

# XI Ogólnopolski Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2018/2019

ETAP II – 15.12.2018 r. Godz. 11.30-13.30



Uwaga! Masy molowe pierwiastków podano na końcu zestawu.

## Zadanie 1 (10 pkt)

1. Kilkukrotne rozcieńczenie 0,1 molowego roztworu kwasu octowego spowoduje:

- a)  zwiększenie stałej dysocjacji kwasu  
 b)  zmniejszenie stopnia dysocjacji kwasu  
 c)  zwiększenie stopnia dysocjacji oraz stałej dysocjacji kwasu  
 d)  zwiększenie stopnia dysocjacji kwasu

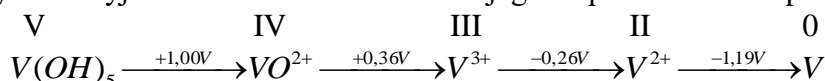
2. Które próbki zawierają tyle samo atomów?

- |  |                                  |  |
|--|----------------------------------|--|
| a) <input type="checkbox"/>            | 0,9 g wody i 10,6 g węglanu sodu | <i>Przykładowe rozwiązanie: <math>M_{H_2O} = 18 \text{ g/mol}; M_{Na_2CO_3} = 106 \text{ g/mol}</math><br/>                 Liczba moli wody: a) 0,05 mol, b) 0,05 mol, c) 0,1 mol, d) 0,1 mol.<br/>                 Liczba moli węglanu: a) 0,1 mol, b) 0,05 mol, c) 0,05 mol, d) 0,1 mol.<br/>                 Liczba moli atomów:<br/>                 a) 0,15 mol; 0,6 mol, b) 0,15 mol; 0,3 mol, c) <b>0,30 mol; 0,3 mol</b>, d) 0,30 mol; 0,6 mol.</i> |
| b) <input type="checkbox"/>            | 0,9 g wody i 5,3 g węglanu sodu  |  |
| c) <input checked="" type="checkbox"/> | 1,8 g wody i 5,3 g węglanu sodu  |  |
| d) <input type="checkbox"/>            | 1,8 g wody i 10,6 g węglanu sodu |  |

3. Do trzech probówek zawierających magnez dodano roztwór  $HNO_3$  o stężeniach: 50%, 30%, 1%.  
 W której z probówek wydzielili się wodór?

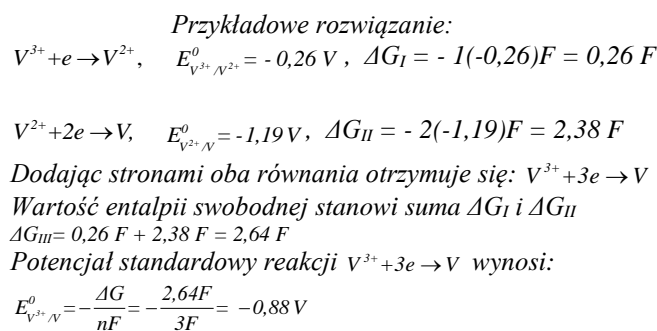
- a)  w tej, do której dodano 50% roztwór kwasu  
 b)  w tej, do której dodano 30% roztwór kwasu  
 c)  w tej, do której dodano 1% roztwór kwasu  
 d)  wszystkie odpowiedzi są prawidłowe

4. Potencjały redukcyjne wanadu w zależności od jego stopnia utlenienia przedstawia schemat:



Potencjały nie są funkcjami termodynamicznymi i nie można ich dodawać. Do obliczeń można jednak wykorzystać zależność mającą cechy funkcji stanu:  $\Delta G = -n \cdot F \cdot E^0$ , gdzie: G – entalpia swobodna,  $E^0$  – potencjał standardowy reakcji, n – liczba elektronów uczestniczących w elementarnej reakcji elektrodowej, F - stała Faradaya. Mając powyższe na uwadze stwierdza się, że potencjał standardowy  $E_{V^{3+}/V}^0$ , wynosi:

- a)  -1,45 V  
 b)  -0,93 V  
 c)  -0,09 V  
 d)  -0,88 V



5. Ładunek 200 C spowodował wydzielenie na katodzie 57,8 mg żelaza z jego soli. Stopień utlenienia żelaza w badanej soli wynosi:

- a)  VI *Przykładowe rozwiązanie:*

- b)  -IV
- c)  III
- d)  II
- $$\left| \begin{array}{l} 1 F - 96500 C - 1 \text{ mol } \bar{e} \\ 200 C - x, \quad x = 2,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol } \bar{e} \\ n_{Fe} = 57,8 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 56 \text{ g/mol} = 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ x/n_{Fe} = 2,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol } \bar{e} / 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2 \bar{e} \quad ==> \text{Fe(II)} \end{array} \right.$$

6. Wskaż poprawny zapis:

- a)  Podczas elektrolizy, w roztworze obojętnym i kwaśnym, na anodzie zachodzi reakcja:  
 $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 4e$
- b)  Podczas elektrolizy, w roztworze obojętnym i kwaśnym, na anodzie zachodzi reakcja:  
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+ + 4e$
- c)  Podczas elektrolizy, w roztworze obojętnym i zasadowym, na anodzie zachodzi reakcja:  
 $2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
- d)  Podczas elektrolizy, w roztworze obojętnym i kwaśnym, na anodzie zachodzi reakcja:  
 $2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

7. W wyniku fotochemicznego bromowania 2-metylobutanu najwięcej otrzyma się:

- a)  2-bromo-2-metylobutanu
- b)  1-bromo-2-metylobutanu
- c)  2-bromo-3-metylobutanu
- d)  1-bromo-3-metylobutanu

8. Reakcja estryfikacji pomiędzy kwasami karboksylowymi a alkoholami jest reakcją równowagową. Stan równowagi można przesunąć w kierunku produktów stosując:

- a)  wyższą temperaturę
- b)  wyższe stężenie katalizatora
- c)  nadmiar alkoholu
- d)  środowisko gazów inertnych

9. Gaz syntezowy to:

- a)  mieszanina CO i H<sub>2</sub>
- b)  mieszanina CO i H<sub>2</sub>O
- c)  inaczej gaz ziemny
- d)  mieszanina CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O

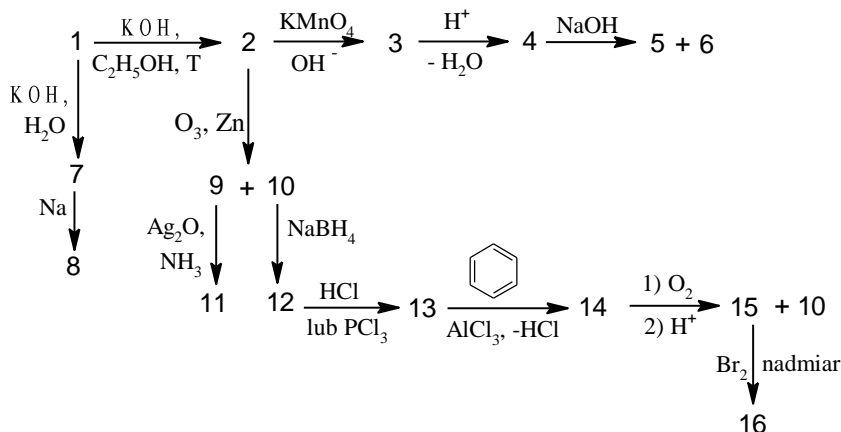
10. W którym, z podanych zestawów uszeregowano kwasy wg rosnącego stopnia dysocjacji w 0,05 molowych roztworach:

- a)  fenol, HCOOH, ClCH<sub>2</sub>COOH, CH<sub>3</sub>COOH
- b)  ClCH<sub>2</sub>COOH, HCOOH, CH<sub>3</sub>COOH, HCl
- c)  fenol, CH<sub>3</sub>COOH, HCOOH, ClCH<sub>2</sub>COOH
- d)  CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O, HCOOH, CH<sub>3</sub>COOH, ClCH<sub>2</sub>COOH

**Łącznie zadanie 1: 10 pkt**

## Zadanie 2 (30 pkt)

- a) Podaj wzór sumaryczny, strukturalny i nazwę drugorzędowego bromku alkilowego (związek nr 1 na schemacie) o masie cząsteczkowej 151 u, wiedząc, że zawiera on 39,74% węgla i 7,28% wodoru, a rządowość atomów węgla wchodzących w skład cząsteczki wynosi I, II i III.
- b) Wychodząc z bromku (zidentyfikowanego w punkcie a) uzupełnij poniższy schemat przemian chemicznych podając wzory półstrukturalne i nazwy systematyczne (lub zwyczajowe) wszystkich związków o numerach z zakresu 2-16. Odpowiedzi zapisz w **tabeli 1B**.



- c) Zapisz w **tabeli 1C**, co obserwuje się w reakcjach 7→8, 9→11, 15→16, które są jednocześnie reakcjami służącymi do identyfikacji związków 7, 9, 15.
- d) Zaproponuj metody identyfikacji związków 2, 3 i 10 (wystarczy po jednej metodzie do każdego związku) zapisując odpowiednie równania reakcji i obserwacje z ich przebiegu. Odpowiedzi zapisz w **tabeli 1D**.
- e) W jakiej reakcji można ze związku 2 otrzymać związek 1 (bromek)? Napisz równanie tej reakcji i warunki jej przebiegu. Odpowiedzi zapisz w **tabeli 1E**.

### Przykładowe rozwiązanie

ad. a)

W 100 g związku jest: 39,74 g węgla, 7,28 g wodoru i  $100 \text{ g} - 39,74 \text{ g} - 7,28 \text{ g} = 52,98 \text{ g}$  bromu.

Liczba moli tych pierwiastków w 100 g związku:

$$n_{\text{C}} = 39,74 \text{ g} : 12 \text{ g/mol} = 3,31 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 7,28 \text{ g} : 1 \text{ g/mol} = 7,28 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Br}} = 52,98 \text{ g} : 79,9 \text{ g/mol} = 0,66 \text{ mol}$$

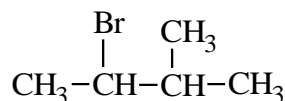
Wzór najprostszy:

$$\text{C} : \text{H} : \text{Br} = 3,31 : 7,28 : 0,66 = 5 : 11 : 1, \text{ stąd wzór najprostszy: } \text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br} \quad 1 \text{ pkt}$$

Masa cząsteczkowa wynikająca ze wzoru najprostszego:  $5 \cdot 12 \text{ u} + 11 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 79,9 \text{ u} = 151 \text{ u}$

**Wniosek:** wzór najprostszy jest jednocześnie wzorem rzeczywistym związku (1).

Wzór strukturalny związku (1):



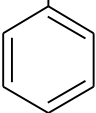
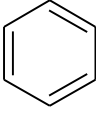
2,5 pkt

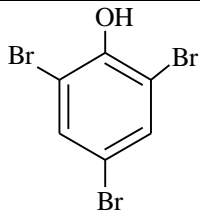
Tylko w takim wzorze strukturalnym (drugorzędowy bromek) występuje pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowy atom węgla.

Nazwa związku (1): 2-bromo-3-metylobutan

0,5 pkt

Tabela 1B.

Numer związku	Wzór		Nazwa	
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	2-metylobut-2-en	0,5 pkt
3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	0,5 pkt	2-metylobutano-2,3-diol	0,5 pkt
4	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ // \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	2,2-dimetylopropanal	0,5 pkt
5(6)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ // \quad   \\ \text{Na O}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	2,2-dimetylopropanian sodu	0,5 pkt
6(5)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	2,2-dimetylopropan-1-ol, alkohol neopentylowy	0,5 pkt
7	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	3-metylobutan-2-ol	0,5 pkt
8	$\begin{array}{c} \text{Na O} \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	3-metylobutan-2-olan sodu	0,5 pkt
9	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3-\text{C} \\   \\ \text{H} \end{array}$	0,5 pkt	acetaldehyd, etanal, aldehyd octowy	0,5 pkt
10	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	aceton, propan-2-on, keton dimetylowy	0,5 pkt
11	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3-\text{C} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	0,5 pkt	kwasic octowy, kwas etanowy	0,5 pkt
12	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	propan-2-ol, alkohol izopropylowy	0,5 pkt
13	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,5 pkt	2-chloropropan, chlorek izopropylu	0,5 pkt
14	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ 	0,5 pkt	propan-2-ylobenzen, izopropyllobenzen, (1-metyloetylo)benzen, kumen	0,5 pkt
15	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ 	0,5 pkt	fenol, benzenol	0,5 pkt

16		0,5 pkt	2,4,6-tribromofenol, 2,4,6-tribromobenzenol	0,5 pkt
----	---	---------	--	---------

**Tabela 1C.**

etap 7→8 Obserwuje się wydzielanie pęcherzyków gazu	1 pkt
etap 9→11 Obserwuje się wydzielanie srebra na ściankach probówki (reakcja lustra srebrowego)	1 pkt
etap 15→16 Obserwuje się wydzielanie osadu	1 pkt

**Tabela 1D.**

związek 2 $\text{CH}_3-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{Br}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	1 pkt
Obserwuje się odbarwienie wody bromowej	1 pkt
związek 3 $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\underset{\text{HO}}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{Cu} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}</math> </div>	1 pkt
Obserwuje się szafirowe zabarwienie roztworu	1 pkt
związek 10 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \longrightarrow \text{CHI}_3 \downarrow + \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa} + 3\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$	1 pkt
Obserwuje się wypadanie żółtego osadu jodoformu	1 pkt

**Tabela 1E.**

W reakcji przyłączenia bromowodoru w obecności nadtlenków (addycja rodnikowa), wówczas przyłączenie jest niezgodne z regułą Markownikowa.	1 pkt
$\text{CH}_3-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \xrightarrow{\text{ROOR (nadtlenek)}} \text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	1 pkt

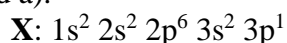
**Łącznie zadanie 2: 30 pkt**

### Zadanie 3 (21 pkt)

1. Pierwiastek **X** o liczbie atomowej 13 jest pierwiastkiem z grupy 13 układu okresowego.
- Na podstawie tych informacji zapisz konfigurację elektronową jego atomu z uwzględnieniem symboli podpowłok. Wiedząc, że jego wodorotlenek posiada własności amfoteryczne określ jaki to pierwiastek.
  - Pod wpływem stężonych kwasów pierwiastek ten ulega pasywacji. Zapisz odpowiednie równanie reakcji tego pierwiastka na przykładzie zachowania wobec tlenu, rozcieńzonego kwasu solnego oraz rozcieńzonego kwasu azotowego(V).
  - Analizowany pierwiastek w podwyższonej temperaturze reaguje z wodą tworząc wodorotlenek. W laboratorium dostępny jest wodorotlenek badanego pierwiastka o stężeniu  $9,3 \text{ mol/dm}^3$  i gęstości  $2,42 \text{ g/cm}^3$  oraz woda destylowana. Oblicz w jakim stosunku masowym należy zmieszać ze sobą  $\text{X(OH)}_n$  z wodą destylowaną, aby otrzymać roztwór wodorotlenku o stężeniu 10%.
  - Badany pierwiastek należy do silnych reduktorów. W wysokich temperaturach wypiera metale z ich tlenków. W temperaturze 1313 K i pod ciśnieniem 1400 hPa w reakcji badanego pierwiastka z 300 g tlenku żelaza(III) powstaje 170 g tlenku badanego pierwiastka. Oblicz wydajność reakcji otrzymywania tego tlenku.
  - Zaprojektuj ogniwo galwaniczne, w którym kationy srebra(I) utleniają atomy badanego pierwiastka zapisując schemat ogniwa. Zapisz reakcje zachodzące w półogniwach uwzględniając bilans elektronowy.
  - Elektrolizę stopionych elektrolitów (termoelektroliza) wykorzystuje się m.in. do uzyskiwania wolnego od zanieczyszczeń pierwiastka **X** z jego tlenku rozpuszczonego w kriolicie. Wiedząc, że w procesie elektrolizy stosowano elektrody platynowe, zapisz:
    - równanie ogólne reakcji elektrolizy oraz równania reakcji elektrodowych,
    - oblicz objętość tlenu wydzielonego na anodzie (warunki normalne), jeżeli elektroliza przebiega z wydzieleniem 3,2 g pierwiastka **X** na katodzie.

*Przykładowe rozwiązanie:*

Ad a).



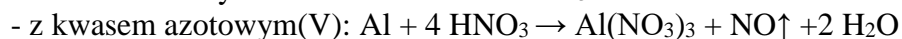
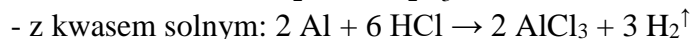
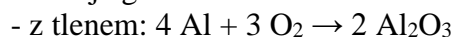
Glin

1 pkt

1 pkt

Ad b).

Reakcje glinu:



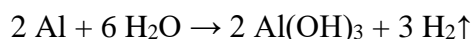
1 pkt

1 pkt

1 pkt

Ad c).

Glin w podwyższonej temperaturze reaguje z wodą tworząc wodorotlenek glinu(III) wg równania:



$$M_{\text{Al(OH)}_3} = 78 \text{ g/mol}$$

$$c_p = \frac{c_M \cdot M \cdot 100\%}{d} = \frac{9,3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 78 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100\%}{2420 \text{ g/dm}^3} = \mathbf{30\%}$$

2 pkt

Wg bilansu masy  $\text{Al}(\text{OH})_3$ :

$$0,3 \cdot m_{r1} + 0 \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,1(m_{r1} + m_{\text{H}_2\text{O}}) \Rightarrow 0,2 \cdot m_{r1} = 0,1 \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow m_{r1}/m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} \quad 2 \text{ pkt}$$

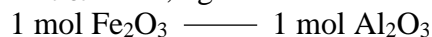
lub korzystając ze wzoru:  $\frac{m_{r1}}{m_{r2}} = \frac{C_{px} - C_{p2}}{C_{p1} - C_{px}}$

$$\frac{m_{\text{Al}(\text{OH})_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{10-0}{30-10} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

Ad d).



$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 159,6 \text{ g/mol}$$



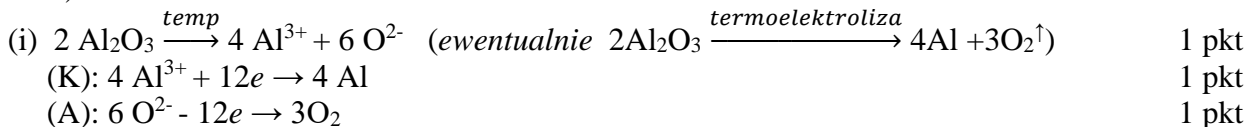
$$\begin{array}{l} 159,6 \text{ g ———— } 102 \text{ g} \\ 300 \text{ g ———— } x \\ x = 191,7 \text{ g Al}_2\text{O}_3 \end{array} \quad 2 \text{ pkt}$$

$$\begin{array}{l} 191,7 \text{ g ———— } 100\% \\ 170 \text{ g ———— } x \\ x = \mathbf{88,7\%} \end{array} \quad 1 \text{ pkt}$$

Ad e).



Ad f).



(ii) Z reakcji elektrodowych (wg pkt.i):

na każde 4 mole glinu wydzielają się 3 mole tlenu: 1 pkt

$$4 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g/mol} = 108 \text{ g} \text{ ———— } 3 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 = 67,2 \text{ dm}^3$$

$$\left[ \begin{array}{l} 108 \text{ g Al ———— } 67,2 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 \\ 3,2 \text{ g Al ———— } x \end{array} \right. \quad 1 \text{ pkt}$$

$$x = \mathbf{1,99 \text{ dm}^3 \text{ O}_2} \quad 1 \text{ pkt}$$

**Łącznie zadanie 3: 21 pkt.**

**Masy molowe (g/mol): H - 1; C - 12; O - 16; N - 14; Al - 27; Fe - 55,8; Br - 79,9.**