



Zadania I etapu Konkursu Chemicznego Trzech Wydziałów PL – V edycja

Zadanie 1 (2 pkt.)

Zmieszano 80 cm³ roztworu CH₃COOH o stężeniu 5% wag. i gęstości 1,006 g/cm³ oraz 70 cm³ roztworu CH₃COOK o stężeniu 0,5 mol/dm³. Obliczyć pH powstałego roztworu. Jak zmieni się pH roztworu po wprowadzeniu do niego 10 cm³ roztworu H₂SO₄ o stężeniu 0,1 mol/dm³?
K_{CH₃COOH} = 1,75 · 10⁻⁵.

$$C_{CH_3COOH} = \frac{C\% \cdot d}{M \cdot 100\%}$$

$$C_{CH_3COOH} = 0,8383 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$n_{CH_3COOH} = C_{CH_3COOH} \cdot V_{CH_3COOH} = 0,0671 \text{ mol}$$

$$n_{CH_3COOK} = C_{CH_3COOK} \cdot V_{CH_3COOK} = 0,0350 \text{ mol}$$

$$pH = pK_{CH_3COOH} - \log \frac{n_{kw}}{n_{soli}}$$

$$pK_{CH_3COOH} = -\log K_{CH_3COOH} = 4,7570$$

$$pH_{(1)} = 4,7570 - \log \left(\frac{0,0671}{0,0350} \right) = 4,4744$$

Po dodaniu H₂SO₄

$$n_{H_2SO_4} = C_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4} = 0,0010 \text{ mol}$$

$$n_{kw} = n_{CH_3COOH} + 2n_{H_2SO_4} = 0,0691 \text{ mol}$$

$$n_{soli} = n_{CH_3COOK} - 2n_{H_2SO_4} = 0,0330 \text{ mol}$$

$$pH_{(2)} = 4,7570 - \log \left(\frac{0,0691}{0,0330} \right) = 4,4360$$

pH spadnie o 0,0384

Za poprawną metodę	1 p
Za poprawne obliczenia wraz z podaniem zmiany pH	1 p

Zadanie 2 (1 pkt.)

Po spaleniu 0,528 g pewnej substancji organicznej otrzymano 1,056 g CO₂ oraz 0,432 g H₂O. Wyprowadzić wzór rzeczywisty związku wiedząc, że jego masa molowa wynosi 88 g/mol.

44 g/mol CO ₂ —	12 g/mol C	} m _C = 0,288 g
1,056 g CO ₂ —	m _C	
18 g/mol H ₂ O —	2 g/mol H	} m _H = 0,048 g
0,432 g H ₂ O —	m _H	

m_C + m_H = 0,288 g + 0,048 g = 0,336 g
substancja zawiera tlen
m_O = m_{subst} - m_C - m_H = 0,192 g
n_O = 0,012 mol
substancja C : H : O ⇔ n_C : n_H : n_O ⇔ 0,024 : 0,048 : 0,012 ⇔ 2 : 4 : 1
wzór empiryczny C₂H₄O (M_{C₂H₄O} = 44 g/mol)
wzór rzeczywisty C₄H₈O₂ (M_{C₄H₈O₂} = 88 g/mol)

Za poprawną metodę, obliczenia i wzór	1 p
--	------------





Zadanie 3 (2 pkt.)

Pewna woda mineralna zawiera w swoim składzie między innymi:

Jon wodorowęglanowy - 131,06 mg/dm³

Jon fluorkowy - 0,07 mg/dm³

Jon magnezowy - 5,62 mg/dm³

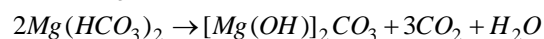
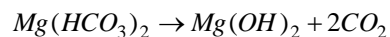
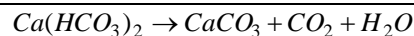
Jon sodowy - 9,65 mg/dm³

Jon wapniowy - 41,69 mg/dm³

a) Oblicz stosunek moli jonów wapnia do jonów magnezu w tej wodzie.

$$\frac{n_{Ca^{2+}}}{n_{Mg^{2+}}} = \frac{41,69 \cdot 24}{40 \cdot 5,62} = 4,45$$

b) Zakładając, że jonom wapnia i magnezu towarzyszą w wodzie głównie jony wodorowęglanowe, zapisz równania reakcji (w formie cząsteczkowej) zachodzące podczas gotowania tej wody.



Za poprawne obliczenie stosunku moli jonów wapnia do moli jonów magnezu

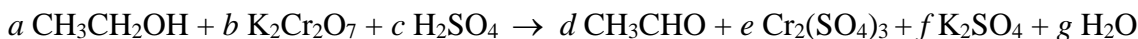
1 p

Za poprawne zapisanie dwóch równań reakcji

1 p

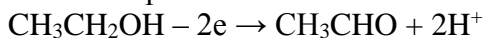
Zadanie 4 (2 pkt.)

W chemicznym probierzu trzeźwości zachodzi reakcja zgodnie z poniższym schematem:

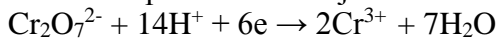


Napisz w formie jonowej, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów utleniania i redukcji zachodzących podczas tej przemiany.

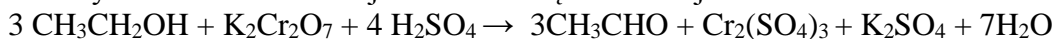
Równanie procesu utleniania:



Równanie procesu redukcji:



Sumaryczne równanie reakcji w formie cząsteczkowej:



Za poprawnie napisane reakcje półowkowe

1 p

Za poprawnie zapisaną reakcją sumaryczną

1 p





Zadania I etapu Konkursu Chemicznego Trzech Wydziałów PŁ – V edycja

Zadanie 6 (3 pkt.)

Do 200 cm³ roztworu kwasu fluorowodorowego o stężeniu C₀ = 0,4 mol/dm³ (K_{HF} = 6,3 · 10⁻⁴) dodano 2,32 g stałego fluorku potasu, który uległa całkowitemu rozpuszczeniu w roztworze kwasu.

Oblicz zmianę pH roztworu kwasu, wywołaną dodaniem do niego soli. Uzasadnij otrzymany wynik, powołując się na odpowiednią regułę chemiczną.

$$\frac{C}{K} \geq 400, [H^+] = \sqrt{C \cdot K} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \quad \text{pH}_1 = 1,8$$

$$C_{\text{KF}} = \frac{2,32}{58 \cdot 0,2} = 0,2 \text{ mol/dm}^3, \quad \frac{(0,016 - x)(0,216 - x)}{0,384 + x} = 6,3 \cdot 10^{-4}$$

$$x_1 = 0,217; \quad x_2 = 0,01475, \quad \text{pH}_2 = 2,9 \quad \Delta\text{pH} = 1,1$$

Dodanie do roztworu kwasu soli powoduje wzrost stężenia jonów fluorkowych, co powoduje przesunięcie stanu równowagi reakcji dysocjacji kwasu w lewo, zatem zaleje stężenie jonów H⁺ i wzrasta pH roztworu.

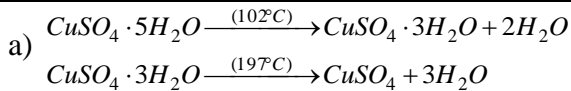
Za poprawną metodę i obliczenie obu wartości pH roztworu oraz ΔpH	2 p
Za poprawną metodę i obliczenie obu wartości pH roztworu bez obliczenia ΔpH	1 p
Za poprawne uzasadnienie zmiany pH roztworu	1 p



Zadanie 7 (3 pkt.)

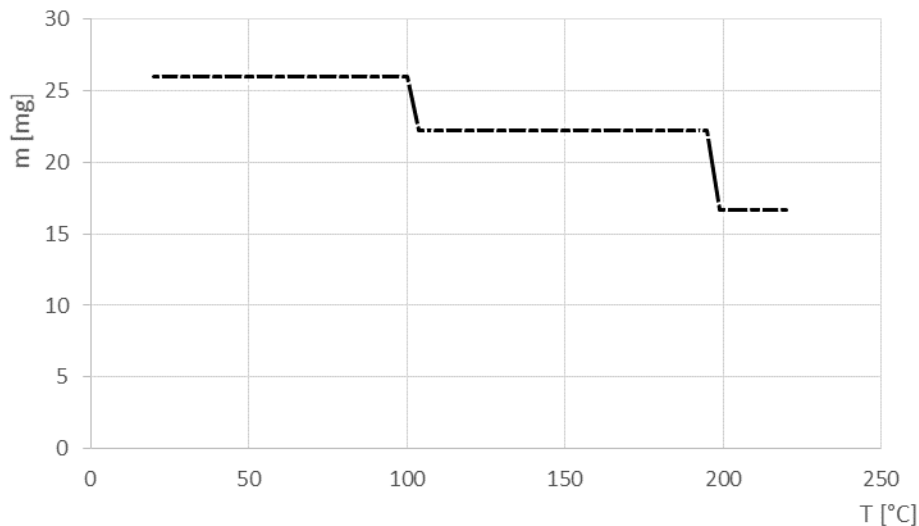
Rozkład termiczny $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ przebiega w dwóch etapach. W temperaturze $102\text{ }^\circ\text{C}$ traci dwie cząsteczki wody, a następnie w $197\text{ }^\circ\text{C}$ staje się bezwodny.

- a) Zapisz równania reakcji opisanych przemian.
b) Oblicz ubytki masz towarzyszące obu etapom procesu dehydratacji soli.
c) Wykonaj wykres zależności masy próbki w funkcji temperatury (w zakresie $20\text{--}220\text{ }^\circ\text{C}$), przyjmując początkową masę równą 26 mg (oznacz i wyskaluj osie).



b) $\% \Delta m_1 = \frac{36}{250} \cdot 100\% = 14,4\%$
 $\% \Delta m_2 = \frac{54}{214} \cdot 100\% = 25,2\%$

c)

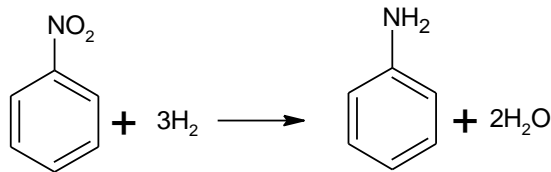


Za poprawne zapisanie <u>obu</u> równań reakcji.	1 p
Za poprawne obliczenie obu ubytków mas	1 p
Za poprawne wykonanie wykresu w podanym zakresie temperatur oraz poprawne oznaczenie i wyskalowanie osi	1 p



Zadanie 8 (2 pkt.)

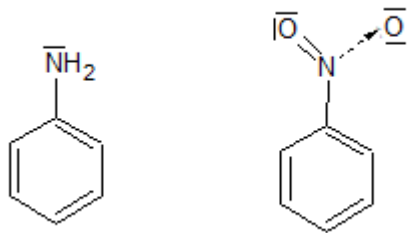
Proces otrzymywania aniliny w wyniku katalitycznego uwodornienia nitrobenzenu przedstawia równanie reakcji:



a) Ustal i zapisz typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu azotu w nitrobenzenie i anilinie.

- hybrydyzacja orbitali walencyjnych atomu azotu w nitrobenzenie: sp^2
- hybrydyzacja orbitali walencyjnych atomu azotu z aminobenzenie: sp^3

b) Narysuj wzory elektronowe kreskowe, uwzględniając niewiążące pary elektronowe, organicznych reagentów tej reakcji:



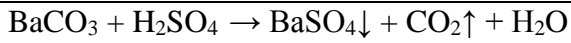
Za poprawne określenie typu hybrydyzacji w obu przypadkach	1 p
Za poprawne zapisanie wzorów elektronowych kreskowych	1 p



Zadania I etapu Konkursu Chemicznego Trzech Wydziałów PŁ – V edycja

Zadanie 9 (2 pkt.)

Z mieszaniny BaCO_3 i SrCO_3 strącono BaSO_4 i SrSO_4 . Jaki był skład procentowy analizowanej mieszaniny soli, jeżeli masa siarczanów była o 22,24% większa od masy mieszaniny węglanów?



$$\begin{cases} m_{\text{BaCO}_3} + m_{\text{SrCO}_3} = 100\text{g} \\ m_{\text{BaSO}_4} + m_{\text{SrSO}_4} = 122,24\text{g} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{\text{BaSO}_4} \cdot \frac{m_{\text{BaCO}_3}}{M_{\text{BaCO}_3}} + M_{\text{SrSO}_4} \cdot \frac{m_{\text{SrCO}_3}}{M_{\text{SrCO}_3}} = 122,24 \\ m_{\text{BaCO}_3} = 100 - m_{\text{SrCO}_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{\text{BaSO}_4} = 35,67\% \\ m_{\text{SrSO}_4} = 64,53\% \end{cases}$$

Za poprawną metodę

1 p

Za poprawne obliczenia i wyniki

1 p

Zadanie 10 (2 pkt.)

Jednowartościowy pierwiastek A, będący mieszaniną dwóch izotopów (A^1 – 20% i A^2 – 80%), w reakcji z jednowartościowym pierwiastkiem B, będącym również mieszaniną dwóch izotopów (B^1 – 40% i B^2 – 60%), tworzy cztery rodzaje cząsteczek typu AB. Oblicz zawartość procentową poszczególnych rodzajów cząsteczek w mieszaninie reakcyjnej.

Izotopy A →	A^1	A^2
Izotopy B ↓	0,2	0,8
B^1 0,4	$A^1B^1 = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08$	$A^2B^1 = 0,8 \cdot 0,4 = 0,32$
B^2 0,6	$A^1B^2 = 0,2 \cdot 0,6 = 0,12$	$A^2B^2 = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48$

% zawartość $A^1B^1 = 8\%$

% zawartość $A^2B^1 = 32\%$

% zawartość $A^1B^2 = 12\%$

% zawartość $A^2B^2 = 48\%$

Za poprawną metodę

1 p

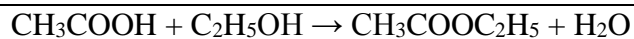
Za poprawne obliczenia i wyniki

1 p



Zadanie 11 (2 pkt.)

Zmieszano kwas etanowy z alkoholem etylowym w ilościach stechiometrycznych i przeprowadzono reakcję. Stała równowagi tej reakcji wynosi 2,25. Oblicz wydajność reakcji.



$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}$$

$$K = 2,25$$

$$\frac{x^2}{(1-x)^2} = 2,25$$

$$\frac{x^2}{1-2x+x^2} = 2,25$$

$$\Delta = 9$$

$$\sqrt{\Delta} = 3$$

$$X_1 = 0,6$$

$$X_2 = 3 - \text{wynik odrzucamy}$$

$$W = \frac{0,6 \text{ mola}}{1 \text{ mol}} \cdot 100\% = 60\%$$

Za poprawną metodę	1 p
Za poprawne obliczenia i wynik	1 p