ve $d_{\text{etil alkol}} = 0,8$ g/mL)

- A) 0,03
- B) 0,05
- C) 0,06
- D) 0,08
- E) 0,1



2021 AYT

13. KNO_3 katısının farklı sıcaklıklarda sudaki çözünürlük değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (g KNO_3 /100 g su)
18	30
58	110

18°C'de 45 g KNO_3 katısı tamamen çözünerek doymun sulu çözelti hazırlanıyor. Bu çözeltiye 50 g daha su ilave edildikten sonra çözeltinin sıcaklığı 58°C'ye yükseltiliyor.

Buna göre 58 °C'de çözeltinin tekrar doymun hâle getirilebilmesi için en az kaç gram daha KNO_3 katısı ilave edilmelidir?

- A) 220
- B) 200
- C) 175
- D) 125
- E) 75





ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KİMYA

11. SINIF

4. ÜNİTE

KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ

- TEPKİMELERDE ISI DEĞİŞİMİ
- OLUŞUM ENTALPİSİ
- BAĞ ENERJİLERİ
- TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ

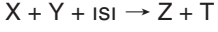
TEPKİMELERDE ISI DEĞİŞİMİ

Tepkimelerde Meydana Gelen Enerji Değişimleri

Sistemin enerji alışverişine göre tepkimeler **endotermik** ve **ekzotermik** olarak sınıflandırılır.

Endotermik Tepkime

Dışarıdan ısı (enerji) olarak gerçekleşen tepkimelere **endotermik tepkime** adı verilir. Isı, girenler bölümüne yazılır.



Isı olarak gerçekleşen bazı fiziksel ve kimyasal olaylar aşağıda verilmiştir.

- **Düzenli tanecik yapılarından düzensiz yapılara geçiş,**

$$X(k) + \text{Enerji} \rightarrow X(s) \quad \text{erime}$$

$$X(s) + \text{Enerji} \rightarrow X(g) \quad \text{buharlaştırma}$$

$$X(k) + \text{Enerji} \rightarrow X(g) \quad \text{süblimleşme}$$
- **Birçok katının suda çözünmesi,**

$$\text{KNO}_3(k) + \text{Enerji} \rightarrow \text{K}^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda})$$
- **Bir atomdan elektron koparılması,**

$$X(g) + \text{Enerji} \rightarrow X^+(g) + e^- \quad (\text{iyonlaşma enerjisi})$$
- **Birçok analiz (ayırışma) tepkimeleri,**

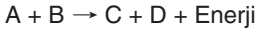
$$2\text{H}_2\text{O}(s) + \text{Enerji} \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \quad (\text{elektroliz})$$
- **Kimyasal türleri birbirinden ayırmak (bağ kırılması) endotermiktir.**

$$\text{O}_2(g) + \text{Enerji} \rightarrow \cdot\text{O}(g) + \cdot\text{O}(g)$$
- **Azotun (N₂) yanması endotermik olarak gerçekleşir.**

$$\frac{1}{2} \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) + 33,09 \text{ kJ} \rightarrow \text{NO}_2(g)$$

Ekzotermik Tepkime

Gerçekleşirken dışarı ısı (enerji) veren tepkimelere **ekzotermik tepkime** adı verilir. Çıkan ısı ürünler bölümüne yazılır.



Dışarı ısı vererek gerçekleşen fiziksel ve kimyasal olaylardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- **Düzensiz yapıdan düzenli hâle geçişler,**

$$X(s) \rightarrow X(k) + \text{Enerji} \quad \text{donma}$$

$$X(g) \rightarrow X(s) + \text{Enerji} \quad \text{yoğuşma}$$

$$X(g) \rightarrow X(k) + \text{Enerji} \quad \text{kırağılaşma}$$
- **Gazların suda çözünmesi,**

$$\text{O}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{O}_2(\text{suda}) + \text{Enerji}$$
- **Bazı atomların elektron alarak anyon oluşturması,**

$$\text{F}(g) + e^- \rightarrow \text{F}^-(g) + \text{Enerji}$$
- **Bazı sentez (birleşme) tepkimeleri,**

$$\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(s) + \text{Enerji}$$
- **Kimyasal türler arasında bağ oluşumu,**

$$2\text{N}(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + \text{Enerji}$$
- **Azotun (N₂) yanması hariç tüm yanma olayları,**

$$\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) + \text{Enerji}$$
- **Nötralleştirme (asit-baz) ile metal-asit tepkimeleri genellikle ekzotermiktir.**

$$\text{H}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(s) + \text{Enerji}$$

Entalpi (H): Her maddenin yapısında depoladığı bir enerjisi vardır. Sistemin sahip olduğu bu toplam enerji **ısı kapsama**, **potansiyel enerji**, **tepkime ısı** veya **entalpi** olarak tanımlanır, **H** harfi ile gösterilir.

Bir tepkimenin entalpi değişimi (ΔH)

- Tepkimedeki maddelerin fiziksel hâline,
- Tepkime ortamının sıcaklık ve basıncına,
- Tepkimedeki madde miktarına bağlıdır.

DİKKAT

Sabit basınç altında gerçekleşen bir tepkimede alınan ya da verilen ısı miktarına entalpi değişimi adı verilir.

ÖNEMLİ BİLGİ

Tepkimenin entalpi değişimi izlenen yola ve katalizöre bağlı değildir. Tepkimede katalizör (tepkimeyi hızlandıran madde) kullanılması ΔH değerini değiştirmez, sadece tepkimenin süresini değiştirir.

Entalpi bir hâl fonksiyonu olduğu için miktarı doğrudan ölçülemez. Ancak sistemin ilk ve son hâlleri arasındaki entalpi farkı ölçülebilir.

$\Delta H = \text{ürünlerin entalpi toplamı} - \text{girenlerin entalpi toplamı}$

$\Delta H = \sum H_{\text{ürünler}} - \sum H_{\text{girenler}}$ şeklinde gösterilir.



KONU ANLATIMI

- Tepkimelerde Isı Değişimi

OLUŞUM ENTALPİSİ

Standart Oluşum Entalpi

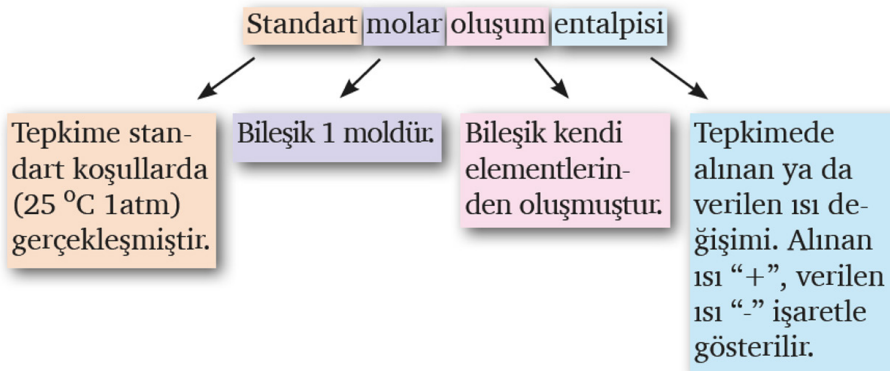
Tepkimenin türüne göre entalpi değişimlerine farklı isimler verilir. Yanma tepkimesinin entalpi değişimi **yanma entalpi**, çözünme tepkimesinin entalpi değişimi **çözünme entalpi** adını alır. Benzer şekilde tepkime türüne göre **nötrleşme entalpi**, **analiz entalpi**, **erime entalpi** ve **oluşum entalpi** gibi isimler kullanılabilir.

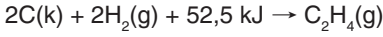
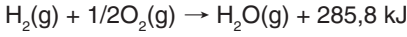
25°C sıcaklık ve 1 atm basınçta bir bileşiğin, elementlerinden oluşması sırasındaki ısı değişimine **standart oluşum entalpi** (**standart oluşum ısı**) adı verilir ve ΔH_f° şeklinde gösterilir. Elementlerin standart koşullarda en kararlı hâllerinin oluşma entalpi "sıfır" kabul edilir.

Bir mol bileşiğin enerji değişimine **molar entalpi** (**molar ısı**) adı verilir. Standart oluşum entalpi kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

DİKKAT

Bir bileşiğin elementlerinden oluştuğu tepkimeye oluşum tepkimesi ve bu tepkimenin entalpi değişimine de oluşum entalpi denir.





$$\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_4) = +52,5 \text{ kJ/mol}$$

BİLİYOR MUSUNUZ?

Elementlerin en kararlı doğal hâllerindeki standart oluşum entalpileri sıfır kabul edilir.

Standart oluşum entalpilerini kullanarak bir tepkimenin standart entalpisi hesaplanabilir. Bir tepkimede ürünlerin standart oluşum entalpileri toplamından girenlerin standart oluşum entalpileri toplamı çıkarıldığında standart tepkime entalpisi hesaplanır.

Örneğin: $\text{aA} + \text{bB} \rightarrow \text{cC} + \text{dD}$ tepkimesinin entalpisi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = \sum n. \Delta H^\circ_f(\text{ürünler}) - \sum n. \Delta H^\circ_f(\text{Girenler})$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = [\text{c. } \Delta H^\circ_f(\text{C}) + \text{d. } \Delta H^\circ_f(\text{D})] - [\text{a. } \Delta H^\circ_f(\text{A}) + \text{b. } \Delta H^\circ_f(\text{B})]$$

Örnek:

Bileşik	Molar Oluşum Entalpisi (ΔH°_f)
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	-84,7
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	-285,8

Tabloda verilen standart molar oluşum entalpilerini kullanarak aşağıdaki tepkimenin standart koşullardaki entalpi değişimini hesaplayınız.



Tepkimenin endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu yorumlayınız.

Çözüm:

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = \sum n. \Delta H^\circ_f(\text{ürünler}) - \sum n. \Delta H^\circ_f(\text{Girenler})$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = [2 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O})] - [1 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_6) + 7/2 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{O}_2)]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = [2 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-285,8)] - [1 \cdot (-84,7) + 7/2 \cdot 0]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = [(-787) + (-857,4)] - [(-84,7) + 0]$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = -1644,4 + 84,7$$

$$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}} = -1559,7 \text{ kJ}$$

(Entalpi değeri sıfırdan küçük olduğu için tepkime ekzotermiktir. Tepkimede 1 mol C_2H_6 gazı yandığında 1559,7 kJ enerji açığa çıkar.)

Potansiyel Enerji-Tepkime Koordinatı Grafiği

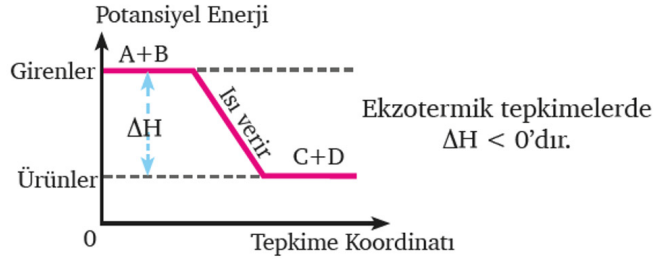
Kimyasal tepkime gerçekleşirken maddelerin kinetik ve potansiyel enerjilerinde meydana gelen değişim tepkimedeki ısı değişimine ve tepkimeye eşlik eden ısıya sebep olur.

Potansiyel enerji ise kimyasal türlerin birbirine göre konumu ve türler arasındaki etkileşimlerinden kaynaklanan enerjidir. Maddelerin sahip olduğu potansiyel enerji kimyasal olaylar sırasında ısı, ışık, ses, elektrik veya hareket enerjisine dönüşebilir. Kimyasal tepkimelerde potansiyel enerji zamanla değişir.

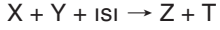
Tepkimede ürünlerin potansiyel enerjisi tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisinden daha düşük ise aradaki fark ısı olarak dışarıya verildiğinden tepkime ekzotermiktir.



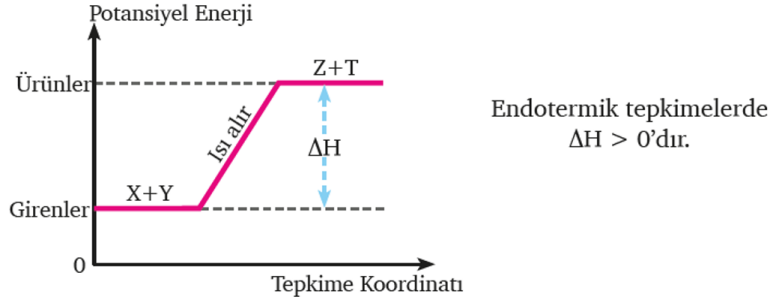
şeklindeki bir ekzotermik tepkimenin 'Potansiyel Enerji - Tepkime Koordinatı' grafiği aşağıdaki gibidir.



Tepkime ürünlerin potansiyel enerjisi tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisinden daha yüksek ise aradaki farkın dışarıdan ısı olarak alınması gerekir, bu nedenle tepkime endotermiktir.



şeklindeki bir endotermik tepkimenin 'Potansiyel Enerji - Tepkime Koordinatı' grafiği aşağıdaki gibidir.



KONU ANLATIMI

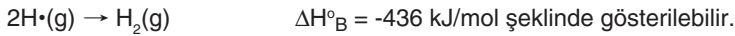
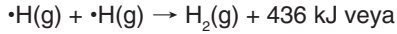
• Oluşum Entalpisi

BAĞ ENERJİLERİ

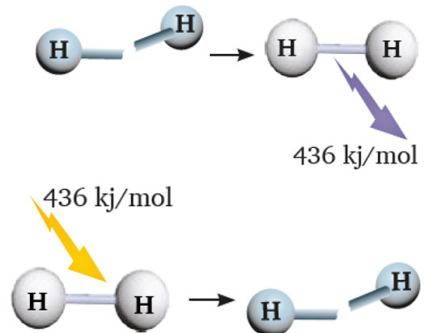
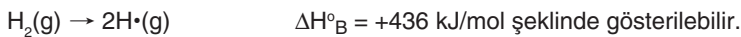
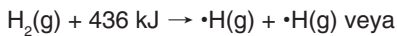
Bağ Enerjileri ve Tepkime Entalpisi

Aynı veya farklı cins atomları, kuvvetli etkileşimlerle bir arada tutan çekim kuvvetlerine **kimyasal bağ** denir. **Bağ enerjisi** (**bağ entalpisi**) atomlar arasındaki kovalent bağ kırmak için gerekli olan enerjidir. Bağ enerjisi ΔH°_B ile gösterilir ve birimi kJ/mol'dür.

Kimyasal bağın oluşumu ekzotermiktir.



Kimyasal bağın kırılması ise endotermiktir.



DİKKAT

Bağ enerjisi ve bağ uzunluğu atomun büyüklüğü, elektronegatiflik ve molekülün yapısı gibi birçok faktöre bağlıdır.

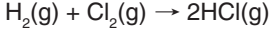
Kimyasal tepkimelerde tepkimeye giren kimyasal türler arasındaki bağlar kırılırken ürünleri oluşturmak için yeni bağlar oluşur. Kırılan bağlar ile oluşan bağlar arasındaki enerji farkı tepkimenin entalpisini verir.

$\Delta H = \text{Kırılan bağların toplam enerjisi} - \text{oluşan bağların toplam enerjisi}$

$\Delta H^\circ = \sum n \Delta H^\circ_B (\text{kırılan bağlar}) - \sum n \Delta H^\circ_B (\text{oluşan bağlar})$

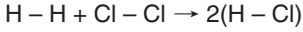
Örnek:

Aşağıdaki tepkimelerin ΔH° değerini, tablodaki bağ enerjilerini kullanarak hesaplayınız.



Bağ	Bağ Enerjileri (kJ/mol)
H – H	436
Cl – Cl	242
H – Cl	431

Çözüm:



$\Delta H = \text{Kırılan bağların toplam enerjisi} - \text{oluşan bağların toplam enerjisi}$

$\Delta H^\circ = \sum n \Delta H^\circ_B (\text{kırılan bağlar}) - \sum n \Delta H^\circ_B (\text{oluşan bağlar})$

$\Delta H^\circ = [\Delta H^\circ_B (\text{H} - \text{H}) + \Delta H^\circ_B (\text{Cl} - \text{Cl})] - [2 \cdot \Delta H^\circ_B (\text{H} - \text{Cl})]$

$\Delta H^\circ = [436 + 242] - [2 \cdot 431]$

$\Delta H^\circ = 678 - 862 = - 184 \text{ kJ}$



KONU ANLATIMI

• Bağ Enerjileri ve Tepkime Entalpisini

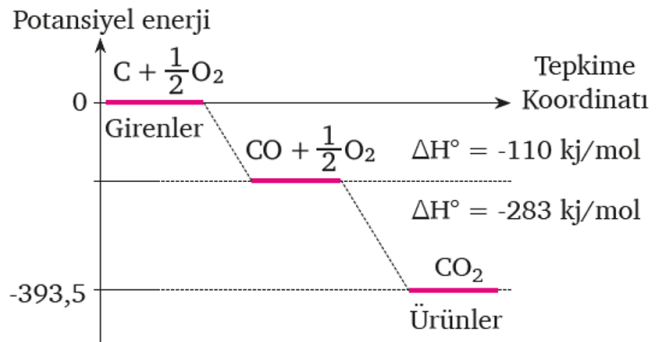
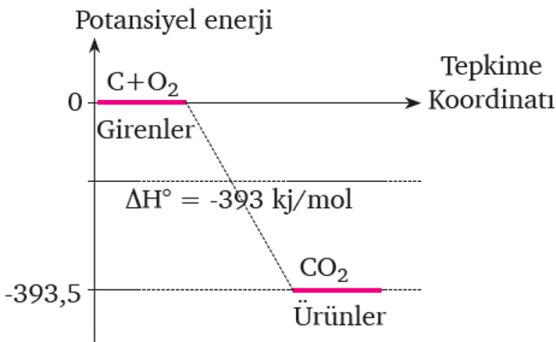
TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ

Hess Yasası

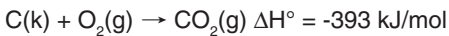
Kimyasal tepkimedeki toplam entalpi değişimi ara basamakların entalpi değişimlerinin toplamına eşittir ve bu eşitlik **Hess Yasası** olarak bilinir.

Bir tepkime ister tek adımda isterse birden fazla adımda gerçekleşsin tepkimenin entalpi değişimi sabittir.

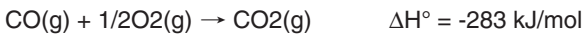
Örneğin, karbonun yanması sonucu CO_2 gazı oluşumu tek adımda gerçekleşebileceği gibi iki adımda da gerçekleşebilir.



İlk durumda tek basamaklı karbon dioksit elde edilirken



İkinci durumda iki basamakta karbon dioksit elde edilebilir.



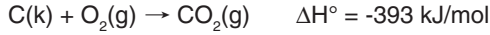
İkinci durumda tepkime entalpileri toplandığında CO_2 'in entalpi değişiminin aynı olduğu görülür.

KRİTİK BİLGİ

Hess Yasası entalpi değişimlerinin sadece tepkimeye girenlerin ve ürünlerin entalpisine bağlı olduğunu, ara basamaklara bağlı olmadığını gösterir. Entalpi değişimi tepkimenin izlediği yola ve ara ürün enerjisine bağlı değildir.

Hess Yasasına göre;

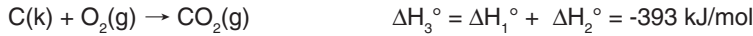
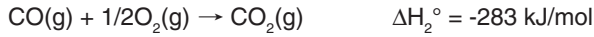
- Bir tepkime ters çevrilirse tepkime entalpisi işaret değiştirir.



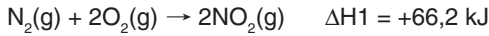
- Tepkime bir sayıyla çarpılır veya bölünürse entalpi değişimi de aynı sayıyla çarpılır veya bölünür.



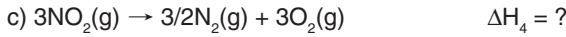
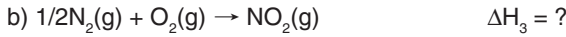
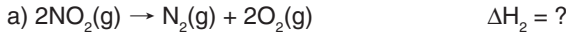
- Tepkimeler toplanırsa, toplanan tepkimelerin entalpi değişimleri de toplanır.



Örnek:



Verilen tepkime ve entalpi değişimine göre aşağıdaki tepkimelerin entalpi değişimin (ΔH) hesaplayınız.



Çözüm:

a) Verilen tepkime ters çevrilerek istenilen tepkime elde edilir. Bir tepkime ters çevrilirse ΔH işaret değiştirir.

$$\Delta H_2 = -66,2 \text{ kJ olur.}$$

b) Verilen tepkime 2'ye bölünerek (1/2 ile çarpılarak) elde edilir. Bir tepkime bir sayıyla çarpılır veya bölünürse ΔH 'de çarpılır veya bölünür.

$$\Delta H_3 = 66,2/2 = +33,1 \text{ kJ olur.}$$

c) Verilen tepkime ters çevrilerek 3/2 ile çarpılarak elde edilir. ΔH hem işaret değiştirir hem de 3/2 ile çarpılır.

$$\Delta H_4 = -66,2 \cdot 3/2 = -99,3 \text{ kJ olur.}$$



KONU ANLATIMI

- Tepkime Isılarının Toplanabilirliği (Hess Yasası)

1. KİMYASAL ENERJİ

Verilen bilgileri okuyarak soruları yanıtlayınız.

Kimyasal tepkimeler enerji değişimi ile gerçekleşir. Bulunduğu ortamdan ısı alarak gerçekleşen tepkimeler endotermik, bulunduğu ortama ısı vererek gerçekleşen tepkimeler ise ekzotermiktir. Kimyasal tepkimelerde kullanılan ısı enerjisi birimi Joule dur.

Örneğin su molekülleri gaz haline geçerken bulundukları ortamdan ısı alırlar, böylece oluşan gaz molekülleri sıvı moleküllere göre daha yüksek enerjili olurken, tepkimenin ısıyı çektiği ortam soğur.

Odun, kömür, benzin veya doğalgaz yandığında ise bulundukları ortama ısı verirler. Bu nedenle yakıt olarak kullanılırlar. Eşit kütlede yandığında en fazla ısı veren yakıt, en iyi yakıt olarak kabul edilir.

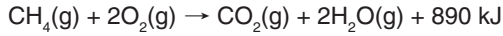
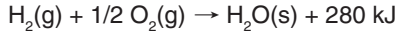
Örneğin, yemek pişirmede kullandığımız LPG tüpündeki gazın 1 litresi yandığında 24000 kJ enerji verir. Ayrıca LPG, daha ekonomik ve çevreye daha az zararlı olduğundan arabalarda da benzine alternatif olarak kullanılmaktadır.

A) Bir çay ocağında, çay yapmak için günde 20 litre su kullanılıyor. Suyu ısıtmak için gereken enerji 400 kJ/ L olduğuna göre bu çay ocağında bir mutfak tüpü kaç gün kullanılabilir?

(Kullanılan LPG tüpünde 20 litre gaz vardır.)

B) Aşağıdaki tepkimeleri inceleyerek hidrojen gazının mı yoksa doğal gazın mı daha iyi yakıt olduğunu bulunuz. Yanma sonucu oluşan ürünleri çevreye etkileri bakımından karşılaştırınız.

(Mol kütleleri, g/mol, H: 1, C:12, O: 16)

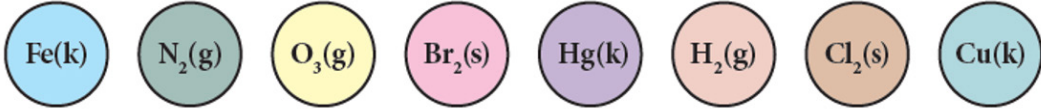


C) Elimizi yüzümüzü suyla yıkamak ya da bu bölgelere kolonya sürmek bizi neden serinletir?

Suyun buharlaşma ısısı 2260 J/g, etanolün buharlaşma ısısı ise 850 J/g olduğuna göre su mu yoksa kolonya mı daha serin hissetmemizi sağlar? Açıklayınız.

2. KİM KARARLI?

1.Yönerge: Aşağıda verilen elementlerden yola çıkarak A ve B sorularını cevaplandırınız.

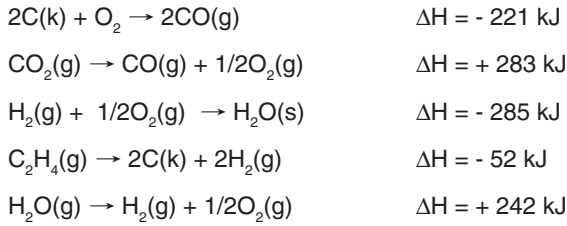


A) Yönergede verilen elementlerden hangilerinin oluşum entalpisi sıfır (0)'dır? Açıklayınız.

B) 2000 m rakımlı bir yerin koşullarını düşündüğünüzde, A sorusunda seçtiğiniz elementleri yine seçer miydiniz? Açıklayınız.

3. KİMİ KULLANACAKSIN?

Yönerge: Aşağıda verilen tepkimelerin entalpilerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.



A) Hess Yasası'nın neden ortaya atıldığını açıklayınız.

B) $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$ tepkimesinin entalpisini hesaplamak için yönergede verilen tepkimelerden hangilerinin tepkime entalpisi bilinmelidir? Açıklayınız.

C) Verilen tepkimeleri kullanarak CO_2 gazının molar oluşum entalpisini ve H_2O sıvısının molar buharlaşma entalpisini hesaplayınız.

1. I. Ekzotermik çözünme sırasında çözeltinin sıcaklığı artar.
II. Endotermik çözünme gerçekleşirken çözeltinin sıcaklığı azalır.
III. Endotermik ısı veren, ekzotermik ısı alan tepkimedir.

Yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

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



2. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$

Tepkimesine göre; 5,1 g $NH_3(g)$ oluştuğunda çevreye ne kadar ısı salınır?

(Mol kütleleri, g/mol, NH_3 :17)

- A) 74,2 B) 51,4 C) 27,6
D) 13,8 E) 6,9



3. $X \rightarrow Y + Z$ ($\Delta H < 0$)

Yukarıda verilen tepkime için;

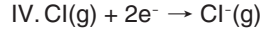
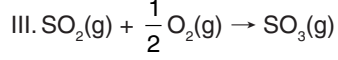
- I. Tepkime endotermiktir.
II. Tepkimenin gerçekleştiği kabın sıcaklığı artar.
III. Enerji yönünden Y ve Z daha karardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



4. I. $F_2(g) \rightarrow 2F(g)$

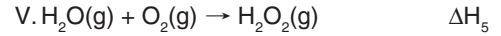
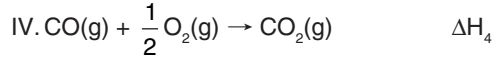
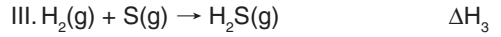
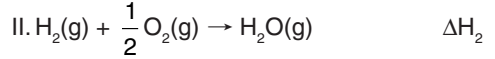


Yukarıdaki tepkimelerden hangileri endotermiktir?

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



5. I. $MgCO_3(k) \rightarrow MgO(k) + CO_2(g)$ ΔH_1

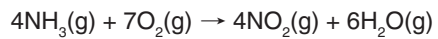
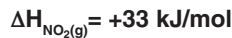


Yukarıda verilen tepkimelerden hangilerinin entalpisi molar oluşum entalpisidir?

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



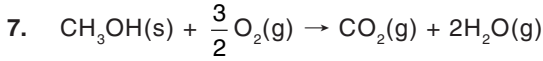
6. $\Delta H_{NH_3(g)} = -92 \text{ kJ/mol}$



tepkimesinin entalpi değişimi kaç kJ'dür?

- A) +1216 B) +1584 C) -1584
D) -1216 E) +135





$\Delta H = -639,5 \text{ kJ}$

Tepkimesine göre $\text{CH}_3\text{OH}(\text{s})$ bileşiğinin standart molar oluşma entalpisi kaç kJ'dür?

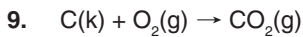
$(\Delta H_{\text{CO}_2(\text{g})} : -393,5 \text{ kJ/mol}, \Delta H_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})} : -241,8 \text{ kJ/mol})$

- A) -237,6
- B) +237,6
- C) -1516,6
- D) +1516,6
- E) -1516,6



8. Aşağıdaki maddelerden hangisinin standart molar oluşma entalpisi sıfır değildir?

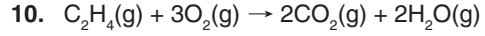
- A) $\text{H}_2(\text{g})$
- B) $\text{I}_2(\text{s})$
- C) $\text{Fe}(\text{k})$
- D) $\text{Hg}(\text{s})$
- E) $\text{O}_2(\text{g})$



Tepkimesine göre 4,8 g karbon yeterince oksijen ile yakıldığında 158 kJ ısı açığa çıkıyor.

Buna göre, CO_2 gazının standart molar oluşma entalpisi kaç kJ'dür? (Mol kütlesi, g/mol, C: 12)

- A) +395
- B) +158
- C) +39,5
- D) -158
- E) -395



tepkimesinin standart entalpisi -1304 kJ'dür. 8,4 gram C_2H_4 ve 9,6 gram O_2 gazı kapalı bir kapta tam verimle tepkimeye giriyor.

Buna göre

I. Normal şartlarda 6,72 L O_2 gazı harcanır.

II. 0,2 mol C_2H_4 gazı artar.

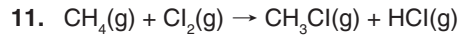
III. Tepkimenin oluşması için 130,4 kJ ısı gerekir.

IV. Ürünlerin enerjisi girenlerin enerjisinden küçüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

(Mol kütleleri, g/mol, H:1, C: 12, O: 16)

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



tepkimesinin standart şartlardaki tepkime entalpisi -113 kJ'dür.

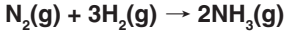
Bağ enerjileri; C-H=414 kJ/mol, C-Cl=339 kJ/mol, H-Cl=431 kJ/mol olduğuna göre, Cl-Cl bağının ayrışma enerjisi kaç kJ/mol'dür?

- A) 152
- B) 243
- C) 354
- D) 432
- E) 546



Bağlar	Bağ Enerjileri (kJ/mol)
N≡N	200
H-H	100
N-H	90

Yukarıda verilen tablodaki bağ enerjilerine göre



reaksiyonu ile standart şartlarda 8,5 g NH_3 elde edilirken açığa çıkan ısı kaç kJ dur?

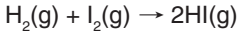
(Mol kütleleri, g/mol, H: 1, N: 14)

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50



Bağ Türü	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
H-H	436
I-I	149
H-I	295

Yukarıda verilen bağ enerjilerine göre



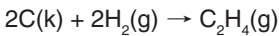
tepkimesinin entalpisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) +680 B) -5 C) -30
D) +575 E) +5



14. I. $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -330$ kkal
II. $\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$; $\Delta H = -94$ kkal
III. $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -58$ kkal

Reaksiyon ısıları bilindiğine göre,



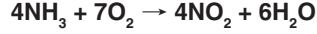
reaksiyonunun entalpisi kaç kkal'dir?

- A) +120 B) -120 C) +84
D) +26 E) -26



15. I. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ $\Delta H = -330$ kkal
II. $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ $\Delta H = -58$ kkal
III. $\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ $\Delta H = +30$ kkal

Reaksiyon ısıları bilindiğine göre;



reaksiyonunun entalpisi kaç kkal'dir?

- A) -252 B) -372 C) +372
D) -438 E) +438



16. I. $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$ ΔH_1
II. $\frac{1}{2} \text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow \text{AB}_2$ ΔH_2
III. $\text{A}_2\text{B}_3 \rightarrow \text{AB} + \text{AB}_2$ ΔH_3

Yukarıdaki tepkimelerin entalpi değerleri bilindiğine göre A_2B_3 bileşiğinin molar oluşum entalpisi aşağıdakilerden hangisi ile bulunur?

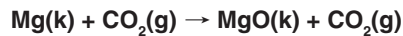
- A) $\Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$
B) $\frac{1}{2} \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$
C) $\Delta H_2 + \Delta H_3 - \frac{1}{2} \Delta H_1$
D) $\frac{1}{2} \Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2} \Delta H_3$
E) $\Delta H_1 - (\Delta H_2 + \Delta H_3)$



17. Aşağıda bazı tepkimelerin entalpi değerleri verilmiştir.

- I. $\text{C}(\text{k}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$ $\Delta H = -110$ kJ
II. $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +393$ kJ
III. $2\text{MgO}(\text{k}) + \text{C}(\text{k}) \rightarrow 2\text{Mg}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +802$ kJ

Buna göre,



tepkimesinin entalpi değişimi kaç kJ olur?

- A) -314,5 B) +314,5 C) +157,25
D) -157,25 E) +629





ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KİMYA

11. SINIF

5. ÜNİTE

KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ

- TEPKİMELERDE HIZ
- TEPKİME HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

TEPKİME HIZLARI

Kimyasal Tepkimelerin Hızları



Paslanmış demir

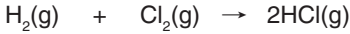


Meke Krater Gölü

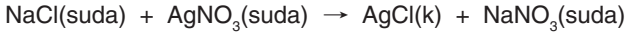
Günlük yaşamda hızları birbirinden farklı birçok kimyasal olay gerçekleşir. Bazı kimyasal tepkimeler o kadar hızlı gerçekleşir ki bu tepkimeler daha dikkat çekicidir. Bir yarış arabasının yüksek hızlara ulaşması veya havai fişek gösterileri hızlı gerçekleşen tepkimelerdir. Bazı tepkimeler ise o kadar yavaş gerçekleşir ki kimyasal bir olay olduğunun farkına varmak güçtür. Konya Meke Krater Gölü'nün oluşumu yüzyıllar içinde gerçekleşmiştir. Günümüzden 4-5 milyon yıl önce ve yaklaşık 9000 yıl önce gerçekleşen iki volkanik patlama sonucu oluşan krater zamanla su ile dolmuştur. Bu süreçte pek çok fiziksel ve kimyasal olay gerçekleşmiştir. Fiziksel ve kimyasal olayların gerçekleşme hızı büyük farklılık gösterir. Yavaş gerçekleşen tepkimelere jeolojik olaylar, kömürün oluşumu, demirin paslanması ve gümüşün kararması örnek verilebilir.

Tepkime Hızlarının Ölçülmesi

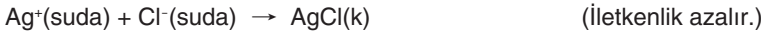
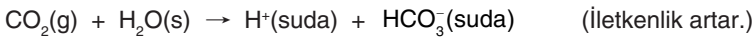
Bir tepkimenin hızını izleyebilmek için giren maddelerle ürünlerin birbirinden farklı olan renk, çökelti oluşumu, elektrik iletkenliği, basınç, hacim, sıcaklık gibi bazı özelliklerinden yararlanılır.

Renk Değişimi

Renksiz sarı-yeşil renksiz

Çözünme-Çökeltme

Beyaz Çökelti

Elektrik İletkenliği Değişimi**Basınç-Hacim Değişimi****Isı Değişimi**

Bunların dışında tepkime hızını ölçmek için tepkimelerin daha başka özelliklerinden (pH değişimi vb.) de yararlanılabilir.

Madde Miktarı Tepkime Hızı

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

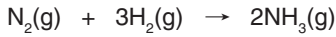
$$\text{Hız} = \frac{\text{Giren veya ürünün madde miktarındaki değişim}}{\text{Zaman aralığı}}$$

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

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

Tepkimeye giren ve oluşan ürünlerin fiziksel durumuna göre madde miktarı, mol, hacim, atm cinsinden; süre de saniye, dakika, gün cinsinden alınabilir. Tepkime hızının hangi birim cinsinden hesaplanacağına dikkat etmek gerekir. Ayrıca bir tepkimede girenlerin harcanma hızı ile ürünlerin oluşma hızı birbirine eşit olmayabilir. Bu nedenle tepkime hızının hangi maddeye göre hesaplanacağı belirtilmelidir.

Örneğin amonyağın oluşum hızı azot ve hidrojene göre hesaplanabilir.



Tepkimede azot ve hidrojenin miktarı zamanla azalacağı için hızı "-" ile amonyak miktarı zamanla artacağı için hızı "+" ile belirtilir.

N₂'un harcanma hızı,

$$\text{Hız} = \frac{\text{N}_2 \text{ derişimindeki değişme}}{\text{Zaman}} = \frac{-\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t}$$

H₂'in harcanma hızı,

$$\text{Hız} = \frac{\text{H}_2 \text{ derişimindeki değişme}}{\text{Zaman}} = \frac{-\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

NH₃'in oluşma hızı,

$$\text{Hız} = \frac{\text{NH}_3 \text{ derişimindeki değişme}}{\text{Zaman}} = \frac{+\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t}$$

H₂'in harcanma hızı N₂'un harcanma hızının 3 katıdır.

$$\text{Hız}_{\text{H}_2} = 3 \cdot \text{Hız}_{\text{N}_2}$$

NH₃'in oluşma hızı N₂'un harcanma hızının 2 katı kadardır.

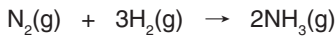
$$\text{Hız}_{\text{NH}_3} = 2 \cdot \text{Hız}_{\text{N}_2}$$

Bu durum aşağıdaki denklemlerle de ifade edilebilir.

$$\text{Hız} = \frac{-\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} = \frac{-\Delta[\text{H}_2]}{3\Delta t} = \frac{+\Delta[\text{NH}_3]}{2\Delta t} \quad \text{veya} \quad 6 \cdot \text{Hız}_{\text{N}_2} = 2 \cdot \text{Hız}_{\text{H}_2} = 3 \cdot \text{Hız}_{\text{NH}_3}$$

Ortalama Tepkime Hızı

Çarpışma teorisine göre etkin çarpışma sayısı arttıkça tepkime hızı artar. Tepkimeye girenlerin madde miktarı tepkime başladığında en yüksek seviyededir. Tepkime ilerledikçe girenler ürünlere dönüştüğü için ortamdaki tepkimeye giren madde miktarı azalır. Dolayısıyla etkin çarpışma sayısı da azalır. Bu nedenle kimyasal tepkimelerde tepkime ilerledikçe tepkime hızı azalır.

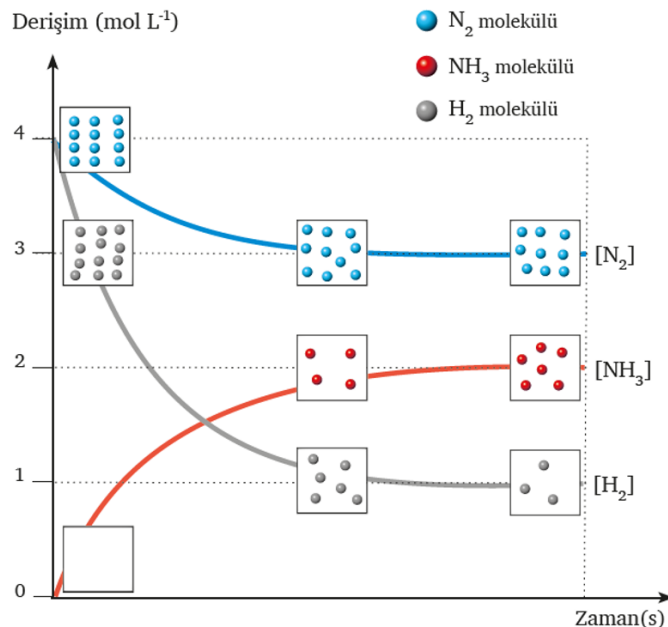


Yukarıdaki tepkimedeki N₂, H₂ ve NH₃ derişimlerinin zamanla değişimi görülmektedir. NH₃ derişiminin sıfırdan başlayarak zamanla hızla arttığı, N₂ ve H₂ derişimlerininse zamanla hızla azaldığı görülür. Tepkime ilerledikçe derişimdeki değişiklik miktarı daha yavaş değişmektedir. Tepkimeye giren madde miktarı azaldıkça tepkime hızı azalır.

Kimyasal tepkimelerde hız tepkime boyunca genellikle değişir, sabit kalmaz. Tepkimenin belirli bir andaki hızına **anlık hız** denir. Belirli bir kimyasal tepkimede birim zamanda harcanan ya da oluşan madde miktarındaki değişikliğe ise **ortalama tepkime hızı** denir.

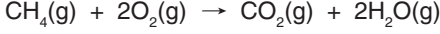
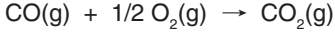
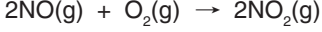
ÖNEMLİ BİLGİ

Anlık hız hesabı yapılırken madde miktarının zamanla değişimini belirten grafiklerde maddenin harcanma hızını belirten eğriye çizilen teğetten eğim hesabının yapılması gerekir.



Homojen ve Heterojen Faz Tepkimeleri

Kimyasal tepkimeler giren ve oluşan ürünlerin fiziksel hâllerine göre homojen ve heterojen olarak sınıflandırılabilir. Homojen faz tepkimelerinde tepkimede yer alan türlerin hepsi aynı fazdadır. Homojen faz tepkimelerine örnek olarak aşağıdaki tepkimeler verilebilir.



Heterojen faz tepkimelerinde farklı fazlarda kimyasal türler bulunur. Heterojen faz tepkimelerine örnek olarak aşağıdaki tepkimeler verilebilir.



KONU ANLATIMI

- Tepkime Hızları I



KONU ANLATIMI

- Tepkime Hızları II

Tek ve Çok Basamaklı Tepkimeler ve Hız

Kimyasal tepkimeler tek basamakta gerçekleşebileceği gibi art arda gerçekleşen birkaç basamakta da meydana gelebilir. Bir tepkimede tepkime hızının derişime bağıllığını gösteren matematiksel ifadeye **hız denklemi** ya da **hız bağıntısı** denir. Hız denklemi, her tepkime için deney sonuçlarından elde edilen ve tepkimeye etki eden faktörleri içinde barındıran matematiksel bağıntı olarak da ifade edilebilir.



Tek basamakta gerçekleşen tepkimenin hız denkleminde, tepkimeye girenlerin molar derişimlerinin tepkime denklemindeki katsayıları üs olarak alınır. Hız denklemi hıza etki eden her maddenin derişiminin birbiri ile çarpılmasıyla elde edilir.

Hız = $k \cdot [\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b$ şeklinde ifade edilir.

Hız denklemindeki derişim terimlerinin üsleri yani a ve b'nin toplamına **tepkimenin mertebesi (derecesi)** denir.

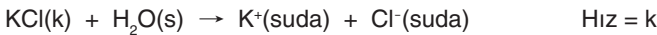
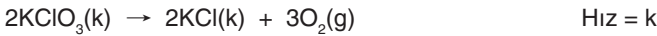
k hız sabitidir ve her tepkime için belli bir sıcaklıkta daima sabittir.

ÖNEMLİ BİLGİ

Hız sabiti k 'nın birimi hesaplanırken = $\left(\frac{\text{L}}{\text{mol}} \right)^{\text{Tepkime derecesi} - 1} \cdot 1/\text{s}$ eşitliği kullanılabilir.

Hız sabitinin değeri ise herhangi bir deney verisinde bulunan değerler hız bağıntısında yerine yazılarak hesaplanır.

Tepkime hız denkleminde saf sıvı ve saf katılar yer almaz. Çünkü saf sıvı ve saf katıların miktarlarının değiştirilmesi derişimlerini değiştirmez. Tepkime hız denkleminde sadece gazlar ve sulu çözeltiler yer alır.



Hız denklemi yukarıdaki gibi olan tepkimeler sıfırıncı derecedendir.

Tek basamakta gerçekleşen $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NH}_3\text{(g)}$ tepkimesinin hız denklemi

Hız = $k[\text{N}_2][\text{H}_2]^3$ şeklindedir ve 4. dereceden bir tepkimedir (N_2 'a göre 1, H_2 'e göre 3. dereceden).

Bazı tepkimeler birden fazla basamakta gerçekleşebilir. Tepkimenin meydana geldiği basamaklar zincirine **tepkime mekanizması** denir. Tepkime mekanizması, bir tepkimenin nasıl ilerlediği konusunda sadece bir tahmindir. Bu tahmin deneysel sonuçlarla tutarlı olmalıdır. Mekanizmalı tepkimelerde hız denklemi en yavaş adıma göre yazılır.



tepkimesinde olduğu gibi genellikle tepkimeye giren tanecik sayısı ikiden fazla olduğunda mekanizmalı tepkime oluşur. Üç taneciğin aynı anda çarpışması genellikle tek adımda meydana gelmez.

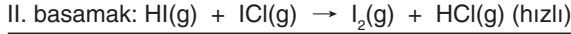
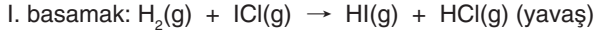
Hidrojenin iyot monoklorürle tepkimesi tek basamakta gerçekleşmiş olsaydı hız denklemi;

$$\text{Hız} = k[\text{H}_2][\text{ICl}]^2$$

şeklinde olurdu. Fakat deneysel olarak elde edilen hız denklemi;

$$\text{Hız} = k[\text{H}_2][\text{ICl}] \text{ şeklindedir.}$$

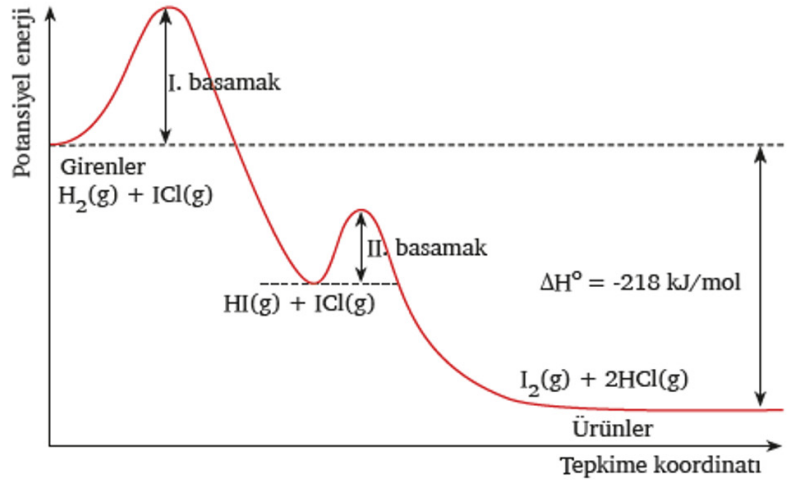
Hız denkleminin bu şekilde olması tepkimenin mekanizmalı olduğunu gösterir. Hidrojenin iyot monoklorürle tepkimesinin tepkime basamakları aşağıdaki gibidir.



Bu tepkimeye ait 'Potansiyel Enerji- Tepkime Koordinatı' grafiği verilmiştir.

Grafikten de anlaşılacağı gibi I. basamağın ileri aktifleşme enerjisi II. basamaktan büyük olduğu için I. basamak yavaş basamaktır. Çünkü aktifleşme enerjisi ne kadar büyükse tepkime hızı o kadar yavaştır. Mekanizmalı tepkimelerde tepkime basamakları ve hangi basamağın yavaş basamak olduğu verilmişse hız denklemi, verilen yavaş basamağa göre yazılır.

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

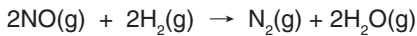


Bu tepkimenin yavaş basamağa göre yazılan hız denklemi

$$\text{Hız} = k[\text{H}_2][\text{ICl}]$$

şeklinde olur ve tepkime 2. dereceden (2. mertebeden) bir tepkimedir.

Bir tepkimenin derişiminin tepkime hızına etkisini gösteren deney sonuçlarından yararlanarak da tepkime hızı bulunabilir.



tepkimesine ait tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin değışiminin hızı etkisini gösteren deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney Numarası	Başlangıç Derişimi (M)		Ortalama Tepkime Hızı (M/s)
	[NO]	[H ₂]	
I	0,1	0,1	2×10^{-6}
II	0,1	0,2	4×10^{-6}
III	0,2	0,1	8×10^{-6}

Tablodaki I ve II. deney sonuçları karşılaştırıldığında NO derişimi sabitken H₂ derişimi 2 kat artırıldığında hızın 2 katına çıktığı görülür. Bu durum H₂ derişiminin hızla doğru orantılı olduğunu gösterir. Benzer şekilde I ve III. deney sonuçları karşılaştırıldığında H₂ derişimi sabitken NO derişiminin 2 katına çıkması tepkime hızını 4 kat artırmıştır. NO derişimi de hızı karesi kadar etki etmektedir. Bu ilişki matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

I ve II. deneyde [NO] sabit [H₂] değışkendir.

$$\frac{\text{II.deney}[\text{H}_2]}{\text{I.deney}[\text{H}_2]} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \quad \frac{\text{II.deney Hız}}{\text{I.deney Hız}} = \frac{4 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 2$$

H₂ derişimi 2 katına çıktığında tepkime hızı 2 katına çıktığına göre $\text{Hız} \propto [\text{H}_2]$

I ve III. deneyde [H₂] sabit [NO] değışkendir.

$$\frac{\text{III.deney}[\text{NO}]}{\text{I.deney}[\text{NO}]} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \quad \frac{\text{III.deney Hız}}{\text{I.deney Hız}} = \frac{8 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 2^2$$

NO derişimi 2 katına çıktığında tepkime hızı 4 katına çıktığına göre hız denklemi $\text{Hız} \propto [\text{NO}]^2$

Elde edilen bilgiler bir araya getirildiğinde

$$\text{Hız} \propto [\text{H}_2]$$

$$\text{Hız} \propto [\text{NO}]^2$$

$$\text{Hız} = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2$$

Sonuç olarak tepkimeye ait hız denklemi $\text{Hız} = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2$ şeklinde ifade edilir.

Tepkimenin derecesi = 1 + 2 = 3 olur.

$$\text{Hız sabiti } k \text{'nın birimi ise} = \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}} \right)^{3-1} \cdot 1/\text{s} = \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}} \text{ olur.}$$

Hız sabitini değeri ise herhangi bir deney verisinde bulunan değerler hız bağıntısında yerine yazılarak hesaplanır.

ÖNEMLİ BİLGİ

Tepkimeye giren tanecik sayısı ne kadar çok ise tepkimenin tek adımda gerçekleşme ihtimali o kadar az olur.

TEPKİME HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kimyasal tepkimelerin hızlarını belirlemek ve değiştirmek kimyanın önemli alanlarından biridir.

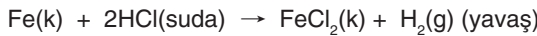
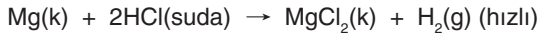
Tepkime hızına etki eden faktörler şunlardır:

1. Madde cinsi
2. Derişim
3. Sıcaklık
4. Katalizör
5. Temas yüzeyi

1. Madde Cinsi

Tepkimeye giren maddenin cinsi tepkime hızına etki eden en önemli faktörlerden biridir. Kimyasal bir tepkimenin hızına tepkimeye giren kimyasal türlerin cinsi, fiziksel hâlleri, kopan ve oluşan bağların sayısı etki eder.

Aktif olan metal ve ametaller, diğer metal ve ametallere göre daha hızlı tepkime verir. Örneğin 2A grubunda bulunan Mg metalinin HCl çözeltisi ile tepkimesi oldukça hızlıdır. Tepkimenin hızlı oluşu gaz çıkışı ile gözlenebilir. Geçiş metallerinden olan Fe ise HCl çözeltisi ile oldukça yavaş tepkime verir. Bu durum Mg metalinin tepkimeye girme eğilimine ve metalik aktifliğine bağlıdır.

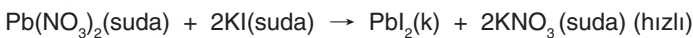


Moleküller arasında gerçekleşen tepkimelerde, moleküller arası etkileşimleri fazla olanların tepkimesi daha yavaş gerçekleşir. Bir tepkimede kopan ve oluşan bağ sayısı fazla ise tepkime yavaş gerçekleşir. Mumun oksijenle tepkimesinde kopan ve oluşan bağ sayısı, metanın oksijenle tepkimesindeki kopan ve oluşan bağ sayısından fazladır. Bu nedenle mumun oksijenle tepkimesi yavaş, metanın oksijen gazı ile tepkimesi ise hızlıdır.



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

Katı hâldeki kurşun(II)nitrat ve potasyum iyodürün tepkimesi çok yavaş gerçekleşir. Bunun nedeni katı hâldeyken kurşun(II) nitrat ve potasyum iyodür içindeki güçlü iyonik bağın kırılmasının zor olmasıdır. Fakat bu bileşiklerin sulu çözeltilerinin tepkimesi oldukça hızlı gerçekleşir.



Zıt yüklü iyonlar arasında gerçekleşen tepkimeler hızlı gerçekleşen tepkimelerdir. Çünkü bu tepkimelerde zıt yüklü iyonlar birbirini çekeğinden uygun geometri ile çarpışan tanecik sayısı dolayısıyla etkin çarpışma sayısı fazladır.

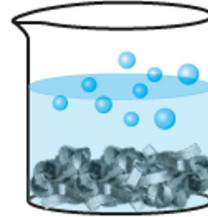
Zıt yüklü iyonlar arasında gerçekleşen tepkimeler moleküller arasında gerçekleşen tepkimelerden daha hızlı ilerleme eğilimindedir.

ÖNEMLİ BİLGİ

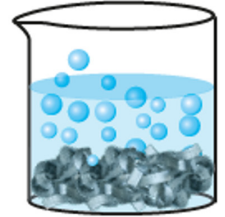
Zıt yüklü iyon sayısı fazla olan tepkimeler daha yavaş gerçekleşir.

2. Derişim

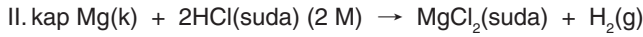
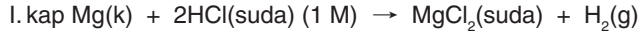
Tepkime hızı etkin çarpışma sayısına bağlıdır. Etkin çarpışma sayısını artıran faktörler tepkime hızını da artıracaktır. Etkin çarpışma sayısını artıran faktörlerden biri de tepkimeye giren maddelerin derişimidir. 1 M'lık HCl çözeltisi ile 2 M'lık HCl çözeltisinin 2,00 g Mg ile verdiği tepkime karşılaştırıldığında 2 M'lık HCl çözeltisinin daha hızlı tepkime verdiği görülür.



1 M HCl
2,00 g Mg



2 M HCl
2,00 g Mg



II. kaptaki tepkime I. kaptaki tepkimeden daha hızlı gerçekleşir çünkü derişim arttıkça tepkime hızı da artar.

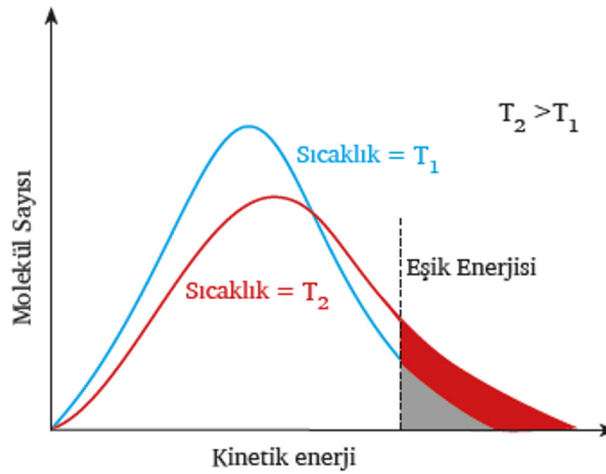
3. Sıcaklık

Sıcaklık arttıkça kimyasal türlerin kinetik enerjisi dolayısıyla etkin çarpışma sayısı ve eşik enerjisini aşan tanecik sayısı artar. Bu çarpışmalar sırasında tepkimeye girenler aktifleşmiş kompleks üzerinden ürünlere dönüşür. Girenler yeterli enerjiye sahip değilse ürüne dönüşümü mümkün olmaz.

Grafikten anlaşılacağı gibi sıcaklığı artırmak aktifleşmiş kompleks oluşturabilecek tanecik sayısını da artırır. Eşik enerjisi değişmezken eşik enerjisini aşan tanecik sayısı artar. Böylece tepkime hızı artar.

Sıcaklık artışının tepkime üzerinde iki etkisi vardır:

1. Sıcaklık arttıkça taneciklerin kinetik enerjisi ve ortalama kinetik enerji artar.
2. Aktifleşmiş kompleks oluşturabilecek taneciklerin sayısı artar. Sıcaklık artışı eşik enerjisinin değerini ve tepkimenin izlediği yolu, tepkime mekanizmasını değiştirmez.



4. Katalizör

Bir tepkimede girenlerden ürünlere alternatif bir yol oluşturarak tepkime mekanizmasını değiştiren maddelere **katalizör**, tepkimeyi hızlandıran maddelere ise **pozitif katalizör** denir. Katalizörler tepkime sonunda değişikliğe uğramadan tepkimeden ayrılır. Pozitif katalizör tepkimenin aktivasyon enerjisini düşürür. Böylece farklı bir mekanizma üzerinden yürümesini sağlar. Katalizör, tepkime hızını artırırken tepkime sonunda oluşan ürünlerin bileşimini ve verimini değiştirmez.

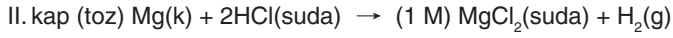
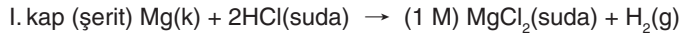
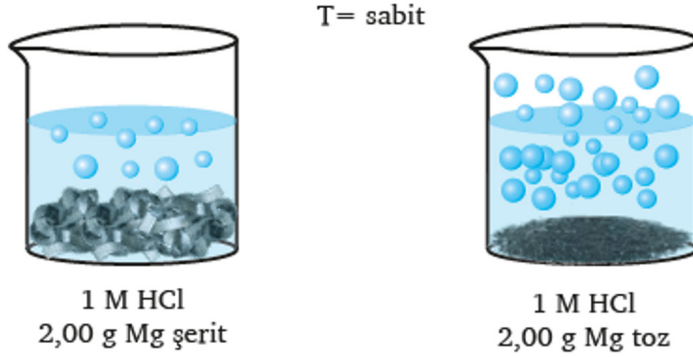
Tepkimeyi yavaşlatan maddelere **inhibitör** veya **negatif katalizör** denir.

Katalizör tepkime sonunda değişikliğe uğramadan tepkimeden ayrıldığı için net tepkime denkleminde yer almaz. Katalizörler istenirse tepkime okunun üstüne yazılabilir. Katalizör ya da inhibitör tepkime hızına etki eder fakat gerçekleşmesi imkânsız bir tepkimeyi gerçekleştiremez. Tepkime mekanizmasını ve hız sabitini değiştirir.

Tepkimeye giren katalizör, tepkimeye girenlerle aynı fazda ise homojen katalizör, farklı fazda ise heterojen katalizör olarak sınıflandırılır.

5. Temas Yüzeyi

Tepkimeye giren taneciklerin temas yüzeyi arttıkça tanecikler arasındaki çarpışma sayısı artacağı için tepkime hızı da artar.



II. kaptaki tepkime I. kaptaki tepkimeye göre daha hızlı gerçekleşir.



KONU ANLATIMI

- Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler



KONU ANLATIMI

- Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler

1. HIZLANDIR-YAVAŞLAT

Aşağıda tepkime hızına etki eden faktörlerle ilgili verilen bilgiden faydalanarak soruları cevaplayınız.

Arabayla giderken yolumuza aniden başka bir araç çıktığında yavaşlamak için frene basarız. Ekmek hamuru ılık ortamda soğuk ortama göre daha çabuk mayalanır. İnsanlar fiziksel ve kimyasal olayların kendi istedikleri hızda gerçekleşmesini isterler. İstedığımız zaman bir kimyasal tepkimeyi hızlandırıp yavaşlatabilir miyiz? Kimyasal tepkimelerin hızlarını belirlemek ve değiştirmek kimyanın önemli alanlarından biridir.

A) Aşağıdaki tabloda faktörler verilmiştir. Bu faktörlerin tepkime hızına ve hız sabitine etki edip etmediğini belirleyerek tepkime hızı ve hız sabitini X işareti ile işaretleyiniz.

FAKTÖRLER	TEPKİME HIZI	HIZ SABİTİ
Sıcaklık		
Katalizör		
Derişim		
Temas Yüzeyi		
Tepkime Türü		

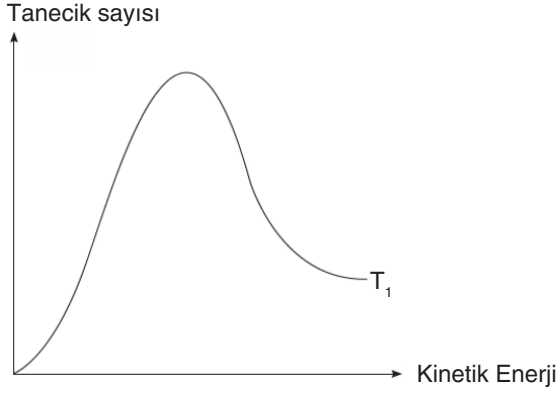
B) Aşağıdaki tabloda reaksiyonların gerçekleşme şekilleri verilmiştir. Tepkimelerin hızlı veya yavaş olma durumlarını karşılaştırarak yanlarına yazınız.

HIZLI / YAVAŞ	TEPKİMELER		HIZLI / YAVAŞ
	Aktif metal-ametal tepkimeleri	A	Diğer (aktif olmayan) metal-ametal tepkimeleri
	İyonik bağlı iki katı bileşiğin tepkimesi	B	İyonik bağlı iki bileşiğin suda çözünmüş hallerinin tepkimesi
	1 M HNO ₃ bileşiğinin Na ile tepkimesi	C	0,1 M HNO ₃ bileşiğinin Na ile tepkimesi
	X ve Y maddelerinin 100 °C'ta tepkimeye girmesi (P sabit)	Ç	X ve Y maddelerinin 50 °C'ta tepkimeye girmesi (P sabit)
	Elementlerinden NH ₃ eldesi tepkimesinde Fe(k) ilave edilmesi (V sabit)	D	Elementlerinden NH ₃ eldesi tepkimesinde ortama N ₂ ve H ₂ gazı ilave edilmesi (V sabit)
	20 °C'ta 1 bardak suya 2 gram toz şeker ilave edilmesi	E	20 °C'ta 1 bardak suya 2 gramlık 1 tane kesme şeker ilave edilmesi

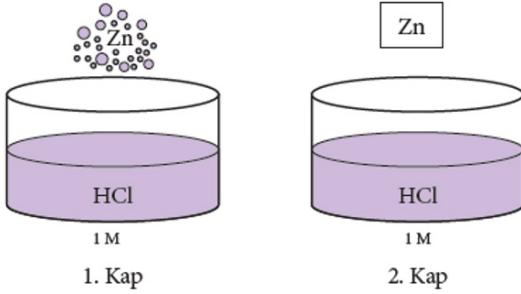
2. HANGİMİZ DAHA HIZLI

Yönerge: Öğretmen öğrencileri iki gruba ayırır ve aşağıdaki soruları öğrencilere sorar. Öğrencilerin grupça tartışıp içlerinden seçtikleri bir temsilcinin cevap vermesini ister.

A) Sıcaklık değişimi kimyasal tepkimelerin hızını nasıl etkiler? T_1 sıcaklığından daha yüksek olan T_2 sıcaklığı için grafikte bir eğri çizerek açıklayınız.



B)



Yukarıdaki kapların hangisinde tepkime daha hızlı gerçekleşir? Nedenini açıklayınız.

3. HIZLI MI? YAVAŞ MI?

Aşağıdaki bilgilerden faydalanarak soruları cevaplayınız.

Bir kimyasal tepkimede birim zamanda harcanan veya oluşan madde miktarının değişimine **tepkime hızı** denir. Çarpışma teorisine göre etkin çarpışma sayısı arttıkça tepkime hızı artar. Tepkime ilerledikçe girenler ürünlere dönüştüğü için ortamdaki tepkimeye giren madde miktarı azalır. Bu nedenle tepkime ilerledikçe tepkime hızı azalır. Bir tepkimenin hızını izleyebilmek için giren maddelerle ürünlerin birbirinden farklı olan renk, çökelti oluşumu, elektrik iletkenliği, basınç, hacim, sıcaklık gibi bazı özelliklerinden yararlanılır.

A) Aşağıdaki tabloda tepkime denklemleri verilmiştir. Bu tepkimelerin hızlarını ölçmek için uygun bir yöntem ile sistemdeki değişimleri verilen boşluklara yazınız.

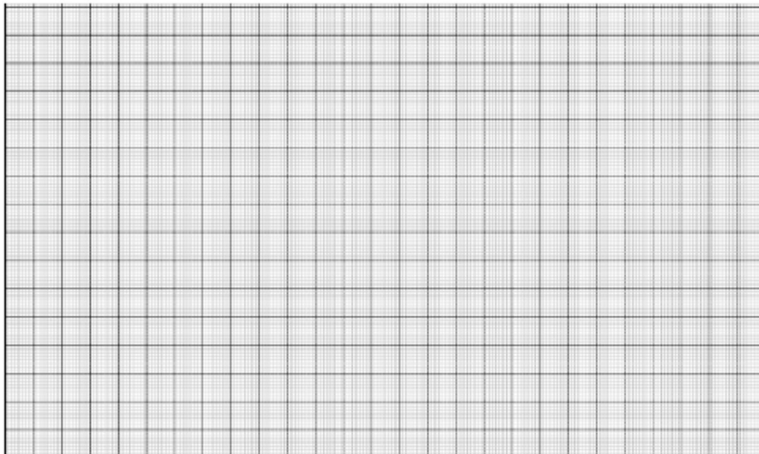
TEPKİME DENKLEMİ	YÖNTEM	SİSTEMDEKİ DEĞİŞİMLER
$\text{KClO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{KCl}(\text{k}) + 3/2\text{O}_2(\text{g})$		
$\text{BaCl}_2(\text{suda}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{suda}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{k}) + 2\text{NaCl}(\text{suda})$		
$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$		
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{Br}_2(\text{s}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4(\text{g})$ renksiz kırmızı renksiz		

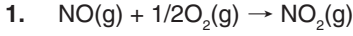
B) Günlük hayatta hızlı ya da yavaş gerçekleşen tepkimeler sonucunda oluşan olaylar bulunmaktadır. Bu olaylara dörder tane örnek veriniz.

SIRA NO	HIZLI OLAYLAR	YAVAŞ OLAYLAR
1		
2		
3		
4		

C) $\text{A} + 3\text{B} \rightarrow 2\text{C}$ tepkimesi için aşağıdaki bilgileri kullanarak derişim-zaman grafiği çiziniz. Kimyasal tepkimelerde tepkime ilerledikçe tepkime hızının azaldığını gösteriniz.

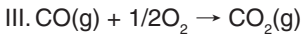
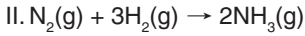
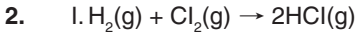
- Başlangıçta 4M A, 4M B maddesi tepkimeye giriyor.
- Tepkime sonunda kapta 3M A, 1M B, 2M C maddesi bulunuyor.





Tepkimesinde 1 dakikada 0,6 mol O_2 gazı harcandığına göre, NO_2 gazının oluşma hızı kaç mol/s dir?

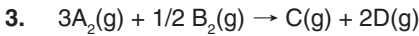
- A) 0,02 B) 0,01 C) 0,3
D) 0,4 E) 0,5



Yukarıdaki tepkimeler sabit hacimli kapalı kaplarda ve sabit sıcaklıkta gerçekleştiriliyor.

Hangi tepkimelerin hızı basınçtaki değişim ile ölçülebilir?

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

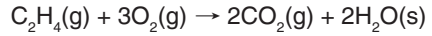
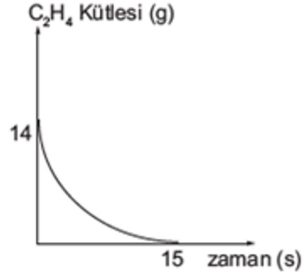


tepkimesinde harcanma ve oluşma hızları için aşağıda verilen eşitliklerden hangisi yanlıştır?

- A) $r_{\text{C}} = 1/2r_{\text{D}}$
B) $r_{\text{B}} = 4r_{\text{D}}$
C) $r_{\text{A}} = 3r_{\text{C}}$
D) $r_{\text{A}} = 6r_{\text{B}}$
E) $2r_{\text{B}} = r_{\text{C}}$



4.



Tepkimesindeki C_2H_4 gazının kütlesinin zamanla değişim grafiği yukarıdaki gibidir.

Buna göre bu tepkimede CO_2 gazının ortalama oluşma hızı kaç mol/dk'dır?

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



5. $3\text{A(g)} + 2\text{B(g)} \rightarrow \text{A}_3\text{B}_2\text{(g)}$ tepkimesi ile ilgili deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[A]	[B]	Tepkime Hızı
1	0,01	0,01	2×10^{-4}
2	0,02	0,01	8×10^{-4}
3	0,02	0,03	2×10^{-4}

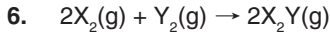
Verilen deney sonuçlarına göre,

- I. Tepkimenin hız denklemi $\text{Hız} = k \cdot [\text{B}]^2$ şeklindedir.
II. Tepkime tek basamakta oluşmaktadır.
III. Tepkimenin yavaş basamağı $2\text{B(g)} \rightarrow \text{Ürünler}$ şeklindedir.
IV. Tepkimenin hız sabiti 2×10^{-2} 'dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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





Tepkimesi tek adımda oluşmaktadır. $[X_2]$ derişimi 2 katına çıkarılıp $[Y_2]$ derişimi yarıya indirilirse tepkime hızı kaç katına çıkar?

- A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 E) 32



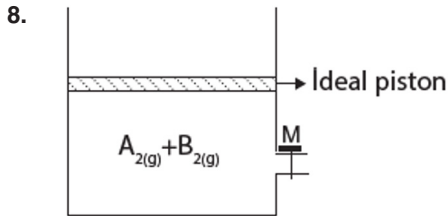
7. I. Katalizör

II. Derişim

III. Sıcaklık

Tepkime hız sabiti (k)'nın sayısal değeri yukarıdakilerden hangilerine bağlıdır?

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



Sürtünmesiz pistonlu kapta



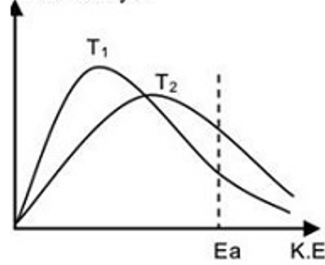
- I. Piston aşağıya doğru itiliyor.
II. Sabit sıcaklıkta sisteme He gazı ilave ediliyor.
III. Piston sabit tutulup sistemin sıcaklığı artırılıyor

İşlemlerinden hangileri ayrı ayrı uygulandığında tepkimenin hız derişimi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Azalır	Artar	Azalır
B)	Artar	Değişmez	Azalır
C)	Artar	Azalır	Artar
D)	Artar	Artar	Azalır
E)	Değişmez	Azalır	Artar



9. Tanecik sayısı



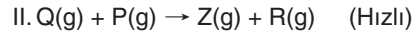
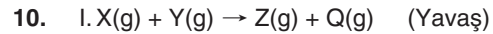
Yukarıda bir tepkimenin tanecik sayısı-kinetik enerji dağılımı grafiği verilmiştir.

Buna göre

- I. $T_1 > T_2$ dir.
II. T_1 sıcaklığında daha çok ürün oluşur.
III. T_2 sıcaklığında eşik enerjisini aşan tanecik sayısı daha fazladır.

İfadelerinden hangileri yanlıştır?

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



Yukarıda bir tepkimenin basamakları verilmiştir.

Buna göre katalizör olarak kullanılan madde hangisidir?

- A) X B) Y C) Z D) P E) Q



2018 AYT

11.

Deney	Başlangıç derişimi, mol/L		Başlangıç hızı, mol/L s
	[A]	[B]	
1	0,2	0,3	$3,0 \times 10^{-5}$
2	0,2	0,6	$6,0 \times 10^{-5}$
3	0,4	0,3	$12,0 \times 10^{-5}$

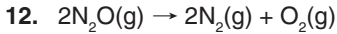
A + B → C tepkimesi için A ve B'nin farklı başlangıç derişimlerinde elde edilen tepkime başlangıç hızları tabloda verilmiştir.

Buna göre, tepkimenin hız ifadesi aşağıdakilerden hangisidir?

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



2019 AYT



tepkimesi başladıktan 150 s sonra ortamda 0,0030 mol/L O_2 oluşmaktadır.

Buna göre, N_2O 'nun ortalama tükenme hızı kaç $mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ dir?

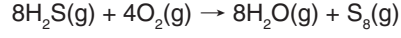
- A) $4,0 \times 10^{-4}$
 B) $2,0 \times 10^{-4}$
 C) $4,0 \times 10^{-5}$
 D) $2,0 \times 10^{-5}$
 E) $4,0 \times 10^{-6}$



2020 AYT

13. Bir kimyasal tepkimenin hızı, tepkimeye girenler veya ürünlerin derişimlerinin birim zamanda değışimleri cinsinden ifade edilebilir.

Buna göre,



tepkimesinin hız eşitliği aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $-\frac{1}{8} \frac{\Delta[H_2S]}{\Delta t}$
 B) $-\frac{1}{8} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$
 C) $-8 \frac{\Delta[H_2S]}{\Delta t}$
 D) $+8 \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$
 E) $+\frac{1}{4} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$



2021 AYT

14. A ve B'nin farklı başlangıç derişimlerinde elde edilen tepkime hızları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	Başlangıç derişimi (mol L ⁻¹)		Başlangıç hızı (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
	[A]	[B]	
1	1,50	1,50	$3,7 \times 10^{-7}$
2	3,00	1,50	$7,4 \times 10^{-7}$
3	3,00	4,50	$22,2 \times 10^{-7}$

Buna göre,

- I. Tepkime hız sabitinin birimi L mol⁻¹s⁻¹ dir.
 II. Tepkime A'ya göre 1. derecedendir.
 III. Tepkimenin derecesi 3'tür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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





ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KİMYA

11. SINIF

6. ÜNİTE

KİMYASAL TEPKİMELERDE DENGİ

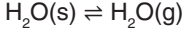
- KİMYASAL DENGİ
- DENGİYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER
- SULU ÇÖZELTİ DENGELERİ

KİMYASAL DENGE

Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerde Denge

Kimyasal türler aralarındaki etkileşimin en az olmasına **maksimum düzensizlik**, düşük enerjili durumu tercih etmelerine ise **minimum enerji eğilimi** denir.

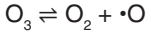
Belirli koşullarda maddenin farklı fiziksel hâlleri arasında kurulan dengeye **fiziksel denge** denir. Su döngüsü fiziksel dengeye örnek verilebilir.



Bir miktar su ile doldurulan bir kabın ağzı kapatıldığında su seviyesinin bir süre sonra buharlaşmadan dolayı azaldığı daha sonra su seviyesinin aynı kaldığı görülür. Su seviyesinin sabit kalması buharlaşmanın durduğu anlamına gelmez. Buharlaşma ile yoğunlaşma hızları eşitlenmiş olur.

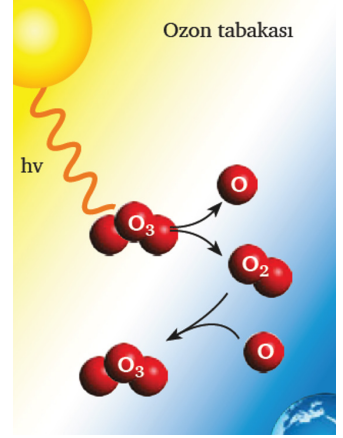
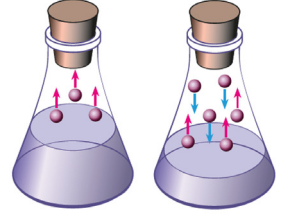
Belirli koşullarda kimyasal bir tepkimede tepkimeye girenlerin ve ürünlerin derişimlerinin zamanla net değişim göstermediği duruma kimyasal denge denir. Ozon oluşumu ve bozunumu da kimyasal dengeye örnek verilebilir.

Eş zamanlı gerçekleşen ileri tepkime hızı ile geri tepkime hızı eşit olduğunda tepkime dengededir.



Ozon gazının oluşumu ve bozunumunda olduğu gibi geri dönüşümlü olan tepkimelere **tersinir tepkime** denir.

Tersinir tepkime giren maddelerin ürünleri, ürünlerin de tekrar tepkimeye giren kimyasal türleri oluşturduğu tepkimedir.



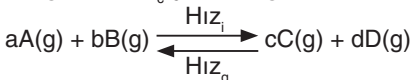
KRİTİK BİLGİ

Kimyasal tepkimelerde denge anında

- İleri ve geri tepkime hızları eşitlenir.
- Derişimler; basınç, sıcaklık gibi koşullar değişmediği sürece sabit kalır.
- Gözlenebilen olaylar sabit kalır.
- Gözlenemeyen olaylar devam eder.
- Minimum enerji eğilimi ile maksimum düzensizlik eğilimi uzlaşır.
- Denge, tepkime mekanizmasına bağlı olmayan dinamik bir olaydır.

Denge Sabiti

Tersinir bir tepkimede denge anında ürünlerin derişimlerinin tepkimeye girenlerin derişimine oranı denge sabiti olarak tanımlanabilir. Kimyasal türlerin önünde yazılan kat sayıları derişimlerin üzerine üs olarak yazılır. Derişimler cinsinden denge sabiti K_c şeklinde gösterilir.



tepkimesinde girenlerin derişimleri başlangıçta fazla olduğundan ileri tepkime daha hızlıdır.

Tepkime dengeye ulaşıncaya kadar tepkime hızları eşit olur.

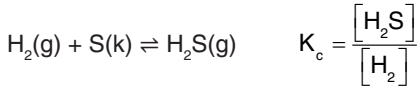
ileri tepkime hızı = geri tepkime hızı

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

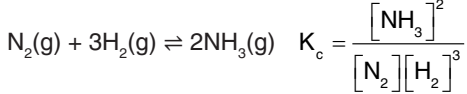
Sabit sıcaklıkta k_i/k_g oranı sabit bir değer olur. Bu değere derişimler cinsinden **denge sabiti** denir, K_c olarak gösterilir.

Denge sabiti $K_c = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$ şeklinde yazılır.

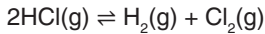
Tepkimeye katılan maddeler farklı fazda ise ortaya çıkan dengeye **heterojen denge** denir. Saf sıvı ve katıların derişimi değişmediği için denge bağıntısında yer almazlar.



Tepkimeye katılan maddeler aynı fazda ise tepkimeye **homojen denge** denir.



Örnek:



tepkimesine ait t °C sıcaklıktaki denge derişimleri $[\text{H}_2] = [\text{Cl}_2] = 0,2 \text{ M}$, $[\text{HCl}] = 0,4 \text{ M}$ olduğuna göre aynı sıcaklıktaki K_c değerini hesaplayınız.

Çözüm: Maddelerin denge derişimleri verildiğine göre verilen değerler denge bağıntısında yerine yazılarak K_c hesaplanabilir.

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]}{[\text{HCl}]^2} \quad K_c = \frac{[0,2] \cdot [0,2]}{[0,4]^2} = \frac{1}{4}$$

KRİTİK BİLGİ

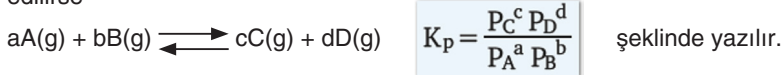
Denge sabiti aynı zamanda bir tepkimenin hangi yöne ilerleyeceği hakkında da bilgi verir. Tepkimenin herhangi bir anındaki derişimler denge bağıntısında yerine yazıldığında elde edilen değere **denge kesri** denir. Denge kesri Q_c ile ifade edilir. Elde edilen Q_c ile K_c karşılaştırılır.

$K_c = Q_c$ ise tepkime dengededir. Q_c tepkimedeki K_c değerinden büyük veya küçükse tepkime dengede değildir.

$K_c > Q_c$ ise sistemin dengeye ulaşabilmesi için tepkime ürünler yönüne hareket eder.

$K_c < Q_c$ ise sistemin dengeye ulaşabilmesi için tepkime girenler yönüne hareket eder.

Kısmi basınçla ifade edilen denge sabiti “ K_p ” ile gösterilir. Aşağıdaki tepkimenin denge sabiti kısmi basınçlarla ifade edilirse



K_p ve K_c ilişkisi

Kimyasal tepkimelerde basınçlar cinsinden denge sabitleri (K_p) ile derişimler cinsinden denge sabitleri (K_c) arasındaki ilişki aşağıdaki şekildedir.

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \text{ bağıntısı elde edilir.}$$

Δn = ürünlerin toplam mol sayısı - girenlerin toplam mol sayısı (Saf katı ve sıvıların mol sayısı alınmaz.)

$$\Delta n = n_{\text{ürünler}} - n_{\text{girenler}} \quad \Delta n = [(c + d) - (a + b)] \quad R = 0,0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Kimyasal Tepkimelerle Denge Sabiti Arasındaki İlişki

- Kimyasal tepkime ters çevrildiğinde denge sabiti K_c değeri, $1/K_c$
- Tepkime denklemi herhangi bir katsayıyla çarpıldığında çarpılan sayı denge sabitine üs olarak yazılır.
- Bir kimyasal tepkime iki veya daha fazla kimyasal tepkimenin toplamı şeklinde yazılabiliyorsa toplam tepkimenin denge sabiti toplanan tepkimelerin denge sabitlerinin çarpımına eşittir.

Örnek:

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesinin denge sabiti (K_{c1}) 49 olduğuna göre



Çözüm: Denge sabiti verilen tepkime ters çevrilerek 1/2 ile çarpılarak denge sabiti istenen tepkime elde edilir.

$$K_{c2} = (1/K_{c1})^{1/2} = (1/49)^{1/2} = 1/7 \text{ olur.}$$

DENGEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dengedeki bir sisteme etki edilmediği sürece maddelerin derişiminde ve miktarlarında zamanla bir değışiklik olmaz. Fakat sisteme etki edilirse denge bozulur. Sisteme dışarıdan uygulanabilecek etkiler şunlardır:

- Sıcaklık
- Derişim
- Hacim ve Basınç

Le Chatelier İlkesi: Dengeye dışardan bir etki yapıldığında denge bu etkiye zıt yönde tepki göstererek yeni tepkime koşullarına göre yeniden dengeye gelir.

1. Sıcaklık

Sıcaklık değışiminin dengeyi nasıl etkileyeceği tepkimenin endotermik veya ekzotermik oluşuna bağlı olarak değışir.

Ekzotermik Tepkimeye Sıcaklık Etkisi

Ekzotermik bir tepkimede sıcaklık artırıldığında tepkime bu etkiyi azaltmak için girenler yönüne hareket eder. Girenlerin derişimi artarken ürünlerin derişimi azalır ve denge sabitinin sayısal değeri azalır. Sıcaklık azaltıldığında ise sıcaklığı artıracak yönde yani ürünler yönüne hareket eder ve denge sabitinin sayısal değeri artar.

Endotermik Tepkimeye Sıcaklık Etkisi

Endotermik bir tepkimede sıcaklık artırıldığında tepkime bu etkiyi azaltmak için ürünler yönüne hareket eder. Ürünlerin derişimi artarken girenlerin derişimi azalır ve denge sabitinin değeri artar. Sıcaklık azaltıldığında ise sıcaklığı artıracak yönde yani geri yönde hareket eder ve denge sabitinin değeri azalır.

2. Derişim

Dengedeki bir tepkimeye madde eklenirse tepkime eklenen maddeyi azaltacak yönde hareket eder. Aynı şekilde dengedeki tepkimeden madde çıkarılırsa denge azalan madde miktarını artıracak yönde hareket eder. K_c 'nin değeri değışmez.

Eklenen madde girenlerde ise denge ürünlere doğru hareket ederken, ürünlerde ise girenlere doğru hareket eder.

3. Hacim ve Basınç

Gaz hâlindeki denge tepkimeleri hacim değışikliğinden girenlerin ve ürünlerin mol sayıları eşit olmadığı durumlarda etkilenir. Sabit sıcaklıktaki bir tepkimenin hacmi azaltıldığında basıncı artar. Tepkime basınç artışı azaltmak için gazların mol sayısının azaldığı tarafa doğru hareket eder. Hacim artırılırsa basınç azalır. Azalan basıncı artırmak için tepkime gazların mol sayısının fazla olduğu tarafa doğru hareket eder. K_c değeri değışimden etkilenmez.

Katalizör Denge İlişkisi

Katalizör ileri ve geri tepkimelerin aktifleşme enerjilerini değıştirir. İleri ve geri tepkimelerin hızlarını eşit oranda etkiler. Tepkimenin dengeye gelme süresi kısalır. Ancak sistemdeki maddelerin derişimlerine etki etmediği için dengeye etki etmez. Denge sabitini değıştirmez.

**KONU ANLATIMI**

- Fiziksel ve Kimyasal Değışimlerde Denge

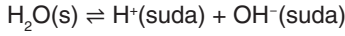
**KONU ANLATIMI**

- Dengeyi Etkileyen Faktörler

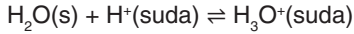
SULU ÇÖZELTİ DENGELERİ

Suyun Oto-İyonizasyonu

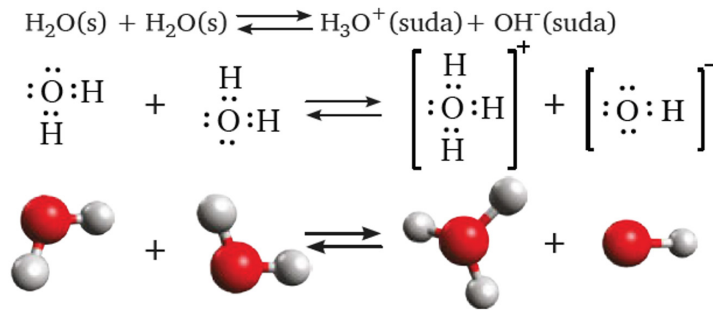
Suyun kendi kendine iyonlaşmasına suyun **oto-iyonizasyonu (otoprotolizi)** denir ve tersinir tepkime olduğu için su moleküllü iyonlarıyla denge hâlinde.



Suyun denge tepkimesinde H^+ ve OH^- iyonları bulunur. H^+ iyonu çok küçük iyon yarıçapına sahiptir. H^+ iyonu proton gibi davranarak diğer su molekülleriyle kolaylıkla tepkimeye girer ve hidronyum (H_3O^+) iyonunu oluşturur.



Bir su moleküllü başka bir su moleküllü ile etkileşime girdiğinde aralarında bir proton aktarımı olur ve eşit miktarda hidronyum (H_3O^+) ve hidroksit (OH^-) iyonu meydana gelir.



Suyun oto-iyonizasyonunu gösteren bu denge tepkimesi için denge bağıntısı aşağıdaki gibi yazılır.

$$K_c = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Denge bağıntısı H_3O^+ iyonu yerine H^+ sembolü ile gösterilerek aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$K_c = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

K_c denge sabitine **suyun iyonlaşma sabiti** denir ve genellikle K_{su} ile gösterilir. Denge sabiti sıcaklıktan etkilendiği için suyun denge sabiti (K_{su}) değeri de sıcaklıkla değişir. Saf suyun standart koşullarda (1 atm basınç ve 25 °C) deneysel olarak ölçülen yaklaşık iyonlaşma sabiti $K_{\text{su}} = 1 \times 10^{-14}$ tür. Saf sudaki H^+ ve OH^- iyonlarının derişimi birbirine eşittir.

25 °C'ta saf sudaki H^+ ve OH^- iyonlarının derişimi $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$ 'dir.

BİLİYOR MUSUNUZ?

Suyun iyonlaşma tepkimesi endotermik bir denge tepkimesidir ve sıcaklığın artması dengeyi ürünler yönüne kaydırır. Sıcaklık arttıkça H^+ ve OH^- iyonlarının derişimi ve K_{su} değeri de artar. Suyun denge sabiti 0 °C sıcaklıkta yaklaşık $K_{\text{su}} = 0,113 \times 10^{-14}$, 50 °C sıcaklıkta $K_{\text{su}} = 5,473 \times 10^{-14}$ tür.

pH Ve pOH Kavramları

Sulu çözeltide bulunan $[\text{H}^+]$ ve $[\text{OH}^-]$ değeri genellikle çok küçük bir sayıdır. H^+ iyonu ve OH^- iyonu derişimi birbiriyle ters orantılı değişir.

Küçük sayısal değerlerle işlem zorluğunu ortadan kaldırmak için kimyager Soren Sorensen (Saren Sarensen) üslü sayılar yerine $[\text{H}^+]$ ve $[\text{OH}^-]$ iyonu derişiminin negatif logaritmasının kullanılması önermiştir. $[\text{H}^+]$ 'nin negatif logaritmasına pH ve $[\text{OH}^-]$ 'nin negatif logaritmasına pOH denilmiştir. Matematiksel olarak "p", "negatif logaritma" anlamına gelir.

25 °C sıcaklıkta saf suda $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$ olduğuna göre saf suyun pH ve pOH değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\begin{array}{lll} \text{pH} = -\log [\text{H}^+] & \text{pH} = -\log 1,0 \times 10^{-7} & \text{pH} = 7 \\ \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] & \text{pOH} = -\log 1,0 \times 10^{-7} & \text{pOH} = 7 \end{array}$$

Aynı şekilde saf suyun iyonlaşma dengesi ifadesinin eksi logaritması da alınabilir.

$$pK_{su} = -\log K_{su} \quad pK_{su} = -\log 1 \times 10^{-14} \quad pK_{su} = 14$$

Bu durumda

$$pK_{su} = pH + pOH \text{ elde edilir ve } pH + pOH = 14 \text{ t\u00fcr.}$$

25 °C sıcaklıkta bütün sulu ç\u00f6zeltillerde $K_{su} = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ oldu\u011funa g\u00f6re bu sıcaklıkta

$$\text{N\u00f6tral \u00e7\u00f6zelti i\u00e7in } pH = 7 \quad pOH = 7 \quad pH = pOH \text{ olur.}$$

$$\text{Asidik \u00e7\u00f6zelti i\u00e7in } pH < 7 \quad pOH > 7 \quad pH < pOH \text{ olur.}$$

$$\text{Bazik \u00e7\u00f6zelti i\u00e7in } pH > 7 \quad pOH < 7 \quad pH > pOH \text{ olur.}$$

\u00d6rnek:

Oda sıcaklığında H^+ iyon derişimi $1 \cdot 10^{-5}$ M olan sulu ç\u00f6zeltinin OH^- iyon derişimi, pH 'ı ve pOH 'ını hesaplayınız.

\u00c7\u00f6z\u00fcm:

Oda sıcaklığında $K_{su} = [H^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$ t\u00fcr.

Sulu ç\u00f6zeltinin $[H^+] = 1 \cdot 10^{-5}$ M oldu\u011funa g\u00f6re, $1 \cdot 10^{-5} \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$ $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-9}$ M olur.

$$pH = -\log [H^+] \quad pH = -\log 1,0 \times 10^{-5} \quad pH = 5$$

$$pOH = -\log [OH^-] \quad pOH = -\log 1,0 \times 10^{-9} \quad pOH = 9$$



KONU ANLATIMI

• Suyun Oto-iyonizasyonu

Kuvvetli ve Zayıf Asit Bazların pH De\u011feri

G\u00fcnl\u00fck hayatımızda kullandığımız birçok madde zayıf asit ya da baz özelli\u011fi g\u00f6sterir. V\u00fcdudumuzda ger\u00e7ekleşen birçok tepkime de zayıf asidik veya zayıf bazik ortamda ger\u00e7ekleşir. Bu nedenle zayıf asit ve bazların pH hesaplamaları \u00f6nemli bir konudur.

Kuvvetli asit ve bazların suda tamamen iyonlaştıkları varsayıldığı i\u00e7in asit ve bazın derişiminden yararlanılarak pH kolaylıkla hesaplanır. Kuvvetli monoproitik asitler (1 de\u011ferli) i\u00e7in H^+ iyonu derişimi $[H^+] = C_a$ ile kuvvetli monoproitik bazlarda (1 de\u011ferli) OH^- iyonu derişimi $[OH^-] = C_b$ ile g\u00f6sterilir. C_a asidin derişimini, C_b bazın derişimini ifade eder.

Zayıf asitler ve zayıf bazlar suda kısmen iyonlaştıklarından ç\u00f6zeltilerinin pH de\u011ferlerini hesaplamak i\u00e7in iyonlaşma denge bağıntısından ve denge sabitinden yararlanılır.



$$\text{Başlangıç (M):} \quad C_a \quad - \quad -$$

$$\text{Değişme (M):} \quad -x \quad +x \quad +x$$

$$\text{Dengede (M):} \quad C_a - x \quad x \quad x$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x \cdot x}{C_a - x} \quad K_a C_a = x^2$$

ihmal edilir

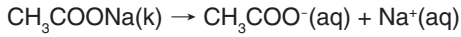
$$[H^+] = x \text{ olduğundan } [H^+]^2 = K_a C_a \quad [H^+] = (K_a C_a)^{1/2} \text{ olur.}$$

Aynı işlemler zayıf bir baz i\u00e7in yapıldığında $[OH^-] = (K_b C_b)^{1/2}$ bulunur.

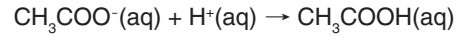
Tampon Çözeltiler

Az miktarda asit ya da baz eklendiğinde ortamın pH değerinin değişmesine direnç gösteren çözeltilere **tampon çözeltiler** denir. Tampon çözeltiler zayıf eşlenik asit-baz çözeltilerinden oluşur.

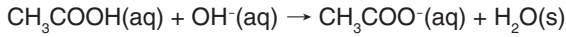
Birçok alanda kullanılan tampon çözeltilere asetik asit ve eşlenik bazı olan, asetat iyonu içeren çözelti örnek verilebilir.



Asetik asit ve asetat iyonundan oluşan çözeltilere asit eklenirse çözeltideki eşlenik baz olan asetat iyonları ile asit iyonları tepkimeye girer.



Tampon çözeltiye baz eklenirse OH^- iyonları asetik asit tarafından nötrleştirilir.



Tampon çözeltinin pH direnci tamponu oluşturan asit ve onun eşlenik bazının miktarına bağlıdır. Genel olarak tampon çözeltiler içerdikleri maddeler ile ifade edilir. Tuz/asit veya eşlenik baz/asit gibi. $\text{CH}_3\text{COONa/CH}_3\text{COOH}$ şeklinde veya $\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{CH}_3\text{COOH}$ şeklinde gösterilir.

Canlı organizmalardaki birçok biyolojik süreçte de ortamın pH değeri hayati öneme sahiptir. Çeşitli tampon sistemleri tarafından kanın pH'ı yaklaşık 7,4 ve mide öz suyunun pH'ı yaklaşık 1,5 civarında sabit tutulur. Bu tamponların en önemlisi $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ tampon sistemidir.

Tuzların Asit-Baz Özelliği

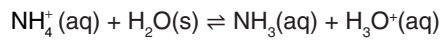
Asit ve bazların tepkimesinden oluşan iyonik bileşiklere **tuz** denir. Tuzlar suda çözüldüklerinde iyonlarına ayrışır. Oluşan iyonlar su ile tepkimeye girebilir. Bir iyonun su ile tepkimeye girerek zayıf asit veya baz oluşturmaya **hidroliz** denir. Tuzlar suda çözüldüklerinde asidik, bazik ve nötr çözelti oluşturabilir.

Nötr Tuz: Suda çözüldüğünde nötral çözelti oluşturan tuzlara **nötr tuz** denir. Nötr tuzlar kuvvetli bir asitle kuvvetli bir bazın tepkimesi sonucunda oluşur. Nötr tuzlar suda hidroliz olmaz. Örnek: NaCl , KNO_3 ,

Asidik Tuz: Kuvvetli bir asit ve zayıf bir bazdan oluşan tuzlar asidik özellik gösterir. Örneğin NH_4NO_3 asidik bir tuzdur. Oluşan NH_4NO_3 bileşiği suda aşağıdaki tepkimedeki olduğu gibi iyonlarına ayrılır.

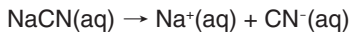


Oluşan iyonlardan zayıf bazdan gelen katyon hidroliz olurken kuvvetli asitten gelen anyon hidroliz olmaz.

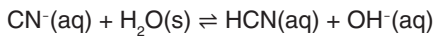


NaHSO_4 gibi tuzlar asidik özellik gösterir. Tuzun yapısında HSO_4^- gibi anyonlar bulunuyorsa bu tuzların yapısında bir veya daha çok proton bulunduğu için suda çözüldüklerinde yapılarındaki protonu vererek ortamı asidik yapar.

Bazik Tuz: Kuvvetli bir baz ve zayıf bir asitten oluşan tuzlar bazik özellik gösterir. Örneğin NaCN bazik bir tuzdur. NaCN bileşiği aşağıdaki tepkimedeki gibi suda iyonlarına ayrılır.



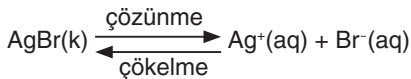
Oluşan iyonlardan kuvvetli bazdan gelen katyon hidroliz olmazken zayıf asitten gelen anyon hidroliz olur.



Çözünme-Çökme Tepkimeleri

Mağaralardaki sarkıt ve diktler, çaydanlık ve su borularındaki tortu kimyasal tepkime türlerinden biri olan çözünme çökme tepkimesi sonucu oluşur.

NaCl suda çok çözünen bir tuz olduğu hâlde AgBr suda az çözünen bir tuzdur. AgBr gibi suda az çözünen maddenin bir miktarı suya ilave edildiğinde bir süre sonra AgBr 'ün iyonlarıyla dengede olduğu doymuş çözeltisi oluşur. Bu denge çözünürlük dengesi olarak aşağıdaki gibi yazılır.



Tepkimede yer alan AgBr katısının derişimi sabittir. Denge bağıntısında katı hâldeki maddeler yer almayacağı için çözünürlük denge bağıntısı $K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$ şeklinde yazılır. Buradaki $K_{\text{ç}}$ 'ye **çözünürlük çarpımı sabiti** veya **çözünürlük çarpımı** denir.



KONU ANLATIMI

- Sulu Çözeltilerde Asit-Baz Dengeleri

Çözünürlük Çarpımı ve Çözünürlük

İyonik bileşiğin çözünürlüğü çözünürlük çarpımı ile ifade edilir. Çözünürlük çarpımının sayısal değeri ne kadar küçükse iyonik bileşiğin sudaki çözünürlüğü de o kadar azdır. $K_{çç}$ değerleri ancak deneysel olarak elde edilebilir. Çözünürlük çarpımı büyüdükçe çözünürlük artar.

Bir maddenin çözünürlüğü molar çözünürlük veya çözünürlük olarak ifade edilebilir.

Molar çözünürlük: 1 litre doymuş çözeltideki çözünen maddenin mol sayısıdır. Birimi mol/L 'dir.

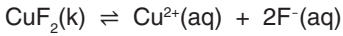
İyonik bir katının çözünürlüğü biliniyorsa çözünürlük çarpımı, çözünürlük çarpımı biliniyorsa çözünürlüğü hesaplanabilir.

Örnek:

$t^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 20 L lik çözeltisinde $4 \cdot 10^{-5}$ mol CuF_2 tuzunun çözüldüğü belirleniyor. Buna göre CuF_2 tuzunun aynı sıcaklıkta molar çözünürlüğü ve çözünürlük çarpımı kaçtır?

Çözüm:

$$\text{Molar Çözünürlük}(S) = \frac{n}{V} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{20} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$



$$2 \cdot 10^{-6} \quad \quad 2 \cdot 10^{-6} \quad \quad 4 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Çözünürlük Çarpımı} (K_{çç}) = [\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{F}^{-}]^2 = (2 \cdot 10^{-6}) \cdot (4 \cdot 10^{-6})^2 = 32 \cdot 10^{-18} = 3,2 \cdot 10^{-17}$$

Tuzların Çözünürlüğüne Etki Eden Faktörler

Çözünme-çökme tepkimelerinde çözünürlüğü etkileyen faktörlerden en önemlileri sıcaklık ve ortak iyon etkisidir.

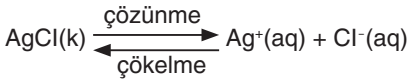
Sıcaklık: Katıların çözünürlüğü genellikle endotermik olduğundan sıcaklık arttıkça tuzların suda çözünmeleri de artar. İyonik bir katı, suda çözüldüğünde maksimum düzensizlik artar. Sıcaklık artışı endotermik tepkimelerde çözünmeyi artırırken ekzotermik tepkimelerde çökelmeyi artırır.

Örneğin 15°C sıcaklıkta PbI_2 iyonik bileşiğinin çözünürlük çarpımı 4×10^{-9} olduğu hâlde 25°C sıcaklıktaki PbI_2 'ün çözünürlük çarpımı $1,4 \times 10^{-8}$ 'dir. Bu değer sıcaklık arttıkça PbI_2 'ün çözünürlüğünün de arttığını belirtir.



PbI_2 tuzunun suda çözünmesi endotermiktir. Sıcaklığın artırılması dengenin ileri yönde (çözünme) ilerlemesini sağlar. Dengenin çözünme yönünde ilerlemesi maksimum düzensizliği ve çözünürlüğü artırırken $K_{çç}$ değeri de artar. Endotermik tepkimelerde sıcaklığın azaltılması tepkimenin geri yönde (çökme) olmasını sağlarken maksimum düzensizliği azaltır, $K_{çç}$ değerini küçültür.

Ortak İyon Etkisi: AgCl katısı saf su yerine bu katıdaki iyonu içeren bir çözeltide çözünürse bu çözeltideki çözünürlüğü saf sudaki çözünürlüğünden az olur. Çünkü ortak iyon, çözünürlüğü azaltır. Ortak iyonun derişimi arttıkça çözünürlük azalır.



AgCl tuzunun Ag^{+} iyonları içeren bir çözeltide çözüldüğü düşünülürse ortamdaki Ag^{+} iyonları derişimi artar. Le Chatelier ilkesine göre sistem çözeltideki Ag^{+} iyonları derişimini azaltmak için geri yönde ilerler. Tepkimenin geri yönde ilerlemesi AgCl tuzunun çökmesine neden olur. Böylece AgCl 'ün çözünen miktarı, dolayısıyla çözünürlüğü azalmış olur.

**KONU ANLATIMI**

- Sulu Ortamda Çözünme-Çökme Dengeleri

1. EKOSİSTEM İÇİN TAMPON ÇÖZELTİLERİN ÖNEMİ

Soruları aşağıdaki paragrafa göre cevaplayınız.

Suda yaşayan canlıların yaşama ortamları için suyun pH değeri çok önemlidir. Balıklar ve bitkiler milyonlarca yıl içinde belirli su koşullarına adapte olmuştur ve farklı ortamlarda hayatta kalamazlar. Çevresel faktörler ve asit yağmurları canlıların yaşam alanlarının pH değerlerini düşürürse bu onların yaşamlarını tehdit eden bir durum oluşturur. Ama ani pH değişimlerine karşı onları koruyan bir faktör vardır. O da suda bulunan bazı iyonların tamponlama etkisi. Sert suların içeriğinde bulunan karbonat ve bikarbonat iyonları, suya bazik tampon özelliği verir. Sudaki bazik tampon çözeltilerinin miktarı, suyun "alkalinitesi" olarak adlandırılır. Asit yağmuru şeklinde asidik su eklenmesinden dolayı belirli bir su kütlesinin pH değeri düştüğünde çözünmüş CaCO_3 gibi bazik tampon çözeltiler, asidik su ile reaksiyona girer. Bu şekilde, suda yaşayan türlerin hayatta kalması için gerekli olan suyun pH değeri korunur. Aksi takdirde düşük pH, balıkların solungaçlarına, dış iskeletine ve yüzgeçlerine fiziksel zarar verebilir.



A) Musluklarımızdan akan suyun içinde de tamponlama özelliğine sahip iyonlar var mıdır? Açıklayınız.

B) Akvaryumların içine damıtılmış su koymak, balıkların yaşam ortamları için uygun mudur? Açıklayınız.

C) Gıda katkı maddelerinde, boya endüstrisinde, ilaç sanayinde, şampuanlarda tampon çözeltiler kullanılmaktadır. Bu alanlarda tampon çözelti kullanmanın neden gerekli olduğunu açıklayınız.

Ç) Başka hangi endüstriyel ürünlerde tampon çözelti kullanmak gerekli olabilir? Beyin fırtınası yapınız.

2. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE PAMUKKALE TERMAL TURİZMİ

Verilen metni okuyarak ilgili soruları cevaplandırınız.

Denizli il merkezine yaklaşık olarak 18 km uzaklıkta yer alan Pamukkale, sahip olduğu zengin doğal kaynakları ve tarihi geçmişi ile yüzyıllar boyunca bir çekim merkezi olmuştur. Buradan kaynaklanan termal sular yaklaşık olarak 2500 yıldır çevresine şifa dağıtmaktadır. Yaşadığı ağır depremlerin izlerini taşıyan ve depremler sonucunda oluşan fay hatları boyunca yüzeye çıkan sıcak sular, bölgede tedavi için kullanıldığı gibi tarımda da değerlendirilmektedir.

Bölgedeki aktif fay yapısı travertenlerin oluşumunu sağlayan en önemli unsurdur. Bölgenin jeolojik özellikleri incelendiğinde tespit edilen mermer, kuvarsit, kireçtaşı, kumtaşı ve çakıl taşı oluşumları travertenlerin meydana gelmesini sağlamıştır.



A) Traverten, sarkıt ve dikit oluşumunda rol oynayan kalsiyum karbonat tuzunun (CaCO_3) evlerimizde kullandığımız su ısıtıcı, çamaşır makinesi ve çaydanlık gibi yüksek sıcaklıklarda su elde edilen ortamlarda daha fazla birikmesinin nedeni nedir? Açıklayınız.

B) Traverten, sarkıt ve dikit oluşumu sürecinde meydana gelen çözünme - çökelme tepkimelerini araştırınız.

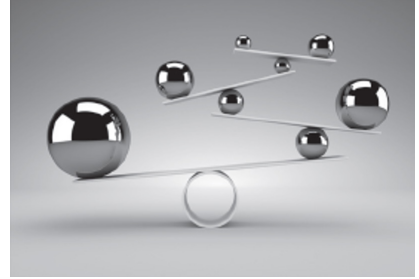
C) 25°C sıcaklıkta CaCO_3 tuzunun $K_{\text{çç}}$ değeri $2,5 \cdot 10^{-9}$ dur. Buna göre aynı sıcaklıkta CaCO_3 tuzunun çözünürlüğünü mol/L cinsinden hesaplayınız.

3. SAĞA KAYDIM – SOLA KAYDIM

Aşağıda verilen metinden faydalanarak soruları cevaplayınız.

Dengedeki bir sisteme etki edilmediği sürece maddelerin derişimlerinde ve miktarlarında zamanla bir değışiklik olmaz. Fakat sisteme etki edilirse denge bozulur. Sisteme dışarıdan uygulanabilecek etkiler; sıcaklık, derişim, hacim, kısmi basınç veya toplam basınç değışimidir.

Le Chatelier İlkesi'ne göre dengedeki sisteme etki edildiğinde sistem tekrar dengeye ulaşınca kadar etkiyi azaltacak yönde eğilim gösterir. Yeni tepkime koşullarına göre yeniden denge kurulur. Bunun örnekleri sanayide birçok üretim alanında görölmektedir. Amonyak üretimi (Haber Prosesi), sülfürik asit üretimi vb. birçok işlemde dengeye müdahale edilerek verim artırılmaktadır.



A) Aşağıda verilen dengedeki tepkimelerde sistemin sıcaklığı değıştirildiğinde tepkimenin dengesinde hangi değışiklikler oluşur? Nedenleriyle yazınız.

TEPKİMELER	DEĞİŞİKLİKLER VE NEDENİ
$\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$ (Sıcaklık Arttırılırsa)	
$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{ısı}$ (Sıcaklık Azaltılırsa)	
$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ (Sıcaklık Arttırılırsa)	
$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ (Sıcaklık Arttırılırsa)	
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ (Sıcaklık Azaltılırsa)	

B) $2\text{S}(\text{k}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ tepkimesi dengede iken sisteme aşağıdaki etkiler uygulanırsa sistemde hangi değışiklikler gerçekleşir? Açıklayınız.

a) Aynı sıcaklıkta sistemden SO_3 gazının uzaklaştırılması

b) Aynı sıcaklıkta sisteme bir miktar S katısı ilave edilmesi (Hacim değışmemektedir.)

c) Aynı sıcaklıkta sistemin hacminin artırılması

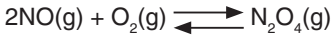
ç) Sisteme katalizör ilave edilmesi

1. Kimyasal denge ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Dengenin kurulabilmesi için tepkimenin kapalı bir kapta gerçekleşmesi gerekir.
- B) Dengeden söz etmek için sıcaklık sabit olmalıdır.
- C) Tepkime anında ileri tepkime hız sabiti, geri tepkime hız sabitine daima eşittir.
- D) Denge anında görünmeyen olaylar devam eder, bu yüzden denge dinamiktir.
- E) Denge anında görünen olaylar sabit kalır.



2. 1 litrelik kapalı bir kapta sabit sıcaklıkta 6 mol NO(g) ve 4 mol O₂(g) ile başlatılan



Tepkimesi dengeye ulaştığında kapta 2 mol N₂O₄ gazı belirleniyor.

Buna göre tepkimenin denge sabitinin (K_c) değeri kaçtır?

- A) 0,25 B) 0,5 C) 1 D) 2 E) 4



3. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) + \text{ısı}$

- I. Maksimum düzensizlik eğilimi ürünler yönündedir.
- II. Sıcaklık artırılırsa denge girenler yönüne ilerler.
- III. Minimum enerji eğilimi girenler yönündedir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

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



4. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ K_c=16

Tepkimesi 1 litrelik kapta 3'er mol H₂ ve Cl₂ gazlarıyla başlatılıyor.

Buna göre tepkime dengeye ulaştığında kapta kaç mol HCl gazı bulunur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6



5. 25°C sıcaklıkta saf su ile ilgili,

I. pH + pOH = 14

II. [H⁺].[OH⁻] = 1·10⁻¹⁴

III. [H⁺] = [OH⁻] = 1·10⁻⁷

yargılarından hangileri doğrudur?

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



6. I. [H⁺] > [OH⁻]

II. [H⁺].[OH⁻] = 1·10⁻¹⁴

III. pH + pOH = 14

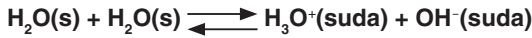
IV. pOH < 7

Yukarıda verilen bağıntılardan hangileri oda koşullarında hazırlanan HCl sulu çözeltisi için doğrudur?

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



7. Suyun iyonlarına ayrışma denklemi;



25 °C'ta $K_{su}=1,0 \times 10^{-14}$

50 °C'ta $K_{su}=5,5 \times 10^{-14}$

olduğuna göre;

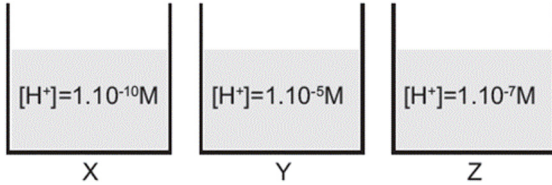
- I. 50 °C'taki saf suyun pH değeri 7'den büyüktür.
 II. Suyun oto-iyonizasyonu endotermiktir.
 III. 25 °C'taki saf su 50 °C'taki saf sudan daha az iyon içerir.

yargılarından hangileri yanlıştır?

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



8.



Oda koşullarında hazırlanan X, Y ve Z sulu çözeltilerinden hangileri bazik özellik gösterir?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
 D) X ve Y E) Y ve Z



9. Bileşik Formülü Asitlik Sabiti Değeri(Ka)

I. CH ₃ COOH	9·10 ⁻⁵
II. HCN	5·10 ⁻¹⁰
III. HF	7·10 ⁻⁴

Yukarıda verilen bileşikler ile oda sıcaklığında eşit derişimde hazırlanan çözeltilerin H⁺ iyon derişimlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışı aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

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



10. Oda koşullarında hazırlanan NH₃ bileşiğinin XM sulu çözeltisinin pH değeri 11 dir.

Buna göre NH₃ çözeltisinin derişimi kaç moldardır? (NH₃ için K_b = 4·10⁻⁵)

- A) 0,025 B) 0,25 C) 0,5
 D) 0,75 E) 1,25



11. I. KOH + KNO₃

II. KOH + KCl

III. NH₃ + NH₄Cl

Yukarıdaki madde çiftlerinin suda çözünmesiyle oluşturulan çözeltilerden hangileri tampon özellik gösterir?

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



12. KBr tuzunun 25 °C sıcaklıktaki sulu çözeltisiyle ilgili

- I. K⁺ iyonları hidroliz olur.
 II. Br⁻ iyonları hidroliz olur.
 III. Sulu çözeltisinin pH değeri 7'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



13. Doymuş Na_2SO_4 çözeltisinde SO_4^{2-} iyonları derişimi $2 \cdot 10^{-4}$ olduğuna göre Na_2SO_4 katısının çözünürlük çarpımı $K_{\text{ç}}$ nedir?

- A) $4 \cdot 10^{-12}$
- B) $8 \cdot 10^{-12}$
- C) $16 \cdot 10^{-12}$
- D) $32 \cdot 10^{-12}$
- E) $64 \cdot 10^{-12}$



15. $\text{PbSO}_4(\text{k}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{suda}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{suda}) \quad \Delta H > 0$

tepkimesi dengedeysen,

- I. Sıcaklığı artırmak
- II. Kaba su ilave etmek
- III. $\text{PbSO}_4(\text{k})$ ilave etmek

işlemlerinden hangileri ayrı ayrı uygulandığında iyon derişimi artar?

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



14. Madde Çözünürlük çarpımı

- I. BaCrO_4 $1 \cdot 10^{-12}$
- II. CaSO_4 $4 \cdot 10^{-16}$
- III. $\text{Al}(\text{OH})_3$ $27 \cdot 10^{-36}$

Yukarıdaki maddelerin aynı sıcaklıkta sudaki çözünürlüklerinin küçükten büyüğe doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

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



16. Agl'ün sudaki çözünmesi endotermiktir.

Aşağıdaki maddelerin hangisinde Agl'ün çözünürlüğü en azdır?

- A) 25°C saf suda
- B) 20°C 0,1M AgNO_3 çözeltisinde
- C) 20°C 0,1M KI çözeltisinde
- D) 15°C 0,2M CaI_2 çözeltisinde
- E) 15°C 0,5M AgF çözeltisinde



SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

BECERİ TEMELLİ SORULAR

1. A) $n_{\text{şeker}} = m/M_A$ $n_{\text{şeker}} = 180/180$ $n_{\text{şeker}} = 1$ mol $\text{çözücü miktarı} = 2$ kg su

Molalite(m) = $n_{\text{şeker}} / \text{çözücü kütlesi (kg)}$ Molalite(m) = $1/2 = 0,5$

B) Molarite için turşu suyu tarifindeki değerler kullanılır.

$n_{\text{tuz}} = 174/58 = 3$ mol

$M = n/V$

$M = 3 \text{ mol} / 3 \text{ litre}$ $M = 1$ Molar

C) 1 M için 3 litre su kullanılmıştır. Aynı miktar kullanılacaktır.

$M = n/V$ $V = 3$ litre alınacaktır.

$2 = n/3 \Rightarrow n = 6$ mol tuz kullanılmalıdır.

$n = m/M_A \Rightarrow 6 = m/58 \Rightarrow m = 348$ gram tuz gereklidir.

Ç) $m = n_{\text{şeker}} / m_{\text{su}} \Rightarrow 2 = n/1 \Rightarrow n = 2$ mol şeker gereklidir.

$n = m/M_A \Rightarrow 2 = m/180 \Rightarrow m = 360$ gram şeker kullanılmalıdır.

D) Çay ya da limonata yapılabilir.

Limonata Hazırlayalım

Limonata malzemesi

1kg limon kabuğu

540 gram şeker

3 L su

(Şeker için $M_A = 180 \text{ g/mol}$) $n_{\text{şeker}} = 540/180 = 3$ mol

$M = n/V$ $M = 3/3 = 1$ M'lık çözelti hazırlanmış olur.

2. A) II. ve III. çözeltiler doymuş, I. ve IV. çözeltiler doymamıştır.

B) $IV < I < II = III$

C) Çözelti 1000 gram su 2000 gram şeker ile doyar. Çözeltiye 400 gram daha şeker eklenmelidir.

II. Çözeltide 500 gram su 1000 gram şeker ile doyar, 2000 gram şekerin 1000 gramı çözünmeden dipte kalmıştır. Dipteki şekeri çözebilmek için 500 gram daha su ilave edilmelidir.

III. Çözeltide 500 gram su 1000 gram şeker ile doyar. Çözelti doygun olduğu için herhangi bir işlem yapılmaz.

IV. Çözeltide 2000 gram su, 4000 gram şeker ile doyar. Çözeltiye 1000 gram daha şeker eklenmelidir.

ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

- | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1. A | 2. A | 3. D | 4. D | 5. E | 6. C | 7. C | 8. A | 9. B | 10. E |
| 11. A | 12. B | 13. C | | | | | | | |

KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ

BECERİ TEMELLİ SORULAR

1. **A)** 1 litre suyu ısıtmak için 400 kJ enerji gerekiyorsa, 20 kg su için 8000 kJ enerji gerekir. 1 litre gaz yandığında 24000 kJ enerji verdiğine göre, 20 litre gaz yandığında 480 000 kJ enerji verir. Bu enerji suyu ısıtmak için kullanılacağından bir tüp 60 gün kullanılabilir.
 - B)** 1 mol hidrojen gazı, 2 gramdır ve yandığında 280 kJ ısı verir. 1 mol CH_4 ise 16 gramdır ve yandığında 890 kJ ısı açığa çıkarır. Hidrojenin 1 gramı 140 kJ ısı verirken metanın 1 gramı 55,6 kJ enerji oluşturur. Hidrojen, metana göre çok daha yüksek enerjili bir yakıttır. Ayrıca metan gazı yandığında oluşan CO_2 gazı, küresel ısınmaya neden olur. Çevreye zarar vermemesi açısından da hidrojen gazı çok daha iyi bir yakıttır.
 - C)** Sıvılar buharlaşırken etrafından ısı alır. Hem su hem de alkol molekülleri sıvı halden gaz haline geçerken gerekli enerjiyi cildimizden alır. Derimiz ısı kaybettiği için serinlik hissederiz. Suyun buharlaşması için gereken ısı alkolünkinden çok daha yüksektir. Çünkü su molekülleri arasındaki bağları kırmak daha zordur. Etanol molekülleri ise daha uçucudur, molekülleri arasındaki bağlar daha kolay kopar. Etanol buharlaşırken cildimizden daha az ısı çektiği halde, kolonya sürdüğümüzde daha serin hissederiz. Bunun nedeni etanolün hızlı buharlaşması ve cildimizden ısıyı hızlıca çekmesidir.
2. **A)** 25 °C 1 atm basınçta elementlerin en kararlı hâllerinin oluşum entalpisi sıfırdır.
 $\text{Fe} \rightarrow$ metaldir $\rightarrow$ Standart koşullardaki en kararlı hâli katıdır.
 $\text{Br}_2 \rightarrow$ ametaldir $\rightarrow$ Standart koşullardaki en kararlı hâli sıvıdır.
 $\text{H}_2 \rightarrow$ ametaldir $\rightarrow$ Standart koşullardaki en kararlı hâli gazdır.
 $\text{N}_2 \rightarrow$ ametaldir $\rightarrow$ Standart koşullardaki en kararlı hâli gazdır.
 $\text{Cu} \rightarrow$ metaldir $\rightarrow$ Temel hâli katıdır.
 - B)** Elementlerin standart oluşum entalpisini fiziksel halleri belirler. 2000 rakımlı yerdeki sıcaklık ve basınç değerlerinde elementin fiziksel hâli değişiyorsa seçilemez.
3. **A)** Laboratuvar koşullarında bazı tepkimeler gerçekleştirilememektedir. Bu tepkimelerin entalpisini direkt ölçmek mümkün değildir. Bunun için başka tepkimelerin entalpilerinin kullanılması gerekir.
 - B)** $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ için: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow 2\text{C}(\text{k}) + 2\text{H}_2(\text{g})$
 $\text{CO}_2(\text{g})$ için: $2\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$ ve $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ için: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
tepkimleri kullanılmalıdır.
 - C)** CO_2 için: molar oluşum entalpisi elementlerinden ve 1 mol oluştuğu tepkimenin entalpisidir.
Yani $\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
Bu tepkime için;
 $2\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -221 \text{ kJ}$
 $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +283 \text{ kJ}$
tepkimleri kullanılır. 1. tepkime 2'ye bölünüp 2. tepkime ters çevrilerek toplanırsa CO_2 gazının oluşum tepkimesi elde edilir. Aynı işlemler entalpilere de uygulanıp toplanırsa CO_2 gazının oluşum entalpisi $\Delta H = -393,5 \text{ kJ}$ olur.
 H_2O için: Molar buharlaşma $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ tepkimesidir.
Bu tepkime için;
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H = -285 \text{ kJ}$
 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +242 \text{ kJ}$
tepkimleri kullanılmalıdır. 1. ve 2. tepkime ters çevrilerek toplanırsa H_2O sıvısının buharlaşma tepkimesi elde edilir. Tepkimelerin entalpileri toplandığında $\Delta H = +43 \text{ kJ}$ olur.

ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

1. D 2. D 3. D 4. D 5. D 6. D 7. A 8. B 9. E 10. E
 11. B 12. A 13. B 14. D 15. C 16. B 17. A

KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ

BECERİ TEMELLİ SORULAR

1. A)

FAKTÖRLER	TEPKİME HIZI	HIZ SABİTİ
Sıcaklık	X	X
Katalizör	X	X
Derişim	X	
Temas Yüzeyi	X	X
Tepkime Türü	X	X

B)

HIZLI / YAVAŞ	REAKSİYONLAR			HIZLI / YAVAŞ
HIZLI	Aktif metal-ametal tepkimeleri	A	Diğer (aktif olmayan) metal-ametal tepkimeleri	YAVAŞ
YAVAŞ	İyonik bağlı, iki katı bileşiğin tepkimesi	B	İyonik bağlı, iki bileşiğin suda çözünmüş hallerinin tepkimesi	HIZLI
HIZLI	1 M HNO ₃ bileşiğinin Na ile tepkimesi	C	0,1 M HNO ₃ bileşiğinin Na ile tepkimesi	YAVAŞ
HIZLI	X ve Y maddelerinin 100 °C'ta tepkimeye girmesi (P sabit)	Ç	X ve Y maddelerinin 50 °C'ta tepkimeye girmesi (P sabit)	YAVAŞ
YAVAŞ	Elementlerinden NH ₃ eldesi tepkimesinde Fe(k) ilave edilmesi (V sabit)	D	Elementlerinden NH ₃ eldesi tepkimesinde NH ₃ ilave edilmesi (V sabit)	HIZLI
HIZLI	20 °C'ta 1 bardak suya 2 gram toz şeker ilave edilmesi	E	20 °C'ta 1 bardak suya 2 gramlık 1 tane kesme şeker ilave edilmesi	YAVAŞ

2. A) Sıcaklık arttıkça ortamdaki taneciklerin ortamdaki taneciklerin kinetik enerjisi artacağı için toplam ve etkin çarpışma sayısı artar. Yani eşik enerjisini aşan tanecik sayısı artar. Dolayısı ile tepkime hızı artar.
- B) Birinci kaptaki Zn metali toz haline getirilmiş. Yani temas yüzeyi artmıştır. Temas yüzeyi arttıkça tepkime hızı artacağı için birinci kaptaki tepkime daha hızlıdır.
- C) Derişim ile tepkime hızı doğru orantılıdır. Derişim arttıkça tepkime hızı artacağı için tepkime süresi azalır.
- Ç) Enzimler kimyasal tepkimelerde katalizör görevi görür. Tepkimenin eşik enerjisini düşürür. Etkin çarpışma sayısını dolayısı ile tepkime hızını artırır.

KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ

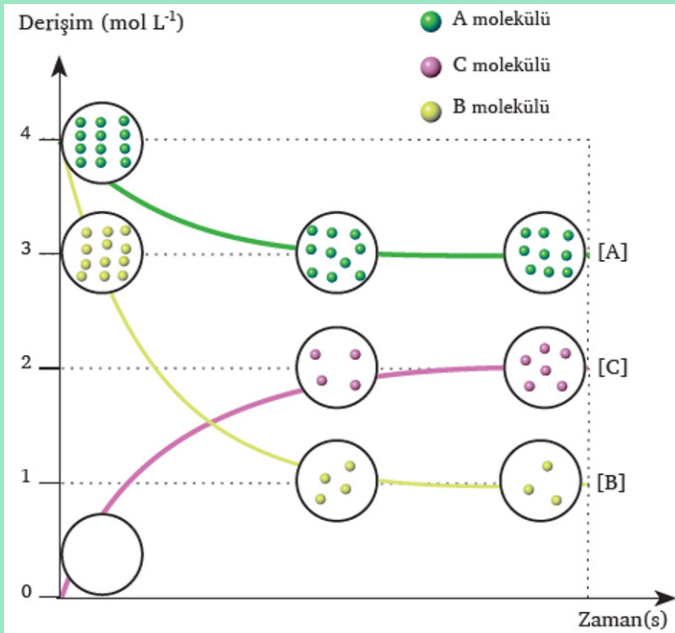
BECERİ TEMELLİ SORULAR

3. A) TEPKİME DENKLEMİ	YÖNTEM	SİSTEMDEKİ DEĞİŞİMLER
$\text{KClO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{KCl}(\text{k}) + 3/2\text{O}_2(\text{g})$	Basınç ya da hacim değişimi	Tepkime sonunda sabit hacimde basınç artar, sabit basınçta hacim artar.
$\text{BaCl}_2(\text{suda}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{suda}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{k}) + 2\text{NaCl}(\text{suda})$	Çökelti oluşumu	Girenler suda çözünmüş hâlde ve renksizdir. Tepkime sonunda beyaz kristal katı oluşur.
$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$	Isı değişimi	Tepkime sonunda ortamın sıcaklığı artar.
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{Br}_2(\text{s}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4(\text{g})$ renksiz kırmızı renksiz	Renk değişimi	Tepkime öncesinde ortamda Br_2 'nin kırmızı rengi görülür. Tepkime sonunda renk kaybolur.

B) Öğrenciden hızlı ve yavaş gerçekleşen olayları örnekteki gibi yazması beklenir.

HIZLI OLAYLAR	YAVAŞ OLAYLAR
Yıldırım düşmesi	Kömür oluşumu
Grizu patlaması	Doğada plastiğin yok olması
Jet yakıtının yanması	Küflü peynir oluşumu
...	...

C) DERİŞİM_ZAMAN GRAFİĞİ



ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

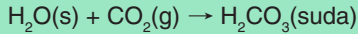
- | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| 1. A | 2. E | 3. B | 4. D | 5. D | 6. A | 7. D | 8. C | 9. C | 10. B |
| 11. E | 12. C | 13. A | 14. D | | | | | | |

SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

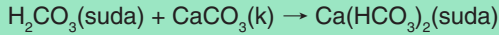
BECERİ TEMELLİ SORULAR

1. **A)** Musluk sularında çözülmüş CaCO_3 , MgCO_3 tuzları bulunur. Çaydanlıklarda biriken kireç bunun göstergesidir. İçinde çözülmüş CaCO_3 , MgCO_3 tuzları arttıkça suların sertliği de artar. Bu tuzlardan gelen iyonlar tamponlama etkisi yapar.
- B)** Damıtılmış suda çözülmüş iyonlar bulunmaz. Suya tampon özelliği veren karbonat ve bikarbonat iyonu olmazsa akvaryum suyunun pH'ı çevresel faktörlerle değişebilir. Bu da balıklar açısından istenen bir durum değildir.
- C)** Boyalarda pH değerleri değiştikçe renk değişikliği olabilir. pH'ın değişmesi boya endüstrisi için istenen bir durum değildir. İlaç endüstrisinde de ilaçların uzun süre bozulmaması için pH'ları belli aralıkta kalmalıdır. Gıdaların uzun süre lezzet ve görünümünü koruması için tampon çözeltiler gereklidir. Şampuanların pH değerleri cilt pH'ı ile uyumlu olmalıdır, üretiminden sonra zaman geçtikçe pH değerleri değişmemelidir.
- Ç)** Öğrencilere bırakılmıştır.

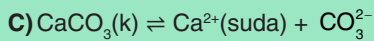
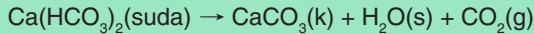
2. **A)** CaCO_3 tuzunun sudaki çözünürlüğü ekzotermiktir. Sıcaklık arttığında CaCO_3 ün çözünürlüğü azalır. Su ısıtıcı, çaydanlık ve çamaşır makinesinde ısıtılan sudaki CaCO_3 daha fazla çöker.
- B)** Kalker ve mermer gibi kayaçların bünyesindeki sulara, yağışların etkisiyle atmosferden ya da diğer kaynaklardan gelen karbondioksit, karbonik asit oluşturarak suyun eritici özelliğini artırır.



Karbonik asitli bu sular, kayaçları kat ederken onlardan bol oranda kalsiyum karbonatı çözerek bünyesine alır ve kalsiyum bikarbonatça ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) yoğun hale gelir.



Kalsiyum bikarbonatça zengin sular, yeryüzüne ulaştıklarında, değişen sıcaklık ve basınç koşullarına bağlı olarak, bünyelerindeki karbondioksit buharlaşarak atmosfere karışır ve ikincil kalsiyum karbonat çökelişi gerçekleşir. Karasal ortamda ikincil çökelişin ürünü olan bu oluşum travertenleri meydana getirir. Bu olayın tekrarı ile de travertenler üst üste birikerek kalınlıkları artar.



$$K_{\text{çç}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] \quad 2,5 \cdot 10^{-9} = X^2$$

$$X = 5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

BECERİ TEMELLİ SORULAR

3. A)

TEPKİMELER	DEĞİŞİKLİKLER VE NEDENİ
$\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$ (Sıcaklık Arttırılırsa)	Artan sıcaklığı azaltmak için tepkime (denge) ısının harcandığı ürünler yönüne kayar.
$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{ısı}$ (Sıcaklık Azaltılırsa)	Azalan sıcaklığı arttırmak için tepkime (denge) ürünler yönüne kayar.
$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ (Sıcaklık Arttırılırsa)	Artan sıcaklığı azaltmak için tepkime (denge) ısının harcandığı girenler yönüne kayar.
$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ (Sıcaklık Arttırılırsa)	Artan sıcaklığı azaltmak için tepkime (denge) ısının harcandığı ürünler yönüne kayar.
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ (Sıcaklık Azaltılırsa)	Azalan sıcaklığı arttırmak için tepkime (denge) girenler yönüne kayar.

- B) a) Tepkime (denge) uzaklaştırılan SO_3 gazını oluşturacak şekilde ürünler yönünde hareket eder.
 b) Bir miktar S katısı ilavesi dengeyi etkilemez.
 c) Tepkime (denge) gazın mol sayısının fazla olduğu girenler yönünde hareket eder. Daha fazla S ve O_2 oluşur.
 ç) Denge değişmez.

ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

1. C 2. A 3. B 4. D 5. E 6. D 7. A 8. A 9. C 10. A
 11. B 12. C 13. D 14. C 15. A 16. E

