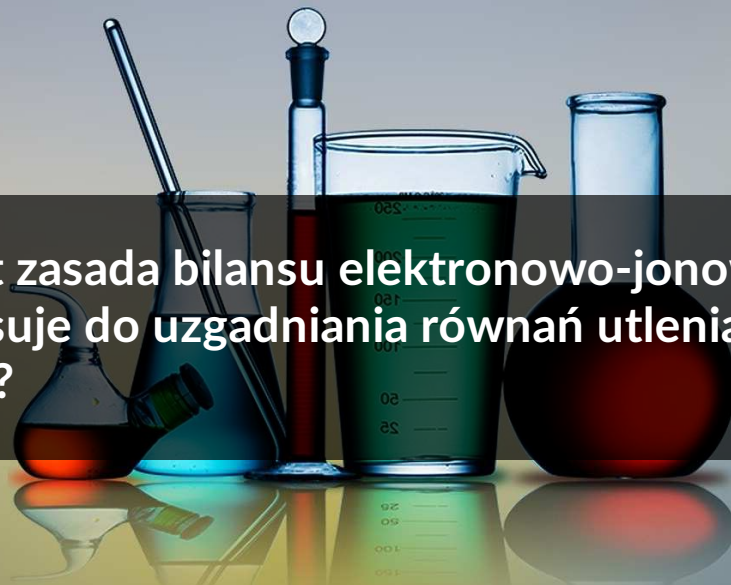




Co to jest zasada bilansu elektronowo-jonowego i jak się ją stosuje do uzgadniania równań utleniania i redukcji?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

A photograph of various pieces of laboratory glassware on a reflective surface. From left to right: a small round-bottom flask containing orange liquid, a conical flask containing blue liquid with a glass rod, a graduated cylinder containing red liquid, a beaker containing green liquid, and a larger round-bottom flask containing red liquid. The background is a soft gradient from light to dark.

## Co to jest zasada bilansu elektronowo-jonowego i jak się ją stosuje do uzgadniania równań utleniania i redukcji?

W zależności od stopnia utlenienia atomu pierwiastka tworzącego związek chemiczny, jego roztwory wodne mogą mieć różną barwę.

Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Jednym z medium przeprowadzania reakcji chemicznych jest woda. W niej duża część związków chemicznych może ulegać dysocjacji na jony – kationy i aniony. Atomy budujące te drobiny, w wyniku reakcji chemicznej z innymi indywiduami chemicznymi, mogą m.in. zmieniać swoje stopnie utlenienia. Ustalenie współczynników stechiometrycznych w takich równaniach jest możliwe m.in. dzięki wykorzystaniu bilansu jonowo-elektronowego. Czy wiesz, jakimi zasadami rządzi się taki bilans?

### Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest bilans elektronowo-jonowy.
- Przedstawisz zasady bilansu elektronowo-jonowego.
- Zastosujesz bilans elektronowo-jonowy do uzgadniania współczynników stechiometrycznych reakcji chemicznej.
- Wyjaśnisz różnicę między bilansem elektronowym a elektronowo-jonowym.

# Przeczytaj

---

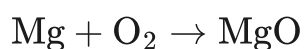
## Reakcje utlenienia-redukcji

[Reakcje utlenienia-redukcji](#) pełnią bardzo ważną rolę w życiu codziennym. Na zasadzie tych reakcji działa bateria w twoim telefonie, laptopie czy w samochodach elektrycznych. Reakcje utlenienia-redukcji, tak jak inne reakcje chemiczne, podlegają [zasadzie zachowania masy](#) i ładunku. Oznacza to, że masy substratów i produktów, jak i ich ładunki, muszą się zgadzać po obu stronach równania. W uzgadnianiu stechiometrii równań reakcji utlenienia-redukcji wykorzystuje się głównie dwie metody:

- bilans elektronowo-jonowy;
- bilans elektronowy.

### Bilans elektronowy

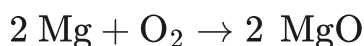
Metoda ta polega na odszukaniu w reakcji chemicznej pierwiastków, których atomy zmieniają swój stopień utlenienia. Przy tworzeniu schematu reakcji utlenienia-redukcji trzeba znaleźć i wykorzystać wyłącznie te atomy, które właśnie zmieniają swój stopień utlenienia. Rozważmy reakcję spalania magnezu w tlenie.



W przypadku powyższej reakcji zachodzi utlenienie magnezu na +II stopień utlenienia oraz redukcja tlenu cząsteczkowego na -II stopień utlenienia.

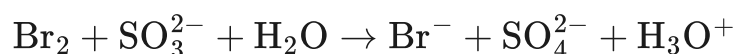


W celu zbilansowania reakcji, należy proces utlenienia magnezu i redukcji tlenu pomnożyć przez 2, aby liczba elektronów biorących udział w obu procesach była taka sama, a liczba atomów tlenu była zgodna z powyższą reakcją. Sumaryczna reakcja powinna być zapisana następująco:



## Bilans elektronowo-jonowy

Bilans elektronowo-jonowy stosuje się do celu zbilansowania równań reakcji zapisanych w formie jonowej skróconej. W celu zbilansowania równania tą metodą, należy posłużyć się jonami w reakcjach połówkowych, które po zsumowaniu powinny tworzyć pełne równanie reakcji redoks w formie jonowej skróconej. Rozważmy następującą reakcję:



## Pamiętaj!

1. W przypadku korzystania z bilansu elektronowo-jonowego w zapisie procesów połówkowych, nie zapisujemy tylko symbolu pierwiastka, którego atom zmienia swój stopień utlenienia, a całe indywidualum (jon), w którym dany atom się znajduje.
2. W celu uzgodnienia liczby atomów wodoru i tlenu, należy przeanalizować, w jakim środowisku dana reakcja zachodzi:

- o **środowisko zasadowe** – tam, gdzie brakuje atomów tlenu, dopisujemy cząsteczkę  $\text{H}_2\text{O}$ , następnie  $\text{OH}^-$  po drugiej stronie procesu, w celu zbilansowania równania.
  - o **środowisko kwasowe** – tam, gdzie brakuje atomów tlenu, dopisujemy cząsteczkę  $\text{H}_2\text{O}$ , następnie dodajemy po drugiej stronie procesu jony  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
3. Uwzględniamy liczbę elektronów tak, aby ładunki w równaniach połówkowych się zgadzały. Jeżeli tak nie jest, oznacza to, że zostały wybrane złe indywidua chemiczne, które ulegają reakcji.
  4. Mnożymy procesy połówkowe, tak aby liczba elektronów w procesie połówkowym utleniania i redukcji była taka sama.
  5. Dodajemy procesy połówkowe stronami i sprawdzamy, czy ładunki oraz masy substratów i produktów są takie same po obu stronach procesu.

## Słownik

### zasada zachowania masy, prawo zachowania masy

prawo stwierdzające, że suma mas ciał, które biorą udział w procesie, nie zmienia się

### reakcja oksydacyjno-redukcyjna, reakcja utleniania-redukcji, reakcja redoks

reakcja, w której dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu, jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza)

### reakcje połówkowe

zapis reakcji procesu utleniania i redukcji w formie jonowej – reakcje te nie odzwierciedlają rzeczywistego procesu, a jedynie przedstawiają jej mechanizm; połączenie tych procesów prowadzi do powstania równania w formie jonowej skróconej

### stopień utlenienia

pojęcie umowne, określające liczbę dodatnich lub ujemnych ładunków elementarnych, które można by przypisać atomowi pierwiastka chemicznego,

wchodzącego w skład określonego związku, gdyby cząsteczki tego związku miały budowę jonową

## Bibliografia

*Encyklopedia PWN*

Jones L., Atkins P., *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, Warszawa 2018.

Praca zbiorowa pod redakcją Śliwy A., *Obliczenia chemiczne. Zbiór zadań z chemii nieorganicznej i analitycznej wraz z podstawami teoretycznymi*, wyd. 4, Warszawa 1976.

Pazdro K. M., *Podstawy chemii dla kandydatów na uczelnie wyższe*, Warszawa 1991.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2009.

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Chemia 3 – Równowagi i procesy jonowe, Zakres rozszerzony*, Gdynia 2005.

# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samuczkiem, spróbuj rozwiązać samodzielnie zawarte w nim zadania, a następnie odpowiedz na poniższe pytania.

# Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dlm8WHV8y>

Film samouczek pt. „*Co to jest zasada bilansu elektronowo-jonowego i jak się ją stosuje do uzgadniania równań utleniania i redukcji?*”

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

Film wyjaśniający zagadnienie bilansu elektronowo-jonowego i metod uzgadniania równań utleniania i redukcji.

---

## Ćwiczenie 1

## Ćwiczenie 2

W podanym równaniu reakcji dobierz współczynniki metodą bilansu jonowo-elektronowego, wskaż utleniacz i reduktor, a także utlenianie i redukcję.

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

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Połącz pojęcie z odpowiednią definicją mówiącą czym różni się zapis bilansu elektronowego od bilansu elektronowo-jonowego.

bilans elektronowy

zapisujemy w procesach półkowych tylko symbole pierwiastków atomy ulegające reakcji

bilans elektronowo-jonowy

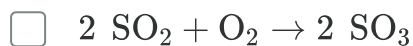
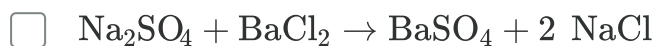
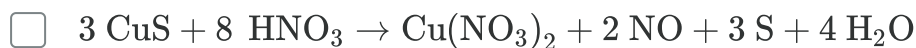
zapisujemy całe indywidua chemiczne, w skład których wchodzi atom pierwiastka ulegającego reakcji redoks

## Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

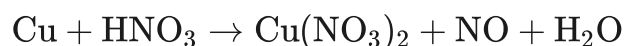
Z przedstawionych poniżej reakcji, wybierz tylko te, które są reakcjami utlenienia-redukcji.



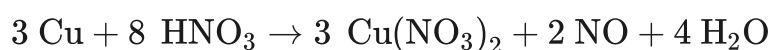
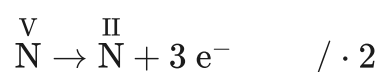
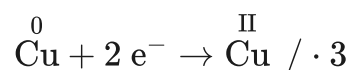
### Ćwiczenie 3



Na sprawdzianie uczeń miał za zadanie dobrać współczynniki stechiometryczne metodą bilansu elektronowo-jonowego następującej reakcji:



W swojej pracy umieścił następujące odpowiedzi:



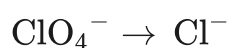
Wyjaśnij, dlaczego, pomimo poprawnie dobranych współczynników stechiometrycznych reakcji, uczeń nie otrzymał maks. liczby punktów.

**Odpowiedź:**

### Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższy proces połówkowy. Określ, czy jest to proces utlenienia, czy redukcji, oraz podaj, ile elektronów bierze udział w tym procesie.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 5



Zapoznaj się z poniższym tekstem, a następnie rozwiąż zadanie.

Niektóre reakcje redoks nazywamy reakcjami dysproporcjonowania. Są to reakcje, w których ta sama drobina ulega utlenieniu, jak i redukcji. Tlenek azotu(IV) w środowisku zasadowym ulega reakcji dysproporcjonowania. W wyniku tej reakcji powstają jony azotanowe(V), jony azotanowe(III) oraz cząsteczka wody.

Na podstawie Kocjan R., *Chemia analityczna, Podręcznik dla studentów Analiza jakościowa, Analiza ilościowa Klasyczna*, Warszawa 2002.

Zapisz równanie zachodzącej reakcji redoks i uzgodnij ją metodą bilansu elektronowo-jonowego.

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



Zapoznaj się z poniższym tekstem, a następnie rozwiąż zadanie.

Reakcje między drobinami, w których ten sam pierwiastek występuje na różnych stopniach utlenienia, w wyniku czego otrzymujemy jeden produkt o pośrednim stanie utlenienia, nazywamy reakcjami **synproporcjonowania**.

Podczas ogrzewania roztworu, zawierającego mieszaninę jonów amonowych oraz azotanowych(III), zachodzi reakcja, w której wydziela się bezbarwny gaz (główny składnik powietrza).

Na podstawie Kocjan R., *Chemia analityczna, Podręcznik dla studentów Analiza jakościowa, Analiza ilościowa Klasyczna*, Warszawa 2002.

Zapisz reakcję synproporcjonowania soli amonowej z jonami azotanowymi(III). Dobierz współczynniki metodą bilansu elektronowo-jonowego.

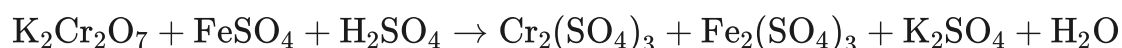
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 7



Dobierz współczynniki stechiometryczne poniższej reakcji chemicznej, stosując bilans elektronowo-jonowy.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Zapoznaj się z poniższym tekstem, a następnie rozwiąż zadanie.

Manganian(VII) potasu  $\text{KMnO}_4$  jest związkiem, którego roztwór ma zabarwienie różowofioletowe. Ma silne działanie utleniające. Podczas reakcji chemicznych, prowadzonych w roztworach słabo zasadowych, wytrąca się on w postaci trudno rozpuszczalnego tlenku, z kolei w roztworach silnie zasadowych tworzy się sól manganu  $\text{MnO}_4^{2-}$  na VI stopniu utlenienia o zabarwieniu zielonym, a w roztworach kwasowych następuje odbarwienie roztworu.

A. Bielański *Podstawy chemii nieorganicznej* tom 2 Warszawa 2009 r.

Wykonano następujące doświadczenie: do probówki, w której znajdował się wodny roztwór  $\text{KMnO}_4$ , dodano roztwór  $\text{NaOH}$  oraz roztwór  $\text{K}_2\text{SO}_3$ . Po zmieszaniu substratów, roztwór zmienił barwę. Nie zaobserwowano wytrącenia się osadu.

Narysuj schemat doświadczenia, zapisz obserwacje oraz dobierz współczynniki reakcji chemicznej, korzystając z metody bilansu elektronowo-jonowego.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszytcie 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:** Co to jest zasada bilansu elektronowo-jonowego i jak się ją stosuje do uzgadniania równań utleniania i redukcji?

**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

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

4) stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej).

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

5) stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej).

### 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 zasady bilansu elektronowo-jonowego;
- wyjaśnia, czym jest bilans elektronowo-jonowy;

- stosuje bilans elektronowo-jonowy do uzgadniania współczynników stechiometrycznych reakcji chemicznej;
- wyjaśnia różnicę między bilansem elektronowym a elektronowo-jonowym.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna.

### **Metody i techniki nauczania:**

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- technika baterii.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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: Jakie są metody bilansowania równań reakcji redoks?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek „Bilans elektronowo-jonowy”. Zadaniem uczniów jest wypisanie kolejno następujących po sobie etapów bilansowania elektronowo-jonowego. Po zakończeniu projekcji

uczniowie na forum podają kolejne etapy bilansowania. Nauczyciel i pozostali uczniowie weryfikują poprawność wypowiedzi uczniów.

2. Ćwiczenia w pisaniu na tablicy przykładów bilansowania elektronowo-jonowego. Uczniowie nawzajem weryfikują poprawność zapisów.
3. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 3-8 zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają odpowiedzi, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1 i 2 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają samoprzylepnymi karteczkami w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?

#### **Praca domowa:**

1. Zapisz równania reakcji miedzi z stężonym kwasem azotowym(V) oraz z rozcieńczonym kwasem azotowym(V). Dobierz współczynniki stechiometryczne metodą bilansu elektronowo-jonowego.
2. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

#### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Film samouczek może być wykorzystany podczas lekcji do zobrazowania uczniom zasad bilansu elektronowo-jonowego. Nauczyciel multimedium może wykorzystać w ramach metody lekcji odwróconej. Uczniowie mogą film wykorzystać przygotowując się do lekcji czy pracy kontrolnej, a uczniowie nieobecni na lekcji do samokształcenia celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

#### **Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz samoprzylepne karteczki dla uczniów.

2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Na czym polega bilans elektronowo-jonowy?
- Na czym polegają reakcje redoks?