



Jak ustalić wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego na podstawie składu procentowego i masy molowej?

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





## Jak ustalić wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego na podstawie składu procentowego i masy molowej?

Alchemię można uważać za bezpośredniego przodka współczesnej chemii.  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Współczesna chemia wywodzi się z przednaukowej praktyki nazywanej alchemią. Alchemików najbardziej interesowały odkrycia dotyczące transmutacji ołowiu w złoto, eliksiru nieśmiertelności oraz panaceum na wszystkie choroby. Ta dziedzina wiedzy prawdopodobnie powstała już w starożytnym Egipcie i z roku na rok widoczny był jej progres. Badacze odkrywali nowe pierwiastki, np. wielki polski alchemik – Michał Sędziwój – zasłynął jako odkrywca tlenu. Za jego życia (1566 – 1636) nie istniało jeszcze pojęcie pierwiastka chemicznego czy gazu.

W tamtych czasach naukowcy skupiali się na tym, czy daną substancję da się rozłożyć na prostsze elementy (czyli można było sądzić, że dana substancja jest związkiem chemicznym), czy też nie. Dalszym odkryciem było ustalenie składu pierwiastkowego związków chemicznych i możliwe stało się ustalenie wzorów. Czy wiesz, jak we współczesnej chemii ustalić wzór związku chemicznego i na jakiej podstawie? Czy znając skład procentowy, możemy wyznaczyć wzór chemiczny związku? Czym różni się wzór empiryczny od rzeczywistego?

## Twoje cele

- Zastosujesz prawo stałości składu (Prawo Prousta).
- Na podstawie wzoru empirycznego i masy molowej ustalisz wzór rzeczywisty związku chemicznego.
- Oszacujesz wzór empiryczny związku chemicznego na podstawie wyników analizy elementarnej.

# Przeczytaj

---

## Czy wzór empiryczny zawsze odzwierciedla prawdziwy wzór sumaryczny związku?

Aby sprawdzić, czy [wzór empiryczny](#) odpowiada rzeczywistemu, trzeba znać masę molową związku i porównać ją z teoretyczną masą molową, ustaloną na podstawie wzoru empirycznego. [Wzór rzeczywisty](#) to wzór sumaryczny związku chemicznego. Jest on albo identyczny ze wzorem empirycznym (tak jest w przypadku prawie wszystkich związków nieorganicznych), albo stanowi jego całkowitą wielokrotność. To ważne dla związków organicznych. Wśród nich bowiem istnieje wiele grup o identycznym stosunku molowym tworzących je atomów pierwiastków (na przykład  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  – podane związki chemiczne zawierają atomy pierwiastków w tych samych proporcjach).

## Prawo stałości składu (Prawo Prousta)

Wzór sumaryczny związku chemicznego można ustalić za pomocą prawa stałości składu. Równanie łączy makroświat z opisem molekularnym. Dla związku chemicznego, o wzorze sumarycznym  $A_xB_y$ , równanie ma postać:

$$\frac{M_A \cdot x}{M_B \cdot y} = \frac{\%A}{\%B},$$

gdzie:

- $M_A$  i  $M_B$  – masy molowe pierwiastków;

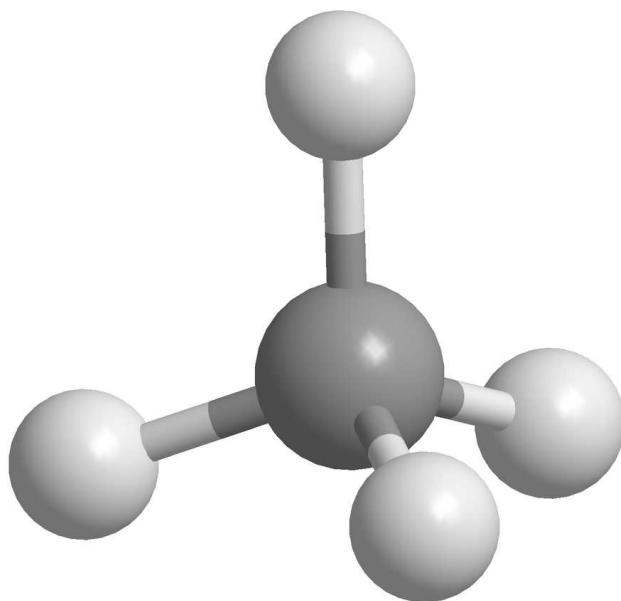
- $x$  i  $y$  – indeksy stechiometryczne;
- $\%A$  i  $\%B$  – masowe zawartości procentowe pierwiastków.

Lewa część równania określa stosunek masowy w pojedynczym indywiduum chemicznym (mikroświat). Prawa strona równania zawiera dane doświadczalne, określające stosunek masowy pierwiastków w próbce (makroświat).

### Polecenie 1

Ustalenie wzoru empirycznego.

Związek zawiera wagowo 85,7% węgla i 14,3% wodoru. Wyznacz wzór empiryczny tego związku. Dodatkowo określ, czy wzór ten może być wzorem rzeczywistym.



Metan( $\text{CH}_4$ ) to organiczny związek chemiczny. Jest najprostszym węglowodorem nasyconym – alkanem. Kolorem szarym oznaczono atom węgla, kolorem białym oznaczono atomy wodoru.

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

## Polecenie 2

Ustalenie wzoru rzeczywistego związku chemicznego.

O pewnym związku węgla, wodoru i bromu wiadomo, że:

- zawiera 22,4% masowych węgla;
- zawiera 2,8% masowych wodoru;
- jego masa molowa jest równa  $214 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

Na podstawie podanych informacji ustal wzór rzeczywisty tego związku.

## Podsumowanie

Wzór rzeczywisty to wzór sumaryczny związku chemicznego. Prostszy wzorem jest wzór empiryczny, który podaje tylko stosunki między liczbami atomów poszczególnych pierwiastków. Aby ustalić wzór rzeczywisty związku chemicznego, którego znany jest wzór empiryczny, trzeba znać masę molową badanego związku. Jest ona niezbędna do określenia, jaką wielokrotnością wzoru empirycznego jest wzór rzeczywisty związku chemicznego. Stosunek masowy – stosunek mas pierwiastków w cząsteczce; analiza elementarna – metoda analityki chemicznej, badająca skład i strukturę substancji; masa molowa – masa 1 mola substancji, liczona jako stosunek masy substancji do liczby moli substancji zawartych w tej masie.

## Słownik

### wzór empiryczny

wzór utworzony przez zestawienie symboli atomowych pierwiastków chemicznych z odpowiednimi indeksami dolnymi tak, aby powstał możliwie najprostszy wzór określający skład związku

### wzór rzeczywisty

wzór często tożsamy ze wzorem sumarycznym związku chemicznego. Jest on albo identyczny ze wzorem empirycznym (tak jest w przypadku prawie wszystkich związków nieorganicznych), albo stanowi jego całkowitą wielokrotność

### **skład procentowy związku chemicznego**

udział procentowy masy poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym

### **stosunek procentowy**

stosunek procentowych zawartości masowych pierwiastków w związku chemicznym

### **stosunek masowy**

stosunek mas pierwiastków w cząsteczce z uwzględnieniem ich ilości

### **analiza elementarna**

metoda analityki chemicznej, która bada skład i strukturę substancji

### **masa molowa**

masa jednego mola substancji

## **Bibliografia**

Atkins P., Jones L., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, New York 2009, wyd. 5.

Kaznowski K., Pazdro K. M., *Chemia. Podręcznik do liceów i techników*, Warszawa 2019.

# Film edukacyjny

---

## Polecenie 1

Ustalanie wzoru empirycznego i rzeczywistego związku chemicznego to podstawowa umiejętność chemika. W jaki sposób się to robi? Zapoznaj się z filmem edukacyjnym, a przekonasz się, że to nie jest takie trudne! Zdobyta wiedza pomoże Ci rozwiązać ćwiczenia. Do dzieła!

Trwa wczytywanie danych ..



**USTALANIE WZORU EMPIRYCZNEGO I  
RZECZYWISTEGO ZWIĄZKU CHEMICZNEGO**

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1aK35YmxKImJ>

Film edukacyjny pt. *Ustalanie wzoru empirycznego i rzeczywistego związku chemicznego*

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącego ustalania wzoru empirycznego i rzeczywistego związku chemicznego.

---

## Ćwiczenie 1

O czym mówi prawo stałości składu?

## Ćwiczenie 2

Określ wzór empiryczny związku o następującym składzie procentowym masowym:

- glin – 15,79%;
- siarka – 28,07%;
- tlen – 56,14%.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem.

stosunek procentowy

udział procentowy masy poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym

stosunek masowy

stosunek procentowych zawartości masowych pierwiastków w związku chemicznym

skład procentowy związku chemicznego

stosunek mas pierwiastków w cząsteczce z uwzględnieniem ich ilości

wzór empiryczny

wzór utworzony przez zestawienie symboli atomowych pierwiastków chemicznych z odpowiednimi indeksami dolnymi tak, aby powstał możliwie najprostszy wzór określający skład związku

wzór rzeczywisty

wzór często tożsamy ze wzorem sumarycznym związku chemicznego. Jest on albo identyczny ze wzorem empirycznym (tak jest w przypadku prawie wszystkich związków nieorganicznych), albo stanowi jego całkowitą wielokrotność

## Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdania podanymi wyrazami w odpowiedniej formie gramatycznej.

Wzór sumaryczny związku chemicznego można ustalić, stosując . Równanie to łączy  z opisem molekularnym.

Sprawdzenie, czy wzór empiryczny odpowiada rzeczywistości, wymaga znajomości  związku i porównania go z teoretyczną masą molową, ustaloną na podstawie wzoru .

masy molowej

empirycznego

makroświat

prawo stałości składu

## Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

- Wzór rzeczywisty jest inaczej nazywany elementarnym.
- Wzór empiryczny to najprostszy teoretyczny wzór związku chemicznego.
- Wzór rzeczywisty nigdy nie jest identyczny ze wzorem empirycznym.
- Wzór rzeczywisty często pokrywa się ze wzorem sumarycznym związku.

## Ćwiczenie 4



W wyniku analizy stwierdzono, że pewien związek zawiera wagowo 83% indu oraz 17% tlenu. Ustal wzór empiryczny tego związku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 5



W wyniku analizy stwierdzono, że pewien związek chemiczny zawiera wagowo 44,83% potasu, 36,77% tlenu oraz 18,4% siarki. Ustal wzór rzeczywisty tego związku, jeśli wiesz również, że najprostszy wzór tego związku jest jego wzorem rzeczywistym.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 6



Ustal wzór rzeczywisty związku chemicznego, którego masa molowa wynosi  $78 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ , a skład procentowy jest następujący: 59% sodu, 41% tlenu.

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



Przeprowadzono reakcję żelaza z tlenem. Do reakcji użyto 42 g żelaza i otrzymano 58 g tlenku tego metalu. Wyznacz wzór powstałego tlenku żelaza.

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



Pewien związek reaguje z wodą, tworząc wodorotlenek magnezu oraz gazowy amoniak. Wzór ogólny tego związku to  $A_3B_2$ , a jego masa atomowa wynosi 100 u. Stosunek masowy pierwiastka  $A$  do  $B$  wynosi 18 : 7. Wyznacz wzór opisanego związku chemicznego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 9



Mając dane masy produktów powstających w wyniku analizy elementarnej związku chemicznego, można również wyznaczyć jego wzór. Metoda ta jest szczególnie użyteczna, jeśli wyznaczanym związkiem jest związek organiczny. Mając dane ilości powstałego  $\text{CO}_2$  oraz  $\text{H}_2\text{O}$ , możliwe jest obliczenie stosunku masy węgla do wodoru w związku poddanym analizie.

Na podstawie powyższego tekstu oraz wiedząc, że po spalaniu pewnego węglowodoru uzyskano 17,6 grama  $\text{CO}_2$  i 9,0 gramów  $\text{H}_2\text{O}$ , ustal wzór empiryczny związku, który został poddany spalaniu.

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:** Patrycja Męcik, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Jak ustalić wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego na podstawie składu procentowego i masy molowej?

**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:

Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

4) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego i organicznego) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej.

Zakres rozszerzony:

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

5) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego i organicznego) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej.

## **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:**

- zastosujesz prawo stałości składu (Prawo Prousta);
- na podstawie wzoru empirycznego i masy molowej ustala wzór rzeczywisty związku chemicznego;
- szacuje wzór empiryczny związku chemicznego na podstawie wyników analizy elementarnej.

## **Strategie nauczania:**

- asocjacyjno-operacyjna.

## **Metody i techniki nauczania:**

- pogadanka;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film edukacyjny;
- technika zdań podsumowujących.

## **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca zbiorowa.

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami i dostępem do Internetu;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale.
- tablica multimedialna/tablica/pisaki, kreda;
- rzutnik multimedialny.

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla poniższe zdjęcia i wykorzystuje do ich opisu wstęp z e-materiału :

Plik o rozmiarze 367.99 KB w języku polskim

„Laboratorium alchemika” sztych autorstwa Paullusa van der Dorsta, z książki H. Khunratha, pt. „*Amphitheatrum sapientiae aeternae*”(1595 r.)

Plik o rozmiarze 250.10 KB w języku polskim

Laboratorium alchemiczne

Plik o rozmiarze 557.97 KB w języku polskim

„*Alchemik Sędziwój*”, obraz Jana Matejki

2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Pogadanka – nauczyciel zadaje uczniom pytania: Co to jest masa molowa i jak ją wyznaczyć? Jak określić skład procentowy związku?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.

### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film edukacyjny „Ustalanie wzoru empirycznego i rzeczywistego związku chemicznego”. W trakcie projekcji uczniowie zapisują w zeszytach pytania związane z niezrozumieniem konkretnych treści omawianych podczas filmu. Po projekcji filmu uczniowie z wątpliwościami na forum klasy przedstawiają swój problem. Chętni uczniowie lub nauczyciel wyjaśniają wątpliwości.
2. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia załączone do medium. W przypadku pojawiających się problemów mogą korzystać z treści w sekcji „przeczytaj”. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie podchodzą do tablicy i przedstawiają rozwiązania. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność wykonanych zadań.
3. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej treść polecenia 1 i 2 zawartych w sekcji „przeczytaj”. Zadaniem uczniów jest rozwiązanie zadań. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie podchodzą do tablicy i przedstawiają rozwiązania. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność wykonanych zadań.
4. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 3-8 zawarte w e-materiale w sekcji „sprawdź się” – od najprostszych do najtrudniejszych. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania na tablicy, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.
5. Nauczyciel 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. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, wykorzystując pytania z e-materiału, np. polecenia do multimedium. Pyta:

- Czym się różni wzór empiryczny od rzeczywistego?
- Jak można ustalić wzór związku chemicznego?

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

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe ...
- Czego się nauczyłam/łem...
- Co sprawiało mi trudność...

### **Praca domowa:**

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

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

Film edukacyjny może być wykorzystany przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć oraz podczas podsumowania wiadomości i umiejętności.

### **Materiały pomocnicze:**

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

- Czym się różni wzór empiryczny od rzeczywistego?
- Jak można ustalić wzór związku chemicznego?