

TX00CA23-3006 Fysikaaliset ilmiöt, TXQ18S1, 1. välikoe

Ratkaisut

- a) $400 \text{ cm}^2 = 400 \cdot (0,01 \text{ m})^2 = 400 \cdot 0,01 \cdot 0,01 \text{ m}^2 = 0,04 \text{ m}^2$. b) $2,34 \text{ g/cm}^3 = 2,34 \cdot 0,001 \text{ kg}/(0,01 \text{ m})^3 = 2,34 \cdot 0,001 \text{ kg}/(0,01^3 \text{ m}^3) = 2,34 \cdot 0,001/0,000001 \text{ kg/m}^3 = 2,34 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 2340 \text{ kg/m}^3$.
- a) Hetkellinen nopeus = kuvaajan tangentin kulmakerroin ko. hetkellä = $-20 \text{ m}/6 \text{ s} = -3,3 \text{ m/s}$.
- $s = (1/2)at^2 = 0,5 \cdot 3 \text{ m/s}^2 \cdot (8 \text{ s})^2 = 96 \text{ m}$.
- a) Kappaleeseen vaikuttavat voimat ovat painovoima suoraan alaspäin, tukivoima suoraan ylöspäin ja vetävä voima vaakasuoraan, esim. oikealle. b) Tukivoima ja painovoima kumoavat toisensa, joten kokonaisvoima on yhtä suuri kuin vetävä voima. $a = F/m = 12 \text{ N}/2,6 \text{ kg} = 4,6 \text{ m/s}^2$. c) Tukivoima ja painovoima ovat liikettä vastaan kohtisuoraan suuntaan, joten ne eivät tee työtä. Vetävä voima on liikkeen suuntainen, joten sen tekemä työ on $W = Fs = 12 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 24 \text{ J}$.
- Sovitetaan pysty- eli y-akselin nollakohta sille tasolle, missä loppuvauhti $v_2 = 120 \text{ km/h} (= 120/3,6 \text{ m/s} = 33,33 \text{ m/s})$ on mitattu. Alkuvauhti on $v_1 = 22 \text{ km/h} = 22/3,6 \text{ m/s} = 6,11 \text{ m/s}$. Työ-energiaperiaatteen mukaan alkutilan mekaaninen energia (liike- ja potentiaalienergian summa) + muiden voimien kuin painovoiman tekemien töiden summa = lopputilan mekaaninen energia. Ilmalennon aikana kappaleeseen vaikuttaa vain painovoima ja ilmanvastusvoima. Siispä: $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh + W_v = \frac{1}{2}mv_2^2 + mg \cdot 0 \Rightarrow W_v = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) - mgh = -379 \text{ J} \approx -380 \text{ J}$.
- a) Kappaleeseen A vaikuttaa painovoima \vec{F}_{GA} suoraan alaspäin, tukivoima \vec{F}_T vasemmalle yläviistoon tason normaalin suuntaan, liukukitkavoima \vec{F}_μ alamäen suuntaan ja lankavoima \vec{F}_{LA} ylämäen suuntaan. Kappaleeseen B vaikuttaa lankavoima \vec{F}_{LB} ylöspäin ja painovoima \vec{F}_{GB} alaspäin. Sovitaan A-kappaleen liikeyhtälöjä kirjoitettaessa x-akseli kuvassa ylämäen eli \vec{F}_{LA} :n suuntaan ja y-akseli yläviistoon mäen normaalin eli \vec{F}_T :n suuntaan. b) Merkitään $|\vec{F}_{LA}| = |\vec{F}_{LB}| = |\vec{F}_L|$, koska lankavoimat oletettiin yhtä suuriksi. Merkitään vastaavasti $|\vec{a}_A| = |\vec{a}_B| = |\vec{a}|$, koska myös kiihtyvyydet ovat yhtä suuret (vaikkakin keskenään erisuuntaiset, samoin kuin lankavoimatkin). A:n liikeyhtälö x-suuntaan: $F_{LA,x} + F_{GA,x} + F_{T,x} + F_{\mu,x} = m_A a_{A,x}$ eli $|\vec{F}_L| - m_A g \sin \alpha + 0 - |\vec{F}_\mu| = m_A |\vec{a}|$. A:n liikeyhtälö y-suuntaan: $F_{LA,y} + F_{GA,y} + F_{T,y} + F_{\mu,y} = m_A a_{A,y}$ eli $0 - m_A g \cos \alpha + |\vec{F}_T| + 0 = m_A \cdot 0$. Kitkamallin mukainen kitkayhtälö sanoo $|\vec{F}_\mu| = \mu |\vec{F}_T|$. Sovitaan B-kappaleen liikeyhtälöjä kirjoitettaessa x-akseli kuvassa vaakasuuntaan oikealle ja y-akseli pystysuuntaan ylöspäin. Tällöin B-kappaleen kokemilla voimilla eikä B:n kiihtyvyydellä ole x-komponenttia. B:n liikeyhtälö y-suuntaan: $F_{LB,y} + F_{GBA,y} = m_B a_{B,y}$ eli $|\vec{F}_L| - m_B g = m_B (-|\vec{a}|)$. Kysytty yhtälöryhmä on siis

$$|\vec{F}_L| - m_A g \sin \alpha - |\vec{F}_\mu| = m_A |\vec{a}|$$

$$-m_A g \cos \alpha + |\vec{F}_T| = 0$$

$$|\vec{F}_\mu| = \mu |\vec{F}_T|$$

$$|\vec{F}_L| - m_B g = -m_A |\vec{a}|.$$