



**Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny 2011/2012. tanév**

**Kémia I. kategória – 2. forduló**

**Megoldások**

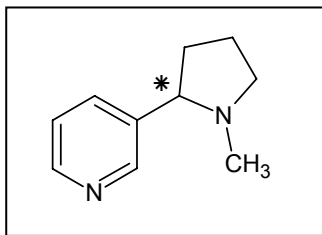
**I. feladatsor**

- |      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 1. D | 5. A | 9. B  | 13. D |
| 2. B | 6. C | 10. B | 14. A |
| 3. C | 7. A | 11. E |       |
| 4. A | 8. A | 12. D |       |

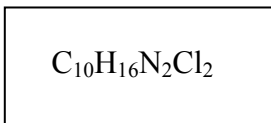
**14 pont**

15.

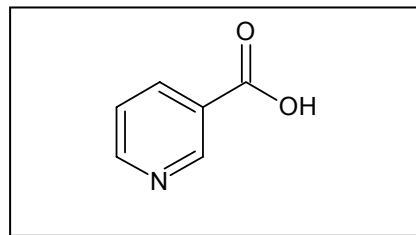
Kiralitáscentrum:



A só összegképlete:



A nikotinsav szerkezeti képlete:



3 pont

16.

	A vegyület neve	A vegyület szerkezeti képlete	Királis?
	etilén-glikol		
	glikolsav		
	oxálsav		
Glikolmérgezés esetén a vesében keletkező anyag.	<b>kalcium-oxalát</b>		
	propilén-glikol		*
A propilén-glikol oxidációja során keletkező hidroxi-karbonsav.	<b>2-hidroxi-propánsav</b>		*
	piroszlósav		
	β-propilén-glikol		

12×0,5 = 6 pont

17.

$$K_4 = \frac{K_3}{K_2}$$

1 pont

$$K_5 = \frac{K_v^3}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}$$

1 pont

18.

$$\text{pH} = 13,0$$

1 pont

## II. feladatsor

### 1. feladat

- A fahamu kálium-karbonátot tartalmaz, ezért vizes oldata lúgos kémhatású. (1)  
A lúgos közegben a zsír hidrolizál. (1)  
A hidrolízis során vízoldható vegyületek keletkeznek. (1)  
A zsír hidrolízise során keletkező szappan elősegíti a zsír oldódását. (1)

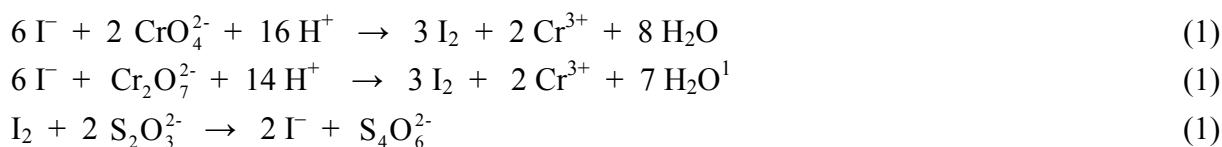
4 pont

### 2. feladat

- a)  
 $M[\text{Mn}(\text{NO}_3)_2] = 178,95 \text{ g/mol}$   
1 mol mangán-nitrátból 1 mol  $\text{MnO}_x$  keletkezik. (1)  
Ennek tömege:  $(1 - 0,5204) \cdot 178,95 \text{ g} = 85,824 \text{ g}$ . (1)  
Ebből a vegyületben található oxigén tömege:  $m(\text{O}) = 85,824 \text{ g} - 54,938 \text{ g} = 30,89 \text{ g}$ . (1)  
 $n(\text{O}) = 1,93 \text{ mol}$   
A keresett képlet tehát  $\text{MnO}_{1,93}$  (1)
- b)  
A folyamat során oxigén keletkezik. (1)  
1 mol mangán-nitrátból 2 mol  $\text{NO}_2$  képződik. (1)  
A keletkező oxigén anyagmennyisége  $\frac{2,00 - 1,93}{2} \text{ mol}$ . (1)
- A keresett térfogatarány:  $\frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)} = \frac{4,00}{0,07}$  (1)

8 pont

### 3. feladat



- Az egyenletekből kiszámítható, hogy 1,00 g kálium-kromát  $7,725 \cdot 10^{-3}$  mol jódot választ le, 1,00 g kálium-dikromát pedig  $1,020 \cdot 10^{-3}$  mol. (2)  
Ezek szerint, ha a keverékben 1,00 g kromátot 1,00 g dikromáttal helyettesítünk,  $2,475 \cdot 10^{-3}$  mollaal több jódot fog leválasztani (és megfordítva,  $2,475 \cdot 10^{-3}$  mollaal több jód leválása 1,00 g-mal kevesebb kromátot jelent a dikromát rovására). (2)  
Jelen esetben 1,00 g keverékre számítva  $5,00 \cdot 10^{-5}$  mol többlet jódunk van, (1)

<sup>1</sup> Savas közegben a kromát- és dikromátionokat tartalmazó oldatban bonyolult egyensúlyi reakciók mennek végbe, amelyek során többféle részecske (az említett két ionon kívül pl.  $\text{HCrO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{HCr}_2\text{O}_7^-$ ) egyensúlyi elegye keletkezik. A felírt egyenletek ennek ellenére helyesen fejezik ki a joddal lejátszódó bruttó folyamatokat.

$$\text{ami } \frac{5,00 \cdot 10^{-5}}{2,475 \cdot 10^{-3}} = 2,02 \cdot 10^{-2} \text{ g-mal kevesebb kromátot (ill. ennyivel több dikromátot) jelent.}$$

(2)

Tehát 2,0 %-kal lenne kisebb a számított kromáttartalom a valósnál.

(1)

**11 pont****4. feladat**

a)

$m$  tömegű elegyben  $0,4m$  tömegű etanol és  $0,6m$  tömegű víz található.

$$V_{\text{etanol}} = \frac{0,4m}{\rho_{\text{etanol}}}; V_{\text{víz}} = \frac{0,6m}{\rho_{\text{víz}}}; V_{\text{elegy}} = \frac{m}{\rho_{\text{elegy}}} \quad (1)$$

20 °C-on:

Az 1. definíció szerint:

$$\varphi_{\text{etanol}} = \frac{\frac{0,4m}{\rho_{\text{etanol}}}}{\frac{m}{\rho_{\text{elegy}}}} = \frac{0,4 \cdot \rho_{\text{elegy}}}{\rho_{\text{etanol}}} = 47,39 \% \quad (1)$$

$$\varphi_{\text{víz}} = \frac{\frac{0,6m}{\rho_{\text{víz}}}}{\frac{m}{\rho_{\text{elegy}}}} = \frac{0,6 \cdot \rho_{\text{elegy}}}{\rho_{\text{víz}}} = 56,21 \% \quad (1)$$

A 2. definíció szerint:

$$\varphi_{\text{etanol}} = \frac{\frac{0,4m}{\rho_{\text{etanol}}}}{\frac{0,4m}{\rho_{\text{etanol}}} + \frac{0,6m}{\rho_{\text{víz}}}} = \frac{0,4 \cdot \rho_{\text{víz}}}{0,4 \cdot \rho_{\text{víz}} + 0,6 \cdot \rho_{\text{etanol}}} = 45,74 \% \quad (1)$$

$$\varphi_{\text{víz}} = 100 \% - 45,74 \% = 54,26 \% \quad (1)$$

b)

40 °C-on:

A tömegszázalékos összetétel változatlan.

(1)

Az 1. definíció szerint (a fenti képlet alapján):

$$\varphi_{\text{etanol}} = 47,66 \% \quad (1)$$

A 2. definíció szerint:

$$\varphi_{\text{etanol}} = 46,14 \% \quad (1)$$

**8 pont**

### 5. feladat

100 g trona hevítése során 70,34 g szóda keletkezik, amelyben (1)

30,52 g Na 1,328 mol

7,97 g C 0,664 mol

31,86 g O 1,991 mol

található. (1)

100 g trona elemi összetétele:

56,63 g O 3,539 mol

30,52 g Na 1,328 mol (1)

12,85 g egyéb

Látható, hogy a hevítés során eltávozik  $56,63 - 31,86 = 24,77$  g O, ami 1,548 mol. (1)

Feltehető, hogy az oxigén víz és/vagy szén-dioxid formájában távozott. Ha  $x$  mol O távozott szén-dioxidban,  $1,548 - x$  mol pedig vízben, akkor  $0,5x$  mol C és  $2(1,548 - x)$  mol H is távozott. (1)

Feltéve, hogy más anyag nem keletkezett a bomlás során, felírható:

$$7,97 + 6x + 2(1,548 - x) = 12,85 \quad (1)$$

$$x = 0,446 \quad (1)$$

100 g tronában tehát  $0,664 + 0,446/2 = 0,887$  mol C és 2,204 mol H található. (1)

$$n(\text{Na}) : n(\text{O}) : n(\text{C}) : n(\text{H}) = 3 : 8 : 2 : 5$$

A keresett képlet:  $\text{Na}_3\text{O}_8\text{C}_2\text{H}_5$  (1)

Ez a képlet megfelel a  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  összetételnek.

**9 pont**

### 6. feladat

a)

$$n(\text{NaOH}) = 10,3 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{maradék}) = 5,15 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{összes}) = 7,40 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{reagált}) = 2,25 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$n(\text{NH}_3) = 4,50 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$\text{Az ammónia keletkezési sebessége } 10^7 \cdot 4,5 \text{ mmol/perc} = 10^7 \cdot 76,5 \text{ mg/perc} = 1100 \text{ t/nap} \quad (1)$$

b)

A kénsavoldaton átbuborékoló gáz anyagmennyisége:

$$n = \frac{6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 24,53 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$\varphi(\text{NH}_3) = \frac{4,50 \text{ mmol}}{24,53 \text{ mmol}} = 18,3 \% \quad (1)$$

Mivel a hidrogén és a nitrogén sztöchiometrikus arányban került be a reaktorba, a kiáramló gázelegyenben is 3:1 térfogatarányban vannak jelen. (1)

Ebből következően:

$$\varphi(\text{H}_2) = 61,3 \% \quad (1)$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 20,4 \% \quad (1)$$

**11 pont**

## 7. feladat

a)  
0,325 g víz keletkezett oxigénfelesleg esetén is. (1)

b)  
Ha sztöchiometrikus mennyiségű oxigénben égetve 0,325 g víz és 0,771 g gáz (CO<sub>2</sub> és N<sub>2</sub>) keletkezett 1,00 g anyagból, akkor 0,325 g + 0,771 g – 1,00 g = 0,096 g oxigén használódott fel az égéshez. (1)

Oxigénfeleslegben égetve szintén 0,771 g CO<sub>2</sub> és N<sub>2</sub> keletkezik, tehát 0,863 g – 0,771 g = 0,092 g oxigénfelesleg volt. (1)

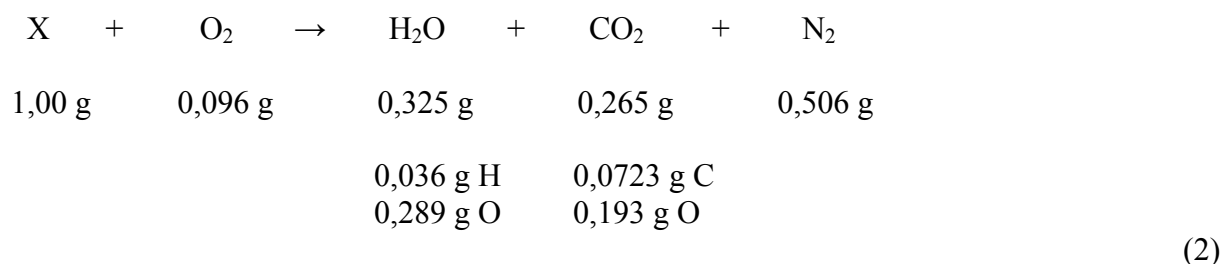
A százalékos oxigénfelesleg:  $\frac{0,092 \text{ g}}{0,096 \text{ g}} = 95,8 \%$  (1)

c)  
Sztöchiometrikus mennyiségű oxigénben égetve CO<sub>2</sub> és N<sub>2</sub>, oxigénfeleslegben égetve CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> és O<sub>2</sub> alkotja a vízmentes égéstermékét. Csak akkor lehet azonos a két gázelegy sűrűsége, ha a CO<sub>2</sub> – N<sub>2</sub> gázelegy átlagos moláris tömege 32 g/mol. (2)

Ebből meghatározható, hogy az elegyben  $n(\text{CO}_2) : n(\text{N}_2) = 1 : 3$  és  $m(\text{CO}_2) : m(\text{N}_2) = 44 : 84$  (1)

0,771 g CO<sub>2</sub> – N<sub>2</sub> gázelegy tehát 0,265 g CO<sub>2</sub>-t és 0,506 g N<sub>2</sub>-t tartalmaz. (1)

Az égés tömegmérlege a következő:



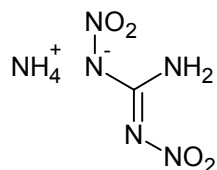
Ezek alapján 1,00 g X összetétele:

0,036 g H	0,036 mol H
0,386 g O	0,024 mol O
0,506 g N	0,036 mol N
0,0723 g C	0,006 mol C

(2)

A keresett tapasztalati képlet tehát CH<sub>6</sub>O<sub>4</sub>N<sub>6</sub> (1)

A vegyület az ammónium-dinitro-guanidin, szerkezete az alábbi:



13 pont

### **8. feladat**

a)

$$k_1 = \frac{[\text{HA}^\pm] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{A}^+]}; k_2 = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HA}^\pm]}; k_3 = \frac{[\text{HA}^0] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{A}^+]}; k_4 = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HA}^0]} \quad (2)$$

$$\frac{k_1}{k_3} = \frac{[\text{HA}^\pm]}{[\text{HA}^0]} = \frac{k_4}{k_2} \rightarrow k_4 = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_3} = 1,4 \cdot 10^{-4} \quad (2)$$

b)

$$K_1 = \frac{([\text{HA}^\pm] + [\text{HA}^0]) \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{A}^+]} = \frac{[\text{HA}^\pm] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{A}^+]} + \frac{[\text{HA}^0] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{A}^+]} = k_1 + k_3 = 6,3 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

$$K_2 = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HA}^0] + [\text{HA}^\pm]} \quad (1)$$

$$\frac{1}{K_2} = \frac{[\text{HA}^\pm]}{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}^+]} + \frac{[\text{HA}^0]}{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_4} \rightarrow K_2 = 1,4 \cdot 10^{-5} \quad (2)$$

c)

$$K = \frac{[\text{HA}^\pm]}{[\text{HA}^0]} = \frac{k_1}{k_3} = 8,5 \quad (1)$$

**10 pont**