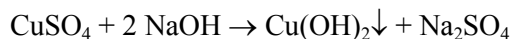


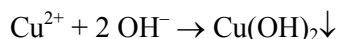
## 1 B Tlenek miedzi(I)

### Wprowadzenie

Tlenek miedzi(I) to ceglastoczerwone ciało stałe, które otrzymuje się w dwuetapowej sekwencji reakcji. Pierwszym etapem jest wytrącenie niebieskiego osadu wodorotlenku miedzi(II) w reakcji siarczanu(VI) miedzi(II) z wodorotlenkiem sodu:

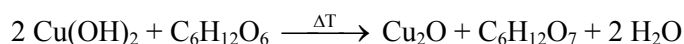


a w formie jonowej:

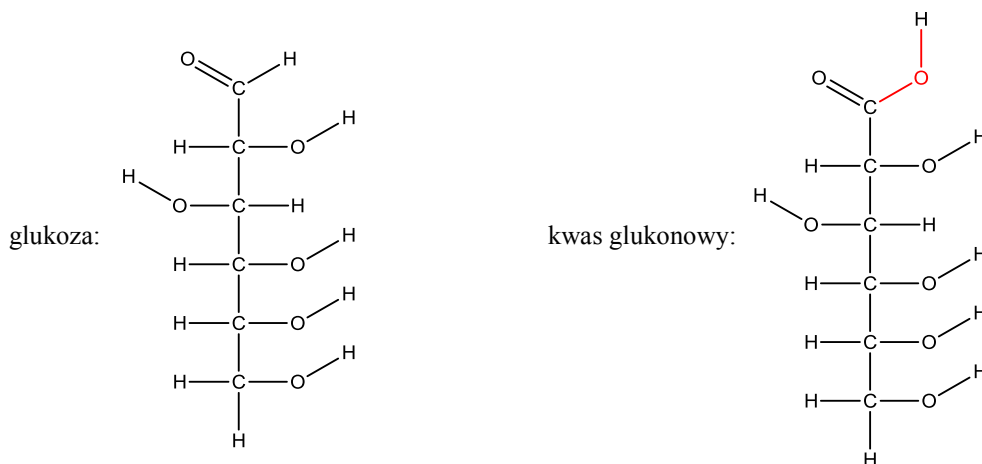


Drugi etap polega na redukcji otrzymanego wodorotlenku miedzi(II) do związku, w którym wartościowość (stopień utlenienia) miedzi wynosi +I. Związkiem tym jest tlenek miedzi(I) o wzorze  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Aby przeprowadzić przemianę wodorotlenku miedzi(II) w tlenek miedzi(I) konieczne jest użycie **reduktora**, czyli związku, który „zabierze” tlen z wodorotlenku miedzi(II)<sup>[1]</sup>, a jednocześnie obniży wartościowość (stopień utlenienia) z +II na +I.

Silne i typowe reduktory takie jak wodór, węgiel czy tlenek węgla(II) (CO) spowodowałyby redukcję wodorotlenku miedzi(II) do metalicznej miedzi (Cu), ponieważ „zabrałyby” wszystkie atomy tlenu. Reduktorem, który jest odpowiednio słaby (tzn. ma cechy reduktora, ale nie jest tak silny jak wymienione wcześniej) jest glukoza o wzorze sumarycznym  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  – jest ona w stanie przyjąć atom tlenu (ulec **utlenieniu**) i przekształcić się po ogrzaniu (oznacza się to w równaniu symbolem  $\Delta T$ ) w kwas glukonowy o wzorze  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$ . Równanie reakcji ma następującą postać:



Poniżej przedstawiono wzory strukturalne glukozy i kwasu glukonowego. Kolorem zaznaczono atom tlenu, w który wzbogaca się glukoza przekształcając się w kwas glukonowy.



<sup>[1]</sup> Zauważmy bowiem, że na jeden atom miedzi w wodorotlenku miedzi(II) przypadają dwa atomy tlenu, zaś w tlenku miedzi(I) na jeden atom miedzi przypada pół atomu tlenu.

Objawem tej reakcji jest powstanie ceglastoczerwonego osadu – tlenku miedzi(I).

Opisana metoda otrzymywania tlenku miedzi(I) znalazła zastosowanie w chemii organicznej do wykrywania obecności cukrów prostych typu glukoza, fruktoza itd. Cukry te wykazują słabe właściwości redukujące i po ogrzaniu ze związkami miedzi(II) przekształcają się w odpowiednie kwasy, jednocześnie dając czerwony osad  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Próba ta nosi nazwę **próby Trommera** i zachodzi dla cukrów takich jak: glukoza, fruktoza, ryboza, maltoza. Negatywny wynik próby daje np. sacharoza. Pewną odmianą próby Trommera, dającą często bardziej wyraźne wyniki, jest próba Fehlinga.

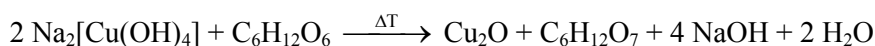
Do podobnych celów służy próba **Tollensa**, zwana niekiedy próbą lustra srebrnego. Ulegają jej te same cukry, jednak zamiast związków miedzi stosuje się związki srebra. W trakcie próby Tollensa używa się odczynnika o wzorze  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  (wodorotlenku diaminasrebra), zawierającego srebro na +I stopniu utlenienia. W obecności cukrów redukujących powstaje na ściankach naczynia osad metalicznego srebra, przypominający lustro.

Wodorotlenek diaminasrebra (czyli odczynnik Tollensa) jest przykładem **związku kompleksowego**, czyli takiego połączenia, w którym jeden z atomów pełni funkcję **atomu (jonu) centralnego** (w tym przypadku jest to jon srebra), do którego przyłączone są jony lub cząsteczki **ligandów** (w tym przypadku są to cząsteczki amoniaku,  $\text{NH}_3$ ).

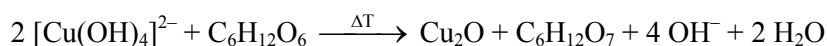
W ćwiczeniu tym tworzy się związek kompleksowy miedzi. W trakcie wytrącania osadu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  stosuje się nadmiar wodorotlenku sodu ( $\text{NaOH}$ ) na tyle duży, że zachodzi reakcja, w której powstaje tetrahydroksomiedzian(II) sodu:



Widocznym objawem tej reakcji jest roztwarzanie powstającego początkowo osadu wodorotlenku miedzi(II) i powstanie niebieskiego roztworu, który swą barwę zawdzięcza obecności jonów  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ . W rzeczywistości substratem w przeprowadzanej przez nas reakcji Trommera jest właśnie ów kompleks:



a w formie jonowej:



Powstający związek zawiera anion kompleksowy, w którym miedź pełni rolę jonu centralnego, zaś połączone z nią jony  $\text{OH}^-$  są ligandami.

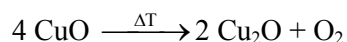
Tlenek miedzi(I) występuje w przyrodzie jako minerał o nazwie **kupryt**. Nazwa tego minerału jest związana z jego składem – łacińska nazwa miedzi to *cuprum*. Kupryt to minerał rzadki, występuje

m.in. w południowej Afryce (Namibia), południowej Ameryce (Boliwia, Chile), USA, Rosji oraz Australii, a w Polsce m.in. w okolicach Kielc i na Dolnym Śląsku (wraz z innymi rudami miedzi).

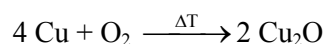


Kupryt (kryształ z rejonów Namibii)

Tlenek miedzi(I) powstaje w reakcjach głównie jako produkt redukcji związków miedzi(II). Przykładowo długotrwałe ogrzewanie tlenku miedzi(II) (CuO) w wysokich temperaturach (powyżej 1000°C) prowadzi do utworzenia Cu<sub>2</sub>O:



Można go jednak otrzymać także wskutek ogrzewania metalicznej miedzi przy ograniczonym dostępie tlenu:



Przy większym dostępie tlenu miedź utlenia się do czarnego tlenku miedzi(II), CuO.

### Literatura

1. A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, wyd. PWN, Warszawa 2002, tom I (rozdz. 15.1 – 15.2).

### Zagadnienia do opracowania przed przystąpieniem do ćwiczenia

1. Napisz równania reakcji zachodzących w trakcie syntezy Cu<sub>2</sub>O w formie:
  - a. cząsteczkowej,
  - b. jonowej.
2. Jaką rolę w tej syntezie pełni glukoza?
3. Narysuj wzory strukturalne glukozy i kwasu glukonowego.
4. Wymień inne metody syntezy Cu<sub>2</sub>O.
5. Podaj barwy związków: CuO, Cu<sub>2</sub>O, Cu(OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>[Cu(OH)<sub>4</sub>].
6. Na czym polegają próby Tollensa i Trommera i jakie jest ich zastosowanie w chemii organicznej?
7. Wyjaśnij pojęcia: związek kompleksowy, atom (jon) centralny, ligand, liczba koordynacyjna.
8. Jaką nazwę nosi minerał o wzorze Cu<sub>2</sub>O? Gdzie występują jego złoża?

**Obliczenia do wykonania przed przystąpieniem do ćwiczenia**

- Zadanie 1.** Oblicz masę wodorotlenku sodu (NaOH) potrzebną do sporządzenia 50 cm<sup>3</sup> roztworu o stężeniu 6 mol/dm<sup>3</sup>.
- Zadanie 2.** Oblicz, jaka objętość roztworu NaOH o stężeniu 6 mol/dm<sup>3</sup> jest potrzebna do reakcji z 5 g pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O). Objętość oblicz z 2,5-krotnym nadmiarem.
- Zadanie 3.** Oblicz teoretyczną masę tlenku miedzi(I), który powstanie w wyniku reakcji glukozy z wodorotlenkiem miedzi(II), utworzonym w reakcji 5 g pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) z nadmiarem wodorotlenku sodu.

**Wykonanie**

Odważyć 5 g pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), przenieść do zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup> i rozpuścić w 20 – 25 cm<sup>3</sup> wody destylowanej.

Przygotować 50 cm<sup>3</sup> roztworu wodorotlenku sodu (NaOH) o stężeniu 6 mol/dm<sup>3</sup> (patrz: **zadanie 1.**). Do otrzymanego roztworu CuSO<sub>4</sub> dodać obliczoną objętość roztworu NaOH (patrz: **zadanie 2.**) i mieszać za pomocą bagietki tak długo, aż powstały na początku osad roztworzy się.

Odważyć na wadze 10 g glukozy, odważkę przenieść do zlewki z roztworem CuSO<sub>4</sub>, wymieszać i ogrzewać w płomieniu palnika do otrzymania czerwonego osadu. W momencie powstania czerwonego osadu zawartość zlewki szybko przelać do uprzednio przygotowanej zlewki o pojemności 600 cm<sup>3</sup> zawierającej 250 cm<sup>3</sup> zimnej wody destylowanej.

Osad odsączyć, przemyć na sączku etanolem i pozostawić do wysuszenia.

Suchy osad przenieść z sączka na zważone szkiełko zegarkowe lub szalkę Petriego i zważyć. Obliczyć wydajność syntezy w oparciu o wynik obliczeń z **zadania 3.** Otrzymany związek umieścić w opisanym pudełku (jak na poniższym rysunku) i oddać razem z raportem.

Imię i nazwisko		Data	
<b>Tlenek miedzi(I)</b>		<b>m = ..... g</b>	

**Utylizacja odpadów**

1. Niezużyty roztwór NaOH należy bardzo silnie rozcieńczyć wodą (bieżącą) i dopiero po rozcieńczeniu można wylać do kanalizacji, spłukując wodą z kranu.
2. Przesącz po przesączeniu  $\text{Cu}_2\text{O}$  umieścić w pojemniku S.