



2014/2015. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
második forduló

## KÉMIA

### II. KATEGÓRIA

#### Javítási-értékelési útmutató

#### I. FELADATSOR

1.  (1)

2.  (1)

3.  (1)

4.

Állítás	Igaz	Hamis
A fenti reakcióban a HDS képződése exoterm folyamat.		X
Az említett ipari folyamatban a hidegebb víz dúsul deutériumban.	X	
A magasabb hőmérséklet kedvez a deutérium kén-hidrogénbe történő beépülésének.	X	
A folyamat során lényegében a kén-hidrogén szállítja a deutériumot a melegebb vízből a hidegebbe.	X	

(4)

5.

	10 ml A oldat + néhány csepp B oldat	10 ml B oldat + néhány csepp A oldat
A oldat: AgNO <sub>3</sub> -oldat B oldat: NH <sub>3</sub> -oldat	Barna csapadék válik le. $2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	A kezdeti zavarosodás gyorsan eltűnik. $\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2 \text{OH}^-$
A oldat: meszes víz B oldat: szódavíz	Fehér csapadék válik le. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$	A kezdeti zavarosodás gyorsan eltűnik. $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$
A oldat: CuSO <sub>4</sub> -oldat B oldat: NaOH-oldat	Világoskék csapadék válik le. $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$	Világoskék csapadék válik le. $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$

Tapasztalat megadása: 0,25 pont, helyes egyenlet: 0,75 pont, hibásan rendezett egyenlet 0,5 pont. Az utolsó sorban mindez csak akkor érvényes, ha a két válasz egyezik. Ha a válaszok eltérnek, de az egyik helyen jó szerepel, az 0,5 pontot ér.

(5)

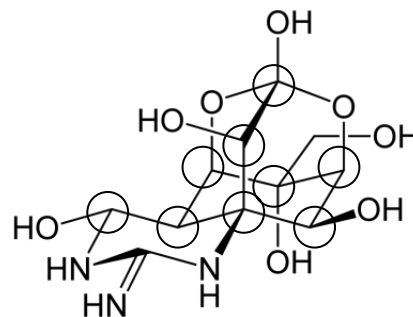
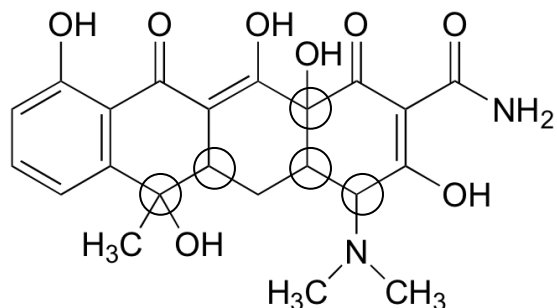
6.

(1)

7.  (1)

8.  (2)

9.



Jó megoldás 1 pont, egy eltérés 0,5 pont.

(2)

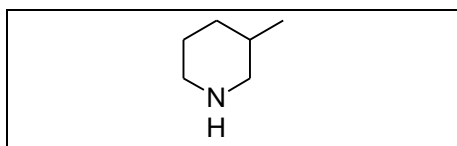
10. a)  (1)

b)

	Igaz	Hamis
A metil-piperin vizes oldata lúgos kémhatású.		X
A metil-piperin kloroformban jobban oldódik, mint vízben.	X	

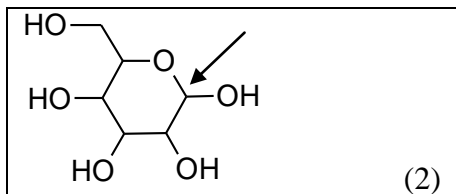
2×0,5 = (1)

c)



(1)

11. a)

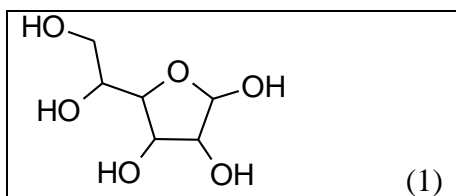


(2)

b)

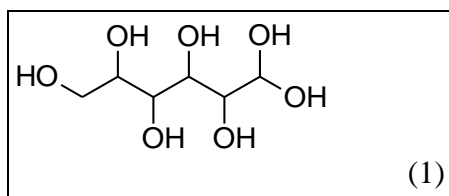
(1)

c)



(1)

d)

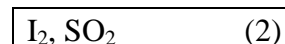


(1)

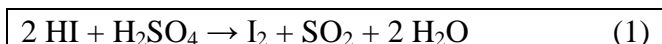
12. a)



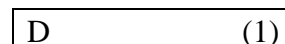
b)



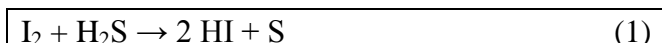
c)



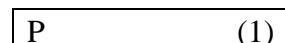
d)



e)



f)



g)

(2)

Az a) feladatrészenben a  $2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HCl}$  egyenlet is elfogadható.

**II. FELADATSOR****1. feladat**

a)

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,0 \text{ g/mol}$$

$$m/m\%(\text{N}) = 35,0 \%$$
 (1)

A keresett NPK-érték tehát 35-0-0. (1)

b)

1 t műtrágya esetén a foszfortartalom 100 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ -nek felel meg, ami 1408 mol P-t jelent.

A káliumtartalom 110 kg  $\text{K}_2\text{O}$ -nak felel meg, ez 2335 mol K-t jelent. (1)

Legyen a feloldott  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  anyagmennyisége  $x$ , a  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ -é  $y$ .

Ekkor felírható:

$$x + y = 1408 \text{ mol}$$
 (1)

$$2x + y = 2335 \text{ mol}$$
 (1)

Ebből:  $x = 927 \text{ mol}$ ;  $y = 481 \text{ mol}$  (1)

Tehát a szükséges mennyiségek:

$$m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = M(\text{K}_2\text{HPO}_4) \cdot 927 \text{ mol} = 161 \text{ kg}$$

$$m(\text{KH}_2\text{PO}_4) = M(\text{KH}_2\text{PO}_4) \cdot 481 \text{ mol} = 65,5 \text{ kg}$$
 (1)

**7 pont****2. feladat**

a)

Legyen a keletkező vegyület képlete  $\text{AO}_x$

Felírható:

$$\frac{M(A)}{x \cdot 16 \text{ g/mol}} = \frac{1,000}{0,233}, \text{ ahol } M(A) \text{ az ismeretlen elem moláris tömege.}$$
 (2)

Ebből  $M(A) = 68,67x$  adódik. (1)

Kémiailag reális megoldás:  $x = 2$  esetén  $M(A) = 137,3 \text{ g/mol}$ .

A keresett elem a bárium. (A keletkező anyag a  $\text{BaO}_2$ , bárium-peroxid.) (2)

b)

**8 pont**

**3. feladat**

a)



b)

A katódon fejlődő hidrogén térfogata  $22,00 \text{ cm}^3$ .

Ennek anyagmennyisége az ideális gáztörvény alapján  $8,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ . (1)

$$n(\text{e}^-) = 2 \cdot 8,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1)$$

$$Q = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 96485 \text{ C/mol} = 172,6 \text{ C}$$

$$I = 0,29 \text{ A} \quad (1)$$

c)

Az anódon eközben ózon és dioxidgáz keletkezik:  $V(\text{O}_3) + V(\text{O}_2) = 10,60 \text{ cm}^3$ .

$$22,00 \text{ cm}^3 \cdot 2 = V(\text{O}_3) \cdot 6 + V(\text{O}_2) \cdot 4 \quad (2)$$

A két összefüggésből:

$$V(\text{O}_3) = 0,80 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 9,80 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

A gázelegy 7,5 térfogatszázalék ózont tartalmazott. (1)

d)

Bármennyi ózont is tartalmaz az anódon fejlődő gázelegy, dioxidgázzá történő bomlása során térfogata  $11,00 \text{ cm}^3$  lesz (a katódon fejlődő hidrogén térfogatának a fele). (1)

Esetünkben a térfogat-növekedés tehát  $0,40 \text{ cm}^3$ , ami a kiindulási gázelegy térfogatának 3,8%-a. (1)

$$12 \cdot \frac{9}{12} = \mathbf{9 \text{ pont}}$$

**4. feladat**

a)



b)

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{In}^{2-}]}{[\text{HIn}^-]} \quad (1)$$

$$\frac{[\text{HIn}^-]}{[\text{In}^{2-}]} = \frac{[\text{H}^+]}{K} = \frac{10^{-\text{pH}}}{K} \quad (1)$$

c)

Az átmeneti szint akkor látjuk, amikor  $[\text{HIn}^-] \leq 10 [\text{In}^{2-}]$  és  $10 [\text{HIn}^-] \geq [\text{In}^{2-}]$  (1)

Az előbb meghatározott összefüggés szerint ekkor  $10 K \geq 10^{-\text{pH}} \geq 0,1 K$  (1)

Ebből  $6,6 < \text{pH} < 8,6$  (1)

**6 pont**

**5. feladat**

a)  
Lilás rózsaszín. (1)

b)  
Kék. (1)

c)  
**C** (1)

d)  
 $n(\text{EDTA}) = 4,92 \text{ cm}^3 \cdot 0,0510 \text{ mol/dm}^3 = 0,251 \text{ mmol}$  (1)  
 $n(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 0,251 \text{ mmol}$  (1)

e)  
 $c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 5,02 \text{ mmol/dm}^3$  (1)  
 10 mg CaO anyagmennyisége 10/56 mmol. (1)  
 Az ásványvíz összes keménysége tehát 28,1 nk°. (1)

f)  
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 $n(\text{HCO}_3^-) = n(\text{HCl}) = 8,04 \text{ cm}^3 \cdot 0,0993 \text{ mol/dm}^3 = 0,798 \text{ mmol}$  (1)  
 $c(\text{HCO}_3^-) = 7,98 \text{ mmol/dm}^3$  (1)  
 Ezzel ekvivalens koncentráció:  $c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})_v = 3,99 \text{ mmol/dm}^3$  (1)  
 Ez megfelel 22,3 nk°-nak. (1)

$$12 \cdot \frac{9}{12} = \mathbf{9 \text{ pont}}$$

**6. feladat**

a)

$$x_B = \frac{n_B}{n_{\text{összes}}} = \frac{c_B}{c_{\text{össz}}}$$

$$K_x = \frac{x_{\text{ammónia}}^2}{x_{\text{hidrogén}}^3 \cdot x_{\text{nitrogén}}} = \frac{c_{\text{ammónia}}^2}{c_{\text{hidrogén}}^3 \cdot c_{\text{nitrogén}}} \cdot c_{\text{össz}}^2 = K_c \cdot c_{\text{össz}}^2 \quad (2)$$

$$\text{Ebből: } c_{\text{össz}} = 1,000 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

$$p_{\text{össz}} = c_{\text{össz}} RT = 4,99 \text{ MPa} \quad (2)$$

b)

Nem,

mert a nyomásváltozás állandó hőmérsékleten az összkoncentráció változását okozza, ami a  $K_x = K_c \cdot c_{\text{össz}}^2$  összefüggés értelmében a  $K_x$  megváltozását eredményezi. (2)

c)

Ha a kezdeti gázelegy sztöchiometrikus volt, akkor az egyensúlyi elegyben is 3:1 a hidrogén és a nitrogén anyagmennyiség-aránya. (1)

Ezek alapján az egyensúlyi elegyben 20,3 térfogatszázalék  $N_2$  és 61,0 térfogatszázalék  $H_2$  van. (1)

Ebből meghatározható a  $K_x$  értéke a kérdéses hőmérsékleten:

$$K_x = \frac{0,187^2}{0,61^3 \cdot 0,203} = 0,759 \quad (1)$$

Ezen a hőmérsékleten  $K_x$  kisebb, mint 600 K-en, amiből következik, hogy a hőmérsékletet növelték. (1)

Az ammónia képződése ugyanis exoterm folyamat, a hőmérséklet növelése az ammónia bomlásának kedvez, tehát az egyensúlyi állandó csökkenésével jár. (1)

$$12 \cdot \frac{8}{12} = \mathbf{8 \text{ pont}}$$

**7. feladat**

a)

A kénsavoldatra:

$$K_{s2} = \frac{[H^+] \cdot [SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]}$$

**Hiba! Érvénytelen csatolás.**

$$c = [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}] \quad (1)$$

$$2 [SO_4^{2-}] + [HSO_4^-] = [H^+] \quad (1)$$

Az egyenletrendszer megoldása:

$$[H^+] = 0,114 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

$$\text{pH} = 0,94 \quad (1)$$

Az ecetsavoldatra:

$$K = \frac{[H^+] \cdot [Ac^-]}{c - [Ac^-]}$$

**Hiba! Érvénytelen csatolás.**

$$\text{Ebből } [H^+] = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

$$\text{pH} = 2,87 \quad (1)$$

A NaOH-oldatra:

$$\text{pH} = 13 \quad (1)$$

b)

3,00 pH-jú oldatot kaphatunk a kénsav- és a nátrium-hidroxid-oldat, valamint az ecetsavoldat és a nátrium-hidroxid-oldat összeöntésével. (1)

**(1) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + NaOH**1,00 dm<sup>3</sup> kiindulási kénsavoldathoz öntsünk V<sub>1</sub> térfogatú NaOH-oldatot.

$$[H^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_{s2} = \frac{[H^+] \cdot [SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} \rightarrow \frac{[SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = 19$$

**Hiba! Érvénytelen csatolás.**

$$2 \cdot 19[HSO_4^-] + [HSO_4^-] = [H^+] + [Na^+] \quad (1)$$

$$19[HSO_4^-] + [HSO_4^-] = \frac{0,1 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3 + V_1} \quad (1)$$

$$[Na^+] = \frac{0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot V_1}{1,00 \text{ dm}^3 + V_1} \quad (1)$$

Az egyenletrendszer megoldásaként:

$$V_1 = 1,92 \text{ dm}^3 \quad (2)$$

**(2) CH<sub>3</sub>COOH + NaOH**1,00 dm<sup>3</sup> kiindulási ecetsavoldathoz öntsünk V<sub>2</sub> térfogatú NaOH-oldatot.

$$K = \frac{[H^+] \cdot [Ac^-]}{[HAc]} \rightarrow \frac{[Ac^-]}{[HAc]} = 0,0186$$

**Hiba! Érvénytelen csatolás.**

$$0,0186[HAc] = [H^+] + [Na^+] \quad (1)$$

$$0,0186[HAc] + [HAc] = \frac{0,1 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3 + V_2} \quad (1)$$

$$[Na^+] = \frac{0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot V_2}{1,00 \text{ dm}^3 + V_2} \quad (1)$$

Az egyenletrendszer megoldásaként:

$$V_2 = 8,18 \text{ cm}^3 \quad (2)$$

**8. feladat**

a)

$$c(\text{Sn}^{2+}) = 2,325 \text{ mmol/dm}^3$$

$$n(\text{Sn}^{2+}) = 1,163 \text{ mmol} \quad (1)$$

A feloldott ón tömege:

$$m(\text{Sn}) = 138,0 \text{ mg} \quad (1)$$

b)

A salétromsav tömege az eredeti oldatban:

$$m(\text{HNO}_3) = 499 \text{ mg}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 7,92 \text{ mmol} \quad (1)$$

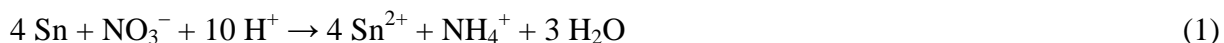
Az oldódás után az oldatban 7,630 mmol nitrátion van, amiből következik, hogy elreagált 0,29 mmol nitrátion. (1)

A reakcióba lépő ón anyagmennyisége éppen négyszerese a reagáló nitrátionok anyagmennyiségének, tehát a reakcióegyenlet:



Az oxidációszám-változásból látszik, hogy a nitrátion 8 elektronos redukciót szenved, azaz a nitrogén  $-3$  oxidációs állapotba kerül. Ez savas közegben ammóniumionnak felel meg. (1)

A reakcióegyenlet tehát:

**7 pont**