TTY/FYS-1091 Insinöörifysiikka I, Paavilainen, kevät 2017

Tentti 20.06.2017

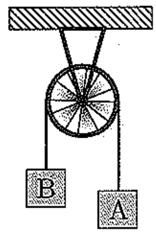
- Tentin yhteydessä on mahdollisuus uusia kumpi tahansa välikoe.
- Tehtävät 1-4 kuuluvat ensimmäiseen välikokeeseen (vain 4 tehtävää)
- Tehtävät 5-8 kuuluvat toiseen välikokeeseen (vain 4 tehtävää)
- Neliöidyt kysymykset 2-6 (5 tehtävää) kuuluvat tenttiin
- **Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava!**
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.

① Luoti (massa 5.00 g) törmää lähes kitkattomalla alustalla paikallaan olevan kiveen (massa 50.0 g) ja kimpoaa törmäyksestä. Luodin nopeus juuri ennen törmäystä oli $\vec{v}_1 = (40.0\,\mathrm{m/s})\hat{\imath} + (50.0\,\mathrm{m/s})\hat{\jmath}$ ja heti törmäyksen jälkeen $\vec{v}_2 = (10.0\,\mathrm{m/s})\hat{\imath} - (30.0\,\mathrm{m/s})\hat{\jmath}$.
a) Laske kiven nopeus heti törmäyksen jälkeen. (3p)
b) Oliko törmäys elastinen vai epäelastinen? Perustele sanallisesti käyttäen apuna laskuja. (3p)

[2] Vaakatasossa lentävän linnun nopeus on ajan funktiona $\vec{v}(t) = (2.10\,\mathrm{m/s^3})t^2\,\hat{\imath} + (3.10\,\mathrm{m/s^2})t\,\hat{\jmath}$. Hetkellä $t = 0.00\,\mathrm{s}$ linnun paikka on $\vec{r}_0 = 1.00\,\mathrm{m}\,\hat{\imath} + 2.00\,\mathrm{m}\,\hat{\jmath}$.
a) Laske linnun kiihtyvyys hetkellä $t = 3.00\,\mathrm{s}$. (3p)
b) Laske linnun paikka hetkellä $t = 3.00\,\mathrm{s}$. (3p)

[3] a) Kaltevalla tasolla olevalle palikalle annetaan alkuvauhti 11 m/s ylämäkeen. Palikan massa on 0.37 kg. Palikka nousee ensin tasoa pitkin korkeudelle 5.0 m lähtötasoon verrattuna. Nousun jälkeen palikka lähtee liukumaan takaisin tasoa alaspäin. Millä vauhdilla palikka ohittaa alkuperäisen lähtöpisteensä olettaen kitkan tulevan vain palikan ja alustan välisestä kontaktista (ei ilmanvastusta)? (3p)
b) Selitä lyhyesti millainen voima on konservatiivinen ja pohdi a-kohdan laskun perusteella, onko kitka konservatiivinen voima. (3p)

[4] Oheisessa kuvassa on Atwoodin kone. Kappaleet A ja B ovat kytketty toisiinsa väkipyörän kiertävällä köydellä. Kappaleiden massat ovat m_A=110 g ja m_B=130 g. Katosta roikkuvan väkipyörän säde on R=20.0 cm ja hitausmomentti pyörimisakselin suhteen I=$4.0 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{kgm^2}$. Laske A:n kokema kiihtyvyys, kun systeemi päästetään liikkumaan vapaasti. Köysi kulkee väkipyörän kehällä liukumatta, mutta muuten voit olettaa systeemin kitkattomaksi. pyörimisliike



[5] Kaadat kuumaan juomalasiin (50°C, 300 g, ominaislämpökapasiteetti 0.84 kJ/kgK) kylmää vettä (12°C, 200 g, ominaislämpökapasiteetti 4.2 kJ/kgK). Lisäät vielä jäätä (-15°C, 30 g, ominaislämpökapasiteetti 2.2 kJ/kgK, sulamislämpö 333 kJ/kg).
a) Laske seoksen loppulämpötila lasissa olettaen että systeemi on eristetty ympäristöstään. (4p)
b) Selitä lyhyesti miten lasin, veden ja jään entropiat muuttuvat prosessin aikana. Mitä tapahtuu systeemin kokonaisentropialle? Muutosten suuruuksia ei tarvitse laskea. (3p)

[6] a) 5.0 moolia yksiatomista ideaalikaasua ($C_V = 3/2\,R$) lämmitetään vakiopaineessa lämpötilasta 10°C lämpötilaan 100°C. Laske kaasun tekemä työ ja sen sisäenergian muutos prosessissa. (3p)
b) Edellisen prosessin jälkeen kaasu laajenee isotermisesti, niin, että sen tilavuus kaksinkertaistuu. Mitä ovat kaasun tekemä työ ja sen sisäenergian muutos tässä prosessissa? (3p)

⑦ Erästä langassa etenevää poikittaista aaltoa kuvaa poikkeaman lauseke

$$y(x,t) = (12\ \mathrm{cm})\cos\left[(8.2\ \mathrm{rad/m})x + (175\ \mathrm{rad/s})\,t\right].$$

a) Laske aallon etenemisvauhti. (2p)
b) Mihin suuntaan aalto etenee? (2p)
c) Laske kohdassa $x = 1.2\,\mathrm{m}$ olevan langan pisteen nopeus hetkellä $t = 0.22\,\mathrm{s}$. (2p)

⑧ a) Fluidia virtaa putkessa, jonka ympyränmuotoisen poikkileikkauksen halkaisija on pisteessä A 2.00 cm ja pisteessä B 1.50 cm. Putken pisteessä A fluidin ylipaine on 107 kPa ja fluidin virtausnopeus 1.80 m/s. Putken piste B on 5.00 m alempana kuin piste A. Laske jatkuvuusyhtälön ja Bernoullin yhtälön avulla ylipaine kohdassa B. Fluidin tiheys on 940 kg/m^3. (3p)
b) Selitä lyhyesti mitä oletuksia jouduit tekemään fluidista ja sen virtauksesta a-kohdan laskussa. (3p)

$G = 6.674 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{Nm^2/kg^2}$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$, $p_{\mathrm{atm}} = 1.013 \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}$
$R = 8.314\,\mathrm{J\,mol^{-1}K^{-1}}$, $k_B = 1.381 \cdot 10^{-23}\,\mathrm{J/K}$, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{Wm^{-2}K^{-4}}$
$0\,\mathrm{K} = -273.15°\,\mathrm{C}$
Maa: $g = 9.80\,\mathrm{m/s^2}$, $m_E = 5.974 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg}$, $R_E = 6.371 \cdot 10^6\,\mathrm{m}$

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

$\boxed{f_\mu = \mu n}$

$\boxed{W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l}}$ $\boxed{W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau_z d\theta}$

$\boxed{W_{\mathrm{other}} = \Delta E}$ $\boxed{\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt}$ $\boxed{\vec{J} = \Delta \vec{p}}$

$\boxed{P = \vec{F} \cdot \vec{v}}$ $\boxed{K_1 + U_1 + W_{\mathrm{other}} = K_2 + U_2}$

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

$\boxed{\vec{v}_{P/A} = \vec{v}_{P/B} + \vec{v}_{B/A}}$ $\boxed{I_P = I_{\mathrm{cm}} + md^2}$

$\boxed{I = \int r^2 dm}$ $\boxed{\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}}$ $\boxed{\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I\vec{\omega}}$

$\boxed{a_{\mathrm{rad}} = v^2/r}$ $\boxed{s = r\theta}$ $\boxed{\sum \tau_z = I\alpha_z}$

$\boxed{F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}}$ $\boxed{U = -\frac{Gm_Em}{r}}$

$\boxed{Y = \frac{F_\perp/A}{\Delta l/l_0}}$ $\boxed{p = \frac{dF_\perp}{dA}}$ $\boxed{B = -\frac{\Delta p}{\Delta V/V_0}}$

$\boxed{p = p_o + \rho g h}$ $\boxed{\frac{dV}{dt} = Av}$

$\boxed{p + \rho g y + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{vakio}}$

$\boxed{\omega = 2\pi f = 2\pi/T}$ $\boxed{x = A\cos(\omega t + \phi)}$

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

$\boxed{\phi = \arctan\left(-\frac{v_{ox}}{\omega x_0}\right)}$ $\boxed{A = \sqrt{x_o^2 + \frac{v_{0x}^2}{\omega^2}}}$

$\boxed{x = Ae^{-(b/2m)t}\cos(\omega' t + \phi)}$ $\boxed{\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}}$

$\boxed{k = \frac{2\pi}{\lambda}}$ $\boxed{v = f\lambda = \frac{\omega}{k}}$

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

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

$\boxed{v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}}$ $\boxed{P = \frac{1}{2}\sqrt{\mu F}\omega^2 A^2}$ $\boxed{\lambda_n = \frac{2L}{n}}$

$\boxed{\Delta L = \alpha L_0 \Delta T}$

$\boxed{Q = mc\Delta T}$ $\boxed{Q = nC\Delta T}$ $\boxed{Q = \pm mL}$

$\boxed{H = \frac{dQ}{dt} = kA\frac{T_H - T_C}{L}}$ $\boxed{H = Ae\sigma(T^4 - T_s^4)}$

$\boxed{pV = nRT}$ $\boxed{M = N_A m}$

$\boxed{K_{\mathrm{tr}} = \frac{3}{2}nRT}$ $\boxed{v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{(v^2)_{av}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}}$

$\boxed{C_V = \frac{\#\text{vap.aste}}{2}R}$ $\boxed{C_p = C_V + R}$ $\boxed{\gamma = \frac{C_p}{C_V}}$

$\boxed{\nu = \frac{m_{H_2O}}{V} = \frac{M_{H_2O}}{RT}p_{H_2O}}$ $\boxed{\mathrm{RH} = \frac{\nu}{\nu_m} = \frac{p_{H_2O}}{p_m}}$

$\boxed{W = \int_{V_1}^{V_2} p dV}$ $\boxed{\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W}$

$\boxed{e = \frac{W}{Q_H} = 1 + \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \left|\frac{Q_C}{Q_H}\right|}$

$\boxed{K = \frac{|Q_C|}{|W|} = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}}$ $\boxed{e_{\mathrm{Carnot}} = \frac{T_H - T_C}{T_H}}$

$\boxed{\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}}$

$\boxed{pV^\gamma = \text{vakio}}$ $\boxed{TV^{\gamma-1} = \text{vakio}}$