

FYS-1080 Insinöörifysiikka I teoria ja laboratorioharjoitukset / Niemi

2. välikoe ja tentti 9.5.2018

Kokeessa on sallittu ohjeen mukainen, ei-ohjelmoitava laskin.

Tehtävät 1-5 kuuluvat 2. välikokeeseen ja tehtävät 3-7 kuuluvat tenttiin.

Merkitse vastauspaperiin, suoritatko 2. välikokeen, tentin vai molemmat.

1. (VK) Laituriin köydellä kiinnitetty vene liikkuu aallokon mukana pystysuorassa liikkeessä siten, että liikkeen matalimman ja korkeimman kohdan korkeusero on 33 cm. Liike aiheuttaa köyteen etenevän aallon, jonka aallonpituus on 2.4 m ja jaksonaika on 5.7 s. a) mikä on aallon etenemisnopeus köydessä? b) Kirjoita aaltofunktio $y(x, t)$ köydessä etenevälle aallolle. c) Mikä on veneen pystysuoran liikkeen maksimivauhti?

2. (VK) Kylmävaraston betoniseinän kokonaispinta-ala on 15.0 m^2 ja sen paksuus on 20.0 cm. Varaston sisälämpötila on -10°C ja ympäristön lämpötila on 20°C . Lämpövirta seinän läpi voidaan pienentää 20 prosenttiin vuoraamalla seinän sisäpinta puulla. a) Kuinka suuri lämpötilaero tällöin on puuvuorauksen läpi? b) Kuinka paksu puukerros tarvitaan?

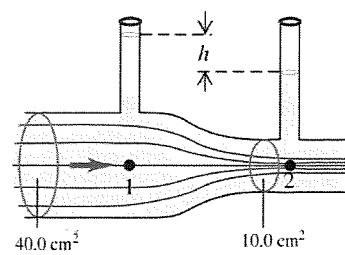
puun lämmönjohtavuuskerroin on $0.04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ja betonin $0.8 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

3. (VK+T) Oheisen kuvan putkessa vesi virtaa vasemmalta oikealle nopeudella 3 litraa sekunnissa ($3.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$). Virtausputken ylle asetellut putket ovat auki ylhäältä. Veden tiheys on $1.0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

a) Mikä on veden virtausnopeus (m/s) pisteissä 1 ja 2?

b) Mikä on paine-ero pisteiden 1 ja 2 välillä?

c) Mikä on nestepatsaiden välinen korkeusero h ?



4. (VK+T) Säiliössä on 5.20 moolia ideaalikaasua. Lämpövirta säiliöön on 8.5 W 5.0 minuutin ajan lämpötilan ollessa koko ajan vakio $T = 310 \text{ K}$. a) Laske kaasun tekemän työn suuruus lämmön siirtymisen aikana. b) Laske kaasun lopputilavuus ja -paine, kun sen alkutilavuus oli 120 litraa. c) Hahmottele prosessi pV -diagrammiin. Muista että ideaalikaasun sisäenergia riippuu vain lämpötilasta.

5. (VK+T) Insinööri ehdottaa lämpökoneetta, joka ottaa $2.6 \cdot 10^8 \text{ J}$ lämpöä kuumasta lämpöhauteesta ($T=400\text{K}$), tekee 42 kWh:n ($1\text{kWh}=3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$) mekaanisen työn ja siirtää loput lämmöstä kylmään lämpöhauteeseen ($T=250\text{K}$). Onko ehdotus uskottava? Perustele termodynamiikan toisella pääsäännöllä ja tarkastelemalla koneen hyötysuhdetta.

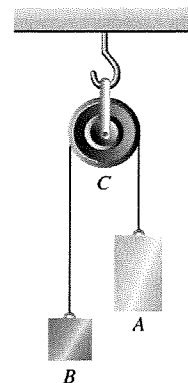
6. (T) Vuoristoradassa on pystysuora silmukka, jonka halkaisija on 7.5 m. Tyhjä vuoristoradan vaunu, massa 110 kg, ohittaa ensin silmukan alimman pisteen nopeudella 25.0 m/s ja sen jälkeen silmukan korkeimman pisteen nopeudella 20.0 m/s. a) Kuinka suuren työn kitka tekee vaunun noustessa silmukan alimmasta pisteestä ylimpään? b) Oletetaan, että kitkatyö on yhtä suuri ylä- kuin alamäkeen. Kuinka suuri on vaunun vauhti, kun se ohittaa uudestaan silmukan alimman pisteen?

7. (T) Oheisessa kuvassa on Atwoodin kone. Kappaleiden A ja B massat ovat $m_A = 5.7 \text{ kg}$ ja $m_B = 3.0 \text{ kg}$. Ne ovat kytketty toisiinsa langalla, joka pyörittää väkipyörää. Väkipyörän säde on 0.12 m ja hitausmomentti ripustusakselin suhteen $I = \frac{1}{2}MR^2 = 74.2 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$.

a) Kirjoita kaikki tarvittavat liikeyhtälöt.

b) Laske väkipyörän kulmakiikkyvyys. Kumpaan suuntaan pyörä pyörii?

c) Laske jännitys oikeanpuoleisessa narussa.



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella.

FYS-1080 Insinööri-fysiikka I teoria ja laboratorioharjoitukset / Niemi

Kokeessa mahdollisesti tarvittavia kaavoja ja vakioita

Vakioita

$$\begin{array}{lll}
 g = 9.80 \text{ m/s}^2 & R = 8.314 \text{ J/mol K} & k_B = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \\
 R_E = 6.38 \cdot 10^6 \text{ m} & N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} & 0 \text{ K} = -273.15 \text{ }^\circ\text{C} \\
 m_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg} & \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 & \\
 G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 & &
 \end{array}$$

Kaavoja

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$\text{Pallo: } A = 4\pi r^2; V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

1. välikokeen alue

$$\vec{F}_x = -k\vec{x}$$

$$f_\mu = \mu n$$

$$W = \Delta E$$

$$W = -\Delta U$$

$$\vec{F} = -\vec{\nabla}U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k}\right)$$

$$W = \int_{p_1}^{p_2} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau d\theta$$

$$\vec{v}_{P/A} = \vec{v}_{P/B} + \vec{v}_{B/A}$$

$$a_{\text{rad}} = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$$

$$I = \int r^2 dm; I_P = I_{\text{mkp}} + Md^2$$

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \Delta \vec{p}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \Sigma \vec{F} = \vec{\tau}$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I\vec{\omega}$$

2. välikokeen alue

$$\vec{F}_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r}$$

$$U = -\frac{Gm_E m}{r}$$

$$p = \frac{dF_\perp}{dA}$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{vakio}$$

$$x = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

$$y(x, t) = A \cos(kx \pm \omega t)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$P_{\text{ave}} = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2$$

$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_H - T_C}{L}$$

$$H = Ae\sigma T^4$$

$$pV = nRT$$

$$K_{\text{transl}} = \frac{3}{2} nRT$$

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{3k_B T/m}$$

$$C_V = N_{\text{vap. ast.}} \cdot \frac{1}{2} R$$

$$C_p = C_V + R$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

$$K = \frac{|Q_C|}{|W|}$$

$$e = \frac{W}{Q_H}$$

$$e_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$