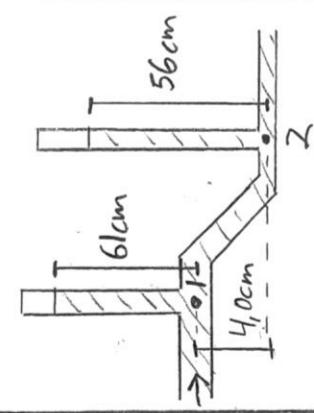


Fysiikka II: Mekaniikan jatko-osa (FYSP102)

Syksy 2010  
15.12.2010

Loppukoe

Tehtävä 1 on pakollinen kaikille. Tehtävistä 2 – 5 valitse korkeintaan 3 tehtävää, joita käsittelet. Mikäli yrität kaikkia tehtäviä, niin merkitse selvästi tehtävää, jota et halua arvosteltavan. Kokonaispistemääriä on 48 pistettä.

1. Selitä lyhesti (12p):
  - (a) Vääntömomentti.
  - (b) Ekivalenssiperiaate.
  - (c) Yksinkertainen harmoninen liike. Esitä lisäksi graafisesti palauttavan voiman ja potentiaalienergian käyttäytymisen polkkeaman funktiona.
  - (d) Elastisuus, Youngin moduli ja bulkmoduli.
  - (e) Seisovat aallot. Keksi lisäksi esimerkkitapaus, jossa seisovia aaltoja hyödynnetään.
  - (f) Huojunta.
2. Kaksi fysiikkoa huomaavat talvisessa leikkipuistossa karusellin. Tutkailtuaan karusellia he toteavat sen hitausmomentin olevan noin  $M R^2 / 2$  eli vastaavan umpinaista kiekkoa. Kummankin fysiikon massa on noin 70 kg. He mittauvat kierrostaajuiden seisomalla karusellin vastakkaisilla puolilla 1) aivan karusellin reunalla ja 2) puolella välissä akselia eli keskipistettä ja reumaa. Jälkimmäisessä tapauksessa he saivat 95% suuremmman kierrostaajuiden kuin ensimmäisessä tapauksessa. Mikä on tyhjän karuselin massa? (12p)
3. Fluidin upottettuun tai siinä kelluvaan kappaleeseen kohdistuva neste(voima) on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän fluidin paino. Havaitset tyynessä vedessä oheisen kuvan mukaisen suoran lieriön, jonka poikkipinta-ala on  $4.0 \text{ cm}^2$  ja korkeus 12 cm. Vedepinnan alapuolella lieriöstä on 9.0 cm.
  - (a) Mikä on kappaleen tiheys? (4 p)
  - (b) Painamalla kappaleita hieman syvennämälle ja sitten vapauttamalla, saat sen väärätelemään ylös ja alas. Mikä on kappaleeseen vaikuttava kokonaisvoima pystysuunnassa tasapainoasemasta mitattuun poikkeaman funktiona? (4p)
  - (c) Mikä on kappaleen heilahtelun taajuus? Vihje: voit "ratkaista" liikeyhtälön vertaamalla sitä tittuun jousi-massa systeemiin. (4 p)
4. Oheinen kuva esittää putkea, jossa virtaa vesi vasemmalta oikealle. Kohdassa 1 putken poikkipinta-ala on  $5.0 \text{ cm}^2$  ja kohdan yläpuolella olevan vesipatsaan korkeus on 61 cm. Kohta 2 putkessa on 4.0 cm alempana kuin kohta 1 ja siinä putken poikkipinta-ala on  $3.0 \text{ cm}^2$  ja sen yläpuolella olevan nestepatsaan korkeus on 56 cm. Mikä on tilavuusvirta putken läpi? (12p)
 
5. Kohdistat oranssin valon (aallonpituus 600.0 nm) ohuella kalvolla pinnointetun lasiin kohtisuorasti lasin pintaan vasten. Pinnointeen taitekerroin on 2.42 ja lasin taitekerroin on 1.50. Valonnopeus ilmassa on  $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ .
  - (a) Minkälainen vaihesiirto tapahtuu heijastuneelle valolle ilman ja pinnointeen ja pinnointeen ja lasin rajapinnassa? Havainnollista kuvin. (2p)
  - (b) Jos jossakin rajapinnassa valon intensiteetistä heijastuu 10%, niin mikä on heijastuneen aallon amplituuden suhde alkuperäisen aallon amplituudiin? (2p)
  - (c) Mikä on valon nopeus ja aallonpituus ilmassa, pinnointeessa ja lasissa? (4p)
  - (d) Mikä on ohuin pinnointeen paksuus, jossa ensimmäisestä ja toisesta raja-pinnasta heijastuneet aallot muodostavat täydellisen 1) konstruktivisen tai 2) destruktivisen interferenssin (4p)

$$x(t) = A e^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi_0) \quad (23)$$

$$E = E_0 e^{-t/\tau} \quad (24)$$

$$\tau = m/b \quad (25)$$

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

$$\omega_1 = \omega_0 + \alpha t \quad (2)$$

$$\tau_{tot} = I\alpha \quad (3)$$

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int x dm \quad (4)$$

$$I = \int r^2 dm \quad (5)$$

$$I = I_{cm} + M d^2 \quad (6)$$

$$E = K_{rot} + K_{cm} + U_g \\ = 1/2 I \omega^2 + 1/2 M v_{cm}^2 + M g y_{cm} \quad (7)$$

$$L = \mathbf{r} \times \mathbf{p} \quad (8)$$

$$L = I\omega \quad (9)$$

$$\tau_{tot} = \frac{dI}{dt} \quad (10)$$

$$F_{MM} = F_{Mm} = GMm/r^2 \quad (11)$$

$$v = \sqrt{GM/r} \quad (12)$$

$$T^2 = \left( \frac{4\pi^2}{GM} \right) r^3 \quad (13)$$

$$E_{mech} = K + U_g \\ = K - \frac{GMm}{r} \quad (14)$$

$$E_{mech} = K + U_g = -1/2 U_g + U_g = 1/2 U_g \quad (15)$$

$$g_{surface} = GM/R^2 \quad (16)$$

$$v_{escape} = \sqrt{2GM/R} \quad (17)$$

$$r_{geo} = \left( \frac{GM}{4\pi^2} T^2 \right)^{1/3} \quad (18)$$

$$F = -kx \quad (19)$$

$$\omega = \sqrt{k/m} \quad (20)$$

$$\omega = \sqrt{g/L} \quad (21)$$

$$\omega = \sqrt{Mgl/I} \quad (22)$$

$$A = |2a \cos(\Delta\phi/2)| \quad (23)$$

$$f_{beat} = f_1 - f_2 \quad (24)$$

$$f_{beat} = f_1 - f_2 \quad (25)$$

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

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}} \quad (27)$$

$$f = T^{-1} = (2\pi)^{-1}\omega \quad (28)$$

$$p = p_0 + \rho gd \quad (29)$$

$$\rho = m/V \quad (30)$$

$$p = F/A \quad (31)$$

$$p_g = p - 1 \text{ atm} \quad (32)$$

$$F_B = \rho_f V_f g \quad (33)$$

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (34)$$

$$p_1 + 1/2 \rho v_1^2 + \rho gy_1 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2 + \rho gy_2 \quad (35)$$

$$(F/A) = Y(\Delta L/L) \quad (36)$$

$$p = -B(\Delta V/V) \quad (37)$$

$$D(x,t) = A \sin(2\pi/x/\lambda - t/T) + \phi_0 \quad (38)$$

$$v = \sqrt{T/\mu} \quad (39)$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10}(I/I_0), \quad I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 \quad (40)$$

$$f_+ = (1 - v_s/v)^{-1} f_0, \quad f_- = (1 + v_s/v)^{-1} f_0 \quad (41)$$

$$f_+ = (1 + v_0/v) f_0, \quad f_- = (1 - v_0/v) f_0 \quad (42)$$

$$A(x) = 2a \sin(kx) \quad (43)$$

$$\lambda_m = 2L/m, \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (44)$$

$$\lambda_m = 4L/m, \quad m = 1, 3, 5, 7, \dots \quad (45)$$

$$\Delta\phi = 2\pi\Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = m \cdot 2\pi \quad (46)$$

$$\Delta\phi = 2\pi\Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = (m + 1/2) \cdot 2\pi \quad (47)$$

$$D = 2a \cos(\Delta\phi/2) \sin(kx_{ave} - \omega t + (\phi_0)_{ave}) \quad (48)$$

$$A = |2a \cos(\Delta\phi/2)| \quad (49)$$