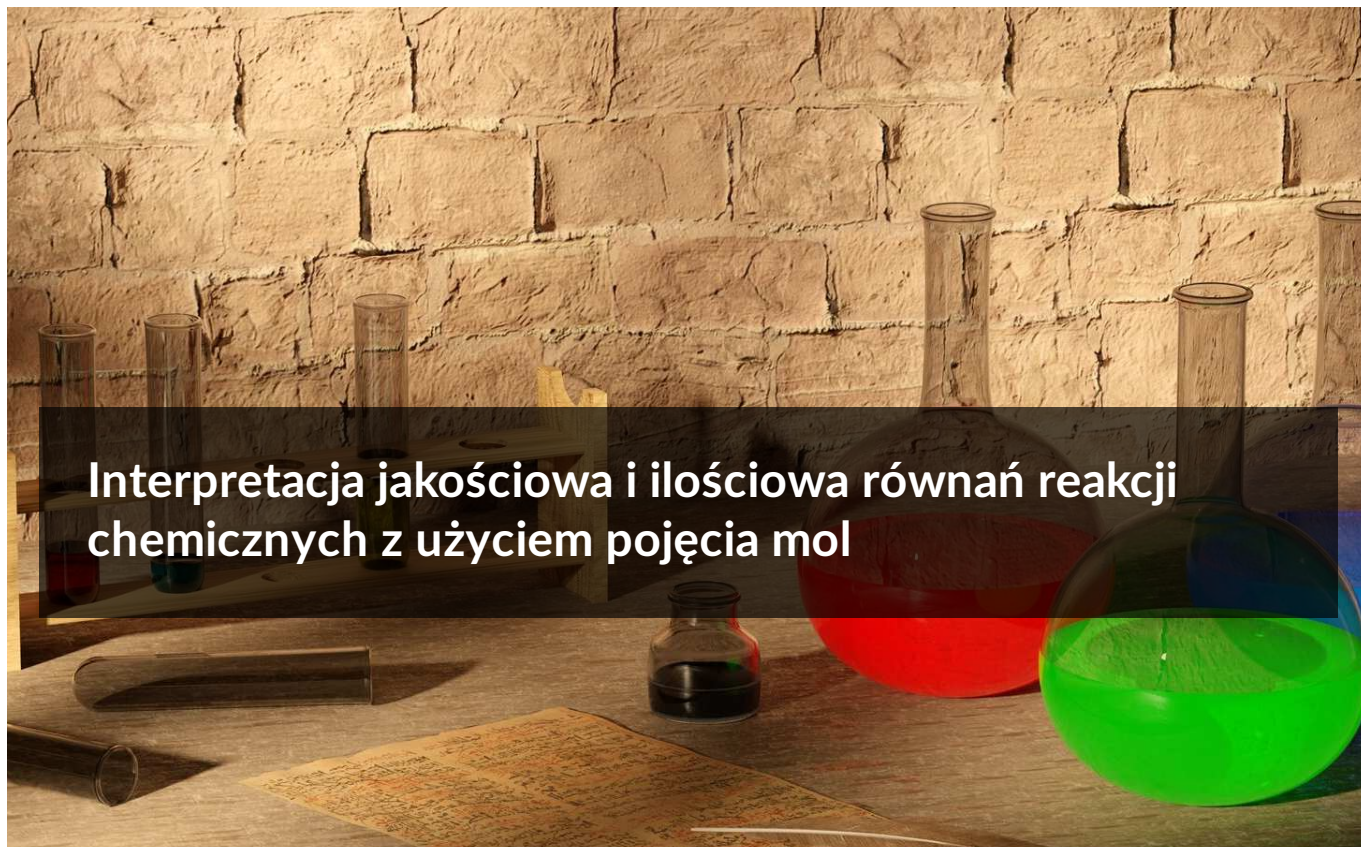




## Interpretacja jakościowa i ilościowa równań reakcji chemicznych z użyciem pojęcia mol

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Gra edukacyjna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Interpretacja jakościowa i ilościowa równań reakcji chemicznych z użyciem pojęcia mol

Stół chemika przypomina blat kucharza – na obydwu znajdziesz składniki w naczyniach, które przy zastosowaniu odpowiedniej receptury dają pożądany produkt.

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

Co mają wspólnego chemik z kucharzem? To, że i jeden, i drugi korzysta z przepisów. Nie da się ugotować obiadu albo upiec ciasta bez znajomości relacji proporcji między składnikami. Dla chemika uzgodnione równanie reakcji chemicznej jest właśnie takim przepisem, który zawiera listę wszystkich potrzebnych substancji oraz ich ilości. Równanie reakcji chemicznej wykorzystujemy też do obliczenia ilości substratów i produktów – czyli reagentów. Obliczenia oparte o uzgodnione równanie reakcji chemicznej nazywamy obliczeniami stechiometrycznymi. Kucharz musi używać odpowiednich proporcji poszczególnych składników, by otrzymać daną potrawę. Tak samo chemik musi użyć odpowiednich ilości substancji – w innym przypadku może nie otrzymać pożądanego produktu. Podczas tej lekcji nauczysz się interpretować jakościowo i ilościowo równania reakcji chemicznych.

### Twoje cele

- Zinterpretujesz jakościowo i ilościowo równania reakcji chemicznych, korzystając z pojęcia mol.

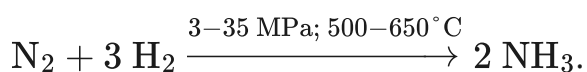
- Oszacujesz ilość substancji potrzebnych do zajścia reakcji, używając pojęcia mol.
- Poprawnie dobierzesz współczynniki stechiometryczne w równaniu reakcji chemicznej.

# Przeczytaj

## Jak zinterpretować równanie reakcji chemicznej?

Równanie chemiczne jest językiem, którym porozumiewają się chemicy w celu opisanego jakościowego i ilościowego przebiegu reakcji chemicznej.

Fritz Haber [frīts], niemiecki fizykochemik, który otrzymał w 1918 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za opracowanie bezpośredniej metody syntezy amoniaku z wodoru i azotu, zgodnie z zapisem reakcji:



To równanie reakcji można zinterpretować w różny sposób, np.:

- 1 cząsteczka azotu reaguje z 3 cząsteczkami wodoru, dając 2 cząsteczki amoniaku.
- 1 mol cząsteczek azotu reaguje z 3 molami cząsteczek wodoru, dając 2 mole cząsteczek amoniaku.



Noblista w dziedzinie chemii – Fritz Haber  
Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org,  
domena publiczna.

Stosunek ilościowy substancji w reakcji chemicznej, nazywamy **stosunkiem stechiometrycznym**.

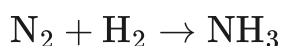
Liczba moli substratów użytych w reakcji chemicznej może być różna, ale zawsze reagują one ze sobą w stosunku stechiometrycznym. W powyższej reakcji azotu z wodorem wiemy, że 1 mol cząsteczek azotu reaguje z 3 molami cząsteczek wodoru. Kiedy weźmiemy do reakcji 2 mole cząsteczek azotu i 3 mole cząsteczek wodoru, przereaguje tylko 1 mol cząsteczek azotu, a w mieszaninie poreakcyjnej zostanie 1 mol cząsteczek azotu.

## Pierwszym krokiem w interpretacji równania reakcji chemicznej jest uzgodnienie współczynników stechiometrycznych. Czy wiesz, na czym ono polega?

Uzgodnienie współczynników stechiometrycznych opiera się na „wyrównaniu” ilości elementów po lewej i prawej stronie równania reakcji chemicznej.

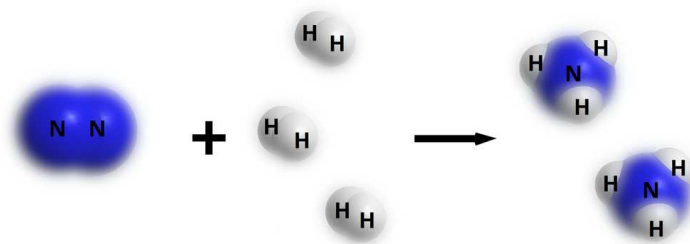
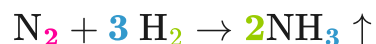
### Przykład 1

**Dobierz współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie:**



W obecnym zapisie po lewej stronie równania znajdują się **2** atomy azotu (w jednej dwuatomowej cząsteczce) oraz **2** atomy wodoru (również w jednej dwuatomowej cząsteczce), a po prawej stronie równania zapisano 1 atom azotu i **3** atomy wodoru (w jednej cząsteczce amoniaku). Aby uzgodnić równanie reakcji, należy „wyrównać” liczby atomów po obu stronach równania reakcji chemicznej.

Ponieważ po prawej stronie jest nieparzysta liczba atomów wodoru, a po lewej parzysta, przed produktem ( $\text{NH}_3$ ) należy wpisać cyfrę **2**. Wtedy po prawej stronie równania mamy w dwóch cząsteczkach amoniaku **2** atomy azotu i 6 atomów wodoru ( $2 \cdot 3$ ). Po lewej stronie równania mamy też **2** atomy azotu (w jednej dwuatomowej cząsteczce), ale dalej nie zgadza się liczba atomów wodoru – **2** po lewej stronie i 6 po prawej. Dlatego należy dopisać **3** przed symbolem wodoru po lewej stronie. Uzgodnione równanie tej reakcji chemicznej wygląda następująco:



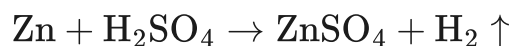
Graficzne przedstawienie reakcji syntezy amoniaku

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

## Jak można zinterpretować jakościowo i ilościowo równania reakcji chemicznych?

### Przykład 2

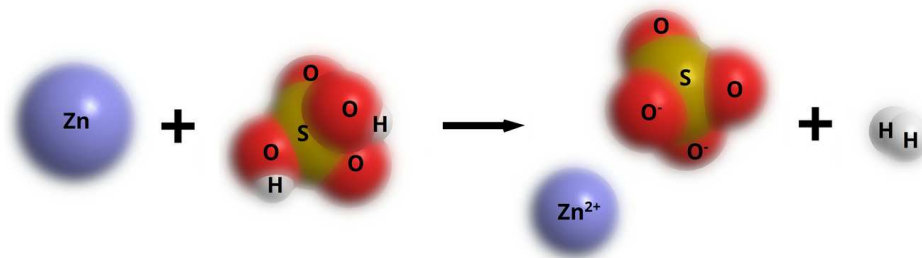
Zapisz równanie reakcji pomiędzy cynkiem a kwasem siarkowym(VI), uwzględniając stosunki stechiometryczne reagentów.



**Interpretacja w makroświecie:** 1 mol atomów cynku reaguje z jednym molem cząsteczek kwasu siarkowego(VI), dając 1 mol siarczanu(VI) cynku i 1 mol cząsteczkowego wodoru.

**Interpretacja w mikroświecie nie jest możliwa w tym przypadku** – bo choć możemy powiedzieć, że 1 atom cynku reaguje z 1 cząsteczką kwasu siarkowego(VI), dając 1 cząsteczkę wodoru, to nie możemy użyć sformułowania 1 cząsteczka siarczanu(VI) cynku (jest to związek o wiązaniach jonowych, ma budowę krystaliczną i użycie terminu cząsteczka nie jest poprawne).

Interpretacja makroskopowa równania bardziej przystaje do pracy chemika, ponieważ chemicy syntetycy nie wprowadzają do naczynia reakcyjnego po jednym atomie czy jednej cząsteczce.



Graficzne przedstawienie reakcji otrzymywania siarczanu(VI) cynku

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

**Ważne!**

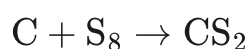
[Stała Avogadra](#) to liczba, która jest równa liczbie atomów, cząsteczek, jonów itp., zawartych w 1 molu substancji.

## Jak dokonać interpretacji równań reakcji chemicznych z wykorzystaniem terminu „masa”?

**Przykład 3**

**Zapisz i uzgodnij równanie reakcji otrzymywania disiarczku węgla (CS<sub>2</sub>) z siarki i węgla. Załóż, że w warunkach przeprowadzenia reakcji siarka występuje w postaci cząsteczek ośmioatomowych.**

**Krok 1.** Zapisz równanie reakcji.



**Krok 2.** Uzgodnij równanie reakcji.

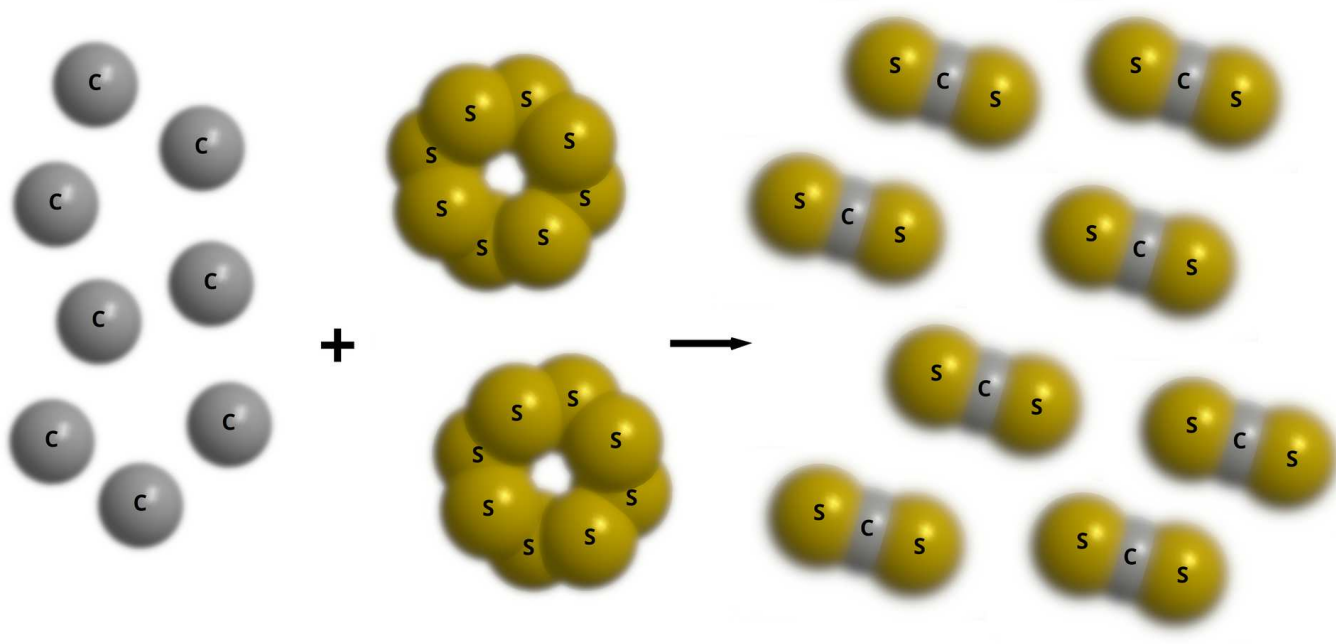


**Interpretacja w makroświecie:** 8 moli atomów węgla reaguje z 2 molami cząsteczek siarki, w wyniku czego powstaje 8 moli disiarczku węgla.

**Interpretacja masowa:** Na podstawie mas atomowych z układu okresowego dla danych pierwiastków możesz odczytać i obliczyć, że:

- 8 moli atomów węgla ma masę 96 gramów ( $8 \cdot 12 \text{ g} = 96 \text{ g}$ );
- 2 mole cząsteczek siarki mają masę 512 gramów ( $2 \cdot 8 \cdot 32 \text{ g} = 512 \text{ g}$ );
- W wyniku tej reakcji otrzymujemy 608 gramów disiarczku węgla ( $8 \cdot (12 \text{ g} + 2 \cdot 32 \text{ g}) = 608 \text{ g}$ ).

Na tej podstawie, znając ilość jednego dowolnego reagenta, możemy określić ilość otrzymanego produktu. Ilość jednego reagenta określa ilość wszystkich pozostałych reagentów. Wolna siarka występuje w postaci 8-atomowych cząsteczek ( $\text{S}_8$ ), jednak w równaniach reakcji chemicznych często stosuje się uproszczony zapis siarki (S), tak jakby występowała ona w postaci pojedynczych atomów.



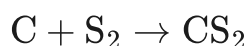
Graficzne przedstawienie reakcji otrzymywania disiarczku węgla

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

#### Przykład 4

Oblicz masę siarki, jaka jest potrzebna do przereagowania z 3 g węgla. Załóż, że siarka, w warunkach przeprowadzenia reakcji, występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych.

**Krok 1.** Zapisz równanie reakcji i uzgodnij współczynniki.



**Krok 2.** Korzystając z układu okresowego, ustal masy molowe poszczególnych substratów.

$$M_{\text{C}} = 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{S}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

**Krok 3.** Ułóż proporcję.

Zgodnie z równaniem reakcji 12 g węgla reaguje z 64 g siarki ( $2 \cdot 32 \text{ g}$ ), a więc 3 g węgla reagują z  $x$  g siarki:

$$12 \text{ g C} - 64 \text{ g S}$$

$$3 \text{ g C} - x$$

$$x = \frac{3 \cdot 64}{12} = 16 \text{ g S}$$

Odpowiedź: masa siarki potrzebna do przereagowania z 3 g węgla wynosi **16 g**.

## Jak z równań reakcji chemicznych odczytać objętości reagentów?

W XIX w. Louis Gay-Lussac [ge lüsək] sformułował prawo stosunków objętościowych, które brzmi:

*Jeżeli wszystkie objętości mierzono w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury, to stosunek objętości reagujących gazów i gazowych produktów pozostają do siebie w stosunku niewielkich liczb całkowitych.*

### Ważne!

Równe objętości różnych gazów w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia zawierają jednakowe ilości moli tych gazów.

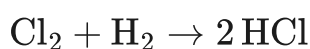
1 mol gazu, czyli  $6,02 \cdot 10^{23}$  cząsteczek (bądź w przypadku gazów szlachetnych - atomów), w warunkach normalnych, zajmuje objętość  $22,41 \text{ dm}^3$ .

Stosunek objętościowy reagentów gazowych jest równy ich stosunkowi molowemu.

### Przykład 5

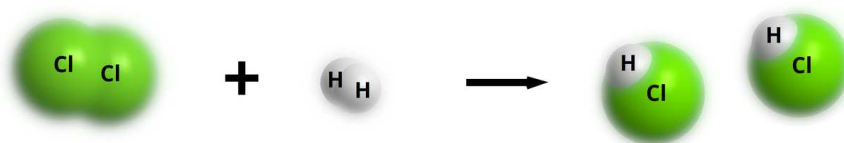
**Zinterpretuj objętościowo równanie chemiczne otrzymywania chlorowodoru (HCl) z wodoru i chloru.**

**Krok 1.** Zapisz równanie reakcji i ustal współczynniki stechiometryczne.



**Krok 2.** Zapisz, ile moli produktów bierze udział w reakcji.

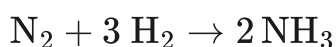
**Interpretacja objętościowa:** 1 objętość cząsteczkowego chloru reaguje z 1 objętością cząsteczkowego wodoru, w wyniku czego powstają 2 objętości cząsteczkowego chlorowodoru. Oznacza to, że 22,41 dm<sup>3</sup> chloru reaguje z 22,41 dm<sup>3</sup> wodoru, dając 44,82 dm<sup>3</sup> chlorowodoru.



Graficzne przedstawienie reakcji otrzymywania kwasu chlorowodorowego

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

Czasami jednak objętość gazów w reakcji się zmienia (np. maleje). Spójrz jeszcze raz na równanie reakcji syntezy amoniaku:



Równanie to można zinterpretować następująco: 22,41 dm<sup>3</sup> azotu reaguje z 67,23 dm<sup>3</sup> wodoru, dając 44,82 dm<sup>3</sup> amoniaku, czyli objętość substratów wynosi 89,64 dm<sup>3</sup>, a objętość produktów 44,82 dm<sup>3</sup>. W tej reakcji objętość maleje dwukrotnie.

Należy pamiętać, że **TYLKO** 1 mol gazu w warunkach normalnych ma objętość 22,41 dm<sup>3</sup>. Zależność ta nie dotyczy cieczy i ciał stałych.

## Słownik

stała Avogadra,  $N_A$

liczba cząstek (atomów, cząsteczek, jonów etc.) w molu dowolnej substancji chemicznej; jedna z najważniejszych stałych uniwersalnych;  $N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>

mol

jednostka liczności (ilości) materii, podstawowa w układzie SI; Jeden mol materii zawiera dokładnie  $6,02214076 \times 10^{23}$  obiektów elementarnych (jest to definicja obowiązująca od 20 maja 2019 r. – poprzednio mol definiowano jako licznosc materii układu, zawierającego liczbę cząstek równą liczbie atomów w masie 0,012 kg izotopu węgla  $^{12}\text{C}$ ); stosując termin „mol”, należy określić rodzaj obiektów (np.: atomy, cząsteczki, jony, elektrony, inne cząstki albo określone zespoły takich cząstek); w obliczeniach zwykle przyjmuje się, że mol jest to około  $6,02 \cdot 10^{23}$

### **równanie reakcji chemicznej**

zapis jakościowej i ilościowej informacji o zachodzącej przemianie chemicznej za pomocą wzorów lub symboli chemicznych.

### **warunki normalne**

umownie przyjęte wartości ciśnienia (tzw. ciśnienie normalne)  $p_0 = 1 \text{ atm} = 1013,25 \text{ hPa}$  oraz temperatury (tzw. temperatura normalna)  $T_0 = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$ , dla których podaje się zwykle wartości wielkości fizycznych, charakteryzujących ciała

## **Bibliografia**

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

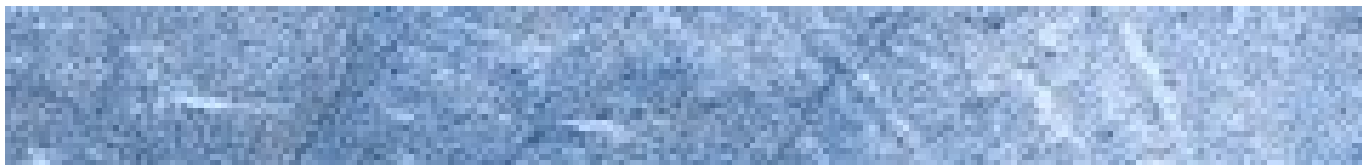
Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2007.

Encyklopedia PWN

Zadania maturalne CKE

# Gra edukacyjna

---



Test

## Interpretacja jakościowa i ilościowa równań reakcji chemicznych z użyciem pojęcia mol.

Zagraj w quiz dotyczący interpretacji jakościowej i ilościowej równań reakcji chemicznych z użyciem pojęcia mol. Gra składa się z trzech etapów. Aby przejść do kolejnego, najpierw musisz zaliczyć poprzedni. Każdy etap składa się z pięciu pytań, a na udzielenie odpowiedzi masz 4 minuty. Powodzenia!

Poziom trudności:

**InteractiveTest.di**

**fficultyLevel.easy**

Limit czasu:

**4 min**

Twój ostatni wynik:

-

Trwa wczytywanie...

### Ćwiczenie 1

Zapoznaj się z poniższymi fiszkami typu „prawda-fałsz”. Oceń prawdziwość podanych na nich stwierdzeń, a następnie odwróć fiszki w celu sprawdzenia, czy Twoja odpowiedź była poprawna.

## Ćwiczenie 2



Jak poniższe zapisy odczytałby chemik? Zapoznaj się z poniższymi fiszkami i udziel poprawnej odpowiedzi.

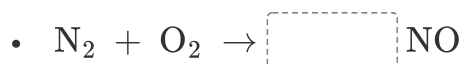
# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Dobierz współczynniki stechiometryczne w poniższych przykładach niepełnych równań reakcji.

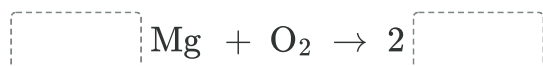


## Ćwiczenie 2

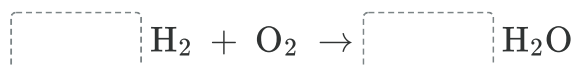


Uzupełnij równania reakcji chemicznych następujących przemian o odpowiednie reagenty lub współczynniki stechiometryczne.

- Spalanie magnezu w tlenie, prowadzące do powstania tlenku magnezu:



- Synteza wody z wodoru i tlenu:



- Powstawanie węglanu wapnia z tlenku wapnia i tlenku węgla(IV):



### Ćwiczenie 3



W wyniku termicznego rozkładu 1 mola węglanu magnezu otrzymujemy:

- 40 gramów tlenku magnezu i 22 gramy tlenku węgla(IV)
- 40 gramów tlenku magnezu oraz 40 gramów tlenku węgla(IV)
- 44 gramów tlenku magnezu oraz 40 gramów tlenku węgla(IV)
- 40 gramów tlenku magnezu oraz 44 gramy tlenku węgla(IV)

### Ćwiczenie 4



Ustal, czy 0,75 mola azotu cząsteczkowego ( $N_2$ ) wystarczy do uzyskania 0,3 mola amoniaku ( $NH_3$ ).

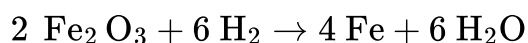
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 5



Dokonaj interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji z wykorzystaniem pojęcia „mol”.



## Ćwiczenie 6

Oblicz, ile gramów NaOH potrzebne jest do zobojętnienia 12 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

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



W wyniku reakcji chloru z wodorem powstaje chlorowódor (HCl). Oblicz, jaką objętość wodoru, odmierzonego w warunkach normalnych, należy spalić, aby otrzymać 22,41 dm<sup>3</sup> HCl. Wynik podaj w dm<sup>3</sup> z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

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



Proces fermentacji alkoholowej przebiega zgodnie z równaniem:



Oblicz masę glukozy oraz liczbę jej cząsteczek, jaka ulega fermentacji, jeżeli w procesie wydzielilo się 11,2 dm<sup>3</sup> tlenku węgla(IV) (w przeliczeniu na warunki normalne).

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:** Interpretacja jakościowa i ilościowa równań reakcji chemicznych z użyciem pojęcia mol

**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

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

3) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów).

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów).

**Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- 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:**

- zinterpretuje jakościowo i ilościowo równania reakcji chemicznych;
- oszacuje ilość substancji potrzebnych do zajścia reakcji;
- uzgodni poprawnie równanie reakcji chemicznej.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna.

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

- dyskusja problemowa;
- quiz;
- praca z tekstem;
- JIGSAW;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

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

## Środki dydaktyczne:

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

## Przebieg zajęć

### Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie uczniom: co ma wspólnego chemik z kucharzem? Co ma wspólnego książka kucharska z równaniami reakcji chemicznych?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania: co możemy odczytać z poprawnie napisanego równanie reakcji chemicznej?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

### Faza realizacyjna:

1. Uczniowie zapoznają się z treściami zawartymi w e-materiale dotyczącymi interpretacji równań reakcji chemicznych, analizują zamieszczone tam przykłady. Nauczyciel zadaje pytania uczniom o kolejność postępowania przy interpretacji z wykorzystaniem masy czy objętości? Chętni uczniowie udzielają odpowiedzi, a pozostali weryfikują ich poprawność merytoryczną.
2. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na pięć grup. Każda z nich otrzymuje różne przykłady równań reakcji chemicznych przygotowanych wcześniej przez nauczyciela. W grupach uczniowie wykonują analizę jakościową i ilościową otrzymanych równań reakcji chemicznych. Po ustalonym przez nauczyciela czasie, liderzy grup prezentują wyniki pracy na forum klasy. Nauczyciel i pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną zaproponowanych rozwiązań.

3. Gra edukacyjna obejmująca interpretację równań reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów). Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę i umiejętności zdobyte podczas jednostki lekcyjnej. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów.
4. Uczniowie samodzielnie wykonują pierwsze dwa ćwiczenia z sekcji „Sprawdź się”. Wyniki pracy przedstawiane są przez chętnych uczniów na forum i komentowane przez innych uczniów.
5. Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 3-6. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów poprzez zadawanie przykładowych pytań:  
Co to jest stechiometria? Czego dotyczy interpretacja ilościowa równań reakcji chemicznych? Jaka jest kolejność postępowania przy interpretacji objętościowej?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...
  - Co było dla mnie łatwe...
  - Czego się nauczyłam/łem...
  - Co sprawiało mi trudności?

### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

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

Gra edukacyjna w formie quizu może zostać wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć i/lub podczas podsumowania materiału.

### **Materiały pomocnicze:**

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

- Co to jest stechiometria?
- Czego dotyczy interpretacja ilościowa równań reakcji chemicznych?
- Jaka jest kolejność postępowania przy interpretacji objętościowej?