

12-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
4-oji užduotis Nr. FT12-4 / 2018 09 05 – 2018 10 02

Sąlyga / FT12-4 ▼

Helis ir deguonis balione

142 dm³ tūrio balione yra 64 g masės 10°C temperatūros helio (4 g/mol) ir deguonies (32 g/mol) dujų mišinys, kurio slėgis lygus 120 kPa. Kiek molių helio yra inde? Kiek skiriasi šių dujų masės? Kokia yra deguonies molekulių koncentracija?

Dažį dujų išleidus slėgis balione sumažėjo 10 kPa. Kokia yra balione likusių dujų koncentracija? Išleidimo anga yra vienodai pralaidi heliui ir deguoniui, o į temperatūros pakitimą išleidžiant dujas galima neatsižvelgti.

Užduotį parengė Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2018 09 05.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT12-4 ▼

Duota: $V = 0,142 \text{ m}^3$; $m = 0,064 \text{ kg}$; $T = 283 \text{ K}$; $M_1 = 0,004 \text{ kg/mol}$; $M_2 = 0,032 \text{ kg/mol}$; $p = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $\Delta p = 1 \cdot 10^4 \text{ Pa}$; $R = 8,31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Rasti: v_1 ; Δm ; n_2 ; n' .

Pagal Mendelejevo-Klapeirono lygtį dujoms inde:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M_1} RT; \quad p_2 V = \frac{m_2}{M_2} RT.$$

Pagal Daltono dėsnį $p = p_1 + p_2$, o mišinio masė $m = m_1 + m_2$, tai:

$$p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m - m_1}{M_2} \right);$$

$$v_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{M_2}{M_2 - M_1} \left(\frac{pV}{RT} - \frac{m}{M_2} \right); \quad v_1 = \frac{0,032}{0,032 - 0,004} \left(\frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 0,142}{8,31 \cdot 283} - \frac{0,064}{0,032} \right) \approx 6 \text{ (mol)}.$$

Deguonies masė yra didesnė nei helio:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = m - 2m_1 = m - 2v_1 M_1; \quad \Delta m = 0,064 - 2 \cdot 6 \cdot 0,004 = 16 \text{ (g)}.$$

Tegu deguonies molekulių skaičius N_2 , tai koncentracija:

$$n_2 = \frac{N_2}{V} = \frac{m_2 N_A}{M_2 V} = \frac{(m - v_1 M_1) N_A}{M_2 V}; \quad n_2 = \frac{(0,064 - 6 \cdot 0,004) 6,02 \cdot 10^{23}}{0,032 \cdot 0,142} \approx 5,3 \cdot 10^{24} \text{ (m}^{-3}\text{)}.$$

Pagal pagrindinę dujų molekulinės-kinetinės teorijos lygtį sumažėjęs jų slėgis $p - \Delta p$ yra tiesiai proporcingas likusių inde molekulių koncentracijai ir temperatūrai:

$$p - \Delta p = n' \frac{RT}{N_A}; \quad n' = \frac{(p - \Delta p) N_A}{RT}; \quad n' = \frac{(1,2 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^4) 6,02 \cdot 10^{23}}{8,31 \cdot 283} \approx 2,8 \cdot 10^{25} \text{ (m}^{-3}\text{)}.$$

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 07 24.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT12-4 ▼

Užduotis buvo nesudėtinga daugumai turnyro dalyvių, nors septyni iš jų klydo molekulių koncentraciją įvertindami ne jų skaičiumi tūrio vienetu, o tankiu: vieni mase gramais, kiti - medžiagos kiekiu moliais tūrio vienetu. Šeši dalyviai pateikė tik dydžių analizes išraiškas bei atsakymus nerodydami skaičiavimų, o du – tik pradines formules ir iškart atsakymus.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 07 24.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT12-4 ▼

| Nr. | Sprendimų vertinimo kriterijus | Vertė balais |
|---|--|---------------------|
| 1. | Rastas helio kiekis | 4 |
| 2. | Rastas dujų masių skirtumas | 2 |
| 3. | Rasta deguonies molekulių koncentracija | 2 |
| 4. | Rasta balione likusių dujų koncentracija | 2 |
| 5. | Nepateikti skaičiavimai | -0,5 |
| 6. | Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-4) | iki (-1) |
| Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas | | 10 |

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 07 24.