

Czy siarka ma podobne właściwości fizykochemiczne do tlenu?

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



Czy siarka ma podobne właściwości fizykochemiczne do tlenu?

Mimo że tlen i siarka są tlenowcami i wykazują wiele wspólnych cech, to analogiczne związki budowane przez te pierwiastki mogą diametralnie różnić się właściwościami, jak np. woda (H_2O), która w temperaturze pokojowej jest życiodajną cieczą, i siarkowodor (H_2S), który w tych samych warunkach jest śmiertelnie toksycznym gazem.

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

Siarka i tlen leżą w jednej grupie układu okresowego, co sprawia, że wykazują wiele wspólnych cech budowy atomowej, jak choćby identyczna liczba elektronów walencyjnych. Z tego powodu istnieje wiele analogów związków, które różnią się między sobą jedynie obecnością atomu siarki lub tlenu. Czy to oznacza, że te pierwiastki oraz tworzone przez nie związki mają podobne właściwości chemiczne oraz fizyczne? Czy na podstawie znajomości właściwości jednego pierwiastka da się przewidzieć właściwości drugiego?

Twoje cele

- Opiszysz właściwości fizykochemiczne tlenu i siarki.
- Wyjaśnisz przyczyny różnic we właściwościach obu pierwiastków.

Przeczytaj

16. grupa układu okresowego pierwiastków

W 16. grupie układu okresowego znajdują się pierwiastki takie jak tlen, siarka, selen, tellur oraz polon. Wszystkie atomy tych pierwiastków posiadają po sześć elektronów walencyjnych. Mimo przynależności do tej samej grupy, różnią się od siebie dość znacznie właściwościami, zwłaszcza, gdy porównamy te przynależne tlenowi i pozostałych pierwiastków z tej grupy. Tlen i siarka to typowe niemetale, selen i tellur wykazują właściwości pośrednie (ale zaliczane są do niemetali), a z kolei polon to metal. Wraz ze wzrostem numeru okresu zwiększa się masa oraz promień atomowy danego tlenowca, zaś elektroujemność maleje. Poza tym elektroujemność tlenu jest znacząco wyższa niż w przypadku pozostałych pierwiastków z tej grupy, co w połączeniu z małym promieniem atomowym i posiadaniem tylko powłok elektronowych *s* oraz *p* odpowiada za odmienne właściwości tego pierwiastka. Tylko tlen w warunkach normalnych jest gazem, ponieważ już pozostałe pierwiastki są ciałami stałymi.



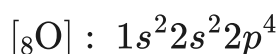
Zdjęcia tlenowców. Od lewej: skroplony tlen, próbka siarki, grudki selenu czarnego, próbka telluru

Źródło: W. Oelen, Rasiel Suarez w imieniu Luciteria LLC, zmienione, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org,

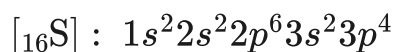
licencja: CC BY-SA 4.0.

Budowa atomów tlenu i siarki

Konfiguracja elektronowa tlenu w stanie podstawowym:



Konfiguracja elektronowa siarki w stanie podstawowym:



Atomy tlenu oraz siarki mają identyczną konfigurację walencyjną ns^2np^4 , która jest również zgodna z pozostałymi pierwiastkami tej grupy. W związku z tym, że tlen i siarka są niemetalami, będą chętniej przyjmować elektrony, niż je oddawać. W ich przypadku wystarczą tylko dwa, aby osiągnąć konfigurację gazu szlachetnego. Mimo tego, atomy siarki w związkach przyjmują najczęściej –II, IV lub VI stopień utlenienia, co wynika ze stosunkowo niewielkiej elektroujemności oraz obecności podpowłoki $3d$, która może zostać wykorzystana do utworzenia wiązań kowalencyjnych.

Z kolei powłoka walencyjna atomu tlenu to ta druga, której nie budują orbitale typu d . Dlatego atom tlenu zazwyczaj występuje na –II stopniu utlenienia i nie ma możliwości wytwarzania dodatkowych wiązań z wykorzystaniem orbitali typu d , jak ma to miejsce odnośnie do opisanej już siarki. Tlen może również występować na –I stopniu utlenienia w nadtlenkach i $-\frac{1}{2}$ stopniu utlenienia w ponadtlenkach. Wyjątkiem są fluorki tlenu OF_2 i O_2F_2 , w których tlen przyjmuje +II lub +I stopień utlenienia.

Odmianny alotropowe tlenu i siarki

Tlen zazwyczaj występuje w postaci dwuatomowych cząsteczek O_2 lub trójatomowych cząsteczkach O_3 , nazwanych ozonem, który tworzy się podczas burzy. Siarka występuje głównie w dwóch odmianach alotropowych. Pierwsza, siarka rombowa, to ośmioatomowa cząsteczka – jej atomy ułożone są w zygzakowaty pierścień i jest stabilna w temperaturze pokojowej. Podgrzanie jej powyżej temperatury 368 K powoduje jej przekształcenie w siarkę jednoskośną, która różni się od tej pierwszej sposobem ułożenia atomów oraz np. temperaturą krzepnięcia. Istnieją również inne formy alotropowe, które tworzą się w specyficznych warunkach.

Tlen		Siarka	
Typ cząsteczki	Odmiana alotropowa	Typ cząsteczki	Odmiana alotropowa
O_2	Ditlen	S_8	Siarka rombowa
O_3	Tritlen (ozon)	S_8	Siarka jednoskośna
O_4	Tetratlen		



Ozon tworzy się podczas burzy na skutek wyładowań elektrycznych z cząsteczek tlenu dwuatomowego. Z tego powodu powietrze w trakcie burzy i bezpośrednio po niej ma charakterystyczny zapach.

Źródło: Maxime Raynal, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY 2.0.

Tlen

1

Tlen jest pierwiastkiem silnie reaktywnym, m.in. z powodu swojego stanu skupienia. Jako gaz ma ułatwiony kontakt z substancjami chemicznymi, z którymi reaguje. W pokojowej temperaturze reaguje tylko z białym fosforem oraz aktywnymi metalami. Po podwyższeniu temperatury łączy się prawie ze wszystkimi pierwiastkami. Reaguje również z częścią związków organicznych oraz nieorganicznych. Reakcjom pierwiastków/związków z tlenem może towarzyszyć emisja dużej ilości energii w postaci światła oraz ciepła – nazywamy je wtedy reakcjami spalania. Znacznie bardziej reaktywny jest ozon. Już w temperaturze pokojowej potrafi utlenić chociażby srebro.

2

Siarka

Siarka jest znacznie mniej reaktywna od tlenu. Po ogrzaniu spala się do tlenku siarki(IV) – SO_2 . Łatwo łączy się z fluorem tworząc SF_6 . W temperaturze pokojowej reaguje także z metalami aktywnymi oraz niektórymi metalami szlachetnymi, np. miedzią czy rtęcią, z którą w trakcie ucierania tworzy nierozpuszczalny siarczek rtęci(II). Dlatego można wykorzystać sproszkowaną siarkę do związania rtęci, która wydostała się np. z potłuczonego termometru.

Związki tlenu i siarki



Piasek oraz wiele innych skał i minerałów zbudowanych jest z krzemianów i krzemionki.

Tlen jest jednym z najpowszechniejszych pierwiastków na kuli ziemskiej. W postaci związanej występuje w związkach chemicznych, takich jak krzemionka, krzemiany oraz niezbędna do życia woda.

Jest obecny głównie we wszystkich tlenkach, kwasach tlenowych i ich solach oraz w znacznej ilości związków organicznych.



Tlenki siarki są jednymi ze składników smogu. Na zdjęciu widoczny jest smog z Santiago (stolica Chile).

Siarka zajmuje 16. miejsce pod względem rozpowszechnienia w skorupie ziemskiej. Występuje zarówno w stanie wolnym, jak i w postaci siarczków czy siarczanów. Poza tym tworzy wiele tlenków jak np. SO_2 , SO_3 , S_2O , S_8O . Dwa pierwsze są najpowszechniejsze i znajdują najszerze zastosowanie. Siarka tworzy również dużą liczbę kwasów tlenowych, np. H_2SO_3 , H_2SO_4 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ oraz kwas beztlenowy – H_2S .

Źródło: Michael Ertel, Tuxyso, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Mimo przynależności tlenu i siarki do tej samej grupy układu okresowego, właściwości tych pierwiastków i związków z nich zbudowanych znacznie się różnią.

Różnice te wynikają ze znacznie wyższej elektroujemności tlenu, małego promienia atomowego tego pierwiastka oraz braku obecności powłoki *d*, mogącej brać udział w tworzeniu wiązań chemicznych. Przez to tlen w odróżnieniu od siarki nie może przyjmować stopni utlenienia wyższych od II i nie tworzy długich łańcuchów, co sprawia, że w warunkach normalnych jest gazem.

Wynika to także z siły wiązań pojedynczych i podwójnych między atomami tych pierwiastków. Wiązania S – S są znacznie silniejsze od wiązań O – O, co sprzyja

tworzeniu łańcuchów, za to wiązania podwójne tworzone przez tlen są silniejsze niż wiązania podwójne tworzone przez siarkę, ponieważ duży promień atomowy siarki uniemożliwia znaczne zbliżenie się związanych w ten sposób atomów do siebie. Woda ma zdolność do tworzenia silnych wiązań wodorowych między swoimi cząsteczkami, co również odróżnia ją od siarkowodoru – stąd właśnie w temperaturze pokojowej woda jest cieczą, a siarkowodor gazem.

Tabela podsumowująca budowę i wynikające z niej właściwości tlenu i siarki

	Tlen	Siarka
walencyjna konfiguracja elektronowa	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^4$
	$ns^2 np^4$	
obecność podpowłoki <i>d</i>	nie	tak
elektroujemność	3,5	2,5
tworzenie wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami wodorków	tak	nie
najczęściej występujące stopnie utlenienia	-II, -I, I (tylko O ₂ F ₂), II (tylko OF ₂)	-II, IV, VI
najczęstsza forma alotropowa	O ₂ – ditlen, O ₃ – ozon	S ₈ – siarka rombowa i siarka jednoskośna
stan skupienia w warunkach normalnych	gazowy	stały
reaktywność	duża, szczególnie w podwyższonej temperaturze	duża, ale mniejsza od tlenu

Słownik

ozon

trójatomowa odmiana alotropowa tlenu, tworząca się np. podczas burzy

siarka rombowa

odmiana alotropowa siarki stabilna w pokojowej temperaturze; zawiera osiem atomów, ułożonych w zygzakowaty pierścień

siarka jednoskośna

odmiana alotropowa siarki tworząca się w temperaturze powyżej 368 K

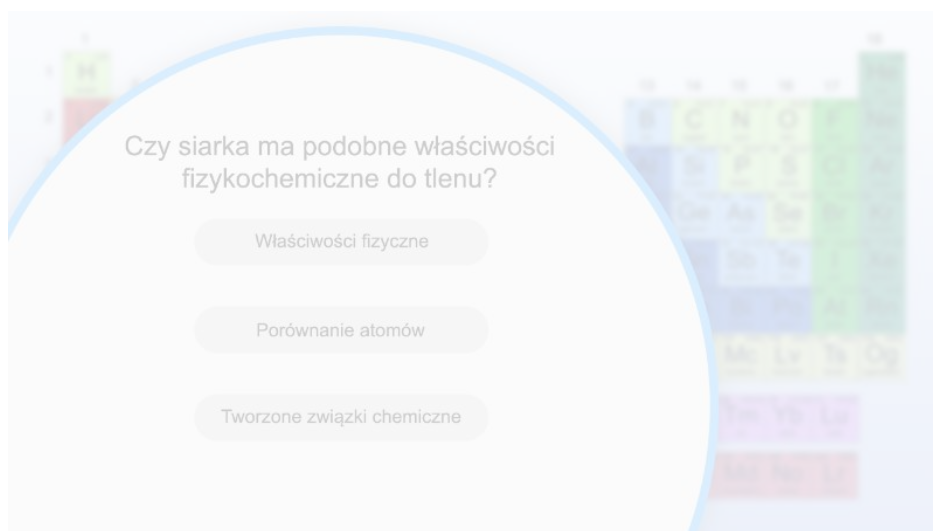
Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, 2. Wyd. 6., Warszawa 2013.

Symulacja interaktywna

Polecenie 1

Czy wiesz, jakie właściwości fizykochemiczne posiadają siarka oraz tlen? Czym się od siebie różnią i jakie są między nimi podobieństwa? By się tego dowiedzieć, przeprowadź poniższą grafikę interaktywną, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DZDbO8UHp>

Grafika interaktywna pt. *Czy siarka ma podobne właściwości fizykochemiczne do tlenu*

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

Ćwiczenie 1

Uzupełnij poniższą tabelę, która zawiera właściwości fizykochemiczne siarki oraz tlenu.

Cecha	Tlen (O ₂)	Siarka (S ₂)
Temperatura topnienia		
Temperatura wrzenia		
Stan skupienia		
Barwa		
Konfiguracja elektronowa		
Średnia masa atomowa		

6 u gaz żółta -218,79 °C 215,14 °C -182,962 °C bezbarwny

pomarańczowa ciecz 444,61 °C -118,87 °C [He] 2s⁴2p² 32 u

115,21 °C 18 u [Ne] 3s²2p⁴ stały 16 u [He] 2s²2p⁴ [Ne] 3s²3p⁴

Ćwiczenie 2

Narysuj związki chemiczne typu H₂X oraz H₂X₂ dla tlenu oraz siarki. Jakie występują między nimi różnice? Zaznacz je.

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



Konfigurację którego gazu szlachetnego osiągnie siarka, gdy uzyska na drodze jonizacji oktet elektronowy? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

Ksenonu.

Argonu.

Neonu.

Kryptonu.

Ćwiczenie 2



Ile elektronów posiada atom tlenu, a ile atom siarki?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3



Podczas utlenienia tlenku siarki(IV) do tlenku siarki(VI), oprócz tlenu niezbędny jest tlenek wanadu(V) - V_2O_5 . Jaką rolę pełni ten związek?

- Pełni rolę inhibitora.
- Pełni rolę przyśpieszacza.
- Pełni rolę katalizatora.
- Pełni rolę nawozu.

Ćwiczenie 4



Jaką nazwę systematyczną ma związek OF_2 ?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 5



Na którym stopniu utlenienia znajduje się atom tlenu w związku OF_2 ?

- II.
- I.
- I.
- II.

Ćwiczenie 6



Jedną z metod otrzymywania tlenku siarki(IV) jest reakcja siarczanu(IV) potasu z kwasem solnym. Napisz cząsteczkowe równanie tej reakcji chemicznej oraz podaj towarzyszące jej przebiegowi obserwacje.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Obserwacje:

Ćwiczenie 7



Temperatura wrzenia wody wynosi 100°C , natomiast temperatura wrzenia siarkowodoru wynosi -60°C . Jaka różnica w budowie tych cząsteczek sprawia, że woda w temperaturze pokojowej jest cieczą, a siarkowodór gazem?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Siarka występuje w postaci wielu odmian alotropowych. Jej cząsteczki zawierają od sześciu do 20 atomów. Najpopularniejsze z nich to siarka rombowa i jednoskośna – obie formy zawierają po osiem atomów siarki w cząsteczce, ale różnią się sposobem ich rozmieszczenia. Siarka rombowa – tzw. siarka α – jest trwała w temperaturze pokojowej, z kolei siarka jednoskośna w temperaturze powyżej 369 K.

Na podstawie powyższego tekstu i wiedzy własnej, uzupełnij luki w tekście.

Siarka rombowa oraz siarka jednoskośna zbudowane są z takich samych /
 różnych atomów. W temperaturze wrzenia wody, siarka występuje w formie
 jednoskośnej / rombowej . Cząsteczki siarki połączone są
 oddziaływaniami van der Waalsa / wiązaniami jonowymi /
 wiązaniami kowalencyjnymi , przez co posiadają wysoką / niską
temperaturę topnienia.

Ćwiczenie 9



Podaj, w jakim stosunku masowym należy zmieszać roztwór nadtlenu wodoru o stężeniu 30%, czyli perhydrol, z wodą, aby otrzymać wodę utlenioną (roztwór o stężeniu 3%).

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Mateusz Flacha, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czy siarka ma podobne właściwości fizykochemiczne do tlenu?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

10) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetali, w tym między innymi równania reakcji: wodoru z niemetalami (Cl_2 , Br_2 , O_2 , N_2 , S), chloru, bromu i siarki z metalami (Na , K , Mg , Ca , Fe , Cu); chloru z wodą.

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:

- omawia właściwości fizykochemiczne tlenu;
- omawia właściwości fizykochemiczne siarki;
- analizuje właściwości fizykochemiczne tlenu i siarki, podając podobieństwa i różnice.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- metoda lekcji odwróconej;
- prezentacje uczniów;
- symulacja interaktywna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- kieszeń i szuflada.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu/smartfony, tablety;

- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda/pisak;
- rzutnik multimedialny.

Przed lekcją – na jeden/dwa tygodnie:

Nauczyciel dzieli uczniów na siedem grup. Zadaniem każdej z nich jest przygotowanie krótkiej prezentacji (w dowolnej formie np. prezentacja multimedialna, miniposter, plakat, miniwykład) na podane poniżej tematy (grupy same wybierają temat). Każda z grup będzie miała maks. 3 min. na swoje wystąpienie.

Dostępne tematy:

- Szesnasta grupa układu okresowego – ogólny opis, jak zmieniają się właściwości fizykochemiczne w tej grupie.
- Budowa atomów tlenu i siarki, możliwe stopnie utlenienia obu pierwiastków.
- Odmiany alotropowe tlenu i siarki – krótki opis dwóch najpopularniejszych odmian dla obu pierwiastków.
- Reaktywność tlenu.
- Reaktywność siarki.
- Związki chemiczne i występowanie tlenu.
- Związki chemiczne i występowanie siarki.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel przedstawia przebieg zajęć. Grupy zgłaszają nauczycielowi, w jakiej formie będą prezentować efekty swojej pracy.
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Grupy po kolei przedstawiają swoje prezentacje na forum klasy. Pozostali uczniowie i nauczyciel udzielają informacji zwrotnej po każdym wystąpieniu.
2. Nauczyciel dzieli tablicę na dwie części: podobieństwa i różnice we właściwościach fizykochemicznych siarki i tlenu. Uczniowie podają swoje propozycje, które są zapisywane na tablicy. Następnie uczniowie na forum wyjaśniają, dlaczego tlen i siarka, mimo położenia w tej samej grupie, mają tak różne właściwości.
3. Nauczyciel proponuje uczniom symulację interaktywną. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte w medium ćwiczenie.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę i wykonują zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. W ramach rekapitulacji, każdy z uczniów otrzymuje tabelę do wypełnienia (patrz załącznik w materiałach pomocniczych) w określonym czasie. Wskazani uczniowie prezentują efekty pracy na forum klasy, a pozostali weryfikują poprawność merytoryczną.
2. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom sklerotki. Prowadzący zajęcia rysuje na tablicy kieszeń, a obok niej zapisuje: „Co zabieram ze sobą?”. Tutaj uczeń ma wpisać to, co wyniósł z zajęć, co do niego szczególnie przemówiło, co się spodobało lub co mu się przyda w przyszłości. Poniżej nauczyciel rysuje szufladę i białą plamę. Obok szuflady zapisuje: „Co mi się nie przyda?”, a obok białej plamy: „Czego zabrakło?”. Poniższe rysunki uczeń wypełnia sklerotkami z zapisanymi krótkimi zdaniami, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulację interaktywną można wykorzystać w ramach rekapitulacji zamiast tabeli do uzupełnienia.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje sklerotki (samoprzylepne karteczki) dla uczniów.
2. Tabela do uzupełnienia:

Plik o rozmiarze 63.02 KB w języku polskim

3. Kryteria oceny prezentacji:

- poprawność merytoryczna (zgodność z tematem; dostosowana do możliwości odbiorców, wyczerpanie tematu)
- język prezentacji (specjalistyczna terminologia, poprawność językowa)
- konkretność (zdania krótkie – równoważnikowe, hasła)
- atrakcyjność (wielkość czcionki, układ treści na slajdzie, tempo wyświetlania, przejścia slajdu, wzorce slajdów)
- estetyka (animacje, grafika, kolor, dźwięk)
- prezentacja multimedialna powinna mieć max. 8 slajdów
- czas prezentacji (wykorzystanie zaplanowanego czasu – 3 min.)