

# FYS-1080 Insinöörifysiikka I teoria ja laboratorioharjoitukset / Niemi

## 2. välikoe ja tentti 10.5.2017

Ei-ohjelmoitava laskin sallittu kokeessa.

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

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

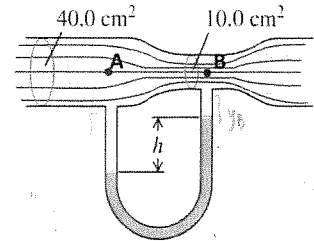
1. (VK) Laituriin köydellä kiinnitetty vene liikkuu aallokon mukana pystysuorassa liikkeessä siten, että liikkeen matalimman ja korkeimman kohdan korkeusero on 33cm. Liike aiheuttaa köyteen etenevän aallon, jonka aallonpituus on 2.4m ja jaksonaika on 5.7 s. a) mikä on aallon etenemisnopeus köydessä?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

2. (VK) 1.7 kg jäätä on styroksista tehdyssä kylmälaukussa, jossa laukun sisälämpötila ja jään lämpötila on kauttaaltaan  $0.0^{\circ}\text{C}$ . Laukku on tilassa, jonka lämpötila on vakio  $20.0^{\circ}\text{C}$ . Laukun kokonaispinta-ala on  $0.87\text{ m}^2$  ja seinämän paksuus 3.2 cm. Styroksin lämmönjohtavuuskerroin on  $0.020\text{ W/mK}$ , ja jään sulamislämpö  $3.34 \cdot 10^5\text{ J/kg}$ .

- Laske lämpövirran suuruus laukkuun.
- Laske kauanko menee, kunnes kaikki jää on sulanut.
- Mitä lämpövirran suuruudelle tapahtuu jään sulamisen jälkeen?

3. (VK+T) putkessa vesi virtaa vasemmalta oikealle nopeudella 4.5 litraa sekunnissa ( $4.5 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}$ ). Virtausputken alla olevassa U-putkessa on elohopeaa.

- Mikä on veden virtausnopeus (m/s) pisteissä A ja B?
  - Mikä on paine-ero pisteiden A ja B välillä?
  - Mikä on elohopeanestepatsaiden välinen korkeusero  $h$ ?
- Veden tiheys on  $1.0 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$ , elohopean tiheys  $13.6 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$ .



4. (VK+T) 1 mooli kaksiatomista ideaalikaasua ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) lämmitetään ensin vakioaineessa lämpötilasta  $27^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan  $107^{\circ}\text{C}$ , jonka jälkeen kaasun annetaan laajentua isotermisesti niin, että sen tilavuus kaksinkertaistuu. Laske kaasun tekemä työ molemmissa vaiheissa ja hahmottele molemmat prosessit  $pV$ -diagrammiin.

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.

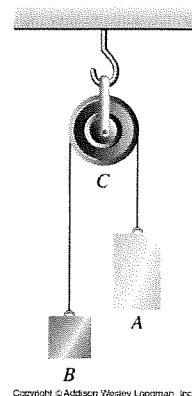
6. (T) Tarkastellussa tilanteessa kappaleella,  $m = 4.20\text{ kg}$ , on potentiaalienergia, jonka funktio on

$$U = 720 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} x^2 + 160 \frac{\text{J}}{\text{m}} y.$$

- Laske kappaleeseen kohdistuva voimavektori.
- Laske voiman tekemä työ, kun kappale siirtyy pisteestä  $(0, 0)$  pisteeseen  $(0.1\text{ m}, 0.5\text{ m})$ . Kasvaako vai pieneneekö kappaleen energia? Perustele.
- Onko a-kohdassa laskemasi voima konservatiivinen? Perustele vastauksesi.

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

- Laske jännitys vasemmanpuoleisessa narussa.
- Laske vasemmanpuoleisen kappaleen kiihtyvyyttä.



**Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella.**

# FYS-1080 Insinöörifysiikka I teoria ja laboratorioharjoitukset / Niemi

Kokeessa mahdollisesti tarvittavia kaavoja ja vakioita

## Vakioita

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$R_E = 6.38 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$m_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$R = 8.314 \text{ J/mol K}$$

$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$k_B = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$0 \text{ K} = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$$

## 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

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

$$f_\mu = \mu n$$

$$W = \Delta E$$

$$W = -\Delta U$$

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

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2. välikokeen alue

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

$$U = -\frac{G m_E m}{r}$$

$$p = \frac{dF_1}{dA}$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$pV = nRT$$

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

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

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

$$C_p = C_V + R$$

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

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

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

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

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

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

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