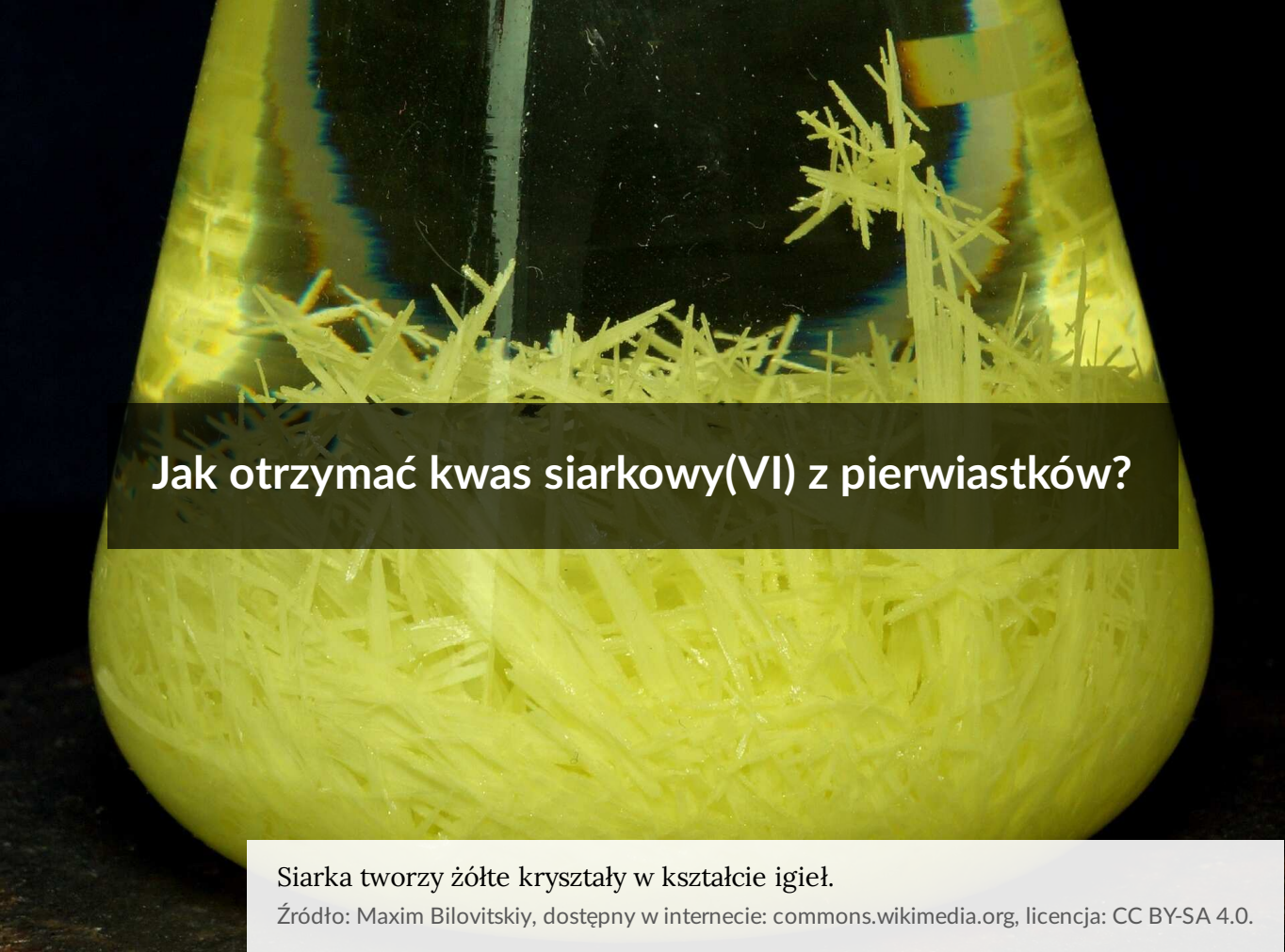




Jak otrzymać kwas siarkowy(VI) z pierwiastków?

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



Jak otrzymać kwas siarkowy(VI) z pierwiastków?

Siarka tworzy żółte kryształy w kształcie igieł.

Źródło: Maxim Bilovitskiy, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Siarka jest jednym z głównych surowców potrzebnych do wytworzenia kwasu siarkowego(VI). Bez niego trudno wyobrazić sobie przemysł chemiczny takim, jaki jest obecnie. Kwas siarkowy(VI) jest potrzebny m.in. do otrzymywania wysokooktanowych benzyn, barwników, nawozów sztucznych oraz tworzyw. W Polsce w 2020 roku, według statystyk GUS, wyprodukowano 2008,9 tysiąca ton kwasu siarkowego(VI). W niniejszym materiale dowiesz się, jak można wyprodukować kwas siarkowy(VI) z pierwiastków.

Twoje cele

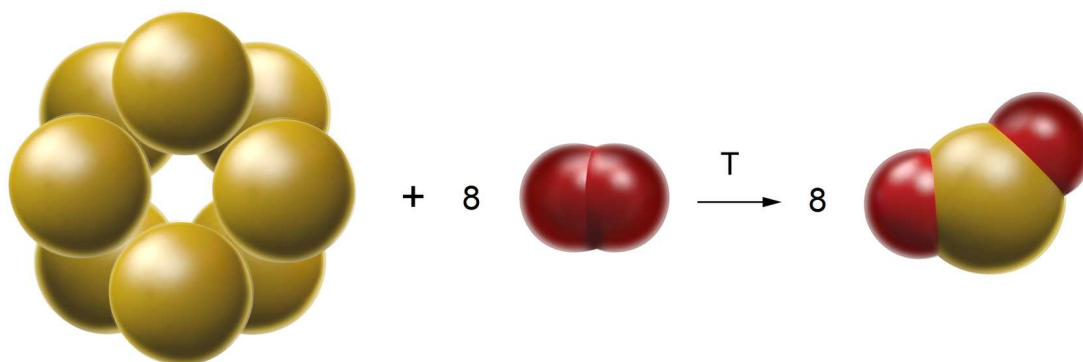
- Zapiszesz etapy syntezy kwasu siarkowego(VI).
- Zapiszesz równania reakcji chemicznych, jakim ulegają związki siarki.
- Omówisz etapy przemysłowej metody otrzymywania kwasu siarkowego(VI).

Przeczytaj

Przemysłowe otrzymywanie kwasu siarkowego(VI) (kwasu tetroksosiarkowego) z pierwiastków można podzielić na 3 etapy.

Etap I

Pierwszym etapem otrzymywania kwasu siarkowego(VI) jest otrzymanie tlenku siarki(IV) w wyniku spalania siarki w tlenie. Entalpia tworzenia tlenku siarki(IV), poprzez [spalanie](#) siarki w tlenie, wynosi $-296,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.



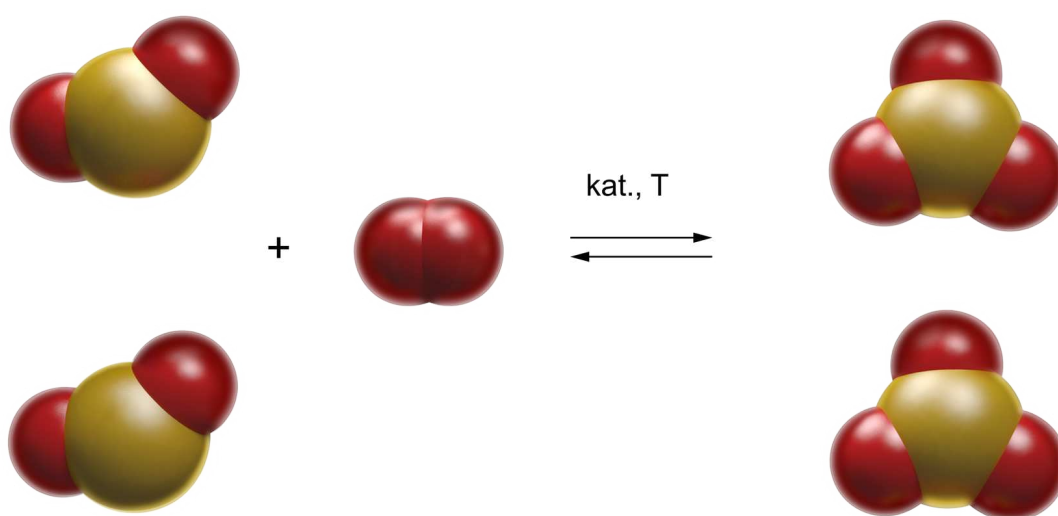
Model reakcji otrzymywania tlenku siarki(IV). Kolorem żółtym oznaczone są atomy siarki, czerwonym – atomy tlenu.

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

Etap II

Kolejnym etapem produkcji kwasu siarkowego(VI) jest utlenienie otrzymanego tlenku siarki(IV) do tlenku siarki(VI).

Reakcja utlenienia tlenku siarki(IV) do tlenku siarki(VI) jest [reakcją odwracalną](#). Oznacza to, że przebiega ona jednocześnie w kierunku tworzenia produktów, jak i w kierunku odtwarzania substratów. Entalpia reakcji otrzymywania dwóch moli tlenku siarki(VI) z dwóch moli tlenku siarki(IV) i z jednego mola tlenu wynosi $-191,4$ kJ. Reakcja ta jest procesem egzotermicznym. Wraz z podniesieniem temperatury tlenek siarki(VI) ulega rozkładowi na tlenek siarki(IV). Najlepszą temperaturą do prowadzenia procesu utleniania tlenku siarki(IV) jest temperatura około 670 K. W tej temperaturze, po ustaleniu się równowagi między produktami a substratami, możemy otrzymać aż 98% tlenku siarki(VI).



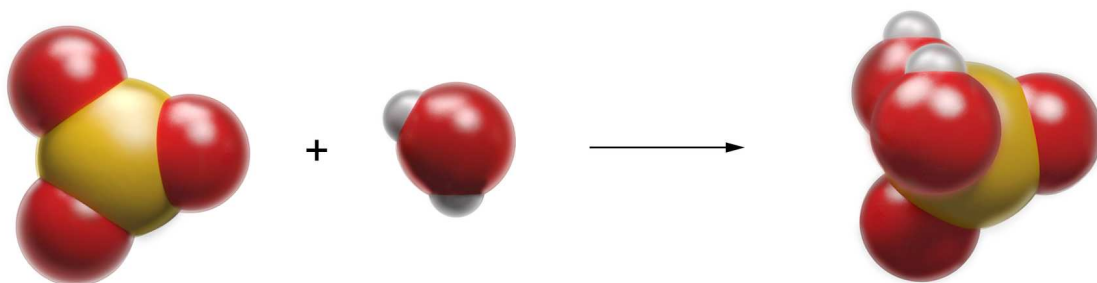
Model reakcji otrzymywania tlenku siarki(VI). Kolorem żółtym oznaczone są atomy siarki, czerwonym – atomy tlenu.

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

Otrzymywanie tlenku siarki(VI) w temperaturze 670 K jest procesem bardzo czasochłonnym. W celu przyspieszenia procesu stosuje się katalizator – tlenek wanadu(V) V_2O_5 .

Etap III

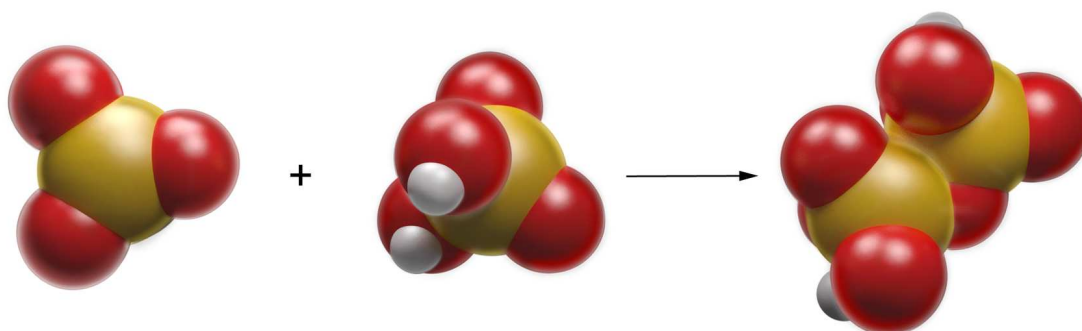
Ostatnim etapem otrzymywania kwasu jest rozpuszczenie tlenku siarki(VI) w wodzie. Jednocześnie zachodzi reakcja egzotermiczna. W jej wyniku wydzielą się duża ilość ciepła, co powoduje powstanie tzw. „mgły” kwasu siarkowego(VI).



Model reakcji otrzymywania kwasu siarkowego(VI). Kolorem żółtym oznaczone są atomy siarki, czerwonym – atomy tlenu, białym – atomy wodoru.

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

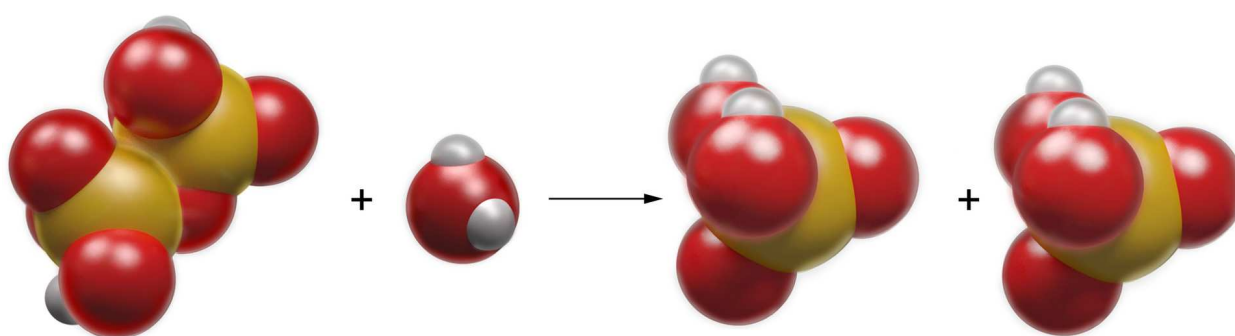
W praktyce przemysłowej przepuszcza się tlenek siarki(VI) przez stężony kwas siarkowy(VI). W wyniku absorpcji tlenku siarki(VI) powstaje kwas pirosiarkowy (kwas heptaoksodisiarkowy).



Model reakcji otrzymywania kwasu heptaoksodisiarkowego. Kolorem żółtym oznaczone są atomy siarki, czerwonym – atomy tlenu, białym – atomy wodoru.

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

W wyniku rozcieńczenia roztworu kwasu heptaoksodisiarkowego otrzymujemy kwas siarkowy(VI).



Model reakcji otrzymywania kwasu siarkowego(VI) z kwasu heptaoksodisiarkowego. Kolorem żółtym oznaczone są atomy siarki, czerwonym – atomy tlenu, białym – atomy wodoru.

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

Otrzymany w ten sposób kwas przeprowadzany jest do specjalnych zbiorników – gotowych do dystrybucji.

Podsumowanie

Etapy otrzymywania kwasu siarkowego(VI), opisane w materiale, w przemyśle nazywane są procesem kontaktowym. W wyniku tych procesów możemy otrzymać 98% kwas siarkowy(VI) lub dymiący kwas siarkowy, inaczej nazywany oleum, który zawiera w sobie rozpuszczony tlenek siarki(VI) w ilości około 20%. Kwas siarkowy(VI) jest substancją higroskopijną o gęstości $1,83 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Podczas rozcieńczania stężonego kwasu siarkowego(VI) zachodzi proces silnie egzotermiczny. Dlatego ważne jest, żeby podczas rozcieńczania kwasu powoli wlewać go do wody.

Słownik

absorpcja

(łac. *absorptio* „wchłanianie”) chem. wchłanianie substancji (zw. absorbatem), zwykle gazu, przez ciecz lub ciało stałe (zw. absorbentem) i równomierne zatrzymywanie absorbatu w całej masie absorbentu

ciepło tworzenia, entalpia tworzenia

efekt energetyczny reakcji tworzenia danego związku chemicznego z pierwiastków

higroskopijne substancje

substancje zdolne do pochłaniania pary wodnej i wody

reakcja odwracalna

reakcja chemiczna złożona z elementarnych procesów przebiegających jednocześnie w przeciwnych kierunkach: $A + B \rightleftharpoons C + D$, w której produkty

reakcji, przebiegającej z lewa na prawo, są substratami reakcji biegnącej w kierunku przeciwnym i odwrotnie

reakcja oksydacyjno-redukcyjna, reakcja utleniania-redukcji, reakcja redox

reakcja, w której dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu, jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza), co wiąże się ze wzrostem stopnia utlenienia donora elektronu i spadkiem stopnia utlenienia akceptora elektronu

spalanie

proces fizykochemiczny, którego podstawą jest przebiegająca z dużą szybkością reakcja utleniania, polegająca na gwałtownym łączeniu się substancji spalanej (paliwa) z utleniaczem, której towarzyszy wydzielanie się dużej ilości energii i efekty świetlne

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2007.

Encyklopedia PWN

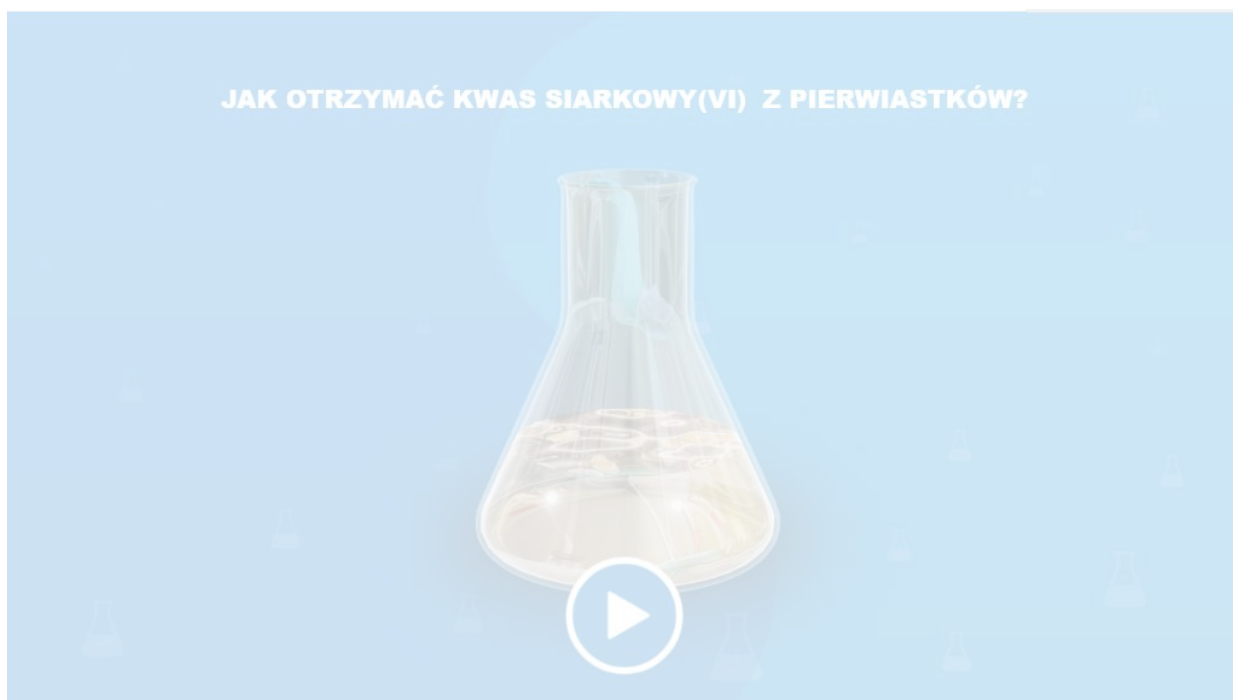
Molenda J., *Technologia chemiczna*, Warszawa 1997.

Rocznik Statystyczny Przemysłu 2019, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2020.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Przeanalizuj poniższą symulację. Sprawdź, w jaki sposób odbywa się przemysłowe otrzymywanie kwasu siarkowego(VI), jaka temperatura jest wykorzystywana do tego procesu, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DR6I58ebP>

Symulacja interaktywna pt. „Jak otrzymać kwas siarkowy(VI) z pierwiastków?”

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

Ćwiczenie 1

Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Związek zawierający siarkę oraz żelazo, zwany też złotem głupców, nazywany jest:

☐ fluorytem.

☐ magnetytem.

☐ ametystem.

☐ pirytem.

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz „Prawda”, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub „Fałsz”, jeśli jest fałszywe.

Twierdzenie	Prawda	Fałsz
Siarka na początku metody kontaktowej jest spalana w temperaturze 300 °C.	☐	☐
Katalizatorem wykorzystywanym podczas przemysłowej produkcji kwasu siarkowego(VI) jest V_2O_5 .	☐	☐
Tlenek siarki(VI) absorbowany jest przez kwas siarkowy(VI), co umożliwia tworzenie się mgły kwasu siarkowego.	☐	☐

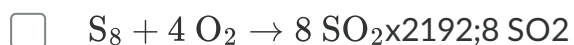
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne równanie reakcji spalania siarki w tlenie. Może być więcej niż jedna poprawna odpowiedź.

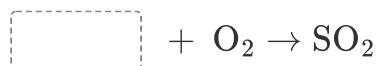


Ćwiczenie 2

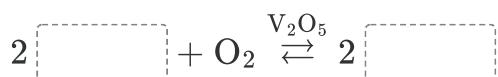


Uzupełnij równania reakcji zachodzących w poszczególnych etapach otrzymywania kwasu siarkowego(VI) na skalę przemysłową.

Etap I



Etap II



Etap III



Ćwiczenie 3



Wybierz, jaki katalizator używany jest podczas przemysłowej produkcji kwasu siarkowego(VI).

☐ CrO

☐ MnO

☐ V₂O₅

☐ SO₃

Ćwiczenie 4



Kwas siarkowy(VI) jest substancją oleistą, silnie higroskopijną cieczą o gęstości $1,84 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Podczas rozcieńczania go w wodzie wydzielą się ciepło. Wyjaśnij, dlaczego podczas rozcieńczania kwasu siarkowego(VI) należy wlewać go do wody, a nie wodę do kwasu?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 5



Narysuj wzór strukturalny kwasu heptaokso disiarkowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Oblicz, ile moli kwasu siarkowego(VI) otrzyma się w trzyetapowym procesie, w którym wykorzystano 3 kg czystej siarki. Załóż, że każdy etap procesu zachodzi z wydajnością 100%. Wynik podaj w kilogramach z dokładnością do trzech cyfr po przecinku. Do obliczeń przyjmij następujące wartości mas molowych:

- $M_{\text{S}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$,
- $M_{\text{O}} = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$,
- $M_{\text{H}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

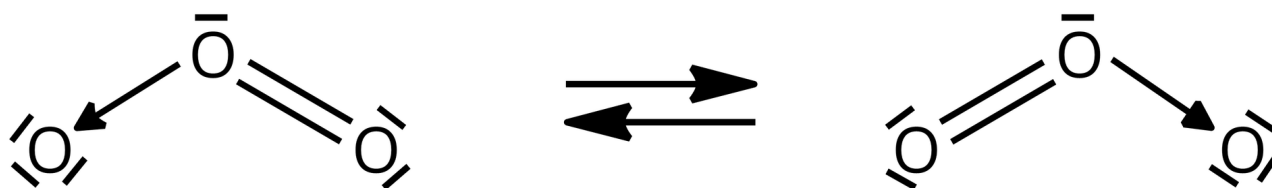
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Struktury elektronowej cząsteczki tlenku siarki(IV) nie udaje się przedstawić pojedynczą strukturą Lewisa, podobnie jak w przypadku cząsteczki ozonu.



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

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2007.

W tworzeniu wiązań typu π w cząsteczce tlenku siarki(IV) biorą udział orbitale typu $3d$. Skutkiem tego jest istnienie dwóch granicznych form, stąd wiązanie S – O ma charakter pośredni między wiązaniem pojedynczym a podwójnym. Narysuj wzory elektronowe dwóch form granicznych tlenku siarki(IV).

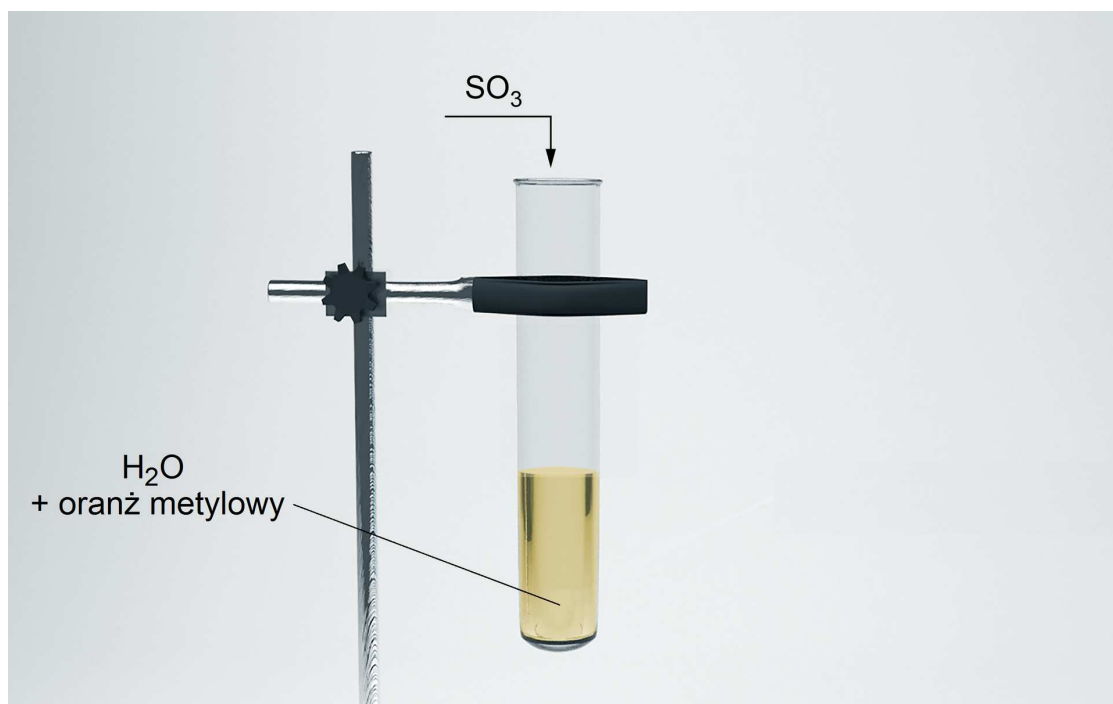
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Wykonano następujące doświadczenie.



Schemat doświadczenia

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

Zapisz obserwacje, równanie zachodzącej reakcji chemicznej oraz wnioski. Odpowiedz, czy tlenek siarki(VI) jest tlenkiem kwasotwórczym, zasadowotwórczym, czy obojętnym wobec wody?

Odpowiedź:

Równanie reakcji 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: Robert Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak otrzymać kwas siarkowy(VI) z pierwiastków?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

7) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole; pisze odpowiednie równania reakcji.

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

7) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole; pisze odpowiednie równania 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:

- przedstawia etapy syntezy kwasu siarkowego(VI);
- pisze równania reakcji, jakim ulegają związki siarki;
- omawia przemysłowe otrzymywanie kwasu siarkowego(VI).

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- metoda 635;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- symulacja interaktywna;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie, jak można otrzymać kwas siarkowy(VI).
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel informuje uczniów, że ich zadaniem jest zaproponowanie metody otrzymania kwasu siarkowego(VI) z pierwiastków. Zajmą się rozstrzygnięciem tego problemu, pracując metodą 635. Nauczyciel wyjaśnia zasady. Następnie dzieli losowo uczniów na sześć grup, rozdaje arkusze papieru A3, mazaki. Zadaniem każdej z grup jest zapisanie trzech pomysłów, jak otrzymać kwas siarkowy(VI). Na realizację zadania uczniowie mają pięć minut. W tym czasie mogą korzystać z wszelkich dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiału. Zapisują pomysły swojej grupy na arkuszach papieru. Po upływie pięciu minut, między grupami wymieniają się arkuszami z zapisem pomysłów. Teraz każda z grup zamienia się w panel ekspertów – ich zadaniem jest krytyczna ocena pomysłów kolegów i koleżanek z innej grupy, zapisanie wniosków z tej oceny i kontrargumentów do każdego z trzech pomysłów. Na to zadanie również mają pięć minut. Grupowe panele ekspertów kolejno podają swoje rozwiązania

i zapisują je na tablicy. Jako podsumowanie ćwiczenia, nauczyciel przeprowadza głosowanie/krótką dyskusję. Powrót do fazy wstępnej – uczniowie podczas pracy porównują swoje wypowiedzi.

2. Nauczyciel poleca uczniom prace z symulacją interaktywną. Zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
3. Uczniowie rozwiązują zadania zawarte w części „Sprawdź się” e-materiału. Pod koniec pracy przedstawiają swoje rozwiązania na forum.

Faza podsumowująca:

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel, poprzez zastosowanie tego narzędzia, może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie w ramach podsumowania, po wcześniej analizie.

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują zawarte w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.
2. Opisz dwie metody otrzymywania kwasu siarkowego(VI).

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana podczas lekcji do zobrazowania uczniom metod otrzymywania kwasu siarkowego(VI). Uczniowie mogą medium

wykorzystać podczas przygotowywania się do lekcji/pracy kontrolnej, a nieobecni na lekcji do samokształcenia i uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje arkusze papieru A3, mazaki.
2. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod, która pozwala ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieszcza się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi dzieli się na odcinki i przypisuje im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaje się uczestnikom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.
3. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jaki wzór sumaryczny i strukturalny ma kwas siarkowy(VI)?
 - Jakie właściwości fizykochemiczne ma kwas siarkowy(VI)?