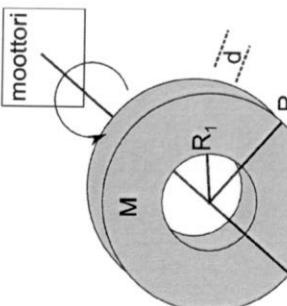


Fysiikka II: Mekaniikan jatko-osa (FYSP102)
Tentti (Tentaattori: Jan Särén)

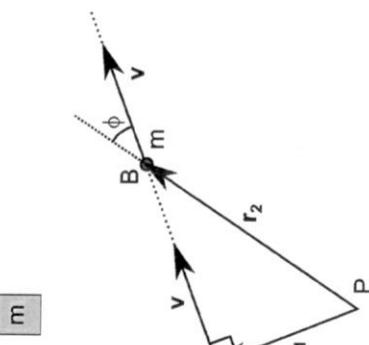
3.6.2011

Vastaa kaikkiin tehtäviin. Jokaisen tehtävän maksimipistemääriä on 12 pistettä ja tentin kokonaispistemääriä on 48 pistettä. Vastaan huolellisesti kaikkiin esitetyihin kysymyksiin ja aloita uusi tehtävä aina uudelta sivulta. Käytä tarvittaessa oheista kaavakokoelmaa ja taulukkoja.

1. Oheinen kuva esittää keskeltä onttoa, raudasta valmistettua, sylinteriä, jonka läpi kulkeva pyörimisakseli on kytketty moottorin. Sylinterin sisäsäde on $R_1=5.2$ cm, ulkosäde on $R_2=12.9$ cm ja paksuus $d=2.00$ cm. Raudan tiheys on 7860 kg/m^3 . Sylinteriin on kytketty punnus, jonka massa on $m=1.50$ kg venymättömän ja massattoman langan välityksellä.
 - a) Laske sylinterin hitausmomentti. (3p)
 - b) Kuinka suuren väänötömomentin moottorin pitää tuottaa, jotta punnus ja sylinteri pysyyt levossa? (3p)
 - c) Moottori pystyy tuottamaan suurimmillaan $\times \text{Nm}$ väänötömomentin. Mikä on lyhin mahdollinen aika, jossa aluksi levossa oleva väkipyörä pyörähääää yhden kierroksen, kun i) punnus nousee tai ii) punnus laskee? (6p)



2. a) Oheinen kuva esittää vapaata hiukkasta, joka kulkee suoraan rataan pisteen A ja B kautta. Osoita, että hiukkasen pyörimismääriä pisteen P suhteeseen on vakio. (4p)
- b) Tasapaksu ovi, jonka leveys on $l=0.95$ cm ja massa $M=6.0$ kg, on aluksi levossa. Kiekko, jonka massa on $m=160$ g liukuu pyörimättä kohti oven kahvapuolen reunaa suorassa kulmassa oven pintaa kohden nopeudella $v=21$ km/h. (Kiekko on peräisin lasten luvattomasta jääkiekkoleikistä sisältöissä). Kiekko kiimpoo ovesta takaisin tulosuuntaansa. Mikä on kiekon nopeus törmäyksen jälkeen? Olettaa törmäys täysin elastiseksi (täysin kimoisaksi). (8p)

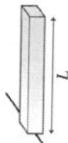
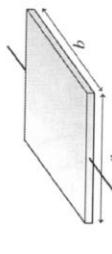
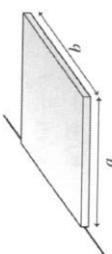


3. Kappale, jonka tilavuus on $V=1.0$ litraa ja paino $m=750$ g, on kiinnitetty jouseen, jonka lepopituus on $I_0=20.0$ cm ja jousivakio on $k=45.5 \text{ N/m}$. Jousen toinen pää on suuren vesiaastian pohjassa sitten, että jouseen kiinnitetty kappale on reilusti vedenpinnan alla.
 - a) Mikä on jousen pituus, kun kappale on levossa? (4p)
 - b) Kiinnitä koordinaatisto sitten, että $x=0$ taso on jousen yläreunan tasalla ja y -akseli osoittaa ylös päin. Ilmaise massan kohdistuva voima y :n funktiona matemaattisena lausekkeena. Piirrä lisäksi voima ja systeemin potentiaalienergia y :n funktiona. (Vihje: Saat yksinkertaisemman lausekkeen, kun sijoitat a-kohdan lepopiitudeen muutoksen voiman lausekkeeseen) (4p)
 - c) Poikkeuttamalla massaa pystysuunnassa saat sen värähtelemään. Millainen värähtelijä on kyseessä ja miksi? Mikä on värähtelijän jaksonaika? (4p)

4. a) Kuinka ääni etenee ilmassa? Mitä äänen intensiteetti tarkoittaa ja kuinka se riippuu amplitudista? Päteekö tämä amplituudi ja intensiteetin välinen riippuvuus kaikille eteneville alioille? (4p)
 - b) Sinulla on kaksi kaiutinta jotka tuottavat identtistä 440.0 Hz :n siniaaltoa. Mikä on lyhin kaiutinten välinen etäisyys (nollasta poikkeava), jolla ääniaallot muodostavat i) täydellisen konstruktioivisen tai ii) täydellisen destruktioivisen interferenssin kaiuttimia yhdistäväällä suoralla? Piirrä myös kuva tilanteesta. (4p)
 - c) Muutat toisen kaiuttimen taajuuden 441.0 Hz :iin. Miten kuulee? Piirrä laadullisesti $D(x=\text{vakio}, t)$ selityksesi tueksi. (4p)

Hitausmomentteja:

TABLE 12.2 Moments of inertia of objects with uniform density

Object and axis	Picture	I	Object and axis	Picture	I
Thin rod, about center		$\frac{1}{12}ML^2$	Cylinder or disk, about center		$\frac{1}{2}MR^2$
Thin rod, about end		$\frac{1}{3}ML^2$	Cylindrical hoop, about center		MR^2
Plane or slab, about center		$\frac{1}{12}Ma^2$	Solid sphere, about diameter		$\frac{2}{5}MR^2$
Plane or slab, about edge		$\frac{1}{3}Ma^2$	Spherical shell, about diameter		$\frac{4}{3}MR^2$

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc. publishing as Pearson Addison Wesley

Toisen asteen yhtälö:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\begin{aligned} g &= 9.81 \text{ m/s}^2 & (1) \\ G &= 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 & (2) \\ p_{atm} &= 101.3 \text{ kPa} & (3) \end{aligned}$$

$$x(t) = Ae^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi_0) \quad (26)$$

$$E = E_0 e^{-t/\tau} \quad (27)$$

$$\tau = m/b \quad (28)$$

$$\theta_1 = \theta_0 + \omega t + 1/2\alpha t^2 \quad (4)$$

$$\omega_1 = \omega_0 + \alpha t \quad (5)$$

$$\tau_{tot} = I\alpha \quad (6)$$

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int x dm \quad (7)$$

$$I = \int r^2 dm \quad (8)$$

$$I = I_{cm} + Md^2 \quad (9)$$

$$E = K_{rot} + K_{cm} + U_g \quad (10)$$

$$= 1/2 I\omega^2 + 1/2 Mv_{cm}^2 + Mg y_{cm} \quad (11)$$

$$L = \mathbf{r} \times \mathbf{p} \quad (12)$$

$$L = I\omega \quad (13)$$

$$\tau_{tot} = \frac{dL}{dt} \quad (14)$$

$$F_{mM} = F_{Mm} = GMm/r^2 \quad (15)$$

$$v = \sqrt{GM/r} \quad (16)$$

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM} \right) r^3 \quad (17)$$

$$E_{mech} = K + U_g = K - \frac{GMm}{r} \quad (18)$$

$$E_{mech} = K + U_g = -1/2 U_g + U_g = 1/2 U_g \quad (19)$$

$$g_{surface} = GM/R^2 \quad (20)$$

$$v_{escape} = \sqrt{2GM/R} \quad (21)$$

$$r_{geo} = \left(\frac{GM}{4\pi^2} T^2 \right)^{1/3} \quad (22)$$

$$F = -kx \quad (23)$$

$$\omega = \sqrt{k/m} \quad (24)$$

$$\omega = \sqrt{g/L} \quad (25)$$

$$x(t) = A e^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi_0) \quad (26)$$

$$E = E_0 e^{-t/\tau} \quad (27)$$

$$\tau = m/b \quad (28)$$

$$\omega_1 = \omega_0 + \alpha t \quad (29)$$

$$f = T^{-1} = (2\pi)^{-1}\omega \quad (30)$$

$$p = p_0 + \rho gd \quad (31)$$

$$\rho = m/V \quad (32)$$

$$p = F/A \quad (33)$$

$$p_g = p - 1 \text{ atm} \quad (34)$$

$$F_B = \rho_f V_f g \quad (35)$$

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (36)$$

$$p_1 + 1/2 \rho v_1^2 + \rho gy_1 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2 + \rho gy_2 \quad (37)$$

$$(F/A) = Y(\Delta L/L) \quad (38)$$

$$D(x, t) = A \sin(2\pi(x/\lambda - t/T) + \phi_0) \quad (39)$$

$$p = -B(\Delta V/V) \quad (40)$$

$$v = \sqrt{T/\mu} \quad (41)$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10}(I/I_0), \quad I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 \quad (42)$$

$$f_+ = (1 - v_s/v)^{-1} f_0, \quad f_- = (1 + v_s/v)^{-1} f_0 \quad (43)$$

$$f_+ = (1 + v_0/v) f_0, \quad f_- = (1 - v_0/v) f_0 \quad (44)$$

$$A(x) = 2a \sin(kx) \quad (45)$$

$$\lambda_m = 2L/m, \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (46)$$

$$\lambda_m = 4L/m, \quad m = 1, 3, 5, 7, \dots \quad (47)$$

$$\Delta\phi = 2\pi\Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = m \cdot 2\pi \quad (48)$$

$$\Delta\phi = 2\pi\Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = (m + 1/2) \cdot 2\pi \quad (49)$$

$$D = 2a \cos(\Delta\phi/2) \sin(kx_{ave} - \omega t + (\phi_0)_{ave}) \quad (50)$$

$$A = |2a \cos(\Delta\phi/2)| \quad (51)$$

$$f_{beat} = f_1 - f_2 \quad (52)$$