

FYS-1090 Insinöörifysiikka, TiTe+TLE, Välikoe 2. ja/tai tentti, 26.1. 2009

Välikoetehtävät 1-5, tenttitehtävät 3-7. Molemmat 1-7.

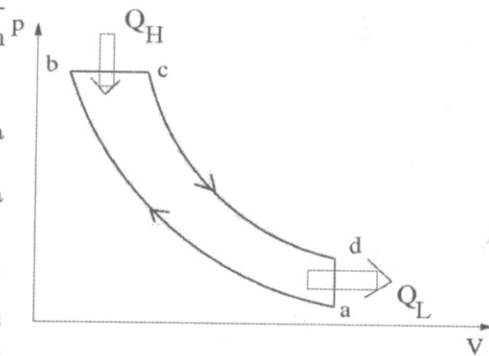
Merkitse vastauspaperiisi oletko valinnut välikokeen, tentin vai molemmat. huomaa vakiot ja kaavat kääntöpuolella!

1. DVD-levy pyörii kulmanopeudella 262.6 rev/min . (a) mikä on kulmanopeus radiaaneina sekunnissa? (b) DVD-levyn halkaisija on 12.0 cm . Määritä lineaarinen nopeus ja keskihakukiihtyvyys levyn ulkoreunalla? (c) Jos levyn pysähtymiseen kuluu aikaa 2.6 s , mikä on keskimääräinen kulmakiihtyvyys? (d) Jos oletat tasaisen kulmakiihtyvyyden, montako radiaania (tai kierrosta) levy ehtii pyörähtää ennen pysähtymistään?

2. Moottorin vauhtipyörällä on hitausmomentti $2.50 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ pyörimisakselinsa ympäri. (a) Mikä on vakio-
vääntömomentti vaaditaan kiihdyttämään vauhtipyörä kulmanopeuteen 400 rpm ajassa 8.0 s ? (b) Mikä on vauhtipyörän kineettinen energia kiihdytyksen jälkeen?

3. Ihmiskehon pinta-ala on noin 1.20 m^2 ja pintalämpötila noin 30°C . (a) Mikä on kehon pintalämpötila Kelvineissä? (b) Jos ihon emissiviteetti on $e = 1$, mikä on kokonaisteho, jolla paljas iho säteilee? (c) Jos ympäristön lämpötila on $T_s = 20^\circ$, mikä on nettoteho, jolla paljas iho säteilee?

4. Kuvassa on esitetty diesel-prosessi, joka kuvaa erään lämpökoneen toimintaa. Oleta, että pisteessä **b**, systeemin prosessissa käytetyn ilman (+polttoainehöyryn) lämpötila on $T_b = T_H = 886 \text{ K}$ ja pisteessä **a** sen lämpötila on $T_a = T_L = 300 \text{ K}$.



Tehtävä 4.

Oleta, että prosessissa käytetään 0.06 mol kaasua, jonka $C_V = 20.8 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$.

(a) Määritä kaasun ominaislämpökapasiteetti vakioaineessa sekä adiabaattivakio.

(b) Jos tämä olisi ideaalinen Carnot'n prosessi lämpötilojen T_a ja T_b välillä, mikä olisi sen termien hyötysuhde?

(c) Todellinen diesel-prosessi ei kuitenkaan ole ideaalinen. Jos katsotaan prosessia $b \rightarrow c$ kaasun lämpötila nousee vakioaineessa arvoon $T_c = 2660 \text{ K}$. Paljonko systeemi ottaa prosessin aikana lämpöä?

(d) Prosessissa $d \rightarrow a$ kaasun lämpötila laskee vakiotilavuudessa arvosta $T_d = 1400 \text{ K}$ arvoon $T_a = 300 \text{ K}$. Paljonko systeemi luovuttaa lämpöä tuossa prosessissa? (e) Jos prosessit $a \rightarrow b$ ja $c \rightarrow d$ ovat adiabaattisia, mikä on diesel-prosessin todellinen termien hyötysuhde?

5. (a) osoita, että planeettaa kiertävän satelliitin nopeus riippuu planeetan keskipisteestä mitatusta etäisyydestä seuraavasti:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}.$$

Osoita tästä edelleen, että etäisyyden ja kiertoaajan välillä on yhteys

$$r^3 = \frac{GM}{4\pi^2} T^2.$$

M on planeetan massa ja G on gravitaatiovakio (ks. myös kääntöpuoli).

Monet satelliitit kiertävät maapalloa päiväntasaajan tasossa. Niiden kiertorata on sellaisella korkeudella, että ne pysyvät täsmälleen saman pisteen yläpuolella. (b) Mikä on tällaisen satelliitin korkeus maan pinnasta? (c) Selitä piirroksen avulla, miksi sellaiset satelliitit eivät voi lähettää suoraan radiosignaalia vastaanottimeen, joka on pohjoiseen leveyspiiristä 81.3° .

käännä

tenttitehtävät

6. Pesäpalloon ($m = 0.145\text{kg}$) isketään mailalla. Juuri ennen osumaa pallo etenee oikealle vauhdilla 50.0m/s , ja se kimpoaa mailasta vasemmalle kulmaan 30° vaakasuoraan nähden vauhdilla 65.0m/s . Jos mailan ja pallon kontakti kestää 1.75ms , mikä on keskimääräinen mailan palloon kohdistama voima?

7. Renkaanmuotoisen avaruusaluksen ulkokehälle saadaan luotua keinotekoinen gravitaatio, jos alus pyörii akselinsa ympäri tasaisella vauhdilla. (a) Jos avaruusaluksen halkaisija on 800m , montako kierrosta minuutissa on aluksen pyörittävä, jotta ulkokehälle saataisiin kiihtyvyys $g = 9.8\text{m/s}^2$? (b) Jos alus on matkalla Marsiin, ja astronautteja tututetaan marsin gravitaatiokiihtyvyyteen (3.70m/s^2), mikä on kierrosnopeuden oltava tällöin?

Kaavoja, joita saatat tarvita. Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä.

Umpinaisen pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{5}MR^2$,
tangon hitausmomentti keskipisteen suhteen $I = \frac{1}{12}ML^2$.

Umpinaisen sylinterin hitausmomentti $I = \frac{1}{2}MR^2$.

Onton sylinterin hitausmomentti $I = MR^2$.

Ympyrän pinta-ala $A = \pi R^2$, pallon pinta-ala $A = 4\pi R^2$.

Maapallon säde $R = 6.38 \times 10^6\text{m}$. Maapallon massa $M = 5.97 \times 10^{24}\text{kg}$.

$1\text{atm} = 1.01 \times 10^5\text{Pa}$, $g = 9.80\text{m/s}^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2$,

$0^\circ\text{C} = 273\text{K}$. $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{J}}{\text{W}\cdot\text{m}^2}$.

$k = 1.381 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$, $R = 8.315\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{kpl/mol}$.

$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$, $x = x_0 + \int_0^t v dt$, $v = v_0 + \int_0^t a dt$, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, $v = v_0 + at$, $a_{\text{rad}} = \frac{v^2}{r}$, $v = \frac{2\pi r}{T}$,
 $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$, $\mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}$.

$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$, $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$, $K = \frac{1}{2}mv^2$, $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}$, $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U$, $W_{\text{tot}} = \Delta K$,
 $J = F_{\text{ave}}\Delta t$, $\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$.

$K = \frac{1}{2}I\omega^2$, $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$, $\bar{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $\tau = I\alpha$,

$\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$

$$v_{ax} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_x, v_{bx} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_x.$$

$F_g = G\frac{mM}{r^2}$, $U_g = -G\frac{mM}{r}$,

$H = Ae\sigma T^4$. $dQ = mcdT = nCdT$, $Q = mL_{f,c}$ $dW = pdV$, $dS = dQ/T$, $S = k \ln w$, $pV^\gamma = \text{vakio}$,
 $TV^{\gamma-1} = \text{vakio}$, $\gamma = C_p/C_V$, $C_V = \frac{f}{2}R$, $C_p = C_V + R$, $pV = nRT$, $dU = nC_V dT$.