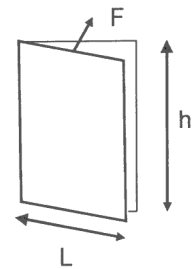


Kokeessa ei saa olla mukana kirjallisuutta tai taulukoita. Erillisellä paperilla on kaavoja ja taulukkotietoja. Muut mahdollisesti tarvittavat kaavat pitää johtaa tai muistaa. Jos jokin lukuarvo puuttuu, käytä arviota tai laske symbolein.

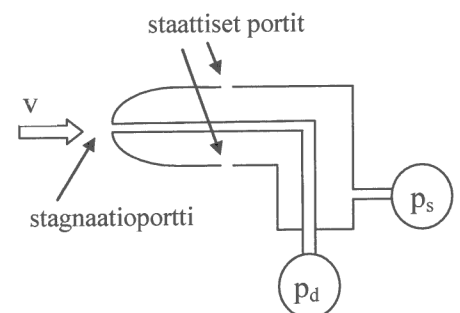
- 1) Ensimmäisen satelliitin, Sputnik 1:n massa oli 83.6 kg ja se kiersi maapalloa noin 250 km korkeudella maanpinnasta. Laske satelliitin
- kiertoaika, nopeus ja kulmaliikemäärä
  - potentiaalienergia, liike-energia ja kokonaisenergia
- Valitaan potentiaalienergian nollakohta äärettömän kauas maapallosta.

- 2) Ohuen oven leveys  $L$  on 0.80 m, korkeus  $h$  on 2.0 m ja massa  $m$  on 20 kg. Oven puoliväliin (0.40 m etäisyydelle saranointiakselista) on kiinnitetty laite, joka pyrkii sulkemaan oven. Laite aiheuttaa  $F = 10.0$  N vaakasuoran voiman kohtisuoraan oven tasoon nähden.
- Johda hitausmomentin määritelmästä lauseke oven hitausmomentille saranointiakselin suhteen ja laske sen arvo
  - Laske oven kulmakihtyvyys



- 3)
- Selitä lyhyesti mitä ovat keskipakovoima ja coriolisvoima. Missä tilanteessa ja miksi niitä käytetään?
  - Tampereen leveyspiiri on noin 61 astetta. Millä nopeudella ja mihin suuntaan kappaleen pitää liikkua Tampereen kohdalla, jotta coriolisvoima ja keskipakovoima kumoavat toisensa? Piirrä kuva.
- 4) Auringosta lähteneiden epästabiliien  $\mu$ -leptonien nopeus on  $0.99c$  ja puoliintumisaika  $1.5 \cdot 10^6$  s. Niitä on 1000 kappaleen joukko tulossa kohti maapalloa 10 km korkeudella Maan pinnasta (Maan koordinaatistossa).
- Millä korkeudella (Maan koordinaatistossa) on jäljellä puolet hiukkasista?
  - Leptonien kannalta maapallo näyttää lähestyvän. Minkä matkan Maa on niiden koordinaatistossa tullut lähemmäs, kun puolet niistä on jäljellä?

- 5) Oheisessa kuvassa on esitetty Pitot-putken periaatteellinen rakenne. Fluidi virtaa kuvassa vasemmalta oikealle nopeudella  $v$ . Staattisten porttien (aukkojen) kohdalla ajatellaan fluidilla olevan häiriintymätön nopeus  $v$ . Stagnaatioportin kohdalla sondin kärjessä virtausnopeuden ajatellaan menevän nolaksi (stagnaatio).
- Selitä sanallisesti, millä fysikaalisella periaatteella laitteella voidaan mitata fluidin nopeus
  - Kehitä lauseke nopeudelle  $v$  fluidin ominaisuuksien ja mitattujen paineiden  $p_s$  ja  $p_d$  avulla.



# .kioita 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	$3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$

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

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

$$F = -kx$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$y' = y$$

$$z' = z$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

	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

