

KİM-118 TEMEL KİMYA

Prof. Dr. Zeliha HAYVALI

Ankara Üniversitesi

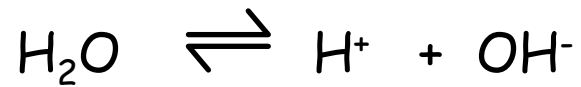
Kimya Bölümü

Bu slaytlarda anlatılanlar sadece özet olup ayrıntılı bilgiler ve örnek çözümleri derste verilecektir.

BÖLÜM 14

SULU ÇÖZELTİ REAKSİYONLARI VE İYON DENGELERİ

Suyun Ayrışması



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

K_{su} , 25 °C'de $1,0 \times 10^{-14}$ olarak bulunmuştur.

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

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

$$K_{\text{su}} = x^2 = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$x = 1,0 \times 10^{-7}$$

Yani $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$

Asitli çözültide $[H^+] > [OH^-]$

Bazik çözültide $[H^+] < [OH^-]$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$-\log K_{su} = (-\log [H^+]) + (-\log [OH^-])$$

$$pK_{su} = pH + pOH$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = pOH = 7$$

Asidik çözültide $pH < 7$

Bazik çözültide $pH > 7$

ÖRNEK: 0,004 M HCl çözeltisinin pH'sı nedir?

HCl güçlü bir asit olduğundan %100 iyonlaşır

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

$$\text{pH} = -\log 0,004$$

$$\text{pH} = 2,4$$

ÖRNEK: 0,005 M KOH çözeltisinin pH'sı nedir?

KOH güçlü bir baz olduğundan %100 iyonlaşır.

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = -\log 0,005$$

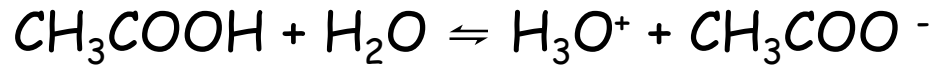
$$\text{pH} = 14 - 2,3$$

$$\text{pOH} = 2,3$$

$$\text{pH} = 11,7$$

ZAYIF ASİTLER VE BAZLAR

Sulu çözeltilerinde %100 iyonlaşmayan asitler zayıf asitler; bazlar zayıf bazlardır.



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad K_a = 1,8 \times 10^{-5}$$

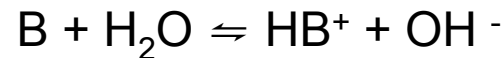
K_a = asit ayrışma sabiti veya asitlik sabiti

Genel olarak zayıf asitler için:



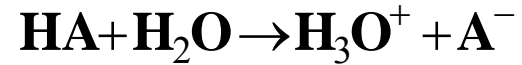
$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Genel olarak zayıf bazlar için:

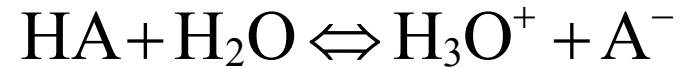


$$K_b = \frac{[\text{HB}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

HA kuvvetli asit ise



HA zayıf asit ise



Kuvvetli Asit = büyük K_a = küçük pK_a

$$pK_a = -\log(K_a)$$

Zayıf Asit = küçük K_a = büyük pK_a

$$pK_b = -\log K_b$$

$$K_a \times K_b = K_{su}$$

$$K_a = \frac{K_{su}}{K_b}$$

$$K_b = \frac{K_{su}}{K_a}$$

Örnek: 0.10 M lık CH₃COOH çözeltisinin pH sı nedir? (K_a = 1.8 x 10⁻⁵)



$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{(0.10 - x)}$$

İhmal edilebilir $x \ll 0.10$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{(0.10)}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

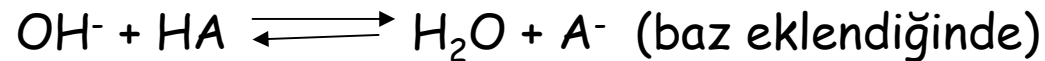
$$\text{pH} = 2.87$$

Tampon Çözeltiiler

Zayıf bir asit ile tuzunu ya da zayıf bir baz ile tuzunu içeren çözeltilere tampon çözeltiiler denir. Tampon çözeltiiler, az miktarda katılan derişik asitleri ve bazları nötralleştirebilir ve bu sırada pH'da önemli değişiklik gözlenmez.

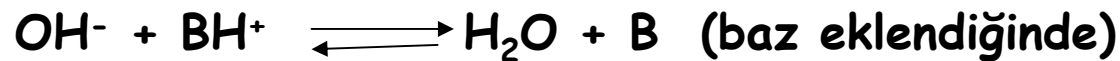
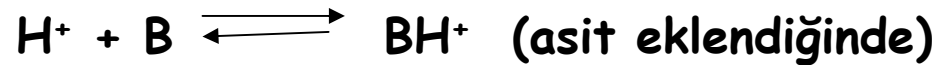
Zayıf bir asit ile tuzu karıştırıldığında $\text{pH} < 7$ olur. Bu bir asidik tampon çözeltilidir.

Zayıf asiti HA ile tuzunu MA ile gösterirsek, bunlardan oluşan tampon çözelti HA ve A^- içerir. Bu çözeltiye H^+ veya OH^- ilave edildiğinde aşağıdaki tepkimeler gerçekleşir.

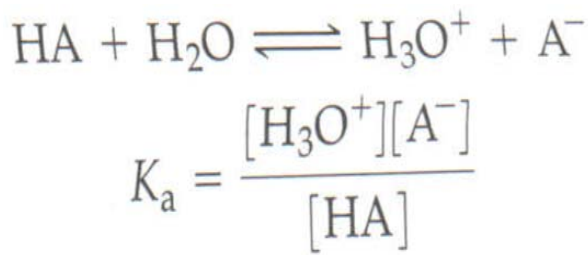


Zayıf bir baz ile tuzu karıştırıldığında $\text{pH} > 7$ olur. Bu bir bazik tampon çözeltilidir.

Zayıf baz B ile tuzunu BH^+A^- ile gösterirsek, bunlardan oluşan tampon çözelti B ve BH^+ içerir. Bu çözeltiliye H^+ veya OH^- ilave edildiğinde aşağıdaki tepkimeler gerçekleşir.



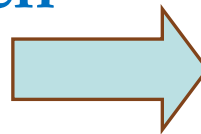
Belli pH'da bir tampon çözelti belli derişimdeki zayıf bir asit ve tuzundan veya belli derişimdeki zayıf bir baz ve tuzundan hazırlanabilir.



$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] \times \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Henderson-Hasselbalch
Eşitliği



$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

En iyi tampon çözeltiler baz ve asit molar derişimlerinin oranının 1 olduğu yani $\text{pH} = \text{pKa}$ olduğu çözeltilerdir.

ÖRNEK : 100 cm³ 0,6 M NH₃ çözeltisi ve 150 cm³ 0,3 M NH₄Cl çözeltisi karıştırılarak bir tampon çözeltisi hazırlanmıştır. (a) Tamponun pH'sı nedir? (b) 0,01 mol asit katılırsa pH ne olacaktır?

$$[\text{OH}^-] = K_b [\text{B}]/[\text{BH}^+] = K_b [\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+]$$

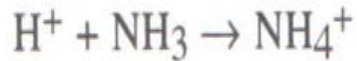
$$[\text{NH}_3] = 0,6 \text{ M} \times 0,100 \text{ dm}^3 / (0,100 + 0,150) \text{ dm}^3 = 0,24 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 0,3 \text{ M} \times 0,150 \text{ dm}^3 / (0,100 + 0,150) \text{ dm}^3 = 0,18 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times (0,24/0,18) = 2,4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 4,62 \quad \text{ve} \quad \text{pH} = 9,38$$

Tampona güçlü asit katılmasıyla $[\text{H}^+] = 0,01 \text{ mol} / 0,250 \text{ dm}^3 = 0,04 \text{ M H}^+$



$$[\text{NH}_3] = 0,24 \text{ M} - 0,04 \text{ M} = 0,20 \text{ M}$$

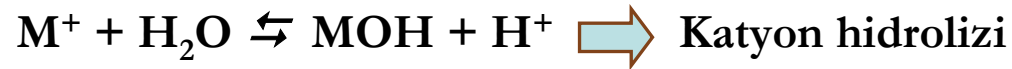
$$[\text{NH}_4^+] = 0,18 \text{ M} + 0,04 \text{ M} = 0,22 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times (0,20/0,22) = 1,6 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 4,80 \quad \text{ve} \quad \text{pH} = 9,20$$

HİDROLİZ

Bir iyonun su ile, H_3O^+ veya OH^- oluşturmak üzere reaksiyona girmesine hidroliz denir.



Tuzlar oluştukları asitlerin ve bazların kuvvetlerine göre dörde ayrılır :

➤ **Asidi ve bazı güçlü olan tuzlar**

➤ **Asidi güçlü ve bazı zayıf olan tuzlar**

➤ **Asidi zayıf ve bazı güçlü olan tuzlar**

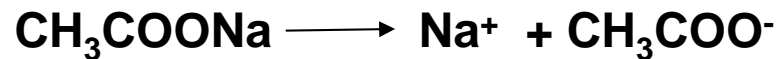
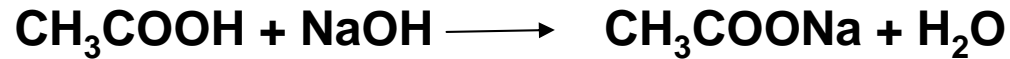
➤ **Asidi ve bazı zayıf olan tuzlar**

➤ Asidi ve bazı güçlü olan tuzlar :



Hidroliz Olmaz

➤ Asidi zayıf ve bazı güçlü olan tuzlar :



Hidroliz Olmaz

Hidroliz Olur



$$K = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-][\text{H}_2\text{O}]}$$

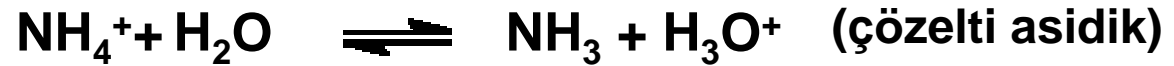
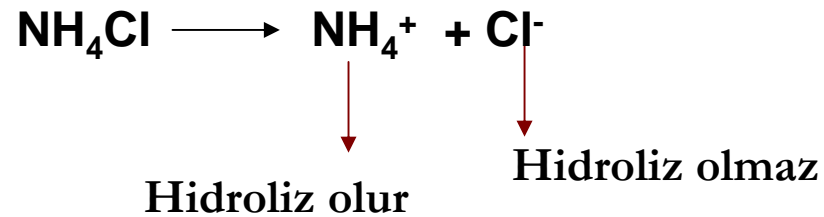
$$K = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K \times [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = K_h$$

Hidroliz sabiti

$$K_b = \frac{K_{su}}{K_a} \quad \Longrightarrow \quad K_h = \frac{K_{su}}{K_a}$$

➤ Asidi güçlü ve bazı zayıf olan tuzlar :



$$K = \frac{[\text{B}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K = \frac{[B][H_3O^+]}{[NH_4^+][H_2O]}$$

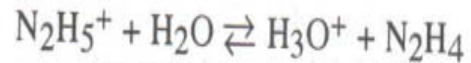
$$K \times [H_2O] = \frac{[B][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = K_h$$

$$K_a = \frac{K_{su}}{K_b} \quad \Longrightarrow \quad K_h = \frac{K_{su}}{K_b}$$

ÖRNEK :

0,2 M N₂H₅Cl çözeltisinin pH 'sını bulunuz.

Katyon hidrolize uğrar.



$$K_h = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{N}_2\text{H}_4] / [\text{N}_2\text{H}_5^+]$$

$$K_h = K_{su}/K_b = 1,0 \times 10^{-14} / 1,7 \times 10^{-6} = 5,9 \times 10^{-9}$$

$$K_h = x^2/0,2 = 5,9 \times 10^{-9}$$

$$x = 3,4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 4,47$$

Çözelti asidiktir.

➤ **Asidi ve bazı zayıf olan tuzlar :**

Zayıf asit ve zayıf bazlardan oluşan tuzlar hidroliz olur. (Kasyonlar asit, anyonlar bazdır. Ancak, çözeltinin asidik mi, yoksa bazik mi olacağı, iyonların K_a ve K_b lerinin bağlı değerlerine bağlıdır.)

$K_{hk} > K_{han}$  **asidik** ($[H^+] > [OH^-]$)

$K_{hk} < K_{han}$  **bazik** ($[H^+] < [OH^-]$)

$K_{hk} = K_{han}$  **nötr** ($[H^+] = [OH^-]$)

ASİT-BAZ TİTRASYONU

Titrasyon, asitlerin ve bazların derişimlerinin belirlenmesi için bir yöntemdir.

Titrasyon aynı zamanda yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları için de kullanılır.

Titrasyon metodunda, derişimi belli olmayan belli hacimdeki çözeltili (örnek: bir asit çözeltilisi) bir erlene konur ve üzerine birkaç damla asit-baz indikatörü eklenir. Derişimi bilinen diğeri çözeltili (baz) bir bürete doldurulur ve bu çözeltili titrant olarak adlandırılır. Baz, asit çözeltilisine önce hızla, sonra damla damla eklenir. Eşdeğerlik noktası asit-baz indikatörünün renk değıştirmesiyle belirlenir. Bir titrasyonda indikatörün renk değıştirdiğı noktaya indikatörün dönüm noktası adı verilir. Titrantın harcandığı miktar belirlendikten sonra uygun işlemlerle derişimi bilinmeyen asit çözeltilisinin derişimi bulunabilir.