

Kiss Árpád  
Országos Közoktatási  
Szolgáltató Intézmény

# 15/AB/M

Az ~~2001/2002.~~ tanévi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
~~2002/2003.~~ 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. D | 6. E  | 11. A | 16. D |
| 2. B | 7. A  | 12. E | 17. A |
| 3. D | 8. B  | 13. C | 18. D |
| 4. D | 9. E  | 14. C | 19. B |
| 5. A | 10. C | 15. E | 20. D |

20 pont

## II. feladatsor (közös)

## 1. feladat

a) Azonos térfogatokat összeöntve semleges oldatot kapunk:  $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$

Legyen  $V = 1 \text{ dm}^3!$

$$n(\text{H}^+) = 2 \cdot 0,01 + c(\text{HCl})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{NaOH})$$

$$\text{tehát: } = 2 \cdot 0,01 + c(\text{HCl}) = c(\text{NaOH}) \quad \textcircled{1} \quad (2)$$

b) A közömbösítéshez [ $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$ ] az oldatok térfogata legyen:

$$V(\text{HCl}) = 6 \text{ dm}^3; \quad V(\text{NaOH}) = 4 \text{ dm}^3; \quad V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ dm}^3!$$

$$n(\text{H}^+) = 6 \cdot c(\text{HCl}) + 2 \cdot 0,01$$

$$n(\text{OH}^-) = 4 \cdot c(\text{NaOH})$$

$$\text{tehát: } 6 \cdot c(\text{HCl}) + 2 \cdot 0,01 = 4 \cdot c(\text{NaOH}) \quad \textcircled{2} \quad (2)$$

① és ② megoldása:

$$c(\text{HCl}) = 0,03 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,05 \text{ mol/dm}^3. \quad (1)$$

c)  $1 \text{ dm}^3$  sósav és  $3 \text{ dm}^3$  kénsav elegyét  $x \text{ dm}^3$  NaOH közömbösíti:

$$c(\text{HCl}) + 3 \cdot 0,01 \cdot 2 = x \cdot c(\text{NaOH})$$

$$\text{ebből: } \quad x = 1,8 \text{ dm}^3$$

$$\text{vagyis: } \quad \begin{array}{ll} 4 \text{ dm}^3 \text{ savelegyet} & 1,8 \text{ dm}^3 \text{ NaOH közömbösít,} \\ 50 \text{ cm}^3 \text{ savelegyet:} & \underline{\underline{22,5 \text{ cm}^3 \text{ NaOH közömbösít.}}} \end{array} \quad (2)$$

Összesen: 7 pont

## 2. feladat

A pH 1-es erős sav oldatában a gyenge sav disszociációja visszaszorul, így a lejátszódó folyamat pusztán az oldódás:



A folyamathoz tartozó reakcióhő:

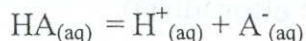
$$\Delta H_r = -684 - (-688) = +4,00 \text{ kJ/mol} \quad (1)$$

0,06 gramm sav oldásakor 4,00 J hő nyelődött el ez 0,001 mol sav oldását jelentette.

Vagyis a sav moláris tömege 60 g/mol. (2)

A vizes oldás során keletkezett oldatban a sav koncentrációja  $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ .

A tiszta vízben történő oldás esetén bekövetkezik a sav egy részének disszociációja is:



A folyamathoz tartozó reakcióhő:

$$\Delta H_r = -650 - (-684) = +34 \text{ kJ/mol} \quad (2)$$

Legyen a sav disszociáció foka  $\alpha$ . Az adott savmennyiség disszociáció nélküli oldásakor 4,00 J hő nyelődik el, tehát 1,06 J hő nyelődik el a disszociáció során.

A disszociált sav molekulák anyagmennyisége  $\alpha \cdot 0,001$  tehát

$$\alpha \cdot 0,001 \cdot 34000 = 1,06$$

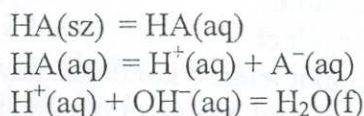
Az egyenletet megoldva:

$$\alpha = 0,0317 \quad (2)$$

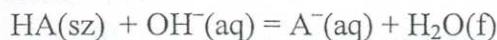
A sav disszociációs állandója:  $K_s = \alpha^2 \cdot c / (1 - \alpha)$  képletből számítható,

$$K_s = 1,003 \cdot 10^{-5} \quad (2)$$

A nátriumhidroxid-oldatban történő oldódás során a sav oldódik, disszociál és közömbösítődik.



Az egyenleteket összeadva:



A folyamathoz tartozó reakcióhő:

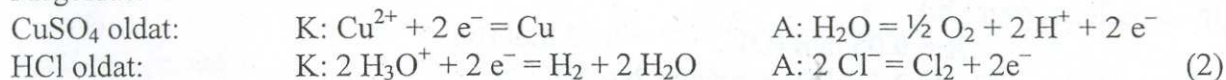
$$\Delta H_f = -286 - 650 - (-688 - 230) = -18 \text{ kJ/mol} \quad (3)$$

vagyis 0,001 mol oldásakor 18 J hő szabadul fel. (1)

Összesen: **13 pont**

### 3. feladat

Megoldás:

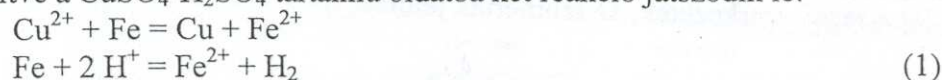


$x$  mol elektron áthaladása esetén a CuSO<sub>4</sub> oldatban  $x$  mol oxónium ion keletkezik, míg a HCl oldatban  $0,2 \text{ c} - x$  mol oxónium ion marad, ahol  $c$  a kezdeti koncentráció.

Mivel a két oldat térfogata megegyezik így a oxónium ionok anyagmennyisége is azonos:

$$x = 0,2 \text{ c} - x \quad \textcircled{1} \quad (2)$$

A vaslemez belemerítve a CuSO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tartalmú oldatba két reakció játszódik le:



Az első reakció a vaslemez tömegnövekedését, a második tömegcsökkenését okozza.

Az oldatban lévő rézion anyagmennyisége  $0,2 \text{ c} - x/2$  mol,

az ehhez tartozó tömegnövekedés:

$$(0,2 \text{ c} - x/2)(63,5 - 55,8)$$

Az oldatban lévő  $x$  mol oxóniumionhoz tartozó tömegcsökkenés:

$$x \cdot 55,8/2$$

azaz a lemez tömegváltozása:

$$(0,2 \text{ c} - x/2)(63,5 - 55,8) - x \cdot 55,8/2 \quad (3)$$

A sósavoldatban lévő oxóniumion anyagmennyisége  $0,2 \text{ c} - x$  mol,

az ehhez tartozó tömegcsökkenés:

$$(0,2 \text{ c} - x)55,8/2 \quad (1)$$

A rézsulfát-oldatba helyezett vaslemez tömege 1,00 grammal több:

$$- (0,2 \text{ c} - x)55,8/2 + 1 = (0,2 \text{ c} - x/2)(63,5 - 55,8) - x \cdot 55,8/2 \quad \textcircled{2} \quad (1)$$

Az  $\textcircled{1}$  és  $\textcircled{2}$  számú egyenleteket megoldva:

$$x = 0,0866 \text{ mol} \quad c = 0,866 \text{ mol/dm}^3 \quad (2)$$

Az oldaton áthaladt 0,0866 mol elektron töltése 8355C.

A  $Q = I \cdot t$  képletből  $t = 1671 \text{ s}$  azaz 27,8 percig elektrolizáltuk a  $0,866 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatokat. (1)

**13 pont**

**4. feladat**

A füstgáz összetétele alapján a vegyület a C és H mellett O és N tartalmú lehet.

A kénsav oldat elnyelte a vizgőzt, mégpedig 0,02 mólt.

A nátriumhidroxid oldat 0,06 mol szén-dioxidot nyelt el.

Ez 0,04 mol hidrogén atomot és 0,06 mol szénatomot jelent a kiindulási anyagban. (2)

Tegyük fel, hogy a vegyület emellett X mol O- és Y mol N-atomot tartalmaz.

A kiindulási anyag tömegére felírhatjuk:

$$0,04 + 12 \cdot 0,06 + 16 X + 14 Y = 1,84 \quad \textcircled{1}$$

9,8 dm<sup>3</sup> standard állapotú levegőben van 0,08 mol oxigén és 0,32 mol nitrogén. (2)

A füstgázban lévő oxigén anyagmennyisége:

$$n(\text{O}_2) = 0,08 - 0,01 - 0,06 + X/2$$

A füstgázban lévő nitrogén anyagmennyisége:

$$n(\text{N}_2) = 0,32 + Y/2 \quad (2)$$

A térfogatszázalékos összetétel alapján felírhatjuk:

$$(0,01 + 0,5 X)/(0,32 + Y/2) = 9,59/90,41 \quad \textcircled{2} \quad (2)$$

①, ② egyenletet megoldva:

$$X = 0,05 \text{ mol (O)} \quad Y = 0,02 \text{ mol (N)} \quad (1)$$

Így a vegyületben a C, H, O és N atom aránya: 6:4:5:2 (1)

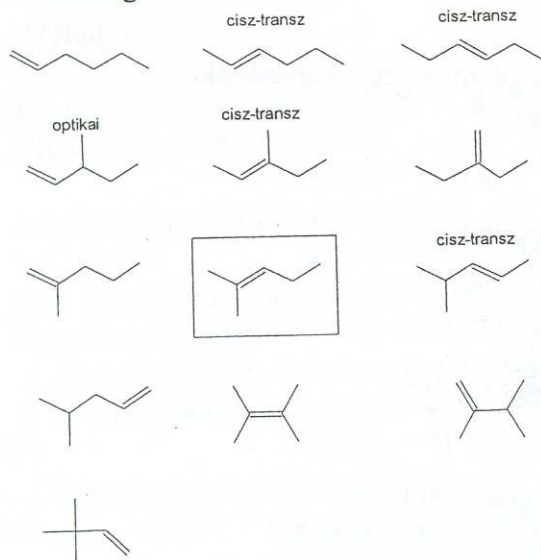
A vegyület képlete: C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>5</sub>N<sub>2</sub>

A vegyületről tudjuk hogy nem karbonsav, a kevés számú hidrogén miatt várható az aromás szerkezet. A vegyület dinitro-fenol. (1)

Összesen: 11 pont

**5. feladat**

A lehetséges szerkezetek, az izomeriák jelölve:



A 13 izomer képlete 0,5-0,5 pont (6,5)

Az izomeria típusainak jelölése 0,5-0,5 pont (2,5)

Az első termék tehát egy keton,

így a kettős kötés biztosan elágazás mellett, láncközi helyzetben van.

A másik egy karbonsav,

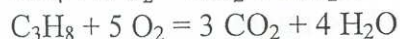
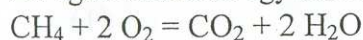
aminek moláris tömege  $1,814 \cdot 100 / (0,1040 \cdot 23,6) = 73,9$  g/mol, azaz ez a propánsav. (3)

Ennek a két terméknek a bekeretezett szerkezet felelhet csak meg. (1)

Összesen: 13 pont

**6. feladat** (1. kategória)

Az égési reakciók egyenletei:



Az égéshők:

$$\text{Metán: } -393,5 + 2(-285,8) - (-74,8) = 890,3 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Propán: } 3(-393,5) + 4(-285,8) - (-103,9) = 2219,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Bután: } 4(-393,5) + 5(-285,8) - (-126,1) = 2876,9 \text{ kJ/mol} \quad (3)$$

1 mol alkán ára:

$$1 \text{ m}^3 \text{ metán: } 101325 \cdot 1 / (8,314 \cdot 288,16) = 42,29 \text{ mol. 1 mol tehát 82,8 fillér.}$$

$$11,5 \text{ kg propán: } 11500 / 44 = 261,4 \text{ mol. 1 mol tehát 9,95 Ft.}$$

$$11,5 \text{ kg bután: } 11500 / 58 = 198,3 \text{ mol. 1 mol tehát 13,11 Ft.}$$

1 MJ energia ára:

$$\text{metánból: } 0,828 / 0,8903 = 0,93 \text{ Ft.}$$

$$\text{propánból: } 9,95 / 2,2198 = 4,48 \text{ Ft.}$$

$$\text{butánból: } 13,11 / 2,8769 = 4,56 \text{ Ft.} \quad (3)$$

Tehát nyáron, a több propánt tartalmazó PB gáz olcsóbb, de a különbség szinte elhanyagolható. A metánból nyert energia jóval alacsonyabb árú.

(1)

Összesen: 10 pont

**7. feladat** (1. kategória)

$$\text{pH} = 1,70 \quad [\text{H}^+] = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

$$K_{s2} = [\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}] / [\text{HSO}_4^-] \text{ egyenletből:}$$

$$0,6[\text{HSO}_4^-] = [\text{SO}_4^{2-}] \quad \textcircled{1} \quad (2)$$

Töltésmérleg:

$$[\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = [\text{HSO}_4^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}] \quad \textcircled{2} \quad (2)$$

Az oldat X cm<sup>3</sup> 0,100 mol/dm<sup>3</sup>-es H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> és100-X cm<sup>3</sup> 0,100 mol/dm<sup>3</sup>-es NaOH oldat összeöntésével készült.

Anyagmérleg a kénsavra:

$$0,1X/100 = [\text{HSO}_4^-] + [\text{SO}_4^{2-}] \quad \textcircled{3} \quad (2)$$

Anyagmérleg a nátriumhidroxidra:

$$(100-X)0,1/100 = [\text{Na}^+] \quad \textcircled{4} \quad (2)$$

Az ①②③④ sorszámú egyenleteket megoldva **X = 50,53** (3)

A laboráns tehát **50,53 cm<sup>3</sup> kénsav**-oldatot öntött össze

**49,47 cm<sup>3</sup> nátrium-hidroxid**-oldattal. (1)

Összesen: 13 pont

**6. feladat** (2. kategória)

A légszákot felfúvó gáz a leírás alapján csak a nitrogén lehet. (1)

A fejlődő gáz anyagmennyisége  $120 \cdot 234,2 / 293 \cdot 8,314 = 11,54$  mmol,  
tömege: 323,0 mg. (1)

A visszamaradó reaktív fém tömege 177 mg. (1)

Ebből vízzel gáz fejlődik, ami csak a hidrogén lehet.

A keletkező hidrogén anyagmennyisége  $94,3 / 24,5 = 3,85$  mmol. (1)

Ha egyértékű volt a fém, akkor 7,70 mmol reagált, atomtömege 23 g-mol  $\rightarrow$  Na

Ha kétértékű volt a fém, akkor 3,85 mmol reagált, atomtömege 46 g-mol lenne. (1)

A vegyület képlete:  $\text{NaN}_3$

Reakcióegyenletek:  $2 \text{NaN}_3 = 2 \text{Na} + 3 \text{N}_2$

$2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$  (3)

**8 pont**

**7. feladat** (2. kategória)

$\text{pH}_1 = 2,71$                        $[\text{H}^+]_1 = 1,950 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$   
 $\text{pH}_2 = 3,24$                        $[\text{H}^+]_2 = 5,754 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$   
 $\text{pH}_3 = 3,73$                        $[\text{H}^+]_3 = 1,862 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  (3)

Legyen az oldat hangyasavra nézve A mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú,  
sósavra nézve B mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú.

Az eredeti oldat formiát-ion koncentrációja legyen X mol/dm<sup>3</sup>,  
akkor a disszociációs állandóra felírhatjuk:

$$K_s = [\text{H}^+]_1 \cdot X / (A - X)$$

A töltésmérleg:  $[\text{H}^+]_1 = B + X$   
 A két egyenletből:  $[\text{H}^+]_1 = B + A/10,75$  ① (3)

Az első adag nátrium-hidroxid hozzáadása után az oldat formiát-ion koncentrációja  
legyen Y mol/dm<sup>3</sup>, és a hozzáadott NaOH legyen W mol. Ekkor:

$$K_s = [\text{H}^+]_2 \cdot Y / (A - Y)$$

A töltésmérleg:  $[\text{H}^+]_2 + W = B + Y$   
 A két egyenletből:  $[\text{H}^+]_2 = B + A/3,887 - W$  ② (3)

A második adag nátrium-hidroxid hozzáadása után az oldat formiát-ion koncentrációja  
legyen Z mol/dm<sup>3</sup>, és a hozzáadott NaOH ismét W mol. Ekkor:

$$K_s = [\text{H}^+]_3 \cdot Z / (A - Z)$$

A töltésmérleg:  $[\text{H}^+]_3 + 2W = B + Z$   
 A két egyenletből:  $[\text{H}^+]_3 = B + A/1,931 - 2W$  ③ (3)

Az ①, ②, ③ számokkal jelzett egyenleteket megoldva

$$A = 0,01023 \quad B = 9,987 \cdot 10^{-4} \quad (3)$$

Az oldat hangyasav koncentrációja 0,01023 mol/dm<sup>3</sup>,  
HCl koncentrációja  $9,987 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ .

**Összesen: 15 pont**