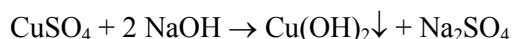
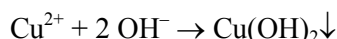


## Wprowadzenie

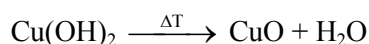
Tlenek miedzi(II) to czarne ciało stałe, które otrzymuje się w dwuetapowej sekwencji reakcji. W pierwszym etapie wytrąca się niebieski osad wodorotlenku miedzi(II). Zachodzi reakcja:



a w formie jonowej:



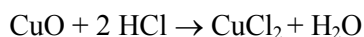
W drugim etapie stosujemy metodę otrzymywania tlenków na drodze rozkładu termicznego wodorotlenków. Reakcji rozkładu ulega otrzymany wcześniej wodorotlenek miedzi(II):



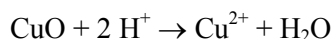
gdzie symbol  $\Delta T$  oznacza ogrzewanie. Powyższa reakcja nosi nazwę **odwodnienia (dehydratacji)**, ponieważ polega na usunięciu cząsteczki  $\text{H}_2\text{O}$  z substratu i jednym z produktów reakcji jest woda.

Zarówno tlenek miedzi(II), jak i powstający jako produkt pierwszego etapu syntezy wodorotlenek miedzi(II), wykazują **właściwości amfoteryczne**, tzn. ulegają reakcji z mocnymi kwasami (w których zachowują się jak związki zasadowe) oraz zasadami (w których zachowują się jak związki kwasowe). Podobne właściwości mają np. tlenek glinu ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), tlenek chromu(III) ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), tlenek cynku ( $\text{ZnO}$ ) czy tlenek berylu ( $\text{BeO}$ ).

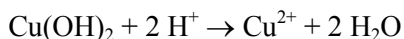
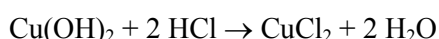
Tlenek miedzi(II) roztwarza się np. w kwasie solnym, ponieważ zachodzi reakcja:



a w formie jonowej:



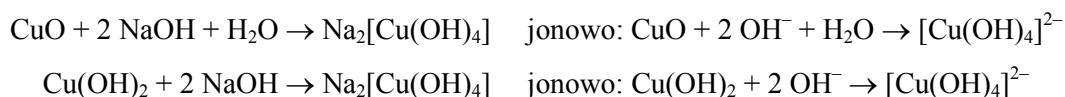
Podobnie zachowuje się wodorotlenek miedzi(II):



Widocznymi objawami powyższych reakcji jest roztworzenie osadu i powstanie roztworu o niebieskim zabarwieniu, charakterystycznym dla jonów miedzi(II) ( $\text{Cu}^{2+}$ ) w wodzie<sup>[1]</sup>. Reakcje te świadczą o tym, że związki miedzi(II) mogą zachowywać się jak zasady.

Z kolei o fakcie, że związki miedzi(II) mogą ulegać reakcjom typowym dla kwasów, świadczą przemiany zachodzące po dodaniu roztworu wodorotlenku sodu do tlenku miedzi(II) lub do wodorotlenku miedzi(II). Ponownie obserwuje się roztworzenie ciał stałych i powstanie niebiesko zabarwionego roztworu. Zachodzą reakcje, w których powstaje **związek kompleksowy**:

<sup>[1]</sup> W rzeczywistości tworzą się akwajony miedzi(II), tzw. kation heksahydroksomiedzi(II) o wzorze  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ . Niebieskie zabarwienie roztworu pochodzi właśnie od tego jonu.

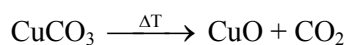


Powstający związek nazywa się tetrahydroksomiedzianem(II) sodu i zbudowany jest z anionu utworzonego przez jon miedzi(II), do którego przyłączone są cztery aniony wodorotlenkowe ( $\text{OH}^-$ ). Stosując pojęcia charakterystyczne dla związków kompleksowych można stwierdzić, że jon miedzi stanowi **jon centralny** kompleksu, zaś jony wodorotlenkowe są **ligandami**.

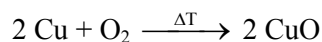
Właściwości zasadowe związków miedzi(II) dominują jednak nad właściwościami kwasowymi. Innymi słowy tlenek miedzi(II) oraz wodorotlenek miedzi(II) są związkami amfoterycznymi z przewagą charakteru zasadowego – łatwiej ulegają reakcjom typowym dla zasad niż reakcjom typowym dla kwasów. Przykładowo tlenek miedzi(II) trudno roztwarza się w roztworze NaOH i powstaje niewielka ilość tetrahydroksomiedzianu(II) sodu, a łatwo roztwarza się w roztworze HCl i niemal całkowicie przekształca się w chlorek miedzi(II).

Ze względu na to, że w syntezie wykorzystamy nadmiar wodorotlenku sodu w stosunku do siarczynu(VI) miedzi(II), niewielka ilość powstającego wodorotlenku miedzi(II) ulegnie rozтворzeniu.

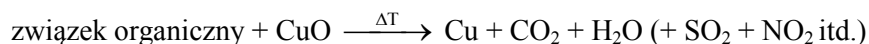
Tlenek miedzi(II) można otrzymywać również innymi metodami, np. wskutek rozkładu termicznego węglanu miedzi(II):



lub wprost przez ogrzewanie metalicznej miedzi w powietrzu w temperaturze, w której miedź żarzy się na czerwono (jak rozgrzane metale):



Tlenek miedzi(II) jest związkiem łatwo ulegającym redukcji (tj. odłączeniu atomu tlenu). Ogrzewanie mieszaniny CuO z substancjami organicznymi (związkami węgla, wodoru i często także innych pierwiastków) prowadzi do utlenienia zawartego w nich węgla (powstaje tlenek węgla(IV),  $\text{CO}_2$ ) oraz wodoru (powstaje woda). Równocześnie tlenek miedzi(II) redukuje się do wolnej, metalicznej miedzi (Cu):



Reakcja ta znajduje zastosowanie w **analizie elementarnej** związków organicznych, której celem jest ustalenie rodzaju i ilości poszczególnych atomów wchodzących w skład związku organicznego.

## 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. Zapisz równania reakcji zachodzących w trakcie wykonywania syntezy CuO w formie:
  - a. cząsteczkowej,
  - b. jonowej.
2. Wymień inne metody syntezy tlenku miedzi(II).
3. Podaj barwy następujących substancji: Cu, CuO, Cu(OH)<sub>2</sub>.
4. Wyjaśnij pojęcie: amfoteryczność. Podaj przykłady związków amfoterycznych.
5. Zaprojektuj doświadczenie, które wykazałoby amfoteryczny charakter tlenku miedzi(II). W tym celu:
  - a. sporządź listę potrzebnych odczynników i sprzętu,
  - b. przedstaw sposób wykonania i sporządź schematyczny rysunek,
  - c. opisz przewidywane obserwacje,
  - d. zapisz równania zachodzących reakcji (w formie cząsteczkowej i jonowej),
  - e. sformułuj wnioski.
6. Zdefiniuj pojęcia: związek kompleksowy, atom (jon) centralny, ligand, liczba koordynacyjna.
7. Czy niemetale mogą tworzyć związki kompleksowe, w których będą pełnić rolę atomu centralnego? Uzasadnij odpowiedź.

**Obliczenia do wykonania przed przystąpieniem do ćwiczenia**

**Zadanie 1.** Oblicz masę stałego wodorotlenku sodu (NaOH) potrzebną do sporządzenia 100 cm<sup>3</sup> roztworu o stężeniu 1 mol/dm<sup>3</sup>.

**Zadanie 2.** Oblicz teoretyczną masę tlenku miedzi(II), który powstanie w wyniku rozkładu termicznego wodorotlenku miedzi(II) otrzymanego w reakcji 10 g pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) z nadmiarem wodorotlenku sodu.

**Wykonanie**

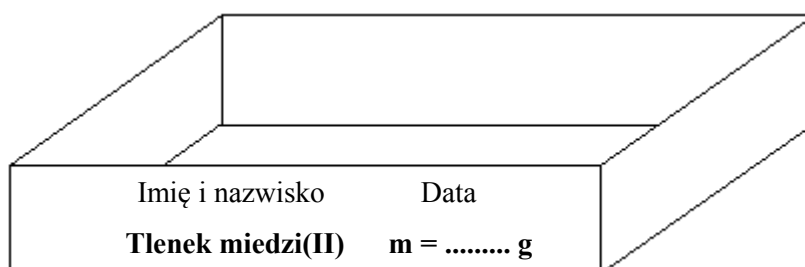
Odważyć na wadze 10 g pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), odważkę przenieść do zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup> i rozpuścić w 50 cm<sup>3</sup> wody. Otrzymany roztwór przesączyć i ogrzać.

Sporządzić 100 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH w wodzie o stężeniu 1 mol/dm<sup>3</sup> (**zadanie 1.**). Roztwór przenieść do zlewki i ogrzać. Następnie wlać gorący roztwór CuSO<sub>4</sub> do ogrzanego roztworu NaOH i całość ogrzać prawie do wrzenia. Zlewkę pozostawić aż wytrącony osad opadnie na jej dno. Ostrożnie zdekantować roztwór z nad osadu, przepłukać osad 3 – 4 porcjami wody po 30 cm<sup>3</sup>.

W celu sprawdzenia dokładności przemycia niewielką ilość ostatniej porcji wody po płukaniu osadu zlać do probówki i dodać nieco roztworu  $\text{BaCl}_2$  (roztwór ten należy przygotować przez rozpuszczenie szczypty  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  w około  $3 \text{ cm}^3$  wody). Jeżeli powstanie biały osad siarczanu(VI) baru ( $\text{BaSO}_4$ ), to świadczy to o obecności jonów  $\text{SO}_4^{2-}$  i przemycanie należy kontynuować.

Po odmyciu jonów siarczanowych(VI) ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) osad przesączyć, przemycić 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 2**. Otrzymany związek umieścić w opisanym pudełku (jak na poniższym rysunku) i oddać razem z raportem.



### Badanie właściwości amfoterycznych tlenku miedzi(II)

Po konsultacji z prowadzącym, wykonać doświadczenie zgodnie z projektem przedstawionym w **zadaniu 5**. w części „Zagadnienia do opracowania przed przystąpieniem do ćwiczenia”.

### Utylizacja odpadów

1. Zdekantowany ze zlewki roztwór z osadu tlenku miedzi(II) można wylać do kanalizacji i rozcieńczyć dużą ilością bieżącej wody.
2. Osady  $\text{BaSO}_4$  po sprawdzaniu obecności jonów  $\text{SO}_4^{2-}$  w wodzie przemycanej (wraz z resztką roztworu) umieścić w pojemniku S.
3. Przesącz po przesączeniu tlenku miedzi(II) można wylać do kanalizacji i rozcieńczyć dużą ilością bieżącej wody.