



Badanie różnic we właściwościach hydratów i soli bezwodnych

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

A close-up photograph of several ice cubes. The cubes are partially melted, with water droplets visible on their surfaces. The background is a soft, out-of-focus mix of purple and pink light. A semi-transparent dark rectangle is overlaid on the middle of the image, containing the title text.

Badanie różnic we właściwościach hydratów i soli bezwodnych

Higroskopijność to zdolność niektórych substancji do wchłaniania wilgoci lub wiązania się z wodą.

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

Po zapisaniu wzoru jonowej soli bezwodnej oraz wzoru hydratu, możemy dostrzec między tymi dwiema substancjami podobieństwa. Ich wzory składają się z kationu metalu (lub amonu) oraz anionu reszty kwasowej. Zauważymy również znaczącą rozbieżność w ich wzorach sumarycznych. Różnica polega na tym, że, w przypadku hydratu, we wzorze znajdują się dodatkowo cząsteczki wody. Czy to jedyna różnica pomiędzy hydratami a solami bezwodnymi? O tym przekonasz się, zapoznając się z informacjami niniejszego rozdziału.

Twoje cele

- Rozpoznasz wzór hydratu.
- Rozróżnisz wzór hydratu i soli bezwodnej.
- Przedstawisz różnice we właściwościach hydratów i soli bezwodnych.
- Zbadasz różnice we właściwościach hydratów i soli bezwodnych.

Różnice barw między hydratami a solami bezwodnymi

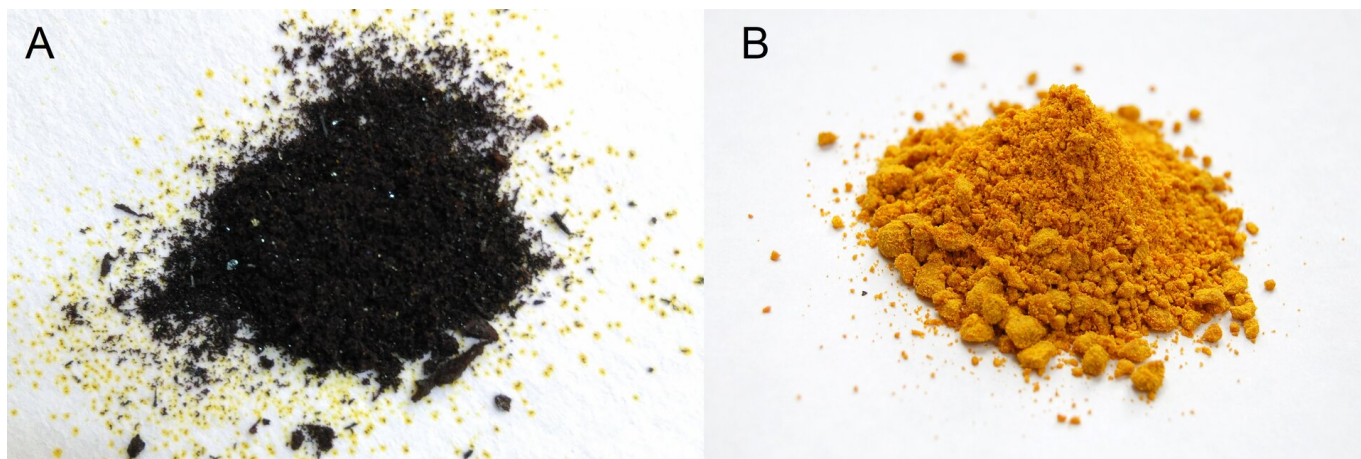
Różnice we właściwościach soli bezwodnych i **hydratów** najłatwiej można dostrzec, porównując wygląd stałych próbek. Wiele hydratów posiada inną barwę niż odpowiadające im sole bezwodne. Zjawisko to obserwuje się często dla soli, leżących w bloku *d* układu okresowego, które w swojej strukturze zawierają jony metali.

Ludzkie oko obserwuje barwę, ponieważ dochodzi w niej do zaabsorbowania fragmentów promieniowania (światła) przez daną substancję, a gdy jest ono niepochłonięte, odbija się od niej. Właśnie dzięki temu jesteśmy w stanie zauważyć kolor danej substancji.

W przypadku obecności cząsteczek wody w sieci krystalicznej, dochodzi do innego ułożenia poszczególnych indywiduów chemicznych, niż miało to miejsce w przypadku substancji bezwodnej. Co za tym idzie – sól bezwodna pochłania inną częstotliwość promieniowania niż hydrat, dlatego obie substancje mają inne barwy. W przypadku hydratów, cząsteczki wody, oddziałując na jon metalu (zwykle na skutek koordynacji do tego jonu), mogą powodować rozszczepienia poziomu energetycznego, tworzonego przez orbitale *d*. Powstają wówczas dwa orbitale o różnej wartości energii. Przejście elektronów pomiędzy orbitalem o niższej energii a orbitalem o wyższej energii jest możliwe w wyniku pochłonięcia promieniowania, które dostarcza energii równej różnicy energii pomiędzy rozszczepionymi orbitalami.

Przykładem różnej barwy soli bezwodnej i uwodnionej jest siarczan(VI) manganu(II) MnSO_4 . Bezwodny siarczan(VI) manganu(II) jest bezbarwny. Siarczan(VI) manganu(II) może występować w czterech uwodnionych postaciach jako **monohydrat** $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) manganu(II) – woda (1/1)), **tetrahydrat** $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) manganu(II) – woda (1/4)), **pentahydrat** $\text{MnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) manganu(II) – woda (1/5)) i **heptahydrat** $\text{MnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) manganu(II) – woda (1/7)). Wszystkie te uwodnione postacie siarczanu(VI) manganu(II) posiadają różową barwę.

Za pomocą wzroku można także rozróżnić bezwodny chlorek żelaza(III) FeCl_3 oraz **heksahydrat** chlorku żelaza(III) $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (chlorek żelaza(III) – woda (1/6)). Dzieje się tak dlatego, ponieważ bezwodny chlorek żelaza(III) to ciało stałe o barwie granatowo-zielonej, natomiast hydrat ma barwę żółtą.



Bezwodny chlorek żelaza(III) FeCl_3 (A) oraz chlorek żelaza(III)-woda (1/6) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (B)

Źródło: Leiem, dostępny w internecie: en.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Kolejnym przykładem jest siarczan(VI) żelaza(II). Bezwodny siarczan(VI) żelaza(II) FeSO_4 to **białe ciało stałe**, natomiast **heptahydrat** $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) żelaza(II) - woda (1/7)) to **jasnozielona substancja**.



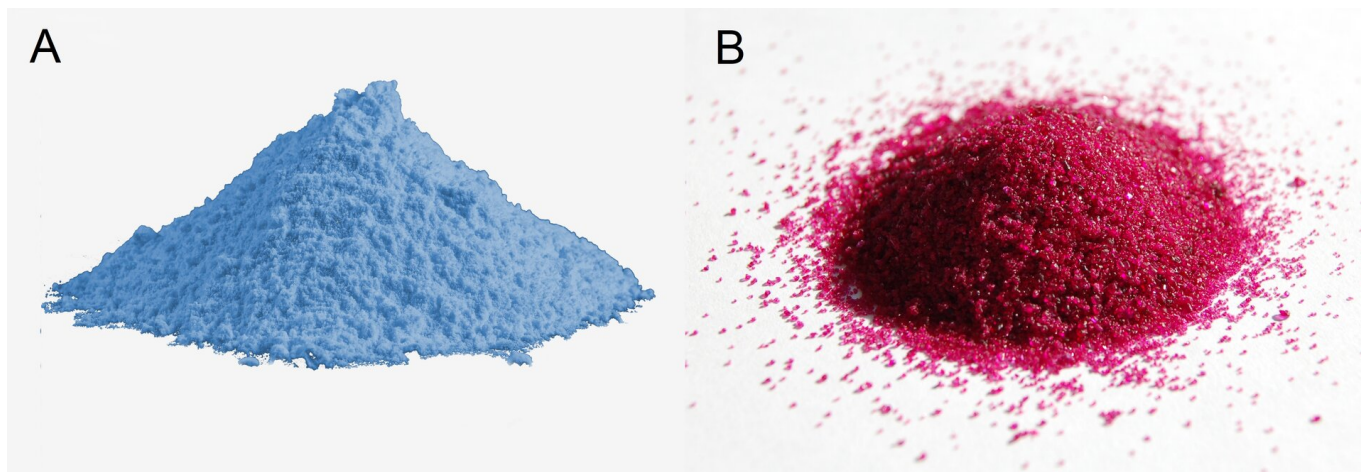
Siarczan(VI) żelaza(II) - woda (1/7) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Pochłanianie wody

Sole bezwodne są substancjami silnie **higroskopijnymi**, ponieważ potrafią chłonać wodę z powietrza. Pochłanianie wody przez substancje bezwodne to jeden ze sposobów na otrzymanie hydratu. Przedstawione powyżej sole bezwodne – siarczan(VI) manganu(II) MnSO_4 , chlorek żelaza(III) FeCl_3 oraz siarczan(VI) żelaza(II) FeSO_4 – są substancjami higroskopijnymi. W wyniku pochłaniania wody przez te bezwodne sole powstają hydraty.

Kolejnym przykładem jest chlorek kobaltu(II). Bezwodny chlorek kobaltu(II) CoCl_2 ma barwę niebieską. Umieszczony na szalce Petriego pochłania wodę z powietrza. O zajściu tego procesu świadczy zmiana barwy substancji umieszczonej na szalce. W zależności od ilości związanych cząsteczek wody, można obserwować różne zabarwienia. W wyniku przyłączenia dwóch cząsteczek wody, substancja przyjmuje barwę różową (chlorek kobaltu(II) – woda (1/2) $\text{CoCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), natomiast gdy widzimy barwę czerwoną, to znaczy, że 1 mol soli bezwodnej pochłonął sześć moli cząsteczek wody i powstał **heksahydrat** chlorku kobaltu(II) (chlorek kobaltu(II) – woda (1/6)) $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.



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

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

Gdyby zaś na szalce Petriego umieścić sześciowodny chlorek kobaltu(II) $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (chlorek kobaltu(II) – woda(1/6)), nie zaobserwowano by zmiany barwy. Świadczy to o tym, że hydrat, który może wiązać większą ilość cząsteczek wody, nie jest w stanie pochłonąć ich z powietrza.

Podobne właściwości można zaobserwować w przypadku bezwodnego chlorku żelaza(II). Bezwodny chlorek żelaza(II) FeCl_2 to białe ciało stałe. Umieszczony na szalce Petriego bezwodny chlorek żelaza(II) FeCl_2 , pod wpływem wilgoci, będzie tworzył **tetrahydrat** $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ (chlorek żelaza(II) – woda (1/4)) o barwie jasnozielonej (pochłonie cztery mole cząsteczek wody na każdy 1 mol soli). Natomiast po umieszczeniu chlorku żelaza(II) – woda (1/4) $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ – nie obserwuje się widocznej zmiany barwy. Oznacza to, że $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ nie wiąże wody z powietrza.

Ogrzewanie

Różnice we właściwościach hydratów oraz soli bezwodnych można także zbadać za pomocą ogrzewania. Jeśli delikatnie ogrzewamy bezwodne sole, to raczej nie obserwujemy zmian. Natomiast w wyniku mocniejszego ogrzewania hydratów, możemy zauważyć pojawianie się kropelek cieczy, a także niekiedy zmianę barwy próbki danej soli. Przeanalizujmy to zjawisko na przykładzie sześciowodnego chlorku niklu(II) $\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

(chlorek niklu(II) – woda (1/6)). Chlorek niklu(II) – woda (1/6). $\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ to ciało stałe o barwie zielonej. Aby je ogrzać, należy umieścić w probówce. Po pewnej chwili można zobaczyć, że barwa substancji zmienia się z zielonej na żółtą. Co więcej, na ściankach probówki pojawią się krople cieczy. W wyniku ogrzewania, hydrat oddał związaną wodę i powstał bezwodny chlorek niklu(II) NiCl_2 o barwie żółtej.

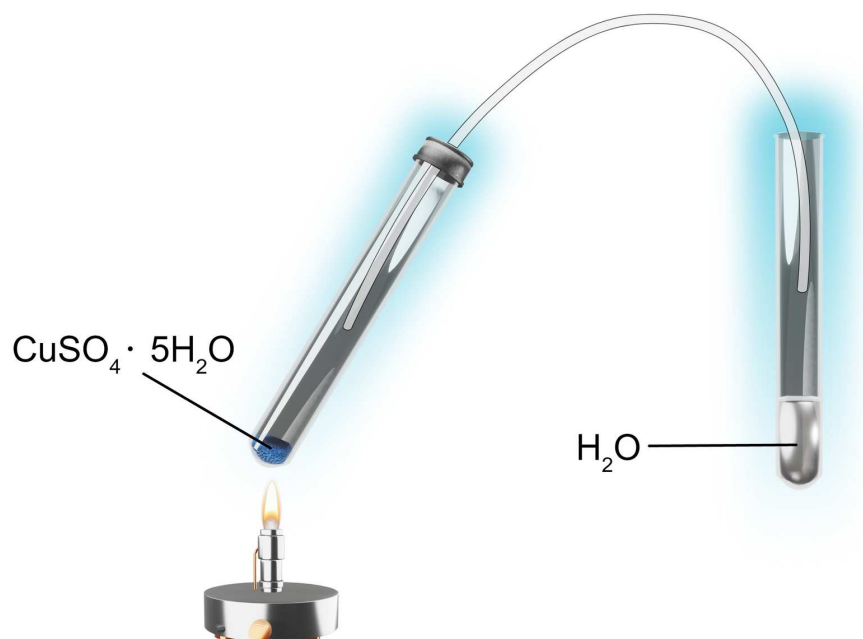


Bezwodny chlorek niklu(II) NiCl_2

Źródło: Softyx, dostępny w internecie: fr.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Badanie różnic we właściwościach hydratów i soli bezwodnych

W celu zbadania różnic we właściwościach hydratów i soli bezwodnych, można wykonać eksperyment opisany poniżej. Wybrany hydrat należy zważyć, a następnie ogrzewać. W trakcie tego procesu, do drugiej probówki zbierana jest skraplająca się ciecz. Po ogrzaniu, zawartość probówki waży się ponownie.



Schemat doświadczenia

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

Słownik

hydrat

uwodniony związek chemiczny (inaczej wodzian), zawierający cząsteczki wody wbudowane w sieć krystaliczną

substancje higroskopijne

substancje zdolne do pochłaniania wody oraz pary wodnej

Bibliografia

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

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

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

Grafika interaktywna

Doświadczenie

Polecenie 1

Zaprojektuj doświadczenie chemiczne, w którym z soli uwodnionej otrzymasz sól bezwodną. Na podstawie problemu badawczego, postaw hipotezę. Opisz przewidywane obserwacje, a następnie napisz równanie zachodzącej reakcji chemicznej. Wykonaj odpowiednie obliczenia przedstawiające procentową zawartość wody w soli uwodnionej. Z podanych obserwacji wyciągnij wniosek, a następnie porównaj swoją odpowiedź z podaną w zadaniu.

Sprzęt i odczynniki laboratoryjne:

- probówka;
- łapa drewniana;
- palnik gazowy;
- łyżka do odczynników;
- statyw na probówkę;
- szalka Petriego z badaną próbką chlorku kobaltu(II)-woda(1/6).

Problem badawczy:

Czy z soli uwodnionej można otrzymać sól bezwodną?

Hipoteza:

Instrukcja wykonania doświadczenia:

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

Obserwacje:

Równanie reakcji chemicznej:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Oblicz % zawartość wody w soli uwodnionej.

Obliczenia:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Wnioski:

Polecenie 2

Jaki kolor kojarzy Ci się ze związkami miedzi? Dlaczego te same sole miedzi(II) mają inne barwy? Czy sole bezwodne i ich hydraty różnią się właściwościami? Przeanalizuj grafikę, a następnie przejdź do wykonania ćwiczeń.

Grafika interaktywna „Sole miedzi”

Źródło: *Słownik chemiczny* dostępny pod adresem <http://www.edupedia.pl/>, domena publiczna.

Ćwiczenie 1

Wybierz prawidłowe odpowiedzi. Które nazwy określają $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

☐ gips krystaliczny

☐ dwuwodny siarczan(VI) wapnia

☐ siarczan(VI) wapnia-woda(1/2)

☐ dihydrat siarczanu(VI) wapnia

Ćwiczenie 2

Czym różni się sól bezwodna od soli uwodnionej?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3

Źródło: dostępny w internecie; Źródło: www.pl.wikipedia.org, licencja: domena publiczna; Źródło: www.pl.wikipedia.org, licencja: domena publiczna; Źródło: www.commonswikimedia.org, Stephanb, licencja CC BY-SA 3.0; Źródło: www.pl.wikipedia.org, licencja: domena publiczna.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe stwierdzenie. Może być więcej niż jedna poprawna odpowiedź.

- ☐ Obserwuje się barwy, ponieważ dochodzi do odbicia fragmentów promieniowania (światła) przez daną substancję. Promieniowanie zaabsorbowane odbija się od tej substancji.
- ☐ Różnice we właściwościach soli bezwodnych i hydratów można zbadać za pomocą wzroku.
- ☐ Wiele hydratów posiada inną barwę niż sole bezwodne, z których powstały. Pomaga to w określaniu różnic we właściwościach soli bezwodnych i hydratów za pomocą wzroku.
- ☐ Wiele hydratów posiada inną barwę niż sole bezwodne, z których powstały. Zjawisko to obserwuje się dla soli, które w swojej strukturze zawierają jony metali grup głównych.

Ćwiczenie 2



Zapisz wzór bezwodnej soli azotanu(V) sodu oraz azotanu(V) sodu-woda (1/7).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



Dopasuj barwę do składnika analizowanej próbki.

$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, MnSO_4

sól	barwa
$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	
$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	
MnSO_4	

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższe zdania.

Bezwodny siarczan(VI) żelaza(II), o wzorze sumarycznym ₄, ma barwę . Jest to substancja , ponieważ może pochłoniąć cząsteczki wody. W wyniku pochłonięcia siedmiu cząsteczek wody, powstaje (lub heptahydrat) . Nazwa systematyczna tego związku to - woda , o wzorze sumarycznym ₄ · H_2O . Hydrat ten przyjmuje barwę jasnozieloną.

Ćwiczenie 5



Oblicz masę molową CoCO_3 oraz $\text{CoCO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, a następnie oblicz procent masowy soli w hydracie.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Pewien uczeń zostawił w klasie na szkiełku zegarkowym 120 g bezwodnego siarczanu(VI) magnezu. Ze względu na to, że ta bezwodna sól jest silnie higroskopijna, po tygodniu zważył ją ponownie. Okazało się, że jej masa wynosiła 246 g. Oblicz, ile cząsteczek wody pochłonęła. Zapisz wzór sumaryczny uwodnionej soli.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz zawartość procentową azotu w bezwodnym azotanie(V) niklu(II) oraz azotanie(V) niklu(II)-woda (1/6). Wynik zaokrąglij do jedności.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz stężenie procentowe roztworu, uzyskanego poprzez rozpuszczenie 150 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ w 250 g wody. Jakie stężenie procentowe otrzymalibyśmy, rozpuszczając taką samą ilość bezwodnej soli Na_2CO_3 w 250 g wody?

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: Badanie różnic we właściwościach hydratów i soli bezwodnych

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;
- wymienia hydraty oraz sole bezwodne o różnej barwie;
- omawia różnice we właściwościach hydratów i soli bezwodnych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

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

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 multimedialne.

Przebieg zajęć**Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla na prezentacji multimedialnej wzory sumaryczne hydratów i soli bezwodnych. Uczniowie mają wskazać cechy wspólne między tymi wzorami oraz różnice. Wskazują, który wzór to wzór soli bezwodnej, a który to wzór soli uwodnionej. Nauczyciel zadaje pytanie uczniom: Jak myślicie, jakie jeszcze różnice występują między hydratami a solami bezwodnymi?
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. Uczniowie w parach analizują tekst źródłowy w e-materiale. Po wyznaczonym czasie, ich zadaniem jest wykonanie poleceń do grafiki interaktywnej, a następnie odpowiedź na pytania, które zapisują na arkuszach papieru A4. Na forum klasy przedstawiają efekty swojej pracy, po czym uwspólniają odpowiedzi do zadanych pytań i zapisują w zeszytach. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów i ewentualnie uzupełnia luki.
2. Obserwacja. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda grupa otrzymuje sześć szkiełek zegarkowych z substancjami o różnej barwie. Szkiełka są ułożone parami (na jednym szkiełku jest sól bezwodna, a na drugim odpowiadający jej hydrat – przykłady par substancji w materiałach pomocniczych). Dodatkowo na stoliku znajduje się tryskawka z wodą. Uczniowie zapisują obserwacje po dodaniu niewielkich ilości wody do każdej z substancji na szkiełku zegarkowym. Na podstawie zdobytej wiedzy w e-materiałach oraz własnych obserwacji, uczniowie ustalają, na którym szkiełku zegarkowym znajduje się sól bezwodna, a na którym hydrat. Na podstawie barwy i zdobytej wiedzy ustalają wzory sumaryczne substancji, znajdujących się na szkiełkach. Po minionym czasie, reprezentanci poszczególnych grup przedstawiają efekty pracy na forum klasy. Uczniowie argumentują swoje wybory co do soli bezwodnych i hydratów oraz wyjaśniają ustalone wzory hydratów oraz soli bezwodnych. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną uczniów i ewentualnie koryguje błędy podając prawidłowe informacje.
3. Eksperyment chemiczny. Nauczyciel wyznacza trzy osoby do roli asystenta. Pierwsza osoba waży wybrany przez nauczyciela hydrat, na przykład siarczan(VI) manganu(II)-woda (1/7). Następnie jest on ogrzewany. Po ogrzaniu kolejna osoba waży bezwodną sól. Uczniowie zapisują w zeszytach obserwacje i wyciągają wnioski. Trzecia osoba ogrzewa inny hydrat – np. chlorek żelaza(III)-woda (1/6), jednocześnie zbierając do drugiej probówki skroploną wodę. Uczniowie wyciągają wnioski z tych dwóch doświadczeń, dotyczących badania różnic we właściwościach hydratów i soli bezwodnych.
4. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje arkusze A4 i mazaki. Uczniowie wypisują podobieństwa i różnice między solami bezwodnymi i hydratami. Po minionym czasie, liderzy prezentują efekty pracy grupowej. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów i podsumowuje pracę grup.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania:

- W jaki sposób można zbadać różnice między hydratami a solami bezwodnymi?
- Jakie różnice występują między hydratami i solami bezwodnymi?

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Dziś nauczyłem 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:

Grafika 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):

- W jaki sposób można zbadać różnice między hydratami a solami bezwodnymi?
- Jakie różnice występują między hydratami i solami bezwodnymi?

2. Doświadczenie:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: szkiełka zegarkowe, tryskawka.

Odczynniki chemiczne: woda destylowana oraz przykładowe pary substancji:

- bezwodny siarczan(VI) manganu(II) MnSO_4 oraz heptahydrat $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) manganu-woda (1/7));
- bezwodny chlorek żelaza(III) FeCl_3 oraz heksahydrat $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (chlorek żelaza(III)-woda (1/6));
- bezwodny siarczan(VI) żelaza(II) FeSO_4 oraz heptahydrat $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (siarczan(VI) żelaza(II)-woda (1/7));

- bezwodny chlorek kobaltu(II) CoCl_2 oraz heksahydrat $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (chlorek kobaltu(II)-woda (1/6));
- bezwodny chlorek niklu(II) NiCl_2 oraz heksahydrat $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (chlorek niklu(II)-woda (1/6)).

3. Arkusze A4, mazaki.

4. Karty charakterystyk substancji.