1. naloga. $\Delta T = 30^\circ$ C, $r_1 = 4$ mm, $r_2 = 5$ mm, $\lambda = 0.5$ Wm$^{-1}$K$^{-1}$, $\rho = 0.917$ g/cm$^3$, $q_t = 336$ kJ/kg.

$$P = \frac{\lambda \Delta T S}{d} = \frac{\lambda \Delta T\, 2\pi r_1 h}{r_2 - r_1},$$

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{\pi r_1^2 h \rho q_t (r_2 - r_1)}{\lambda \Delta T\, 2\pi r_1 h} = \frac{r_1 \rho q_t (r_2 - r_1)}{2\lambda \Delta T} \approx 41 \text{ s}$$

V zgornji enačbi smo vstavili $S = 2\pi r_1 h$. Z enako pravico bi lahko pisali $2\pi r_2 h$ ali $\pi(r_1 + r_2)h$.

2. naloga.$T_L = -10^\circ$ C, $T_{Fe} = 800^\circ$ C, $T_t = 0^\circ$ C, $T_i = 100^\circ$ C, $m_L = 1$ kg, $m_{Fe} = 3$ kg, $\rho_{Fe} = 7.87$ kg/dm$^3$, $c_L = 2100$ Jkg$^{-1}$K$^{-1}$, $c_V = 4200$ Jkg$^{-1}$K$^{-1}$, $c_{Fe} = 457$ Jkg$^{-1}$K$^{-1}$, $q_t = 336$ kJ/kg, $q_i = 2.26$ MJ/kg, $V = 3$ l.

Energija se ohranja (z $x$ označimo maso odparele vode):

$$m_L c_L (T_t - T_L) + m_L q_t + m_L c_V (T_i - T_t) + x q_i + m_{Fe} c_{Fe} (T_i - T_{Fe}) = 0.$$

Izrazimo $x$:

$$x = 80.8 \text{ g}.$$

Končni tlak izračunamo iz plinske enačbe, manjka nam le še volumen pare $V'$.

$$V' = V - \frac{m_{Fe}}{\rho_{Fe}} - \frac{m_L - x}{\rho_V} = 1.7 \text{ l}$$

$$p = \frac{xRT_i}{MV'} = 82 \text{ bar}.$$

Ker gre za vodno paro, smo vzeli kilomolsko maso $M = 18$ kg.

3. naloga. $T_1 = 20^\circ$ C.

$1 \to 2$ **(izohora)** : $p_2 = 3p_1$, zato $T_2 = 3T_1$. $A_{12} = 0$, $Q_{12} = mc_V(2T_1)$.

$2 \to 3$ **(izoterma)** : $p_3 = p_1$, $V_3 = 3V_1$, $T_3 = 3T_1$,

$$A_{23} = -\int_{V_1}^{3V_1} 3p_1 V_1 \frac{\mathrm{d}V}{V} = -3p_1 V_1 \ln 3,$$

$$Q_{23} = -A_{23}, \quad \text{ker je temperatura konstantna.}$$

$3 \to 1$ **(izobara)** : $A_{31} = p_1(2V_1)$, $Q_{31} = mc_P(-2T_1)$.

Izkoristek je po definiciji

$$\eta = \frac{-A_{23} - A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{3p_1 V_1 \ln 3 - 2p_1 V_1}{2mc_V T_1 + 3p_1 V_1 \ln 3}.$$

Izrazimo še maso po plinski enačbi v stanju 1 in upoštevamo, da je $R/M = c_P - c_V$

$$m = \frac{p_1 V_1 M}{RT_1} = \frac{p_1 V_1}{T_1(c_P - c_V)}.$$

Vstavimo ta izraz v $\eta$ in dobimo

$$\eta = \frac{3\ln 3 - 2}{\frac{2}{\kappa-1} + 3\ln 3} = 0.156.$$

Ustrezni Carnotov stroj ima izkoristek

$$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{3T_1} = 0.667.$$

4. naloga. $r = 25$ cm, $e_1 = 5$ $\mu$As, $e_2 = -14$ $\mu$As, $m = 5$ g, $h = 15$ cm.

Ko kroglica prileti v središče, se del elektrostatične energije pretvori v kinetično.

$$\frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon_0\sqrt{r^2+h^2}} = \frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}\frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{r^2+h^2}} - \frac{1}{r}\right)} = 12.0 \text{ m/s}$$

Zaradi ohranitve energije se bo kroglica ustavila po 15 cm na drugi strani obroča.

Pospešek v sredini obroča je nič, ker se vse sile odštejejo. V skrajnih legah pa kaže proti središču obroča in je po velikosti enak:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1}{m}\frac{|e_1 e_2|}{4\pi\epsilon_0(r^2+h^2)}\frac{h}{\sqrt{r^2+h^2}} = \frac{|e_1 e_2| h}{4\pi\epsilon_0 m (r^2+h^2)^{3/2}} = 762 \text{ m/s}^2.$$