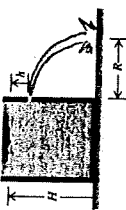


1. Kappale, jonka massa on 0,10 kg, on kitkattomalla alustalla. Kappale on kytkettyä massattoomaan jouseen, jonka toinen pää on kiinnitetty seinään ja jonka jousivakio on 80,0 N/m. Kappale siirretään vaakatasossa 0,10 m:n päähän tasapainoasemastaan ja vapautetaan. Laske syntyvän harmonisen värähtelyn jaksonaika, taajuus, kulmataajuus ja amplitudi sekä kappaleen suurin nopeus ja kiihtyvyys.

2. a) Mitkä ovat jatkuvuus- ja Bernoullin yhtälöt? Selitä lyhyesti yhdellä virkkeellä, mitä ne tarkoittavat.

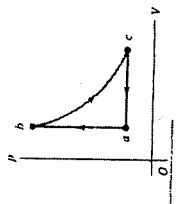


b) Hyvin isossa avoimisessa astiassa on vettä korkeudelle $H = 1,0$ m asti. Astian kylkeen etäisyydelle $h = 0,20$ m vesirajan alapuolelle porataan pieni reikä, josta vesi suihkuaa maahan. Laske, mille etäisyydelle R astiasta vesisuihku osuu.

3. a) Luettele kolme lämmön siirtymismekanismia. Selitä kutakin mekanismeista yhdellä virkkeellä.

b) Rakennat ulkoseinän, jossa ulkopuolella on 3,0 cm:ä paksu puupaneeli ($k = 0,080$ W/(m·K)) ja sisäpuolella lämmönieritys 2,2 cm:ä paksusta vaahdotuovista ($k = 0,010$ W/(m·K)). Ulkoseinän pinnan lämpötila on $-10,0$ °C ja sisäseinän pinnan lämpötila on $19,0$ °C. Laske lämpötila vaahdotuovien ja puuseinän rajalla ja seinän läpi kulkeva lämpövirta pinta-alayksikköä kohti.

4. Lämpövoimakone toimii oikeisen kuvan kiertoprosessilla (isokoorinen, isoterminen ja isobaarinen prosessi). Työaineena käytettävää He-kaasua ($n = 2,00$ mol) voidaan pitää ideaalikaasuna ($\gamma = 1,67$). Kiertoprosessista tunnetaan $p_a = 1,00 \cdot 10^5$ Pa, $p_b = 3,00 \cdot 10^5$ Pa ja $T_c = 327$ °C.



a) Laske siirtynyt lämpö ja tehty työ eri osaprosesseissa.
 b) Laske koneen termien hyötysuhde.
 c) Laske vastaavan Carnot'n koneen hyötysuhde, kun Carnot'n kone toimii kiertoprosessin korkeimman ja matalimman lämpötilan välillä. Vertaa tulosta edelliseen kohtaan.

5. Hopeakappale ($m_{Ag} = 250,0$ g, $c_{Ag} = 0,234$ kJ/(kg·K)), jonka lämpötila on $95,0$ °C, laitetaan jääveiteen, jossa on vettä ($m_v = 220,0$ g, $c_v = 4,19$ kJ/(kg·K)) ja jäätä ($m_j = 25,0$ g, $L_s = 333$ kJ/kg) molemmat lämpötilassa $0,0$ °C. Laske eristetyn systeemin a) lämpötila termisessä tasapainossa ja b) entropian muutos. Onko prosessi palautumaton (irreversiibeli)? Perustelut.

Merkitse opiskelejanumerosi (mgös kirjain), nimesi, koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen pääväimäärä jokaiseen suorituspaperiisi.

Vakiot

Absoluuttinen nollapiste	$T_0 = -273,15$ °C
Avogadron luku	$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ mol ⁻¹
Boltzmannin vakio	$k_B = 1,381 \cdot 10^{-23}$ J/K
Normaali ilmapaine (atm)	$p_0 = 1,013$ bar
Painovoiman kiihtyvyys	$g = 9,81$ m/s ²
Stefan-Boltzmannin vakio	$\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8}$ W/(m ² ·K ⁴)
Veden tiheys	$\rho_v = 1,00 \cdot 10^3$ kg/m ³
Yleinen kaasuvakio	$R = 8,3143$ J/(mol·K)

Kaavat

$\rho = \frac{m}{V}$	$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$	$p = \frac{F}{A}$	$p = p_0 + \rho gh$
$v = f \lambda$	$f = \frac{1}{T}$	$\omega = 2\pi f$	$k = 2\pi/\lambda$
$T = 2\pi\sqrt{m/k}$	$T = 2\pi\sqrt{L/g}$	$T = 2\pi\sqrt{I/(mgd)}$	
$K = \frac{1}{2}mv^2$	$K_{vib} = \frac{1}{2}kx_0^2$		
$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$	$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$	$I = \frac{P_{av}}{A}$
$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega^2 x(t)$	$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$		
$Av = \text{vakio}$	$p + \rho gy + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{vakio}$		
$f_n = n \frac{v}{2L}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)	$f_n = n \frac{v}{4L}$ ($n = 1, 3, 5, \dots$)		
$\beta = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I}{I_0}$	$f = \frac{v \pm v_r}{v \mp v_s} f_0$		
$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$	$\frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L_0}$	$\Delta p = -B \frac{\Delta V}{V_0}$
$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_h - T_c}{L}$	$H = A\sigma T^4$		
$Q = C \Delta T = cm \Delta T$	$Q = mL$	$pV = nRT = Nk_B T$	$U = f \frac{1}{2} nRT$
$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$	$\Delta U = Q - W$	$C_p = C_v + nR$	$C_v = \frac{dU}{dT}$
$pV^\gamma = \text{vakio}$ ($Q = 0$)	$W_{12} = \frac{1}{\gamma-1} (p_1 V_1 - p_2 V_2)$ ($Q = 0$)		$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$
$\epsilon = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{ Q_c }{Q_h}$	$\epsilon_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$	$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$	$S = k_B \ln w$