

4.3 Prawo Avogadra - objętość molowa gazów

Objętość molowa gazów - objętość 1 mola gazu w warunkach normalnych jest równa 22,4 dm³.

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

V - objętość 1 mola gazu [dm³]

M - masa molowa (masa 1 mola) gazu [g/mol]

d - gęstość gazu w warunkach normalnych [g/dm³]

T = 273K = 0°C
p = 1013 hPa

#4.3.1

Oblicz jaką objętość zajmuje w warunkach normalnych 1 mol tlenu o gęstości 1,429 g/dm³ i 1 mol amoniaku - NH₃ 0,76 g/dm³.

O₂

M_{O₂} = 32 g/mol

d_{O₂} = 1,43 g/dm³

NH₃

M_{NH₃} = 17 g/mol

d_{NH₃} = 0,76 g/dm³

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

$$V = \frac{32}{1,43} \approx 22,4 \text{ dm}^3$$

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

$$V = \frac{17}{0,76} \approx 22,4 \text{ dm}^3$$

W warunkach normalnych zarówno 1 mol tlenu i 1 mol amoniaku - NH₃ zajmują objętość równą 22,4 dm³.

1. Oblicz, korzystając z układu okresowego masę molową podanej cząsteczki / związku chemicznego.
2. Oblicz objętość podanych gazów, korzystając ze wzoru (wiedząc, że są to warunki normalne).
3. Napisz odpowiedź.

Prawo Avogadra - gazy (atomy/cząsteczki/związki chemiczne) zajmują jednakową objętość w określonych warunkach (temperatury i ciśnienia) - zawierają taką samą liczbę cząsteczek / atomów.

1 mol gazu zawiera 6,02 · 10²³ atomów / cząsteczek i ma objętość 22,4 dm³

stała Avogadra

Prawo Avogadra

Objętość molowa gazów

W praktyce prawo Avogadro oznacza, że w warunkach normalnych 22,4 dm³ O₂, SO₂, CO₂, He i innych gazów będzie zawierało 6,02 · 10²³ cząsteczek / atomów.

* W przypadku innych warunków niż warunki normalne np. warunki standardowe (T = 25°C; p = 1013 hPa) zmienia się wartość objętości. [notatka 4.4 Równanie Clapeyrona]

#4.3.2

Oblicz, jaką **objętość** zajmują w warunkach normalnych 4 mole tlenku węgla (II) - CO oraz 0,5 mola cząsteczek azotu.

1 mol CO — 22,4 dm³ [wynika z definicji **objętości molowej gazów**]

4 mole CO — x

x = **89,6 dm³** CO

1 mol N₂ — 22,4 dm³ [wynika z definicji **objętości molowej gazów**]

0,5 mol N₂ — x

x = **11,2 dm³** N₂

W warunkach normalnych 4 mole tlenku węgla (II) - CO zajmują objętość **89,6 dm³**; a 0,5 mola N₂ zajmuje **objętość 11,2 dm³**

1. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:

- **objętość** podanych gazów

2. Napisz odpowiedź.

#4.3.3

Oblicz, ile **moli** zajmuje **objętość 6 dm³** ozonu - O₃ i **32 dm³** tlenku węgla (II) - CO.

1 mol O₃ — 22,4 dm³ [wynika z definicji **objętości molowej gazów**]

x — **6 dm³**

x = **0,27 mola** O₃

1 mol CO — 22,4 dm³ [wynika z definicji **objętości molowej gazów**]

x — **32 dm³**

x = **1,43 mola** CO

W warunkach normalnych w **6 dm³** ozonu - O₃ znajduje się **0,27 mola**; a w **32 dm³** CO znajduje się **1,43 mola**

1. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:

- **objętość** podanych gazów

2. Napisz odpowiedź.

#4.3.4

Oblicz, jaką **objętość** zajmuje w warunkach normalnych 3,2 g tlenu cząsteczkowego oraz 40,8 g amoniaku - NH₃.

O₂

M_{O₂} = **32** g/mol

NH₃

M_{NH₃} = **17** g/mol

1. Oblicz, korzystając z układu okresowego **masę molową** podanej cząsteczki / związku chemicznego.

Sposób I - 2 proporcje (krok po kroku)

Sposób II - 1 proporcja (szybszy)

SPOSÓB I - proporcja 1'

1 mol O₂ — 32g O₂ [wynika z definicji masy molowej]

x — 3,2g O₂

x = 0,1 mola O₂

1 mol NH₃ — 17g NH₃ [wynika z definicji masy molowej]

x — 40,8g NH₃

x = 2,4 mola NH₃

1 mol O₂ — 22,4 dm³ [wynika z definicji objętości molowej gazów]

0,1 mol O₂ — x

x = 2,24 dm³ O₂

1 mol NH₃ — 22,4 dm³ [wynika z definicji objętości molowej gazów]

2,4 mol NH₃ — x

x = 53,76 dm³ NH₃

SPOSÓB II - proporcja 2'

1 mol O₂ — 32g O₂ — 22,4 dm³ [wynika z definicji objętości molowej gazów]

3,2g O₂ — x

x = 2,24 dm³ O₂

1 mol NH₃ — 17g NH₃ — 22,4 dm³ [wynika z definicji objętości molowej gazów]

408 g NH₃ — x

x = 53,76 dm³ NH₃

W warunkach normalnych 3,2 g tlenu zajmuje objętość równą 2,24 dm³, a 40,8 g amoniaku - NH₃ zajmuje objętość równą 53,76 dm³.

2. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:

- liczbę **moli** gazów (korzystając z **mas cząsteczkowych** i **masy molowej**)

- **objętość** podanych gazów (korzystając z liczby **moli**)

2. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:

- **objętość** podanych gazów (korzystając z **mas cząsteczkowych**)

3. Napisz odpowiedź.

#4.3.5

Oblicz, ile **gramów** tlenu jest zawarte w 5,6 dm³ tlenku siarki (VI) - SO₃ odmierzonego w warunkach normalnych.

1 mol SO₃ składa się z 1 mola S i 3 moli O

SO₃

M_O = 16 g/mol

16 · 3 = 48

1. Określ budowę związku chemicznego

2. Odczytaj z układu okresowego **masę molową** tlenu

1 mol SO₃ — 48 g O — 22,4 dm³ [wynika z definicji objętości molowej gazów]
x g O — 5,6 dm³

$$x = 12 \text{ g O}$$

W warunkach normalnych w 5,6 dm³ tlenku siarki (VI) - SO₃ znajduje się 12 g O.

2. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:
- masę tlenu zawartą w tej objętości (korzystając z masy molowej)
3. Napisz odpowiedź.

#4.3.6 Oblicz, ile cząsteczek chloru znajduje się w 14,2 dm³ chloru w warunkach normalnych.

1 mol Cl₂ — 6,02 · 10²³ cz.Cl₂ — 22,4 dm³ [wynika z definicji objętości molowej gazów i stałej Avogadro]
x — 14,2 dm³

$$x = 3,82 \cdot 10^{23} \text{ cz.Cl}_2$$

W warunkach normalnych w 14,2 dm³ chloru znajduje się 3,82 · 10²³ cz.Cl₂

1. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:
- liczbę cząsteczek podanego gazu
2. Napisz odpowiedź.

#4.3.7 Oblicz, jaką objętość zajmuje 6,02 · 10²¹ atomów wodoru w warunkach normalnych.

1 mol H₂ — 2 · 6,02 · 10²³ at.H — 22,4 dm³
6,02 · 10²¹ at.H — x [1 cząsteczka H₂ zbudowana jest z 2 atomów H]

$$x = 0,112 \text{ dm}^3$$

W warunkach normalnych w 6,02 · 10²¹ atomów wodoru znajduje się w 0,112 dm³

1. Zapisz proporcje, pozwalającą obliczyć:
- objętość podanych gazów
2. Napisz odpowiedź.

Podsumowując, gdy w poleceniu nie występuje masa próbki to dotyczy to każdego gazu (zgodnie z prawo Avogadro).

Gęstość bezwzględna - stosunek masy substancji do objętości [do każdych warunków].

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

d - gęstość [g/cm³; g/dm³]

m - masa [g]

V - objętość [cm³; dm³]

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]

[przekształcony wzór na objętość molową gazów]

#4.3.8 Oblicz **gęstość** tlenku węgla (IV) - CO₂ w warunkach normalnych.



$M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$

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

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

$d = \frac{44 \text{ g}}{22,4 \text{ dm}^3} = 1,96 \text{ g/dm}^3$

W warunkach normalnych **gęstość** tlenku węgla (IV) - CO₂ wynosi **1,96 g/dm³**

1. Oblicz, korzystając z układu okresowego **masę molową** podanej cząsteczki.
2. Użyj wzoru, pozwalający obliczyć:
- **gęstość** gazu w warunkach normalnych
3. Napisz odpowiedź.

#4.3.9 Oblicz **masę cząsteczkową** gazu, którego **gęstość** w warunkach normalnych wynosi **1,63 g/dm³**.

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

$m = d \cdot V$

$m = d \cdot V = 1,63 \text{ g/dm}^3 \cdot 22,4 \text{ dm}^3 = 36,5 \text{ u}$

W warunkach normalnych **masa cząsteczkowa** badanego gazu o gęstości **1,63 g/dm³** wynosi **36,5 u**.

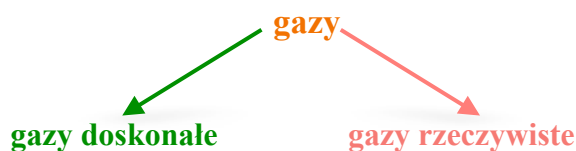
1. Użyj wzoru, pozwalający obliczyć:
- **masę cząsteczkową** gazu w warunkach normalnych
2. Napisz odpowiedź.

Trudniejsze zadania znajdziesz w notatce “4.5 Obliczenia stechiometryczne”, a więcej przykładów w zbiorze zadań “Stechiometria podstawowa”

Gaz doskonały VS gaz rzeczywisty:

Cząsteczki **gazów** przyjmują kształt naczynia w którym się znajdują - są daleko oddalone od siebie, więc ich **oddziaływanie międzycząsteczkowe** jest niskie.

Gazy możemy podzielić na **gazy doskonałe** i **gazy rzeczywiste**.



- brak oddziaływań międzycząsteczkowych
- zderzenia między cząsteczkami są 100% sprężyste i nie powodują strat energetycznych

- nie istnieją “normalnie”

Stosuj **równanie Clypeyrona** [notatka 4.4]

W LO przyjmujemy, że wszystkie gazy są **doskonałe**

- występują oddziaływania międzycząsteczkowe
- właściwości w warunkach normalnych podobne do **gazów doskonałych**

- O₂, H₂, CO₂

Nie stosuj **równania Clypeyrona**