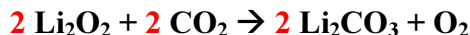


**Zadanie 1. (3 pkt)**

Nadtlenek litu ( $\text{Li}_2\text{O}_2$ ) jest ciałem stałym, występującym w temperaturze pokojowej w postaci białych kryształów. Stosowany jest w oczyszczaczach powietrza, gdzie ważna jest waga użytego środka, np. na statkach kosmicznych. Reaguje z tlenkiem węgla(IV) wydzielając tlen.

- a. Zapisz równanie reakcji, o której mowa w informacji wstępnej.



**Za zbilansowanie równania reakcji**

**1 p**

- b. Oblicz masę nadtlenku litu (w kilogramach), jaka wydzieli tlen potrzebny do wypełnienia pomieszczenia o wymiarach 5 m x 3,5 m x 2,5 m tak, aby zawartość tlenu wynosiła w pomieszczeniu tyle, co w powietrzu atmosferycznym (warunki normalne).

$$V_{\text{O}_2} = 5 \cdot 3,5 \cdot 2,5 \cdot 0,21 = 9,1875 \text{ m}^3$$

$$n_{\text{O}_2} = \frac{9,1875 \text{ m}^3}{22,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}} = 0,41 \text{ kmol}$$

$$n_{\text{Li}_2\text{O}_2} = 2 \cdot n_{\text{O}_2}$$

$$m_{\text{Li}_2\text{O}_2} = n_{\text{Li}_2\text{O}_2} \cdot M_{\text{Li}_2\text{O}_2} = 2 \cdot 0,41 \text{ kmol} \cdot 46 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} = 37,72 \text{ kg}$$

**Masa nadtlenku litu to 37,72 kg.**

**Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń**

**1 p**

**Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik z jednostką**

**1 p**

**Zadanie 2. (1 pkt)**

Dane są wzory następujących cząsteczek:  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NCl}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ .

**Wybierz** i przyporządkuj cząsteczki do odpowiedniej kolumny w poniższej tabeli biorąc pod uwagę ich budowę.

$\begin{array}{c} \overline{\text{W}} \\   \\ \text{Z} \\ / \quad \backslash \\ \underline{\text{W}} \quad \underline{\text{W}} \end{array}$	$\begin{array}{c} \overline{\text{X}} \\ / \quad   \quad \backslash \\ \underline{\text{Y}} \quad \underline{\text{Y}} \quad \underline{\text{Y}} \end{array}$
$\text{BCl}_3$  $\text{AlCl}_3$	$\text{PCl}_3$  $\text{NCl}_3$

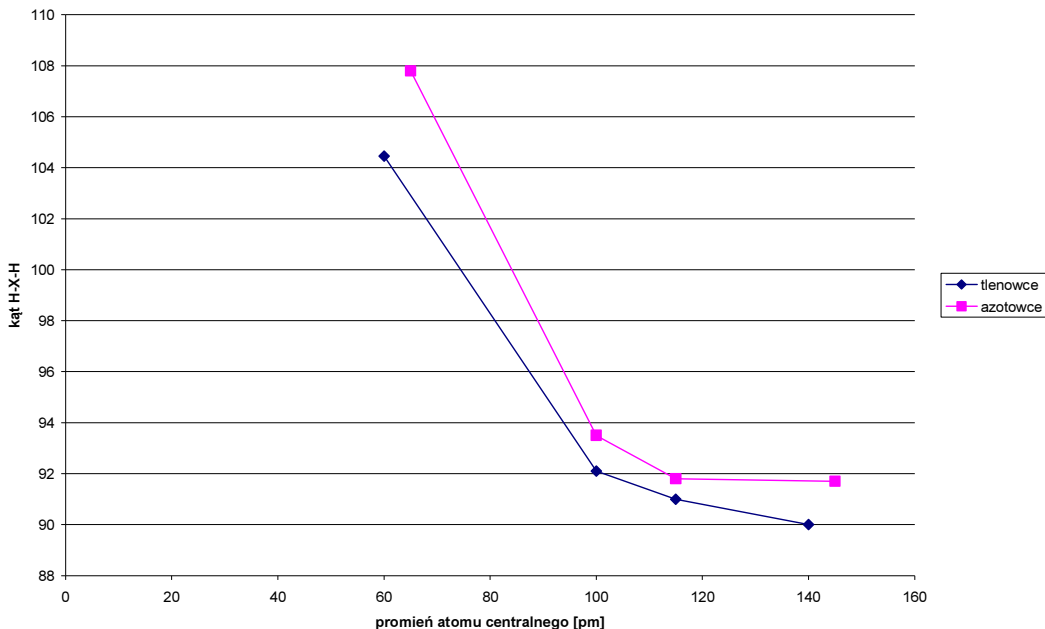
**Za poprawne wybranie cząsteczek i wypełnienie tabeli**

**1 p**



**Zadanie 3. (1 pkt)**

Wykres przedstawia zależność kąta pomiędzy wiązaniami  $\sigma$  (sigma) w wodorkach pierwiastków 15. i 16. grupy układu okresowego pierwiastków w funkcji promienia atomu centralnego.



Uzasadnij zmianę kąta pomiędzy wiązaniami  $\sigma$  (sigma) w wodorkach tych pierwiastków zarówno w grupie, jak też w okresie.

Wartość kąta pomiędzy wiązaniami  $\sigma$  (sigma) w wodorkach pierwiastków w grupie maleje bo maleje odpychanie par elektronowych tworzących wiązania  $\sigma$  (sigma) w miarę wzrostu promienia atomu centralnego cząsteczki wodorku. W okresie wartość kąta pomiędzy wiązaniami  $\sigma$  (sigma) w wodorkach maleje ponieważ wzrasta ilość wolnych par elektronowych w cząsteczce wodorku, które silniej odpychają wiązania  $\sigma$  (sigma).

**Za poprawne uzasadnienie zmian kąta w grupie i okresie**

**1 p**

**Zadanie 4. (2 pkt)**

W mieszaninie znajdują się metan, eten i etyn w stosunku molowym 1 : 2 : 3, a sumaryczna masa atomów węgla w mieszaninie jest równa 13,2 g. Oblicz masę tej mieszaniny w gramach z dokładnością do liczby całkowitej.

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CH}_4} \quad n_{\text{C}} = 2 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_4} \quad n_{\text{C}} = 2 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_2} \quad 2 \cdot n_{\text{CH}_4} = n_{\text{C}_2\text{H}_4} \quad 3 \cdot n_{\text{CH}_4} = n_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

$$n_{\text{CH}_4} + 2 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_4} + 2 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_2} = \frac{13,2 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} \quad n_{\text{CH}_4} + 4 \cdot n_{\text{CH}_4} + 6 \cdot n_{\text{CH}_4} = \frac{13,2 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} \quad 11 \cdot n_{\text{CH}_4} = \frac{13,2 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}}$$

$$n_{\text{CH}_4} = 0,1 \text{ mol} \quad n_{\text{C}_2\text{H}_4} = 0,2 \text{ mol} \quad n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 0,3 \text{ mol}$$

$$m_{\text{mieszaniny}} = 0,1 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} + 0,2 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} + 0,3 \text{ mol} \cdot 26 \text{ g/mol} = 15 \text{ g}$$

**Masa mieszaniny wynosi 15 g.**

**Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń**

**1 p**

**Za poprawne obliczenia matematyczne, zaokrąglenie wyniku końcowego oraz wynik z jednostką**

**1 p**



**Zadanie 5. (2 pkt)**

Oblicz wartość pH roztworu kwasu chlorowego(III), którego stężenie jest równe  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wartość dodatkowej wielkości, potrzebnej do obliczeń zaczerpnij z *Tablic chemicznych*.

$$C_0 = 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_a = 1 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{C_0}{K_a} = \frac{10^{-1}}{10^{-2}} = 10 < 400 \quad K_a = \frac{C_0 \cdot \alpha^2}{1 - \alpha} \quad 0,1 \cdot \alpha^2 + 10^{-2} \cdot \alpha - 10^{-2} = 0 \quad \Delta = (10^{-2})^2 - 4 \cdot 0,1 \cdot (-10^{-2})$$

$$\Delta = 41 \cdot 10^{-4} \quad \sqrt{\Delta} = 6,4 \cdot 10^{-2} \quad \alpha = \frac{-10^{-2} + 6,4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 0,1} = 2,7 \cdot 10^{-1} \quad [\text{H}^+] = C_0 \cdot \alpha = 10^{-1} \cdot 2,7 \cdot 10^{-1}$$

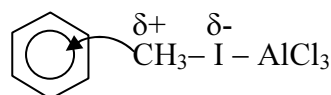
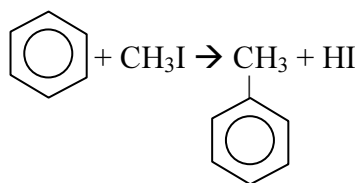
$$[\text{H}^+] = 2,7 \cdot 10^{-2} \quad \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 2,7 \cdot 10^{-2} = 1,57$$

**pH roztworu kwasu HClO<sub>2</sub> jest równe 1,57.**

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 p</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik</b>	<b>1 p</b>

**Zadanie 6. (3 pkt)**

W reakcji benzenu z jodkiem metylu w obecności AlCl<sub>3</sub> jako katalizatora powstaje metylobenzen (toluen) oraz jodowodor. Istotę działania katalizatora wyjaśnia schemat obok równania reakcji.



a. Wyjaśnij przyczynę, dla której AlCl<sub>3</sub> jest katalizatorem powyższej reakcji, powołując się na budowę cząsteczki katalizatora.

**Chlorek glinu jest katalizatorem, ponieważ jon glinu może tworzyć wiązanie donorowo-akceptorowe z wolną parą elektronową atomu jodu z cząsteczki jodku metylu. Jon glinu w chlorku glinu ma lukę na parę elektronową.**

<b>Za poprawne wyjaśnienie z powołaniem się na budowę AlCl<sub>3</sub></b>	<b>1 p</b>
--	------------

b. Określ, jaką rolę wg teorii kwasów i zasad pełni w tej reakcji AlCl<sub>3</sub>.

**AlCl<sub>3</sub> jest kwasem Lewisa.**

<b>Za określenie roli AlCl<sub>3</sub> wg teorii (Lewisa) kwasów i zasad</b>	<b>1 p</b>
--	------------

c. Wybierz, podkreślając w poniższym schemacie słowa opisujące nazwę mechanizmu, według którego zachodzi prezentowana reakcja.

**mechanizm reakcji otrzymywania toluenu z benzenu**

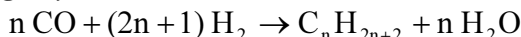
addycja                      substytucja  
nukleofilowa                elektrofilowa

<b>Za określenie mechanizmu reakcji</b>	<b>1 p</b>
---	------------



**Zadanie 7. (2 pkt)**

Synteza Fischera – Tropscha (F-T) to katalityczna reakcja chemiczna tworzenia węglowodorów z mieszaniny CO i H<sub>2</sub>, czyli tak zwanego gazu syntezy. Reakcja tworzenia nierozgałęzionych alkanów przebiega zgodnie z ogólnym równaniem



Gaz syntezy zawiera: 31,25% CO oraz 68,75% H<sub>2</sub>. Ustal, wykonując odpowiednie obliczenia, ile atomów **węgla** będzie zawierała cząsteczka alkanu otrzymana w reakcji F-T z gazu syntezy o podanym powyżej składzie.

$$\frac{n}{2n+1} = \frac{0,3125}{0,6875} \quad 0,6875n = 0,625n + 0,3125 \quad 0,0325n = 0,3125 \quad n = 5$$

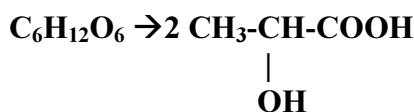
Cząsteczka alkanu będzie zawierała 5 atomów węgla.

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 p</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik</b>	<b>1 p</b>

**Zadanie 8. (3 pkt)**

W procesie fermentacji mlekowej glukoza ulega przemianie, w której wytwarza się kwas 2 – hydroksypropanowy (mlekowy).

- a. Zapisz równanie opisanej reakcji stosując wzór sumaryczny glukozy i wzór grupowy kwasu mlekowego.



<b>Za zapisanie równania reakcji (wzór sumaryczny glukozy i grupowy kwasu)</b>	<b>1 p</b>
--	------------

- b. Oblicz stężenie procentowe kwasu mlekowego jeśli poddano fermentacji 250 cm<sup>3</sup> mleka o gęstości 1,03 g/cm<sup>3</sup> zawierającego 4,5% masowych laktozy. Wydajność wszystkich zachodzących reakcji wynosi 100%.

$$\text{laktoza} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{glukoza} + \text{galaktoza} \quad \text{glukoza} \rightarrow 2 \text{ kwas mlekowy}$$

$$n_{\text{kwas mlekowy}} = 2 \cdot n_{\text{glukoza}} = 2 \cdot n_{\text{laktoza}} \quad \frac{m_{\text{kwas}}}{M_{\text{kwas}}} = \frac{2 \cdot m_{\text{laktoza}}}{M_{\text{laktoza}}} \quad m_{\text{laktoza}} = 250 \text{ cm}^3 \cdot 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 0,045$$

$$m_{\text{laktoza}} = 11,59 \text{ g} \quad \frac{m_{\text{kwas}}}{90 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{2 \cdot 11,59 \text{ g}}{342 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \quad m_{\text{kwas}} = 6,1 \text{ g}$$

$$C_p = \frac{m_{\text{kwas}}}{m_{\text{mleko}}} \cdot 100\% \quad C_p = \frac{6,1 \text{ g}}{250 \text{ cm}^3 \cdot 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \cdot 100\% = 2,37\%$$

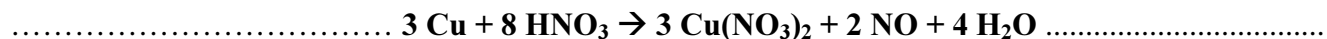
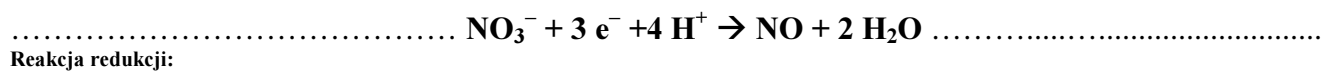
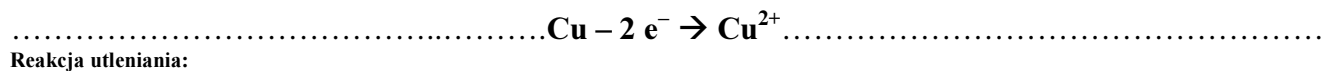
Stężenie procentowe kwasu w mleku jest równe 2,37 %.

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 p</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik z jednostką</b>	<b>1 p</b>

**Zadanie 9. (3 pkt)**

Miedź jest metalem o dodatnim potencjale elektrochemicznym ( $E^\circ = 0,34V$ ). W reakcji z kwasami utleniającymi tworzy sól na +II stopniu utlenienia oraz wydziela się produkt gazowy oraz woda.

- a. Zapisz równanie reakcji miedzi z kwasem utleniającym w postaci cząsteczkowej, wybierając odpowiedni kwas spośród poniższych. Współczynniki dobierz metodą bilansu jonowo-elektronowego.



<b>Za napisanie 2 równań połówkowych w formie jonowo-elektronowej</b>	<b>1 p</b>
<b>Za napisanie sumarycznego równania reakcji w postaci cząsteczkowej</b>	<b>1 p</b>

- b. Zapisz wartości liczb kwantowych opisujących elektrony, które utracił atom miedzi przekształcając się w jon miedzi(II). Wartości tych liczb umieść w tabeli.

<i>Liczba kwantowa</i>	<i>n</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>m<sub>s</sub></i>
<i>elektron 1</i>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>+1/2</b>
<i>elektron 2</i>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-2</b>	<b>+1/2</b>

<b>Za zapisanie wartości liczb kwantowych dla obu elektronów</b>	<b>1 p</b>
--	------------

**Zadanie 10. (2 pkt)**

Otrzymywanie tlenku siarki(IV) z pirytu przedstawia równanie:  $4 FeS_2 + 11 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3 + 8 SO_2$ . Oblicz objętość tlenu odmierzoną w temperaturze  $100^\circ C$  i pod ciśnieniem 1100 hPa potrzebną do uzyskania takiej ilości  $SO_2$ , z której po utlenieniu do  $SO_3$  z wydajnością 80 % można otrzymać 400 g 96% kwasu siarkowego(VI).  $R = 83,14 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Wynik podaj z dokładnością do  $0,01 \text{ dm}^3$ .

$$n_{H_2SO_4} = n_{SO_3} = \frac{400 \text{ g} \cdot 0,96}{98 \text{ g/mol}} = 3,92 \text{ mol} \quad n_{SO_2} = \frac{n_{SO_3}}{0,8} = \frac{3,92 \text{ mol}}{0,8} = 4,9 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{O_2}}{n_{SO_2}} = \frac{11}{8} \quad n_{O_2} = \frac{11 \cdot n_{SO_2}}{8} = \frac{11 \cdot 4,9 \text{ mol}}{8} = 6,74 \text{ mol}$$

$$V_{O_2} = \frac{n_{O_2} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{6,74 \cdot 83,14 \cdot 373}{1100} = 190,01 \text{ dm}^3$$

**Objętość tlenu wynosi  $190,01 \text{ dm}^3$ .**

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 p</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne, poprawne zaokrąglenie wyniku końcowego oraz wynik z jednostką</b>	<b>1 p</b>



**Zadanie 11. (1 pkt)**

W celu ustalenia struktury pewnego alkenu poddano go reakcji z wodnym silnie zakwaszonym roztworem  $\text{KMnO}_4$ . W wyniku tej reakcji otrzymano następujące związki:  $\text{HOOC-COOH}$ ,  $\text{CO}_2$  oraz  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Zapisz wzór grupowy węglowodoru poddanego reakcji z silnie zakwaszonym roztworem  $\text{KMnO}_4$ .



**Za zapisanie wzoru grupowego węglowodoru**

**1 p**

**Zadanie 12. (2 pkt)**

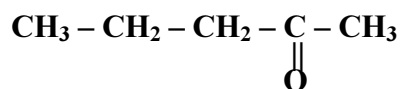
Próbę jodoformową dla metyloketonów przedstawia poniższy schemat:



Ustal i zapisz wzór grupowy nasyconego ketonu, który poddano próbie jodoformowej, wiedząc, że masa molowa otrzymanej soli sodowej jest równa 110 g/mol.

$$\text{RCOONa} = 110 \quad \text{R} = 110 - 12 - 2 \cdot 16 - 23 = 110 - 67 = 43 \quad \text{R} = \text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 43$$

$$12n + 2n + 1 = 43 \quad 14n = 42 \quad n = 3$$



**Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń**

**1 p**

**Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wzór grupowy ketonu**

**1 p**