

4.5 Obliczenia stechiometryczne

W tej notatce znajdziesz trudniejsze zadania do notatek: 4.1, 4.2, 4.3 i 4.4.

#Przypomnienie notatki 4.1:

- masa atomowa - wyrażana w unitach, odczytujemy z układu okresowego
 - masa cząsteczkowa - wyrażana w unitach, odczytujemy z układu okresowego
 - masa atomu - wyrażana w kilogramach lub gramach.
 - masa cząsteczki - wyrażana w kilogramach lub gramach.
- $$\left. \begin{array}{l} \text{• masa atomowa} \\ \text{• masa cząsteczkowa} \\ \text{• masa atomu} \\ \text{• masa cząsteczki} \end{array} \right\} 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Procent masowy obliczamy ze stosunku masy atomowej badanego pierwiastka w strukturze związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku chemicznego pomnożonego przez 100%.

#Przypomnienie notatki 4.2:

- 1 mol - $6,02 \cdot 10^{23}$ obiektów elementarnych [stała Avogadra - N_A]
- masa molowa - wyrażana w g/mol, odczytujemy z układu okresowego
- masa 1 mola - wyrażana w g, odczytujemy z układu okresowego

$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \cdot M \quad M = \frac{m}{n} \quad n = \frac{N}{N_A} \quad N = n \cdot N_A \quad N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

n - liczba moli [mol]

m - masa próbki [g]

M - masa molowa [g/mol]

N - liczba atomów/cząsteczek/jonów

N_A - stała Avogadra [$6,02 \cdot 10^{23}$ at/cz/jon]

#Przypomnienie notatki 4.3:

- 1 mol gazu zawiera $6,02 \cdot 10^{23}$ atomów/cząsteczek i zajmuje objętość $22,4 \text{ dm}^3$ w warunkach normalnych ($T = 0^\circ\text{C}$; $p = 1013 \text{ hPa}$)

- Gęstość w warunkach normalnych: $d = \frac{M}{22,4}$
 - d - gęstość [g/dm³]
 - M - masa molowa (masa 1 mola) gazu [g/mol]
 - V - objętość [dm³]

#Przypomnienie notatki 4.4:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

- równanie clapeyrona w każdych warunkach:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

$$T = \frac{p \cdot V}{n \cdot R}$$

p - ciśnienie gazu [hPa / Pa]

V - objętość [dm³ / m³]

n - liczba moli gazu [mol]

R - stała gazowa [$83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ / $8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$]

T - temperatura [K]

#Przypomnienie jednostek:

- 1 mol — 1000 mmol (milimole)
- 1 mol - 0,001 kmol (kilomole)
- 1 hPa = 100 Pa
- 1 kPa = 1000 Pa
- $T_{\text{kalwin}} = T_{\text{celsjusz}} + 273$
- $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$
- 1 litr = 1 dm^3
- $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$
- 1 ml = 1 cm^3

Zadania podsumowujące stechiometrię podstawową:

#4.5.1 Oblicz, ile jest atomów w $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ rtęci, jeśli gęstość wynosi $13,5 \text{ g/cm}^3$.

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- wzór na gęstość ciała stałego

SPOSÓB I

$$V = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$= 5 \text{ cm}^3$$

$$d = 13,5 \text{ g/cm}^3$$

$$m = d \cdot V$$

$$m = 13,5 \cdot 5 = 67,5 \text{ g}$$

SPOSÓB II

$$V = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$d = 13,5 \text{ g/cm}^3 = 13500 \text{ g/dm}^3 =$$

$$13500000 \text{ g/m}^3 = 1,35 \cdot 10^7 \text{ g/m}^3$$

$$m = d \cdot V$$

$$m = 1,35 \cdot 10^7 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 67,5 \text{ g}$$

$$m = 67,5 \text{ g}$$

$$M_{\text{Hg}} = 201 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol Hg} \text{ — } 201 \text{ g} \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ atomów}$$

$$67,5 \text{ g} \text{ — } x$$

$$x = 2,02 \cdot 10^{23} \text{ atomów Hg}$$

#Wskazówka:

możesz zapisać proporcję w dwóch krokach:

1. aby obliczyć liczbę moli
2. aby obliczyć liczbę atomów

$$N = \frac{67,5}{201} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$N = 2,02 \cdot 10^{23} \text{ atomów Hg}$$

#Wskazówka:

nie musisz używać wzoru połączzonego - na początku na "n" a następnie na "N":

$$n = \frac{m}{M} \quad N = n \cdot N_A$$

W $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ rtęci o gęstość wynosi $13,5 \text{ g/cm}^3$ jest $2,02 \cdot 10^{23}$ atomów Hg.

1. Zamień odpowiednio jednostki, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.

2. Oblicz masę próbki, znając gęstość i objętość.

$$d = \frac{m}{V}$$

3. Ustal masę molową pierwiastka.

proporcja / wzór

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

- liczbę atomów Hg

4. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:

- liczbę atomów Hg

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

5. Napisz odpowiedź.



#4.5.2 Oblicz, ile **kationów** cezu i **anionów** siarczanowych (IV) znajduje się w próbce o **masie 190,3 g** siarczanu (IV) cezu - Cs_2SO_3 .

$$M_{\text{Cs}_2\text{SO}_3} = 133 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 3 = 346 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol } \text{Cs}_2\text{SO}_3 \text{ — } 346 \text{ g}$$

$$x \text{ — } 190,3 \text{ g}$$

$$x = 0,55 \text{ mola } \text{Cs}_2\text{SO}_3$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{190,3}{346} = 0,55 \text{ mola } \text{Cs}_2\text{SO}_3$$

Cs_2SO_3 zbudowane jest z dwóch kationów cezu i jednego anionu siarczanowego (IV)

$$1 \text{ mol } \text{Cs}_2\text{SO}_3 \text{ — } 2 \text{ mol kationów } \text{Cs}^+ \text{ — } 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ kationów}$$

$$0,55 \text{ mola } \text{Cs}_2\text{SO}_3 \text{ — } 2 \cdot 0,55 \text{ mol kationów } \text{Cs}^+ \text{ — } x$$

$$x = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ kationów } \text{Cs}^+ \text{ w } 0,55 \text{ mola } \text{Cs}_2\text{SO}_3$$

$$1 \text{ mol } \text{Cs}_2\text{SO}_3 \text{ — } 1 \text{ mol anionów } \text{SO}_3^{2-} \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ anionów}$$

$$0,55 \text{ mola } \text{Cs}_2\text{SO}_3 \text{ — } 0,55 \text{ mol anionów } \text{SO}_3^{2-} \text{ — } x$$

$$x = 3,31 \cdot 10^{23} \text{ anionów } \text{SO}_3^{2-} \text{ w } 0,55 \text{ mola } \text{Cs}_2\text{SO}_3$$

W próbce siarczanu (IV) cezu Cs_2SO_3 o **masie 190,3 g** znajduje się **$6,62 \cdot 10^{23}$ kationów Cs^+** oraz **$3,11 \cdot 10^{23}$ anionów SO_3^{2-}** .

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa

1. Ustal **masę molową** związku chemicznego - Cs_2SO_3 .

proporcja / wzór

2. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** Cs_2SO_3

2. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - liczbę **moli** Cs_2SO_3 $n = \frac{m}{M}$

3. Określ, budowę związku chemicznego - Cs_2SO_3 .

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **kationów** Cs^+
 - liczbę **anionów** SO_3^{2-}

5. Zapisz odpowiedź.



#4.5.3 Oblicz ilość **atomów** tlenu w **1 molu** hydratu siarczanu (VI) miedzi (II) - woda (1/x) - $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, wiedząc że **masa bezwzględna** tej cząsteczki wynosi **$4,141 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$** .

$$1 \text{ u — } 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$x \text{ — } 4,141 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$x = 249,5 \text{ u}$$

#Wskazówka:

masa cząsteczkowa ma taką samą wartość liczbową jak masa molowa; dlatego mamy 1 mol związku chemicznego

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{249,5}{249,5} = 1 \text{ mol}$$

Wymagana wiedza:

- notatka 4.1 Masa atomowa, a masa cząsteczkowa
- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- budowa hydratów

1. Zamień **masę cząsteczki** na **masę cząsteczkową** hydratu.

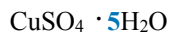
$$M_{\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = 249,5 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CuSO}_4} = 159,5 \text{ g/mol} \quad (63,5 + 32 + 4 \cdot 16)$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol} \quad (2 + 16)$$

Hydrat zbudowany jest z solu bezwodnego i wody:

$$249,5 = 159,5 + 18x \iff x = 5$$



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

$$9 \text{ moli O} \text{ — } x$$

$$(4 + 5)$$

$$x = 5,418 \cdot 10^{24} \text{ atomów O}$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$N = 9 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,418 \cdot 10^{24} \text{ atomów O}$$

$$(4 + 5)$$

Hydrat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ zbudowany jest z **$5,418 \cdot 10^{24}$ atomów O**.

- Określ budowę hydratu - ustal liczbę **moli cząsteczek** wody.

proporcja / wzór

- Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **atomów** tlenu
- Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - liczbę **moli** węgla
- Napisz odpowiedź.

#4.5.4

Oblicz, liczbę **kilomoli** węgla zawartych w **1 tonie** węgla kamiennego, jeśli **zawartość** pierwiastka węgla w węglu kamiennym wynosi **70%**. Przyjmij, że **masa molowa** węgla wynosi **12,01 g/mol**.

$$m = 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1000000 \text{ g} = 10^6 \text{ g}$$

$$M_C = 12,01 \text{ g/mol}$$

$$m_C = 10^6 \cdot 70\% = 700\,000 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 12,01 \text{ g}$$

$$x \text{ — } 700\,000 \text{ g}$$

$$x = 58\,285 \text{ mola C}$$

$$n = \frac{m_C}{M_C} \quad n = \frac{700\,000}{12,01} = 58\,285 \text{ mola C}$$

$$1 \text{ kmol C} \text{ — } 1000 \text{ mol C}$$

$$x \text{ — } 58\,284 \text{ mol C}$$

$$x = 58,285 \text{ kmola C}$$

Wymagana wiedza:

- notatka **4.1 Masa atomowa, a masa cząsteczkowa**
- notatka **4.2 Mol i masa molowa**

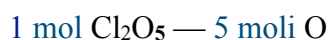
- Zamień odpowiednio jednostki, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.
- Oblicz **masę** czystego węgla w węglu kamiennym.
 - $m_C = m \cdot \%$
- proporcja / wzór**
 - Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** węgla
 - Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - liczbę **moli** węgla $n = \frac{m}{M}$
 - Zamień **mole** na **kilomole** [proporcja]

W 1 tonie węgla zawartość czystego węgla to **58,285 kilomoli**.

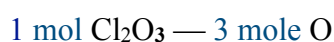
5. Napisz odpowiedź

#4.5.5

Oblicz, w ilu gramach tlenku chloru (III) - Cl_2O_3 zawarta jest taka sama ilość moli atomów tlenu, jaka jest zawarta w 0,03 kilomolu tlenku chloru (V) - Cl_2O_5 .

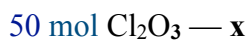
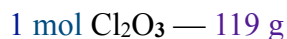
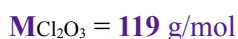


tyle moli O jest w 30 molach Cl_2O_5



150 moli O znajduje się w 50 molach Cl_2O_3

Teraz obliczamy ile gramów Cl_2O_3 ma właśnie 150 moli O zawartego w 0,03 kmol Cl_2O_5



$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \cdot M \quad m = 50 \cdot 119 = 5950 \text{ g}$$

W **5950 g** tlenku chloru (III) - Cl_2O_3 zawarta jest taka sama ilość moli atomów tlenu, co w 0,03 kilomolach tlenku chloru (V) - Cl_2O_5 .

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa

1. Zamień kilomole na mole.
2. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę moli tlenu w Cl_2O_5
3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę moli Cl_2O_3 w której jest tyle samo moli tlenu, ile w 30 molach Cl_2O_5

proporcja / wzór

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę gramów Cl_2O_3
4. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - liczbę gramów Cl_2O_3
5. Napisz odpowiedź.

#4.5.6

Oblicz w *masę cząsteczki* [g] gazu, którego *gęstość* w warunkach normalnych wynosi $0,76 \text{ g/dm}^3$.

$$d = 0,76 \text{ g/dm}^3$$

$$V = 22,4 \text{ dm}^3$$

Objętość molowa gazu w
warunkach normalnych

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

$$M = d \cdot V$$

$$M = 0,76 \cdot 22,4 = 17,024 \approx 17 \text{ g/mol}$$

Masa cząsteczkowa ma taką samą wartość jak masa molowa.

$$1 \text{ u} — 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$17 \text{ u} — x$$

$$x = 2,822 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Masa cząsteczki gazu, o gęstości w warunkach normalnych równej $0,76 \text{ g/dm}^3$ wynosi $2,822 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Wymagana wiedza:

- notatka 4.1 Masa atomowa, a cząsteczkowa
- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- notatka 4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów

1. Przekształć wzór na *gęstość* w warunkach normalnych pozwalający obliczyć:
 - *masę molową* cząsteczki
2. Określ wartość *masy cząsteczkowej*.
3. Oblicz *masę* jednej *cząsteczki* tego gazu [proporcja]
 - $1 \text{ u} — 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ g}$
4. Napisz odpowiedź.

#4.5.7

Oblicz *masę* ponadtlenku rubidu - RbO_2 jest zawarta taka sama liczba *gramów atomów* tlenu, jaka jest w 28 g tlenku strontu SrO .

$$M_{\text{RbO}_2} = 117 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{SrO}} = 104 \text{ g/mol}$$

1 mol RbO_2 składa się z 2 moli O

1 mol SrO składa się z 1 moli O

$$1 \text{ mol SrO} — 104 \text{ g SrO} — 16 \text{ g O}$$

$$28 \text{ g SrO} — x$$

$$x = 4,31 \text{ g O w } 28 \text{ g SrO}$$

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa

1. Oblicz *masy molowe* podanych tlenków.
2. Określ budowę każdego tlenku - z ilu składa się *moli atomów* tlenu.
3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - *masę O* jaka się znajduje w próbce tlenku SrO



$$x = 15,76 \text{ g RbO}_2$$

W **15,76 g** tlenku rubidu - **RbO₂** zawarta jest taka sama liczba **gramów atomów** tlenu co w **28 g** tlenku strontu - SrO.

#4.5.8

Oblicz **masę** metanu - CH₄, który w **temperaturze 299 K** zajmuje **objętość** równą **13,4 dm³** pod ciśnieniem **101400 Pa**.

SPOSÓB I

SPOSÓB II

$$V = 13,4 \text{ dm}^3 = 0,0134 \text{ m}^3$$

$$p = 101400 \text{ Pa}$$

$$T = 299 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V = 13,4 \text{ dm}^3$$

$$p = 1014 \text{ hPa}$$

$$T = 299 \text{ K}$$

$$R = 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$n = \frac{101400 \cdot 0,0134}{8,314 \cdot 299} = 0,547 \text{ mola}$$

$$n = \frac{1014 \cdot 13,4}{83,14 \cdot 299} = 0,547 \text{ mola}$$

$$n = 0,547 \text{ mol}$$

$$M_{\text{CH}_4} = 16 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol CH}_4 \text{ — } 16 \text{ g}$$

$$0,547 \text{ mola CH}_4 \text{ — } x$$

$$x = 8,75 \text{ g CH}_4$$

$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \cdot M \quad m = 0,547 \cdot 16 = 8,75 \text{ g CH}_4$$

#Wskazówka:

możesz rozwiązać to zadanie 1 działaniem - podstaw wzór na liczbę *moli* pod "n" z równania Clapeyrona

$$\frac{m}{M} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \quad m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T}$$

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - **masę** RbO₂ która zawiera tyle samo **gram** tlenu co w próbce SrO
5. Napisz odpowiedź.

Wymagana wiedza:

- notatka **4.2 Mol i masa molowa**
- notatka **4.4 Równanie Clapeyrona**

1. Zamień odpowiednio jednostki, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.
2. Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:
 - liczbę **moli** CH₄
$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$
3. Ustal **masę molową** CH₄
proporcja / wzór
4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - **masę** CH₄
4. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - **masę** CH₄

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \quad m = \frac{m}{M}$$

SPOSÓB I

$$m = \frac{101400 \cdot 0,0134 \cdot 16}{8,314 \cdot 299} = 8,75 \text{ g CH}_4$$

SPOSÓB II

$$m = \frac{1014 \cdot 13,4 \cdot 16}{83,14 \cdot 299} = 8,75 \text{ g CH}_4$$

Metan - CH₄ w temperaturze 299 K o objętości 13,4 dm³ i ciśnieniu 101400 Pa ma masę równą 8,75 g.

#Wskazówka c.d:

5. Napisz odpowiedź

#4.5.9 Oblicz masę molową pewnego gazu, który ma gęstość 1,145 g/dm³ i wywiera ciśnienie 1013 hPa w temperaturze 25°C.

#Wskazówka z poprzedniego zadania okaże się nam niezbędna do rozwiązania tego zadania.

Do równania Clapeyrona docelowo musimy wprowadzić wzór na

- liczba moli
- gęstość

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

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

✗ $d = \frac{M}{22,4}$ **Ważne !** nie możemy użyć tego wzoru, ponieważ on wyłącznie jest prawdziwy w warunkach normalnych (a w zadaniu są warunki standardowe)

✓ $d = \frac{m}{V}$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

[obustronnie
mnożymy przez M]

$$M \cdot p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

[obustronnie
dzielimy przez p · V]

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V}$$

[zamieniamy kolejność
p z V]

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{V \cdot p}$$

$$M = d \cdot \frac{R \cdot T}{p}$$

Wymagana wiedza:

- wzór na gęstość
- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- notatka 4.4 Równanie Clapeyrona

1. Zapisz:

- równanie Clapeyrona

- wzór na liczbę moli

- wzór na gęstość

2. Do równania Clapeyrona podstaw wzór na liczbę moli.

3. Wyprowadź podane równanie na masę molową - M.

4. Do równania podstaw wzór na gęstość.

$$d = \frac{m}{V}$$

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T}{p}$$

Ten wzór jest bardzo wygodny, gdy znasz wyłącznie

- gęstość gazu w określonych warunkach
- temperaturę
- ciśnienie

Pozwala od razu obliczyć masę molową gazu.

SPOSÓB I

$$d = 1,145 \text{ g/dm}^3$$

$$p = 1013 \text{ hPa}$$

$$T = 273 + 25 = 298 \text{ K}$$

$$R = 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$M = \frac{1,145 \cdot 83,14 \cdot 298}{1013}$$

SPOSÓB II

$$d = 1,145 \text{ g/dm}^3$$

$$p = 101300 \text{ Pa}$$

$$T = 273 + 25 = 298 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$M = \frac{1,145 \cdot 8,314 \cdot 298}{101300}$$

$$M = 28 \text{ g/mol}$$

Masa molowa pewnego gazu o gęstości $1,145 \text{ g/dm}^3$, wywierający ciśnienie 1013 hPa w temperaturze 25°C wynosi 28 g/mol

5. Ustal odpowiednie zestawy jednostek.

6. Podstaw odpowiednie dane do wzoru.

7. Napisz odpowiedź.

#4.5.10 Oblicz, jaką **objętość** w cm^3 i w ilu **milimolach** tlenku węgla (II) - CO jest zawarta taka sama ilość **moli atomów** tlenu co w $3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ tlenku węgla (IV) - CO_2 w warunkach normalnych.

$$V = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 0,03 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mol CO}_2 \text{ — } 22,4 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ — } 0,03 \text{ dm}^3$$

$$x = 0,0013 \text{ mola CO}_2$$

tyle **moli** CO_2 jest zawarte w $0,03 \text{ dm}^3$

$$1 \text{ mol CO}_2 \text{ — } 2 \text{ mole O}$$

$$0,0013 \text{ mola CO}_2 \text{ — } x$$

$$x = 0,0026 \text{ mola O}$$

tyle **moli** **O** jest zawarte w $0,0013 \text{ moli CO}_2$

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- notatka 4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów

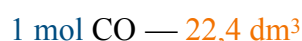
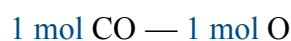
1. Zamień **objętość** CO_2 z m^3 na dm^3

2. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** CO_2 w danej **objętości** w warunkach normalnych {prawo Avogadro}

3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

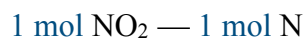
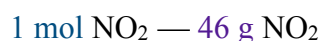
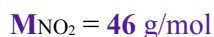
- liczbę **moli** O_2 zawartą w liczbie **moli** CO_2



W **5,8 cm³** znajduje się **2,6 mmola** tlenku węgla (II) - CO który zawiera taką samą ilość **atomów** tlenu co w $3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ tlenku węgla (IV) - CO₂ w warunkach normalnych

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** CO która zawiera tyle samo moli O co w 0,0013 mola CO₂
5. Zamień liczbę **moli** CO na **milimole**
6. Oblicz **objętość** jaką zajmuje dana liczba **moli** CO {prawo Avogadro}
7. Zamień **dm³** na **cm³**
8. Napisz odpowiedź

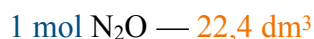
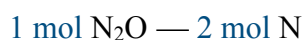
#4.5.11 Oblicz, **objętość** tlenku azotu (I) - N₂O w której zawarta jest taka sama ilość atomów azotu, co w **12,7 g** tlenku azotu (IV) - NO₂ w warunkach normalnych.



Wymagana wiedza:

- notatka **4.2 Mol i masa molowa**
- notatka **4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów**

1. Oblicz **masę molową** N₂O
2. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** NO₂ zawartą w próbce o **masie 12,7 g**
3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli** N która jest zawarta w **0,276 mola** NO₂



W **3,09 dm³** tlenku azotu (I) N₂O jest taka sama ilość azotu, co w **12,7 g** tlenku azotu (IV) - NO₂ w warunkach normalnych.

#Wskazówka:

Prawo Avogadro wynika z równania Clapeyrona [dowód: notatka 4.4 Równanie Clapeyrona].

Jeśli zapomnisz, że w warunkach normalnych **1 mol** dowolnego gazu zajmuje **objętość 22,4 dm³** możesz skorzystać z równania Clapeyrona.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

$$n = 0,138 \text{ mol}$$

$$p = 1013 \text{ hPa (warunki normalne) lub } p = 101300 \text{ Pa (warunki normalne)}$$

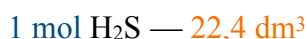
$$T = 273 \text{ K (warunki normalne)}$$

$$R = 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \text{ lub } 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V = \frac{0,138 \cdot 83,14 \cdot 273}{1013} = 3,09 \text{ dm}^3 \text{ N}_2\text{O}$$

$$V = \frac{0,138 \cdot 8,314 \cdot 273}{101300} = 3,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ N}_2\text{O}$$

#4.5.12 Oblicz ile **cząsteczek** i jaką **objętość** amoniaku - NH₃ należy odmierzyć, aby próbka zawierała tyle samo **atomów**, ile zawiera ich **6 dm³** siarkowodor - H₂S_(g) w warunkach normalnych.



1 mol H₂S jest zbudowany z **3 moli atomów**.

1 mol NH₃ jest zbudowany z **4 moli atomów**.

4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli N₂O** która zawiera **0,276 moli N**
5. Oblicz **objętość** jaką zajmuje dana liczba **moli N₂O** {prawo Avogadro}
6. Napisz odpowiedź.

Wymagana wiedza:

- notatka **4.2 Mol i masa molowa**
- notatka **4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów**

1. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli H₂S_(g)**, która jest zawarta w danej **objętości - 6dm³** {prawo Avogadro}
2. Określ, z ilu **atomów** zbudowane są podane cząsteczki.

1 mol $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ — 3 mole atomów

0,268 moli $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ — x

x = **0,804 moli atomów**

1 mol NH_3 — 4 mole atomów

x — 0,804 moli atomów

x = **0,201 moli NH_3**

1 mol NH_3 — 22,4 dm^3

0,201 moli NH_3 — x

x = **4,5 dm^3 NH_3**

1 mol NH_3 — $6,02 \cdot 10^{23}$ cząsteczek NH_3

0,201 moli NH_3 — x

x = **$1,21 \cdot 10^{23}$ cząsteczek NH_3**

Próbka amoniaku - NH_3 o **objętości 4,5 dm^3** , której jest **$1,21 \cdot 10^{23}$ cząsteczek NH_3** zawiera tyle samo atomów co próbka siarkowodoru $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ o **objętości 6 dm^3** odmierzono w warunkach normalnych.

3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli atomów $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$** która jest zawarta w **6 dm^3** (0,268 moli)
4. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **moli NH_3** która zawiera tyle samo moli atomów co $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$
5. Oblicz **objętość** jaką zajmuje dana liczba **moli NH_3** {prawo Avogadro}
6. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę **cząsteczek NH_3**
7. Napisz odpowiedź

#4.5.13 Oblicz, jaka **objętość** w m^3 zajmie ciekłe powietrze o **gęstości 0,76 g/cm^3** uzyskane ze skroplenia **200 m^3** powietrza odmierzono w **temperaturze 303 K** pod normalnym **ciśnieniem**.

SPOSÓB I

d = 0,76 g/cm^3

V = 200 m^3 = **200000 dm^3**

p = 101300 Pa = **1013 hPa**

T = **303 K**

R = 83,14 $\frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

SPOSÓB II

d = 0,76 g/cm^3

V = 200 m^3

p = 101300 Pa

T = **303 K**

R = 8,314 $\frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

objętość powietrza gazowego

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

$$n = \frac{1013 \cdot 200000}{83,14 \cdot 303} =$$

$$n = \mathbf{8042,42 \text{ mol}}$$

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

$$n = \frac{101300 \cdot 200}{8,314 \cdot 303} =$$

Wymagana wiedza:

- wzór na **gęstość**
- **masa molowa** powietrza
- notatka **4.4 Równanie Clapeyrona**

1. Zamień odpowiednio jednostki, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.
2. Przekształć **równanie Clapeyrona**, aby obliczyć:
 - liczbę **moli** powietrza w stanie gazowym

$$M_{\text{powietrze}} = 29 \text{ g/mol}$$

1 mol powietrza — 29 g powietrza

8042,42 moli powietrza — x

$$x = 233230,18 \text{ gram}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \cdot M \quad m = 8042,42 \cdot 29 = 233230,18 \text{ gram}$$

✗ $d = \frac{M}{22,4}$ **Ważne !**
nie możemy użyć tego wzoru, ponieważ on wyłącznie jest prawdziwy w warunkach normalnych (a w zadaniu są warunki standardowe)

✓ $d = \frac{m}{V}$

$$V = \frac{m}{d}$$

$$V = \frac{233230,18}{0,76} = 306881,8 \text{ cm}^3 \approx 3,07 \text{ m}^3$$

Cieple powietrze uzyskane w wyniku skroplenia 200 m³ gazowego powietrza o gęstości 0,76 g/cm³ i temperaturze 303 K i ciśnieniu normalnym ma objętość 3,07 m³.

proporcja / wzór

3. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - masę powietrza, korzystając z masy molowej

3. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - masę powietrza, korzystając z masy molowej

4. Oblicz, objętość gazu: $d = \frac{m}{V}$

5. Napisz odpowiedź.

#4.5.14 Oblicz objętość wodoru, jeżeli wiadomo ze próbka waży 1,5 g, a temperatura wynosi 10°C i ciśnienie 1000 hPa.

$$M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g/mol}$$

1 mol H₂ — 2 g

x — 1,5 g

$$x = 0,75 \text{ mola H}_2$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ mola H}_2$$

Ważne !

Wodór w powietrzu występuje wyłącznie w postaci cząsteczkowej - H₂; więc masa molowa = 2 g/mol

Wymagana wiedza:

- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- notatka 4.4 Równanie Clapeyrona

proporcja / wzór

1. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę moli H₂

1. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:
 - liczbę moli H₂ $n = \frac{m}{M}$

SPOSÓB I

$$n = 0,75 \text{ mola}$$

$$p = 1000 \text{ hPa} = 100000 \text{ Pa}$$

$$T = 273 + 10 = 283 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

$$V = \frac{0,75 \cdot 8,314 \cdot 283}{100000} = 0,01765 \text{ m}^3 \text{ H}_2$$

$$V = \frac{0,75 \cdot 83,14 \cdot 283}{1000} = 17,65 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$$

Próbka wodoru o masie 1,5 g w temperaturze 10°C i ciśnieniu 1000 hPa zajmuje objętość 0,01765 m³ = 17,65 dm³.

SPOSÓB II

$$n = 0,75 \text{ mola}$$

$$p = 1000 \text{ hPa}$$

$$T = 273 + 10 = 283 \text{ K}$$

$$R = 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

- Zamień odpowiednio jednostki, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.
- Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:
 - objętość wodoru $V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$
- Napisz odpowiedź.

#4.5.15

Oblicz, który gaz zajmuje większą objętość, jeśli gaz A w warunkach normalnych ma 1,112 mola cząsteczek; a gaz B w zbiorniku o ciśnieniu 10250 hPa i temperaturze -16°C ma 0,012 kmol.

GAZ A

$$\left. \begin{array}{l} n = 1,112 \text{ mola} \\ p = 1013 \text{ hPa} \\ T = 273 \text{ K} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{warunki normalne} \\ [\text{Prawo Avogadra}] \end{array}$$

$$1 \text{ mol gazu A} \text{ — } 22,4 \text{ dm}^3$$

$$1,112 \text{ moli gazu A} \text{ — } x$$

$$x = 24,91 \text{ dm}^3 \text{ gazu A}$$

GAZ B

$$\begin{array}{l} n = 0,012 \text{ kmol} = 12 \text{ mol} \\ p = 10250 \text{ hPa} \\ T = 273 - 16 = 257 \text{ K} \end{array}$$

GAZ B

SPOSÓB I

$$n = 12 \text{ moli}$$

$$p = 10250 \text{ hPa} = 1025000 \text{ Pa}$$

$$T = 257 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V = \frac{12 \cdot 8,314 \cdot 257}{1025000} = 0,02502 \text{ m}^3 \text{ gazu B}$$

$$V = \frac{12 \cdot 83,14 \cdot 257}{10250} = 25,02 \text{ dm}^3 \text{ gazu B}$$

SPOSÓB II

$$n = 12 \text{ moli}$$

$$p = 10250 \text{ hPa}$$

$$T = 257 \text{ K}$$

$$R = 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Wymagana wiedza:

- notatka 4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów
- notatka 4.4 Równanie Clapeyrona

- Zapisz informacje o każdym gazie.
- Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - objętość gazu A która ma daną liczbę moli - 1,112 mola {prawo Avogadro}
- Zamień odpowiednio jednostki dla gazu B, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.
- Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:
 - objętość gazu B $V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$

Gaz B zajmuje większą objętość - 25,02 dm³ w ciśnieniu 10250 hPa i temperaturze -16°C, niż gaz A, który w warunkach normalnych zajmuje objętość - 24,91 dm³

4. Napisz odpowiedź.

#4.5.16 Oblicz temperaturę wyrażoną w °C, w której znajduje się tlenek siarki (IV) - SO₂, którego gęstość w tej temperaturze pod ciśnieniem 1075 hPa jest równa 2,5 g/dm³.

SPOSÓB I

$$\begin{aligned} M_{\text{SO}_2} &= 64 \text{ g/mol} \\ p &= 1075 \text{ hPa} = 107500 \text{ Pa} \\ d &= 2,5 \text{ g/dm}^3 \\ R &= 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \end{aligned}$$

SPOSÓB II

$$\begin{aligned} M_{\text{SO}_2} &= 64 \text{ g/mol} \\ p &= 1075 \text{ hPa} \\ d &= 2,5 \text{ g/dm}^3 \\ R &= 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \end{aligned}$$

[wielkości fizyczne pogrubione na poszczególnym etapie - znamy informacje]

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \quad [\text{obustronnie dzielimy przez } V]$$

$$p = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot V} \quad [\text{zamieniamy kolejność } M \text{ z } V]$$

$$p = \frac{m \cdot R \cdot T}{V \cdot M}$$

$$p = d \cdot \frac{R \cdot T}{M} \quad [\text{obustronnie mnożymy przez } M]$$

$$p \cdot M = d \cdot R \cdot T \quad [\text{obustronnie dzielimy przez } d \cdot R]$$

$$T = \frac{p \cdot M}{d \cdot R}$$

$$T = \frac{107500 \cdot 64}{2500 \cdot 8,314} = 331 \text{ K} \quad T = \frac{1075 \cdot 64}{2,5 \cdot 83,14} = 331 \text{ K}$$

$$331 \text{ K} - 273 \text{ K} = 58^\circ\text{C}$$

↑
0°C

Wymagana wiedza:

- wzór na gęstość
- notatka 4.4 Równanie Clapeyrona

1. Zamień odpowiednio jednostki dla SO₂, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.
2. Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:
 - temperaturę

Za "n" podstaw wzór na liczbę moli.

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

Wprowadzamy wzór na gęstość.

$$d = \frac{m}{V}$$

3. Podstaw odpowiednie dane do wzoru.
4. Zamień K na °C

Temperatura w której znajduje się tlenek siarki (IV) - SO_2 o gęstości $2,5 \text{ g/dm}^3$ pod ciśnieniem 1075 hPa wynosi **58°C**

4. Napisz odpowiedź.

#4.5.17 Oblicz **całkowite ciśnienie** w **kPa** panujące w zamkniętym zbiorniku o **pojemności 25 dm^3** , jeśli umieszczono w nim **$25,5 \text{ g}$** chlorowodoru - HCl oraz **10 g** helu w **temperaturze 313 K** . Zakładamy, że gazy te nie reagują ze sobą.

$$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{He}} = 4 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol HCl} \text{ — } 36,5 \text{ g}$$

$$x \text{ — } 25,5 \text{ g}$$

$$x = 0,7 \text{ mola HCl}$$

$$1 \text{ mol He} \text{ — } 4 \text{ g}$$

$$x \text{ — } 10 \text{ g}$$

$$x = 2,5 \text{ mola He}$$

$$n = \frac{25,5}{36,5} = 0,7 \text{ mola HCl}$$

$$n = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ mola He}$$

$$n_{\text{całk.}} = n_{\text{HCl}} + n_{\text{He}}$$

$$n_{\text{całk.}} = 0,7 + 2,5 = 3,2 \text{ mola}$$

SPOSÓB I

$$n = 3,2 \text{ mol}$$

$$V = 25 \text{ dm}^3 = 0,025 \text{ m}^3$$

$$T = 313 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$p = \frac{3,2 \cdot 8,314 \cdot 313}{0,025}$$

$$p = 333092 \text{ Pa}$$

SPOSÓB II

$$n = 3,2 \text{ mol}$$

$$V = 25 \text{ dm}^3$$

$$T = 313 \text{ K}$$

$$R = 83,14 \frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$p = \frac{3,2 \cdot 83,14 \cdot 313}{25}$$

$$p = 3330,92 \text{ hPa}$$

$$p = 333,1 \text{ kPa}$$

Całkowite ciśnienie panujące w zamkniętym zbiorniku o **pojemności 25 dm^3** którym znajduje się **$25,5 \text{ g}$** chlorowodoru - HCl i **10 g** helu w **temperaturze 313 K** wynosi **$333,1 \text{ kPa}$** .

Wymagana wiedza:

- notatka **4.2 Mol i masa molowa**
- notatka **4.4 Równanie Clapeyrona**

proporcja / wzór

1. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** HCl
- liczbę **moli** He

1. Użyj wzoru pozwalający obliczyć:

- liczbę **moli** HCl
 - liczbę **moli** He
- $$n = \frac{m}{M}$$

2. Oblicz **liczbę moli całkowitą** podanych gazów.

3. Zamień odpowiednio jednostki, aby były wspólne dla wielkości fizycznych.

4. Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:

- ciśnienie
$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

5. Zamień **Pa/hPa** na **kPa**

6. Napisz odpowiedź.

#Wskazówka:

Możesz osobno obliczyć ciśnienie dla moli HCl i osobno obliczyć dla moli He, a następnie zsumować ciśnienie, aby uzyskać całkowite ciśnienie.

#4.5.18 Oblicz gęstość cyjanowodoru - HCN w temperaturze 25°C i pod ciśnieniem 990 hPa, jeżeli w $0,01\text{ m}^3$ cyjanowodoru znajduje się $2,43 \cdot 10^{22}$ cząsteczek gazu, a masa molowa wynosi 27 g/mol.

$$T = 273 + 25 = 298\text{ K}$$

$$p = 990\text{ hPa} = 99000\text{ Pa}$$

$$V = 0,01\text{ m}^3 = 10\text{ dm}^3$$

$$N = 2,43 \cdot 10^{22}\text{ cząsteczek}$$

$$M_{\text{HCN}} = 27\text{ g/mol}$$

Wymagana wiedza:

- wzór na gęstość
- notatka 4.2 Mol i masa molowa
- notatka 4.4 Równanie Clapeyrona

METODA I

proporcja / wzór

1. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - liczbę cząsteczek HCN

1. Użyj wzoru pozwalającą obliczyć:
 - liczbę cząsteczek HCN

proporcja / wzór

2. Zapisz proporcję pozwalającą obliczyć:
 - masę HCN
2. Użyj wzoru pozwalającą obliczyć:
 - masę HCN $n = \frac{m}{M}$
3. Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:
 - gęstość HCN

Za "V" podstaw wzór na liczbę objętość

$$V = \frac{m}{d}$$

METODA I

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

$$x \text{ — } 2,43 \cdot 10^{22}\text{ cząsteczek}$$

$$x = 0,04\text{ mola HCN}$$

$$n = \frac{N}{N_A} \quad n = \frac{2,43 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,04\text{ mol}$$

$$1\text{ mol HCN} \text{ — } 27\text{ g HCN}$$

$$0,04\text{ mol} \text{ — } x$$

$$x = 1,08\text{ g HCN}$$

$$m = n \cdot M \quad m = 0,04 \cdot 27 = 1,08\text{ g HCN}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot \frac{m}{d} = n \cdot R \cdot T$$

[obustronnie mnożymy przez d]

$$p \cdot m = n \cdot R \cdot T \cdot d$$

[obustronnie dzielimy przez $n \cdot R \cdot T$]

$$d = \frac{p \cdot m}{n \cdot R \cdot T}$$

$$d = \frac{p \cdot m}{n \cdot R \cdot T}$$

SPOSÓB I

$$d = \frac{990 \cdot 1,08}{0,04 \cdot 83,14 \cdot 298} = 1,079 \text{ g/dm}^3$$

SPOSÓB II

$$d = \frac{99000 \cdot 1,08}{0,04 \cdot 8,314 \cdot 298} = 1079 \text{ g/m}^3$$

METODA II

$$d = \frac{p \cdot m}{n \cdot R \cdot T}$$

[zamień kolejność **p** i **m**]

$$d = \frac{m \cdot p}{n \cdot R \cdot T}$$

$$d = M \cdot \frac{p}{R \cdot T}$$

SPOSÓB I

$$d = 27 \cdot \frac{990}{83,14 \cdot 298} = 1,079 \text{ g/dm}^3$$

SPOSÓB II

$$d = 27 \cdot \frac{99000}{8,314 \cdot 298} = 1079 \text{ g/m}^3$$

Gęstość cyjanowodoru - HCN w temperaturze 25°C pod ciśnieniem 990 hPa, w objętości 0,01 m³ znajduje się 2,43 · 10²² cząsteczek wynosi 1,079 g/dm³ lub 1079 g/m³

- Podstaw do przekształconego równania wartości liczbowe pod odpowiednie wielkości fizyczne.

METODA II

- Przekształć równanie Clapeyrona c.d:
- [kroki z METODY I są zachowane]

Wprowadź wzór na masę molową

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

- Podstaw do przekształconego równania wartości liczbowe pod odpowiednie wielkości fizyczne.
- Napisz odpowiedź.

METODA II nie wymagała kroku 1. i 2., jednak też jest mniej intuicyjna, gdyż trzeba dużo zauważać. METODA I jest bardziej pokazana krok po kroku. Obie są poprawne i akceptowalne.

#4.5.19

Oblicz gęstość pewnego gazu w warunkach normalnych, wiedząc że jego gęstość pewnego gazu w temperaturze 660 K pod ciśnieniem 1200 hPa wynosi 1,64 g/dm³.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

[obustronnie
mnożymy przez **M**]

$$M \cdot p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

- Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:
- masę molową gazu

Za "n" podstaw wzór na liczbę moli

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

$$M \cdot p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

[obustronnie
dzielimy przez $p \cdot V$]

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V}$$

[zamieniamy kolejność
 p z V]

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{V \cdot p}$$

$$M = d \cdot \frac{R \cdot T}{p} \quad M = \frac{d \cdot R \cdot T}{p}$$

SPOSÓB I

$$M = \frac{1,64 \cdot 83,14 \cdot 660}{1200} = 75 \text{ g/mol}$$

SPOSÓB II

$$M = \frac{1640 \cdot 8,314 \cdot 660}{120000} = 75 \text{ g/mol}$$

[pamiętaj, aby zamienić na g/m^3]

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot \frac{m}{d} = n \cdot R \cdot T$$

[obustronnie mnożymy przez d]

$$p \cdot m = n \cdot R \cdot T \cdot d$$

[obustronnie dzielimy przez
 $n \cdot R \cdot T$]

$$d = \frac{p \cdot m}{n \cdot R \cdot T}$$

[zamień kolejność p i m]

$$d = \frac{m \cdot p}{n \cdot R \cdot T}$$

$$d = M \cdot \frac{p}{R \cdot T}$$

SPOSÓB I

$$d = 75 \cdot \frac{1013}{83,14 \cdot 273} = 3,35 \text{ g/dm}^3$$

SPOSÓB II

$$d = 75 \cdot \frac{101300}{8,314 \cdot 273} = 3347,3 \text{ g/m}^3$$

[warunki normalne, więc $p = 1013 \text{ hPa} / 101300 \text{ Pa}$ oraz $T = 273 \text{ K}$]

Gęstość tego gazu w warunkach normalnych wynosi **3,35 g/dm³**
lub **3347,3 g/m³**

Wprowadzamy wzór na gęstość.

$$d = \frac{m}{V}$$

2. Podstaw dane do przekształcanego wzoru.

3. Przekształć równanie Clapeyrona, aby obliczyć:

- gęstość gazu

Wprowadź wzór na masę molową

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

4. Napisz odpowiedź.