

Nagy példamegoldó sorozat 3.

Titrimetria

1

1. Oxálsavoldat közömbösítése NaOH-dal

- Milyen koncentrációjú az az oxálsavoldat,
 - amelynek 10,00 cm³-ét
 - 9,85 cm³ c=0,105 mol/dm³ -es koncentrációjú
 - NaOH-oldat közömbösíti?

$$(\text{COOH})_2 + 2 \text{NaOH} = (\text{COO})_2 \text{Na}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$$

- 1 mol oxálsav 2 mol NaOH

2

1. folytatás

$$0,00985 \text{ dm}^3 \cdot 0,105 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,00103425 \text{ mol NaOH}$$

Fele az oxálsav = 0,000517125 mol

Ez van 10 cm³ –ben,

akkor 1 dm³ –ben : 0,0517125 mol

$$c = 5,17 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

3

2. Oxálsav oxidációja permanganáttal

- Határozzuk meg annak az oxálsavoldatnak a koncentrációját,
 - melynek 10,00 cm³-ét
 - 12,00 cm³ c=0,020 mol/dm³ -es KMnO₄-oldat oxidál savas közegben,
 - az alábbi kiegészítendő egyenlet szerint:

$$\text{MnO}_4^- + (\text{COOH})_2 + \text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

$$2 \text{MnO}_4^- + 5 (\text{COOH})_2 + 6 \text{H}^+ = 2 \text{Mn}^{2+} + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$$

- 5 mol oxálsav 2 mol KMnO₄

4

2. folytatás

$$0,012 \text{ dm}^3 \cdot 0,002 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4$$

2,5 –szer annyi oxálsavat mér :

6 · 10⁻⁴ mol oxálsav van 10 cm³ –ben

6 · 10⁻² mol oxálsav van 1000 cm³ –ben

$$c = 6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

5

3. Kénsav titrálása NaOH-dal

- Közepes töménységű kénsavoldatból
 - kimértünk 10,00 cm³-t,
 - és megmértük a tömegét: az eredmény 16,55 g.
- A kénsavoldat 10,00 cm³-ét
 - desztillált vízzel 200,0 cm³-re hígítottuk
 - és ennek a törzsoldatnak 5,00 cm³-es részleteit 0,500 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldattal titráltuk:
 - az átlagfogyás 12,46 cm³.
- Hány tömegszázalékos volt az eredeti kénsavoldat?
- Milyen térfogatarányban kell az eredeti kénsavoldatot desztillált vízzel hígítani,
 - hogy 20,00 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$$

6

3. folytatás

$$0,01246 \text{ dm}^3 \cdot 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,00623 \text{ mol NaOH}$$

fele annyi kénsav :

$$0,003115 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \text{ van } 5 \text{ cm}^3 \text{ - ben}$$

$$0,1246 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \text{ van } 200 \text{ cm}^3 \text{ - ben}$$

Ennyi volt a 10 cm^3 - ben is.

$$c = \frac{0,1246}{0,001} = 12,46 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ - oldat}$$

7

3. folytatás

$$1 \text{ dm}^3 \text{ kénsavoldat tömege} = 1665 \text{ g}$$

$$\text{Benne : } 12,46 \text{ mol} \cdot 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1221,08 \text{ g kénsav}$$

$$\frac{1221,08}{1665} \cdot 100 = 73,78 \text{ tömeg\% - os}$$

- Tegyük fel, hogy x g vizet adunk, az eredeti 16,55 g kénsavoldathoz.
- Benne a kénsav tömege: 12,21 gramm
- A kapott oldatnak 20 tömeg%-osnak kell lennie

8

3. folytatás

$$\frac{12,21}{16,55 + x} = 0,2$$

$$x = 44,5 \text{ g H}_2\text{O}$$

10 cm^3 kénsavoldathoz $44,5 \text{ cm}^3$ víz

1 : 4,45 a térfogatarány

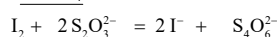
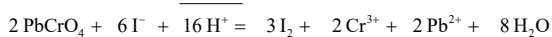
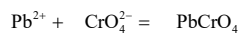
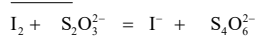
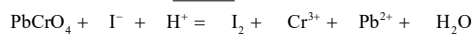
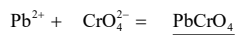
9

4. Ólomionok meghatározása redoxititrálással

- 100,0 g tömegű 20°-os telített ólom(II)-nitrát-oldatból $1000,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk.
- Ebből $25,0 \text{ cm}^3$ -es részleteket titrálunk $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldattal
 - úgy, hogy az ólomionokat előzőleg kromátionokkal lecsapjuk,
 - majd – a kromátfelesleg eltávolítása után –
 - a csapadék kromáttartalmával kálium-jodidból jódot választunk le,
 - s ezt mérjük a tioszulfát mérőoldattal.
- Ahol kell egészítsd ki az egyenleteket:

10

4. Egyenletek



- Számítsd ki a telített ólom(II)-nitrát-oldat tömeg%-os összetételét
- és a só oldhatóságát 100 g vízben, ha a $25,0 \text{ cm}^3$ térfogatú ismeretlenre átlagosan $16,25 \text{ cm}^3$ $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldat fogyott.

11

4. folytatás

- Ahány mol Pb^{2+} -ion, 1,5-szer annyi mol I_2
- Ahány mol I_2 , kétszer annyi mol tioszulfát
- Tehát:
- 1 mol ólomionra 3 mol tioszulfát fogy

$$0,01625 \text{ dm}^3 \cdot 0,5 = 0,008125 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\text{Harmada az } \text{Pb}^{2+} \text{ - ion : } 0,00270833 \text{ mol}$$

$$\text{Ez van } 25 \text{ cm}^3 \text{ - ben } \Rightarrow 1 \text{ dm}^3 \text{ - ben :}$$

$$0,10833 \text{ mol Pb}^{2+} \text{ - ion az az } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$$

12

4. folytatás

- Ugyanennyi mol volt 100 gramm oldatban is.

$$M_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = 331 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

100 g oldatban van $0,10833 \cdot 331 =$

35,86 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ tömeg% – os

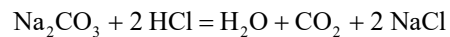
$(100 - 35,86) = 64,14$ g víz old 35,86 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 - t$

100 g víz 55,909 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 - t$ old

13

5. Kristályvizét vesztett szóda

- Kristályvizét részlegesen elvesztett szóda
- 2,805 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítettünk.
- Ennek 10,00 cm³-ét 12,00 cm³, 0,100 mol/dm³-es koncentrációjú sósavoldat mérte.
- Mi a vizsgált szóda képlete?



$$0,012 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 = 0,0012 \text{ mol HCl}$$

$$\text{Fele a } \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,0006 \text{ mol}$$

14

5. folytatás

0,0006 mol Na_2CO_3 volt 10 cm³ – ben

0,015 mol Na_2CO_3 250 cm³ – ben

$$0,015 \cdot M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,015 \cdot 106 = 1,59 \text{ g}$$

Tehát a 2,805 g kristálysózában

1,59 g a Na_2CO_3 és a többi = 1,205 g a víz

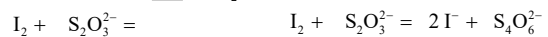
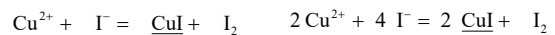
106 g Na_2CO_3 – ban akkor 81 g a víz

$$\frac{81}{18} = 4,5 \text{ mol vizet tartalmazott}$$

15

6. Réz(II)-szulfát-oldat készítése

- 500 cm³ 7 00 tömeg% –os 1,073 g/cm³ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldatra van szükségünk.
 - Az oldat készítéséhez egy már meglévő ismeretlen koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatot kívánunk felhasználni.
 - Ennek koncentrációját a következőképpen határozzuk meg:
- Az oldat 20,0 cm³-es részleteihez feleslegben kálium-jodidot adunk.
 - A folyamat során kiváló jódot 12,74 cm³ 0,200 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát-oldat titrálja az alábbi kiegészítendő egyenletek szerint.



16

6. feladat

- Hány tömegszázalékos ez az oldat,
 - ha a sűrűsége 1,019 g/cm³?
- Hány gramm $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályt kell még feloldani benne,
 - hogyan 500 cm³ 7 00 tömeg% –os oldatot kapjunk?
- Ahány mol tioszulfátion, fele annyi mol jód reagál a 2. egyenlet szerint.
- Ahány mol jód képződött az 1. egyenlet szerint, kétszer annyi mol réz(II)-ion van.
- Vagyis ahány mol tioszulfát, éppen annyi mol réz(II)-ion.

17

6. folytatás

$$0,01274 \cdot 0,2 = 0,002548 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

ugyanennyi a Cu^{2+} – ion 20 cm³ – ben.

$$0,002548 \text{ mol} \cdot 159,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,406406 \text{ g CuSO}_4$$

$$20 \text{ cm}^3 \cdot 1,09 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 20,38 \text{ g}$$

$$\frac{0,406406}{20,38} \cdot 100 = 1,99 \text{ tömeg\% – os}$$

a CuSO_4 – oldat

18

6. folytatás

$500 \text{ cm}^3 \cdot 1,0739 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 536,95 \text{ g}$ $7 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$ -os oldat kell

Keverési egyenlettel : $m_3 = 536,95 \text{ g}$ $w_3 = 7 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$

Tfh. $m_1 = x \text{ g}$ kell a $w_1 = 1,99 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$ -os oldatból

Beletesszük a $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} - \text{t}$:

$m_2 = (536,95 - x) \text{ g}$ $w_2 = \frac{159,5}{249,5} \cdot 100 = 63,93 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$

$x \cdot 1,99 + (536,95 - x) \cdot 63,93 = 536,95 \cdot 7$

$x = 493,52 \text{ g}$ $1,99 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$ -os oldat kell

19

6. folytatás

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{493,52}{1,019} = 484,3 \text{ cm}^3$$

$1,99 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$ -os oldatba dobunk

$(536,95 - 493,52) = 43,43 \text{ g}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} - \text{t}$

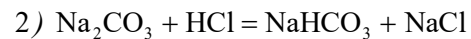
20

7. Nátrium-hidroxid karbonátszennyezése

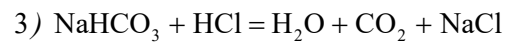
- Nátrium-hidroxid karbonátszennyeződését határozzuk meg.
- A lemért $1,9125 \text{ g}$ tömegű mintából 250 cm^3 törzsoldatot készítünk.
- Ebből $10,00 \text{ cm}^3$ -t $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavval, fenolftalein indikátor mellett titrálunk.
 - $8-10 \text{ pH}$ -ig gyakorlatilag az összes nátrium-hidroxidot megtitráljuk, a karbonátot pedig hidrogén-karbonátig.
 - Ezután metilnarancs indikátort csepeztünk az oldatba (átcsapása $3,0-4,4 \text{ pH}$ között), és tovább titrálunk az átmeneti „vöröshagymahéj” színig. A széndioxid kiforrálása után befejezzük a titrálást.
- Fenolftalein mellett $15,00 \text{ cm}^3$, metilnarancs mellett $2,50 \text{ cm}^3$ savoldat fogyott.
- Számítsd ki a minta karbonátszennyeződését tömeg%-ban!

21

7. Egyenletek, értelmezés



A két reakció együtt $15 \text{ cm}^3 \text{ HCl} - \text{t}$ fogyaszt.



Ez $2,5 \text{ cm}^3 - \text{t}$ fogyaszt, tehát a

2) reakció is $2,5 \text{ cm}^3 \text{ HCl} - \text{t}$,

1) reakció pedig $12,5 \text{ cm}^3 - \text{HCl} - \text{t}$ fogyaszt

22

7. folytatás

$0,0025 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,00025 \text{ mol HCl}$

fogyott a 3) reakcióban

Ennyi mol a NaHCO_3 és a Na_2CO_3 is

$0,0015 \text{ mol HCl}$ fogyott az 1) és 2) reakcióban

ebből $0,00025 \text{ mol}$ a 2) - ban Na_2CO_3

és $0,00125 \text{ mol}$ az 1) - ben NaOH

23

7. folytatás

$10 \text{ cm}^3 - \text{ben van} :$

$0,00125 \text{ mol NaOH}$ és $0,00025 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$

$250 \text{ cm}^3 - \text{ben van} :$

$0,03125 \text{ mol NaOH}$ és $0,00625 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$

$1,25 \text{ g NaOH}$ és $0,6625 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$

$\frac{0,6625}{1,9125} \cdot 100 = 34,64 \frac{\text{m}}{\text{m}}\%$ a karbonátszennyezés

24

8. ♥ Visszamérési titrálás

- 10,0380 g tömegű hangyasavoldatból 100,0 cm³ törzsoldatot készítünk.
 - Ennek 10,00 cm³-ét 5 cm³ telített nátrium-karbonáttal-oddattal meglúgosítjuk,
 - majd 25,00 cm³ 0,0200 mol/dm³-es káliumpermanganát-oddatot adunk hozzá.
 - 10-15 perces melegítés közben a következő (kiegészítendő) reakció megy végbe.
- 1) $\text{HCOOH} + \text{MnO}_4^- = \text{CO}_2 + \text{MnO}_2 + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$
- 1) $3 \text{HCOOH} + 2 \text{MnO}_4^- = 3 \text{CO}_2 + 2 \text{MnO}_2 + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$

25

8. ♥ Visszamérési titrálás

- Ezután 20 cm³ 2 mol/dm³-es kénsavoddattal megsavanyítjuk és
 - 25,00 cm³ 0,0500 mol/dm³-es oxálsavoddatot mérünk hozzá.
 - Ez a permanganátfelesleggel és az előző reakcióban képződött mangándi oxiddal is reakcióba lép.
 - Egészítsd ki az egyenleteket!
- 2) $(\text{COOH})_2 + \text{MnO}_2 + \text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $(\text{COOH})_2 + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $(\text{COOH})_2 + \text{MnO}_2 + 2 \text{H}^+ = 2 \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 3) $5(\text{COOH})_2 + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ = 10 \text{CO}_2 + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$

26

8. ♥ Visszamérési titrálás

- A reakció után az oxálsav felesleget 6,50 cm³ 0,0200 mol/dm³-es kálium-permanganát-oddatot titrálja.
- 4) $5(\text{COOH})_2 + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ = 10 \text{CO}_2 + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$
- Számítsd ki a törzsoldat koncentrációját!
 - Mekkora tömegű hangyasavat tartalmaz a minta?
 - Határozzuk meg a minta tömeg%-os összetételét!

27

8. ♥ Értelmezés

- Hátulról indulunk.
- $0,0065 \cdot 0,02 = 0,00013 \text{ mol KMnO}_4$
fogy a maradék oxálsavra
- 5 mol oxálsav 2 mol KMnO₄
x mol oxálsav 0,00013 mol KMnO₄
-
- x = 0,000325 mol oxálsav maradt

28

8. ♥ folytatás

- Mennyiből maradt? Mennyi fogyott?
 $0,025 - 0,05 = 0,00125 \text{ mol oxálsavat adtunk hozzá}$
 $0,00125 - 0,000325 = 0,000925 \text{ mol oxálsav fogyott}$
 a képződött MnO₂-ra és a maradék KMnO₄-re.
- Az oxálsav a MnO₂-dal és a MnO₄⁻-ionnal eltérő anyagmennyiség-arányban reagál, ezért:
 - Tegyük fel, hogy x mol HCOOH (hangyasav) van a törzsoldat 10,00 cm³-ében.
 - Az 1) egyenlet szerint ki lehet számolni ez $\frac{2}{3}x$ hány mol MnO₄⁻-iont fogyaszt el, és hány mol MnO₂ képződik.
 - Az oxálsav anyagmennyiségére tudunk egyenletet felírni.

29

8. ♥ folytatás

$$\frac{2}{3}x + \left(0,0005 - \frac{2}{3}x\right) \cdot \frac{5}{2} = 0,000925$$

x = 0,000325 mol hangyasav van 10 cm³-ben.

100 cm³ törzsoldatban van : 0,00325 mol HCOOH

c = 0,0325 $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ 0,00325 mol · 46 = 0,1495 g

$$\frac{0,1495}{10,0380} \cdot 100 = 1,49 \frac{\text{m}}{\text{m}} \% \text{ -os volt a hangyasav}$$

30