



Dlaczego używamy pojęcia „mol”?

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



## Dlaczego używamy pojęcia „mol”?

Pomnik atomu w Belgii. Pojęcie mol definiuje nam zawartość m.in. atomów.  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Od XVI wieku w Europie posługujemy się systemem dziesiętnym – początkowo tylko w nauce, bankowości czy księgowości (w oficjalnych dokumentach stosowano nadal zapis rzymski). Obecnie, mimo powszechności systemu dziesiątkowego, na co dzień spotykamy się jeszcze z pozostałościami innych systemów, np. jedna godzina ma 60 minut, kwadrans ma 15 minut, tydzień siedem dni, natomiast Twoja babcia kupowała jajka na tuziny (12) lub kopy (60), a mleko i zboże na kwarty. W krajach anglosaskich nadal mówi się o galonie ropy czy funtach mięsa. Mol jest takim chemicznym tuzinem – jednostką, która, mimo że jest w układzie SI, nie jest typowa.

### Twoje cele

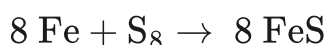
- Zdefiniujesz termin „mol”.
- Poprawnie zastosujesz termin „mol” do opisu równań reakcji chemicznych.
- Uzasadnisz zastosowanie pojęcia mol w chemii.

# Przeczytaj

---

## Co nazywamy molem?

Umiesz już uzgadniać i odczytywać równania reakcji chemicznych. Spróbuj więc odczytać równanie reakcji otrzymywania soli (siarczku żelaza(II)) z pierwiastków.



Osiem atomów żelaza reaguje z jedną (ośmioatomową) cząsteczką siarki.

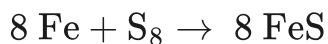
Powstały w wyniku reakcji siarczek żelaza(II) ma budowę jonową, czyli w wyniku reakcji otrzymano osiem kationów żelaza dwuwartościowego ( $8 \text{ Fe}^{2+}$ ) i osiem anionów siarki ( $8 \text{ S}^{2-}$ ). Jony te oddziałują ze sobą, tworząc wiązania jonowe. Na skutek tego procesu powstał kryształ siarczku żelaza(II). Ponieważ jest to związek chemiczny o budowie jonowej, nie można mówić o „cząsteczkach siarczku żelaza(II)” ani też o powstaniu „ośmiu siarczków żelaza”. Poprawne stwierdzenie to: w wyniku reakcji powstaje osiem par jonów, tworzących siarczek żelaza(II). Taka interpretacja jest bardzo niewygodna. Lepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie powszechnie stosowanego przez chemików terminu [mol](#).

**Mol jest jednostką liczności materii**, czyli odpowiada na pytanie: **ile jest? ile jest atomów, jonów, cząsteczek, elektronów, protonów, kwarków...?**

### Ważne!

**Mol** zawiera dokładnie  $6,02214076 \cdot 10^{23}$  elementów (liczba ta jest nazywana [stałą Avogadra](#)). Jest jednostką liczności materii w układzie SI. Symbol tej jednostki to **mol**.

Wróćmy do równania reakcji syntezy siarczku żelaza(II). Jeśli pojęcie mol odnosi się do ogromnej liczby indywiduów chemicznych, a nie do pojedynczych atomów jonów czy cząsteczek, to znika problem nazwania pojedynczego indywiduum siarczku żelaza(II). Używając terminu mol, równanie reakcji przeczytasz w następujący sposób:



**Osiem moli** atomów żelaza reaguje z **jednym molem (ośmioatomowych)** cząsteczek siarki i powstaje **osiem moli** siarczku żelaza(II).

## Ćwiczenie 1

Mol jest wielkością bezwymiarową i wykorzystywaną w taki sam sposób jak inne powszechnie stosowane jednostki miary. Porównanie jednostek miary zobaczysz w tabeli poniżej.

Jednostka miary	Liczba elementów
Para	2
Tuzin	12
Mendel	15
Kopa	60
Gros	144
mol	60221410000000000000000000000000

Jak wynika z powyższej tabeli, mol jest tak ogromną liczbą, że nie stosuje się go do dużych obiektów (makroskopowych), lecz do elementów mikroświata.

## Jakie zastosowanie w chemii ma mol?

## Kto po raz pierwszy zaproponował użycie terminu mol?



Amedeo Avogadro (1776-1856)

Źródło: dostępny w internecie: [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/), domena publiczna.

**Amedeo Avogadro** ur. 9 sierpnia 1776 r. w Turynie, zm. 9 lipca 1856 r. tamże) – włoski fizyk. Opublikował na podstawie eksperymentów epokową pracę o liczbie cząsteczek, dzisiaj znanej jako **prawo Avogadra**. Opracował metodę wyznaczania masy atomowej i masy cząsteczkowej. Wyniki swoich działań zamieścił w czasopiśmie „Journal de Physique”, ale jego trudy pozostały niedocenione przez współczesnych. Dopiero cztery lata po jego śmierci, Stanislao Cannizzaro, na kongresie chemików niemieckich w Karlsruhe, przedstawił przełomowe znaczenie jego prac. Liczba cząsteczek w jednym molu gazu (zwana od 1909 r. stałą Avogadra)

to jedna z podstawowych stałych fizycznych.

## Słownik

### mol

(niem. Molekül „molekuły”) jednostka liczebności (ilości) materii, podstawowa w układzie SI; jeden mol zawiera dokładnie  $6,02214076 \cdot 10^{23}$  indywiduów chemicznych (atomów, cząsteczek, wolnych rodników, elektronów)

### stała Avogadra

$N_A$ , stała fizyczna liczbowo równa liczbie atomów, cząsteczek lub innych cząstek materii zawartych w jednym molu tej materii, w przeciwieństwie do liczby Avogadra posiada jednostkę  $\frac{1}{\text{mol}}$

### **równanie reakcji chemicznej**

zapis za pomocą symboli i wzorów chemicznych oraz współczynników stechiometrycznych przebiegu reakcji chemicznej

### **stechiometria reakcji chemicznej**

słowna lub pisemna interpretacja stosunków ilościowych występujących pomiędzy substancjami biorącymi udział w reakcji

## **Bibliografia**

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 1, Warszawa 2012.

Drabik L., Sobol E., *Słownik języka polskiego PWN*, Warszawa 2007.

Jones L., Atkins P.W., Laverman L., *Chemia Ogólna*, Warszawa 2020.

# Film edukacyjny

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, czym różni się liczba Avogadro od mola i dlaczego to właśnie pojęcie mol jest przydatne chemikom podczas wykonywania wszelkich obliczeń? Zapoznaj się z filmem, a następnie rozwiąż ćwiczenia.

## Wystąpił błąd

***DLACZEGO UŻYWAMY POJĘCIA „MOL”?***

*opowiada dr Dawid Myśliwiec*

Film dostępny pod adresem [/preview/resource/Rx6xbdhgUgMDo](https://preview/resource/Rx6xbdhgUgMDo)

Film edukacyjny pt. *Dlaczego używamy pojęcia „mol”?*

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

Film nawiązujący do treści materiału – dotyczy pojęcia mola.

---

## Ćwiczenie 1

Ile atomów zawiera jeden mol helu?

## Ćwiczenie 2

Ile moli to  $12,04428152 \cdot 10^{23}$  cząsteczek?

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Zaznacz wszystkie odpowiedzi wskazujące na poprawne zastosowanie pojęcia mol.

obliczenia gęstości substancji

sporządzanie roztworów o stężeniu molowym

objętość molowa gazów

obliczenia stechiometryczne

## Ćwiczenie 2



Uzupełnij informacje dotyczące terminu mol.

Jeden  zawiera dokładnie   $\cdot 10^{23}$  elementów (liczba ta jest nazywana ). Jest jednostką  materii w .

układzie SI

liczbą Avogadra

liczności

mol

6,02214076

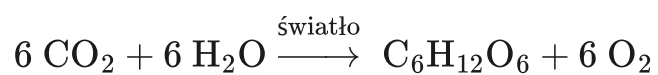
### Ćwiczenie 3



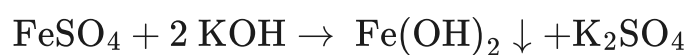
Zinterpretuj pod względem mola równania poniższych reakcji.



Odpowiedź:



Odpowiedź:



Odpowiedź:

## Ćwiczenie 4



Wiedząc, że jeden mol to około  $6,02 \cdot 10^{23}$ , uzupełnij poniższą tabelę.

Zapis symboliczny	Ilość atomów lub jonów
1 mol Fe	<input type="text"/>
0,5 mola Cu	<input type="text"/>
0,3 mola He	<input type="text"/>
5 moli CO	<input type="text"/>
1 mol NaCl	<input type="text"/>
2 mole FeCl <sub>3</sub>	<input type="text"/>

## Ćwiczenie 5



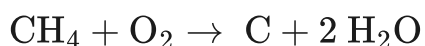
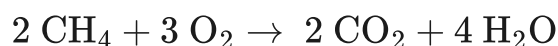
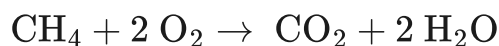
Oblicz liczbę moli. Jeśli to konieczne, wynik zaokrąglij do jednego miejsca po przecinku.

Liczba elementów	Liczba moli [mol]
$6,02 \cdot 10^{23}$	<input type="text"/>
$1,21 \cdot 10^{24}$	<input type="text"/>
$1,80 \cdot 10^{23}$	<input type="text"/>
$6,02 \cdot 10^{24}$	<input type="text"/>
$3,01 \cdot 10^{23}$	<input type="text"/>

## Ćwiczenie 6



Węglowodory (związki organiczne węgla i wodoru) ulegają reakcji spalania w tlenie. W zależności od ilości dostępnego powietrza (czyli tlenu), produkty tych reakcji są różne. Zinterpretuj ilościowo równania reakcji oraz wyciągnij wnioski. W jakim stosunku molowym reaguje metan i tlen w poniższych reakcjach?



**Odpowiedź:**

Najprostszy stosunek molowy metanu i tlenu w powyższych reakcjach:

	metan	tlen
I równanie	<input type="text"/>	<input type="text"/>
II równanie	<input type="text"/>	<input type="text"/>
III równanie	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## Ćwiczenie 7



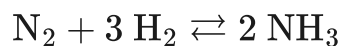
Na podstawie dostępnych źródeł porównaj definicje pojęć: liczba Avogadra i stała Avogadra.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 8



Na podstawie poniższego równania reakcji syntezy amoniaku oblicz, ile moli amoniaku powstanie, gdy w reakcji weźmie udział sześć moli wodoru. Ile to będzie cząsteczek amoniaku?



**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 9



Zapisz słownie poniższe równanie reakcji, uwzględniając interpretację molową ilości substancji biorących udział w reakcji.

$6,02 \cdot 10^{23}$  cząsteczek tlenku siarki(IV) reaguje z  $3,01 \cdot 10^{23}$  cząsteczkami tlenu, w wyniku czego powstaje  $6,02 \cdot 10^{23}$  cząsteczek tlenku siarki(VI).

**Odpowiedź:**

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Tadeusz Moroń, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Dlaczego używamy pojęcia „mol”?

**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

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

1) stosuje pojęcie mola i liczby Avogadra.

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

1) stosuje pojęcia: nuklid, izotop, mol i liczba Avogadra.

### 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:**

- definiuje pojęcie mola;
- poprawnie stosuje termin mol do opisu równań reakcji chemicznych.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna.

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

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film edukacyjny;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

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

## **Środki dydaktyczne:**

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

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie: „Co to jest mol?”
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów – uczniowie dyskutują, gdzie w życiu codziennym spotykają się z wielkościami, które nie są dziesiątkowe.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.

### **Faza realizacyjna:**

1. Analiza tekstu źródłowego w e-materiale – pojęcie mola. Chętni uczniowie definiują pojęcie mola.
2. Nauczyciel podaje przykłady reakcji chemicznych, chętne osoby podchodzą do tablicy i zapisują równania, uzgadniają stronami oraz podają interpretację molową tych równań. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną zapisu równań oraz interpretacji molowej.
3. Uczniowie analizują ćwiczenie nr 1 w e-materiale, a następnie je samodzielnie rozwiązują.
4. Uczniowie samodzielnie analizują mapę myśli dotyczącą zastosowania mola w chemii, zawartą w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”. Chętna osoba podaje

przykłady zastosowań mola.

5. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek. Podczas oglądania filmu zadaniem uczniów będzie ułożenie pytań do filmu, po czym dana osoba zadaje pytanie innemu uczniowi, który odpowiada na nie, a następnie zadaje swoje pytanie innemu koledze itd. Nauczyciel weryfikuje poprawność skonstruowanych pytań i poprawność merytoryczną udzielanych odpowiedzi.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zadania w e-materiale – „Sprawdź się”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Jak zdefiniujemy pojęcie mola? Ile wynosi liczba Avogadra? Jakie zastosowanie w chemii ma mol?
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 nauczyłem/łam...
  - Co sprawiało mi trudność...

### **Praca domowa:**

Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zadania z e-materiału – „Sprawdź się”.

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

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas wykonywania zadań w e-materiale, podczas przygotowywania się do lekcji, czy na sprawdzian.

### **Materiały pomocnicze:**

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

- Jak zdefiniujemy pojęcie mola?
- Ile wynosi liczba Avogadra?
- Jakie zastosowanie w chemii ma mol?