

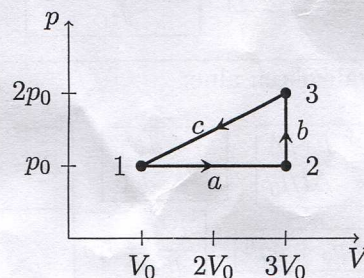
TTY/FYS-1091 Insinöörifysiikka I, 2015 (Paavilainen)
2. välikoe ja tentti 22.05.2015

Ponkala

- Ympyröidyt kysymykset (1, 2, 3, 4, 5) kuuluvat 2. välikokeeseen.
- Neliöidyt kysymykset (3, 4, 5, 6 ja 7) kuuluvat tenttiin.
- **Välikokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava!**
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.
- Jos olet suorittanut laskuharjoitukset < 2015, merkitse suoritussuosi nimesi viereen.
- Muista antaa kaikkialautetta arvosanan saamiseksi.

① Vaakasuurassa x -suuntaan harmonisesti värähtelevä palikka on kytketty jouseen, jonka jousivakio on 54 N/m . Värähtelyn taajuus on 2.0 Hz . a) Laske palikan massa. b) Laske liikkeen amplitudi ja c) kirjoita palikan paikan lauseke ajan funktiona, kun hetkellä $t = 0$ palikan nopeuskomponentti on $+4.0 \text{ m/s}$ ja siirtymä on $+0.20 \text{ m}$.

② Kaksiatominen ideaalikaasu (0.10 moolia , $C_V = 5/2R$) suorittaa oheisen kuvan mukaisen syklin, missä $p_0 = 200 \text{ kPa}$ ja $V_0 = 1.00 \text{ l}$. a) Laske kaasun tekemä työ yhden syklin aikana. b) Laske prosesseissa a , b ja c kaasuun siirtyvät lämmöt. c) Kuvaako sykli jääkaappia vai lämpökonetta? Perustele vaikkapa energiavirtadiagrammin avulla.



③ Mikroaaltouunin säteilyteho on 700 W . Laitat uuniin lasillisen 2.0 dl vettä, jonka lämpötila on 20°C . a) Kauanko menee ennen kuin vesi alkaa kiehumään, jos vesi absorboi kaiken uunin säteilyn? b) Kauanko menee ennen kuin kaikki vesi on muuttunut vesihöyryksi? Veden ominaislämpö on 4190 J/kgK , sulamislämpö 334 kJ/kg , höyrystymislämpö 2260 kJ/kg ja tiheys $1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

④ Sähköntuotannon tasaamiseksi vesivoimalassa pumpataan vettä voimalan yläpuolella olevan tekoaltaaseen. Altaaseen vievän putken halkaisija on 1.3 metriä ja sen läpi kulkee vettä 300 kuutiometriä minuutissa. a) Laske virtausnopeus altaalle menevässä putkessa. b) Vesi tulee altaalle pumppaamosta lähtevän putken kautta. Sen halkaisija on 1.0 m . Mikä pitää ylipaineen olla pumppaamosta lähtevässä putkessa, jotta vesi nousisi normaaliin ilmanpaineeseen 47.0 m korkeammalle yläaltaalle? Putkien poikkileikkaukset ovat ympyränmuotoisia. Veden tiheys on $1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

⑤ Hiilidioksidin kolmoispisteen lämpötila ja paine ovat 217 K ja $5.17 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Vastaavat kriittisen pisteen tiedot ovat 304 K ja $7.4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. a) Hahmottele tietojen avulla hiilidioksidin faasidiagrammi eli pT -diagrammi. b) Olkoon astiassa oleva hiilidioksidi aluksi paineessa $1.0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ ja lämpötilassa 300 K . Pohdi diagrammin avulla mitä hiilidioksidin olomuodolle tapahtuu, kun sen lämpötila pienenee hitaasti arvoon 150 K paineen pysyessä vakiona.

⑥ Kappaleen (massa 2.1 kg) nopeus ajan funktiona on

$$\vec{v}(t) = [(0.36 \text{ m/s}^4)t^3]\hat{j} + [(0.22 \text{ m/s}^2)t]\hat{k}$$

a) Laske kappaleen kiihtyvyys ajan hetkellä $t = 2.0 \text{ s}$. b) Laske kappaleen paikka ajan hetkellä $t = 2.0 \text{ s}$, kun ajan hetkellä $t = 0$ kappale on paikassa $(3.0 \text{ m})\hat{i} + (2.0 \text{ m})\hat{j}$. c) Laske kappaleeseen tehty kokonaistyö (nettovoiman tekemä) aikavälillä $0.0 \text{ s} \rightarrow 2.0 \text{ s}$.

⑦ Umpinainen pallo ($I_{cm} = 2/5 MR^2$) liikuu kaltevaa tasoa alaspäin. Tason kaltevuuskulma horisontin suhteen on 65.0 astetta. a) Mikä minimiarvo lepokitkakertoimella pitää olla, jotta pallo lopettaisi liukumisen ja alkaisi vieriä? b) Kuinka suuri vierivän pallon kiihtyvyys olisi tällä lepokitkakertoimen suuruudella, jos pyörimiskitkaa ei ole?

Vakioita (Tarvittavat materiaaliikohtaiset vakiot tenttipaperissa.)

$$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2, N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}, p_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}, k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}, \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

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

$$\text{Maa: } g = 9.80 \text{ m/s}^2, m_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg}, R_E = 6.38 \cdot 10^6 \text{ m}$$

1. välikokeen alue:

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

$$f_\mu = \mu n$$

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

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

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

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

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

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

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

2. välikokeen alue:

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

$$p = p_0 + \rho gh \quad \frac{dV}{dt} = Av$$

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

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

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

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

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

$$A = \frac{F_{\text{max}}}{\sqrt{(k - m\omega_d^2)^2 + b^2\omega_d^2}}$$

$$v = f\lambda = \frac{\omega}{k} \quad y(x, t) = A \cos(kx \pm \omega t)$$

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

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

$$Q = mc\Delta T \quad Q = nC\Delta T \quad Q = \pm mL$$

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

$$pV = nRT \quad M = N_A m$$

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

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

$$\nu = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{V} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} p_{\text{H}_2\text{O}} \quad \text{RH} = \frac{\nu}{\nu_m} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_m}$$

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

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

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

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