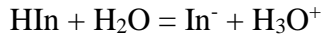


Nöt. Tit. İle İlgili Problemler

1) Bir renk değişimi neden 2 pH birimi aralığında gözlenir?

Gözlerin küçük renk değişimlerine duyarlı olmamasından dolayı renk değişiminin görülebilmesi için indikatörün bir türünün veya diğer türünün yaklaşık on kat fazla miktarda bulunması gerekir. Bu renk değişimi indikatörün pK değeri civarında ± 1 pH aralığına denk gelir.

2) Metil oranjin ($pK_a = 3,46$) asidik tür derişimin bazik tür derişimine oranı 1,64 olduğunda çözeltinin pH'sı kaç olur?



$$K_a = [H_3O^+][In^-] / [HIn]$$

$$K_a = \text{antilog}(-3,46) = 3,47 \times 10^{-4}$$

$$[H_3O^+] = K_a [HIn] / [In^-] = (3,47 \times 10^{-4}) (1,64)$$

$$pH = 3,24$$

3) Ağırlıkça % 14 HCl içeren ve 1 mL'si 1,054 g olan sulu bir çözeltinin pH'sı kaçtır?

$$C_{HCl} = [H_3O^+] = (14 \text{ g HCl} / 100 \text{ g çözelti}) \times (1,054 \text{ g HCl} / 1 \text{ mL çöz.}) \times (\text{mmol HCl} / 0,0365 \text{ g}) = 4,047$$

$$pH = -0,607$$

4) Aşağıdaki çözeltilerden hangisi 0,10 M NaOH ile titrasyonunda daha keskin dönüm noktası verir?

- a) 0,10 M nitroz asit veya 0,10 M iyodik asit
- b) 0,10 M anilinyum hidroklorür ($C_6H_5NH_3Cl$) veya 0,10 M benzoik asit
- c) 0,10 M hipokloröz asit veya 0,10 M pirüvik asit
- d) 0,10 M salisilik asit veya 0,10 M asetik asit

Çözünen maddenin K_a 'si ne kadar büyükse, o kadar keskin dönüm noktası gözlenir.

a) Nitroz asit için $K_a = 7,1 \times 10^{-4}$

İyodik asit için $K_a = 1,7 \times 10^{-1}$

İyodik asit keskin dönüm noktası verir.

b) Anilinyum hidroklorür ($C_6H_5NH_3Cl$) $K_a = 2,51 \times 10^{-5}$

Benzoik asit $K_a = 6,28 \times 10^{-5}$

Benzoik asit keskin dönüm noktası verir.

c) Hipokloröz asit için $K_a = 3,0 \times 10^{-8}$

Piruvik asit için $K_a = 3,2 \times 10^{-3}$

Piruvik asit keskin dönüm noktası verir.

d) Salisilik asit $K_a = 1,06 \times 10^{-3}$ salisilik asitin dönüm noktası daha keskindir.

Asetik asit $K_a = 1,75 \times 10^{-5}$

5) Aşağıdaki çözeltilerden hangisi 0,10 M HCl ile titrasyonunda daha keskin dönüm noktası verir?

a) 0,10 M NaOCl veya 0,10 M hidroksilamin

b) 0,10 M NH_3 veya 0,10 M sodyum fenolat

c) 0,10 M metilamin veya 0,10 M hidroksilamin

d) 0,10 M hidrazin veya 0,10 M NaCN

Çözünen maddenin K_b 'si ne kadar büyükse, o kadar keskin dönüm noktası gözlenir.

a) NaOCl için HOCl (hipokloröz asit) için $K_a = 3,0 \times 10^{-8}$ $K_b = 3 \times 10^{-7}$

Hidroksilamin için $K_b = 9,1 \times 10^{-9}$ Bu durumda NaOCl nin dönüm noktası daha keskindir.

b) NH_3 için $K_b = 1,75 \times 10^{-5}$

Sodyum fenolat için $K_b = 1,00 \times 10^{-14} / 1 \times 10^{-10} = 1 \times 10^{-4}$ dönüm noktası daha keskindir. Fenol için $K_a = 1 \times 10^{-10}$

6) 0°C , 50°C ve 100°C 'de K_{su} değerleri sırasıyla $1,14 \times 10^{-15}$; $5,47 \times 10^{-14}$ ve $4,9 \times 10^{-13}$ 'tür. Bu sıcaklıklarda nötral bir çözeltinin pH' sini hesaplayınız.

0°C ' da $K_{su} = 1,14 \times 10^{-15}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = (1,14 \times 10^{-15})^{1/2} = 3,376 \times 10^{-8}$

pH = 7,47

$$50^{\circ}\text{C} \text{ da } [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,339 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 6,63$$

$$100^{\circ}\text{C}'\text{de } [\text{H}_3\text{O}^+] = 7 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 6,15$$

7) Problem 6' daki verileri kullanarak, pK_{su} ' yu aşağıdaki sıcaklıklarda hesaplayınız.

- a) 0°C ,
- b) 50°C
- c) 100°C

$$\text{a) } \text{pK}_{\text{su}} = -\log (1,14 \times 10^{-15}) = 14,94$$

$$\text{b) } \text{pK}_{\text{su}} = -\log (5,47 \times 10^{-14}) = 13,26$$

$$\text{c) } \text{pK}_{\text{su}} = -\log(4,9 \times 10^{-13}) = 12,31$$

8) $2,00 \times 10^{-8} \text{ M NaOH}$ çözeltinin pH'sı kaçtır?

$$[\text{OH}^-] = 2,00 \times 10^{-8} + [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,00 \times 10^{-8} + (1,00 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-])$$

$$[\text{OH}^-]^2 - 2,00 \times 10^{-8} [\text{OH}^-] - 1,00 \times 10^{-14} = 0$$

$$[\text{OH}^-] = (2,00 \times 10^{-8}) + ((2,00 \times 10^{-8})^2 - 4(1)(1,00 \times 10^{-14})^{1/2}) / 2(1)$$

$$[\text{OH}^-] = 1,105 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log (1,105 \times 10^{-7}) = 6,957$$

$$\text{pH} = 14,00 - 6,957 = 7,04$$

9) $2,00 \times 10^{-8} \text{ M HCl}$ çözeltinin pH'sı kaçtır?

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,00 \times 10^{-8} + [\text{OH}^-] = 2,00 \times 10^{-8} + (1,00 \times 10^{-14} / [\text{H}_3\text{O}^+])$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 - 2,00 \times 10^{-8} [\text{H}_3\text{O}^+] - 1,00 \times 10^{-14} = 0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,105 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 6,957$$

10) 20,0 mL 0,2000 M HCl' nin aşağıdakilerin 25,0 mL'si ile karıştırılmasıyla oluşan çözeltinin pH' sını hesaplayınız.

- a) damıtık su
- b) 0,132 M AgNO_3

c) 0,132 M NaOH

d) 0,132 M NH₃

e) 0,232 M NaOH

$$a) C_{\text{HCl}} = [\text{H}_3\text{O}^+] = (20,0 \times 0,200) / (20,0 + 25,0) = 0,0889 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 0,0889 = 1,05$$

b) a)'daki ile aynı; pH = 1,05

$$d) C_{\text{HCl}} = (4,00 - 25,0 \times 0,132) / (20,0 + 25,0) = 1,556 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,556 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log (1,556 \times 10^{-2}) = 1,81$$

e) c)'deki gibi, $C_{\text{HCl}} = 1,556 \times 10^{-2}$

$$\text{pH} = 1,81$$

(NH₄⁺ un varlığı pH'yi önemli ölçüde değiştirmez.)

$$e) C_{\text{NaOH}} = (25,0 \times 0,232 - 4,00) / (45,0) = 4,00 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log (4,00 \times 10^{-2}) = 1,398$$

$$\text{pH} = 14,00 - 1,398 = 12,60$$

11) $1,00 \times 10^{-7}$ molar HCl'in pH'sını hesaplayınız.

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{T}} = C_{\text{HCl}} + [\text{OH}^-] = C_{\text{HCl}} + K_{\text{su}} / [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 - 1,00 \times 10^{-7} [\text{H}_3\text{O}^+] - 1,00 \times 10^{-14} = 0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,62 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 6,79$$

12) $2,00 \times 10^{-6}$ M KOH'ın pH'nı bulunuz.

$$[\text{OH}^-] = C_{\text{KOH}} + [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,00 \times 10^{-6} + K_{\text{su}} / [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-]^2 - 2,00 \times 10^{-6} [\text{OH}^-] - 1,00 \times 10^{-14} = 0$$

$$[\text{OH}^-] = 2,00 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 5,70$$

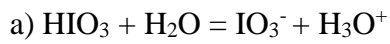
$$\text{pH} = 14 - 5,70 = 8,30$$

13) Aşağıdaki derişime sahip iyodik asit çözeltilerinin pH'larını hesaplayınız. $K_a = 1,7 \times 10^{-1}$

a) $1,00 \times 10^{-1} \text{ M}$

b) $1,00 \times 10^{-2} \text{ M}$

c) $1,00 \times 10^{-4}$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] \ll 0,100 \text{ M varsayılmaz, } K_a \text{ büyük}$$

Tam eşitlik çözümlenmelidir.

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 / C_{\text{HIO}_3} - [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + 0,17 [\text{H}_3\text{O}^+] - (0,17 \times 0,100) = 0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 7,064 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 1,15$$

b) $\text{pH} = 1,99$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,047 \times 10^{-2} \text{ M}$$

c) $\text{pH} = 4,00$

14) Aşağıdaki şekilde hazırlanan çözeltilerin pH'sını hesaplayınız.

a) 43,0 g laktik asit suda çözülüp 500 mL'ye seyreltiliyor.

b) a)'daki çözeltinin 25,0 mL'si 250 mL'ye seyreltiliyor.

c) b)'deki çözeltinin 10,0 mL'si 1,00 L'ye seyreltiliyor.

$$\text{a) } c_{\text{HA}} = 43,0 \text{ g HA} \times \frac{1 \text{ mmol HA}}{0,090079 \text{ g HA}} \times \frac{1}{500 \text{ mL çöz.}} = 0,9547 \text{ M HA}$$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] \quad \text{ve} \quad [\text{HA}] = 0,9547 - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 / (0,9547 - [\text{H}_3\text{O}^+]) = 1,38 \times 10^{-4}$$

$$\text{eşitliği düzenleyip çözelim: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0114 \text{ ve } \text{pH} = \underline{\underline{1,94}}$$

$$\text{b) } c_{\text{HA}} = 0,9547 \times 25,0 / 250,0 = 0,09548 \text{ M HA}$$

$$\text{(a)'daki yolu izleyerek şu değerleri buluruz: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,56 \times 10^{-3} \text{ ve } \text{pH} = \underline{\underline{2,45}}$$

$$\text{c) } c_{\text{HA}} = 0,09547 \times 10,0 / 1000,00 = 9,547 \times 10^{-4} \text{ M HA}$$

$$\text{(a)'daki yolu izleyelim: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,00 \times 10^{-4} \text{ ve } \text{pH} = \underline{\underline{3,52}}$$

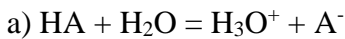
15) 20,0 mL 0,200 M formik aside,

a) 45,0 mL damıtık su,

b) 25,0 mL 0,160 M NaOH çözeltisi,

c) 25,0 mL 0,200 M NaOH çözeltisi,

d) 25,0 mL 0,200 M sodyum format çözeltisi ilave edilmesiyle oluşan çözeltinin pH'sını hesaplayınız.



$$C_{\text{HA}} = 20,00 \text{ mL} \times 0,200 \text{ mmol/mL} / 20,0 + 45,0 = 0,0615 \text{ M}$$

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

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 / 0,0615 - [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,80 \times 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 1,107 \times 10^{-5} - 1,80 \times 10^{-4} [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + 1,80 \times 10^{-4} [\text{H}_3\text{O}^+] - 1,107 \times 10^{-5} = 0$$

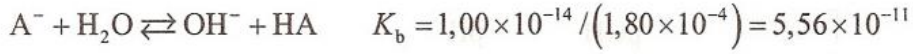
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = -1,80 \times 10^{-4} + \{(1,80 \times 10^{-4})^2 + 4 \times (1,107 \times 10^{-5})\}^{1/2} / 2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.24 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 2,49$$

(b) ilave edilen NaOH = $25,0 \times 0,160 = 4,00$ mmol

Bu durumda, çözeltimiz NaA çözeltisidir.



$$c_{\text{A}^-} = 4,00 / 45,0 = 8,89 \times 10^{-2}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{HA}] \quad \text{ve} \quad [\text{A}^-] = 0,0889 - [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-]^2 / (0,0889 - [\text{OH}^-]) = 5,56 \times 10^{-11}$$

$$\text{eşitliği düzenleyip çözelim: } [\text{OH}^-] = 2,22 \times 10^{-6} \quad \text{ve} \quad \text{pH} = \underline{\underline{8,35}}$$

(c) ilave edilen NaOH = $25,0 \times 0,200 = 5,00$ mmol

Bu durumda, çözelti NaOH'in fazlasını içerir ve pH'yı bunun derişimi belirler:

$$[\text{OH}^-] = (5,00 - 4,00) / 45,0 = 2,22 \times 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = \underline{\underline{12,35}}$$

(d) ilave edilen NaA = $25,0 \times 0,200 = 5,00$ mmol

$$[\text{HA}] = 4,00 / 45,00 = 0,0889$$

$$[\text{A}^-] = 5,00 / 45,00 = 0,1111$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \times 0,1111 / 0,0889 = 1,80 \times 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,440 \times 10^{-4} \quad \text{ve} \quad \text{pH} = \underline{\underline{3,84}}$$

16) 40,0 mL 0,100 M NH₃ çözeltisine,

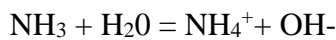
a) 20,0 mL damtık su,

b) 20,0 mL 0,200 M HCl çözeltisi,

c) 20,0 mL 0,250 M HCl çözeltisi,

d) 20,0 mL 0,200 M NH₄Cl çözeltisi,

e) 20,0 mL 0,100 M HCl çözeltisi ilave edilmesiyle oluşan çözeltinin pH'sını hesaplayınız.



$$K_b = K_{\text{su}} / K_a = 1,00 \times 10^{-14} / 5,70 \times 10^{-10} = 1,75 \times 10^{-5}$$

$$\text{mmol NH}_3 = 4,00 \text{ mmol}$$

$$\text{a) } C_{\text{NH}_3} = 4,00 \text{ mmol} / 60,0 \text{ mL} = 0,0667 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = (1,75 \times 10^{-5} \times 0,0667)^{1/2} = 1,08 \times 10^{-3}$$

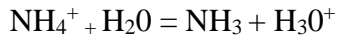
$$\text{pOH} = 2,97$$

$$\text{pH} = 11,03$$

b) İlave edilen $\text{HCl} = 20,0 \text{ mL} \times 0,200 \text{ mmol/mL} = 4,00 \text{ mmol}$

Böylece, 60,0mL çözeltide 4,00 mmol NH_4Cl bulunur.

$$C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 4,00 / 60,00 = 0,0667 \text{ M}$$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = (\text{Ka} C_{\text{NH}_4\text{Cl}})^{1/2} = (5,70 \times 10^{-10} \times 0,0667)^{1/2} = 6,17 \times 10^{-6}$$

$$\text{pH} = 5,21$$

c) İlave edilen $\text{HCl} = 20,0 \times 0,250 = 5,00 \text{ mmol}$

$$C_{\text{HCl}} = 5,00\text{mmol} - 4,00\text{mmol} / 60,0 \text{ mL} = 1,667 \times 10^{-2} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = 1,78$$

d) İlave edilen $\text{NH}_4\text{Cl} = 20,0 \times 0,200 = 4,00 \text{ mmol}$

$$\text{Ka} = 5,70 \times 10^{-10} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot 4,00/60,0 / 4,00/60,0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5,70 \times 10^{-10}$$

$$\text{pH} = 9,24$$

e) İlave edilen $\text{HCl} = 2,00 \text{ mmol}$

$$\text{Geriye kalan } \text{NH}_3 = 4,00 - 2,00 = 2,00 \text{ mmol}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \{ (2,00/(60,0)) / (2,00/(60,0)) \} = 5,70 \times 10^{-10}$$

$$\text{pH} = 9,24$$