

**Kémia OKTV 1997/98. II. forduló**  
**MEGOLDÁSOK**

**I. feladatsor**

1. B	6. E	11. D	16. D
2. B	7. B	12. E	17. D
3. C	8. D	13. D	18. A
4. C	9. E	14. B	19. C
5. E	10. C	15. C	20. D

Összesen: **20 pont****1. feladat** (közös)

4,063 g fém-kloridból keletkezik 3,775 g fém-foszfát csapadék.

A klorid(ion) anyagmennyisége legyen  $x$  mol!

$$- \quad 4,063 - x \cdot 35,5 + (x/3) \cdot 95 = 3,775$$

$$x = 0,07513 \quad (2)$$

- 4,063 g fém-kloridban  
     0,07513 mol (2,663 g) klorid(ion) és 1,399 g fém(ion) van,  
     1,00 mol klorid(ion)hoz 18,63 g fém(ion) tartozik.

- Reális megoldást Me(III) esetben kapunk,  
     ekkor  $M(\text{Me}) = 55,88 \text{ g/mol}$ ; **ez a fém a vas.** (2)

- 4,063 g  $\text{FeCl}_3$ -ban (1,399 g) 0,0250 mol vas van.

- Az eredeti szulfid összetétele:

$$m(\text{Fe}) = 1,399 \text{ g}; \quad n(\text{Fe}) = 0,0250 \text{ mol}$$

$$m(\text{S}) = (3,000 - 1,399) \text{ g} = 1,601 \text{ g}; \quad n(\text{S}) = 0,050 \text{ mol}$$

- **A kiindulási szulfid a pirit, képlete:  $\text{FeS}_2$ .** (2)

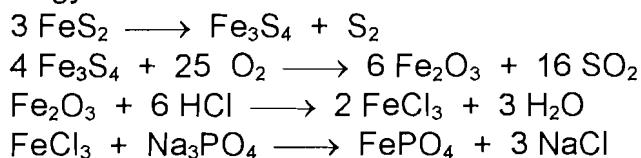
- A pirit hevítése után a maradék

$$\begin{aligned} \text{tömege:} & \quad 2,467 \text{ g,} \\ \text{vastartalma:} & \quad 1,399 \text{ g, (vagyis maradt még kén benne)} \\ \text{kéntartalma:} & \quad 1,068 \text{ g; } 0,0333 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$n(\text{Fe}) : n(\text{S}) = 0,0250 : 0,0333 = [(1/4) : (1/3)] = 3 : 4,$$

$$\text{képlete:} \quad \mathbf{Fe_3S_4.} \quad (2)$$

Reakcióegyenletek:



(4)

Összesen: **14 pont**

**2. feladat** (közös)

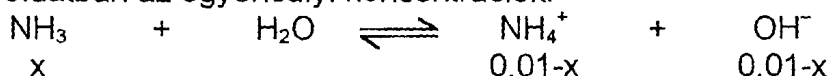
– Jelölések:

a KOH + HCl reakcióban mért hőváltozás:  $Q_1$ ,az  $\text{NH}_3$ -oldat + HCl reakcióban mért hőváltozás:  $Q_2$ .– A KOH + HCl (vagyis a  $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ = 2 \text{H}_2\text{O}$ ) folyamat reakcióhője:

$$Q_{r1} = \frac{Q_1}{n(\text{KOH})} = -48,0 \text{ kJ/mol.} \quad (1)$$

– A víz autoprotolízise ezzel ellentétes folyamat, a reakcióhője:

$$Q_r(\text{víz}) = -Q_{r1} = 48,0 \text{ kJ/mol.} \quad (1)$$

– Az  $\text{NH}_3$ -oldatban az egyensúlyi koncentrációk:

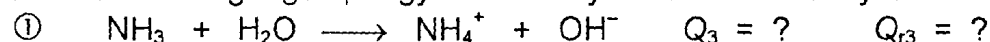
– Összefüggés az egyensúlyi állandóval:

$$K = \frac{(0,01-x)^2}{x} = 1,77 \cdot 10^{-5} \quad (\text{vagy:} \quad K = \frac{c \cdot \alpha^2}{1-\alpha} = 1,77 \cdot 10^{-5} )$$

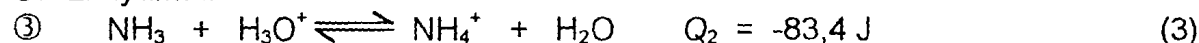
$$\text{ebből: } x = [\text{NH}_3] = 9,588 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \quad (\text{vagy: } \alpha = 0,0412) \quad (4)/[6]$$

*I. megoldás*

Hess tétele megengedi, hogy az összefolyamatot két részfolyamatra bontsuk:



Összfolyamat:

– 200 cm<sup>3</sup> oldatban ( $x$  és  $\textcircled{1}$ ) szerint:

$$n(\text{NH}_3) = 0,2 \cdot 9,588 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,918 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1)$$

$$n(\text{OH}^-) = 0,200 \cdot 0,01 \text{ mol} = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1)$$

a  $\textcircled{2}$  reakcióra jutó hőváltozás:

$$Q_1' = n(\text{OH}^-) \cdot Q_{r1} = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot (-48 \text{ kJ/mol}) = -96,0 \text{ J}, \quad (1)$$

Az  $\textcircled{1}$  reakcióra jutó hőváltozás (Hess-tétel):

$$Q_3 = Q_2 - Q_1' = -83,4 \text{ J} - (-96,0 \text{ J}) = 12,6 \text{ J} \quad (1)$$

– Az  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  reakció reakcióhője:

$$Q_{r3} = \frac{Q_3}{n(\text{NH}_3)} = \frac{12,6 \text{ J}}{1,918 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 6,57 \text{ kJ/mol.} \quad (1)/[8]$$

Összesen: **14 pont***II. megoldás*

Az egyensúlyban:

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-2} - 9,588 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 0,412 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

Mivel  $V=0,2 \text{ dm}^3$ , az anyagmennyiségek:

$$n(\text{NH}_3) = 1,918 \cdot 10^{-3} \text{ mol és}$$

$$n(\text{NH}_4^+) = n(\text{OH}^-) = 0,082 \cdot 10^{-3} \text{ mol.} \quad (1)$$

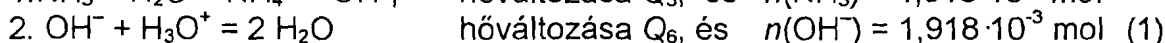
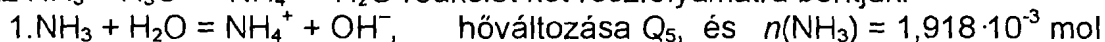
Az ammóniaoldatban lévő  $0,082 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  hidroxidion és az oxóniumionok reakciója során a hőváltozás:

$$Q_3 = 0,082 \cdot 10^{-3} \text{ mol} (-48,0 \text{ kJ/mol}) = -3,936 \text{ kJ} \approx -3,9 \text{ kJ.} \quad (1)$$

Az  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$  reakcióra jutó hőváltozás tehát:

$$Q_4 = Q_2 - Q_3 = -83,4 - (-3,9) \text{ kJ} = -79,5 \text{ kJ} \quad (1)$$

Az  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$  reakciót két részfolyamatra bontjuk:



$$Q_6 = -48,0 \text{ kJ/mol} \cdot 1,918 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = -92,06 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \approx -92,1 \cdot 10^{-3} \text{ kJ.} \quad (1)$$

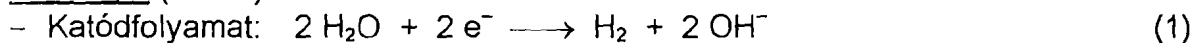
$$Q_5 = Q_4 - Q_6 = -79,5 \cdot 10^{-3} - (-92,1) \cdot 10^{-3} \text{ kJ} = 12,6 \cdot 10^{-3} \text{ kJ.} \quad (1)$$

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  reakcióhője tehát

$$Q_{r5} = 12,6 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} / 1,918 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 6,57 \text{ kJ/mol.} \quad (1)/[8]$$

Összesen: **14 pont**

### 3. feladat (közös)



- A kísérlet hőmérsékletén a víznek (és minden híg vizes oldatnak) jelentős gőznyomása. A felfogott gáz így a vízgőznek és a hidrogénnek az elegye. (1)

- A moláris térfogat (50 °C-on)  $V_M = \frac{RT}{p} = 26,59 \text{ dm}^3/\text{mol}$ ; (1)

- **A vízgőz - hidrogén gázelegy**

átlagos moláris tömege:  $\bar{M} = \rho V_M = 3,951 \text{ g/mol}$ ; (1)

anyagmennyisége:  $n = \frac{V}{V_M} = 1,368 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

- A gázelegyben

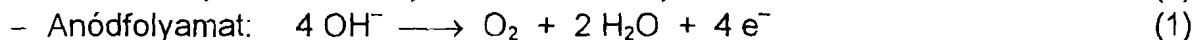
a  $\text{H}_2$  móltörtje legyen  $x$ , ekkor

a gázelegy moláris tömege:  $\bar{M} = 2x + 18(1-x) = 3,951$ ,  
ebből:  $x = 0,878$ , (1)

a  $\text{H}_2$  anyagmennyisége:  $n(\text{H}_2) = 1,200 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

- **A cellán átmenő töltés mennyisége:**

$$Q = 1,200 \cdot 10^{-3} \cdot 96,5 \cdot 10^3 \cdot 2 = 231,6 \text{ C.} \quad (1)$$



- A fennálló egyensúly folytán a vízgőz móltörtje független attól, hogy mivel képez elegyet. Nagysága az anód feletti gáztérben is:  $1 - x = 0,122$ . (1)

- **A vízgőz - oxigén gázelegy**

átlagos moláris tömege:  $\bar{M} = [0,122 \cdot 18 + 0,878 \cdot 32] \text{ g/mol} = 30,29 \text{ g/mol}$  (1)

sűrűsége:  $\rho = \frac{\bar{M}}{V_M} = \frac{30,29}{26,59} \text{ g/dm}^3 = 1,139 \text{ g/dm}^3$  (1)

Összesen: **12 pont**

### 4. feladat (közös)

A  $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú hangyasav-oldat pH-ja:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,100 - [\text{H}^+]},$$

amiből  $[\text{H}^+] = 4,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$   
és **pH = 2,385** (2)

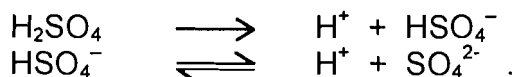
Az összeöntés után keletkezett oldatban

$$\text{pH} = 2,385 - 0,334 = 2,051$$

és  $[\text{H}^+] = 8,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . (1)

A fennálló egyensúlyok:





Jelöljük a keresett kénsav-koncentrációt  $c$ -vel!

Ekkor, a hígulást is figyelembe véve az oldatban lévő ionok koncentrációja:

$$\begin{array}{ll} [\text{H}^+] = 8,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 & \\ [\text{HCOO}^-] = x & [\text{HCOOH}] = 0,0500 - x \\ [\text{SO}_4^{2-}] = y & [\text{HSO}_4^-] = c/2 - y \end{array} \quad (3)$$

A köztük fennálló összefüggések:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot x}{0,0500 - x} \quad K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot y}{c/2 - y} \quad \text{és} \quad [\text{H}^+] = c/2 + x + y \quad (2)$$

$K_1$ ,  $K_2$  és  $[\text{H}^+]$  értékét behelyettesítve:

$$x = 9,76 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3, \quad (3)$$

$$\text{és } c = 0,0100 \text{ mol/dm}^3. \quad (3)$$

A kénsavoldat koncentrációja tehát  $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ .

Összesen: **14 pont**

### 5. feladat (közös)

A NaOH-dal a propionsavat titráljuk.

0,763 g keverék propionsav-tartalma:

$$\begin{array}{l} n(\text{propionsav}) = 6,55 \text{ mmol}, \\ m(\text{propionsav}) = 0,485 \text{ g}. \end{array} \quad (1)$$

A fémnátriummal lejátszódó reakcióban fejlődő hidrogén anyagmennyisége (mindhárom komponens  $0,5 \text{ mol}$  hidrogént fejleszt):

$$n(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT} = 12,98 \text{ mmol} \quad (1)$$

1,658 g keverék anyagmennyisége:

$$n(\text{keverék}) = 25,96 \text{ mmol}, \quad (1)$$

ebből a propionsav anyagmennyisége:

$$n(\text{propionsav}) = 14,23 \text{ mmol}. \quad (1)$$

A pirrol és az etanol anyagmennyisége legyen  $x \text{ mmol}$ , illetve  $y \text{ mmol}$ !

A keverék

átlagos moláris tömege:

$$14,23 \cdot 74 + 67x + 46y = 25,96 \cdot 63,85 \quad \textcircled{1} \quad (1)$$

anyagmennyisége:

$$14,23 + x + y = 25,96 \quad \textcircled{2} \quad (1)$$

① és ②-ből

$$x = 3,097 \quad (1)$$

$$y = 8,63 \quad (1)$$

A keverék molszázalékos összetétele:

pirrol:  $12,49 \text{ m/m}\%$

propionsav:  $63,52 \text{ m/m}\%$

etanol:  $23,99 \text{ m/m}\%$

(1)

Összesen: **8 pont**

### 6. feladat (I. kategória)

A mangán-oxid képlete:  $\text{Mn}_x\text{O}_y$ .

A kiindulási anyag tömegvesztése:

$$M(\text{Mn}_x\text{O}_y) \cdot 0,1226 = n \cdot M(\text{O})$$

$$(54,98x + 16y) \cdot 0,1226 = n \cdot 16 \quad (2)$$

A megoldás kémiai szempontból csak akkor értelmes, ha  $x$ ,  $y$ ,  $n$  egész szám.

Ha  $n = 1$ , akkor a megoldandó egyenlet:

$$y = \frac{130,506 - 54,98x}{16} = \frac{1}{0,1226} - \frac{54,98}{16}x = 8,157 - 3,436x \quad (2)$$

Ekkor, ha  $x = 1$ ,  $y = 4,72$ ;

ha  $x = 2$ ,  $y = 1,28$

ha  $x = 3$ ,  $y = -2,15$

vagyis  $n \neq 1$ . (1)

Ha  $n = 2$ , az összefüggés:

$$y = \frac{261,011 - 54,98x}{16} = \frac{2}{0,1226} - \frac{54,98}{16}x = 16,313 - 3,436x \quad (2)$$

Lehetséges értékek:

ha  $x = 1$ ,  $y = 12,88$ ;

ha  $x = 2$ ,  $y = 9,44$ ;

ha  $x = 3$ ,  $y = 6,005$  (ezt vehetem egész számnak!) (1)

A mangán-oxidok tapasztalati képlete:

$Mn_3O_6$  (vagy  $MnO_2$ ) és  $Mn_3O_4$ . (2)

Összesen: **10 pont**

### 7. feladat (I. kategória)

Reakcióegyenletek:

1.  $SO_2 + 2 H_2S \longrightarrow \underline{3S} \downarrow + 2 H_2O$
2.  $SO_2 + Br_2 + 2 H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2 Br^- + 4 H^+$
3.  $SO_2 + Ba^{2+} + H_2O \longrightarrow \underline{BaSO_3} + 2 H^+$
4.  $BaSO_3 + 2 H^+ \longrightarrow Ba^{2+} + H_2SO_3$   
[ $H_2O + SO_2$ ]
5.  $5 SO_2 + 2 IO_3^- + 4 H_2O \longrightarrow 5 SO_4^{2-} + I_2 + 8 H^+$
6.  $SO_2 + I_2 + 2 H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2 I^- + 4 H^+$
7.  $H_2S + Cl_2 \longrightarrow \underline{S} \downarrow + 2 HCl$
8.  $H_2S + H_2SO_4 \longrightarrow \underline{S} \downarrow + SO_2 + 2 H_2O$
9.  $SO_2 + 6 H^+ + 3 Zn \longrightarrow H_2S + 3 Zn^{2+} + 2 H_2O$
10.  $H_2S + Cu^{2+} \longrightarrow \underline{CuS} \downarrow + 2 H^+$

Minden helyes reakcióegyenlet 1-1 pont, összesen:

**10 pont**

### 6. feladat (II. kategória)

a) Titrálás:  $2 NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2 H_2O$

A por feloldásához szükséges kénsav anyagmennyisége:  $n$ ;

– összes savmennyiség:  $50,0 \cdot 0,100 \text{ mmol} = 5,00 \text{ mmol } H_2SO_4$

– fogyott NaOH:  $11,40 \cdot 0,526 \text{ mmol} = 6,00 \text{ mmol NaOH}$

– visszatitrált  $H_2SO_4$ :  $6,00 \cdot 0,5 \text{ mmol} = 3,00 \text{ mmol } H_2SO_4$

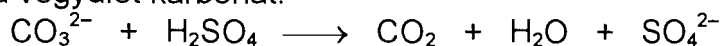
$$n(H_2SO_4) = 2,00 \text{ mmol} \quad (1)$$

b) A fejlődő gáz:  $CO_2$ . (1)

– a vegyület karbonát vagy hidrokarbonát. (1)

– A por vízoldható, tehát alkálifém-karbonát lehet. (1)

c) Ha a vegyület karbonát:



$$- n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CO}_3^{2-}) = 2,00 \text{ mmol}$$

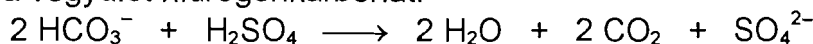
$$- \mathbf{2,00 \text{ mmol CO}_3^{2-} \text{ van } 0,316 \text{ g porban,}} \quad (1)$$

$$1 \text{ mol CO}_3^{2-} (60 \text{ g}) \text{ van } 158 \text{ g porban,}$$

$$- 2 \text{ mol Me}^+ \text{ tömege } 98 \text{ g lenne, } \mathbf{M(\text{Me}) = 49 \text{ g/mol,}} \quad (1)$$

- ilyen alkálifém nincsen.

d) Ha a vegyület hidrogénkarbonát:



$$- 2 n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{HCO}_3^-) = 4,00 \text{ mmol}$$

$$- \mathbf{4,00 \text{ mmol HCO}_3^- \text{ van } 0,316 \text{ g porban,}} \quad (1)$$

$$1 \text{ mmol HCO}_3^- (61 \text{ g}) \text{ van } 79 \text{ g porban.}$$

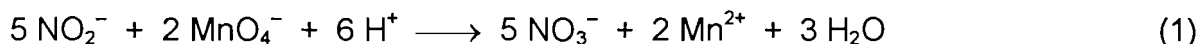
$$- \mathbf{1 \text{ mol Me}^+ \text{ tömege: } 18 \text{ g.}} \quad (1)$$

Ilyen alkálifém sincsen, viszont lehet  $\text{NH}_4^+$ ! (1)

A vegyület képlete:  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  (1)

Összesen: **10 pont**

### 7. feladat (II. kategória)

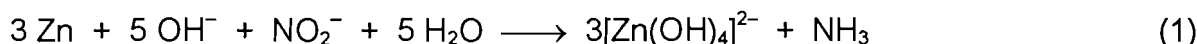


$$n(\text{KMnO}_4) = 2,88 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_2^-) = 2,5 \cdot n(\text{KMnO}_4) = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol (10 cm}^3 \text{ oldatban)}$$

$$n(\text{NaNO}_2) = 10 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol;}$$

$$\mathbf{m(\text{NaNO}_2) = 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot 69 \text{ g} = 0,4968 \text{ g}} \quad (2)$$

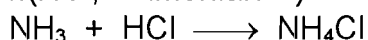


$$\mathbf{n(\text{NO}_2^-) = n(\text{NH}_3, \text{ nitritből}) = 5 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,0036 \text{ mol.}} \quad (0,5)$$

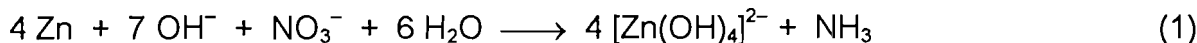
$$n(\text{HCl, összes}) = 0,0200 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,01345 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl, ammóniához}) = 0,00655 \text{ mol}$$



$$\mathbf{n(\text{NH}_3, összes) = 0,00655 \text{ mol}} \quad (1,5)$$



$$n(\text{NH}_3, \text{ nitrátból}) = 0,00295 \text{ mol} = n(\text{NO}_3^-) \text{ (50 cm}^3 \text{ oldatban)}$$

$$n(\text{NaNO}_3) = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol;}$$

$$\mathbf{m(\text{NaNO}_3) = 5,9 \cdot 10^{-3} \cdot 85 \text{ g} = 0,5015 \text{ g}} \quad (1,5)$$

#### A keverék

$$- \text{tömege: } m(\text{keverék}) = 0,9983 \text{ g;}$$

$$- \text{összetétele: } \mathbf{50,2 \% \text{ NaNO}_3; \text{ és } 49,8 \% \text{ NaNO}_2} \quad (0,5)$$

A reakcióhoz minimálisan szükséges cink tömege:

$$n(\text{Zn}) = (3 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 2,95 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 0,0226 \text{ mol}$$

$$\mathbf{m(\text{Zn}) = 1,478 \text{ g}} \quad (1)$$

Összesen: **10 pont**