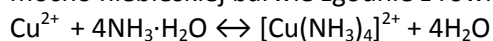


## Klasyczna analiza jakościowa. 1B. Reakcje identyfikacji – reakcje kompleksowania, reakcje utleniania-redukcji

**1. Reakcje kompleksowania** to reakcje tworzenia związków kompleksowych. Stała równowagi reakcji kompleksowania nosi nazwę stałej trwałości kompleksu, a stała reakcji odwrotnej (tzn. reakcji dysocjacji czyli rozpadu związku kompleksowego) określana jest jako stała nietrwałości kompleksu. Na przebieg reakcji kompleksowania mają wpływ obecność innych (poza ligandami kompleksu) substancji chemicznych oraz **pH** roztworu. **Związki kompleksowe (kompleksy, związki koordynacyjne)** – związki chemiczne, które w swoim składzie chemicznym zawierają jeden lub więcej atomów centralnych, otoczonych przez inne atomy lub grupy atomów zwane ligandami, przy czym przynajmniej jedno wiązanie atomu centralnego z ligandem ma charakter wiązania koordynacyjnego. Atom lub jon przyłączający (koordynujący) cząsteczki nosi nazwę jonu lub atomu centralnego. Grupy lub jony związane z nim noszą nazwę ligandów. Sumaryczną liczbę pełnych pojedynczych wiązań atomu centralnego z atomami ligandów nazywa się liczbą koordynacyjną.

### a) identyfikacja jonów $\text{Cu}^{2+}$ w roztworze kationów II grupy analitycznej

Do szklanej probówki wlać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  roztworu jonów  $\text{Cu}^{2+}$ . Następnie ostrożnie dodawać wodny roztwór amoniaku  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  w nadmiarze. Powstaje jon kompleksowy jonu  $\text{Cu}^{2+}$  o charakterystycznej, mocno niebieskiej barwie zgodnie z równaniem reakcji:



Reakcja ta jest bardzo czuła, pozwala na wykrycie jonów  $\text{Cu}^{2+}$  przy rozcieńczeniu 1 : 25 000.

### b) identyfikacja jonów $\text{Fe}^{3+}$ w roztworze kationów III grupy analitycznej

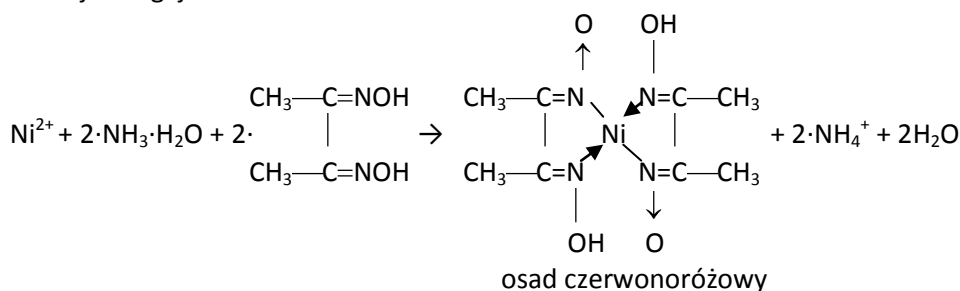
Do szklanej probówki wlać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  roztworu jonów  $\text{Fe}^{3+}$ . Sprawdzić papierkiem uniwersalnym odczyn roztworu, powinien być obojętny lub lekko kwaśny. Dodać kilka kropli rozcieńczonego roztworu KSCN. W obecności jonów  $\text{Fe}^{3+}$  roztwór powinien zabarwić się na krwistoczerwono od powstającego jonu kompleksowego  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ . Reakcja tworzenia tego kompleksu przebiega stopniowo i jest bardzo czuła:



### c) identyfikacja jonów $\text{Ni}^{2+}$ w roztworze kationów III grupy analitycznej

Do szklanej probówki wlać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  roztworu jonów  $\text{Ni}^{2+}$ . Sprawdzić papierkiem uniwersalnym odczyn roztworu, powinien być obojętny. Dodać kilka kropli rozcieńczonego roztworu  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  do odczynu lekko zasadowego. Następnie dodać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  roztworu dimetylogliksymu ( $\text{CH}_2\text{C}(\text{N} \cdot \text{OH})_2$ ) (odczynnik Czugaiewa). W obecności jonów  $\text{Ni}^{2+}$  roztwór powinien zabarwić się na czerwonoróżowy kolor lub przy wyższym stężeniu jonów  $\text{Ni}^{2+}$  wytrąci się barwny osad związku kompleksowego  $\text{Ni}^{2+}$  - dimetylogliksym, nierozpuszczalny w amoniaku, ale rozpuszczalny w kwasach mineralnych.

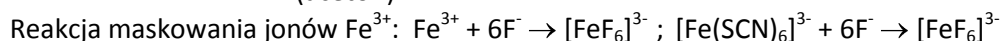
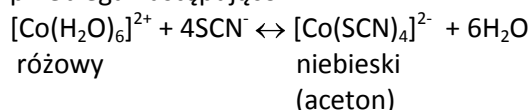
Reakcja Czugaiewa :



### d) identyfikacja jonów $\text{Co}^{2+}$ w roztworze kationów III grupy analitycznej (reakcja Vogla)

Do szklanej probówki wlać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  roztworu jonów  $\text{Co}^{2+}$ . Wsypać do probówki niewielką ilość stałej soli NaF (fluorek sodu) w celu zamaskowania ewentualnie obecnych w roztworze jonów  $\text{Fe}^{3+}$  w

trwały, bezbarwny kompleks  $[\text{FeF}_6]^{3-}$ . Wlać do probówki ok.  $0.25 \text{ cm}^3$  acetonu i następnie dodać kilka kropli rozcieńczonego roztworu KSCN. W obecności jonów  $\text{Co}^{2+}$  roztwór powinien zabarwić się na niebiesko od powstającego jonu kompleksowego  $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$ . Reakcja tworzenia tego kompleksu przebiega następująco:

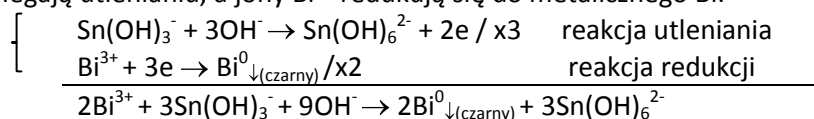


**2. Reakcje utleniania-redukcji.** Są to reakcje przebiegające z przemieszczeniem się elektronów między reagentami, co prowadzi do zmiany stopnia utlenienia pierwiastków zawartych w tych reagentach. W procesie **utleniania** elektrony są oddawane, a stopień utlenienia podwyższa się. W procesie **redukcji** elektrony są przyjmowane, a stopień utlenienia obniża się. Procesy utleniania i redukcji zachodzą równocześnie, a liczba oddanych i przyjętych elektronów musi być identyczna. Ten substrat, który redukuje drugi z substratów, sam się przy tym utleniając, to **reduktor**, natomiast ten substrat, który utlenia drugi z substratów, sam się przy tym redukując, to **utleniacz**.

**a) identyfikacja jonów  $\text{Bi}^{3+}$  w roztworze kationów II grupy analitycznej**

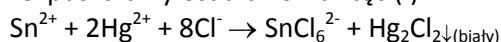
Do szklanej probówki wlać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  rozcieńczonego roztworu  $\text{SnCl}_2$ . Kroplami dodawać rozcieńczony r-r NaOH. Wytrąca się biały osad wodorotlenku cyny(II), który ze względu na swoje właściwości amfoteryczne będzie się rozpuszczał w nadmiarze NaOH:  $\text{Sn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \downarrow$   
 $\text{Sn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{OH}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_3^-$

Następnie wlewamy roztwór zawierający jony  $\text{Bi}^{3+}$ , w ich obecności pojawi się czarny osad metalicznego bizmutu. Jest to reakcja utleniania-redukcji służąca do identyfikacji jonów  $\text{Bi}^{3+}$ . Jony  $\text{Sn}^{2+}$  ulegają utlenianiu, a jony  $\text{Bi}^{3+}$  redukują się do metalicznego Bi:

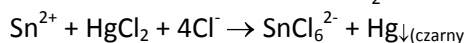


**b) identyfikacja jonów  $\text{Sn}^{2+}$  w roztworze kationów II grupy analitycznej**

Do szklanej probówki wlać ok.  $0.5 \text{ cm}^3$  nasyconego roztworu  $\text{HgCl}_2$  i ostrożnie dodawać kroplami roztwór zawierający jony  $\text{Sn}^{2+}$ . Strąca się biały osad  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  (kalomel). Jest to reakcja utleniania-redukcji: jony  $\text{Sn}^{2+}$  ulegają utlenianiu, a jony  $\text{Hg}(\text{II})$  redukują się do jonów  $\text{Hg}(\text{I})$ , tworząc trudno rozpuszczalny osad chlorku rtęci(I):

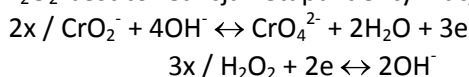


Pod działaniem nadmiaru  $\text{SnCl}_2$  może strącić się czarny osad metalicznej rtęci, zgodnie z reakcją:

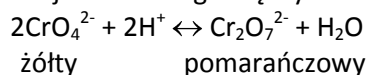


**c) dwuetapowa (I, II) identyfikacja jonów  $\text{Cr}^{3+}$  w roztworze jonów III grupy analitycznej**

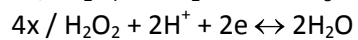
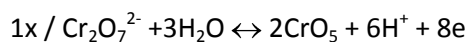
Do porcelanowej parowniczkę wlać ok.  $2 \text{ cm}^3$  roztworu jonów  $\text{Cr}^{3+}$  (niebieski), ok.  $1 \text{ cm}^3$  rozcieńczonej zasady NaOH oraz ok.  $1 \text{ cm}^3$  roztworu 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Ustawić parowniczkę na trójnogu pod wyciągiem i ogrzewać aż do pojawienia się żółtego zabarwienia roztworu (jony  $\text{CrO}_4^{2-}$ ) i odgotowania nadmiaru  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Jest to reakcja I etapu identyfikacji czyli utlenianie jonów  $\text{CrO}_2^-$  (III) do jonów  $\text{CrO}_4^{2-}$  (VI):



Po ostudzeniu roztworu w parowniczkę, przelać go do szklanej probówki. Dodajemy kilka kropli stężonego kwasu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Zachodzi reakcja równowagi między chromianem (VI) i dichromianem (VI):

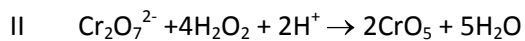


Po zmianie barwy roztworu w probówce dodajemy ok. 0.25 cm<sup>3</sup> eteru oraz kilka kropli roztworu 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Jest to II etap identyfikacji jonów Cr(III). **Uwaga: nie może być nadmiaru H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.** Warstwa eterowa zabarwia się na niebiesko od powstającego nadtlenowego związku Cr(VI):



---

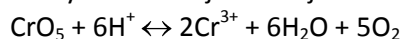
eter



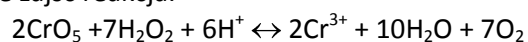
niebieska obrączka

związek nadtlenochromowy

CrO<sub>5</sub> jest nietrwały i w roztworze wodnym może zajść reakcja



stąd jest potrzebna warstwa eterowa. Również przed wykonaniem II etapu należy usunąć nadmiar H<sup>+</sup>, gdyż przy nadmiarze H<sup>+</sup> może zajść reakcja:



---

Literatura: podręczniki