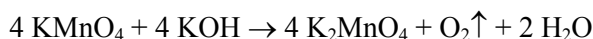


## Wprowadzenie

Manganian(VI) potasu ( $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ) jest ciemnozieloną solą wodorotlenku potasu (KOH) i hipotetycznego kwasu manganowego(VI) ( $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ). Związek ten powstaje w wyniku potraktowania manganianu(VII) potasu stężonym roztworem wodorotlenku potasu (KOH). Zachodzi wówczas reakcja:



a w formie jonowej:



Bardzo istotne w tej syntezie jest utrzymywanie silnie zasadowego odczynu środowiska. Jest to ważne z dwóch powodów: manganian(VI) potasu w środowiskach kwasowym, obojętnym oraz zbyt słabo zasadowym ulega reakcji **dysproporcjonowania**, w której powstają związki o wartościowości (stopniu utlenienia) niższej i wyższej niż VI, mianowicie IV oraz VII. Tworzą się bowiem tlenek manganu(IV) i ponownie manganian(VII) potasu:



a w formie jonowej:



Efektom reakcji **dysproporcjonowania** manganianu(VI) potasu jest pojawienie się fioletowego zabarwienia roztworu (pochodzącego od jonów manganianowych(VII),  $\text{MnO}_4^-$ ) i brunatnego osadu tlenku manganu(IV) ( $\text{MnO}_2$ ). Manganian(VI) potasu jest natomiast trwały w środowisku silnie zasadowym, które uniemożliwia zajście dysproporcjonowania.

Drugim powodem silnej alkalizacji środowiska jest znaczne zmniejszenie rozpuszczalności manganianu(VI) potasu właśnie w środowisku zasadowym. Dzięki temu możliwe jest otrzymanie produktu na drodze **krystalizacji**, czyli powolnego wytrącania osadu wraz z oziębianiem roztworu.

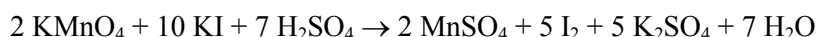
Substratem do niniejszej syntezy jest manganian(VII) potasu ( $\text{KMnO}_4$ ) – bardzo popularny silny utleniacz, występujący w formie ciemnofioletowych, połyskujących kryształków. Znajduje on zastosowanie w syntezie różnych połączeń (np. kwasów karboksylowych z alkoholi pierwszorzędowych).

Reakcje utleniania związków za pomocą manganianu(VII) potasu prowadzi się najczęściej w środowisku kwasowym. W obecności jonów  $\text{H}^+$  manganian(VII) potasu wykazuje najsilniejsze właściwości utleniające, co pozwala efektywnie otrzymywać wiele związków. Przykładowo po dodaniu roztworu manganianu(VII) potasu ( $\text{KMnO}_4$ ) do zakwaszonego kwasem siarkowym(VI) roztworu jodku potasu (KI) tworzy się jod ( $\text{I}_2$ ) jako produkt utlenienia jodku potasu. Z kolei dodanie

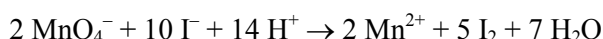
manganianu(VII) potasu do roztworu azotanu(III) potasu ( $\text{KNO}_2$ ) spowoduje powstanie azotanu(V) potasu ( $\text{KNO}_3$ ).

W środowisku kwasowym manganian(VII) potasu redukuje się do **solii manganu(II)**, w omawianym przypadku będzie to siarczan(VI) manganu(II). Sole manganu(II) będą więc zawsze obecne w produktach reakcji utleniania-redukcji prowadzonej w środowisku kwasowym. Związki te w roztworach są bezbarwne lub blad różowe, więc widocznym efektem będzie odbarwienie roztworu.

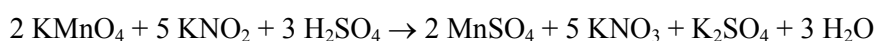
Równanie zachodzącej reakcji w przypadku utleniania jodku potasu (KI) ma postać:



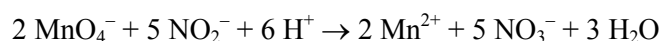
a w formie jonowej:



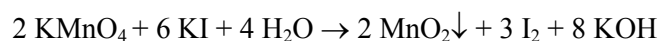
Z kolei utlenianie azotanu(III) potasu ( $\text{KNO}_2$ ) będzie zgodne z zapisem:



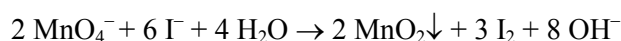
a w formie jonowej:



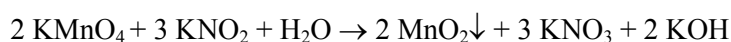
Reakcje utleniania za pomocą manganianu(VII) potasu w środowisku zbliżonym do obojętnego (tj. słabo kwasowym, obojętnym i słabo zasadowym) są trudniejsze i przebiegają wolniej. W tych warunkach produktem redukcji manganianu(VII) potasu jest brunatny tlenek manganu(IV). Równania reakcji mają postać:



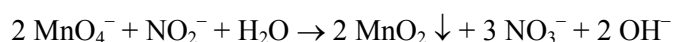
a w formie jonowej:



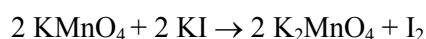
zaś w przypadku utleniania azotanu(III) potasu:



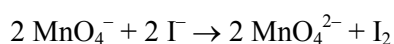
a w formie jonowej:



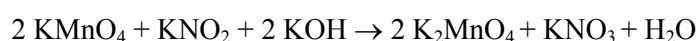
Jeszcze trudniej przebiegają reakcje w środowisku zasadowym, w którym produktem redukcji manganianu(VII) potasu jest związek otrzymywany w tym ćwiczeniu – zielony manganian(VI) potasu. Równanie reakcji utleniania jodku potasu ma postać:



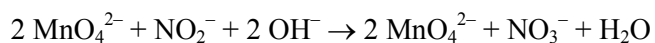
a w formie jonowej:



zaś równanie reakcji utleniania azotanu(III) potasu ma postać:



a w formie jonowej:

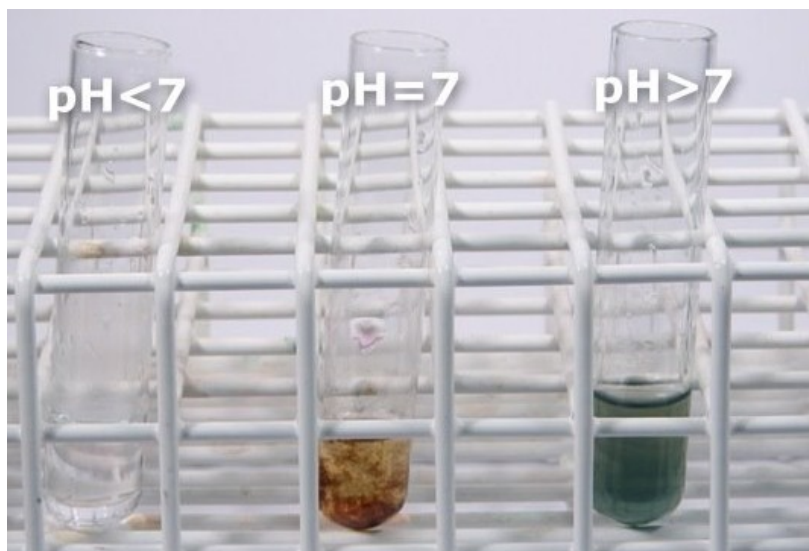


Reakcja, według której przebiega synteza manganianu(VI) potasu jest dość nietypowa, ponieważ utlenieniu zostaje poddany wodorotlenek potasu (KOH). Produktem utlenienia jest gazowy tlen ( $\text{O}_2$ ), zaś manganian(VII) potasu redukuje się do manganianu(VI) potasu, gdyż środowisko reakcji jest silnie zasadowe.

Zestawienie reakcji manganianu(VII) potasu zawiera poniższa tabela.

środowisko reakcji	produkt redukcji $\text{KMnO}_4$	barwa i postać produktu
kwasowe	sól manganu(II) (np. $\text{MnCl}_2$ , $\text{MnSO}_4$ )	bezbarny lub prawie bezbarwny roztwór
obojętne	tlenek manganu(IV) ( $\text{MnO}_2$ )	brunatny osad
zasadowe	manganian(VI) potasu ( $\text{K}_2\text{MnO}_4$ )	zielony roztwór

Na poniższym zdjęciu przedstawiono produkty reakcji redukcji manganianu(VII) potasu w różnych środowiskach. W kolejności od lewej do prawej są to: roztwór siarczynu(VI) manganu(II) (środowisko kwasowe, pH poniżej 7), osad tlenku manganu(IV) (środowisko obojętne, pH około 7), roztwór manganianu(VI) potasu (środowisko zasadowe, pH powyżej 7).



Manganian(VI) potasu można otrzymać w laboratorium także inną metodą. Ogrzewanie manganianu(VII) potasu do temperatury powyżej  $200^\circ\text{C}$  prowadzi do powstania mieszaniny manganianu(VI) potasu i tlenku manganu(IV). Dodatkowo wydziela się gazowy tlen ( $\text{O}_2$ ), stąd reakcję tę wykorzystuje się jako laboratoryjną metodą otrzymywania tlenu:



gdzie symbol  $\Delta T$  oznacza ogrzewanie substratów.

### Literatura

1. A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, wyd. PWN, Warszawa 2002, tom II (rozdz. 32.7.).

### Zagadnienia do opracowania przed przystąpieniem do ćwiczenia

1. Zapisz równanie reakcji syntezy manganianu(VI) potasu stosowanej w tym ćwiczeniu w formie:
  - a. cząsteczkowej,
  - b. jonowej.
2. Wyjaśnij, dlaczego w stosowanej metodzie syntezy konieczne jest stosowanie roztworów silnie alkalicznych (zasadowych), co uzyskuje się przez zastosowanie dużego nadmiaru wodorotlenku potasu.
3. W jaki inny sposób można otrzymać manganian(VI) potasu?
4. Zdefiniuj pojęcia: reakcja dysproporcjonowania, synteza metodą krystalizacji.
5. Podaj barwy następujących związków:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{MnSO}_4$ .
6. Zapisz w formie jonowej i cząsteczkowej równania reakcji:
  - a. manganianu(VII) potasu z jodkiem potasu w środowisku kwasowym,
  - b. manganianu(VII) potasu z azotanem(III) potasu w środowisku zasadowym,
  - c. manganianu(VII) potasu z siarczanem(IV) potasu ( $\text{K}_2\text{SO}_3$ ) w środowisku obojętnym (produktem reakcji utleniania siarczynu(IV) potasu jest siarczan(VI) potasu,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ).
7. W jaki sposób można otrzymać tlen w laboratorium chemicznym?
8. Zaplanuj doświadczenie, w którym wykażesz wpływ odczynu środowiska na przebieg redukcji manganianu(VII) potasu. W tym celu:
  - a. sporządź listę potrzebnych odczynników i sprzętu,
  - b. opisz wykonywane czynności oraz wykonaj schematyczny rysunek,
  - c. opisz przewidywane obserwacje,
  - d. zapisz w formie cząsteczkowej i jonowej równania zachodzących reakcji,
  - e. sformułuj wnioski.

### Obliczenia do wykonania przed przystąpieniem do ćwiczenia

- Zadanie 1.** Oblicz masę manganianu(VII) potasu ( $\text{KMnO}_4$ ) potrzebną do otrzymania 1,25 g manganianu(VI) potasu w reakcji z wodorotlenkiem potasu (KOH). Załóż wydajność reakcji równą 100%.

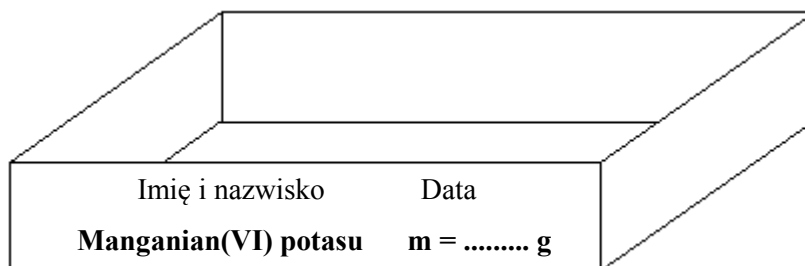
### Wykonanie

Odważyć na wadze 3 g wodorotlenku potasu (KOH), odważkę przenieść do zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup> i rozpuścić w 5 cm<sup>3</sup> wody, a następnie dodać do otrzymanego roztworu obliczoną w **zadaniu 1.** masę rozdrobnionego manganianu(VII) potasu (KMnO<sub>4</sub>). Nie rozdrabniać KMnO<sub>4</sub> w moździerz! Jeśli kryształki są zbyt duże, można je delikatnie rozgnieść bagietką.

Zaznaczyć poziom roztworu za pomocą kreski na zewnątrz zlewki. Otrzymaną mieszaninę ogrzać i utrzymywać w stanie łagodnego wrzenia aż do otrzymania czysto zielonego roztworu. Następnie dodać wody w ilości koniecznej do wyrównania ubytku powstałego na skutek parowania i po powolnym ochłodzeniu do temperatury pokojowej umieścić zlewkę w zimnej wodzie.

Wytrącone ciemnozielone kryształy o purpurowym połysku odsączyć, przemyć na sączku roztworem KOH o stężeniu 1 mol/dm<sup>3</sup> (roztwór przygotowuje się rozpuszczając 0,3 g wodorotlenku potasu w 5 cm<sup>3</sup> wody) i pozostawić do wysuszenia.

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



### Wpływ odczynu środowiska na przebieg redukcji manganianu(VII) potasu

Po konsultacji z prowadzącym, wykonać doświadczenie zgodnie z projektem przedstawionym w **zadaniu 8.** w części „Zagadnienia do opracowania przed przystąpieniem do ćwiczenia”.

### Utylizacja odpadów

1. Przesącz po przesączeniu osadu manganianu(VI) potasu umieścić w pojemniku S.
2. Roztwory po wykonaniu zaprojektowanego doświadczenia umieścić w pojemniku S.