

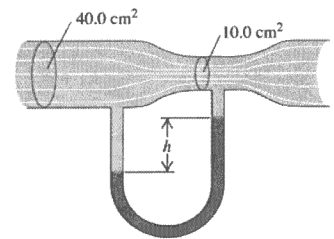
Mukana ei saa olla kirjallisuutta. Erillisellä paperilla on kaavoja ja taulukkotietoja. Muut tarvittavat kaavat pitää johtaa tai muistaa. Jos jokin lukuarvo puuttuu, käytä arviota tai laske symbolein.

TEHTÄVÄT 1 JA 2 VAIN TENTTIIN

- 1) Kappale, jonka massa $m=1.4$ kg, on kiinnitetty jouseen, jonka toinen pää on kiinteä. Kappale pääsee värähtelemään kitkattomalla tasolla. Se on värähtelyliikkeessä, jonka jaksonaika on 2.0 s ja amplitudi 200 mm. Laske kappaleen nopeus jousen tasapainoaseman kohdalla.
- 2) Approksimoidaan Maan olevan homogeeninen pallo (R, ρ, M , taulukosta). Ajatuskokeessa maapallon keskeltä poistetaan sisin osa säteeseen $\frac{1}{2}R$ asti. Muodostuu siis pallo-symmetrinen kuori, jonka sisäsäde on $\frac{1}{2}R$ ja ulkosäde R . Valitaan potentiaalienergian nolla-kohta äärettömyyteen. Laske, mikä on tällöin testimassan ($m=2.50$ kg) potentiaalienergia
 - a) kyseisen kuoren pinnalla
 - b) kyseisen kuoren symmetriakeskipisteessä

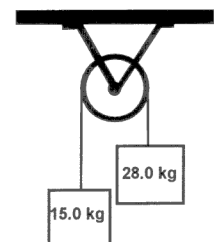
TEHTÄVÄT 3-5 SEKÄ TENTTIIN ETTÄ VÄLIKOKEESEEN

- 3) Luoti (massa $m=5.0$ g) ammutaan vaakanopeudella v_0 vaakasuoran tason päällä levossa olevaan puupalikkaan (massa $M=2.0$ kg). Luoti uppoaa palikkaan ja jää sen sisään. Yhdistelmä liikkuu pitkin pöytää 2.0 m ennen pysähtymistään. Jos kitkakerroin tason ja palikan välillä on 0.20 , mikä on luodin alkunopeus v_0 ?
- 4) Kappaleen massa $m_1=1000$ MeV/ c^2 ja se liikkuu laboratorion suhteen oikealle niin nopeudella $0.75c$. Siihen törmää laboratorion suhteen vasemmalle nopeudella $0.75c$ liikkuva kappale, jonka massa $m_2=2000$ MeV/ c^2 . Törmäys on epäelastinen ja siinä muodostuu yksi kappale. Laske syntyvän kappaleen massa, relativistinen liikemäärä ja kokonaisenergia.
- 5) Kuvassa olevassa vaakasuorassa putkistossa virtaa vesi. Siihen tehtyyn supistukseen on liitetty U-putkimanometri, jonka täyteaineena on elohopea ($\rho=13.5 \cdot 10^3$ kg/ m^3). Veden tilavuusvirta on $7.5 \cdot 10^{-3}$ m³/s. Laske
 - a) Virtausnopeus putkessa ja supistuksessa
 - b) Paine-ero putken ja supistuskohdan välissä
 - c) Korkeusero h U-putkessa.



TEHTÄVÄT 6 JA 7 VAIN VÄLIKOKEESEEN

- 6) Kuvassa on kaksi taakkaa ripustettu köyteen, joka kulkee pyörän ylitse. Pyörä on homogeeninen kiekko, jonka massa on 18 kg ja säde 30 cm. Köysi ei pääse liukumaan kiekon pinnalla. Taakkoja kannatellaan kuvan mukaisissa asennoissa. Sitten ne päästetään köyden varaan, jolloin raskaampi kappale lähtee alaspäin ja kevyempi ylöspäin. Mikä on 15 kg taakkaa kannattavan köyden jännitys massojen vapauttamisen jälkeen?



- 7) Tutkittaessa epästabiileja hiukkasia havaitaan, että ne kulkevat laboratoriossa keskimäärin 6.8 m matkan ennen hajoamistaan, kun niiden nopeus laboratorion suhteen on $0.80c$.
 - a) Mikä olisi hiukkasten keskimääräinen elinikä levossa?
 - b) Kuinka pitkä laboratoriossa kuljettu matka on hiukkasen koordinaatistossa?

Vakioita ja kaavoja

$g=9.81 \text{ m/s}^2$	$c=2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	$G=6.67259 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$	
Protonin massa	$1.6726231 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	1.007276470 u	$938.27231 \text{ MeV}/c^2$
Neutronin massa	$1.6749286 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	1.008664904 u	$939.56563 \text{ MeV}/c^2$
Elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$5.48579903 \cdot 10^{-4} \text{ u}$	$0.51099906 \text{ MeV}/c^2$
Auringon massa	$1.99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$	Maan keskitiheys	$5.52 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Maan massa	$5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	Maan keskisäde	$6.38 \cdot 10^6 \text{ m}$
Kuun massa	$7.35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$	Maan keskietäisyys auringosta	$1.50 \cdot 10^{11} \text{ m}$
		Kuun keskietäisyys maasta	$3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$

$$\vec{a} = \vec{\alpha} \times \vec{R} + \vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{R} = \alpha R \hat{t} - \omega^2 R \hat{r}$$

$$\vec{a}_c = -\frac{|\vec{v}|^2}{R} \hat{r} = -\omega^2 R \hat{r}$$

$$F = -kx \quad \vec{F} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2} \hat{r} \quad \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} = U(\vec{r}_A) - U(\vec{r}_B) \quad \vec{F} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k}\right)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I_A}{mgl}} \quad \vec{F}' = \vec{F} - 2m(\vec{\omega} \times \vec{v}') - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$u_x' = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y' = y$$

$$u_y' = \frac{u_y}{\gamma(1 - \frac{u_x v}{c^2})}$$

$$l = \frac{l'}{\gamma}$$

$$z' = z$$

$$u_z' = \frac{u_z}{\gamma(1 - \frac{u_x v}{c^2})}$$

$$t_2 - t_1 = \gamma(t_2' - t_1')$$

$$t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$$

$$p = \gamma mv \quad E = \gamma mc^2 \quad m^2 c^4 = E^2 - p^2 c^2$$

$$E = \frac{L}{A} \frac{dF}{dl} \quad G = \frac{1}{A} \frac{dF}{d\phi} \quad K = -\frac{V}{A} \frac{dF}{dV} \quad c = \frac{\pi G a^4}{2l}$$

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

$$\frac{dF}{dA} = \eta \frac{dv}{dz} \quad v = \frac{1}{4\eta} \left(\frac{dp}{dl}\right) (a^2 - r^2)$$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{\pi \rho a^4}{8\eta} \frac{p_2 - p_1}{L}$$

	Kimmomoduuli 10^{10} N/m^2	Leikkausmoduuli 10^{10} N/m^2	Puristusmoduuli 10^{10} N/m^2
Alumiini	7.0	2.6	7.6
Kulta	7.8	2.7	22
Kupari	13	4.8	14
Teräs	21	8.2	17
Volframi	36	15	20

