



Co dzieje się z hydratami pod wpływem ogrzewania

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co dzieje się z hydratami pod wpływem ogrzewania

Podczas ogrzewania hydratów dochodzi do zmiany ich właściwości fizykochemicznych.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

W wyniku ogrzewania substancji podnosi się jej temperatura. W przypadku lodu obserwujemy jego topienie, czyli przechodzenie ze stanu stałego w stan ciekły. Ogrzewanie bardzo często wykorzystujemy w kuchni. Na przykład, aby otrzymać sos pomidorowy, umieszczamy w garnku całe pomidory i zagotowujemy. Po pewnym czasie obserwujemy, jak mięknią i puszczają sok. Do deserów lubimy dodawać karmel. Aby go otrzymać, należy w garnku podgrzewać kryształki cukru do momentu zmiany konsystencji oraz barwy z białej na bursztynową. Czy wiesz, co się stanie, jeśli zamiast cukru ogrzewalibyśmy hydrat?

Twoje cele

- Rozpoznaś wzór hydratu i soli bezwodnej.
- Wyjaśnisz, co się dzieje z hydratami pod wpływem ogrzewania.
- Zaplanujesz doświadczenie, które pokaże zachowanie hydratu podczas ogrzewania.

Przeczytaj

Ogrzewanie hydratów

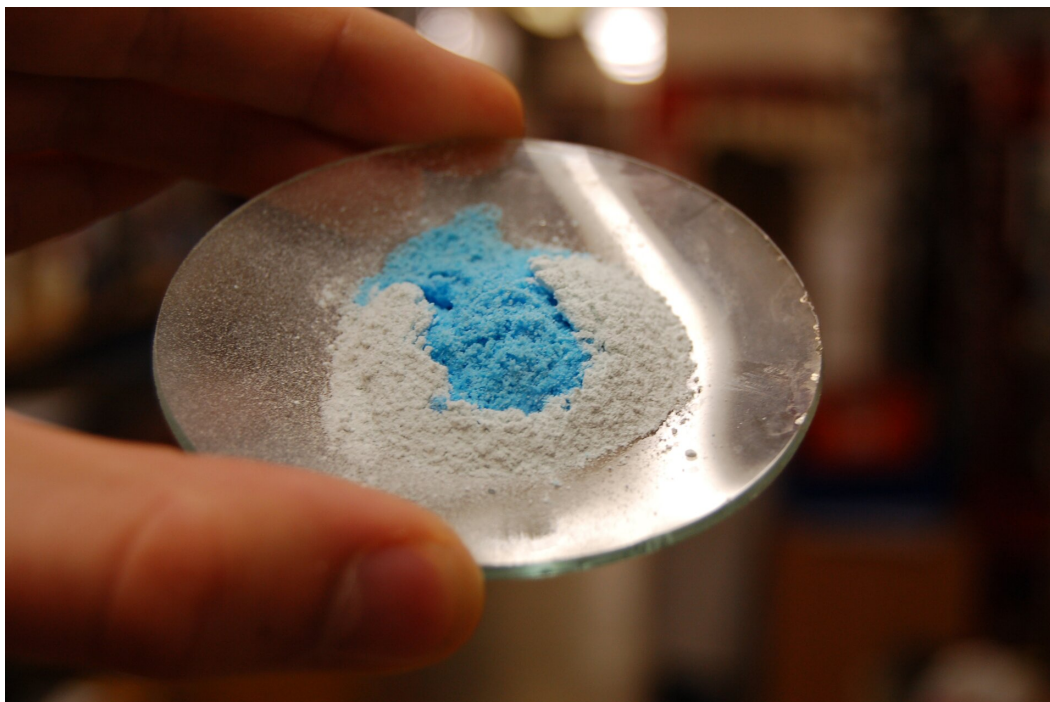
Hydraty to sole zawierające w sieci krystalicznej cząsteczki wody, tzw. wodę krystalizacyjną. W wyniku ogrzewania tracą ją, tym samym przechodząc w mniej uwodnione hydraty, czego przejawem jest zmiana barwy ogrzewanej soli. Po przekroczeniu odpowiedniej temperatury powstają sole bezwodne, których barwa różni się od barwy hydratów.

Dodatkowo, podczas ogrzewania hydratów uwolnione cząsteczki wody obserwuje się jako krople cieczy na ściankach ogrzewanego naczynia, np. probówki. Jeżeli zważymy hydrat przed ogrzaniem oraz substancję po ogrzaniu, to zaobserwujemy, że masy tych dwóch są inne. Ich masa różni się o masę uwolnionej wody z sieci krystalicznej hydratu.

Przykłady zachowania hydratów podczas ogrzewania

Pięciowodny siarczan(VI) miedzi(II)

Zmiany podczas ogrzewania hydratu są bardzo dobrze widoczne w przypadku ogrzewania pięciowodnego siarczanu(VI) miedzi(II) (nazwa systematyczna: siarczan(VI) miedzi(II) - woda (1/5)) $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

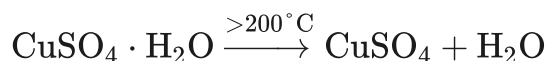


Próbka siarczanu(VI) miedzi(II) – woda (1/5). Białe kryształy soli bezwodnej, po dodaniu kropli wody zmieniają barwę na kolor niebieski (stają się hydratem).

Źródło: dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org, domena publiczna.

W wyniku łagodnego ogrzewania pięciowodnego siarczanu(VI) miedzi(II) $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ powstaje trzywodny siarczan(VI) miedzi(II) (siarczan(VI) miedzi(II) – woda (1/3)) $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$. W wyniku dalszego ogrzewania, oderwane zostają kolejne dwie cząsteczki wody i powstaje monohydrat $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) miedzi(II) – woda (1/1)).

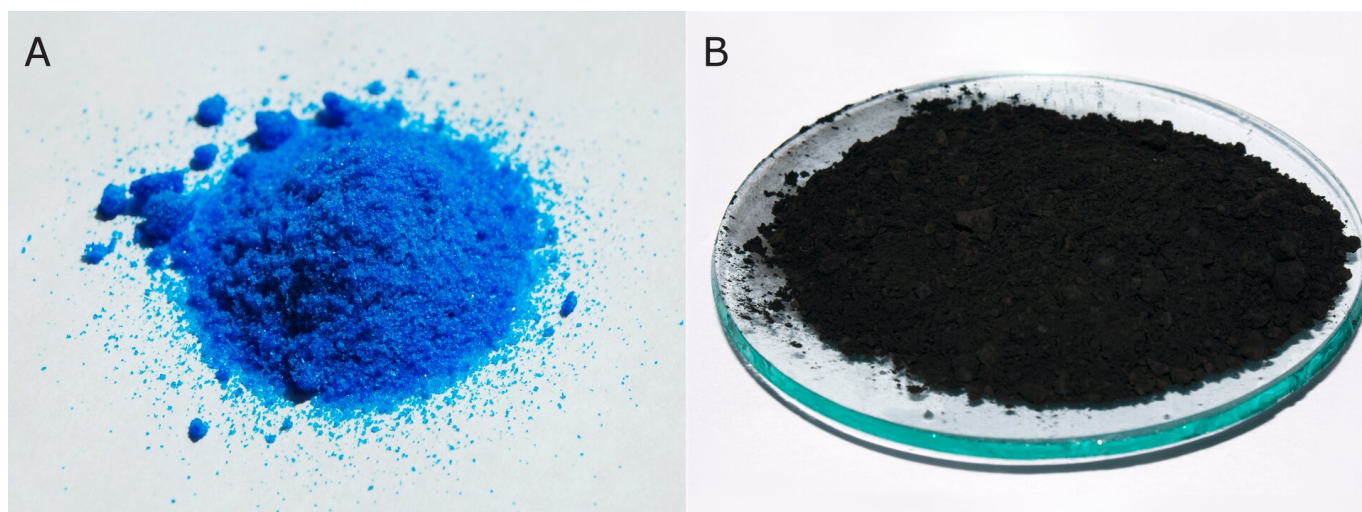
Najtrudniej oderwać ostatnią cząsteczkę wody. Aby powstała sól bezwodna, należy ogrzewać monohydrat do uzyskania temperatury wyższej niż 200°C . Po przekroczeniu tej temperatury powstaje biały proszek bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II) CuSO_4 . Podsumowując, w wyniku ogrzewania niebieskiego hydratu siarczanu(VI) miedzi(II) $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ można uzyskać białą bezwodną sól CuSO_4 .



Po ogrzaniu białej bezwodnej soli siarczanu(VI) miedzi(II) powyżej temperatury 600°C , powstaje czarny tlenek miedzi(II).

Sześciowodny azotan(V) miedzi(II)

Innym przykładem niebieskiego hydratu, który zawiera jon miedzi(II), jest sześciowodny azotan(V) miedzi(II) (azotan(V) miedzi(II) – woda (1/6)) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$. Znane są także pięciowodne, trzywodne oraz dwuwodne hydraty azotanu(V) miedzi(II). W wyniku ogrzewania azotanu(V) miedzi(II) – woda (1/6)) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, po uzyskaniu temperatury 25°C , dochodzi do oderwania trzech cząsteczek wody i powstania trzywodnego azotanu(V) miedzi(II) (azotan(V) miedzi(II) – woda (1/3)) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$. W odróżnieniu od $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, dalsze ogrzewanie hydratu azotanu(V) miedzi(II) nie prowadzi do powstania soli bezwodnej. W wyniku ogrzewania do temperatury 80°C z hydratu powstaje azotan(V) triwodorotlenek miedzi(II) $\text{Cu}_2(\text{NO}_3)(\text{OH})_3$. Podczas dalszego ogrzewania, w temperaturze 180°C , następuje termiczny rozkład związku i powstaje czarny tlenek miedzi(II) CuO .

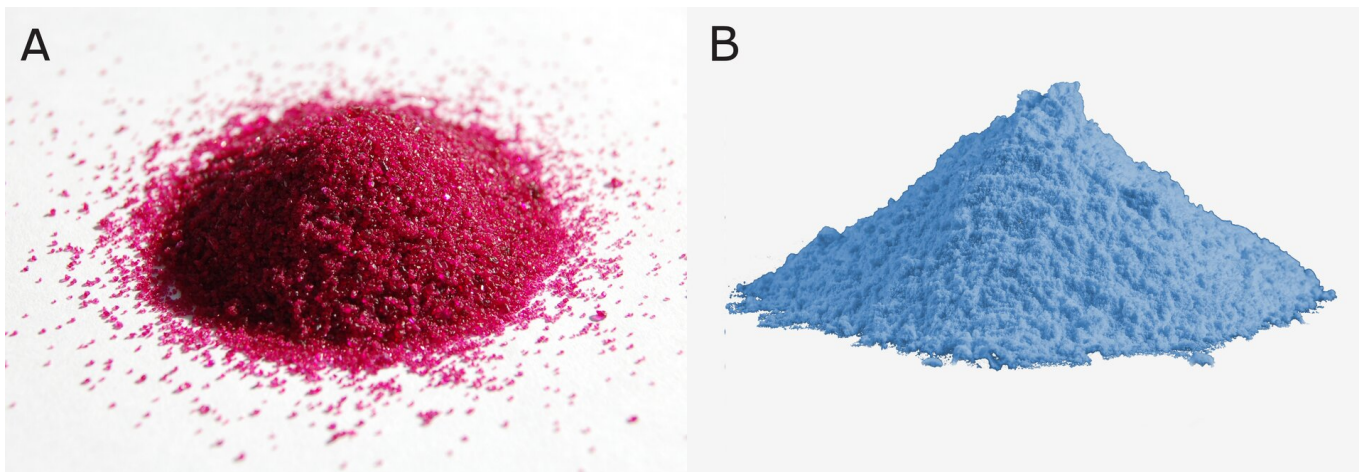


Na zdjęciu (A) azotan(V) miedzi(II) – woda (1/3) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ oraz (B) tlenek miedzi(II) CuO .

Źródło: Adam Rędzikowski, dostępny w internecie: [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cu(NO3)2_3H2O.jpg), licencja: CC BY-SA 3.0.

Sześciowodny chlorek kobaltu(II)

Zmianę barwy, w trakcie ogrzewania hydratu, można zaobserwować dla sześciowodnego chlorku kobaltu(II) (chlorek kobaltu(II) – woda (1/6)) $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$. Hydrat ten przyjmuje barwę czerwoną. W trakcie ogrzewania na ściankach probówki skrapla się ciecz oraz następuje zmiana barwy na niebieską. Kolor substancji świadczy o powstaniu bezwodnej soli chlorku kobaltu(II) CoCl_2 .



Na zdjęciu (A) chlorek kobaltu(II) – woda (1/6) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oraz (B) bezwodny chlorek kobaltu(II) CoCl_2 .

Źródło: dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Siedmiowodny siarczan(VI) żelaza(II)

Widoczną zmianę obserwuje się w wyniku ogrzewania siedmiowodnego siarczanu(VI) żelaza(II) (siarczan(VI) żelaza(II)-woda (1/7)) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Hydrat ten ma barwę jasnozieloną. Pod wpływem ogrzewania (w temperaturze 90°C) powstaje siarczan(VI) żelaza(II) – woda (1/1) $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Całkowite uwolnienie wody następuje po ogrzaniu substancji do temperatury około 330°C – pojawia się biały bezwodny siarczan(VI) żelaza(II) FeSO_4 .



Kryształy uwodnionego siarczanu(VI) żelaza(II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – woda (1/7).

Źródło: dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Należy jednak pamiętać, że nie wszystkie hydraty zmieniają barwę podczas ogrzewania. Przykładem jest bezwodny węglan sodu oraz jego hydraty. Zarówno węglan sodu – woda (1/10) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, węglan sodu – woda (1/7) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ oraz bezwodna sól Na_2CO_3 , mają barwę białą.

Słownik

hydraty

sole uwodnione (inaczej wodziany), zawierające cząsteczki wody wbudowane w sieć krystaliczną

sieć krystaliczna

charakterystyczny dla danego kryształu układ jonów, atomów lub cząsteczek

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

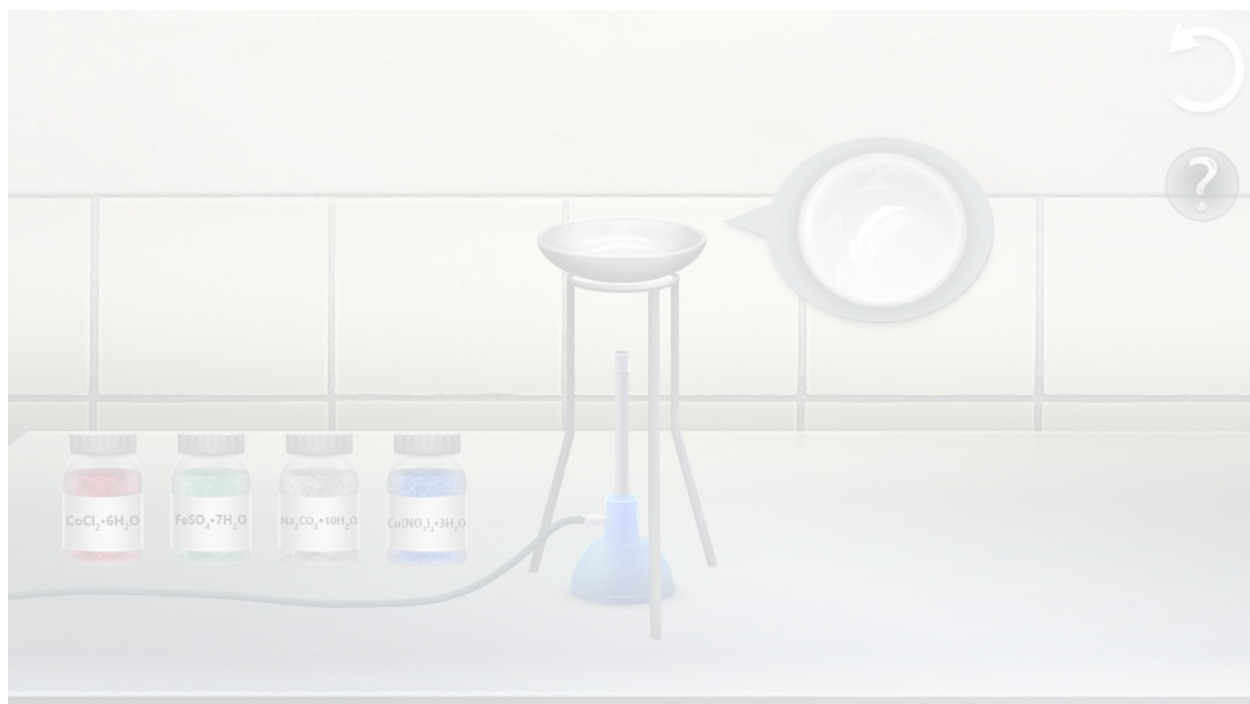
Jelińska-Kazimierczuk M., Megiel E., *Teraz matura. Chemia. Vademecum*, Warszawa 2018.

Litwin M., Styska-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2012.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Czy wiesz, co dzieje się z hydratami pod wpływem ogrzewania? Przeanalizuj poniższą symulację. Zwróć uwagę, jak zmieniają się kolory hydratów podczas ogrzewania, a następnie rozwiąż poniższe ćwiczenia.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DWgEKfALC>

Symulacja interaktywna pt. „Co dzieje się z hydratami pod wpływem ogrzewania”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Połącz w pary nazwy hydratów z kolorami, jakie przyjmują przed ogrzewaniem.

Azotan(V) miedzi – woda (1/3)

Niebieski

Siarczan(VI) żelaza(II) – woda (1/7)

Czerwony

Chlorek kobaltu(II) – woda (1/6)

Biały

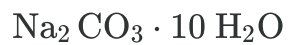
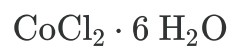
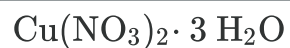
Węglan sodu – woda (1/10)

Zielony

Ćwiczenie 2

Dopasuj wzory chemiczne hydratów z kolorami, jakie przyjmują po ich ogrzaniu.

Biały



Czarny



Niebieski

Ćwiczenie 3

Rozpuszczalność bezwodnego chlorku kobaltu(II) w temperaturze 20°C wynosi 52,9 $\frac{\text{g substancji}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$. Oblicz ile chlorku kobaltu(II) - woda (1/6) trzeba rozpuścić w wodzie, aby otrzymać 150 cm³ nasyconego roztworu w temperaturze 20°C. Wynik zaokrąglaj do liczb całkowitych.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Określ, jaką barwę posiada chlorek kobaltu(II) – woda (1/6), a jaką barwę bezwodna sól, otrzymana po ogrzaniu tego hydratu. Zaznacz poprawną odpowiedź.

- ☐ chlorek kobaltu(II) – woda (1/6) - kolor niebieski, chlorek kobaltu(II) - kolor biały
- ☐ chlorek kobaltu(II) – woda (1/6) - kolor niebieski, chlorek kobaltu(II) - kolor czerwony
- ☐ chlorek kobaltu(II) – woda (1/6) - kolor czerwony, chlorek kobaltu(II) - kolor niebieski
- ☐ chlorek kobaltu(II) – woda (1/6) - kolor czerwony, chlorek kobaltu(II) - kolor biały

Ćwiczenie 2



Określ barwy podanych poniżej substancji. Zaznacz odpowiednie wyrażenia.

CuSO_4 : czerwony ☐ / zielony ☐ / biały ☐ / czarny ☐

CuO : czerwony ☐ / zielony ☐ / biały ☐ / czarny ☐

FeSO_4 : niebieski ☐ / zielony ☐ / biały ☐ / czarny ☐

$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$: czerwony ☐ / jasnozielony ☐ / biały ☐ / niebieski ☐

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$: czerwony ☐ / zielony ☐ / biały ☐ / niebieski ☐

Ćwiczenie 3



Uzupełnij poniższe zdania.

W wyniku ogrzewania , na ściankach probówki skrapla się ciecz. Pojawiające się krople to woda uwolniona z hydratu. Ogrzewaniu hydratu często towarzyszy także zmiana substancji ogrzewanej. Na przykład, pod wpływem ogrzewania azotanu(V) miedzi(II) – woda (1/6) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ następuje zmiana barwy z na .

Ćwiczenie 4



Sól gorzka, czyli uwodniony siarczan(VI) magnezu, zawiera 51% wody. Ile moli cząsteczek wody przypada na jeden mol siarczanu(VI) magnezu? Zapisz wzór soli gorzkiej.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Ustal wzór hydratu węglanu sodu, który pod wpływem ogrzewania stracił 63% masy.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Próbkę siarczanu(VI) miedzi(II) – woda(1/5)) ogrzewano. W wyniku ogrzewania substancja straciła 14,4% wody. Oblicz masę molową substancji po ogrzaniu, zapisz jej wzór sumaryczny.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Zaprojektuj doświadczenie, w którym zweryfikujesz, czy $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ to hydrat.

Zapisz:

- hipotezę badawczą;
- przebieg doświadczenia;
- obserwacje;
- wnioski;
- równanie reakcji przebiegającej w trakcie doświadczenia.

Hipoteza badawcza:

Przebieg doświadczenia:

Obserwacje:

Wnioski

Równanie reakcji chemicznej:

Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Próbkę $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ poddano ogrzewaniu. Po ogrzaniu masa próbki zmalała o 40%.
Podaj nazwę systematyczną hydratu użytego w doświadczeniu. Zapisz wzór sumaryczny oraz nazwę systematyczną substancji, która powstała po ogrzaniu hydratu.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Krzak, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co dzieje się z hydratami pod wpływem ogrzewania

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym.

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

5) pisze wzory hydratów i soli bezwodnych (CaSO_4 , $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); podaje ich nazwy mineralogiczne; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej; pisze odpowiednie równanie reakcji.

Zakres rozszerzony

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

5) pisze wzory hydratów i soli bezwodnych (CaSO_4 , $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); podaje ich nazwy mineralogiczne; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej; pisze odpowiednie równanie reakcji.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- pisze wzory hydratów oraz soli bezwodnych;
- rozróżnia hydraty i sole bezwodne na podstawie ich barwy;
- wyjaśnia, co się dzieje z hydratami pod wpływem ogrzewania.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- eksperyment chemiczny;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i z dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć**Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania:
 - Czy możecie wyjaśnić, co się dzieje z ciałami stałymi, gdy są ogrzewane? Możecie podać przykłady?
 - Jak myślicie, co się stanie z hydratami, gdy będą ogrzewane?
2. Rozpoznanie wiedzy wstępnej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia „hydraty”.

3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy zadaniowe. Uczniowie pracują z wykorzystaniem komputerów/tabletów na symulacji interaktywnej. Jedna grupa wykonuje symulację interaktywną dla hydratu zawierającego żelazo, a druga grupa dla hydratu zawierającego miedź. Uczniowie w grupach wykonują polecenia zamieszczone w medium, w sprawach problematycznych wykorzystują treści z e-materiału, ewentualnie nauczyciel wspiera uczniów. Chętni uczniowie prezentują wyniki na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną odpowiedzi.
2. Eksperyment chemiczny – „Badanie zachowania hydratu pod wpływem ogrzewania” zgodnie z instrukcją zamieszczoną w materiale pomocniczym. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne, uczniowie przeprowadzają eksperyment. Nauczyciel rozdaje karty pracy. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, obserwują zmiany podczas eksperymentu, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Liderzy prezentują efekty pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
3. Praca w parach. Nauczyciel dzieli uczniów w pary. Nauczyciel ma przygotowane cztery różne zadania. Każda para otrzymuje do rozwiązania jedno zadanie. Ma obliczyć, ile procent wody traci hydrat w wyniku ogrzewania. Na przykład w wyniku ogrzewania siarczanu(VI) żelaza(II)-woda (1/7) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ powstaje monohydrat. Ile procent wody zostało uwolnione? Wybrani uczniowie rozwiązują zadania na tablicy. Nauczyciel weryfikuje poprawność rozwiązań.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania: co się dzieje z hydratami pod wpływem ogrzewania? Jak słownie odczytasz wzory: $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$? Jaki kolor ma uwodniony siarczan(VI) miedzi(II), a jaki kolor ma bezwodny siarczan(VI) miedzi(II)?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Dziś nauczyłem/łam się, że...
 - Łatwe było dla mnie...

- Trudności sprawiło mi...
- Zaskoczyło mnie...
- Przypomniałem/łam sobie, że...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas samodzielnej pracy na lekcji lub przed wykonaniem ćwiczeń dołączonych do medium. Medium może być również wykorzystane podczas odrabiania zadania domowego oraz wykorzystane przez uczniów nieobecnych na lekcji w celu uzupełnienia swoich braków.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co się dzieje z hydratami pod wpływem ogrzewania?
 - Jak słownie odczytasz wzory: $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?
 - Jaki kolor ma uwodniony siarczan(VI) miedzi(II), a jaki kolor ma bezwodny siarczan(VI) miedzi(II)?
2. Karty charakterystyk substancji.
3. Doświadczenie:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: probówki, statyw do probówek, łapa do probówek, palniki gazowe, zapalniczka/zapalniczka, łyżeczka

Odczynniki chemiczne: gips krystaliczny i siarczan(VI) miedzi(II)

Instrukcja wykonania:

- W dwóch probówkach umieść osobno po 2 cm³ gipsu krystalicznego i siarczanu(VI) miedzi(II).
 - Probówki podgrzewaj w płomieniu palnika.
 - Obserwuj zmiany.
4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 57.37 KB w języku polskim