

7200021 INSINÖÖRIFYSIIKKA 1 AKK

2. välikoe avoimen korkeakoulun opiskelijoille 19.4.2000

1) 22 kg massainen lapsi on puolella välissä karusellin kehän ja akselin välissä, kun karuselli pyörii kulmanopeudella 1,8 rad/s. a) Kuinka suuri on karusellin kulmanopeus, kun lapsi siirtyy karusellin reunalle? b) Laske karusellin ja lapsen systeemin liike-energian muutos. Tyhjän karusellin hitausmomentti on 610 kg m^2 ja karusellin säde 3,0 m. Kitkaa ei tarvitse huomioida lapsen liikkeen aikana karusellin reunalle.

2) a) Eskimot ovat iglussa, joka on puolipallon muotoinen ja säteeltään 1,5 m. Jos iglussa on 5 henkilöä, joista jokaisen teho on 50,0 W ja sisällä on 22 astetta korkeampi lämpötila kuin ulkona, niin kuinka paksu lumesta tehdyn seinämän tulee olla, kun lumen lämmönjohtavuus on $0,09 \text{ W/(m K)}$. Lämpövirta lumiseinämän läpi on suoraan verrannollinen seinämän pinta-alaan ja lämpötilaeroon, mutta kääntäen verrannollinen seinämän paksuuteen. Pallon pinta-ala on $4 \pi R^2$. Lämmönjohtavuutta iglun pohjan kautta ei huomioida. b) Jos seinämän yli oleva lämpötilaero olisikin 49 astetta, niin kuinka suuri lisälämmitysteho a) kohtaan verrattuna tarvittaisiin, jotta sisälämpötila pysyisi vakiona.

3) Yksiatominen ideaalikaasu ($\gamma = 1,67$) muuttuu adiabaattisesti alkutilasta (322 kPa, 12,0 l) lopputilaan, jossa kaasun tilavuus on 18,0 l. a) Määritä kaasun paine lopputilassa. b) Laske alku- ja loppulämpötilat, kun kaasua on 1,40 mol. c) Piirrä kaasun tilan muutos pV-piirroksena.

4) Laivan polttomoottorin mäntä värähtelee harmonisesti (SHM) niin, että männän paikka-koordinaatti on $x = (0,52 \text{ m}) \cos[(39,3 \text{ rad/s}) t - 2,4 \text{ rad}]$. a) Mikä on männän paikka ajan hetkellä 0,0 s ja 0,45 s? b) Laske männän liikkeen taajuus, jaksonaika ja moottorin kierros-luku (kierrosta minuutissa). c) Määritä männän liikkeen maksimivauhti ja maksimikiihtyvyys ja ilmoita männän asema edellisten maksimiarvojen saavuttamishetkellä. (2 p/kohta)

5) Lämpöpumppu siirtää lämpöä $-2,0 \text{ °C}$ lämpötilaisesta maaperästä 22 °C lämpötilassa olevaan huoneeseen. a) Kuinka suuri on lämpöpumpun tehokerroin, jos lämpöpumppu toimii Carnot'n prosessin mukaisesti. b) Jos todellinen lämpöpumppu toimii 38 % tehokertoimella Carnot'n lämpöpumppuun verrattuna, niin kuinka monta joulea lämpöä lämpöpumppu luovuttaa kompressorin tekemää yhden joulen työtä kohti? (3 p/kohta)

Työkaluja:

$$P = e \sigma A T^4, \quad H = -k A (dT/dx), \quad dS = dQ/T, \quad dW = p dV$$

$$x = A \cos(\omega t + \phi), \quad U = \frac{1}{2} k x^2, \quad K = \frac{1}{2} m v^2, \quad y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi), \quad \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

$$dQ_p = m c_p dT, \quad pV = N m \langle v^2 \rangle / 3, \quad U = 3 n R T / 2, \quad v_{\text{rms}} = (3 k T / m)^{1/2}, \quad \langle E \rangle = v \left(\frac{1}{2} k T \right),$$

$$C_v = v (R/2), \quad C_p - C_v = R, \quad \gamma = C_p / C_v, \quad k = R / N_A, \quad pV = nRT, \quad pV^\gamma = \text{vakio},$$

$$T_L / T_H = \left| \frac{Q_L}{Q_H} \right|, \quad \Delta U = Q - W,$$

$$R = 8,31 \text{ J/(mol K)}, \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}, \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \text{ K}^4), \quad N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$