

**FYS-1091 Insinöörifysiikka I, avoin / Pankalisto**  
Tentti ja 2. välikoe, 19.8.2013

2. välikoe: vastaa kysymyksiin 1 - 5. Tentti: vastaa kysymyksiin 3 - 7.  
Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.  
Graafinen/ohjelmoitava laskin ei ole sallittu.

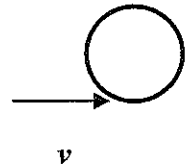
1. Poikkileikkaukseltaan pyöreässä vaakasuorassa putkessa virtaa vettä. Täytä puuttuvat arvot allaolevaan taulukkoon. Oleta virtaus kokoonpuristumattomaksi ja häviöttömäksi.

	Putken halkaisija	Tilavuusvirtaus	Nopeus	Paine
Piste A	51 mm	?	2.4 m/s	50 kPa
Piste B	25 mm	?	?	?

2. Bensiinimoottori ottaa 16100 J lämpöä ja tekee 3700 J työtä yhdellä kierroksella. (a) Mikä on moottorin hyötysuhde? (b) Kuinka paljon lämpöä poistuu yhdellä kierroksella? (c) Jos moottori pyörii 60 kierrosta sekunnissa, mikä on sen teho?

3. Hehkulampun hehkulanka on volframia ja sen toimintalämpötila on 2450 K ja emissiivisyys 0.35. Laske 150 W hehkulampun langan pinta-ala olettaen, että kaikki lampun käyttämä energia poistuu sähkömagneettisena säteilyinä (josta vain osa on näkyvän valon alueella).

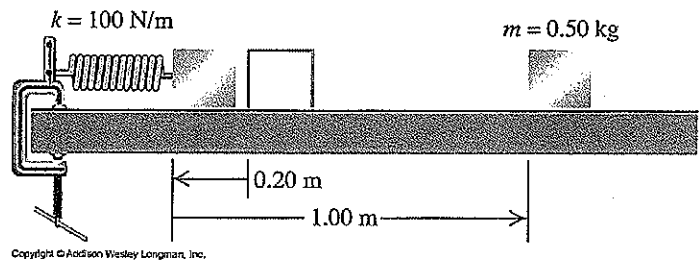
4. Poika, jonka massa on  $m$ , juoksee nopeudella  $v$  ja hyppää paikoillaan olevan karusellin ulkoreunalle (oheinen kuva päältä nähtynä). Karusellin säde on  $R$  ja hitausmomentti  $I$ . (a) Mikä on karusellin kulmanopeus, kun poika on levossa sen suhteen? (b) Kuinka paljon systeemin kineettinen energia muuttuu?



5. Vesi putoaa Niagaran putouksessa noin 50 m. Kuinka paljon veden lämpötila nousee tämän seurauksena? Oletetaan, että veden sisäenergian nousu johtuu sen potentiaalienergian muutoksesta. Veden ominaislämpö on 4180 J/kgK.

6. Ralliautoilija havaitsi pikataipaleella edessään hirven, joka juoksi tietä pitkin vakionopeudella samaan suuntaan kuin auto kulki. Mikä tulee auton hidastuvuuden (oletetaan vakioksi) vähintään olla että törmäykseltä vältyttäisi, kun jarrutuksen alkamishetkellä auton nopeus oli  $v_1$  ja hirven  $v_2$  ja auton ja hirven välimatka oli  $d$ ? (tarkastele autoa ja hirveä pisteinä)

7. Kappale, jonka massa on 0.50 kg, kiinnitetään vaakasuoraan massattomaan jouseseen, ja jouta puristetaan kasaan 0.20 m. Jousen jousivakio on 100 N/m. Kun kappale päästetään levosta liikkeelle, se liikkuu alustaa pitkin matkan 1.00 m ennen pysähtymistään. Laske kappaleen ja alustan välinen kitkakerroin.



Veden tiheys  $1000 \text{ kg/m}^3$ , Stefan-Boltzmannin vakio  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

# FYS-1091 Insinöörifysiikka I: kaavakokoelma

## Kinematiikka

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$a = v^2 / R$$

$$\vec{v}_{CA} = \vec{v}_{CB} + \vec{v}_{BA}$$

$$\vec{v}_{AC} = -\vec{v}_{CA}$$

## Dynamiikka

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}_{ki} \quad (\text{N II})$$

$$\sum \vec{F} - m\vec{a}_{ei} = m\vec{a}_{ke}$$

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (\text{N III})$$

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

$$F_\mu = \mu N$$

## Työ ja energia

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\ell} = Fl \cos \theta$$

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$$

$$W = \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{\ell}$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

$$W_{net} = \Delta K \quad (\text{TET})$$

$$W_{net} = \Delta K = -\Delta U$$

$$U = mgh$$

$$U = \frac{1}{2} kx^2$$

$$E = K + U$$

$$\Delta E = 0$$

$$\Delta E = W_{non}$$

## Gravitaatio

$$\vec{F} = -G \frac{mM}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{g} = -G \frac{m}{r^2} \hat{r}$$

$$U = -G \frac{mM}{r}$$

## Liikemäärä

$$\vec{r}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

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

$$\vec{P} = \sum \vec{p}_i$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = M\vec{a}_{cm} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

$$\vec{J} = \Delta \vec{p} = \vec{F}_{av} \Delta t$$

## Statiikka

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum \vec{F}_{ext} = 0 \\ \sum \vec{\tau}_{ext} = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_{ext,x} = 0 \\ \sum F_{ext,y} = 0 \\ \sum \tau_{ext,z} = 0 \end{array} \right.$$

## Rotaatio

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$v = R\omega$$

$$a_t = R\alpha$$

$$a_n = v^2 / R = R\omega^2$$

$$I = \sum m_i R_i^2$$

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$I_P = I_{cm} + Md^2$$

$$K = \frac{1}{2} I_{cm} \omega^2 + \frac{1}{2} Mv^2$$

$$\vec{\ell} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$\vec{L} = \sum \vec{\ell}_i$$

$$\sum \vec{\tau}_{ext} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$L = I\omega$$

$$\sum \tau = I\alpha$$

$$W = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau d\theta$$

$$\vec{L}_i = \vec{L}_f$$

## Virtaus

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$B = \rho gV$$

$$vA = \text{vakio}$$

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

## Lämpö ja lämpötila

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

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

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = nC_V \Delta T$$

$$Q = mL$$

$$Q = C\Delta T$$

$$P = e\sigma AT^4$$

## Ideaalikaasu

$$pV = nRT$$

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$C_p = C_V + R$$

$$\gamma = C_p / C_V$$

## 1. pääsäätö

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

$$W = p\Delta V$$

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$Q - W = \Delta U$$

$$pV^\gamma = \text{vakio}$$

## 2. pääsäätö

$$\text{kerroin} = \frac{\text{tavoite}}{\text{hinta}}$$

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

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$Q_H = Q_C + W$$