

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

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

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

- |    |                                     |                     |
|----|-------------------------------------|---------------------|
| a) | <input checked="" type="checkbox"/> | karmazynowoczerwony |
| b) | <input type="checkbox"/>            | żółty               |
| c) | <input type="checkbox"/>            | zielony             |
| d) | <input type="checkbox"/>            | niebieski           |

3. Stopień utlenienia tlenu w podanych związkach wynosi:

|    | $\text{OF}_2$                          | $\text{H}_2\text{O}_2$       | $\text{Na}_2\text{O}_2$      | $\text{H}_2\text{O}$         |
|----|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| a) | <input type="checkbox"/> -II           | <input type="checkbox"/> -II | <input type="checkbox"/> -II | <input type="checkbox"/> -II |
| b) | <input type="checkbox"/> -II           | <input type="checkbox"/> -I  | <input type="checkbox"/> -I  | <input type="checkbox"/> -II |
| c) | <input checked="" type="checkbox"/> II | <input type="checkbox"/> -I  | <input type="checkbox"/> -I  | <input type="checkbox"/> -II |
| d) | <input type="checkbox"/> II            | <input type="checkbox"/> -II | <input type="checkbox"/> -II | <input type="checkbox"/> -I  |

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

- |    |                                     |       |                                                 |
|----|-------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|
| a) | <input checked="" type="checkbox"/> | 10%   | $\alpha = \frac{10^{-1}}{1} \cdot 100\% = 10\%$ |
| b) | <input type="checkbox"/>            | 1%    |                                                 |
| c) | <input type="checkbox"/>            | 0,01% |                                                 |
| d) | <input type="checkbox"/>            | 2%    |                                                 |

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

- |    |                                     |                     |
|----|-------------------------------------|---------------------|
| a) | <input type="checkbox"/>            | tlenek manganu(II)  |
| b) | <input type="checkbox"/>            | tlenek manganu(III) |
| c) | <input type="checkbox"/>            | tlenek manganu(VI)  |
| d) | <input checked="" type="checkbox"/> | tlenek manganu(VII) |

6. Układ para-woda-lód jest układem:

- |    |                                     |                                  |
|----|-------------------------------------|----------------------------------|
| a) | <input checked="" type="checkbox"/> | jednoskładnikowym i trójfazowym  |
| b) | <input type="checkbox"/>            | trójskładnikowym i jednofazowym  |
| c) | <input type="checkbox"/>            | trójskładnikowym i trójfazowym   |
| d) | <input type="checkbox"/>            | jednoskładnikowym i jednofazowym |

7. Stężenie masowe  $[\text{kg/m}^3]$  1-molowego roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  wynosi:

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

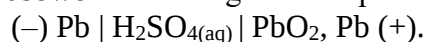
8.  $25,0 \text{ cm}^3$  wodnego roztworu  $\text{HCl}$  o stężeniu równym 15,0% masowych i gęstości  $d = 1,07 \text{ g/cm}^3$ , rozcieńczono wodą redestylowaną do objętości  $1000 \text{ cm}^3$ . pH powstałego roztworu wynosi:

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

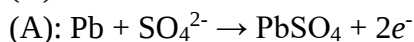
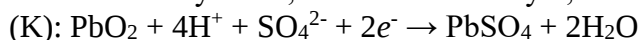
9. 1 gram stałego  $\text{NaOH}$  rozpuszczono w wodzie i otrzymano roztwór o objętości  $2 \text{ dm}^3$  i pH wynoszącym:

- |    |                                     |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) | <input type="checkbox"/>            | 1,9  | Liczba moli stałego $\text{NaOH}$ : $n = \frac{1 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,025 \text{ moli}$<br>Stężenie $\text{NaOH}$ w roztworze: $x \text{ mol} \text{ ---- } 1 \text{ dm}^3$<br>$0,025 \text{ mol} \text{ ---- } 2 \text{ dm}^3$ , stąd $x = 0,0125 \text{ mol/dm}^3$<br>$[\text{OH}]^- = 0,0125 \text{ mol/dm}^3$ , $\text{pOH} = 1,9$ , 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  $\text{AgNO}_3$ . Sucha masa strąconego osadu wyniosła 3,10 g.

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

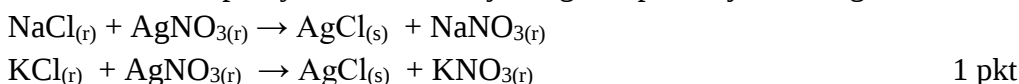
Reakcje zachodzące podczas stapiania mieszaniny  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

W wysokiej temperaturze  $\text{NH}_4\text{Cl}$  rozkłada się wydzielając gazy:



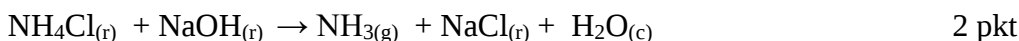
W formie stopu pozostają  $\text{NaCl}$  i  $\text{KCl}$ .

Po rozpuszczeniu w wodzie stopionych soli w reakcji z  $\text{AgNO}_3$  powstaje osad  $\text{AgCl}$ :



#### Próbka II

W roztworze zawierającym mieszaninę soli tylko chlorek amonu reaguje z wodorotlenkiem sodu i gazowym produktem jest  $\text{NH}_3$ :



### b) Skład mieszaniny

Masy molowe [g/mol]:  $\text{NaCl}$  - 58,5;  $\text{KCl}$  - 74,6;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 53,5;  $\text{AgCl}$  - 143,5.

Dla **próbki I** spełnione są równania:

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

Ilość moli wytrąconego  $\text{AgCl}$ :

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

Gazem powstającym w reakcji próbki II ze stężonym  $\text{NaOH}$  jest amoniak.

Dla **próbki II** zgodnie z równaniem stanu gazu doskonałego liczba moli  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4\text{Cl}$  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  $\text{NH}_4\text{Cl}$  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  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  są następujące:

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

3pkt

**Łącznie zadanie 2: 14 pkt.**

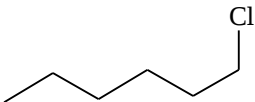
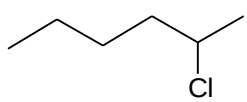
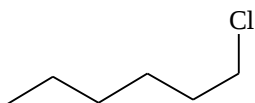
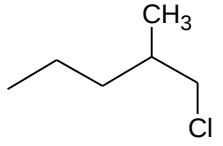
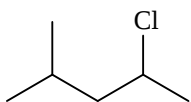
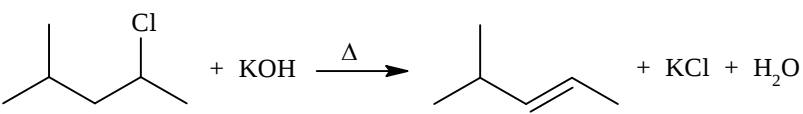
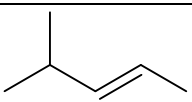
### Zadanie 3 (30 pkt)

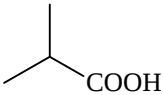
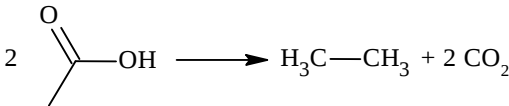
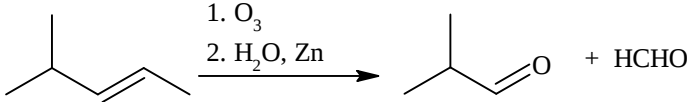
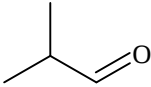
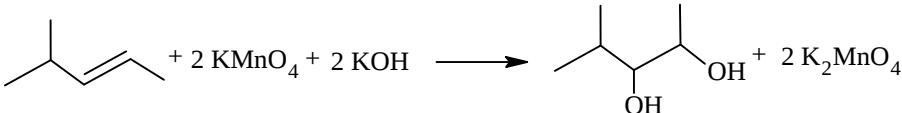
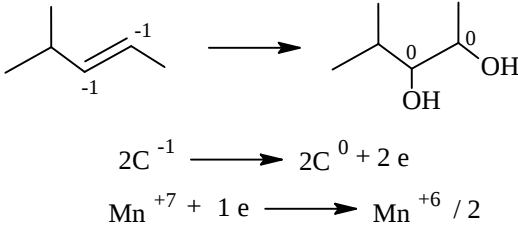
Chlorek alkilowy **A** o wzorze sumarycznym  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Cl}$  poddano działaniu alkoholowego roztworu  $\text{KOH}$  w wysokiej temperaturze i otrzymano produkt **B**. Związek **B** pod wpływem  $\text{KMnO}_4$  w środowisku kwaśnym uległ rozpadowi do kwasu **C** i kwasu **D**. Kwasy te poddano elektrolizie, i z kwasu **C** otrzymano 2,3-dimetylobutan, a z kwasu **D** etan.

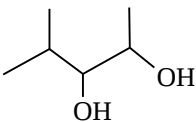
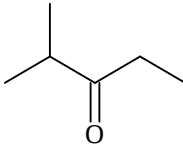
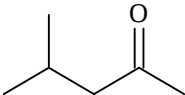
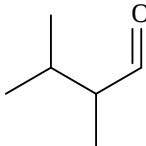
Podaj:

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  $\text{KOH}$  w wysokiej temperaturze,
5. Wzór strukturalny i nazwę związku **B**,
6. Schemat reakcji związku **B** z  $\text{KMnO}_4$  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  $\text{KMnO}_4$  w środowisku zasadowym, reakcję zbilansuj,
12. Wzór strukturalny i nazwę związku **G**, który powstaje ze związku **B** pod wpływem  $\text{KMnO}_4$  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:                                                               | <br>(przykładowe rozwiązanie)                                                                                                                   | 0.5 pkt |
|      | Nazwa izomeru 1:                                                                  | <b>1-chloroheksan</b>                                                                                                                                                                                                            | 0.5 pkt |
|      | Izomer położenia 2:                                                               | <br>(przykładowe rozwiązanie)                                                                                                                   | 0.5 pkt |
|      | Nazwa izomeru 2:                                                                  | <b>2-chloroheksan</b>                                                                                                                                                                                                            | 0.5 pkt |
| ad.2 | Izomer łańcuchowy 1:                                                              | <br>(przykładowe rozwiązanie)                                                                                                                   | 0.5 pkt |
|      | Nazwa izomeru 1:                                                                  | <b>1-chloroheksan</b>                                                                                                                                                                                                            | 0.5 pkt |
|      | Izomer łańcuchowy 2:                                                              | <br>(przykładowe rozwiązanie)                                                                                                                  | 0.5 pkt |
|      | Nazwa izomeru 2:                                                                  | <b>1-chloro-2-metylopentan</b>                                                                                                                                                                                                   | 0.5 pkt |
| ad.3 | Związek A:                                                                        |                                                                                                                                               | 1 pkt   |
|      | Nazwa związku A:                                                                  | <b>2-chloro-4-metylopentan</b>                                                                                                                                                                                                   | 1 pkt   |
| ad.4 | Schemat reakcji związku A:                                                        |                                                                                                                                              | 1 pkt   |
| ad.5 | Związek B:                                                                        |                                                                                                                                               | 1 pkt   |
|      | Nazwa związku B:                                                                  | <b>4-metylopent-2-en</b>                                                                                                                                                                                                         | 1 pkt   |
| ad.6 | Schemat reakcji związku B z KMnO <sub>4</sub> w środowisku kwaśnym (uzupełniony): | $5 \text{  + 8 \text{KMnO}_4 + 12 \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5 \text{  + 5 \text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + 8 \text{MnSO}_4 + 4 \text{K}_2\text{SO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$                                        | 1 pkt   |
|      | Bilans:                                                                           | $  \begin{array}{c}  \text{ \longrightarrow \text{ + \text{} \\  2\text{C}^{-1} \longrightarrow 2\text{C}^{+3} + 8\text{e}^- \quad / 5 \\  \text{Mn}^{+7} + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{+2} \quad / 8  \end{array}  $ | 1 pkt   |

|       |                                                                                                                                                                           |       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ad.7  | Związek C:                                                                               | 1 pkt |
|       | Nazwa związku C: <b>kwask 2-metylopropanowy</b>                                                                                                                           | 1 pkt |
|       | Związek D: $\text{CH}_3\text{COOH}$                                                                                                                                       | 1 pkt |
|       | Nazwa związku D: <b>kwask octowy, kwask etanowy</b>                                                                                                                       | 1 pkt |
| ad.8  | Schemat elektrolizy związku C:<br>                                                      | 1 pkt |
|       | Schemat elektrolizy związku D:<br>                                                      | 1 pkt |
| ad.9  | Schemat ozonolizy związku B:<br>                                                       | 1 pkt |
| ad.10 | Związek E:                                                                             | 1 pkt |
|       | Nazwa związku E: <b>2-metylopropanal</b>                                                                                                                                  | 1 pkt |
|       | Związek F: <b>HCHO</b>                                                                                                                                                    | 1 pkt |
|       | Nazwa związku F: <b>formaldehyd, metanal</b>                                                                                                                              | 1 pkt |
| ad.11 | Schemat reakcji związku B z $\text{KMnO}_4$ w środowisku zasadowym (uzupełniony):<br> | 1 pkt |
|       | Bilans:<br>                                                                           | 1 pkt |

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