

XIV Ogólnopolski Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2022/2023

ETAP II – 17.12.2022 r. Godz. 11.30-13.30



Uwaga! Masy molowe pierwiastków podano na końcu zestawu.

Zadanie 1 (10 pkt)

1. Stężenie molowe (mol/dm^3) roztworu wodorotlenku potasu, w którym ułamek molowy wody wynosi 0,76, a gęstość jest równa $1,5106 \text{ g/cm}^3$ wynosi:

- a) $33,82 \text{ mol/dm}^3$ | $M_{\text{KOH}} = 56,1 \text{ g/mol}$, $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$;
b) $17,71 \text{ mol/dm}^3$ | Masa wody: $0,76 \cdot 18 \text{ g} = 13,68 \text{ g H}_2\text{O}$, masa KOH: $0,24 \cdot 56,1 = 13,46 \text{ g}$; $m_{r-u} = 27,14 \text{ g}$
c) $13,35 \text{ mol/dm}^3$ | $V = \frac{27,14}{1,5106} = 17,97 \text{ cm}^3 = 0,01797 \text{ dm}^3$
d) $7,62 \text{ mol/dm}^3$ | $0,01797 \text{ dm}^3 \text{ r-u} \text{ ----- } 0,24 \text{ mol KOH}$
 $1 \text{ dm}^3 \text{ r-u} \text{ ----- } x; \quad x = 13,35 \text{ mol KOH}$

2. Kationy Sr^{2+} należą do IV grupy analitycznej i barwią płomień na kolor:

- a) karmazynowoczerwony
b) żółty
c) zielony
d) niebieski

3. Stopień utlenienia tlenu w podanych związkach wynosi:

| | OF_2 | H_2O_2 | Na_2O_2 | H_2O |
|----|--|------------------------|-------------------------|----------------------|
| a) | -II | -II | -II | -II |
| b) | -II | -I | -I | -II |
| c) | <input checked="" type="checkbox"/> II | -I | -I | -II |
| d) | II | -II | -II | -I |

4. Stopień dysocjacji kwasu jednowodorowego o stężeniu 1 mol/dm^3 i pH wynoszącym 1 jest równy:

- a) 10% | $\alpha = \frac{10^{-1}}{1} \cdot 100\% = 10\%$
b) 1%
c) 0,01%
d) 2%

5. Wskaż który z podanych tlenków manganu ma najsilniejsze właściwości utleniające:

- a) tlenek manganu(II)
b) tlenek manganu(III)
c) tlenek manganu(VI)
d) tlenek manganu(VII)

6. Układ para-woda-lód jest układem:

- a) jednoskładnikowym i trójfazowym
b) trójskładnikowym i jednofazowym
c) trójskładnikowym i trójfazowym
d) jednoskładnikowym i jednofazowym

7. Stężenie masowe $[\text{kg}/\text{m}^3]$ 1-molowego roztworu H_2SO_4 wynosi:

- | | | | |
|----|-------------------------------------|--------------------|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | $98 \cdot 10^3$ | $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g/mol}$ $c_m = 1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 98 \text{ g/mol} = 98 \text{ g/dm}^3 = 98 \text{ kg/m}^3$ |
| b) | <input type="checkbox"/> | $98 \cdot 10^{-3}$ | |
| c) | <input checked="" type="checkbox"/> | 98 | |
| d) | <input type="checkbox"/> | 1 | |

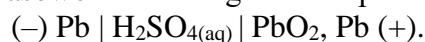
8. $25,0 \text{ cm}^3$ wodnego roztworu HCl o stężeniu równym 15,0% masowych i gęstości $d = 1,07 \text{ g/cm}^3$, rozcieńczono wodą redestylowaną do objętości 1000 cm^3 . pH powstałego roztworu wynosi:

- | | | | |
|----|-------------------------------------|-----|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | 5 | $m_{r-u} = d \cdot Vr = \frac{1,07 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot 25 \text{ cm}^3 = 26,75 \text{ g}$; m_{HCl} w r-rze : $15 \text{ g} \text{ ---- } 100 \text{ g}_{r-u}$ $x \text{ g} \text{ ---- } 26,75 \text{ g}_{r-u}$, stąd $x = 4,0 \text{ g}$ liczba moli HCl : $1 \text{ mol} \text{ ---- } 36,5 \text{ g}$ $x_1 \text{ mol} \text{ ---- } 4,0 \text{ g} \Rightarrow x_1 = 0,11 \text{ mol}$ $[\text{H}^+] = 0,11 \text{ mol/dm}^3$ ($V_{\text{końcowe}} = 1000 \text{ cm}^3$); $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH} = 0,96 \approx 1$ |
| b) | <input type="checkbox"/> | 2 | |
| c) | <input type="checkbox"/> | 1,7 | |
| d) | <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | |

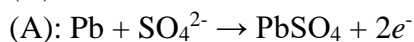
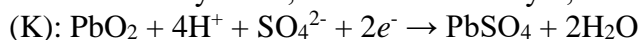
9. 1 gram stałego NaOH rozpuszczono w wodzie i otrzymano roztwór o objętości 2 dm^3 i pH wynoszącym:

- | | | | |
|----|-------------------------------------|------|---|
| a) | <input type="checkbox"/> | 1,9 | Liczba moli stałego NaOH : $n = \frac{1 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,025 \text{ moli}$ Stężenie NaOH w roztworze: $x \text{ mol} \text{ ---- } 1 \text{ dm}^3$ $0,025 \text{ mol} \text{ ---- } 2 \text{ dm}^3$, stąd $x = 0,0125 \text{ mol/dm}^3$ $[\text{OH}]^- = 0,0125 \text{ mol/dm}^3$, $\text{pOH} = 1,9$, stąd $\text{pH} = 14 - 1,9 = 12,1$ |
| b) | <input type="checkbox"/> | 3,8 | |
| c) | <input type="checkbox"/> | 10,2 | |
| d) | <input checked="" type="checkbox"/> | 12,1 | |

10. Schemat akumulatora kwasowo-ołowiowego można przedstawić zapisem:



Podczas rozładowywania, w akumulatorze tym, zachodzą reakcje:



Wskaż poprawne sumaryczne równanie reakcji przebiegającej podczas ładowania akumulatora.

- | | | |
|----|-------------------------------------|--|
| a) | <input type="checkbox"/> | $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ |
| b) | <input type="checkbox"/> | $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| c) | <input checked="" type="checkbox"/> | $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ |
| d) | <input type="checkbox"/> | $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb} + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ |

Łącznie zadanie 1: 10 pkt

Zadanie 2 (14 pkt)

Mieszaninę stałych soli składającą się z chlorku sodu, chlorku potasu i chlorku amonu poddano analizie ilościowej. W tym celu przygotowano dwie naważki mieszaniny.

Próbkę I o masie 2,15 g stopiono w tyglu platynowym. Po rozpuszczeniu stopu w wodzie roztwór zadano nadmiarem roztworu AgNO_3 . Sucha masa strąconego osadu wyniosła 3,10 g.

Próbkę II o masie 1,25 g rozpuszczono w wodzie i do roztworu dodano stężony roztwór NaOH . Eksperyment przeprowadzono w takich warunkach aby całkowicie wydzielić produkt gazowy. Wydzielony gaz zajął objętość $194,1 \text{ cm}^3$ w temperaturze 30°C pod ciśnieniem 730 mmHg .

- Zapisać równania reakcji zachodzących podczas analizy próbki I i II, zaznaczyć stan skupienia substratów i produktów reakcji,
- Obliczyć skład procentowy (% mas.) mieszaniny.

Przykładowe rozwiązanie:

a). Równania reakcji

Próbka I

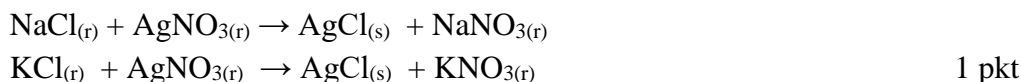
Reakcje zachodzące podczas stapiania mieszaniny NaCl , KCl , NH_4Cl .

W wysokiej temperaturze NH_4Cl rozkłada się wydzielając gazy:



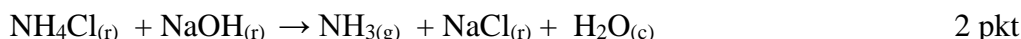
W formie stopu pozostają NaCl i KCl .

Po rozpuszczeniu w wodzie stopionych soli w reakcji z AgNO_3 powstaje osad AgCl :



Próbka II

W roztworze zawierającym mieszaninę soli tylko chlorek amonu reaguje z wodorotlenkiem sodu i gazowym produktem jest NH_3 :



b) Skład mieszaniny

Masy molowe [g/mol]: NaCl - 58,5; KCl - 74,6; NH_4Cl - 53,5; AgCl - 143,5.

Dla **próbki I** spełnione są równania:

$$\begin{aligned} 58,5 \cdot n_{\text{NaCl}} + 74,5 \cdot n_{\text{KCl}} + 53,5 \cdot n_{\text{NH}_4\text{Cl}} &= 2,15 \text{ g} & 1 \text{ pkt} \\ \text{oraz} & \\ n_{\text{NaCl}} + n_{\text{KCl}} &= n_{\text{AgCl}} \end{aligned}$$

Ilość moli wytrąconego AgCl :

$$n_{\text{AgCl}} = 3,1/143,5 = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad 1 \text{ pkt}$$

Gazem powstającym w reakcji próbki II ze stężonym NaOH jest amoniak.

Dla **próbki II** zgodnie z równaniem stanu gazu doskonałego liczba moli NH_3 i NH_4Cl wynoszą:

$$pV = nRT, \text{ gdzie } p = (730/760) \cdot 101300 \text{ Pa}; \quad V = 194,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3; \quad T = 303 \text{ K}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 7,5 \cdot 10^{-3} = n_{\text{NH}_4\text{Cl}}$$

3 pkt

Ilość moli NH_4Cl w przeliczeniu na masę próbki I:

$$\begin{array}{rcl} 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mola } \text{NH}_4\text{Cl} & - & 1,25 \text{ g masy próbki II} \\ x & - & 2,15 \text{ g masy próbki I} \\ \hline \end{array}$$

$$x_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

2 pkt

Układ trzech równań opisujących skład mieszaniny jest następujący:

$$\left. \begin{array}{l} n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ n_{\text{NaCl}} + n_{\text{KCl}} = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ 58,5 \cdot n_{\text{NaCl}} + 74,6 \cdot n_{\text{KCl}} + 53,5 \cdot n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 2,15 \text{ g} \end{array} \right\}$$

Po rozwiązaniu układu równań liczba moli poszczególnych soli oraz skład procentowy (% mas.) mieszaniny NaCl , KCl , NH_4Cl są następujące:

$$\begin{array}{ll} n_{\text{KCl}} = 1,23 \cdot 10^{-2} \text{ mol} & \% \text{ mas. KCl} = 42,6 \% \\ n_{\text{NaCl}} = 9,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol} & \% \text{ mas. NaCl} = 25,3 \% \\ n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol} & \% \text{ mas. NH}_4\text{Cl} = 32,1 \% \end{array}$$

3pkt

Łącznie zadanie 2: 14 pkt.

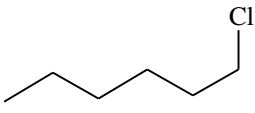
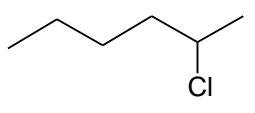
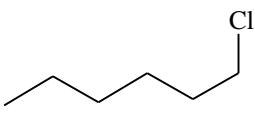
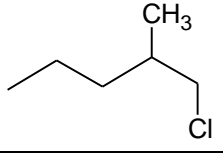
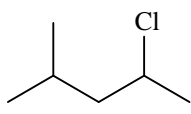
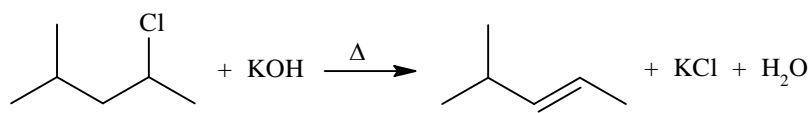
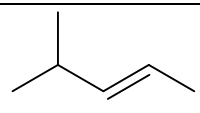
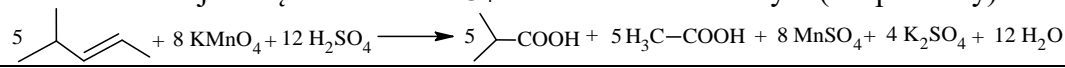
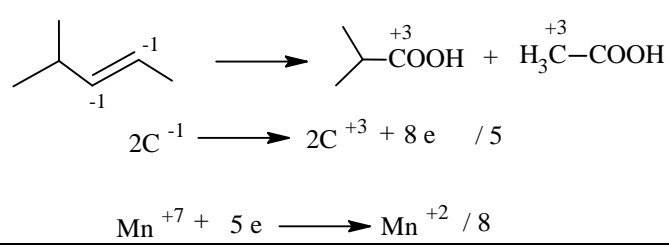
Zadanie 3 (30 pkt)

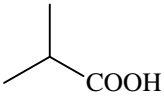

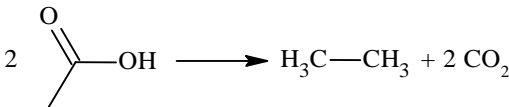
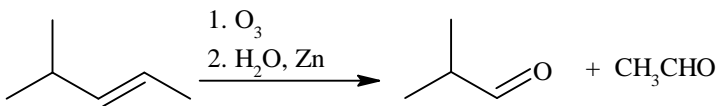
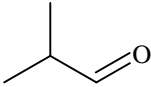
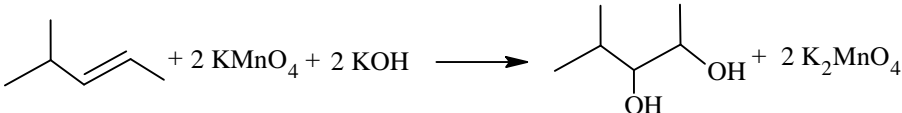
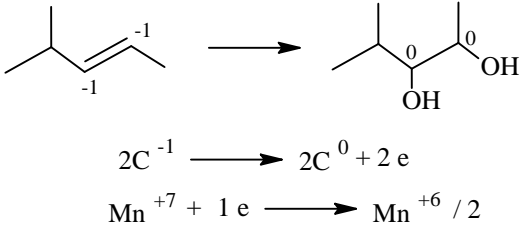
Chlorek alkilowy **A** o wzorze sumarycznym $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Cl}$ poddano działaniu alkoholowego roztworu KOH w wysokiej temperaturze i otrzymano produkt **B**. Związek **B** pod wpływem KMnO_4 w środowisku kwaśnym uległ rozpadowi do kwasu **C** i kwasu **D**. Kwasy te poddano elektrolizie, i z kwasu **C** otrzymano 2,3-dimetylobutan, a z kwasu **D** etan.

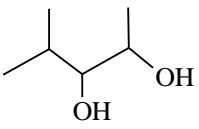
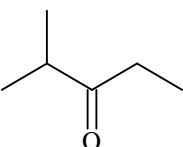
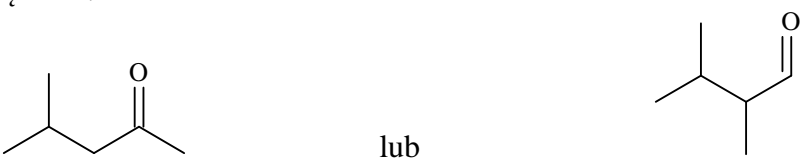
Podaj:

1. Wzory strukturalne i nazwy dwóch związków o wzorze sumarycznym $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Cl}$, będących względem siebie izomerami położenia,
2. Wzory strukturalne i nazwy dwóch związków o wzorze sumarycznym $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Cl}$, będących względem siebie izomerami łańcuchowymi,
3. Wzór strukturalny i nazwę związku wyjściowego **A**,
4. Schemat reakcji związku **A** z alkoholowym roztworem KOH w wysokiej temperaturze,
5. Wzór strukturalny i nazwę związku **B**,
6. Schemat reakcji związku **B** z KMnO_4 w środowisku kwaśnym, reakcję zbilansuj,
7. Wzory strukturalne i nazwy kwasów **C** i **D**,
8. Schemat reakcji elektrolizy związków **C** i **D**,
9. Schemat reakcji ozonolizy związku **B**,
10. Wzory strukturalne i nazwy związków **E** i **F**, które powstają w wyniku ozonolizy związku **B**,
11. Schemat reakcji związku **B** z KMnO_4 w środowisku zasadowym, reakcję zbilansuj,
12. Wzór strukturalny i nazwę związku **G**, który powstaje ze związku **B** pod wpływem KMnO_4 w środowisku zasadowym,
13. Wzory strukturalne i nazwy dwóch związków, które mogą powstać w wyniku przegrupowania związku **G** w środowisku kwaśnym (jest więcej niż jedna możliwość przegrupowania).

Przykładowe rozwiązanie:

| | | | |
|------|---|--|---------|
| ad.1 | Izomer położenia 1: |  | 0.5 pkt |
| | Nazwa izomeru 1: | 1-chloroheksan | 0.5 pkt |
| | Izomer położenia 2: |  | 0.5 pkt |
| | Nazwa izomeru 2: | 2-chloroheksan | 0.5 pkt |
| ad.2 | Izomer łańcuchowy 1: |  | 0.5 pkt |
| | Nazwa izomeru 1: | 1-chloroheksan | 0.5 pkt |
| | Izomer łańcuchowy 2: |  | 0.5 pkt |
| | Nazwa izomeru 2: | 1-chloro-2-metylopentan | 0.5 pkt |
| ad.3 | Związek A: |  | 1 pkt |
| | Nazwa związku A: | 2-chloro-4-metylopentan | 1 pkt |
| ad.4 | Schemat reakcji związku A: |  | 1 pkt |
| ad.5 | Związek B: |  | 1 pkt |
| | Nazwa związku B: | 4-metylopent-2-en | 1 pkt |
| ad.6 | Schemat reakcji związku B z KMnO ₄ w środowisku kwaśnym (uzupełniony): |  | 1 pkt |
| | Bilans: |  | 1 pkt |

| | | |
|--------------|--|-------|
| ad.7 | Związek C :  | 1 pkt |
| | Nazwa związku C : kwask 2-metylopropanowy | 1 pkt |
| | Związek D : CH₃COOH | 1 pkt |
| | Nazwa związku D : kwask octowy, kwask etanowy | 1 pkt |
| ad.8 | Schemat elektrolizy związku C :  | 1 pkt |
| | Schemat elektrolizy związku D :  | 1 pkt |
| ad.9 | Schemat ozonolizy związku B :  | 1 pkt |
| ad.10 | Związek E :  | 1 pkt |
| | Nazwa związku E : 2-metylopropanal | 1 pkt |
| | Związek F : CH₃CHO | 1 pkt |
| | Nazwa związku F : etanal | 1 pkt |
| ad.11 | Schemat reakcji związku B z KMnO ₄ w środowisku zasadowym (uzupełniony):  | 1 pkt |
| | Bilans:  | 1 pkt |

| | | | |
|-------|------------------|---|-------|
| ad.12 | Związek G: |  | 1 pkt |
| | Nazwa związku G: | (Z) 4-metylopentano-2,3-diol, cis-4-metylopentano-2,3-diol, 4-metylopentano-2,3-diol | 1 pkt |
| ad.13 | Wzór związku 1: |  | 1 pkt |
| | Nazwa związku 1: | 2-metylopentan-3-on | 1 pkt |
| | Wzór związku 2: |  | 1 pkt |
| | Nazwa związku 2: | 4-metylopentan-2-on lub 2,3-dimetylobutanal | 1 pkt |

Łącznie zadanie 3: 30 pkt

Informacje dodatkowe

Masy molowe [g/mol]: H – 1; C – 12; N – 14; O – 16, Na – 23; Cl – 35,5; K-39,1; Ag-108;