

## 5. szeminárium

1. Számítsuk ki az oxálsav  $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatában  $\text{pH} = 5,00$ -nél a különböző formák ( $\text{H}_2\text{Ox}$ ,  $\text{Hox}^-$ ,  $\text{ox}^{2-}$ ) egyensúlyi koncentrációját!
2. (Fgy. 121/67) Számítsuk ki az etilén-diamin-monohidroklorid  $0,100 \text{ M}$  koncentrációjú oldatában található ionfészeségek mennyiségét mol%-ban kifejezve!
3. Mennyi a  $\text{pH}$  az ekvivalenciapontban, ha ismeretlen koncentrációjú ecetsav minta  $15,00 \text{ cm}^3$ -ét  $0,08 \text{ M}$   $\text{NaOH}$ -mérőoldattal titrálva a fogyás az ekvivalenciapontig  $9,45 \text{ cm}^3$ ?
4. Hány g nátrium-acetátot kell adni  $200,00 \text{ cm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú ecetsav-oldathoz, hogy a keletkezett pufferoldat  $\text{pH}$ -ja  $5,500$  legyen? (a térfogatváltozást figyelmen kívül hagyjuk)
5.  $50,0 \text{ cm}^3$   $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú maleinsav-oldatot ( $\text{HOOC-CH=CH-COOH}$ )  $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal titrálunk. Mennyi a  $\text{pH}$  a kiindulási oldatban,  $70 \%$ ,  $100 \%$ ,  $200 \%$  és  $250 \%$ -os titráltságánál?
6. Mennyi az alábbi oldatok  $\text{pH}$ -ja?
  - a)  $10,0 \text{ cm}^3$   $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavoldatot  $250,0 \text{ cm}^3$ -re hígítunk
  - b)  $100,0 \text{ cm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú ammónia-oldat és  $30,0 \text{ cm}^3$   $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavoldat elegyítésével kapott oldat
  - c)  $50,0 \text{ cm}^3$   $1,00 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ -oldathoz  $75,0 \text{ cm}^3$   $0,800 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot adunk
  - d)  $10,0 \text{ cm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  etilén-diamin-oldathoz  $8,00 \text{ cm}^3$   $0,125 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavoldatot adunk
  - d)  $0,500$  tömeg%-os,  $1,025 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű nátrium-hidroxid-oldat
7. Nátrium-kloriddal szennyezett benzoésav ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$ ) tömeg%-os összetételét az alábbi módon határoztuk meg:  $2,870 \text{ g}$  szilárd keverékből  $100,0 \text{ cm}^3$  oldatot készítettünk, és  $10,0 \text{ cm}^3$ -es részleteit megtitráltuk  $0,1865 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal. Az átlagfogyás:  $10,72 \text{ cm}^3$  volt.
  - a) Mi volt a keverék tömeg%-os összetétele?
  - b) Mennyi volt a lombikban készített oldat  $\text{pH}$ -ja?
  - c) Mennyi volt a titrált minta  $\text{pH}$ -ja az ekvivalenciapontban?
  - d) Melyik indikátort használhattuk a titráláshoz az alábbiak közül (zárójelben az átcsapási tartományt jelöltük): *dimetil-sárga* (2,9-4,0)      *brómkrezolzöld* (3,8-5,4)  
*brómtimolkék* (6,0-7,6)    *neutrálvíörös* (6,8-8,0)    *timolkék* (8,0-9,6)
8. A gyomorpanaszokkal küszködő hallgató  $2,00 \text{ g}$  szódabikarbónát (nátrium-hidrogén-karbonát) feloldott  $2,00 \text{ dl}$  ( $200,0 \text{ cm}^3$ ) vízben, és megitta (a térfogatváltozástól eltekintünk).
  - a) Milyen  $\text{pH}$ -jú oldatot ivott a hallgató?
  - b) Mennyi lett a  $\text{pH}$  a hallgató gyomrában, ha feltételezzük, hogy a gyomorsav  $0,100 \text{ dm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{HCl}$ -oldatnak megfelelő sósavat tartalmazott?

**állandók:** ecetsav:  $K_s = 1,86 \cdot 10^{-5}$ , benzoésav:  $K_s = 6,30 \cdot 10^{-5}$ , ammónia:  $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ,  
szénsav:  $K_{s1} = 4,30 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{s2} = 5,60 \cdot 10^{-11}$  foszforsav:  $K_{s1} = 7,59 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_{s2} = 6,17 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_{s3} = 1,78 \cdot 10^{-12}$   
maleinsav:  $K_{s1} = 1,10 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{s2} = 5,50 \cdot 10^{-7}$ , etilén-diamin:  $K_{b1} = 1,58 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_{b2} = 3,16 \cdot 10^{-8}$ ,  
**atomtömegek:** C: 12,0, H 1,00, O: 16,0, Na: 23,0, Cl: 35,5

### Megoldások:

3.  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 3,092 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{pH}$  (ekvivalenciapont) = 8,61
4.  $m = 9,65 \text{ g}$
5. kiindulás:  $\text{pH} = 1,380$ ;  $70 \%$  (puffer):  $\text{pH} = 2,33$ ;  $100 \%$  (amfolit)  $\text{pH} = 4,11$ ;  
 $200 \%$  (gyenge bázis,  $c(\text{bázis}) = 0,0667 \text{ mol/dm}^3$ ),  $\text{pH} = 9,54$ ;  $250 \%$  (erős bázis,  $c(\text{bázis}) = 0,0285 \text{ mol/dm}^3$ ),  $\text{pH} = 12,45$

6. a) erős sav ( $c(\text{sav}) = 0,0080 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{pH} = 2,097$   
 b) ( $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$  puffer),  $\text{pH} = 9,067$   
 c) ( $\text{HPO}_4^{2-} - \text{PO}_4^{3-}$  puffer),  $\text{pH} = 11,15$   
 d) ( $\text{NH}_3^+ - \text{CH}_2\text{CH}_2 - \text{NH}_2$  – amfolit)  $\text{pH} = 8,35$   
 e) (erős bázis,  $c(\text{bázis}) = 0,128 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{pH} = 13,11$ )
7. a) Keverékben:  $m(\text{benzoesav}) = 2,440 \text{ g}$ ,  $85,0$  tömeg%  
 b)  $c(\text{benzoesav}) = 0,200 \text{ mol/dm}^3$  (gyenge sav),  $\text{pH} = 2,45$   
 c)  $c(\text{Na-benzoát}) = 0,0965 \text{ mol/dm}^3$  (gyenge bázis),  $\text{pH} = 8,593$   
 d) timolkék
8. a) amfolit,  $\text{pH} = 8,31$   
 b)  $\text{H}_2\text{CO}_3\text{-HCO}_3^-$  puffer:  $\text{pH} = 6,506$

### További gyakorló feladatok

9. Egy  $\text{H}_2\text{A}$  gyenge sav  $\text{pK}_{\text{s}1} = 6,50$ ;  $\text{pK}_{\text{s}2} = 7,50$ . Mennyi az  $\text{A}^{2-}$ ,  $\text{HA}^-$  és  $\text{H}_2\text{A}$  formák egyensúlyi koncentrációja a  $\text{KHA}$  ( $\text{K} = \text{kálium}$ )  $0,100 \text{ mol/dm}^3$  analitikai koncentrációjú oldatában?
10. Egy üdítőital  $\text{pH}$ -ja  $1,96$ . Ezt a  $\text{pH}$ -t főleg a citromsav okozza. Számoljuk ki a citromsav különböző formáinak %-os mennyiségét ebben az üdítőben.
11. Egy savas eső mintában a  $\text{pH}$ -t  $4,07$ -nek mértük. Feltételezve, hogy a  $\text{HNO}_2$  okozza ezt a  $\text{pH}$ -t, számoljuk ki a  $\text{HNO}_2$  mintabeli koncentrációját!
12.  $21,50 \text{ g}$   $\text{Na}_3\text{PO}_4$  és korlátlan mennyiségű  $\text{cc}$ .  $\text{HCl}$  áll rendelkezésünkre, melyek segítségével, a  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  teljes mennyiségét felhasználva,  $100,00 \text{ cm}^3$   $\text{pH} = 7,000$ -es puffert kívánunk készíteni. Hány  $\text{cm}^3$   $\text{cc}$ .  $\text{HCl}$  szükséges ehhez?
13. A legegyszerűbb aminosavból, a glicinből (amino-ecetsav) a szilárd anyag bemérésével  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot készítünk. Mennyi az oldatban a  $\text{pH}$ ? (Az aminosavak kétértékű savaknak tekinthetők:  $\text{NH}_3^+ - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ , az ikerionos forma ehhez képest eggyel kevesebb  $\text{H}^+$ -iont tartalmaz:  $\text{NH}_3^+ - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$ )
14. Sav-bázis szempontból határozza meg az alábbi rendszereket és számolja ki a  $\text{pH}$ -értéküket!  
 a.)  $15 \text{ cm}^3$   $0,050 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú foszforsav +  $37,5 \text{ cm}^3$   $0,040 \text{ mol/dm}^3$ -es  $\text{NaOH}$  oldat  
 b.)  $10 \text{ cm}^3$   $0,060 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú ammónia +  $7 \text{ cm}^3$   $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{HCl}$  oldat  
 c.)  $10 \text{ cm}^3$   $0,050 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-karbonát +  $5,00 \text{ cm}^3$  víz
15.  $50,0 \text{ cm}^3$   $0,120 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú anilin ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ) és a szükséges mennyiségű  $0,15 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{HCl}$ -oldat egyesítésével  $\text{pH} = 5,00$ -es oldatot kell készíteni. Hány  $\text{cm}^3$   $\text{HCl}$ -oldatot kell az anilinhez adni?
16. Mennyivel változik a  $\text{pH}$ , ha  $10,00 \text{ cm}^3$   $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{HCl}$ -at adunk...  
 a.)  $50,00 \text{ cm}^3$  olyan  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  pufferhez, melynek  $\text{pH}$ -ja  $9,455$  és benne az  $\text{NH}_4\text{Cl}$  koncentrációja  $0,0950 \text{ mol/dm}^3$ ?  
 b.)  $50,00 \text{ cm}^3$  olyan  $9,455$   $\text{pH}$ -jú oldathoz, melyben a  $\text{pH}$ -t erős bázis határozza meg?
17.  $0,222 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú nátrium-cianid oldatban a protonálódás mértéke  $1,1\%$ -os. Mennyi a hidrogén-cianid savi disszociációs állandója?
18. A nikotin ( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$ ) egy kétértékű bázis.  
 a.) Mennyi a  $\text{pH}$  ezen bázis  $0,0500 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatában?  
 b.) Mennyi a  $\text{pH}$  egy ekvivalens sósav hozzáadása után?  
 c.) Elképzelhető-e sav-bázis titrálásban való meghatározása, és hogyan?
19. Hány  $\text{cm}^3$   $0,105 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú sósavat kell  $15,00 \text{ cm}^3$   $0,0500 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú dimetilamin ( $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ ) oldathoz adni, hogy a  $\text{pH} = 2,550$  legyen?
20. Számolja ki a részecskék koncentrációarányát (%-os megoszlását)  $\text{pH} = 4,50$ -nél a ftálsavból készült oldatban.

21. Elegyítünk  $10,00 \text{ cm}^3$   $1,75 \text{ pH}$ -jú sósavat és  $12,00 \text{ cm}^3$   $12,85 \text{ pH}$ -jú nátrium-hidroxidot oldatot.  
Mennyi a kapott új oldat  $\text{pH}$ -ja?

Számoláshoz szükséges adatok:

Ammónia:  $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ , Anilin:  $K_b = 4,6 \cdot 10^{-10}$ , Dimetilamin:  $K_b = 7,4 \cdot 10^{-4}$   
Ecetsav:  $K_s = 1,86 \cdot 10^{-5}$ , Foszforsav:  $K_{s1} = 7,59 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{s2} = 6,17 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{s3} = 1,78 \cdot 10^{-12}$   
Ftálsav:  $K_{s1} = 1,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{s2} = 3,9 \cdot 10^{-6}$ , Glicin:  $K_{s1} = 4,47 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{s2} = 2,82 \cdot 10^{-10}$   
Nikotin:  $K_{b1} = 7,0 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_{b2} = 1,4 \cdot 10^{-11}$ , Salétromossav:  $K_s = 4,93 \cdot 10^{-4}$ ,  
Szénsav:  $K_{s1} = 4,30 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_{s2} = 5,60 \cdot 10^{-11}$   
citromsav:  $K_{s1} = 8,70 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_{s2} = 1,80 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_{s3} = 4,00 \cdot 10^{-6}$   
cc. HCl:  $36 \text{ \% (m/m)}$ ,  $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$   
Atomtömegek: O = 16,00; H = 1,00; Na = 23,00; P = 31,00; Cl = 35,45

Megoldások:

9.  $[A^{2-}] = [H_2A] = 1,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ ,  $[HA^-] = 6,12 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$   
10.  $\text{cit}^{3-} = 4,40 \cdot 10^{-6} \text{ \%}$ ;  $\text{Hcit}^{2-} = 1,21 \cdot 10^{-2} \text{ \%}$ ;  $\text{H}_2\text{cit}^- = 7,358 \text{ \%}$ ;  $\text{H}_3\text{cit} = 92,63 \text{ \%}$ ;  
11.  $c = 9,98 \cdot 10^{-5} \text{ M}$   
12.  $18,21 \text{ cm}^3$   
13.  $\text{pH} = 5,950$   
14. a)  $\text{pH} = 9,480$ ; b)  $1,327$ ; c)  $11,371$   
15.  $12,60 \text{ cm}^3$   
16.  $\Delta\text{pH} = -0,142$  (a);  $-7,976$  (b.)  
17.  $K_s = 3,68 \cdot 10^{-10}$   
18. a)  $\text{pH} = 10,272$ ; b)  $5,4955$   
19.  $7,75 \text{ cm}^3$   
20.  $A^{2-} = 10,70 \text{ \%}$ ;  $HA^- = 86,80 \text{ \%}$ ;  $H_2A = 2,50 \text{ \%}$   
21.  $\text{pH} = 12,485$