



# XLVIII OLIMPIADA CHEMICZNA

## Etap II

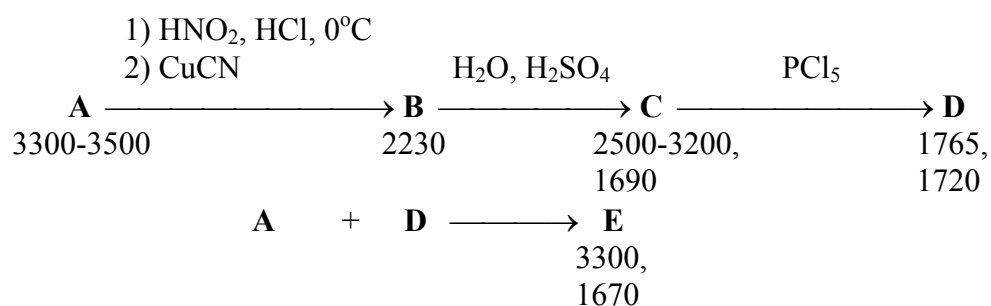
### KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY CHEMICZNEJ

#### Zadania teoretyczne

##### Zadanie 1

##### *Analiza spektralna*

Wykonano następujący ciąg reakcji:



Po każdym etapie syntezy wyodrębniano główne produkty **B** – **E**, których charakterystyczne zakresy absorpcji w widmach w podczerwieni (IR), w  $\text{cm}^{-1}$ , wynikające z obecności odpowiedniej grupy funkcyjnej, podane są pod ich symbolami.

Podaj wzory strukturalne związków **A** – **E**, wiedząc dodatkowo, że pasmo macierzyste (odpowiadające masie cząsteczkowej) w widmie spektroskopii mas związku **E** wynosi 197. Odpowiedź uzasadnij.

*UWAGA: W obliczeniach masy molowe należy zaokrąglić do liczb całkowitych.*

##### Zadanie 2

##### *Kinetyka reakcji katalitycznych*

Reakcja utleniania hydrazyny  $\text{N}_2\text{H}_4$  przez nadtlenek wodoru w roztworze wodnym, prowadząca do gazowego azotu i ciekłej wody jest katalizowana przez jony miedzi(II). Badania

kinetyki tego procesu opisali amerykańscy badacze: Wellman, Ward i Kuhn. Rozwiązując poniższe zadanie zapoznasz się z zastosowanym przez nich sposobem postępowania.

Badania prowadzono mierząc początkowe szybkości reakcji  $V_0$  dla różnych początkowych stężeń reagentów, a wybrane wyniki zestawiono w poniższej tabeli. pH roztworu było stałe i wynosiło 9,7. W laboratorium panowało ciśnienie atmosferyczne 1013 hPa, a temperatura próbek wynosiła 25°C. W każdym eksperymencie objętość roztworu była równa 300 cm<sup>3</sup>.

Numer eksperymentu	[N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ] <sub>0</sub> [mmol/dm <sup>3</sup> ]	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] <sub>0</sub> [mmol/dm <sup>3</sup> ]	[Cu <sup>2+</sup> ] <sub>0</sub> [μmol dm <sup>-3</sup> ]	$V_0$ [cm <sup>3</sup> N <sub>2</sub> /min]
1	16	65	1.23	7.3
2	33	65	1.23	7.4
3	131	65	1.23	7.4
4	33	131	1.23	15.0
5	33	65	2.46	16.2

1. Napisz równanie reakcji, o którym mowa w zadaniu
2. Oblicz szybkości początkowe reakcji w jednostkach: mol reagującego N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/(dm<sup>3</sup>·s) dla kolejnych eksperymentów.
3. Wyznacz cząstkowe rzędy reakcji  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (zaokrąglając je do najbliższych liczb całkowitych) w równaniu kinetycznym:

$$\text{Szybkość reakcji} = k \times [\text{N}_2\text{H}_4]^x [\text{H}_2\text{O}_2]^y [\text{Cu}^{2+}]^z$$

oraz całkowity rząd reakcji  $r$ .

4. Na podstawie szybkości reakcji obliczonych w p. 2 i rzędowości otrzymanych w p. 3 oblicz stałą szybkości reakcji w równaniu kinetycznym, podając jej miano.
5. Jakie substancje oddziałują ze sobą w najwolniejszym etapie reakcji ?

6. Na podstawie przewidywań o możliwych chemicznych oddziaływaniach między reagentami zaproponuj chemiczne formy, w jakich występują substancje reagujące w tym najwolniejszym etapie.

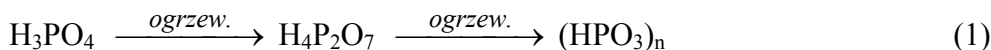
Stała gazowa:  $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ .

### Zadanie 3

#### Fosforany – zmniejszanie twardości wody

Kwas ortofosforowy może ulegać reakcjom kondensacji prowadzącym do powstania związków zawierających różną liczbę atomów fosforu. W pewnych warunkach mogą powstawać też polimery.

1. Zapisz wzory strukturalne związków fosforu uczestniczących w poniższych reakcjach:



Niektóre z tych związków, np.  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ , po rozpuszczeniu w wodzie mogą być stosowane jako detergenty w przemyśle lub jako środki zmniejszające twardość wody, stanowiące m.in. składnik proszków do prania.  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  można otrzymać: (a) w reakcji (2) lub (b) przez syntezę z odpowiednich tlenków w wysokiej temperaturze.

2. Zapisz zbilansowane równania opisujące procesy (a) i (b).

Jony  $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$  mogą kompleksować jony  $\text{Ca}^{2+}$  (jeden jon  $\text{Ca}^{2+}$  przyłącza jeden ligand), dzięki czemu powodują zmiękczenie wody.

3. Jakie minimalne stężenie  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  byłoby potrzebne dla uniknięcia wytrącania osadu  $\text{CaCO}_3$  z roztworu  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  o stężeniu  $2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/\text{dm}^3$ , gdyby wszystkie jony  $\text{HCO}_3^-$  w podwyższonej temperaturze przeszły w  $\text{CO}_3^{2-}$  (zapisz równanie reakcji)? Załóż, że jedynym źródłem jonów  $\text{HCO}_3^-$  był rozpuszczony  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

Stała trwałości kompleksu  $\text{Ca}^{2+}$  z jonem  $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ :  $\beta = 2 \cdot 10^6$

Iloczyn rozpuszczalności  $\text{CaCO}_3$ :  $K_{s0} = 4 \cdot 10^{-9}$

**Zadanie 4*****Analiza stopu***

W skład pewnego stopu (brązu) wchodzi następujące metale: miedź, cyna, cynk oraz ołów. Aby określić jego skład chemiczny, odważkę o masie 1,9870g poddano następującej analizie.

- a) Całość zmielono i potraktowano mieszaniną stężonego kwasu azotowego(V) oraz wody (1:1 wag.). Po zakończeniu procesu roztwarzania, uzyskaną mieszaninę zagotowano i ostudzono. Otrzymano **roztwór 1** oraz **osad 1**.
- b) **Osad 1**, który zawierał metal **M1**, po oddzieleniu od roztworu przemyto, wysuszono a następnie wyprażono w temperaturze 1100 °C do stałej masy. Masa osadu po prażeniu wyniosła 0,1766g.
- c) Do **roztworu 1** dodano nadmiar roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 2 mol/dm<sup>3</sup> i całość gotowano do uzyskania białych dymów SO<sub>3</sub>, po czym ostudzono, dodano wody i zagotowano. Uzyskano **osad 2** oraz **roztwór 2**.
- d) **Osad 2**, zawierający metal **M2**, oddzielono przez odwirowanie, wysuszono a następnie wyprażono w temperaturze 400 °C do stałej masy. Masa tak otrzymanego preparatu wynosiła 0,1745 g.
- e) **Roztwór 2** doprowadzono do pH=1 i nasycano siarkowodorem do całkowitego wytrącenia się osadu zawierającego metal **M3**. Uzyskano **osad 3** oraz **roztwór 3**.
- f) **Osad 3**, po dokładnym przemyciu rozpuszczono na gorąco w kwasie siarkowym(VI) o stężeniu 2-mol/dm<sup>3</sup>. Tak uzyskany roztwór doprowadzono buforem octanowym do pH=5, dodano jodku potasu w nadmiarze a wydzielony w reakcji jod odmiareczkowano za pomocą roztworu tiosiarczanu sodowego w obecności skrobi jako wskaźnika. Na zmiareczkowanie zużyto 23,70 cm<sup>3</sup> roztworu Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o stężeniu 1,0150 mol/dm<sup>3</sup>.
- g) **Roztwór 3** doprowadzono do pH=7 i ponownie nasycano siarkowodorem do pełnego wytrącenia się białego osadu zawierającego metal **M4**. Uzyskany osad przemyto, wysuszono

oraz wyprażono przy dostępie powietrza w temperaturze 1000°C. W wyniku ogrzewania uzyskano 0,2473 g białego osadu zawierającego metal M4.

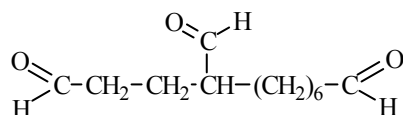
1. Napisz wszystkie równania reakcji, które wykorzystano do analizy stopu. Reakcje przebiegające w roztworze wodnym przedstaw w postaci jonowej.
2. Przypisz oznaczeniom M1, M2, M3, M4 odpowiadające im nazwy metali.
3. Oblicz skład procentowy wziętego do analizy brązu.

(UWAGA: Masy molowe zaokrąglić do drugiego miejsca po przecinku)

## Zadanie 5

### Cykliczny kwas tłuszczowy

Z indyjskiej rośliny *Caloncoba echinata* wyodrębniono olej, którego cząsteczki okazały się glicerydami cyklicznych kwasów tłuszczowych. Jeden z tych kwasów – optycznie czynny **kw**as (+)-gorlowy o wzorze sumarycznym  $C_{18}H_{30}O_2$  w wyniku ozonolizy (działanie ozonem a następnie pyłem cynkowym w środowisku kwaśnym) przechodzi w trialdehyd o wzorze:



oraz związek **A** o wzorze  $C_6H_{10}O_3$ . Związek **A** wydziela  $CO_2$  w reakcji z roztworem  $NaHCO_3$  oraz redukuje odczynnik Tollensa. W wyniku jego wyczerpującej redukcji za pomocą  $LiAlH_4$  otrzymuje się 1,6-heksanodiol.

- a) Podać budowę i nazwę związku **A**. Odpowiedź uzasadnij.
- b) Wiedząc, że w cząsteczce kwasu gorlowego występuje pierścień 5-członowy podaj budowę kwasu gorlowego. Odpowiedź uzasadnij.
- c) Wiedząc, że w podanym wyżej trialdehydzie asymetryczny atom węgla ma konfigurację (R) podaj budowę przestrzenną kwasu (+)-gorlowego

### Rozwiązania zadań teoretycznych

#### Rozwiązanie zadania 1

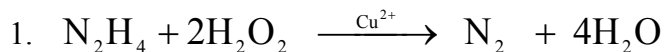
Analiza podanego schematu ciągu reakcji pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1) związek **A** to amina aromatyczna pierwszorzędowa, **B** – nityl, **C** – kwas karboksylowy, **D** – chlorek kwasu karboksylowego, **E** – amid drugorzędowy; 2) reszty węglowodorowe w związku **E** pochodzące od aminy i kwasu karboksylowego powinny być takie same.

Wyznaczamy wzór strukturalny związku **E**:  $197 - M_{(-CONH_2)} = 197 - 43 = 154$ ;  $154 : 2 = 77$ .

Wartość 77 odpowiada podstawnikowi fenyłowemu, a zatem związek **E** to benzanilid ( $C_6H_5CONHC_6H_5$ ). Konsekwentnie ustalamy: **A** -  $C_6H_5NH_2$ , **B** -  $C_6H_5C\equiv N$ , **C** -  $C_6H_5COOH$ , **D** -  $C_6H_5COCl$ .

#### Rozwiązanie zadania 2



2. Ze stechiometrii reakcji wynika, że liczba moli wydzielanego azotu jest równa liczbie moli reagującej hydrazyny. Zakładając, że wydzielający się azot spełnia równanie Clapeyrona, możemy objętości azotu przeliczyć na mole. Na przykład, w eksperymencie 1 zebrano:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101300 \text{ Pa} \times 7,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J}/(\text{mol} \times \text{K}) \times 298 \text{ K}} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ mol } N_2$$

i tyle samo moli  $N_2H_4$  uległo reakcji.

Odnosząc liczby moli przereagowanej hydrazyny do objętości roztworu  $300 \text{ cm}^3$  i do czasu 1 s, otrzymujemy następujące wartości szybkości reakcji:

Numer	$V_0$

eksperymentu	[mol N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /
--------------	--------------------------------------

1	$1,66 \times 10^{-5}$
2	$1,68 \times 10^{-5}$
3	$1,68 \times 10^{-5}$
4	$3,41 \times 10^{-5}$
5	$3,68 \times 10^{-5}$

3. Do wyznaczenia rzędów cząstkowych można wykorzystać oryginalne dane szybkości reakcji z Tabeli w treści zadania lub wyniki przeliczone na mol/(dm<sup>3</sup> s). Z eksperymentów 1-3 wynika, że szybkość reakcji praktycznie nie zależy od stężenia hydrazyny (zatem  $x=0$ ). Z porównania eksperymentów 2 i 4 wynika, że dwukrotny wzrost stężenia H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wywołuje również dwukrotny wzrost szybkości reakcji (zatem  $y = 1$ ). Porównanie eksperymentów 2 i 5 wykazuje, że dwukrotny wzrost stężenia Cu<sup>2+</sup> powoduje praktycznie dwukrotny wzrost szybkości reakcji (zatem  $z = 1$ ) i równanie kinetyczne przyjmuje postać:

$$\text{Szybkość reakcji} = k \times [\text{H}_2\text{O}_2][\text{Cu}^{2+}]$$

Całkowity rząd reakcji  $r = x + y + z = 2$ .

4. Stałe szybkości reakcji z poszczególnych eksperymentów, obliczone zgodnie z równaniem:

$$k = \frac{V_0 [\text{mol}/(\text{dm}^3 \text{ s})]}{[\text{H}_2\text{O}_2][\text{Cu}^{2+}]}$$

tworzą zbiór wartości : 207,6; 210,1; 210,1; 211,6; 230,1. Ich średnia arytmetyczna to :

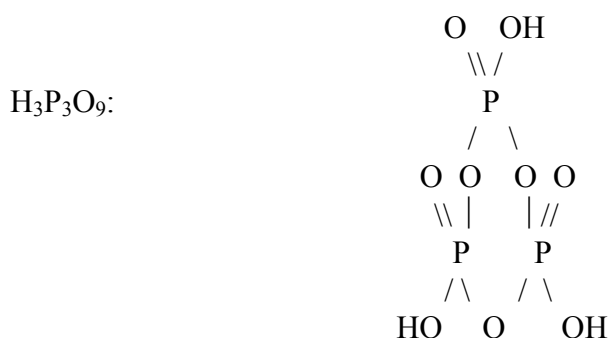
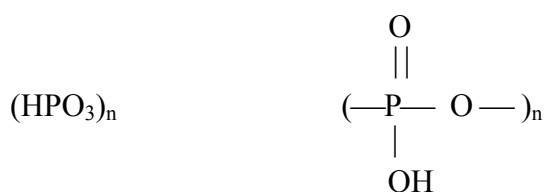
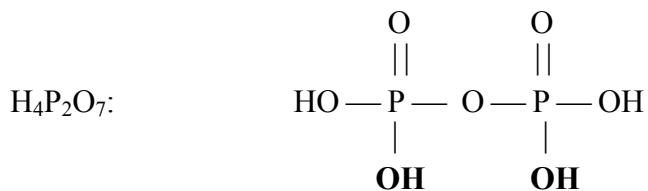
$$k \cong 214 \text{ dm}^3/(\text{mol s})$$

5. Równanie kinetyczne ujawnia reagenty, zaangażowane w najwolniejszy etap reakcji, kontrolujący przez to szybkość całej reakcji. Tak więc etap ten polega na oddziaływaniu nadtlenu wodoru z jonami Cu<sup>2+</sup>.
6. Dobrze znany jest fakt, że jony miedzi(II) tworzą kompleksy z amoniakiem, więc zapewne tworzyć je będą również z chemicznie podobną hydrazyną jako ligandem. Ze względu na znaczny

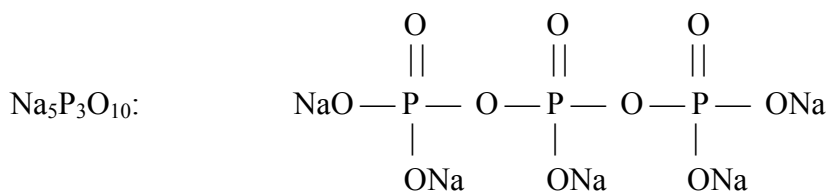
nadmiar hydrazyny w stosunku do  $\text{Cu}^{2+}$  można dalej przypuszczać, że praktycznie wszystkie jony  $\text{Cu}^{2+}$  są skompleksowane, i to we względnie szybkiej reakcji poprzedzającej proces redoks. Zatem w najwolniejszym etapie reagują ze sobą: jedna cząsteczka nadtlenu wodoru i jeden kompleksowy jon  $\text{Cu}^{2+}$  z hydrazyną. Hydrazyna rozkłada się do azotu, a uwolnione od niej jony katalityczne  $\text{Cu}^{2+}$  mogą reagować z następnymi porcjami tego substratu (w ocenie za wystarczającą należy uznać sugestię, że jony  $\text{Cu}^{2+}$  są skompleksowane przez hydrazynę i w tej postaci reagują z  $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

### Rozwiązanie zadania 3

1.

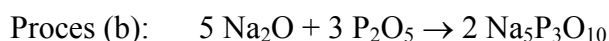




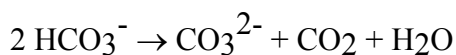


Dopuszczalne jest zapisywanie wzorów, gdzie zamiast symbolu wiązania podwójnego „||” występuje „↑”.

2.



3. Równanie reakcji rozkładu jonów  $\text{HCO}_3^-$  (w podwyższonej temperaturze):



W rezultacie ilość moli powstałych węglanów jest równa połowie ilości moli jonów  $\text{HCO}_3^-$  i zarazem równa ilości moli jonów wapnia.

Stała trwałości kompleksu,  $\beta = [\text{CaL}]/([\text{Ca}^{2+}][\text{L}])$ , gdzie:

$[\text{L}]$  jest równowagowym stężeniem wolnego ligandu wynoszącym  $x \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ ,

$x$  jest obliczanym całkowitym stężeniem  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ,  $[\text{CaL}]$  jest równowagowym stężeniem kompleksu.

Ponieważ stała trwałości kompleksu jest bardzo duża ( $\beta = 2 \cdot 10^6$ ), można przyjąć, że  $[\text{CaL}]$  jest praktycznie równe całkowitemu stężeniu  $\text{Ca(II)}$  w roztworze, wynoszącemu  $2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ .

Stężenie  $\text{Ca}^{2+}$ , dla którego zacznie wytrącać się osad  $\text{CaCO}_3$ , wynosi:

$$[\text{Ca}^{2+}] = K_{s0}/[\text{CO}_3^{2-}] = 4 \cdot 10^{-9}/2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Po podstawieniu tych danych do równania na stałą trwałości i przekształceniu otrzymamy:

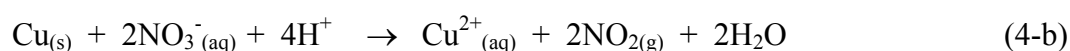
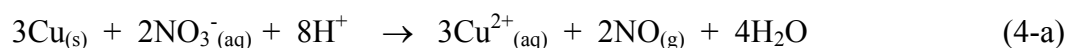
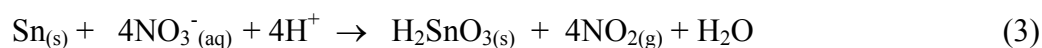
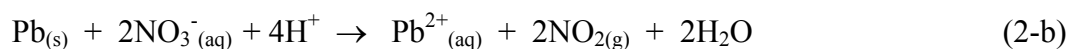
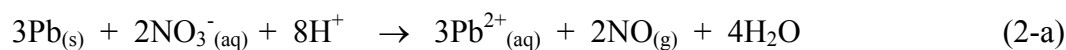
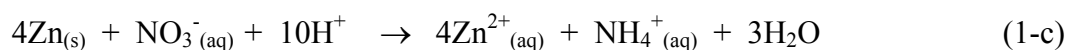
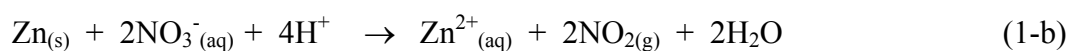
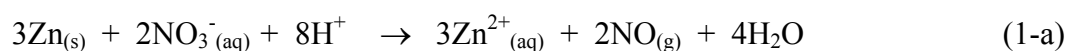
$$x = [\text{CaL}]/(\beta [\text{Ca}^{2+}]) + 2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-9}) + 2 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3.$$

**Rozwiązanie zadania 4**

1.

a) Roztworzenie metali w kwasie azotowym(V).

Wszystkie wymienione metale, poza cyną, ulegają rozтворzeniu w stężonym kwasie azotowym(V) (kwasie utleniającym) z wydzielaniem się tlenku azotu NO (lub dwutlenku NO<sub>2</sub>), a w przypadku cynku – także jonu amonowego. W przypadku cyny w trakcie procesu wytrąca się biały osad. Ogrzewanie tego osadu w temperaturze 100 °C prowadzi do uzyskania fazy będącej polimerem o stechiometrii H<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub> (SnO<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O).

b) Oznaczenie cyny jako SnO<sub>2</sub>.

Uzyskany osad H<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub> podczas ogrzewania ulega odwodnieniu i przekształca się w krystaliczny SnO<sub>2</sub>. Znając masę SnO<sub>2</sub> można obliczyć masę Sn w stopie (pkt 3a).

c) Wydzielenie ołowiu jako PbSO<sub>4</sub>.

W wyniku dodania do roztworu 1 kwasu siarkowego(VI) następuje wydzielenie osadu PbSO<sub>4</sub>. Aby zapobiec częściowemu rozpuszczaniu się PbSO<sub>4</sub> w silnie kwaśnym środowisku, roztwór jest wstępnie gotowany a następnie rozcieńczany. Znając masę wydzielonego siarczanu (zakładając jego pełne wytrącenie) można obliczyć masę Pb w stopie (pkt. 3b).



## d) Wytrącenie CuS

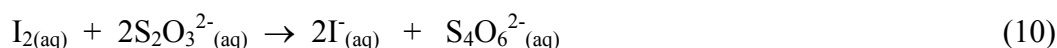
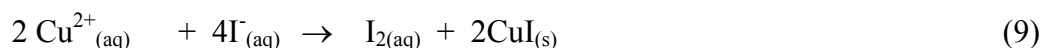
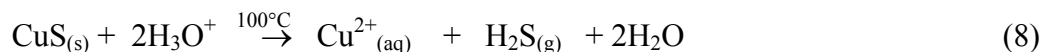
Spośród pozostałych w roztworze 2 kationów metali ( $\text{Cu}^{2+}$  oraz  $\text{Zn}^{2+}$ ) osad siarczku miedzi(II) wytrąca się już ze stosunkowo kwaśnych roztworów. W roztworze o  $\text{pH}=1$ , w wyniku działania siarkowodoru wytrąca się więc osad CuS.



## e) Roztworzenie CuS oraz jodometryczne oznaczenie miedzi(II)

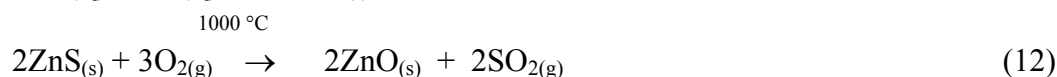
Osad CuS rozpuszcza się w kwasie siarkowym(VI). Do roztworu dodaje się nadmiar KI a uzyskany w reakcji (9) jod odmiareczkowuje mianowanym roztworem tiosiarcznanu sodowego.

Na podstawie wyników miareczkowania obliczamy zawartość miedzi w stopie (pkt 3c).



## f) Wytrącenie ZnS oraz oznaczenie cynku.

Pozostałe w roztworze jony cynkowe wytrącamy z roztworu w postaci siarczku ZnS (przy wyższym pH) a uzyskany osad prażymy przy dostępie powietrza. W wyniku reakcji (12) uzyskujemy stały tlenek cynku(II). Na podstawie masy ZnO obliczamy zawartość cynku w stopie (pkt 3d).



2. Metale: M1 - cyna Sn ; M2 - ołów Pb ; M3 - miedź Cu ; M4 - cynk Zn

3.

a) Na podstawie masy  $\text{SnO}_2$  uzyskanej po prażeniu obliczamy masę Sn:

$$m_{\text{Sn}} = \frac{M_{\text{Sn}} \cdot m_{\text{SnO}_2}}{M_{\text{SnO}_2}} = \frac{118,69 \cdot 0,1766}{150,69} = 0,1391\text{g}$$

$$\%_{\text{Sn}} = \frac{0,1391 \cdot 100}{1,9870} = 7\%$$

b) Na podstawie masy  $\text{PbSO}_4$  uzyskanej po prażeniu obliczamy masę Pb:

$$m_{\text{Pb}} = \frac{M_{\text{Pb}} \cdot m_{\text{PbSO}_4}}{M_{\text{PbSO}_4}} = \frac{207,19 \cdot 0,1745}{303,25} = 0,1192 \text{ g}$$

$$\%_{\text{Pb}} = \frac{0,1192 \cdot 100}{1,9870} = 6\%$$

c) Na podstawie objętości  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  potrzebnej do zmiareczkowania jodu obliczamy zawartość Cu(II). Z przedstawionych w punkcie 1-f) reakcji wynika, że 1 mol  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  odpowiada 1 molowi  $\text{Cu}^{2+}$ .

$$m_{\text{Cu}} = \frac{M_{\text{Cu}} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{1000} = \frac{63,54 \cdot 23,7 \cdot 1,015}{1000} = 1,5285 \text{ g}$$

$$\%_{\text{Cu}} = \frac{1,5285 \cdot 100}{1,9870} = 77 \%$$

d) Na podstawie masy  $\text{ZnO}$  uzyskanej po prażeniu obliczamy masę Zn:

$$m_{\text{Zn}} = \frac{M_{\text{Zn}} \cdot m_{\text{ZnO}}}{M_{\text{ZnO}}} = \frac{65,39 \cdot 0,2473}{81,39} = 0,1987 \text{ g}$$

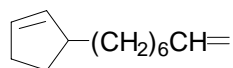
$$\%_{\text{Zn}} = \frac{0,1987 \cdot 100}{1,9870} = 10 \%$$

### **Rozwiązanie zadania 5**

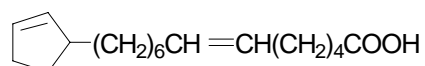
a) Związek **A** musi zawierać grupę aldehydową oraz karboksylową. Grupy te mogą znajdować się wyłącznie na końcach łańcucha. Z budowy produktu redukcji wnioskujemy, że jest to łańcuch nierozgałęziony. Zatem związek **A** ma następującą budowę:



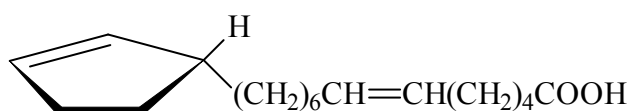
b) Dwie grupy aldehydowe w wyjściowym trialdehidzie musiały powstać w wyniku rozpadu nienasyconego pierścienia (suma liczb atomów węgla w trialdehidzie i w związku **A** jest równa liczbie atomów węgla w kwasie gorłowym). Ponieważ w cząsteczce kwasu gorłowego obecny jest pierścień pięcioczłonowy, więc z budowy trialdehidu wnioskujemy o obecności w cząsteczce tego kwasu następującego fragmentu struktury:



Obecność kwasu **A** w produktach ozonolizy świadczy o istnieniu w cząsteczce wyjściowego kwasu następującego fragmentu  $=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  (jeden z produktów ozonolizy musi zawierać grupę karboksylową obecną w kwasie gorłowym). Zatem kwas gorłowy musi mieć następującą budowę:



Z uwagi na informację o konfiguracji wyjściowego trialdehydu wnioskujemy, że asymetryczny atom węgla w kwasie (+)-gorłowym musi mieć także konfigurację (R). Zatem budowa przestrzenna tego kwasu musi być następująca:



*Autorami zadań są: zadanie 1 - Janusz Stepiński, zadanie 2 - Marek Orlik, zadanie 3 - Krzysztof Maksymiuk, zadanie 4 - Zbigniew Brylewicz, zadanie 5 - Tadeusz Mizerski*