



Jak definiujemy stopień utlenienia i w jakim celu?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jak definiujemy stopień utlenienia i w jakim celu?

Rozkrojone jabłko brązowieje na skutek enzymatycznego utleniania. Pakowanie świeżych owoców w atmosferze beztlenowej, albo dodanie witaminy C jako przeciwutleniacza, powstrzymuje lub spowalnia ten proces.

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

Pierwiastkom, wchodzącym w skład związków chemicznych, można przypisać konkretne stopnie utlenienia, których nie powinno się utożsamiać z realnym ładunkiem danej cząsteczki. Określanie ich poprzez analizę struktury elektronowej molekuly jest bardzo niewygodne, dlatego ustalono szereg zasad, za pomocą których jest to możliwe w o wiele przyjemniejszy sposób. Czy wiesz, w jakim celu się je stosuje?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcie stopnia utlenienia.
- Wyjaśnisz reguły określania stopnia utlenienia.
- Zastosujesz poznane reguły do określenia stopnia utlenienia pierwiastków w związkach nieorganicznych oraz organicznych.

Przeczytaj

Stopień utlenienia to pojęcie umowne (zapisywane cyfrą rzymską). W przypadku pierwiastka danego związku chemicznego będzie to liczba dodatnich lub ujemnych ładunków elementarnych, jakie przypisalibyśmy atomom tego pierwiastka, gdyby wszystkie wiązania utworzone przez atom były **jonowe**.

Reguły obliczania stopni utlenienia

1. Atomy (cząsteczki) pierwiastków w stanie wolnym mają zawsze stopień utlenienia równy zero.
2. Suma stopni utlenienia wszystkich atomów, wchodzących w skład cząsteczki, równa jest zero.
3. Suma stopni utlenienia wszystkich atomów, wchodzących w skład jonu, równa jest ładunkowi jonu.

Przykład 1

Suma stopni utlenienia w jonie SO_4^{2-} wynosi -II, ponieważ:

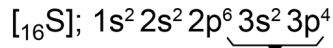
$$4 \cdot (-\text{II}) + \text{VI} = -\text{II}$$

Gdzie:

- stopień utlenienia siarki wynosi VI;
- stopień utlenienia tlenu wynosi -II.

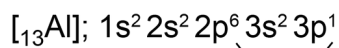
4. Fluor w związkach ma zawsze stopień utlenienia równy -I.
5. Tlen w związkach ma na ogół stopień utlenienia równy -II, ale w nadtlenkach (np. H_2O_2) stopień ten wynosi -I, w ponadtlenkach (np. KO_2) $-\frac{1}{2}$, a w cząsteczce fluorku tlenu (OF_2) II.
6. Wodór w związkach, w większości przypadków, ma stopień utlenienia równy I, ale w wodorkach litowców i berylowców stopień ten wynosi -I.
7. Litowce w związkach chemicznych mają zawsze stopień utlenienia I, a berylowce II.
8. Atomy metali w związkach przyjmują dodatnie stopnie utlenienia.
9. W cząsteczce związku chemicznego dodatni stopień utlenienia ma atom o niższej **elektroujemności**, a ujemny – atom o wyższej elektroujemności (czyli bardziej elektroujemny).

Znając konfigurację elektronową atomu pierwiastka, można określić jego maksymalny i minimalny stopień utlenienia.



- 6 elektronów (atom oddaje elektrony) →
+2 elektrony (atom przyjmuje elektrony) →

maksymalny stopień utlenienia: **VI**
minimalny stopień utlenienia: **-II**



- 3 elektrony (atom oddaje elektrony)

stopień utlenienia: **III**
(jako metal przyjmuje w związkach chemicznych tylko dodatni stopień utlenienia)

Określenie maksymalnego i minimalnego stopnia utlenienia pierwiastka na podstawie konfiguracji elektronowej atomu tego pierwiastka

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

Ciekawostka

Minerałem, występującym naturalnie w skorupie ziemskiej, jest magnetyt o wzorze sumarycznym Fe_3O_4 . Jest to tlenek, w którym żelazo występuje na II i III stopniu utlenienia.

Skąd takie wartości?

Magnetyt to mieszanina dwóch tlenków: $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, gdzie jeden atom żelaza występuje na II stopniu, zaś dwa pozostałe na III stopniu utlenienia. Stąd też nazwa systematyczna dla magnetytu to tlenek żelaza(II) diżelaza(III).

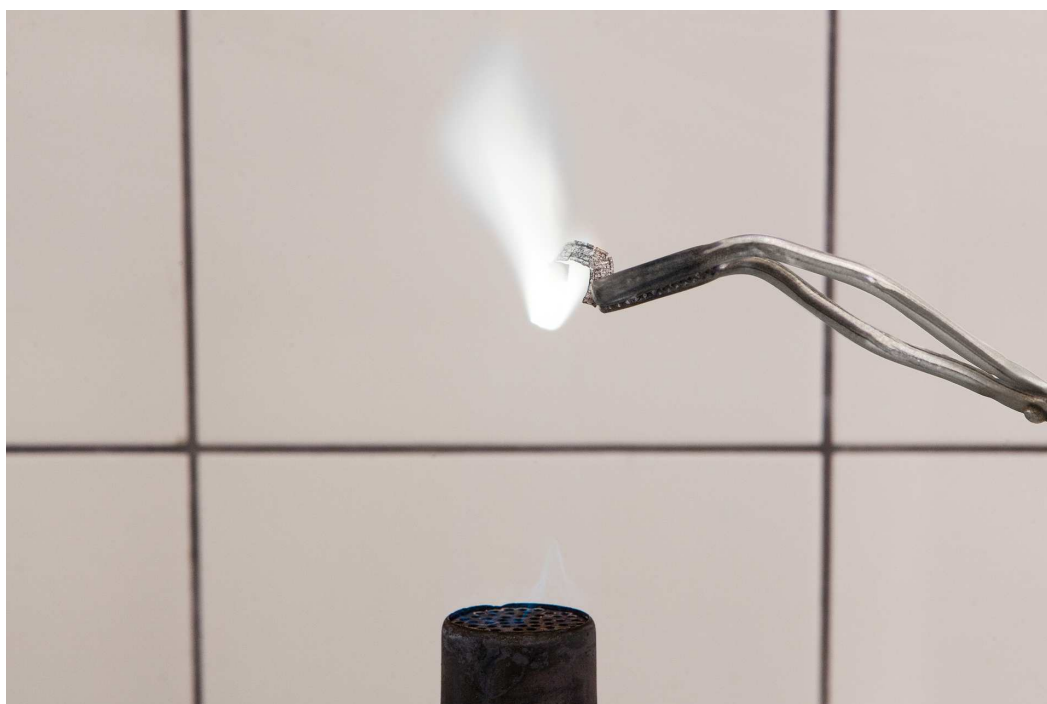


Tlenek żelaza(II) diżelaza(III) umieszczony na szkiełku zegarkowym

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

Wykorzystanie stopni utlenienia

Znajomość stopni utlenienia jest istotna z punktu widzenia reakcji chemicznych, zachodzących z wymianą elektronów, tzw. reakcji **redoks**. Zmiany stopnia utlenienia sygnalizują, że nastąpiła wymiana elektronów między atomami. Wśród reakcji redoks wymienić można reakcje spalania, wymiany pojedynczej oraz niektóre reakcje syntezy i analizy.



Reakcja spalania magnezu jest przykładem reakcji zachodzącej ze zmianą stopnia utlenienia pierwiastków: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$.

Źródło: dostępny w internecie: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

stopień utlenienia

liczba dodatnich lub ujemnych ładunków elementarnych, jakie można przypisać atomom pierwiastka danego związku chemicznego, gdyby wszystkie wiązania utworzone przez atom były jonowe

elektroujemność

zwana niekiedy elektronegatywnością; miara zdolności atomów w cząsteczkach związków chemicznych do przyciągania elektronów

reakcje redoks

(ang. *reduction* „redukcja”; *oxidation* „utlenienie”) reakcje oksydacyjno-redukcyjne, reakcje utleniania-redukcji; reakcje, w których dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu, jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza), na skutek czego następuje zmiana stopni utlenienia atomów

wiązanie jonowe

(heteropolarne, elektrowalencyjne) tworzy się wskutek elektrostatycznego przyciągania się układów o różnoimiennych ładunkach elektrycznych; powstaje między dwoma atomami, z których jeden – atom A – łatwo oddaje, a drugi – atom B – łatwo przyłącza elektrony (odznacza się dużą elektroujemnością)

Bibliografia

Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A., *Chemia. Repetytorium. Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Czy wiesz, jak ważną rolę może odgrywać określenie stopni utlenienia związków? Zapoznaj się z poniższą grafiką interaktywną, ilustrującą różnice między związkami chromu na różnym stopniu utlenienia. W zależności od stopnia utlenienia, właściwości związków mogą ulegać zmianom. Po analizie schematu rozwiąż ćwiczenia.

Grafika interaktywna pt. „Chrom na różnych stopniach utlenienia. Reakcje, właściwości i zastosowania”

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

Ćwiczenie 1



Chrom na pewnym stopniu utlenienia ma negatywny wpływ na stan naszego zdrowia. Jest dla nas szkodliwy. Podaj, o który stopień utlenienia chodzi i jakie mogą być skutki kontaktu ze związkami chromu właśnie na tym stopniu utlenienia. Jak myślisz, dlaczego warto zdefiniować stopnie utlenienia w związkach?

Ćwiczenie 2



Rozpisz stopnie utleniania w heksahydroksochromianie(III) sodu.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



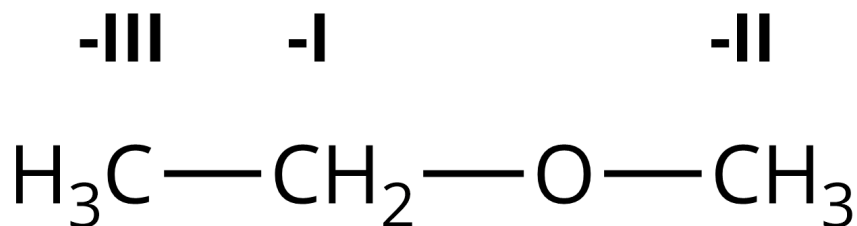
Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



W cząsteczkach niektórych związków, np. eterów czy estrów, atom tlenu występuje jako element szkieletu węglowego cząsteczki i stąd jego stopień utlenienia, równy zwykle $-II$, „rozkłada się równomiernie” na sąsiadujące z nim atomy węgla, np.:



Wzór grupowy estru

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

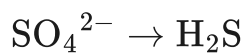
Wzór półstrukturalny estru

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

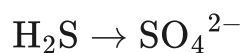
Ćwiczenie 7



Analizując obieg siarki w przyrodzie, można zaobserwować przemiany dokonane przez bakterie beztlenowe:



oraz bakterie tlenowe:



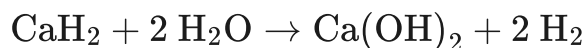
Oblicz stopień utlenienia siarki w następujących formach: SO_4^{2-} i H_2S .

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

Ćwiczenie 8



Przeprowadzono reakcję otrzymywania wodorotlenku wapnia zgodnie z równaniem:



Określ stopnie utlenienia wodoru w każdym z reagentów.

Dla nauczyciela

Autor: Gabriela Iwińska

Przedmiot: Chemia

Temat: Jak definiujemy stopień utlenienia i w jakim celu?

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

- 1) stosuje pojęcia: utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja.

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

- 2) stosuje pojęcia: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- definiuje pojęcie stopnia utlenienia;
- wyjaśnia reguły określania stopnia utlenienia;
- stosuje poznane reguły do określenia stopnia utlenienia pierwiastków w związkach nieorganicznych oraz organicznych.

Strategie nauczania:

- strategia asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- burza mózgów;
- z użyciem e-podręcznika;
- technika gadająca ściana.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania, zaciekawiając tematem. Przykładowe pytania: czy potraficie zdefiniować, co to jest stopień utlenienia? Czy wiecie, jak ten stopień utlenienia się określa? Czy wiecie, w jakim celu się to stosuje?
2. Nauczyciel czyta temat lekcji: „Jak definiujemy stopień utlenienia i w jakim celu?” oraz cele i prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia utlenienia.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Prowadzący zajęcia dzieli uczniów na trzy grupy zadaniowe:
 - I grupa – reguły obliczania stopni utlenienia;
 - II grupa – specyficzne reguły obliczania stopni utlenienia, dotyczące związków organicznych;
 - III grupa – wykorzystanie stopni utlenienia.

2. Każda grupa otrzymuje od nauczyciela arkusze papieru A3 i mazaki oraz na podstawie dostępnych źródeł, w tym treści e-materiału zapoznaje się z materiałem w ramach swojego zagadnienia i opracowuje go. Po wykonaniu pracy liderzy grup, z wykorzystaniem techniki gadająca ściana, omawiają wytwory prac uczniowskich na forum. Pozostali uczniowie z innych grup mogą uzupełniać wiadomości włączając się do dyskusji.
3. Eksperyment chemiczny – „Badanie reakcji spalania magnezu, jako przykład reakcji redox”. Nauczyciel wybiera chętnych uczniów do roli asystenta celem przeprowadzenia pokazu uczniowskiego wg instrukcji podanej w materiałach pomocniczych. Nauczyciel przygotowuje odpowiedni sprzęt i odczynniki chemiczne. Nauczyciel rozdaje karty pracy ucznia. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia, obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równanie reakcji chemicznej, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym. Nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
4. Uczniowie w parach analizują medium bazowe – grafikę interaktywną pt. „Chrom na różnych stopniach utlenienia. Reakcje, właściwości i zastosowania”. Następnie w tych samych parach rozwiązują dołączone do medium ćwiczenia. Nauczyciel podchodzi do każdej grupy i sprawdza, czy uczniowie mają jakieś problemy lub czegoś nie rozumieją. Dwie chętne osoby podają rozwiązania zadań na forum klasy – nauczyciel monitoruje poprawność, ewentualnie poprawia i wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
5. W ten sam sposób uczniowie pracują z ćwiczeniami od 6 do 8 z sekcji „sprawdź się”. Ze względu na trudność tych ćwiczeń – prowadzący zajęcia omawia wyniki ze wszystkimi uczniami.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel omawia przebieg zajęć, wskazuje mocne i słabe strony pracy uczniów, udzielając im tym samym informacji zwrotnej.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - o Przypomniałem/łam sobie, że...
 - o Co było dla mnie łatwe...
 - o Czego się nauczyłem/łam...
 - o Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują zadania zawarte w zestawie ćwiczeń – nierozwiązane podczas lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Doświadczenie:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: palnik, zapalniczka/zapałki, szczypce metalowe.

Odczynniki chemiczne: wióry magnezowe.

Instrukcja wykonania:

- Zapal palnik.
- Umieść wiórę magnezową w szczypcach metalowych i przyłóż ją do płomienia palnika.
- Obserwuj zmiany.

2. Karta charakterystyk substancji.

3. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 62.54 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

- Medium w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy w temacie „Jak definiujemy stopień utlenienia i w jakim celu?”.