

Kiss Árpád  
Országos Közoktatási  
Szolgáltató Intézmény

# 15/AB/M

Az 2000/2001. tanévi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
második fordulójának feladatmegoldásai

## KÉMIÁBÓL

Az értékelés szempontjai:

Egy-egy feladat összes pontszáma a részpontokból tevődik össze.

Csak a hibátlan megoldásokért adható a teljes pontszám.

Részlegesen jó megoldásokat a részpontok alapján kell pontozni.

Számítási - nem elvi! - hiba esetén (amennyiben az eredmény reális), a feladat  
összpontszámából 1-2 pontot kell levonni.

A megadottól eltérő minden helyes megoldás elfogadható.

**I. feladatsor** (közös)

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

20 pont

**II. feladatsor****1. feladat**

- a)  $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$   
 $2 \text{K} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{KOH} + \text{H}_2$
- b)  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$   
 $2 \text{Al} + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2$   
 $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- c)  $2 \text{Al} + 2 \text{NaOH} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Na[Al(OH)}_4] + 3 \text{H}_2$   
 $\text{Zn} + \text{NaOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4] + \text{H}_2$
- d)  $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Ag} + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Az első négy egyenlet 0,5-0,5 pont, összesen 2 pont,  
 a többi egyenlet 1-1 pont, összesen 5 pont.

Összesen: 7 pont

**2. feladat**

$$M(\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 219 \text{ g/mol}$$

Az oldás után a forró oldat tömege:  $150 \text{ g} + 80 \text{ g} = 230 \text{ g}$ .

Az oldat tömege  $20^\circ\text{C}$ -on:  $230 \text{ g} - 74,9 \text{ g} = 155,1 \text{ g}$ . (1)

A  $20^\circ\text{C}$ -os oldatban lévő  $\text{CaCl}_2$  tömege az oldhatóság alapján:

$$m(\text{CaCl}_2, \text{ oldatban}) = \frac{74,5}{174,5} \cdot 155,1 \text{ g} = 66,2 \text{ g} \quad (1)$$

A kikristályosodott só anyagmennyisége:

$$n(\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = \frac{74,9}{219} \text{ mol} = 0,342 \text{ mol} \quad (1)$$

a  $\text{CaCl}_2$

$$\begin{aligned} \text{anyagmennyisége: } & n_1(\text{CaCl}_2, \text{ kristályban}) = 0,342 \text{ mol,} \\ \text{tömege: } & m_1(\text{CaCl}_2, \text{ kristályban}) = 37,96 \text{ g,} \end{aligned} \quad (1)$$

a kristályvíz

$$\begin{aligned} \text{anyagmennyisége: } & n_2(\text{kristályvíz}) = 6 \cdot 0,342 \text{ mol} = 2,052 \text{ mol} \\ \text{tömege: } & m_2(\text{kristályvíz}) = 36,94 \text{ g} \end{aligned} \quad (1)$$

Az összes  $\text{CaCl}_2$

tömege:  $m_3(\text{CaCl}_2, \text{összes}) = (66,2 + 37,96) \text{ g} = 104,16 \text{ g}$

anyagmennyisége:  $n_3(\text{CaCl}_2, \text{összes}) = 0,94 \text{ mol}$  (1)

Az eredeti minta víztartalma:

$$m_4(\text{H}_2\text{O}, \text{mintában}) = (150 - 104,16) \text{ g} = 45,84 \text{ g},$$

$$n_4(\text{H}_2\text{O}, \text{mintában}) = 2,54 \text{ mol} \quad (1)$$

Az anyagmennyiségek aránya:

$$n_3 : n_4 = 0,94 : 2,54 = 1 : 2,7$$

A  $\text{CaCl}_2$  az átkristályosítás előtt mólonként 2,7 mol kristályvizet tartalmazott. (1)

Összesen: 8 pont

### 3. feladat

Megoldás(I)

Az ecetsav bemérési koncentrációja legyen:  $c = y \text{ mol/dm}^3$ !

Az igen nagy disszociációfok alapján arra következtethetünk, hogy az oldat igen híg, ezért a víz disszociációjával is számolni kell.

Folyamatok:



1 dm<sup>3</sup> oldatban:

$$0,01 y \qquad 0,99 y \qquad 0,99 y \qquad x \qquad x$$

Tehát:  $[\text{H}^+] = (0,99 y + x) \text{ mol/dm}^3$  (2)

Összefüggések:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(0,99 y + x) \cdot 0,99 y}{0,01 y}, \quad \text{illetve} \quad (0,99 y + x) \cdot x = 10^{-14} \quad (2)$$

Rendezve:

$$\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{99} = 0,99 y + x, \quad \text{illetve} \quad 0,99 y + x = \frac{10^{-14}}{x}$$

Ebből:  $x = 5,5 \cdot 10^{-8}$   
 $y = 1,281 \cdot 10^{-7}$  (2)

Tehát a 99,0%-ban disszociált ecetsavoldat koncentrációja  $1,281 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  (1)

Megjegyzés:  $K = c \cdot \frac{\alpha^2}{1-\alpha}$  összefüggés alapján  $c = 1,836 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  lenne !!!!

Összesen: 7 pont

Megoldás(II)

$$K = \frac{0,99 c \cdot [\text{H}^+]}{0,01 c} \quad (2)$$

$$[\text{H}^+ = 1,81 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \quad \longrightarrow \quad [\text{OH}^-] = 5,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3 \quad (2)$$

$$[\text{H}^+] - [\text{OH}^-] = [\text{acetátion}] = 1,25 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 = 0,99 c \quad (2)$$

$$c = 1,28 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

Összesen: 7 pont

**4. feladat**

a)

Az elektrolizáló töltés:  $Q = 4,83 \text{ Ah}$  (17388 C) (1)

Az elektrolízis során az oldat HCl-tartalma csökken.

Az elbontott HCl anyagmennyisége:  $n(\text{HCl}) = 0,180 \text{ mol}$  (1)

Az elektrolízis előtt az oldat

térfogata:  $V \text{ cm}^3$ ,  
 tömege:  $1,016 V \text{ g}$ ,  
 koncentrációja:  $1 \text{ mol/dm}^3$  (pH = 0,00)  
 HCl-tartalma:  $10^{-3} V \text{ mol}$ . (2)

Az elektrolízis után az oldat

HCl-tartalma:  $(10^{-3} V - 0,180) \text{ mol}$ ,  
 tömege:  $(1,016 V - 0,180 \cdot 36,5) \text{ g}$ ,  
 térfogata:  $(1,016 V - 0,180 \cdot 36,5) \text{ cm}^3$  ( $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$ )  
 koncentrációja (c):  $0,10 \text{ mol/dm}^3$  (pH = 1,00) (2)

Összefüggés:

$$c = \frac{10^{-3} V - 0,180}{1,016 V - 6,57} \text{ mol/dm}^3 = 0,10 \text{ mol/dm}^3$$
 (1)

Ebből:  $V(\text{elektrolízis előtt}) = 199,62 \text{ cm}^3$ , (1) $V(\text{elektrolízis után}) = 196,25 \text{ cm}^3$ Az oldat térfogata csökken,  $\Delta V = 3,37 \text{ cm}^3$ . (1)[9]

b)

A perklórsav elektrolízisekor a víz bomlik elemeire, az oldatban a perklórsav anyagmennyisége állandó.

A  $\text{HClO}_4$  koncentrációjaaz elektrolízis előtt:  $c_1 = 0,10 \text{ mol/dm}^3$  (pH = 1,00)az elektrolízis után:  $c_2 = 1,00 \text{ mol/dm}^3$  (pH = 0,00) (1)Ha az oldat térfogata  $x \text{ cm}^3$ -t csökken, akkor

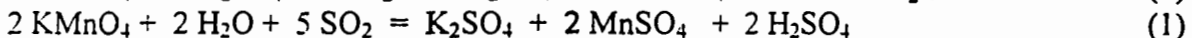
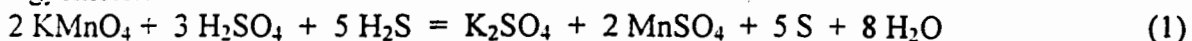
$$V \cdot c_1 = (V - x) \cdot c_2$$
 (1)

$$\text{Ebből: } x = \frac{V(c_2 - c_1)}{c_2} = 179,7 \text{ cm}^3$$
 (1)[3]

Összesen: 12 pont

**5. feladat**A:  $\text{H}_2\text{S}$ , B:  $\text{SO}_2$ , C: S, D:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . (4)

Egyenletek:



Összesen: 9 pont

**6. feladat**

$E$  összetétele  $A(\text{NO}_3)_k$  lehet.

A tömegszázalékos összetétel alapján:

$$\frac{M(A)}{M(A) + k \cdot 62} = 0,339$$

Reális megoldások:  $k = 2$ , ekkor  $M(A) = 63,6 \longrightarrow \text{Cu} (63,55)$ ;

$k = 3$ , ekkor  $M(A) = 95,4 \longrightarrow \text{Mo} (95,94)$  (3)

A fejlődő  $\text{NO}_2$  anyagmennyisége:

$$n(\text{NO}_2) = \frac{0,755}{24} \text{ mol} = 0,03146 \text{ mol} \quad (1)$$

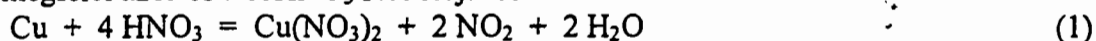
Ha az  $A$  fém a réz, és  $E$  kristályos réz(II)-nitrát:

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 295,5 \text{ g/mol},$$

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = \frac{4,65}{295,5} \text{ mol} = 0,015736 \text{ mol} = n(\text{Cu}) \quad (1)$$

$$n(\text{Cu}) : n(\text{NO}_2) = 2 : 1,$$

amely megfelel az  $A$  és a  $\text{cHNO}_3$  reakciójának:



Ha az  $A$  fém a molibdén, és  $E$  kristályos molibdén(III)-nitrát:

$$M(\text{Mo}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 390 \text{ g/mol},$$

$$n(\text{Mo}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = \frac{4,65}{390} \text{ mol} = 0,011923 \text{ mol} = n(\text{Mo}),$$

$$n(\text{Mo}) : n(\text{NO}_2) = 1 : 2,638$$

amely nem felel meg a kísérleti adatoknak. (2)

Eszerint:



A  $B$  meghatározása során hasonló módon járhatunk el. A szóbjöhető fémek a vas ( $\text{FeCl}_3$ ) és a nióbbium ( $\text{NbCl}_5$ , ha létezne). Nyilván a vas a széles körben használt fém, eszerint:

$B$  Fe, és  $F = \text{FeCl}_3$  (2)

$C$  folyadék csak az egyik fémet oldja, és a fém kiválasztása után teljesen visszanyerhető, tehát  $C$  higany és  $D$  réz-amalgám. (2)

(A vas választását megerősíti az is, hogy a higannyal nem képez amalgámot.)

A mintában levő  $0,0157 \text{ mol Cu}$  tömege  $1,00 \text{ g}$ ,

tehát a minta összetétele **50-50 %-os** volt. (1)

**Összesen: 15 pont**

**7. feladat** (I. kategória)

a)

A két csapadék feltehetően  $\text{BaSO}_4$  és  $\text{AgX}$  (ezüst-halogenid), a savak:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  és  $\text{HX}$ .10,00 cm<sup>3</sup> savelegyet vizsgálva:

$$n(\text{NaOH}) = 29,63 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (1)$$

A bárium-csapadék tömege alapján:

$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{0,1729}{233,3} = 7,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = n(\text{H}_2\text{SO}_4). \quad (1)$$

$$\text{Tehát: } n(\text{HX}) = n(\text{NaOH}) - 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14,81 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = n(\text{AgX}) \quad (1)$$

Az ezüst-csapadék tömege alapján:

$$M(\text{AgX}) = \frac{0,2124}{14,81 \cdot 10^{-4}} \text{ g/mol} = 143,4 \text{ g/mol} \rightarrow M(\text{X}) = 35,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{Eszerint: } \text{X} = \text{Cl}^- \quad (2)$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{HCl}) = 1 : 2$$

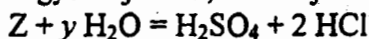
A folyadékból víz hatására 1:2 arányban kénsav és sósav képződött.

(1)[6]

*Megjegyzés:* ha a  $\text{Cl}^-$  azonosítása elmarad, akkor a) rész 4 pontot ér.

b)

Az ismeretlen vegyület jele: Z, reakciója vízzel:

Mivel a folyadék (Z) hidrogént nem tartalmaz, ezért  $y = 2$ .Így Z összegképlete (1 S, 2 O, 2 Cl atomi összetétel alapján):  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ , (szulfuril-klorid).

A két indulási gáz a kén-dioxid és a klór lehet.

(2)

c)

Reakcióegyenletek:



Összesen: 10 pont

**8. feladat** (I. kategória)

Az A vegyület összetétele:

$$\text{C: } 30,79 \cdot (12/44) = 8,40 \text{ g (85,6\%)}$$

$$\text{H: } 12,71 \cdot (12,71/2) \cdot 2 = 1,41 \text{ g (14,4\%)} \text{ hidrogént.}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = (85,6/12) : (14,4/1) = 1:2,$$

tehát összegképlete  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .

(1)

$$M(A) = 2,5 \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4) = 70 \text{ g/mol.}$$

A összegképlete:  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ .

(1)

A reakciókból és az összegképletből látszik, hogy egy alkénről van szó.

Mint ahogy az oxidációban szén-dioxid keletkezett, biztos, hogy a kettős kötés láncvégi helyzetben van ( $=\text{CH}_2$ ).

(2)

(A lehetséges szerkezetek: pent-1-én, 2-metil-but-1-én, 3-metil-but-1-én.)

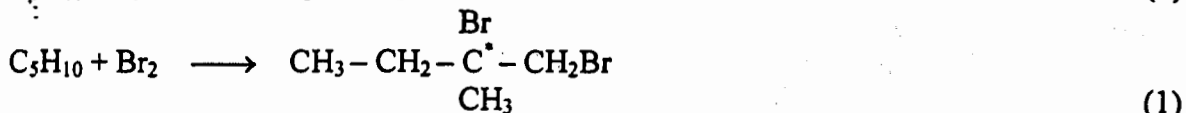
A reakciók alapján C vegyület egy keton.

(2)

Ez csak a 2-metil-but-1-én esetében lehetséges.

(1)

Reakcióegyenletek:



(B vegyület) (1)



(C vegyület) (1)

Összesen: 12 pont

**7. feladat** (II. kategória)

Legyen a fém moláris tömege  $x$  g/mol!

Ekkor  $M(\text{Me}(\text{OH})_2) = (x + 34)$  g/mol és  $M(\text{Me}(\text{NO}_3)_2) = (x + 124)$  g/mol (1)

Az első esetben 1,48 g, a második esetben 0,37 g fém-hidroxid van oldott formában. (1)

Első eset:

$$\text{A fém-hidroxid koncentrációja: } c_1 = \frac{1,48}{x + 34} \text{ mol/dm}^3.$$

$$\text{Ekkor: } L = [\text{Me}^{2+}][\text{OH}^-] = c_1(2c_1)^2 = 4(c_1)^3 = 4 \cdot \left(\frac{1,48}{x + 34}\right)^3 (\text{mol/dm}^3)^3 =$$

$$= \frac{12,97}{(x + 34)^3} (\text{mol/dm}^3)^3 \quad \textcircled{1} \quad (3)$$

A második eset:

A fémion anyagmennyisége a feloldott  $\text{Me}(\text{NO}_3)_2$ -ből és az oldott fém-hidroxidból, a hidroxidion anyagmennyisége az oldott fém-hidroxidból származik:

$$n(\text{Me}(\text{NO}_3)_2) = \frac{51,66}{x + 124},$$

$$n(\text{Me}(\text{OH})_2) = \frac{0,37}{x + 34},$$

$$n(\text{OH}^-) = \frac{2 \cdot 0,37}{x + 34}.$$

Mivel az oldat térfogata változatlanul  $1 \text{ dm}^3$ :

$$L = \left\{ \frac{51,66}{x + 124} + \frac{0,37}{x + 34} \right\} \cdot \left\{ \frac{2 \cdot 0,37}{x + 34} \right\}^2 (\text{mol/dm}^3)^3 \quad \textcircled{2} \quad (3)$$

Az oldhatósági szorzat állandósága miatt  $\textcircled{1}$  és  $\textcircled{2}$  a egyenlő!

Az egyenlet megoldása:

$$x = 40.$$

Tehát a fém a kalcium! (3)

(Az oldhatósági szorzat:  $L = 3,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3$ )

Összesen: 11 pont

**8. feladat** (II. kategória)

Az *A* vegyületben az elemek aránya:

$$28,69/12 : 6,37/1 : 28,29/35,5 : 11,15/14 : 25,5/16 = \\ = 3 : 8 : 1 : 1 : 2 \text{ (C:H:Cl:N:O)}$$

Azaz *A* összegképlete  $C_3H_8ClNO_2$ . (2)

Mint hogy egy szerves sav sójáról van szó, az anyag egy aniont kell tartalmazzon.

Az összegképlet alapján ez csak a klorid lehet. A szerves részben viszont egy kationos csoport kell legyen, ami csak protonált amin-csoport lehet. (1)

*B* moláris tömege a sűrűsége alapján 32 g/mol.

Ez az illékony anyag csak a metanol lehet. (1)

*A*-ból mind sósav, mind NaOH hatására metanol keletkezik. Ez arra utal, hogy egy metil-észterről van szó, ami savak és lúgok hatására elhidrolizál. (1)

Ezekből a csoportokból egy vegyület rakható össze: a glicin-metilészter hidrokloridja.

*A*:  $Cl^- (^+H_3N)-CH_2-COOCH_3$  (1)

*B*:  $CH_3OH$

*C*:  $Cl^- (^+H_3N)-CH_2-COOH$  (1)

*D*:  $H_2N-CH_2-COONa$  (1)

*E*:  $NaCl$  (1)

Reakcióegyenletek:



Összesen: 11 pont

Az egyes feladatokon elérhető pontszámok:

	I. kategória	II. kategória
Teszt:		20 pont
1. feladat:		7 pont
2. feladat:		8 pont
3. feladat:		7 pont
4. feladat:		12 pont
5. feladat:		9 pont
6. feladat:		15 pont
7. feladat:	10 pont	11 pont
8. feladat:	12 pont	11 pont
Összesen:		100 pont