

LX Ogólnopolski Konkurs Chemiczny im. prof. Antoniego Swinarskiego
2023/2024

Etap I

23-30.11.2023

Obliczenia stechiometryczne

1. (5 pkt) Oblicz wydajność reakcji otrzymywania alunu glinowo-potasowego wiedząc, że do otrzymania 9,4 g tego związku użyto 9,9 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ($M = 666 \text{ g/mol}$) i 2,5 g K_2SO_4 (174 g/mol)

Właściwości i reakcje substancji prostych i związków chemicznych

2. (5 pkt) Zapisz (w postaci jonowej) zbilansowane równania reakcji zachodzących podczas:
- przepuszczania gazowego chloru przez roztwór wodorotlenku sodu,
 - włożenia folii aluminiowej do stężonego roztworu wodorotlenku sodu,
 - dodania stężonego kwasu solnego do roztworu siarczanu(VI) kobaltu(II)
 - dodania zakwaszonego dichromianu(VI) potasu do roztworu chlorku cyny(II)
 - dodania roztworu jodku potasu do roztworu nadtlenku wodoru

Roztwory

3. (5 pkt) Do 100 cm^3 roztworu jonów Ba^{2+} o stężeniu $1 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ dodano 20 cm^3 roztworu siarczanu(VI) sodu o stężeniu $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Czy wytrąci się osad? ($K_{\text{SO}} \text{BaSO}_4 = 1 \cdot 10^{-10}$)

Chemia analityczna

4. (5 pkt) W kolbie miarowej znajduje się roztwór manganianu(VII) potasu o nieznanym stężeniu. Zaproponuj sposób oznaczenia jego dokładnego stężenia mając do dyspozycji następujące roztwory:

Roztwór wodorotlenku potasu o stężeniu ok. $0,1 \text{ mol/dm}^3$,

Roztwór kwasu siarkowego(VI) o stężeniu ok. 1 mol/dm^3 ,

Roztwór kwasu solnego o stężeniu $0,2500 \text{ mol/dm}^3$ (roztwór mianowany),

Roztwór kwasu szczawowego o stężeniu ok. $0,025 \text{ mol/dm}^3$.

Zapisz odpowiednie reakcje.

Chemia organiczna

5. (5 pkt) Próbkę nierozgałęzionego alkenu **A** o objętości $250,5 \text{ cm}^3$ (odmierzoną w 30°C i pod ciśnieniem 1005 hPa) poddano całkowitemu spalaniu, a produkty spalania wprowadzono do nasyconego wodnego roztworu wodorotlenku wapnia. Otrzymano 4,0 g osadu.

Hydratacja związku **A** katalizowana kwasem prowadzi do produktu **B**, innego niż powstający w reakcji hydroborowania/utleniania (niezgodnego z regułą Markownikowa) związek **C**. Związki **B** i **C** to izomery położenia.

Utlenianie związków **B** i **C** przy użyciu $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ daje różne produkty, odpowiednio **D** i **E**.

Związek **B** reaguje z **E** w środowisku kwaśnym tworząc **F** o owocowym zapachu.

- Ustal wzór sumaryczny związku **A**.
- Podaj wzory półstrukturalne związków **A**, **B**, **C**, **D**, **E** i **F**.
- Napisz równanie reakcji charakterystycznej dla grupy związków, do których należy **D**.

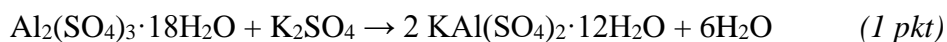
Chemia fizyczna, różne problemy

- (5 pkt) Poddano elektrolizie roztwór azotanu(V) rutenu. Po przepuszczeniu przez roztwór prądu o natężeniu 0,6 A przez 30 minut wydzielilo się 0,566 g metalu. Na jakim stopniu utlenienia jest ruten w azotanie?

Przykładowe rozwiązania

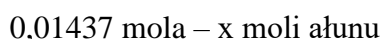
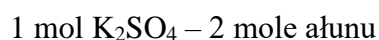
Zad.1

- Oblicz wydajność reakcji otrzymywania ałunu glinowo-potasowego wiedząc, że do otrzymania 9,4 g tego związku użyto 9,9 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ($M = 666 \text{ g/mol}$) i 2,5 g K_2SO_4 (174 g/mol)



$x = 0,01491$ mola K_2SO_4 przereaguje z $0,01491$ mola $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. (1 pkt)

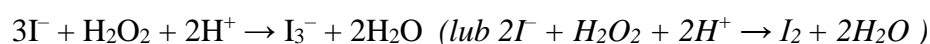
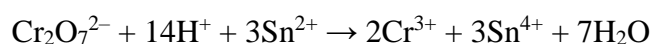
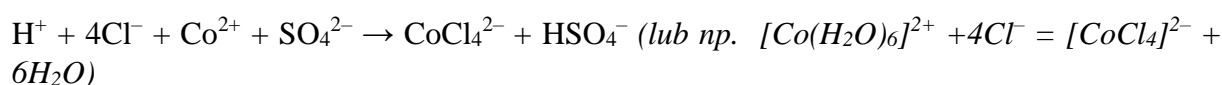
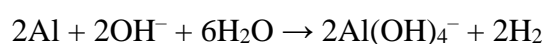
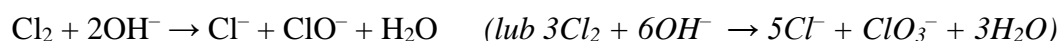
Do reakcji użyto $2,5/174 = 0,01437$ mola K_2SO_4 . To oznacza, że w niedomiarze jest K_2SO_4 i z niego liczona będzie wydajność. (1 pkt)



$x = 0,2874$ mola ałunu czyli $0,2874$ mola $\cdot 474$ g/mol = $13,6$ g ałunu (1 pkt)

wydajność: $w\% = (9,4/13,6) \cdot 100\% = 69,1\%$ (1 pkt)

Zad.2



(po 1 pkt za każde zbilansowane równanie reakcji)

Zad.3

Do 100 cm^3 roztworu jonów Ba^{2+} o stężeniu $1 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ dodano 20 cm^3 roztworu siarczynu(VI) sodu o stężeniu $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Czy wytrąci się osad? ($K_{\text{SO}} \text{ BaSO}_4 = 1 \cdot 10^{-10}$)

$$n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

$$n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,020 \text{ dm}^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol} / 0,120 \text{ dm}^3 = 8,33 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \quad (1 \text{ pkt})$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / 0,120 \text{ dm}^3 = 1,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \quad (1 \text{ pkt})$$

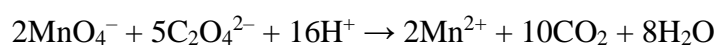
$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 8,33 \cdot 10^{-7} \cdot 1,67 \cdot 10^{-4} = 1,4 \cdot 10^{-10} \quad (1 \text{ pkt})$$

Iloczyn stężeń jonów Ba^{2+} i $\text{SO}_4^{2-} > K_{\text{SO}}$ zatem osad się wytrąci

(poprawny wniosek - 2 pkt)

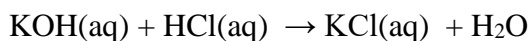
Zad.4.

Reakcją, pozwalającą na oznaczenie stężenia KMnO_4 jest reakcja z kwasem szczawowym w środowisku kwaśnym:

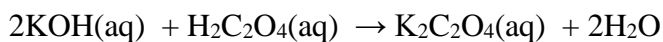


Z podanych roztworów tylko roztwór HCl jest zmianowany (tj. oznaczono dokładne stężenie), zatem należy wykonać następujące oznaczenia:

1. Alkacymetryczne określenie miana roztworu wodorotlenku potasu: próbkę roztworu KOH miareczkujemy 0,200 molowym HCl wobec wskaźnika (np. oranżu metylowego)



2. Alkacymetryczne określenie miana roztworu kwasu szczawiowego drogą miareczkowania roztworem KOH o uprzednio wyznaczonym mianie,



3. Roztworem KMnO_4 napełnić biuretę i miareczkować próbkę kwasu szczawiowego (o uprzednio oznaczonym mianie) po dodaniu H_2SO_4 w celu zakwaszenia roztworu i podgrzaniu, do bladuróżowego zabarwienia.

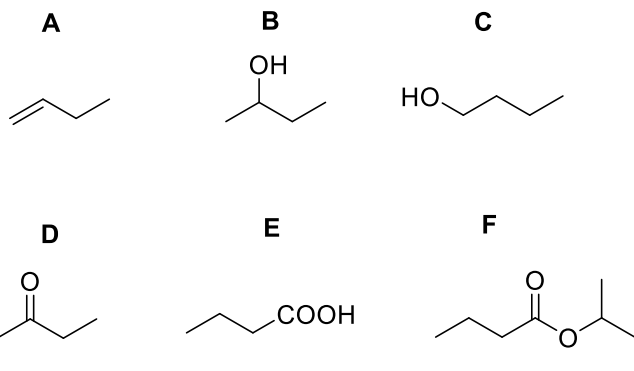
(2 pkt poprawnie zbilansowane równanie reakcji KMnO_4 z $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, 3 pkt za zaproponowanie ciągu analiz)

Zad.5.

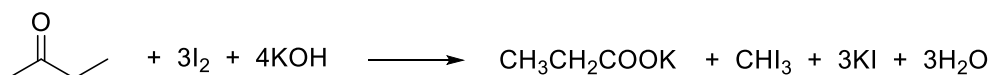
a) (2 pkt)



b) (2 pkt)



b) (1 pkt)



Zad.6.

Poddano elektrolizie roztwór azotan(V) rutenu. Po przepuszczeniu przez roztwór prądu o natężeniu 0,6 A przez 30 minut wydzielilo się 0,566 g metalu. Na jakim stopniu utlenienia jest ruten w azotanie?

$$M_{\text{Ru}} = 101,07 \text{ g/mol}$$

Liczba moli metalu (rutenu) wydzielonego podczas elektrolizy:

$$n_{\text{Ru}} = 0,566 \text{ g} / 101,07 \text{ g/mol} = 0,0056 \text{ mol} \quad (1 \text{ pkt})$$

$$\text{Liczba moli ładunku, } nq = I \cdot t / F = 0,6 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s} / 96485 \text{ C/mol} = 0,0112 \text{ mola} \quad (3 \text{ pkt})$$

$$nq \approx 2 \cdot n_{\text{Ru}} \quad \text{zatem w azotanie ruten występuje jako } \text{Ru}^{2+} \quad (1 \text{ pkt})$$

