

3. Kolokvij iz fizike

1. Aluminijska palica s presekom 10 cm^2 in dolžino 20 cm ima na enem koncu pritrjen električni grelec, na drugem koncu pa jo obliva tekoča voda s stalno temperaturo 15°C . Moč grelca je 30 W . Kolikšna je temperatura palice pri grelcu? Za koliko se spremeni ta temperatura, če povečamo moč grelca na 60 W ? ($\lambda = 209 \text{ W/mK}$)
2. 2 kg ledu pri temperaturi -10°C vržemo v 3 kg vrele vode. Kolikšna bo temperatura zmesi? ($c_{\text{voda}} = 4200 \text{ J/kgK}$, $c_{\text{led}} = 2100 \text{ J/kgK}$, $q_t = 336000 \text{ J/kg}$)
3. Tri kroglice z naboji po $0,6 \times 10^{-6} \text{ As}$ in maso po 2 g so pritrjene v ogliščih enakostraničnega trikotnika s stranico 2 cm . S kolikšnim pospeškom in v kateri smeri se bo pričela gibati ena izmed kroglic, ko jo sprostimo?
4. Maso 7 g zraka, ki na začetku zavzema prostornino 10 l in ima tlak 2 bara stisnemo najprej pri konstantnem tlaku na polovično prostornino in ga nato adiabatno stisnemo na prostornino 2 l . Koliko dela smo pri tem procesu opravili? Koliko toplote je oddal plin? Kolikšna je sprememba notranje energije? ($M = 29 \text{ kg}$, $c_v = 720 \text{ J/kgK}$, $\kappa = 1.4$)

Rešitve nalog

1. Po palici teče toplotni tok

$$P = \lambda S \frac{\Delta T}{l},$$

kjer je S presek, l dolžina palice in ΔT temperaturna razlika med koncema palice. Pri moči gretja $P_1 = 30 \text{ W}$ je tako temperaturna razlika

$$\Delta T_1 = \frac{P_1 l}{\lambda S} = 28.7 \text{ K},$$

iz česar sledi temperatura palice pri grelcu

$$T_1 = T_0 + \Delta T_1 = 43.7^\circ \text{C}.$$

Pri moči gretja $P_1 = 60 \text{ W}$ je temperaturna razlika med koncema palice dvakrat večja, torej se palica dodatno segreje za

$$\Delta T = \Delta T_2 - \Delta T_1 = 2\Delta T_1 - \Delta T_1 = \Delta T_1 = 28.7 \text{ K}.$$

2. Če bi vso tekočo vodo ohladili na 0°C bi morali odvesti toploto

$$Q_v = m_{voda} c_{voda} \Delta T_1 = 1260 \text{ kJ},$$

kjer je $\Delta T_1 = 100 \text{ K}$. Za segrevanje ledu do tališča potrebujemo toploto

$$Q_l = m_{led} c_{led} \Delta T_2 = 42 \text{ kJ},$$

kjer je $\Delta T_2 = 10 \text{ K}$. za taljenje ledu pa

$$Q_t = m_{led} q_t = 672 \text{ kJ}.$$

Ker za segrevanje ledu in njegovo taljenje potrebujemo manj toplote, kot jo lahko odda ohlajanje vode, bo končno stanje tekoča voda pri temperaturi T_k . Energijska bilanca nam da enačbo

$$m_{voda} c_{voda} (T_v - T_k) = m_{led} c_{led} (T_0 - T_l) + m_{led} q_t + m_{led} c_{voda} (T_k - T_0),$$

kjer je T_v temperatura vrelišča, T_0 temperatura ledišča in T_l temperatura ledu. Končna temperatura je torej

$$T_k = \frac{1}{c_{voda}(m_{voda} + m_{led})} [m_{voda} c_{voda} T_v + m_{led} c_{voda} T_0 - m_{led} q_t - m_{led} c_{led} (T_0 - T_l)]$$

$$T_k = 299 \text{ K} = 26^\circ \text{C}.$$

3. Električno polje dveh kroglic na mestu tretje kroglice je enako

$$E = \frac{2e}{4\pi\epsilon_0 l^2} \cos \alpha$$

kjer je e naboj posamezne kroglice, l razdalja med dvema kroglicama in $\alpha = 30^\circ$. Smer polja je vzporedna s simetralo med kroglicama, ki povzročata polje. Sila na tretjo kroglico v takem polju je odbojna in enaka

$$F = Ee = ma,$$

kjer je m masa posamezne kroglice in a njen pospešek, ko kroglico sprostimo, ki je enak

$$a = \frac{2e^2 \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 l^2 m} = 6969 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

4. V začetnem stanju ima zrak tlak p_1 , prostornino V_1 in temperaturo

$$T_1 = \frac{p_1 V_1 M}{mR} = 998 \text{ K}.$$

Ker zrak izobarno stisnemo ima v vmesnem stanju tlak p_1 , prostornino $V_1/2$ in temperaturo

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{T_1}{2} = 499 \text{ K}.$$

Po adiabatnem stiskanju ima prostornino V_3 , tlak

$$p_3 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^\kappa p_2 = 7.2 \text{ bar}$$

in temperaturo

$$T_3 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\kappa-1} T_2 = 720 \text{ K}.$$

Sedaj lahko izračunamo spremembo notranje energije, delo in toploto za posamezno spremembo. Pri prvi spremembi je to velja

$$\Delta W_{n1} = A_1 + Q_1$$

$$A_1 = -p_1(V_2 - V_1) = \frac{p_1 V_1}{2} = 1000 \text{ J},$$

$$Q_1 = mc_p(T_2 - T_1) = m\kappa c_v(T_2 - T_1) = -m\kappa c_v \frac{T_1}{2} = -3500 \text{ J},$$

$$\Delta W_{n1} = mc_v(T_2 - T_1) = -mc_v \frac{T_1}{2} = -2515 \text{ J}.$$

Pri drugi spremembi pa velja

$$\Delta W_{n2} = A_2 = mc_v(T_3 - T_2) = 1114 \text{ J}.$$

Plin je torej oddal toploto

$$Q = -3500 \text{ J},$$

opravili smo delo

$$A = 2114 \text{ J},$$

sprememba njegove notranje energije pa je bila

$$\Delta W_n = -1401 \text{ J}.$$