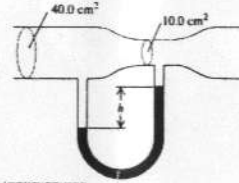


1. Poikittainen aalto $y(x, t) = 0,030 \text{ m} \cdot \sin(2,2 \frac{\text{rad}}{\text{m}} x - 3,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t)$ etenee pitkässä langassa. Määritä aallon
- amplitudi,
 - aallonpituus,
 - taajuus,
 - nopeus,
 - etenemissuunta, ja
 - suurin poikittainen hiukkasnopeus.

2. Suppilomittaria käytetään nesteen nopeuden mittaamiseen putkessa. Painemittarilla mitataan paine-ero $\Delta p = p_2 - p_1$.
- Johda putkessa virtaavan ideaalisen nesteen (tiheys ρ) nopeudelle lauseke

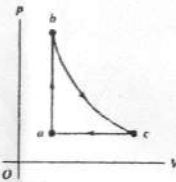
$$v_1 = \sqrt{\frac{2\Delta p/\rho}{1 - (A_1/A_2)^2}}$$



missä indeksi 1 tarkoittaa putkea ja 2 putkessa olevaa kavennettua kohtaa.

- Laske veden ($\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) tilavuusvirta, kun $A_1 = 40,0 \text{ cm}^2$, $A_2 = 10,0 \text{ cm}^2$ ja painemittarin elohopeapatsaan korkeus $h = 10,6 \text{ cm}$ ($\rho_{\text{Hg}} = 13,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$).
3. Rakennat ulkoseinän, jossa ulkopuolella on 3,0 cm:ä paksu puupaneeli ($k_1 = 0,080 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) ja sisäpuolella lämmöneristys 2,2 cm:ä paksusta vaahtomuovista ($k_2 = 0,010 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Ulkoseinän pinnan lämpötila on $-10,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ja sisäseinän pinnan lämpötila on $19,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Laske
- lämpötila vaahtomuovin ja puuseinän rajalla, ja
 - seinän läpi kulkeva lämpövirta pinta-alayksikköä kohti.

4. Lämpövoimakone toimii oheisen kuvan kiertoprosessilla (isokoorinen, adiabaattinen ja isobaarinen prosessi). Työaineena käytettävää N_2 -kaasua ($n = 1,00 \text{ mol}$) voidaan pitää ideaalikaasuna ($\gamma = 1,40$). Kiertoprosessista tunnetaan $T_a = 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ja $T_b = 150 \text{ }^\circ\text{C}$.



- Laske T_c .
 - Mikä on siirtynyt lämpö ja tehty työ eri osaprosesseissa?
 - Mikä on ko. koneen termien hyötysuhde? Vertaa tulosta vastaavan Carnot'n koneen hyötysuhteeseen, kun Carnot'n kone toimii kiertoprosessin korkeimman ja matalimman lämpötilan välillä.
5. Hopeakappale ($m_{\text{Ag}} = 250,0 \text{ g}$, $c_{\text{Ag}} = 0,234 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$), jonka lämpötila on $95,0 \text{ }^\circ\text{C}$, laitetaan jääveteen, jossa on vettä ($m_v = 220,0 \text{ g}$, $c_v = 4,19 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$) ja jäätä ($m_j = 25,0 \text{ g}$, $L_s = 333 \text{ kJ/kg}$) molemmat lämpötilassa $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Laske eristetyn systeemin
- lämpötila termisessä tasapainossa ja
 - entropian muutos. Onko prosessi palautumaton?

Merkitse opiskelijanumerosi (myös kirjain), nimesi, koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiisi.

Kaavat

$$\rho = \frac{m}{V} \quad n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \quad p = \frac{F}{A} \quad p = p_0 + \rho gh$$

$$v = f\lambda \quad f = \frac{1}{T} \quad \omega = 2\pi f \quad k = 2\pi/\lambda$$

$$T = 2\pi\sqrt{m/k} \quad T = 2\pi\sqrt{L/g} \quad T = 2\pi\sqrt{I/(mgd)}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad I = \frac{P_{\text{av}}}{A}$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega^2 x(t) \quad \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$$

$$Av = \text{vakio} \quad p + \rho gy + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{vakio}$$

$$f_n = n \frac{v}{2L} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad f_n = n \frac{v}{4L} \quad (n = 1, 3, 5, \dots)$$

$$\beta = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad f = \frac{v \pm v_r}{v \mp v_s} f_0$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad \Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad \frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L_0} \quad \Delta p = -B \frac{\Delta V}{V_0}$$

$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_h - T_c}{L} \quad H = Ae\sigma T^4$$

$$Q = C \Delta T = cm \Delta T \quad Q = mL \quad pV = nRT = Nk_B T \quad U = f \cdot \frac{1}{2} nRT$$

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad \Delta U = Q - W \quad C_p = C_v + nR \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$$pV^\gamma = \text{vakio} \quad (Q = 0) \quad W_{12} = \frac{1}{\gamma - 1} (p_1 V_1 - p_2 V_2) \quad (Q = 0) \quad C_v = \frac{dU}{dT}$$

$$\epsilon = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h} \quad \epsilon_C = 1 - \frac{T_c}{T_h} \quad \Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad S = k_B \ln w$$

Vakiot

Absoluuttinen nollapiste	$T_0 = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$
Avogadron luku	$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannin vakio	$k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Normaali ilmanpaine (atm)	$p_0 = 1,013 \text{ bar}$
Painovoiman kiihtyvyyt	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Stefan-Boltzmannin vakio	$\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\cdot\text{K}^4)$
Yleinen kaasuvakio	$R = 8,3143 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$