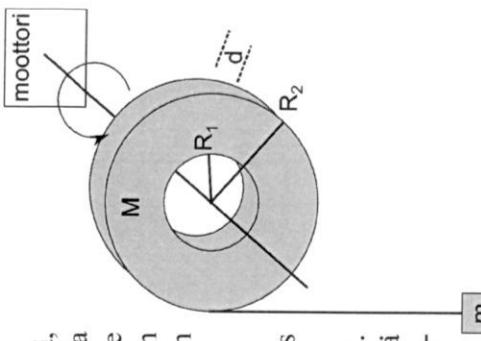


Vastaa kaikkiaan tehtäviin. Jokaisen tehtävän maksimipistemääriä on 12 pistettä ja tentin kokonaispistemääriä on 48 pistettä. Vastaan huolellisesti kaikkiin esitetyihin kysymyksiin ja aloita uusi tehtävä aina uudelta sivulta. Käytä tarvittaessa oheista kaavakokoelmaa ja taulukkoja. **Kirjoita vastauspaperiisi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

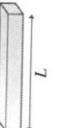
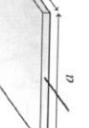
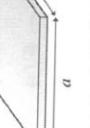
1. Oheinen kuva esittää keskeltä onttoa, raudasta valmistettua, sylinteriä, jonka läpi kulkeva pyörärimisakseli on kytketty moottorin. Sylinterin ja akselin väliin kevytä ripustuskieli ei ole kuvassa. Sylinterin sisäsäde on $R_1=5.2$ cm, ulkosäde on $R_2=12.9$ cm ja paksuus $d=2.00$ cm. Raudan tihleys on 7860 kg/m^3 . Sylinterin on kytketty pumnu, jonka massa on $m=1.50 \text{ kg}$ venymättömän ja massattoman langan välityksellä.
- a) Laske sylinterin hitausmomentti. (3p)
 b) Kuinka suuren väentömomentin moottorin pitää tuottaa, jotta pumnu ja sylinteri pysyvät levossa? (3p)
 c) Moottori pystyy tuottamaan suurimmillaan $\propto Nm$ väentömomentin. Mikä on lyhyin mahdollinen aika, jossa aluksi levossa oleva väkipyörä pyörähtää yhdellä kierroksen, kun i) pumnu nousee tai ii) pumnu laskee? (6p)



2. Kaksi fysikkoa, joiden massat ovat $n. 70 \text{ kg}$, juoksevat vastakkaisiin suuntiin, tangentiaalisesti kohti leikkipuiston karusellin vastakkaisia reunuja nopeudella 15 km/h ja hyppäävät kyytiin. Karusellin massa on 65 kg ja säde on 1.0 m . Mikä on kaverusten kehänopeus, kun he eivät enää liukyä yhdellä kierroksella? Voit olettaa karusellin hitausmomentiksi $MR^2/2$. Säilyykö kinetteittinen energia törmäyksessä? Selitä.
3. Kappale, jonka tilavuus on $V=1.0 \text{ litraa}$ ja paino $m=750 \text{ g}$, on kiinnitetty jouseen, jonka lepopituus on $k=20.0 \text{ cm ja jousivakio on } k=45.5 \text{ N/m}$. Jousen toinen pää on suuren vestiastian pohjassa siten, että jouseen kiinnitetty kappale on reilusti vedenpinnan alla.
- a) Mikä on jousen pituus, kun kappale on levossa? (4p)
 b) Kiinnitä koordinaatistoon siten, että $x=0$ -taso on jousen yläreunan tasalla ja y -akseli osoittaa ylös-päin. Ilmaise massaan kohdistuva voima y :n funktiona matemaattisena lausekkeena. Piirrä lisäksi voima ja systemien potentiaalienergia y :n funktiona. (Vihje: Saat yksinkertaisemman lausekkeen, kun sijoitat a-kohdan lepopituuden muutoksen voiman lausekkeeseen) (4p)
 c) Poikkeuttamalla massaa pystysuunnassa saat sen väärtelemään. Millainen väärhtelijä on kyseessä ja miksi? Mikä on väärhtelijän jaksonaika? (4p)
4. a) Selitä äänen syntymisen sulujuussa putkessa käytetään seuraavia sanoja (vapaassa järjestysssä): tiheitymä, harventuma, paine, ilmamolekyyli, seisova aalto, moodi, kupu, solmu ja aallonpituuus (4p)
 b) Sinulla on kaksi identtistä ja pistemäistä äänilihddettä, jotka lähettää tasaisesti kaikkiaan suuntiin. Kaiuttimien välinen etäisyys on 1.0 m . Esitä kaksi paikkaa, jossa kaiuttimien aallot ovat täydellisessä destruktivisessa interferenssissä. Graafinen (selvä ja riittävän iso) ratkaisu riittää. Äänennopeus ilmassa on noin 340 m/s . (4p)
 c) Muutat toisen kaiuttimen taajuuden 284.0 Hz:iin . Mitä kuulet ollessasi paikallasi jossain kaiuttimien läheisyydessä? 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		$\frac{2}{3}MR^2$

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

Toisen asteen yhtälö:

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

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

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

$$\begin{aligned} x(t) &= Ae^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi_0) & (26) \\ E &= E_0 e^{-t/\tau} & (27) \\ \tau &= m/b & (28) \\ \theta_1 &= \theta_0 + \omega t + 1/2\alpha t^2 & (4) \\ \omega_1 &= \omega_0 + \alpha t & (5) \\ \tau_{tot} &= I\alpha & (6) \\ x_{cm} &= \frac{1}{M} \int x dm & (7) \\ I &= \int r^2 dm & (8) \\ I &= I_{cm} + Md^2 & (9) \\ E &= K_{rot} + K_{cm} + U^g \\ &= 1/2I\omega^2 + 1/2Mv_{cm}^2 + Mgy_{cm} & (10) \\ L &= \mathbf{r} \times \mathbf{p} & (11) \\ L &= I\omega & (12) \\ \tau_{tot} &= \frac{dL}{dt} & (13) \\ F_{mM} &= F_{Mm} = GMm/r^2 & (14) \\ v &= \sqrt{GM/r} & (15) \\ T^2 &= \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right)r^3 & (16) \\ E_{mech} &= K + U_g \\ &= K - \frac{GMm}{r} & (17) \\ E_{mech} &= K + U_g = -1/2U_g + U_g = 1/2U_g & (18) \\ g_{surface} &= GM/R^2 & (19) \\ v_{escape} &= \sqrt{2GM/R} & (20) \\ r_{geo} &= \left(\frac{GM}{4\pi^2}T^2\right)^{1/3} & (21) \\ F &= -kx & (22) \\ \omega &= \sqrt{k/m} & (23) \\ \omega &= \sqrt{g/L} & (24) \\ \omega &= \sqrt{Mgl/I} & (25) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x(t) &= Ae^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi_0) & (26) \\ E &= E_0 e^{-t/\tau} & (27) \\ \tau &= m/b & (28) \\ \omega &= \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}} & (29) \\ f &= T^{-1} = (2\pi)^{-1}\omega & (30) \\ p &= p_0 + \rho gd & (31) \\ \rho &= m/V & (32) \\ p &= F/A & (33) \\ p_g &= p - 1 \text{ atm} & (34) \\ F_B &= \rho_f V fg & (35) \\ v_1 A_1 &= v_2 A_2 & (36) \\ p_1 + 1/2\rho v_1^2 + \rho gy_1 &= p_2 + 1/2\rho v_2^2 + \rho gy_2 & (37) \\ (F/A) &= Y(\Delta L/L) & (38) \\ p &= -B(\Delta V/V) & (39) \\ D(x, t) &= A \sin(2\pi(x/\lambda - t/T) + \phi_0) & (40) \\ v &= \sqrt{T/\mu} & (41) \\ \beta &= (10 \text{ dB}) \log_{10}(I/I_0), \quad I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 & (42) \\ f_+ &= (1 - v_s/v)^{-1}f_0, \quad f_- = (1 + v_s/v)^{-1}f_0 & (43) \\ f_+ &= (1 + v_0/v)f_0, \quad f_- = (1 - v_0/v)f_0 & (44) \\ A(x) &= 2a \sin(kx) & (45) \\ \lambda_m &= 2L/m, \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots & (46) \\ \lambda_m &= 4L/m, \quad m = 1, 3, 5, 7, \dots & (47) \\ \Delta\phi &= 2\pi\Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = m \cdot 2\pi & (48) \\ \Delta\phi &= 2\pi\Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = (m + 1/2) \cdot 2\pi & (49) \\ D &= 2a \cos(\Delta\phi/2) \sin(kx_{ave} - \omega t + (\phi_0)_{ave}) & (50) \\ A &= |2a \cos(\Delta\phi/2)| & (51) \\ f_{beat} &= f_1 - f_2 & (52) \end{aligned}$$