

Zadanie 1.

Nitrogliceryna ($C_3H_5N_3O_9$) jest środkiem wybuchowym. Jej rozkład można opisać następującym schematem:



Reakcja ta wytwarza dużą ilość ciepła oraz gazów.

- a. Dobierz współczynniki w powyższym schemacie tak, aby stał się równaniem reakcji chemicznej.

Za zbilansowanie równania reakcji (współczynniki mogą być ułamkowe lub z wielokrotnione)	1p
---	----

- b. Oblicz maksymalną masę tlenu (w gramach), jaką można otrzymać z rozkładu 200 g nitrogliceryny.

$C_3H_5N_3O_9$ $227g \cdot mol^{-1}$	O_2 $32g \cdot mol^{-1}$
$4 \text{ mol} \cdot 227g \cdot mol^{-1}$ 200g	$1 \text{ mol} \cdot 32g \cdot mol^{-1}$ $m_{O_2} = 7,05g$

Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń	1p
---	----

Za poprawne obliczenia matematyczne, poprawność zaokrąglenia wyniku końcowego, wynik z jednostką	1p
---	----

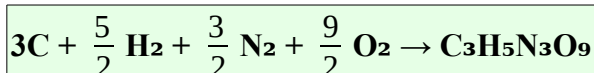
- c. Oblicz wydajność reakcji rozkładu 200 g nitrogliceryny, jeśli otrzymano w niej 6,55 g tlenu.

$$W = \frac{6,55g}{7,05g} \cdot 100 = 92,91\% \quad (0,929; 0,93)$$

Za poprawną metodę, wynik z jednostką (może być w ułamku procentowym) i poprawne obliczenia	1p
---	----

- d. Oblicz entalpię tworzenia ciekłej nitrogliceryny w warunkach standardowych, mając następujące dane:
 $\Delta H_{\text{tw}}^{\circ} \text{CO}_2 = -394 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{tw}}^{\circ} \text{H}_2\text{O}_{(\text{c})} = -286 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{parowania}}^{\circ} \text{H}_2\text{O} = 44 \text{ kJ/mol}$.

1	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	$\Delta H_{\text{tw CO}_2}^{\circ} = -394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
2	$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{c})}$	$\Delta H_{\text{tw H}_2\text{O}_{(\text{c})}}^{\circ} = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
3	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{c})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	$\Delta H_{\text{par H}_2\text{O}}^{\circ} = 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
4	$\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \rightarrow \frac{3}{2} \text{N}_2 + 3 \text{CO}_2 + \frac{5}{2} \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} + \frac{1}{4} \text{O}_2$	$\Delta H_r = -385 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



$$\Delta H_{\text{tw}} = 3 \cdot \Delta H_{\text{tw CO}_2} + \frac{5}{2} \cdot \Delta H_{\text{tw H}_2\text{O}_{(\text{c})}} + \frac{5}{2} \cdot \Delta H_{\text{par H}_2\text{O}} + (-\Delta H_r)$$

$$\Delta H_{\text{tw}} = 3 \cdot (-394) + \frac{5}{2} \cdot (-286) + \frac{5}{2} \cdot 44 + 385 = -1182 - 715 + 110 + 385 = -1402 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Za poprawną metodę obliczeń 1p

Za poprawne obliczenia oraz wynik z jednostką 1p

Zadanie 2.

Mieszaninę zawierającą $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ i $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ o masie 5,020 g ogrzewano do momentu otrzymania bezwodnych soli, których masa wynosiła 2,988 g. Oblicz zawartość procentową $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ w mieszaninie uwodnionych soli.

	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ x moli	→	$\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ x moli
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y moli	→	$\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ y moli
Związek chemiczny	Masa molowa		
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$		
CuSO_4	$160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$		
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$246 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$		
MgSO_4	$120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$		

$$\begin{cases} 250x + 246y = 5,020 \\ 160x + 120y = 2,988 \end{cases}$$

$$x = 0,0141$$

$$m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 3,52 \text{ g}$$

$$\%_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{3,52}{5,02} \cdot 100\% = 70,12\%$$

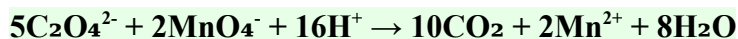
Za zastosowanie poprawnej metody 1p

Za obliczenia oraz wynik z jednostką 1p



Zadanie 3.

Szczawian wapnia (CaC_2O_4) jest głównym składnikiem kamieni nerkowych i jest związkiem nierozpuszczalnym w wodzie. Z tego powodu może być użyty do określenia ilości jonów Ca^{2+} w cieczech takich jak krew. Jony wapnia wytrącono z krwi 10 cm^3 w postaci CaC_2O_4 , który roztworzono w kwasie, a następnie otrzymany roztwór zmiareczkowano $24,2 \text{ cm}^3$ roztworu KMnO_4 o stężeniu $9,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. Oblicz zawartość jonów wapnia w badanej krwi (w mg/cm^3).



$$2n_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 5n_{\text{MnO}_4^-} \quad n_{\text{Ca}^{2+}} = n_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}$$

$$2n_{\text{Ca}^{2+}} = 5n_{\text{MnO}_4^-} \quad 2 \frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{40} = 5 \cdot 9,56 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0242 \quad m_{\text{Ca}^{2+}} = 23,135 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 2,31 \text{ mg}$$

$$C = \frac{2,31 \text{ mg}}{10 \text{ cm}^3} = 0,231 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3}$$

Za poprawną metodę obliczeń	1p
Za poprawne obliczenia oraz wynik z jednostką	1p
Za poprawnie zbilansowane równanie reakcji redoks	1p

Zadanie 4.

Pewien związek ma wzór empiryczny SF_4 . W 20°C $0,100 \text{ g}$ tego związku zajmuje objętość $22,1 \text{ cm}^3$ i wywiera ciśnienie $1,02$ atmosfery. Wyznacz wzór rzeczywisty tego związku.

$$pV = \frac{m}{M}RT \quad M = \frac{mRT}{pV}$$

$$M = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot 293}{1,02 \cdot 1013 \cdot 0,0221} = 106,68 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$(\text{SF}_4)_x = 106,68$$

$$(32 + 4 \cdot 19)x = 106,68 \quad 108x = 106,68 \quad x = 0,988 \approx 1$$

Wzór rzeczywisty jest wzorem empirycznym,
czyli SF_4

Za poprawną metodę obliczeń	1p
Za odpowiedź, komentarz, itp.	1p



Zadanie 5.

Związek zawierający fosfor i fluor został zanalizowany następująco. Ogrzanie 0,2324 g tego związku w zbiorniku o objętości 378 cm³ spowodowało przekształcenie go w gaz, który wywierał w temperaturze 77°C ciśnienie 97,3 mm·Hg. Następnie gaz ten poddano reakcji z roztworem chlorku wapnia, w której cały zawarty w związku fluor utworzył fluorek wapnia o masie 0,2631 g. Wyznacz wzór rzeczywisty związku fosforu i fluoru. Zaproponuj wzór elektronowy kreskowy tego związku.

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0,2324 \cdot 83,14 \cdot 350}{\frac{97,3}{760} \cdot 1013 \cdot 0,378} = 137,95 \approx 138 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_F = 2 \cdot n_{\text{CaF}_2} \quad m_F = \frac{2 \cdot 0,2631}{78} \cdot 19 = 0,1282 \text{ g} \quad m_P = 0,2324 - 0,1282 = 0,1042 \text{ g}$$

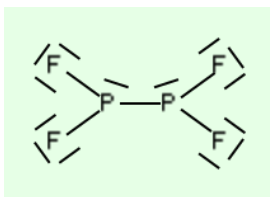
$$n_P = \frac{0,1042}{31} = 0,00336 \text{ mol} \quad n_F = \frac{0,1282}{19} = 0,00675 \text{ mol}$$

$$\frac{n_P}{n_F} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \text{wzór empiryczny: } PF_2$$

$$(PF_2)_x = 138$$

$$(31 + 2 \cdot 19)x = 138 \quad 69x = 138$$

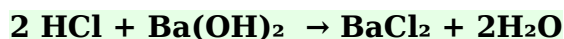
$$x = 2 \Leftrightarrow \text{wzór rzeczywisty: } P_2F_4$$



Za poprawną metodę rozwiązania	1p
Za poprawne obliczenia i wynik z jednostką	1p

Zadanie 6.

Roztwór HCl o stężeniu $0,862 \text{ mol/dm}^3$ i objętości 200 cm^3 zmieszano z taką samą objętością roztworu Ba(OH)_2 o stężeniu $0,431 \text{ mol/dm}^3$, w kalorymetrze o zaniedbywaniu małej pojemności cieplnej, pod stałym ciśnieniem. Temperatura początkowa obu roztworów była równa $20,48^\circ\text{C}$. Dla reakcji opisanej równaniem $\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})}$ wartość ciepła zobojętniania jest równa -56 kJ/mol . $C_w \text{ H}_2\text{O} = 4200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Oblicz temperaturę końcowego roztworu.



$$\begin{aligned} n_{\text{H}_2\text{O}} &= n_{\text{HCl}} = 0,862 \cdot 0,2 = 0,1724 \text{ mol} \\ Q &= \Delta H \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} = 56 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,1724 \text{ mol} = 9,6544 \text{ kJ} = 9654,4 \text{ J} \\ Q &= C_w \cdot m \cdot \Delta T \quad \Delta T = \frac{Q}{C_w \cdot m} = \frac{9654,4}{4200 \cdot 0,4} = 5,75 \text{ K} \\ T_K &= 20,48 + 5,75 = 26,23^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Za poprawną metodę rozwiązania	1p
Za poprawne obliczenia i wynik z jednostką	1p

Zadanie 7.

Roztwór zawierający $2,50 \text{ g}$ związku, o wzorze empirycznym $\text{C}_6\text{H}_5\text{P}$, w 25 g benzenu krzepnie w temperaturze $4,3^\circ\text{C}$. Oblicz masę molową związku rozpuszczonego w benzenie oraz wyznacz jego wzór rzeczywisty. $T_{\text{krz. benzenu}} = 5,5^\circ\text{C}$, $K_{\text{benzenu}} = 5,10 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$.

$$\begin{aligned} \Delta T &= K \cdot m \cdot i \\ i &= 1 \\ K &= 5,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= 5,5 - 4,3 = 1,2 \text{ K} \quad m = \frac{\Delta T}{K_{\text{benzenu}}} = \frac{1,2}{5,1} = 0,2353 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \\ m &= \frac{n}{m_{\text{rozp}}} \quad n = 0,2353 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 0,025 \text{ kg} = 0,00588 \text{ mol} \\ M &= \frac{2,50}{0,00588} = 425 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{P} \Rightarrow 108 \\ 108x &= 425 \\ x &= 3,94 \approx 4 \quad \text{wzór rzeczywisty: } (\text{C}_6\text{H}_5\text{P})_4 \text{ lub } \text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{P}_4 \end{aligned}$$

Za poprawną metodę rozwiązania	1p
Za wyznaczenie i zapisanie wzoru rzeczywistego	1p



Zadanie 8.

Jon wodoropodobny to jon zawierający tylko jeden elektron. Energia elektronu w jonie wodoropodobnym dana

jest wzorem: $E_n = -(2,18 \cdot 10^{-18}) Z^2 \left(\frac{1}{n^2} \right) \text{ [J]}$

gdzie: n jest wartością głównej liczby kwantowej, Z liczbą atomową pierwiastka. Oblicz wartość energii jonizacji jonu He^+ (w kJ/mol).

$$E = -(2,18 \cdot 10^{-18}) \cdot 2^2 \cdot \frac{1}{1^2} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 52,494 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 5249,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Za podstawienie do wzoru, obliczenia i wynik z jednostką

1p

Zadanie 9.

W pewnym eksperymencie wyznaczono wartości pH roztworów soli potasu (KX, KY, KZ) o stężeniu $0,10 \text{ mol/dm}^3$, które równe były odpowiednio 7,0, 9,0 i 11,0. Uszereguj kwasy HX, HY i HZ według ich wzrastającej mocy.

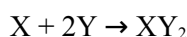
HZ, HY, HX

Za poprawne uszeregowanie wzorów kwasów

1p

Zadanie 10.

Pewna reakcja zachodzi według równania:



a. Zapisz równanie kinetyczne wyrażające szybkość tworzenia produktu XY_2 wiedząc, że rząd reakcji jest równy jej cząsteczkowości.

$$V = k \cdot [\text{X}] \cdot [\text{Y}]^2 \quad \text{lub} \quad V = k \cdot C_x \cdot C_y^2$$

Za zapisanie równania kinetycznego

1p

b. Wiedząc, że początkowa szybkość reakcji tworzenia produktu jest równa $3,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ oraz stężenia początkowe substratu X oraz substratu Y są równe odpowiednio $0,26 \text{ mol/dm}^3$ i $0,88 \text{ mol/dm}^3$ oblicz wartość stałej szybkości tej reakcji.

$$k = \frac{V}{[\text{X}] \cdot [\text{Y}]^2} = \frac{3,8 \cdot 10^{-3}}{0,26 \cdot (0,88)^2} = 0,01887 = 1,887 \cdot 10^{-2} \frac{\text{dm}^6}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$$

Za poprawną metodę rozwiązania

1p

Za wynik z jednostką

1p

