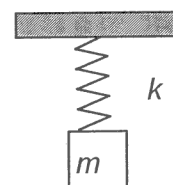


Kokeessa saa olla mukana funktiolaskin, mutta se ei saa olla ohjelmoitava. Mukana ei saa olla kirjallisuutta tai taulukoita. Erillisellä paperilla on kaavoja ja taulukkotietoja. Muut mahdollisesti tarvittavat kaavat pitää johtaa tai muistaa. Jos jokin lukuarvo puuttuu, käytä arviota tai laske symbolein.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

- 1) Kattoon on kiinnitetty massaton jousi, jonka jousivakio  $k = 84 \text{ N/m}$ . Siihen ripustetaan kappale (massa  $m = 0,27 \text{ kg}$ ), jota kannatellaan niin, että jousen pää on edelleen alkuperäisellä korkeudella.
  - a) Jos kappaletta lasketaan hitaasti alaspäin, löytyy alapäälle uusi tasapainoasema. Kuinka paljon alempana se on kuin alkuperäinen?
  - b) Jos taas kappaleesta päästetään äkkiä irti, se joutuu värähtelyliikkeeseen. Laske liikkeen amplitudi ja jaksonaika.



- 2) Auto ( $m = 800,0 \text{ kg}$ ) ajaa kaarretta, jonka kaartosäde on  $150 \text{ m}$ . Ajourata on kallistettu  $15,0^\circ$  vaakatasosta niin, että ulkokaarten puoleinen reuta on korkeammalla. Auto selviytyy kaarteesta nopeudella  $90 \text{ km/h}$  ilman sivuluisua. Laske tien ja renkaan välinen pienin mahdollinen lepokitkakerroin.
- 3) Kuun sidosenergialla tarkoitetaan Kuun potentiaalienergiaa Maan gravitaatiokentässä. Potentiaalienergian nollakohta vastaa tilannetta, että Kuu olisi äärettömän kaukana Maasta.
  - a) Laske Kuun sidosenergia.
  - b) Mikä olisi Kuun sidosenergia sellaisella stabiililla ympyräradalla, jolla Kuun kulmaliikemäärä Maan suhteen olisi puolet nykyisestä?
- 4) Kaksi neutronia törmää vastakkain. Molemmilla on laboratorion suhteen liikemäärä  $900 \text{ MeV}/c$ . Törmäyksessä ne muodostavat yhden kappaleen. Mikä on syntyvän kappaleen massa?
- 5) Vaakasuoran vesijohtoputken halkaisija on  $70 \text{ mm}$ . Putkessa on supistus, jossa putken halkaisija  $35 \text{ mm}$ . Veden tilavuusvirta putkessa on  $6,0 \text{ L/s}$ .
  - a) Laske virtauksen nopeus putkessa ja supistuksen kohdalla
  - b) Supistusta käytetään virtausmittarina, jolloin nesteeseen painetta mitataan sekä putkesta että supistuksen kohdalta. Laske paineiden ero ja ilmoita kumpi paine on suurempi.

## 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 keskietäisyys auringosta	$1.50 \cdot 10^{11} \text{ m}$
		Kuun keskietäisyys maasta	$3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$

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

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

$$F = -kx$$

$$\vec{F} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2} \hat{r}$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} = U(\vec{r}_A) - U(\vec{r}_B)$$

$$\vec{F} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k}\right)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_A}{mgl}}$$

$$\vec{F}' = \vec{F} - 2m(\vec{\omega} \times \vec{v}') - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

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

$$y' = y$$

$$z' = z$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{dF}{dA} = \eta \frac{dv}{dz}$$

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

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

	Kimmoduuli $10^{10} \text{ N/m}^2$	Leikkausmoduuli $10^{10} \text{ N/m}^2$	Puristusmoduuli $10^{10} \text{ N/m}^2$
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

