

SULU ÇÖZELTİ REAKSİYONLARI

ve İYON DENGELERİ

- 1. Çözelti reaksiyonları denklemlerinin denkleştirilmesi**
- 2. Suyun iyonlaşması, pH, güçlü asitlerin ve bazların ayrışması**
- 3. Zayıf asitlerin ve bazların ayrışması**
- 4. Tampon çözeltiler**
- 5. Hidroliz**
- 6. Asit-baz titrasyonu**

Aşağıda verilen özet bilginin ayrıntısını, ders kitabı olarak önerilen, Erdik ve Sarıkaya'nın “ Temel Üniversitesi Kimyası Kitabı'ndan okuyunuz.

ÇÖZELTİ REAKSİYONLARI DENKLEMLERİNİN DENKLEŞTİRİLMESİ

- 1) Yükseltgenme Sayısı Değişmesi Yöntemi
- 2) İyon Elektron Yöntemi

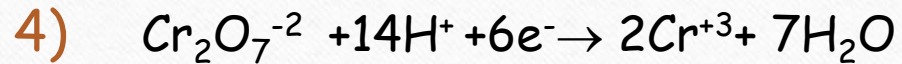
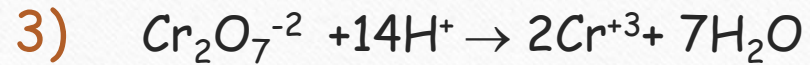
İYON- ELEKTRON YÖNTEMİ

- 1) Tepkimeyi iki yarı reaksiyona ayırınız.
- 2) Hidrojen (H) ve oksijen (O) atomları dışındakilerin katsayılarını eşitleyiniz.
- 3) Daha sonra ortam asidik ise oksijen eksikliği olan yere oksijen eksikliği kadar H_2O , diğer tarafa H^+ ilave ediniz. Eğer ortam bazik ise hidrojen eksikliği olan tarafa hidrojen eksikliği kadar H_2O , diğer tarafa OH^- ekleyiniz.
- 4) Tepkimenin her iki tarafındaki net yükü denkleştirmek için elektron (e^-) ekleyiniz.
- 5) Elektron eşitliğini sağlamak yani yükleri denkleştirmek için iki yarı tepkimeyi uygun sayılarla çarpınız ve toplayınız.
- 6) Toplu tepkimede, her iki tarafta aynı terimleri siliniz. Sonuçta net iyonik denklem elde edilir.

Örnek :



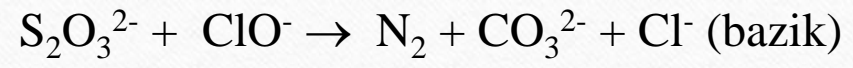
Yukarıda verilen reaksiyon denklemini denkleştiriniz.



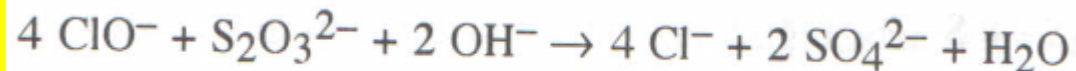
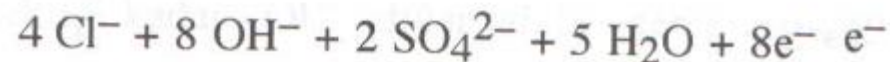
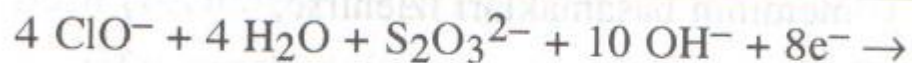
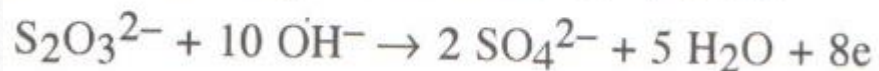
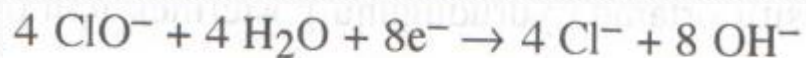
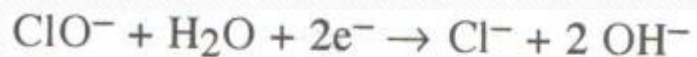
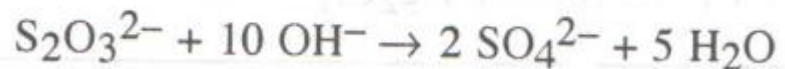
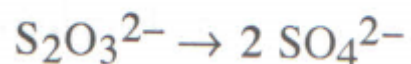
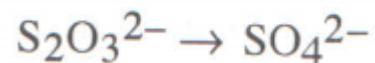
2. Kısmı 3 ile çarpalım.



ÖRNEK;



Yukarıdaki reaksiyon denklemini denkleştiriniz.



SORU: $\text{H}_2\text{Te}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Te} + \text{HTeO}_4^-$ (asidik ortam)
denklemini iyon-elektron yöntemi ile denkleştiriniz.

SORU:

$P_4 \rightarrow P_2H_4 + H_2PO_4^-$ (bazik ortam)
denklemini iyon-elektron yöntemi ile
denkleştiriniz.

SORU:

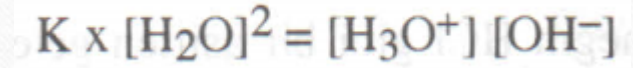
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Cr}^{+3} + \text{HSO}_4^-$ (asitli ortam)
denklemini iyon-elektron yöntemi ile
denkleştiriniz.

SUYUN İYONLAŞMASI, pH, GÜÇLÜ ASİTLERİN ve BAZLARIN AYRIŞMASI



$$K = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-] / [\text{H}_2\text{O}]^2$$

Suyun molar derişimi saf su ve seyreltik çözeltiler için sabittir ve 55,3 M dir. Dolayısıyla;



$$K_{\text{su}} = K \times [\text{H}_2\text{O}]^2$$

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

Suyun ayrışması basitçe şu şekilde gösterilebilir.
$$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$$

$$K_{\text{su}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \quad (25^\circ\text{C})$$

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

Asidik çözelti $[H^+] > [OH^-]$

Bazik çözelti $[H^+] < [OH^-]$

Nötr çözelti $[H^+] = [OH^-]$

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

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

$$\mathbf{K_{su} = [H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}.}$$

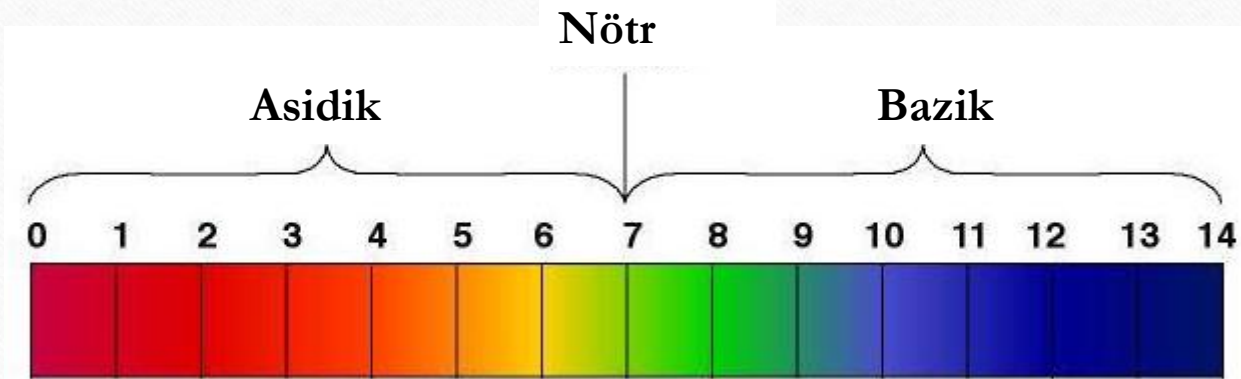
$$\mathbf{pK_{su} = pH + pOH}$$

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

Asidik çözeltiler: $[H^+] > 1 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} < 7$

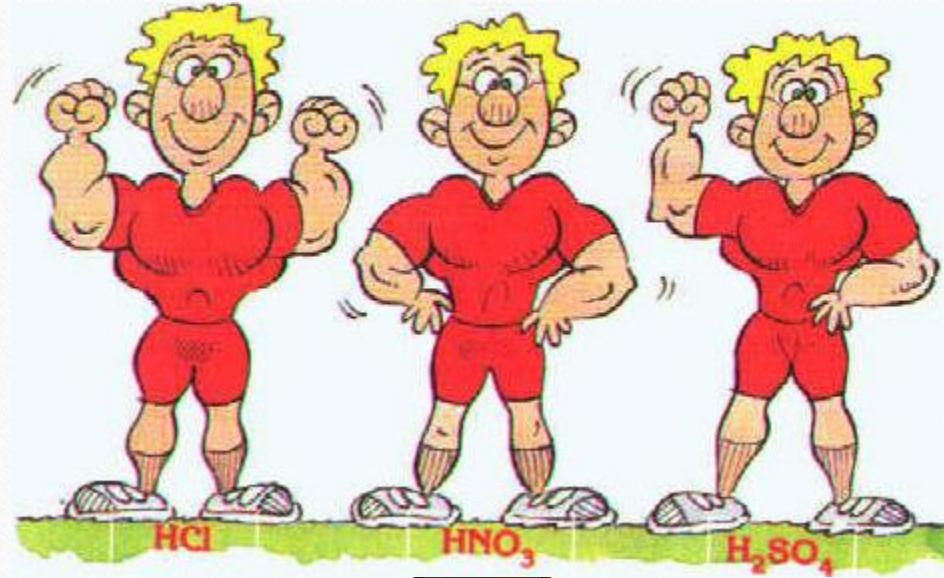
Bazik çözeltiler: $[H^+] < 1 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} > 7$

Nötral çözeltiler: $[H^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 7$



Kuvvetli asitler ve bazlar sulu

özeltlerinde %100 iyonlaşırlar.



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.

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

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

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

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

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

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

Zayıf Asitlerin ve Bazların Ayrışması

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



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

Asitin ayrışma sabiti



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



Bazın ayrışma sabiti

HA kuvvetli asit ise



HA zayıf asit ise



Kuvvetli Asit = büyük K_a = küçük pK_a

Zayıf Asit = küçük K_a = büyük pK_a

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

$$pK_b = -\log K_b$$

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

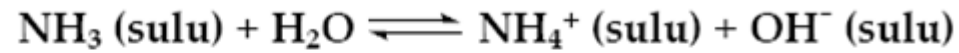
$$K_a = \frac{K_{su}}{K_b}$$

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

ÖRNEK:

0,40 M NH_3 çözeltisinin pH'sı nedir?

$$(K_b = 1.8 \times 10^{-5})$$



Başlangıç der (M):	0,40	-	-
Değişme (M):	-X	+X	+X
Dengede (M):	0,40-X	X	X

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$= \frac{X^2}{0,40 - X} = 1,8 \times 10^{-5}$$

0,40 - X \approx 0,40 alınır.

$$\frac{X^2}{0,40 - X} = \frac{X^2}{0,40} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$X^2 = 7,2 \times 10^{-6}$$

$$X = 2,7 \times 10^{-3} \text{ M}$$

X değeri 0,40 yanında ihmâl edilecek kadar küçük olduğundan

$$[\text{OH}^-] = 2,7 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log (2,7 \times 10^{-3})$$

$$= 2,57$$

$$\text{pH} = 14 - 2,57$$

$$= 11,43$$

Örnek: 0.10 M lık CH_3COOH çözeltisinin pH sı nedir? ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)



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

İhmal edilebilir $x \ll 0.10$

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

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

$$\text{pH} = 2.87$$

SORU :

0,10 M formik asit (HCOOH) çözeltisinin pH'ı 2,39 dur. Asidin K_a 'sını hesaplayınız?

SORU :

Bütirik asitin $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}]$, 0,250 M lık çözeltisinin pH değeri 2,72 olarak bulunmuştur. Bütirik asidin K_a değerini hesaplayınız.

SORU:

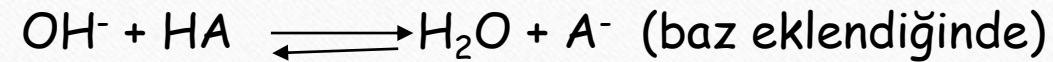
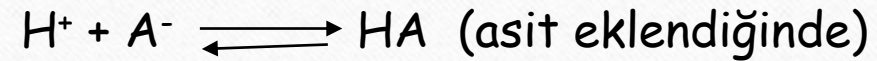
0,00125 M metilamin (CH_3NH_2) çözeltisinin pH sı nedir? ($K_b = 4,2 \times 10^{-4}$).

Tampon Çözeltiler

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

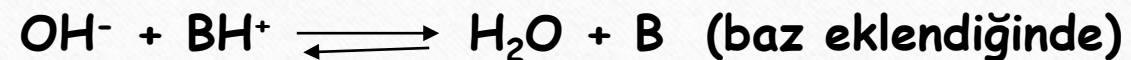
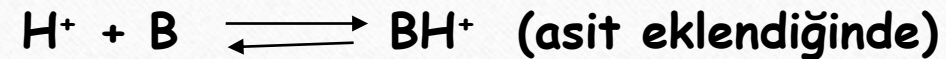
Zayıf bir asit ile tuzu karıştırıldığında $\text{pH} < 7$ olur. Bu bir asidik tampon çözeltilidir.

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

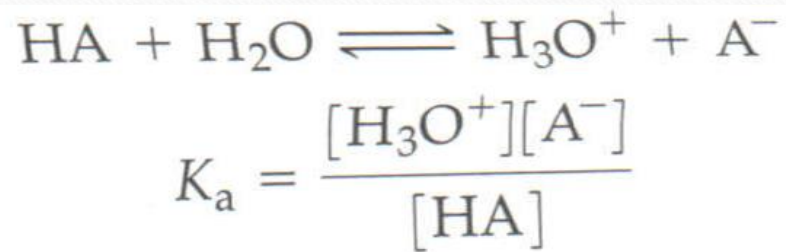


Zayıf bir baz ile tuzu karıştırıldığında $\text{pH} > 7$ olur. Bu bir bazik tampon çözeltilidir.

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 oranınının 1 olduğu yani $\text{pH} = \text{pKa}$ olduğu çözeltilerdir.

ÖRNEK :

1M HOAc ve 1M NaOAc içeren bir tampon çözeltinin ve 0,01 M HOAc ve 1M NaOAc içeren bir tampon çözeltinin pH'larını bulunuz.

$$[H^+] = K_a[HA]/[A^-] = K_a[HOAc]/[ACO^-]$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times (1/1) = 1,8 \times 10^{-5} M \quad \text{ve} \quad pH = 4,74$$

1. Çözelti için

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} (0,01/1) = 1,8 \times 10^{-7} M \quad \text{ve} \quad pH = 6,74$$

2. Çözelti için

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?

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

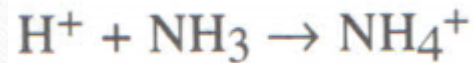
$$[\text{NH}_3] = 0,6 \text{ M} \times 0,100 \text{ dm}^3 / (0,100 + 0,150) \text{ dm}^3 = 0,24 \text{ M}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

SORU:

15,0 g NaCH_3COO ın yeterli hacimde 0,200 M CH_3COOH içinde çözülmesi ve hacmin 1000,0 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanan bir tampon çözeltinin pH değeri nedir?

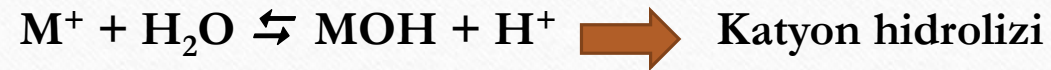
SORU :

pH sı 5,09 olan bir çözelti hazırlamak için 0,300 L 0,250 M CH_3COOH içinde ne kadar

NaCH_3COO çözülmelidir ?

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

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



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

ÖRNEK :

0,05 M NaOAc çözeltisinin pH'sını bulunuz.

NaOAc, asidi zayıf ve bazı güçlü bir tuz olduğundan anyonu hidrolize uğrar.



$$K_h = \frac{[\text{HOAc}] [\text{OH}^-]}{[\text{AcO}^-]}$$

$$K_h = K_{su}/K_a = 1,0 \times 10^{-14}/1,8 \times 10^{-5} = 5,6 \times 10^{-10}$$

$$K_h = x^2/0,05 = 5,6 \times 10^{-10}$$

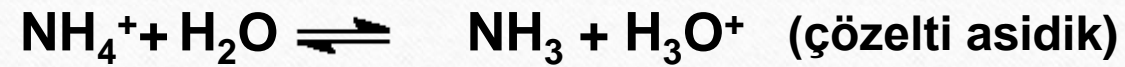
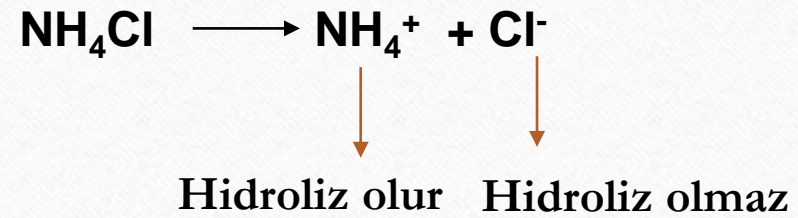
$$x = 5,3 \times 10^{-6} \text{M}$$

$$[\text{OH}^-] = 5,3 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 5,28 \text{ ve } \text{pH} = 8,72$$

Çözelti baziktir.

➤ Asidi güçlü ve bazı zayıf olan tuzlar :



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

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

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

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

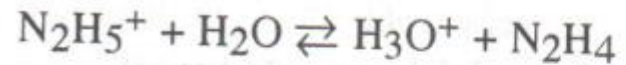


$$K_h = \frac{K_{su}}{K_b}$$

ÖRNEK :

0,2 M N₂H₅Cl çözeltisinin pH 'sını bulunuz.

Katyon hidrolize uğrar.



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

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

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

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

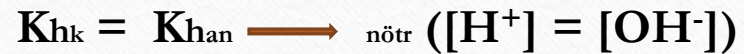
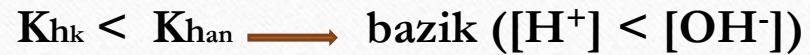
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,4 \times 10^{-5} \text{ M}$$

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

Çözelti asidiktir.

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

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



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 çözeltisi) bir erlene konur ve üzerine birkaç damla asit-baz indikatörü eklenir. Derişimi bilinen diğer çözelti (baz) bir bürete doldurulur ve bu çözelti titrant olarak adlandırılır. Baz, asit çözeltisine önce hızla, sonra damla damla eklenir. Eşdeğerlik noktası asit-baz indikatörünün renk değiştirilmesiyle belirlenir. Bir titrasyonda indikatörün renk değiştirdiği noktaya indikatörün dönüm noktası adı verilir. Titrantın harcandığı miktar belirlendikten sonra uygun işlemlerle derişimi bilinmeyen asit çözeltisinin derişimi bulunabilir.