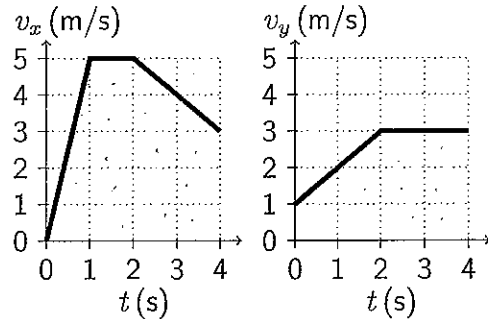


- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Jos et ole varma laskimestasi, kysy asiasta valvojalta ennen kuin aloitat tentin.
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.
- Jos haluat Yliopistofysiikan sijaan suorituksen vanhasta Insinööri-fysiikasta, mainitse asiasta vastauspaperin kohdassa "Huomautuksia tarkastajalle". Kirjoita siihen, kumpaa suoritat, FYS-1080 Insinööri-fysiikka I: teoria ja laboratorioharjoitukset vai FYS-1091 Insinööri-fysiikka I.

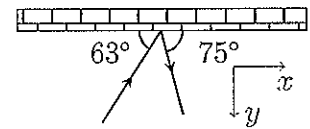
- ① Viereisessä kuvassa on esitetty xy -tasossa kulkevan kappaleen nopeuden x - ja y -komponentit ajan funktiona välillä $0 \rightarrow 4$ s. Nopeus vektorina on siis $\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$. Arvioi kuvaajien avulla vektorimuotoisesti



- a) kappaleen kiihtyvyys \vec{a} hetkellä 3 s ja
b) kappaleen paikan muutos $\Delta \vec{r}$ välillä $0 \rightarrow 4$ s.

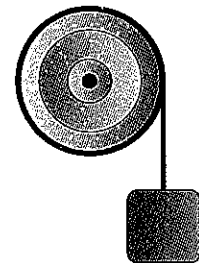
- ② Vaakasuoran lattian päällä on pystysuorassa 25 cm pitkä ideaalinen jousi, jonka jousivakio on 130 N/m. Jousen päälle laitetaan kuula, jonka massa on 120 g. Jousi painetaan kasaan 15 cm pituiseksi, jolloin kuulakin on korkeudella 15 cm lattiasta. Kuula lentää suoraan ylöspäin, kun siitä ja jousesta päästetään irti. Kuinka korkealle kuula nousee korkeimmillaan lattiasta mitattuna? Voit olettaa jousen massattomaksi ja kitkattomaksi.

- ③ Heität kumisen pallon ($m = 35$ g) seinään, niin että pallo törmää siihen 63° kulmassa, mutta kimpoaa pois 75° kulmassa. Pallon vauhti ennen törmäystä oli 15 m/s ja törmäyksen jälkeen 12 m/s.



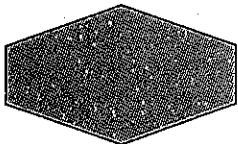
- a) Laske pallon liikemäärän muutos $\Delta \vec{p}$.
b) Kuinka suuren keskimääräisen voiman seinä kohdisti palloon, kun törmäyksen kestoajaksi mitattiin suurnopeuskameran avulla 2.5 ms?

- ④ Joustamaton, kevyt lanka on kierretty väkipyörän ympäri kuten kuvassa on esitetty. Väkipyörä (massa 1.200 kg, säde 0.300 m, hitausmomentti $MR^2/2$) pääsee kitkattomasti pyörimään vaakasuoran, paikalleen kiinnitetyn akselin ympäri. Langan päähän on kiinnitetty laatikko ($m=800.0$ g). Laatikko päästetään putoamaan levosta alaspäin, jolloin väkipyörä alkaa pyöriä.



- a) Piirrä väkipyörän ja laatikon vapaakappalekuvat. (2p)
b) Laske laatikon kokema kiihtyvyys. (4p)

- ⑤ Selitä lyhyesti (maksimissaan 8 riviä/kohta):



a) Olet saanut tehtäväksi selvittää joko kokeilemalla tai laskemalla viereisessä kuvassa esitetyn tasa-aineisen kappaleen painopisteen paikan. Paperin tasossa kappale on litteä. Esitä muutamia erilaisia selvittämistapoja. Laskuja ei tarvitse suorittaa, mutta kuva tai sopiva kaava saattaa auttaa.

- b) Auto ajaa ympyränmuotoista rataa vakiovauhdilla v . Radalla ei ole korkeuseroja. Säilyvätkö seuraavat auton liikettä kuvaavat suureet: (i) liikemäärä, (ii) kulmaliikemäärä (ympyräradan keskipisteen suhteen laskettuna), (iii) mekaaninen energia? Perustele tilanne jokaisen suureen kohdalla erikseen.

Vakioita (Tarvittavat materiaaliikohtaiset vakiot tulevat vasta tenttipaperiin.)

$$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\text{Maa: } g = 9.80 \text{ m/s}^2, m_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg}, R_E = 6.371 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Kaavoja (Kaikki kaavat eivät ole yleispäteviä vaan soveltuvat vain erikoistapauksiin)

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k} \quad \text{Pallo: } A = 4\pi r^2, \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\vec{v}_{P/A} = \vec{v}_{P/B} + \vec{v}_{B/A}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad f_k = \mu_k n \quad f_s \leq \mu_s n$$

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} \quad W_{\text{tot}} = \Delta K$$

$$W_{\text{other}} = \Delta E \quad E = K + U$$

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

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad U_{\text{grav}} = mgy \quad U_{\text{el}} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$F_g = \frac{Gm_1 m_2}{r^2} \quad U_{\text{grav}} = -\frac{Gm_E m}{r}$$

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \sum \vec{F} dt \quad \vec{J} = \Delta \vec{p}$$

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \vec{P} = M\vec{a}_{\text{cm}}$$

$$a_{\text{rad}} = v^2/r \quad v = r\omega$$

$$a_{\text{tan}} = r\alpha \quad s = r\theta$$

$$I = \int r^2 dm \quad I_P = I_{\text{cm}} + md^2$$

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau_z d\theta$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I\vec{\omega}$$

$$\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt} \quad \sum \tau_z = I\alpha_z$$