

Simonas Grubinskas
Kontrolinis darbas
Molekulinė fizika

1. $m_b = 6.102g$ masės guminis balionėlis pripildytas $m = 1g$ masės helio laisvai kabo ore. Raskite balionėlio vidaus ir išorės slėgių skirtumą Δp . Atmosferos slėgis $p_0 = 1atm$.

Sprendimas

Naudojantis standartine tankio formule (1a lygtis), masės tvermės dėsnium (2a lygtis), pritaikius mendelejevo-klapeirono lygtį orui ir heliui (3čia ir 4a lygtys atitinkamai), pritaikius slėgio balanso sąlygą (paskutinė lygtis) gauname šią lygčių sistemą:

$$\begin{cases} (\rho_{oro} - \rho_{He})Vg = m_b \\ m_{oro} - m_{He} = m_b \\ Vp_{oro} = \frac{m_{oro}}{M_{oro}} RT \\ Vp_{He} = \frac{m_{He}}{M_{He}} RT \\ p_{He} - p_{oro} = \Delta p \end{cases}$$

Ši lygčių sistema yra tiesinė lygčių sistema nežinomojo dydžio Δp atžvilgiu, kurią išsprendus turime atsakymą:

$$\frac{\Delta p}{p_{oro}} = \frac{M_{oro}}{M_{He}} \frac{1}{1 + \frac{m_b}{m_{He}}} - 1$$

$$\Delta p = \frac{1}{48} atm$$

2. Apskaičiuokite savitąsias šilumas c_v ir c_p dujų mišinio, sudaryto iš $m_1 = 10g$ helio ir $m_2 = 20g$ azoto dujų.

Sprendimas

Pagal antrąjį termodinamikos dėsnį: $\delta Q = dU + \delta A$. Jei $V = const$, tai $\delta A = 0$, nes esant pastoviam tūriui, darbas neatliekamas. Jeigu pastovus slėgis, darbas atliekamas ir jo išraišką reikia rasti. Bet pirmiau išsiveskime sąlygoje prašomas savitąsias šilumas:

$$\delta Q_v = c_v m dT$$

$$\delta Q_p = c_p m dT$$

Kur $m = m_1 + m_2$. Randame pastovaus slėgio darbą naudodamiesi apibrėžimu ir Mendelejevo-Klapeirono lygtimi:

$$\delta A_p = p dV = \nu R dT = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) R dT$$

Dabar ieškome antro nario antrojo termodinamikos dėsnio išraiškoje- vidinės energijos pokyčio:

$$dU = \frac{3}{2} \frac{m_1}{M_1} R dT + \frac{5}{2} \frac{m_2}{M_2} R dT$$

Abiem atvejais jis bus toks pat. Susistačius viską į antrąjį termodinam. dėsnį gauname tokias išraiškas:

$$c_v(m_1 + m_2)dT = \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{M_1} + \frac{5}{2} \frac{m_2}{M_2} \right) R dT$$

$$c_p(m_1 + m_2)dT = \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{M_1} + \frac{5}{2} \frac{m_2}{M_2} \right) R dT + \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) R dT$$

Iš šių lygčių randame atsakymą:

$$c_v = \frac{R \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{M_1} + \frac{5}{2} \frac{m_2}{M_2} \right)}{m_1 + m_2} = 1533 \frac{J}{kgK}$$

$$c_p = \frac{R \left(\frac{5}{2} \frac{m_1}{M_1} + \frac{7}{2} \frac{m_2}{M_2} \right)}{m_1 + m_2} = 2424 \frac{J}{kgK}$$

3. Du izoliuoti indai sujungti vienas su kitu plonu vamzdeliu turinčiu čiaupą.

$V_1 = 2 \cdot 10^{-3} m^3$, $V_2 = 3.2 \cdot 10^{-3} m^3$, $p_1 = 170 kPa$, $p_2 = 55 kPa$, $T_1 = 300 K$, $T_2 = 400 K$. Kokia temperatūra ir slėgis nusistovės induose atsukus čiaupą?

Sprendimas

Reikia naudotis energijos tvermės dėsniu:

$$\frac{3}{2} v_1 R T_1 + \frac{3}{2} v_2 R T_2 = \frac{3}{2} (v_1 + v_2) R T$$

Ir užrašyti būsenos lygtį (M-K lygtį) abiejoms būsenoms prieš atsukant čiaupą ir būsenai užsukus čiaupą:

$$p(V_1 + V_2) = (v_1 + v_2) R T$$

$$p_1 V_1 = v_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = v_2 R T_2$$

Trečia ir ketvirta lygtys iškart duoda medžiagos kiekius. Tada įsistačius į pirmąją lygtį gauname nusistovėjusią temperatūrą, o šią įsistačius į antrąją lygtį gauname slėgį. Atsakymas:

$$T = T_1 \frac{1 + \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1}}{1 + \frac{T_1 p_2 V_2}{T_2 p_1 V_1}} = 328 K$$

$$p = p_1 \frac{1 + \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1}}{1 + \frac{V_2}{V_1}} = 99 kPa$$