

6.2 Molowy stosunek stechiometryczny reagentów

Stosunek molowy - informuje o faktycznym **stosunku** liczby **moli** reagentów (substratów i produktów) w równaniu reakcji chemicznej.

Na przykładzie równania reakcji: $2\text{H}_2 + 1\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, odczytujemy na podstawie zbilansowanych współczynników stechiometrycznych, że **stosunek molowy** reakcji chemicznej wynosi **2 : 1 : 2**. Oznacza to że na **2 mole** cząsteczek wodoru (H_2) przypada **1 mol** cząsteczek tlenu (O_2) i powstają **2 mole** cząsteczek wody (H_2O) [aby przereagowały całkowicie; przeciwny przypadek w notatce "6.5 Przebieg reakcji po zmieszaniu substratów w stosunku niestechiometrycznym"].

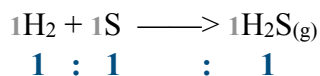
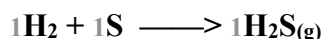
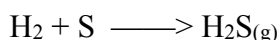
Stosunek molowy:

- odczytujemy wyłącznie, gdy reakcja ma zbilansowane współczynniki stechiometryczne
- jest proporcjonalny

Np.

Skoro **stosunek molowy** w reakcji chemicznej $2\text{H}_2 + 1\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ wynosi **2 : 1 : 2**, to gdy użyto **4 moli** wodoru to aby całkowicie przereagował wodór potrzeba *proporcjonalnie* więcej tlenu - **2 mole**, a w efekcie powstaną **4 mole** wody [w sekcji praktycznej pokazano krok po kroku].

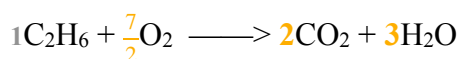
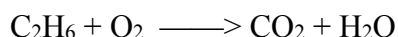
#6.2.1 Ustal *stosunek molowy* reakcji syntezy siarkowodoru - $\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$.



Stosunek molowy reakcji syntezy siarkowodoru - $\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$ wynosi **1 : 1 : 1**.

1. Zapisz schemat reakcji chemicznej.
2. Dobierz **współczynniki stechiometryczne**.
3. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.
4. Napisz odpowiedź.

#6.2.2 Ustal *stosunek molowy* reakcji spalania całkowitego etanu - C_2H_6 .



2 atomy węgla $\neq$ 2 atomy węgla

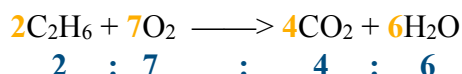
6 atomów wodoru $\neq$ 6 atomów wodoru

$\frac{7}{2}$ atomów tlenu $\neq$ 7 atomów tlenu

1. Zapisz schemat reakcji chemicznej.
2. Dobierz **współczynniki stechiometryczne**.



2 atomy węgla = 2 atomy węgla
 6 atomów wodoru = 6 atomów wodoru
 7 atomów tlenu = 7 atomów tlenu

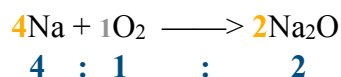
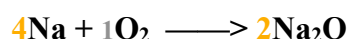
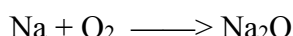


Stosunek molowy reakcji spalania całkowitego etanu - C_2H_6 wynosi **2 : 7 : 4 : 6**.

3. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.

4. Napisz odpowiedź.

#6.2.3 Oblicz, ile **moli** sodu potrzeba do otrzymania **5 moli** tlenku sodu - Na_2O .



4 mol Na — 2 mol Na_2O [stosunek molowy]
 x — 5 moli Na_2O

$$x = 10 \text{ moli Na}$$

Do otrzymania **5 moli** tlenku sodu - Na_2O potrzeba **10 moli** sodu.

1. Zapisz schemat reakcji chemicznej.

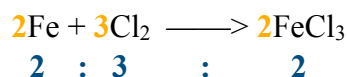
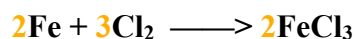
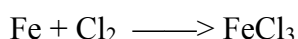
2. Dobierz **współczynniki** **stechiometryczne**.

3. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** sodu

5. Napisz odpowiedź.

#6.2.4 Oblicz, ile **moli** chloru potrzeba do otrzymania **6 moli** chlorku żelaza (III) - FeCl_3 .



3 mol Cl_2 — 2 mol FeCl_3 [stosunek molowy]
 x — 6 moli FeCl_3

$$x = 9 \text{ moli Cl}_2$$

Do otrzymania **6 moli** chlorku żelaza (III) - FeCl_3 potrzeba **9 moli** chloru.

1. Zapisz schemat reakcji chemicznej.

2. Dobierz **współczynniki** **stechiometryczne**.

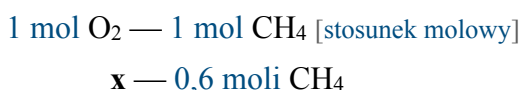
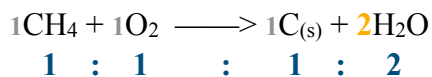
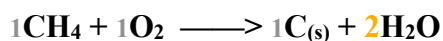
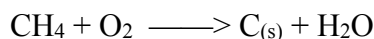
3. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** chloru

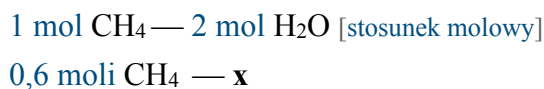
5. Napisz odpowiedź.

#6.2.5

Oblicz, ile **moli** tlenu potrzeba do niecałkowitego spalania **0,6 moli** metanu - CH₄, wiedząc że produktem jest sadza - C_(s) oraz ile **moli** wody powstanie w wyniku tej reakcji.



$$x = 0,6 \text{ moli O}_2$$



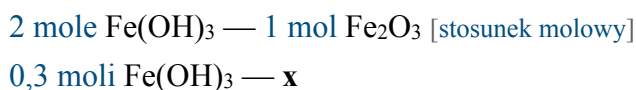
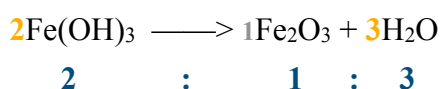
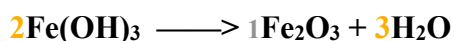
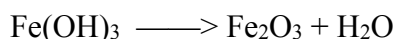
$$x = 1,2 \text{ moli H}_2\text{O}$$

Do niecałkowitego spalania **7 moli** metanu - CH₄, w którym powstaje sadza - C_(s) potrzeba **7 moli tlenu** i powstanie **14 moli wody**.

1. Zapisz schemat reakcji chemicznej.
2. Dobierz **współczynniki stechiometryczne**.
3. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.
4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** tlenu
5. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** wody
6. Napisz odpowiedź.

#6.2.6

Oblicz, ile **moli** tlenku żelaza (III) - Fe₂O₃ powstanie w wyniku rozkładu **0,3 mola** wodorotlenku żelaza (III) - Fe(OH)₃.



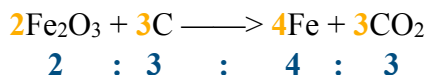
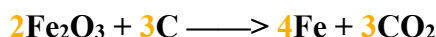
$$x = 0,15 \text{ moli Fe}_2\text{O}_3$$

W wyniku rozkładu **0,3 mola** wodorotlenku żelaza (III) - Fe(OH)₃ powstało **0,15 moli** tlenku żelaza (III) - Fe₂O₃.

1. Zapisz schemat reakcji chemicznej.
2. Dobierz **współczynniki stechiometryczne**.
3. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.
4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** tlenku żelaza (III) - Fe₂O₃
5. Napisz odpowiedź.

#6.2.7

Oblicz, ile **moli** węgla potrzeba do zredukowania **144 g** tlenku żelaza (III) - Fe_2O_3 , wiedząc że reakcja chemiczna przebiega zgodnie z równaniem: $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \longrightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$



$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 160 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \text{ — } 160\text{g} \\ x \text{ — } 144\text{g} \end{array}$$

$$x = 0,9 \text{ mola Fe}_2\text{O}_3$$

$$M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 160 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{144\text{g}}{160\text{g}} = 0,9 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

$$2 \text{ mole Fe}_2\text{O}_3 \text{ — } 3 \text{ mol C [stosunek molowy]}$$

$$0,9 \text{ mola Fe}_2\text{O}_3 \text{ — } x$$

$$x = 1,35 \text{ moli C}$$

Do zredukowania **144g** tlenku żelaza (III) - Fe_2O_3 potrzeba **1,35 mola** węgla.

1. Zapisz **zbilansowane** równanie reakcji chemicznej.

2. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.

proporcja / wzór

3. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** tlenku żelaza (III) - Fe_2O_3

3. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:
- liczbę **moli** tlenku żelaza (III) - Fe_2O_3

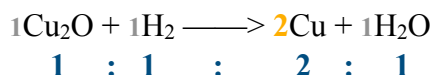
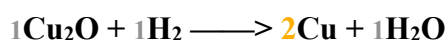
$$n = \frac{m}{M}$$

4. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** węgla, potrzebną do redukcji **144g** Fe_2O_3

5. Napisz odpowiedź.

#6.2.8

Oblicz, ile **moli** miedzi powstało w reakcji chemicznej: $1\text{Cu}_2\text{O} + 1\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{Cu} + 1\text{H}_2\text{O}$, jeżeli w tym samym czasie otrzymano **$2,89 \cdot 10^{24}$ cząsteczek** wody.



$$1 \text{ mol H}_2\text{O} \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek H}_2\text{O}$$

$$x \text{ — } 2,89 \cdot 10^{24} \text{ cząsteczek H}_2\text{O}$$

$$x = 4,8 \text{ moli H}_2\text{O}$$

$$n = \frac{2,89 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 4,8 \text{ mola H}_2\text{O}$$

1. Zapisz **zbilansowane** równanie reakcji chemicznej.

2. Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.

proporcja / wzór

3. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** wody

3. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:

- liczbę **moli** wody

$$n = \frac{N}{N_A}$$

2 mole Cu — 1 mol H₂O [stosunek molowy]

x — 4,8 mol H₂O

x = 9,6 moli Cu

W powyższej reakcji chemicznej powstało 2,89 · 10²⁴ cząsteczek wody oraz 9,6 moli miedzi.

#6.2.9

Oblicz stosunek molowy magnezu do cynku w pewnym stopie dwóch metali, który zawiera 20,7% masowych magnezu i 79,3% masowych cynku.

Stop składa się z 20,7% magnezu oraz 79,3% cynku. Każdy pierwiastek chemiczny proporcjonalnie do wartości % wnosi masę, a całość stanowi 100%. Możemy założyć że cały stop ma masę 100g.

100g stopu — 100%
x magnezu — 20,7%

x = 20,7g magnezu

100g stopu — 100%
x cynku — 79,3%

x = 79,3g cynku

$$20,7\% = \frac{m_{\text{magnez}}}{100g} \cdot 100\%$$

m_{magnez} = 20,7g

$$79,3\% = \frac{m_{\text{cynk}}}{100g} \cdot 100\%$$

m_{cynk} = 79,3g

M_{Mg} = 24 g/mol

1 mol Mg — 24g

1 mol Zn — 65g

M_{Zn} = 65 g/mol

x — 20,7g

x — 79,3g

x = 0,86 mola Mg

x = 1,22 mola Zn

$$n = \frac{20,7g}{24g} = 0,86 \text{ mola Mg}$$

$$n = \frac{79,3g}{65g} = 1,22 \text{ mola Zn}$$

n_{Mg} : n_{Zn}
0,86 : 1,22

[dzielimy przez 0,86]

1 : 1,42

[mnożymy przez 100]

50 : 71 ← 100 : 142 1 : 1,42

W tym stopie, który zawiera 20,7% magnezu i 79,3% cynku stosunek molowy magnezu do cynku wynosi 1 : 1,42 lub 50 : 71.

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę moli miedzi

5. Napisz odpowiedź.

1. Wykonaj założenie dotyczące masy stopu w kontekście zawartości procentowej.

2. Zapisz proporcję (korzystając ze składu procentowego) pozwalającą obliczyć:
- masę: magnezu i cynku

2. Użyj wzoru pozwalającego obliczyć:
- masę: magnezu i cynku

$$\% \text{ pierwiastek} = \frac{m_{\text{pierwiastek}}}{m_{\text{cząsteczka}}} \cdot 100\%$$

3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę moli magnezu i cynku

3. Użyj wzoru pozwalającego obliczyć:
- liczbę moli magnezu i cynku

4. Ustal stosunek molowy pierwiastków chemicznych w tym stopie.
• notatka “5.2 Ustalanie wzorów empirycznych i rzeczywistych”

5. Napisz odpowiedź

#Wskazówka:

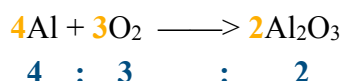
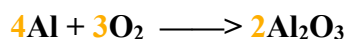
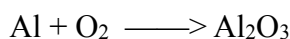
- gdy w poleceniu pytają o obliczenie wyłącznie **stosunku molowego** to **możesz** podać wynik w postaci najmniejszych liczb (niekoniecznie całkowitych)

Np. 1 : 1,42

- gdy w poleceniu pytają o ustalenie **wzoru sumarycznego** związku chemicznego to **musisz** podać wynik w postaci najmniejszych liczb całkowitych.

Np. 2 : 3 (zamiast 1 : 1,5) $\longleftrightarrow$ Fe₂O₃ zamiast Fe₁O_{1,5}

#6.2.10 Oblicz, czy 1,2 mola tlenu wystarczy do całkowitego przereagowania 1,5 mola glinu, w wyniku której powstaje tlenek glinu - Al₂O₃.



4 mole glinu — 3 mol tlenu [stosunek molowy]

x — 1,2 moli tlenu

x = 1,6 moli glinu

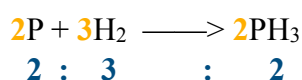
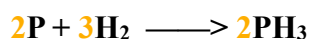
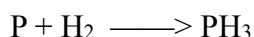
to oznacza, że 1,2 mola tlenu reaguje z maksymalnie 1,6 mola glinu (całkowite przereagowanie)

1,6 mola > 1,5 mola, więc całkowicie przereaguje glin z tlenem

1,2 mola tlenu **wystarczy do całkowitego przereagowania 1,5 mola glinu**, w wyniku którego powstaje tlenek glinu - Al₂O₃

- Zapisz schemat reakcji chemicznej.
- Dobierz **współczynniki stechiometryczne**.
- Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.
- Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** glinu, która przereaguje z 1,2 mola tlenu
- Napisz odpowiedź.

#6.2.11 Oblicz, czy 2,8 mola wodoru wystarczy do całkowitego przereagowania 1,92 mola fosforu, w wyniku której powstaje fosforowodór - PH₃.



- Zapisz schemat reakcji chemicznej.
- Dobierz **współczynniki stechiometryczne**.
- Ustal **stosunek molowy** reakcji chemicznej.

2 mole fosforu — 3 mol wodoru [stosunek molowy]

x — 2,8 moli wodoru

x = 1,87 moli fosforu

to oznacza, że 2,8 mola wodoru
reaguje z maksymalnie 1,87 mola
fosforu (całkowite przereagowanie)

1,87 mola < 1,92 mola, więc niedokładnie przereaguje wódór z
bromem

2,8 mola wodoru **nie wystarczy do całkowitego**
przereagowania 1,92 mola fosforu, w wyniku którego
powstaje fosforowodór - PH₃

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

- liczbę moli fosforu, która przereaguje z
2,8 mola wodoru

5. Napisz odpowiedź.

W notatce “6.5 Przebieg reakcji po zmieszaniu substratów w stosunku niestechiometrycznym” poznamy
zadania, w których nie dojdzie do *całkowitego przereagowania*.