

Termika

1. Hustota vzduchu za normálnych podmienok (tlaku p_0 a teploty t_0) je ρ_0 . Aká je jeho hustota pri tlaku p a teplote t ? Vypočítajte ju pre hodnoty: $p_0 = 101325\text{Pa}$, $t_0 = 0^\circ\text{C}$, $\rho_0 = 1,293\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $t = 27^\circ\text{C}$, $p = 0,6\text{MPa}$.

$$\left[\rho = \rho_0 \frac{pT_0}{p_0T} = 6,968 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \right]$$

2. V nádobe objemu $V = 2 \text{ m}^3$ je plyn, ktorého teplota je $t = 17^\circ\text{C}$ a tlak $p = 0,3\text{MPa}$. Určite počet molekúl N plynu.

$$[N = 1,5 \cdot 10^{26}]$$

3. Tlak vo valci parného stroja s objemom valca V sa po otvorení ventilu zmenšil o Δp . Aká hmotnosť pary Δm bola z valca vypustená, ak teplota pary t sa nezmenila? Vypočítajte Δm pre hodnoty: $V = 20\text{dm}^3$, $\Delta p = 0,83\text{MPa}$, $t = 100^\circ\text{C}$.

$$\left[\Delta m = \frac{MV\Delta p}{RT} = 0,0958\text{kg} \right]$$

4. V dvoch nádobách oddelených uzáverom sa nachádza rovnaký plyn. V prvej nádobe objemu $V_1 = 2\ell$ je tlak plynu $p_1 = 0,1\text{MPa}$, v druhej nádobe objemu $V_2 = 3\ell$ je tlak plynu $p_2 = 0,4\text{MPa}$. Určite výsledný tlak plynu po otvorení uzáveru, ak teplota jednotlivých častí bola rovnaká a po prepojení sa ustálila na pôvodnej hodnote!

$$\left[p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2} = 0,28 \text{ MPa} \right]$$

5. Aká je vnútorná energia U všetkých molekúl dusíka, ktoré zaberajú pri tlaku p objem V ? Vypočítajte pre hodnoty $p = 0,2\text{MPa}$, $V = 3 \text{ l}$!

$$\left[U = \frac{i}{2} pV = 15 \cdot 10^2 \text{ J} \right]$$

6. Ako sa zmení stredná hodnota kinetickej energie molekuly argónu $\Delta\langle\varepsilon\rangle$ argónového plynu hmotnosti m , ak mu dodáme teplo Q a súčasne tento plyn vykoná prácu A' ? Vypočítajte túto zmenu pre hodnoty: $m = 200\text{g}$, $Q = 3500\text{J}$, $A' = 1100\text{J}$, molárna hmotnosť argónu $M = 39,9\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$!

$$\left[\Delta\langle\varepsilon\rangle = \frac{M}{N_A m} (Q - A') = 7,94 \cdot 10^{-22} \text{ J} \right]$$

7. V nádobe objemu $V = 0,02\text{m}^3$ sa nachádza vodík pri teplote $t_0 = 27^\circ\text{C}$ a tlaku $p_0 = 100\text{kPa}$. Vypočítajte tlak p a teplotu t plynu, ak ohrievaním prijal teplo $Q = 1\text{ kJ}$ [$t = 87^\circ\text{C}$, $p = 120\text{kPa}$]

8. Dusík hmotnosti $m = 200\text{g}$, začiatočnej teploty $t_1 = 27^\circ\text{C}$ a tlaku $p_1 = 0,4\text{ MPa}$ podrobíme termodynamickému deju, pri ktorom jeho tlak klesne na $p_2 = 0,3\text{ MPa}$. Koľko tepla sme dodali dusíku, akú prácu dusík vykonal a ako sa zmenila jeho vnútorná energia, keď dej prebiehal a) izochoricky, b) izotermicky, c) adiabaticky? Zobraďte tieto deje v p - V diagramoch.

[a) $Q = -11100\text{ J}$, $A' = 0$, $\Delta W = -11100\text{ J}$, b) $A' = Q = 5117,5\text{ J}$, $\Delta W = 0$,
c) $\Delta W = -3507\text{ J}$, $A' = 3507\text{ J}$, $Q = 0$]

9. Vzduchu teploty t_1 , ktorý zaberá pri tlaku p_1 objem V_1 , bolo dodané teplo Q a) pri stálom objeme, b) pri stálom tlaku, c) pri stálej teplote. Vypočítajte zmenu vnútornej energie, vonkajšiu prácu a konečné stavové veličiny. (Poissonova konštanta vzduchu je $\chi = 1,4$, $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $p_1 = 0,1\text{MPa}$, $V_1 = 2\text{m}^3$, $Q = 400\text{kJ}$).

$$\left[\begin{array}{l} \text{a) } \Delta U = Q; \quad A = 0; \quad T_2 = T_1 \left[1 + \frac{(\kappa - 1)Q}{p_1 V_1} \right]; \quad p_2 = p_1 \left[1 + \frac{(\kappa - 1)Q}{p_1 V_1} \right], \\ \text{b) } \Delta U = \frac{Q}{\kappa}; \quad A = \frac{1 - \kappa}{\kappa} Q; \quad T_2 = T_1 \left[1 + \frac{(\kappa - 1)Q}{\kappa p_1 V_1} \right]; \quad V_2 = V_1 \left[1 + \frac{(\kappa - 1)Q}{\kappa p_1 V_1} \right], \\ \text{c) } \Delta U = 0; \quad A = -Q; \quad V_2 = V_1 e^{\frac{Q}{p_1 V_1}}; \quad p_2 = p_1 e^{-\frac{Q}{p_1 V_1}}. \end{array} \right]$$

10. Aká má byť teplota zásobníka tepla t_1 a teplota chladiča t_2 ideálne pracujúceho stroja medzi týmito teplotami, ak rozdiel teplôt $\Delta T = 300\text{K}$ a účinnosť tepelného stroja $\eta = 0,5$?

[$t_1 = 327^\circ\text{C}$, $t_2 = 27^\circ\text{C}$]

11. Hélium s látkovým množstvom $n = 1\text{ kmol}$ sa izobaricky rozpína a zväčší svoj objem $x = 4$ - krát. Aká je zmena entropie pri tomto deji?

$$[\Delta S = \frac{5}{2} nR \ln x = 28,8\text{kJ} \cdot \text{K}^{-1}]$$

12. Vypočítajte zmenu entropie ideálneho plynu, ktorý sa z objemu $V_0 = 2\text{ l}$ izotermicky rozpínal do vákuua na celkový objem $V_1 = 8\text{ l}$. Plynom je hélium hmotnosti $m = 20\text{g}$.

$$[\Delta S = \frac{m}{M} R \ln \frac{V_1}{V_0} = 57,63\text{J} \cdot \text{K}^{-1}]$$