

5.2 Ustalanie wzorów empirycznych i rzeczywistych

Związek chemiczny można opisywać poprzez m.in **wzory sumaryczne**. Wyróżniamy ich **2 typy**.

Wzór elementarny (empiryczny) - najprostszy zapis ilościowego stosunku atomów budujących daną cząsteczkę związku chemicznego (za pomocą najmniejszych liczb całkowitych).

Wzór rzeczywisty - realny zapis ilościowego stosunku atomów budujących daną cząsteczkę związku chemicznego.

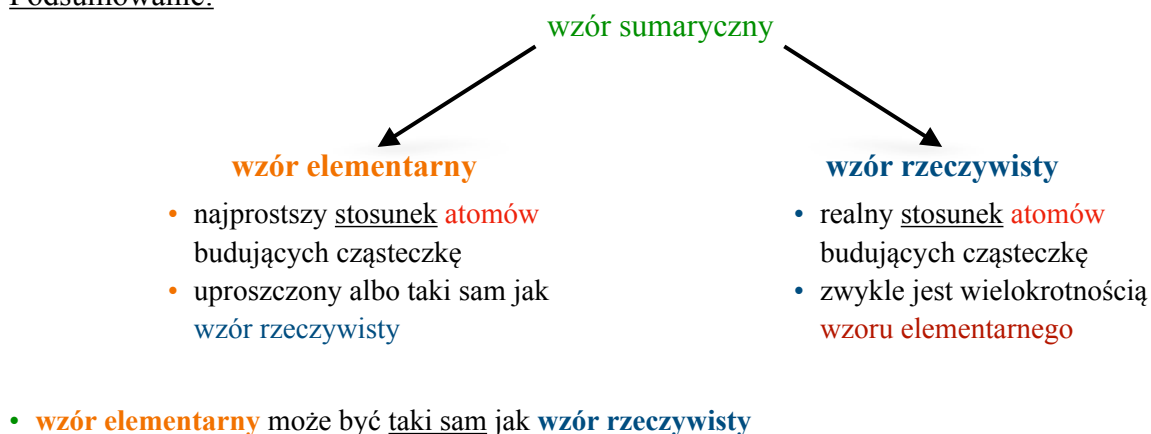
Np.

nazwa systematyczna	wzór elementarny (empiryczny)	wzór rzeczywisty	wyjaśnienie
tlenek fosforu (V)	P ₂ O ₅	P ₄ O ₁₀	pomnożenie przez 2
tlenek azotu (IV)	NO ₂	N ₂ O ₄	pomnożenie przez 2
nadtlenek wodoru	HO	H ₂ O ₂	pomnożenie przez 2
glukoza	CH ₂ O	C ₆ H ₁₂ O ₆	pomnożenie przez 6
etylen	CH ₂	C ₂ H ₄	pomnożenie przez 2
benzen	CH	C ₆ H ₆	pomnożenie przez 6
woda	H ₂ O	H ₂ O	—
tlenek siarki (VI)	SO ₃	SO ₃	—
metan	CH ₄	CH ₄	—

Wzór sumaryczny NO₂ również funkcjonuje jako wzór rzeczywisty

Wzór elementarny może być taki sam jak wzór rzeczywisty

Podsumowanie:



Na podstawie **wzoru elementarnego** wyznaczamy **stosunki atomów**:

Np.

Benzen ma **wzór elementarny** - CH, więc jego **stosunek atomów** to **1 : 1**

Woda na **wzór elementarny** - H₂O, więc jej **stosunek atomów** to **2 : 1**

W zadaniach, jak będziemy znać wyłącznie **skład procentowy** (notatka "4.1 Masa atomowa, a masa cząsteczkowa") to pozwoli nam to ustalić **wzór elementarny**.

W zadaniach, jak będziemy znać **skład procentowy** (notatka "4.1 Masa atomowa, a masa cząsteczkowa") oraz **masę cząsteczkową** związku chemicznego to pozwoli nam to ustalić **wzór rzeczywisty**.

Zwróćmy uwagę na rodzaje stosunków:

- **stosunek masowy** - informuje o **masach** pierwiastków chemicznych; pozwala ustalić **wzór elementarny (empiryczny)**, ale nie pozwala ustalić **wzoru rzeczywistego**
- **stosunek molowy** - informuje o faktycznym **stosunku** liczby **moli** - **atomów**; pozwala ustalić **wzór elementarny (empiryczny)**, ale nie pozwala ustalić **wzoru rzeczywistego**

$$\text{stosunek molowy} = \text{stosunek liczby atomów}$$

- **stosunek liczby atomów** - informuje o **stosunku** liczby **atomów** w związku chemicznym; pozwala ustalić **wzór elementarny (empiryczny)**, ale nie pozwala ustalić **wzoru rzeczywistego**

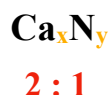
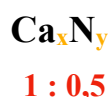
Schemat postępowania w takich zadaniach:

stosunek masowy —> **stosunek molowy** = **stosunek liczby atomów** —> **wzór elementarny (empiryczny)**

Zadania - ustalanie wzoru elementarnego/empirycznego:

#5.2.1

Ustal **wzór empiryczny** pewnego związku chemicznego, wiedząc że **stosunek liczby atomów** wapnia do azotu wynosi **1 : 0,5**.



więc **x = 2**, a **y = 1** **Ca₂N₁**

Wzór empiryczny związku chemicznego o **stosunku liczby atomów** wapnia do azotu = **1 : 0,5** to **Ca₂N**

1. Zapisz ogólny wzór sumaryczny tego związku chemicznego oraz podpisz **stosunek liczby atomów**.
2. Doprowadź **stosunek liczby atomów** do najmniejszych liczb (całkowitych)
 - wszystkie **liczby atomów** podziel przez najmniejszą z nich
3. Napisz odpowiedź.

#Wskazówka:

- Nie zależnie od rodzaju *stosunku*, powinno się go przedstawić jako najmniejsze liczby całkowite. Dlatego z reguły dzieli się liczby przez najmniejszą z nich albo rozszerza się o “przecinek”.

Np.

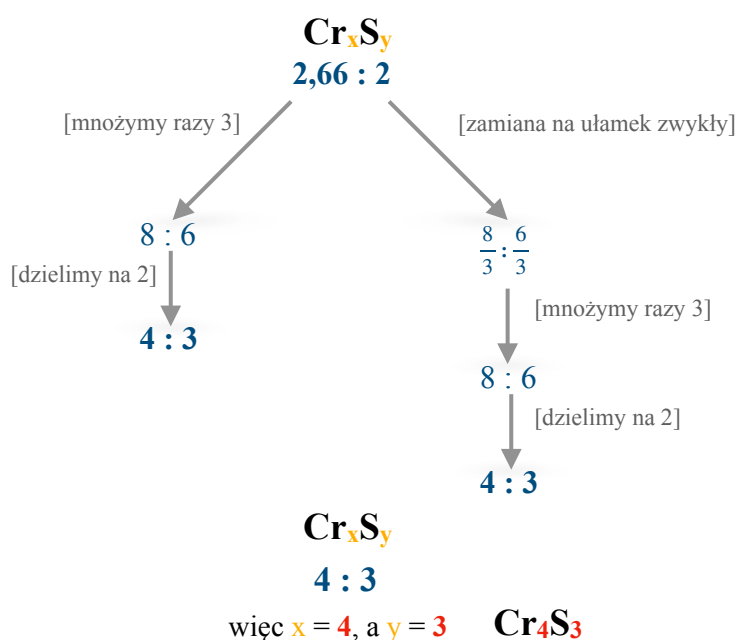
Stosunek $5 : 2,3$ możemy zapisać jako $50 : 23$ i następnie dzielić na 23 albo podzielić pierwszy zapis na 2,3. W wyniku tych działań, niezależnie od metody otrzymujemy $2,17 : 1$

- czasami trzeba zaokrąglić dane z **stosunku liczby atomów**

Np.

Stosunek $1,33 : 1$ opłaca się przemnożyć razy 3 i wtedy otrzymujemy $4 : 3$ (pomijamy 0,01) albo zamienić na ułamek zwykły: $\frac{4}{3} : \frac{3}{3}$ i następnie pomnożyć przez 3 i też otrzymujemy $4 : 3$

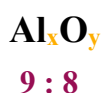
#5.2.2 Ustal **wzór elementarny** pewnego związku chemicznego, wiedząc że **stosunek molowy chromu do siarki** w pewnym związku chemicznym wynosi $2,66 : 2$.



Wzór elementarny związku chemicznego o **stosunku molowym** chromu do siarki = $2,66 : 2$ to **Cr_4S_3**

- Zapisz ogólny wzór sumaryczny tego związku chemicznego oraz podpisz **stosunek molowy**.
- Doprowadź **stosunek molowy** do najmniejszych całkowitych liczb
 - [zastosuj poprzednią **wskazówkę**]
- Napisz odpowiedź.

#5.2.3 Ustal **wzór empiryczny** pewnego związku chemicznego, wiedząc że **stosunek masowy glinu do tlenu** w pewnym związku chemicznym wynosi $9 : 8$.



$M_{\text{Al}} = 27 \text{ g/mol}$
 $M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$

- Zapisz ogólny wzór sumaryczny tego związku chemicznego oraz podpisz **stosunek masowy**.
- Ustal **masę molową** pierwiastków chemicznych

skoro **stosunek masowy** Al : O to **9 : 8** to
przyjmuje że mamy **9g** Al i **8g** O

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Al} \text{ --- } 27\text{g} \\ x \text{ --- } 9\text{g} \end{array}$$

$$x = 0,33 \text{ mola Al}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol O} \text{ --- } 16\text{g} \\ x \text{ --- } 8\text{g} \end{array}$$

$$x = 0,5 \text{ mola O}$$

$$n = \frac{9\text{g}}{27\text{g}} = 0,33 \text{ mola Al} \quad n = \frac{8\text{g}}{16\text{g}} = 0,5 \text{ mola O}$$



[dzielimy na 0,33]

$$1 : 1,5$$

[mnożymy przez 2]

$$2 : 3$$

więc $x = 2$, a $y = 3$ **Al₂O₃**

Wzór empiryczny związku chemicznego o **stosunku masowym**
glinu do tlenu = **9 : 8** to **Al₂O₃**

3. Zapisz założenie dotyczące **stosunku masowego**.
[notatka "5.1 Prawo stałości składu"]

proporcja / wzór

4. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** glinu, tlenu

4. Użyj **wzoru** pozwalający obliczyć:

- liczbę **moli** glinu i tlenu $n = \frac{m}{M}$

5. Oblicz **stosunek molowy**.

• doprowadź do najmniejszych liczb całkowitych

6. Napisz odpowiedź.

~ Dlaczego znając **stosunek masowy** nie jesteśmy w stanie uzyskać **wzoru sumarycznego** ?

Ponieważ, **masa atomowa** każdego pierwiastka chemicznego jest inna, więc zawarta jest w niej różna ilość atomów.

Wzór sumaryczny opiera się na ilości atomów, czyli **stosunek molowy** będzie bardziej precyzyjny.

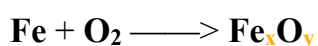
Np.

Stosunek masowy węgla do wodoru w cząsteczce metanu jest równy **3 : 1** ($12u : 4u = 3 : 1$), a już **stosunek molowy**, otrzymany w wyniku podzielenia **masy** pierwiastków ze **stosunku masowego** przez **masę molową** to **1 : 4**.

Jak można zauważyć po **stosunku masowym** byś mógł wyznaczyć wzór sumaryczny C₃H (nie istnieje taki związek chemiczny), a po **stosunku molowym** prawidłowo stwierdzasz że to **CH₄** (metan).

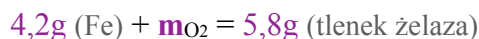
#5.2.4

Ustal **wzór elementarny** pewnego tlenku żelaza, który powstał w wyniku całkowitego spalania **4,2 g** żelaza w tlenie, a otrzymano **5,8g** produktu.



1. Zapisz **schemat** reakcji chemicznej jaka zachodzi.

2. Podpisz **masy próbek** reagentów (substratów i produktów)



$$m_{\text{O}_2} = 1,6\text{g}$$

$$M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Fe} \text{ — } 56\text{g} \\ x \text{ — } 4,2\text{g} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol O}_2 \text{ — } 32\text{g} \\ x \text{ — } 1,6 \end{array}$$

$$x = 0,075 \text{ mola Fe}$$

$$x = 0,05 \text{ mola O}_2$$

$$n = \frac{4,2\text{g}}{56\text{g}} = 0,075 \text{ mola Fe} \quad n = \frac{1,6\text{g}}{32\text{g}} = 0,05 \text{ mola O}_2$$



[uwaga, tutaj tlen występuje w formie atomowej, a mamy liczbę moli tlenu w formie cząsteczkowej]

Każda cząsteczka tlenu - O₂ zawiera **2 atomy** O, więc liczba moli będzie **2 razy większa**:

$$n_{\text{O}} = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ mol O}$$



$$0,075 : 0,1$$

[mnożymy przez 10]

$$0,75 : 1$$

[dzielimy przez 0,75]

$$\frac{3}{4} : \frac{4}{4}$$

[mnożymy przez 4]

$$3 : 4$$

więc **x = 3**, a **y = 4** **Fe₃O₄**

Wzór elementarny związku chemicznego o masie **5,8g**, który powstał w wyniku całkowitego spalania **4,2g** żelaza w tlenie to **Fe₃O₄**

#Wskazówka:

- do obliczenia **stosunku molowego** pierwiastków chemicznych w produkcie, potrzebujemy znać **liczbę moli** substratów, a do tego potrzebujemy **masy próbek** substratów i **masy molowej** substratów z układu okresowego.

Masa produktu nie jest nam bezpośrednio potrzebna do obliczenia **stosunku molowego** !

3. Oblicz **masę** substratu - tlenu.

- Prawo zachowania masy [notatka “6.1 Prawo zachowania masy” lub informacja o “całkowitym spalaniu” sugeruje że substraty musiały całkowicie się zużyć (przereagować)]

4. Ustal **masę molową** substratów - pierwiastków chemicznych.

proporcja / wzór

5. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** żelaza i tlenu

5. Użyj **wzoru** pozwalający obliczyć:

- liczbę **moli** żelaza i tlenu

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

6. Oblicz **stosunek molowy**.

- doprowadź do najmniejszych liczb całkowitych

7. Napisz odpowiedź.

- w reakcji chemicznej bierze udział tlen cząsteczkowy, dlatego musimy używać **masy molowej 32 g/mol**
- w produkcie reakcji musimy używać **masy molowej 16 g/mol dla tlenu atomowego** (atomy tlenu w związku chemicznym)

#5.2.5

Ustal **wzór empiryczny** związku organicznego zawierającego **54,55% węgla, 9,1% wodoru i 36,35% tlenu**.

Związek organiczny jest zbudowany z **54,55% węgla, 9,1% wodoru, 36,35% tlenu**. Każdy pierwiastek proporcjonalnie do wartości % wnosi **masę**, a **całość** stanowi **100%**.

Możemy **założyć** że cały związek chemiczny stanowi **masę 100g**.

100g cząsteczka — 100%	100g cząsteczka — 100%	100g cząsteczka — 100%
x węgla — 54,55%	x wodoru — 9,1%	x tlenu — 36,35%
x = 54,55g węgla	x = 9,1g wodoru	x = 36,35g tlenu

$54,55\% = \frac{m_{\text{węgiel}}}{100g} \cdot 100\%$	$9,1\% = \frac{m_{\text{wodor}}}{100g} \cdot 100\%$	$36,35\% = \frac{m_{\text{tlen}}}{100g} \cdot 100\%$
--	---	--

$$m_{\text{węgiel}} = 54,55g$$

$$m_{\text{wodor}} = 9,1g$$

$$m_{\text{tlen}} = 36,35g$$

$$M_C = 12 \text{ g/mol}$$

$$M_H = 1 \text{ g/mol}$$

$$M_O = 16 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol C} — 12g \\ x — 54,55g \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol H} — 1g \\ x — 9,1g \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol O} — 16g \\ x — 36,35g \end{array}$$

$$x = 4,55 \text{ mola C}$$

$$x = 9,1 \text{ mola H}$$

$$x = 2,27 \text{ mola O}$$

$$n = \frac{54,55g}{12g} = 4,55 \text{ mola C} \quad n = \frac{9,1g}{1g} = 9,1 \text{ mola H} \quad n = \frac{36,35g}{16g} = 2,27 \text{ mola O}$$



[dzielimy przez 2,27]



więc $x = 2$, $y = 4$, a $z = 1$



Wzór empiryczny związku organicznego zawierającego **54,55% węgla, 9,1% wodoru, i 36,35% tlenu** to **C₂H₄O**

1. Wykonaj założenie dotyczące **masy** związku organicznego.

proporcja / wzór

2. Zapisz **proporcję** (korzystając ze **składu procentowego**) pozwalającą obliczyć:

- **masę**: węgla, wodoru i tlenu

2. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:

- **masę**: węgla, wodoru i tlenu

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

3. Ustal **masę molową** substratów - pierwiastków chemicznych.

proporcja / wzór

4. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** węgla, wodoru i tlenu

4. Użyj **wzoru** pozwalający obliczyć:

- liczbę **moli** węgla, wodoru i tlenu

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

5. Oblicz **stosunek molowy**.

• doprowadź do najmniejszych liczb całkowitych

7. Napisz odpowiedź.

#Wskazówka:

- możesz również założyć inną **masę** całkowitą związku chemicznego (nie ma to wpływu na wynik końcowy), jednak **masa 100g** jest najbardziej wygodna, ponieważ się upraszcza z **procentami** co zostało pokazane w kroku 2

#5.2.6

Ustal **wzór elementarny** siarczku pewnego jednowartościowego metalu, który zawiera **20%** siarki.

Masa całego siarczku pewnego jednowartościowego metalu będzie wynosiła **100g**

Masa siarki to **20g** (skoro **20%**)

100g (masa cząsteczki) - **20g** (masa siarki) = **80g** (masa metalu)

M_xS_y
więc $x = 2$, a $y = 1$

M_2S_1

M_2S_1
2 : 1

1 mol S — 32g

x — 20g

$x = 0,625$ mola S

$$n = \frac{20g}{32g} = 0,625 \text{ mola S}$$

Stosunek molowy M : S wynosi **2 : 1** więc musi być **2** razy więcej **moli** metalu niż siarki.

$n_M = 2 \cdot 0,625 = 1,25$ mol M

$$M = \frac{80g}{1,25 \text{ mol}} = 64 \text{ g/mol}$$

miedź

^{29}Cu
Miedź
63,55
1,9

Wzór elementarny siarczku pewnego jednowartościowego metalu, który zawiera **20%** siarki to **Cu_2S** - siarczek miedzi (I)

- Wykonaj założenie dotyczące **masy** pewnego siarczku.
- Oblicz **masę** siarki i metalu
 - znając ostatnią wskazówkę
- Zapisz ogólny wzór sumaryczny tego związku chemicznego
 - siarczki z reguły mają wartościowość II (stopień utlenienia: -II)
- Ustal **stosunek molowy** tego związku chemicznego.
- Zapisz proporcję / wzór pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** siarki
- Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - liczbę **moli** siarki $n = \frac{m}{M}$
- Ustal liczbę **moli** metalu, znając **stosunek molowy**
- Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - masę molową** metalu $M = \frac{m}{n}$
- Napisz odpowiedź

Zadania - ustalanie wzoru rzeczywistego:

#5.2.7

Ustal **wzór rzeczywisty** związku chemicznego zawierającego **63,18% manganu** i **36,82% tlenu**, jeśli jego **masa cząsteczkowa** wynosi **87u**.



Masa cząsteczkowa całego związku chemicznego wynosi **87u** i to stanowi **100%**

87u cząsteczka — 100%
z mangan — 63,18%

z = **55u** manganu

87u cząsteczka — 100%
w tlen — 36,82%

w = **32u** tlenu

$$63,18\% = \frac{m_{\text{mangan}}}{87u} \cdot 100\%$$

$$m_{\text{mangan}} = 55u$$

$$m_{\text{mangan}} = 55u$$

$$36,82\% = \frac{m_{\text{tlen}}}{87u} \cdot 100\%$$

$$m_{\text{tlen}} = 32u$$

$$m_{\text{tlenu}} = 16u$$

$$x = \frac{55u}{55u} = 1 \text{ atom Mn}$$

$$y = \frac{32u}{16u} = 2 \text{ atom O}$$

więc **x = 1**, a **y = 2**



Wzór rzeczywisty pewnego związku chemicznego o **masie cząsteczkowej 87u**, który zawiera **63,18% manganu** i **36,82% tlenu** to **MnO₂**.

1. Zapisz **ogólny wzór sumaryczny** tego związku chemicznego
2. Wykonaj **założenie procentowe** dotyczące **masy cząsteczkowej** związku chemicznego.

proporcja / wzór

3. Zapisz **proporcję** (korzystając ze **składu procentowego**) pozwalającą obliczyć:

- **masę**: manganu i tlenu

3. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:

- **masę**: manganu i tlenu

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

4. Ustal **masę atomową** - pierwiastków chemicznych.

5. Oblicz indeksy stechiometryczne **x** i **y** we **wzorze sumarycznym** związku chemicznego.

6. Ustal **stosunek molowy**.

7. Napisz odpowiedź.

#5.2.8

Ustal **wzór rzeczywisty** pewnego tlenku azotu, wiedząc, że zawiera **63,15% masowych tlenu**, a **masa cząsteczkowa** tego tlenku jest równa **76u**.



Masa cząsteczkowa całego związku chemicznego wynosi **76u** i to stanowi **100%**

1. Zapisz **ogólny wzór sumaryczny** tego związku chemicznego

2. Wykonaj **założenie procentowe** dotyczące **masy cząsteczkowej** związku chemicznego.

76u cząsteczka — 100%

z tlen — 63,15%

$z = 48u$ tlenu

$$63,15\% = \frac{m_{\text{tlenu}}}{76u} \cdot 100\%$$

$m_{\text{tlen}} = 48u$

76u (całość) - 48u (tlen) = 28u (azot)

$m_{\text{azot}} = 28u$

$m_{\text{tlen}} = 16u$

$m_{\text{azot}} = 14u$

$$x = \frac{28u}{14u} = 2 \text{ atom N} \quad y = \frac{48u}{16u} = 3 \text{ atom O}$$

więc $x = 2$, a $y = 3$



Wzór rzeczywisty pewnego związku chemicznego o **masie** cząsteczkowej 76u, który zawiera 63,15% tlenu to N_2O_3 .

#5.2.9

Ustal **wzór rzeczywisty** związku węgla z wodorem, który zawiera 85,17% węgla, jeżeli jego **masa** cząsteczkowa wynosi 42 u.



Masa cząsteczkowa całego związku chemicznego wynosi 42u i to stanowi 100%

42u cząsteczka — 100%

z węgiel — 85,17%

$z = 36u$ węgla

$$85,17\% = \frac{m_{\text{węgla}}}{42u} \cdot 100\%$$

$m_{\text{węgla}} = 36u$

3. Zapisz **proporcję** (korzystając ze **składu procentowego**) pozwalającą obliczyć:

- **masę**: tlenu

3. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:

- **masę**: tlenu

4. Oblicz **masę** azotu

• od **masy** związku chemicznego odejmij **masę** tlenu

5. Ustal **masę atomową** - pierwiastków chemicznych.

6. Oblicz indeksy stechiometryczne **x** i **y** we **wzorze sumarycznym** związku chemicznego.

7. Ustal **stosunek molowy**.

8. Napisz odpowiedź.

1. Zapisz **ogólny wzór sumaryczny** tego związku chemicznego

2. Wykonaj **założenie procentowe** dotyczące **masy cząsteczkowej** związku chemicznego.

3. Zapisz **proporcję** (korzystając ze **składu procentowego**) pozwalającą obliczyć:

- **masę**: tlenu

3. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:

- **masę**: tlenu

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

$$42u \text{ (całość)} - 36u \text{ (węgiel)} = 8u \text{ (wodór)}$$

$$m_{\text{wodór}} = 8u$$

$$m_{\text{węgiel}} = 12u$$

$$m_{\text{wodór}} = 1u$$

$$x = \frac{36u}{12u} = 3 \text{ atomy C} \quad y = \frac{8u}{1u} = 8 \text{ atom H}$$

więc $x = 3$, a $y = 8$



Wzór rzeczywisty pewnego związku chemicznego o **masie cząsteczkowej 42u**, który zawiera **85,17% węgla** to **C₃H₈**.

#Wskazówka:

- w ostatnich 2 zadaniach zamiast kroku 4 można obliczyć **procent** drugiego pierwiastka i postąpić tak samo jak w kroku 3 i następnie przejść do kroku 5
- na końcu rozwiązywania zadania z **wzorem rzeczywistym** warto sprawdzić, czy **masa cząsteczkowa** z polecenia zgadza się z **masą** otrzymanego **wzoru sumarycznego**

#5.2.10 Ustal **wzór rzeczywisty** pewnego związku organicznego, w którym **stosunek masowy** pierwiastków wynosi **C : H : O = 6 : 1 : 8**, a **masa molowa** wynosi **180 g/mol**.



Skoro **stosunek masowy** to **6 : 1 : 8** to przyjmujemy że mamy **6g C**, **1g H** i **8g O** [notatka 5.1 Prawo stałości składu]

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

$$M_{\text{H}} = 1 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{O}} = 8 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol C} \text{ — } 12\text{g}$$

$$x \text{ — } 6\text{g}$$

$$x = 0,5 \text{ mola C}$$

$$1 \text{ mol H} \text{ — } 1\text{g}$$

$$x \text{ — } 1\text{g}$$

$$x = 1 \text{ mola H}$$

$$1 \text{ mol O} \text{ — } 16\text{g}$$

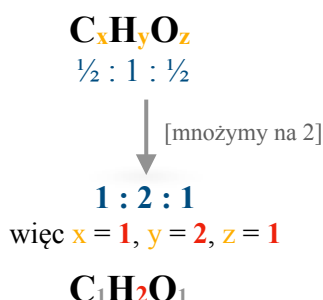
$$x \text{ — } 8\text{g}$$

$$x = 0,5 \text{ mola O}$$

- Oblicz **masę** wodoru
- od **masy** związku chemicznego odejmij **masę** węgla
- Ustal **masę atomową** - pierwiastków chemicznych.
- Oblicz indeksy stechiometryczne **x** i **y** we **wzorze sumarycznym** związku chemicznego.
- Ustal **stosunek molowy**.
- Napisz odpowiedź.

- Zapisz ogólny wzór sumaryczny tego związku chemicznego oraz podpisz **stosunek masowy**.
- Wykonaj założenie dotyczące **masy** związku chemicznego na podstawie **stosunku masowego**.
- Ustal **masę molową** pierwiastków chemicznych.
- proporcja / wzór**
Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
- liczbę **moli** węgla, wodoru i tlenu

$$n = \frac{6\text{g}}{12\text{g}} = 0,5 \text{ mola C} \quad n = \frac{1\text{g}}{1\text{g}} = 1 \text{ mol H} \quad n = \frac{8\text{g}}{16\text{g}} = 2,27 \text{ mola O}$$

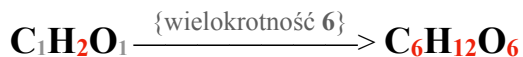


To byłby **wzór elementarny/empiryczny** (ponieważ zawiera najprostsze stosunki molowe).

$$M_{\text{CH}_2\text{O}} = 12 + 2 + 16 = 30\text{g/mol}$$

$$180\text{g (wzór rzeczywisty)} : 30\text{g (wzór elementarny)} = 6 \text{ (wielokrotność)}$$

↓
{z polecenia}



Wzór rzeczywisty pewnego związku chemicznego o **masie molowej** 180 g/mol o **stosunku masowym** C : H : O = 6 : 1 : 8 to **C₆H₁₂O₆**.

4. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:

- liczbę **moli** węgla, wodoru i tlenu

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

5. Ustal **stosunek molowy**.

6. Oblicz **masę molową wzoru elementarnego**.

7. Oblicz wielokrotność wzoru rzeczywistego, względem **wzoru elementarnego**.

8. Pomnóż **wzór elementarny** odpowiednio przez tę wielokrotność.

9. Napisz odpowiedź.

#Wskazówka:

- dodatkowe wyjaśnienie kroku 7, czyli dlaczego w takiej kolejności dzielenie **mas**:
wzór rzeczywisty to **n**-krotność wzoru empirycznego, a “**n**” to stosunek rzeczywistej **masy** molowej związku chemicznego do **masy** związku określanym **wzorem empirycznym**

Zadania - ustalanie wzorów rzeczywistych, elementarnych - empirycznych:

#5.2.11

Ustal **wzór rzeczywisty** pewnego związku chemicznego, wiedząc że **wzór empiryczny** związku to CH, a **masa cząsteczkowa** wynosi 78u.



$$m_{\text{CH}} = 12 + 1 = 13\text{u}$$

1. Zapisz **wzór empiryczny**.

2. Ustal **masę cząsteczkową wzoru empirycznego**.

78u (wzór rzeczywisty) : 13u (wzór empiryczny) = 6 (wielokrotność)

↓
{z polecenia}



Wzór rzeczywisty pewnego związku chemicznego o **masie** cząsteczkowej 78 u i **wzorze empirycznym** CH to **C₆H₆** (benzen).

#5.2.12 Ustal wzór rzeczywisty, wiedząc, że **wzór elementarny** jest jednocześnie **wzorem rzeczywistym** pewnego związku chemicznego o masie 7,1g, który zawiera 2,3g sodu, 1,6g siarki oraz tlen.



$$7,1\text{g (całość)} - 2,3\text{g (sód)} - 1,6\text{ (siarka)} = 3,2\text{g (tlen)}$$

$$m_{\text{tlen}} = 3,2\text{g}$$

$$M_{\text{Na}} = 23 \text{ g/mol}$$

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

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol Na} \text{ — } 23\text{g}$$

$$x \text{ — } 2,3\text{g}$$

$$x = 0,1 \text{ mola Na}$$

$$1 \text{ mol S} \text{ — } 32\text{g}$$

$$x \text{ — } 1,6\text{g}$$

$$x = 0,05 \text{ mola S}$$

$$1 \text{ mol O} \text{ — } 16\text{g}$$

$$x \text{ — } 3,2\text{g}$$

$$x = 0,2 \text{ mola O}$$

$$n = \frac{2,3\text{g}}{23\text{g}} = 0,1 \text{ mola Na}$$

$$n = \frac{1,6\text{g}}{32\text{g}} = 0,05 \text{ mol S}$$

$$n = \frac{3,2\text{g}}{16\text{g}} = 0,2 \text{ mol O}$$



$$0,1 : 0,05 : 0,2$$

↓ [mnożymy na 100]

$$10 : 5 : 20$$

↓ [dzielimy na 5]

$$2 : 1 : 4$$

$$\text{więc } x = 2, y = 1, z = 4 \quad \text{Na}_2\text{S}_1\text{O}_4$$

Wzór rzeczywisty pewnego związku chemicznego o **masie** 7,1g, który zawiera 2,3g sodu, 1,6g siarki i tlen to **Na₂SO₄**.

3. Oblicz wielokrotność wzoru rzeczywistego, względem wzoru empirycznego.

4. Przemnóż wzór empiryczny odpowiednio przez tą wielokrotność.

5. Napisz odpowiedź.

1. Zapisz ogólny wzór sumaryczny tego związku chemicznego

2. Oblicz masę tlenu

• od masy związku chemicznego odejmij masę sodu i masę siarki

3. Ustal masę molową pierwiastków chemicznych.

proporcja / wzór

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

- liczbę moli sodu, siarki i tlenu

4. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:

- liczbę moli sodu, siarki i tlenu

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

5. Ustal stosunek molowy.

6. Napisz odpowiedź.

#5.2.13 Ustal **wzór empiryczny** i **wzór rzeczywisty** pewnego tlenku azotu o **stosunku masowym N : O** jak **7 : 16** i **masie molowej 92 g/mol**.



Skoro **stosunek masowy** to **7 : 16** to przyjmujemy że mamy **7g N**, **16g O** [notatka 5.1 Prawo stałości składu]

$$M_{\text{N}} = 14 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol N} \text{ — } 14\text{g}$$

$$x \text{ — } 7\text{g}$$

$$x = 0,5 \text{ mola N}$$

$$1 \text{ mol O} \text{ — } 16\text{g}$$

$$x \text{ — } 16\text{g}$$

$$x = 1 \text{ mol O}$$

$$n = \frac{7\text{g}}{14\text{g}} = 0,5 \text{ mola N}$$

$$n = \frac{16\text{g}}{32\text{g}} = 1 \text{ mol O}$$



[dzielimy na 0,5]



więc **x = 1**, a **y = 2** **N₁O₂** [wzór empiryczny]

$$M_{\text{NO}_2} = 14 + 2 \cdot 16 = 46 \text{ g/mol}$$

$$92 \text{ g/mol (wzór rzeczywisty)} : 46 \text{ g/mol (wzór empiryczny)} = 2 \text{ (wielokrotność)}$$

{z polecenia}



Wzór empiryczny pewnego tlenku azotu o **stosunku masowym** azotu do tlenu = **7 : 16** to **NO₂**, w **wzór rzeczywisty** tego związku chemicznego o **masie molowej 92 g/mol** to **N₂O₄**

1. Zapisz **ogólny wzór sumaryczny** tego związku chemicznego oraz podpisz **stosunek masowy**.
2. Wykonaj **założenie** dotyczące **masy** związku chemicznego na podstawie **stosunku masowego**.
3. Ustal **masę molową** pierwiastków chemicznych.
4. Zapisz **proporcję** pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** azotu i tlenu
4. Użyj **wzoru** pozwalający obliczyć:
 - liczbę **moli** azotu i tlenu $n = \frac{m}{M}$
5. Ustal **stosunek molowy**.
6. Ustal **masę molową wzoru empirycznego**.
7. Oblicz **wielokrotność wzoru rzeczywistego**, nad **wzorem empirycznym**.
8. Przemnóż **wzór empiryczny** odpowiednio przez tę **wielokrotność**.
9. Napisz odpowiedź.

Zadania podsumowujące, łączące wcześniejsze tematy:

#5.2.14 Ustal **wzór sumaryczny** pewnej soli, w której znajduje się $3,01 \cdot 10^{23}$ anionów chlorkowych oraz 14 g kationów żelaza.



$$M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol Fe}^{n+} \text{ — } 56\text{g}$$

$$x \text{ — } 14\text{g}$$

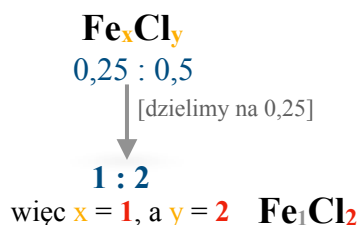
$$x = 0,25 \text{ mola kationów Fe}^{n+}$$

$$n = \frac{14\text{g}}{56\text{g}} = 0,25 \text{ mola kationów Fe}^{n+}$$

$$1 \text{ mol} - 6,02 \cdot 10^{23} \text{ anionów Cl}^-$$

$$x - 3,01 \cdot 10^{23} \text{ anionów Cl}^-$$

$$x = 0,5 \text{ mola anionów Cl}^-$$



Wzór sumaryczny pewnej soli, w której znajduje się $3,01 \cdot 10^{23}$ anionów chlorkowych oraz 14g kationów żelaza to **FeCl₂**

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa

1. Zapisz **ogólny wzór sumaryczny** tego związku chemicznego.
2. Zapisz **proporcję / wzór** pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** kationów żelaza
2. Użyj **wzoru** pozwalającego obliczyć:
 - liczbę **moli** kationów żelaza
3. Zapisz **proporcję** wykorzystując **stałą Avogadra** pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** anionów chlorkowych
4. Ustal **stosunek molowy**.
5. Napisz odpowiedź.

#5.2.15 Ustal **wzór rzeczywisty** gazowego tlenku azotu zawierającego 25,9% azotu, wiedząc, że **gęstość** tego gazu w **warunkach normalnych** wynosi 4,82 g/dm³.



$$d = \frac{M}{22,4}$$

$$M = d \cdot 22,4 \text{ dm}^3$$

$$M = 4,82 \cdot 22,4 \text{ dm}^3 = 108 \text{ g/mol}$$

Masa molowa całego związku chemicznego wynosi **108g/mol** i to stanowi **100%**

Wymagana wiedza:

- notatka 4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów

1. Zapisz **ogólny wzór sumaryczny** tego związku chemicznego.
2. Oblicz **masę molową** gazu znając **gęstość** i **objętość** w **warunkach normalnych**.
3. Wykonaj założenie **procentowe** dotyczące **masy molowej** związku chemicznego.

108g cząsteczka — 100%

z azotu — 25,9%

$z = 28\text{g}$ azotu

$$25,9\% = \frac{m_{\text{azotu}}}{108\text{g}} \cdot 100\%$$

$$m_{\text{azot}} = 28\text{g}$$

108g (całość) - 28g (azot) = 80g (tlen)

$$m_{\text{tlen}} = 80\text{g}$$

$$M_{\text{N}} = 14 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol N} — 14\text{g}$$

$$x — 28\text{g}$$

$$x = 2 \text{ mole N}$$

$$n = \frac{28\text{g}}{14\text{g}} = 2 \text{ mole N}$$

$$1 \text{ mol O} — 16\text{g}$$

$$x — 80\text{g}$$

$$x = 5 \text{ moli O}$$

$$n = \frac{80\text{g}}{16\text{g}} = 5 \text{ moli O}$$



więc $x = 2$, a $y = 5$ N_2O_5

Wzór rzeczywisty tlenku azotu zawierającego 25,9% o gęstości 4,82 g/dm³ w warunkach normalnych to N_2O_5 .

proporcja / wzór

3. Zapisz proporcję (korzystając ze **składu procentowego**) pozwalającą obliczyć:

- **masę:** azotu

3. Użyj wzoru pozwalającego obliczyć:

- **masę:** azotu

4. Oblicz **masę** tlenu

• od **masy** związku chemicznego odejmij **masę** azotu

proporcja / wzór

5. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** azotu i tlenu

5. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:

- liczbę **moli** azotu i tlenu

6. Ustal **stosunek molowy**.

7. Napisz odpowiedź.