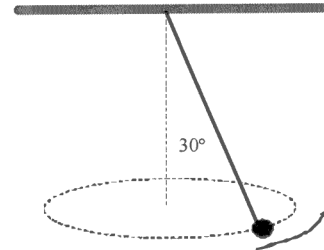
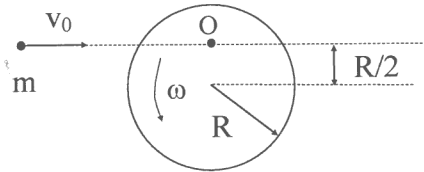


Kokeessa saa olla mukana funktiolaskin, mutta se ei saa olla ohjelmoitava. Mukana ei saa olla kirjallisuutta tai taulukoita. Erillisellä paperilla on kaavoja ja taulukkotietoja. Muut mahdollisesti tarvittavat kaavat pitää johtaa tai muistaa. Jos jokin lukuarvo puuttuu, käytä arviota tai laske symbolein. Selitystehtävissä käytä mahdollisuuksien mukaan hyväksi kaavoja, kuvia ja esimerkkejä, mutta selitä aina myös sanallisesti.

- 1) Kuvan mukaisessa kartioheilurissa ympyrärataa kiertävän punnuksen massa on 0.20 kg , langan pituus on 35 cm ja lanka muodostaa 30 asteen kulman luotisuoran kanssa. Laske
 - a) Heilurin kiertoaika
 - b) Langan jännitys



- 2) Kuvassa ammutaan luoti nopeudella v_0 kohti pyöreeä homogeenista levyä, joka pääsee kitkatta pyörimään keskiakselin ympäri. Alkutilanteessa levy pyörii vastapäivään kulmanopeudella ω . Luoti törmää levyn kylkeen, uppoaa levyyn ja pysähtyy sitten äkkiä kuvan osoittamaan paikkaan O. Luodin massa on m , levyn massa M ja säde R . Mikä on levyn ja luodin muodostaman systeemin kulmanopeus tämän jälkeen?



- 3) Elektronin liikemäärä on $0.68133 \text{ MeV}/c$. Laske elektronin relativistinen kokonaisenergia, liike-energia ja nopeus.
- 4) Kaksi 1.0 m pituista metallilankaa kiinnitetään peräkkäin. Toinen langoista on kuparia ja sen halkaisija on 0.50 mm . Toinen lanka on volframia. Lankasysteemi ripustetaan kattoon. Kun sen alapäähän kiinnitetään 10 kg massa, se venyy 6.0 mm . Mikä on volframilangan halkaisija?
- 5) Selitä, mitä tarkoittavat seuraavat käsitteet.
 - a) Harmoninen värähtely
 - b) Geostationäärinen satelliitti
 - c) Viskositeetti

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	$1.6726231 \cdot 10^{-27} \text{ kg} =$	$1.007276470 \text{ u} =$	$938.27231 \text{ MeV}/c^2$
Neutronin massa	$1.6749286 \cdot 10^{-27} \text{ kg} =$	$1.008664904 \text{ u} =$	$939.56563 \text{ MeV}/c^2$
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 keskitäisyys auringosta	$1.50 \cdot 10^{11} \text{ m}$
		Kuun keskitäisyys maasta	$3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$

$$\vec{a} = \vec{\alpha} \times \vec{R} + \vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{R} = \alpha R \hat{t} - \omega^2 R \hat{r} \quad \vec{a}_C = -\frac{|V|^2}{R} \hat{r} = -\omega^2 R \hat{r}$$

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

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

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

$$x' = \gamma(x - vt) \quad u_x' = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

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

$$z' = z \quad u_z' = \frac{u_z}{\gamma(1 - \frac{u_x v}{c^2})} \quad t_2 - t_1 = \gamma(t_2' - t_1')$$

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

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

$$\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + gy = \text{vakio} \quad \frac{dF}{dA} = \eta \frac{dv}{dz} \quad v = \frac{1}{4\eta} \left(\frac{dp}{dl}\right) (a^2 - r^2) \quad \frac{dM}{dt} = \frac{\pi \rho a^4}{8\eta} \frac{p_2 - p_1}{L}$$

	Kimmoduuli 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

