

FYS 4 / -25

RATKAISUJA**2. Lukiolainen pyöriilee 10 p.**

2.1 Lukiolainen ajaa polkupyörällä vakionopeudella 18 km/h. Kuinka kauan kestää ajaa 850 metrin matka? Anna vastaus minuutteina. **3 p.**

RATKAISU

Koska nopeus ei muutu, matka $s = vt$.

Aika on $t = \frac{s}{v}$.

$$t = \frac{850 \text{ m}}{\frac{18}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 170 \text{ s} = 2,833... \text{ min} \approx 2,8 \text{ min}$$

PISTEYTYS

- Ajan suuryhtälö. (1 p.)
- Lukuarvosijoitukset oikeissa yksiköissä. (1 p.)
- Tulos pyöristettynä ja oikeassa yksikössä. (1 p.)

4.10.2024 klo 9.38

FY4 pisteytysohje Koetehtavapaketti MFKA 2024-2025 1.10.2024

2.2 Polkupyörällä ajava lukiolainen kiihdyttää tasaisesti nopeudesta 18 km/h nopeuteen 37 km/h. Kiihdytys kestää 4,9 s. Kuinka suuri on kiihtyvyys? **3 p.**

RATKAISU

$$\text{Kiihtyvyys on } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{37-18}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4,9 \text{ s}} = 1,077... \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

PISTEYTYS

- Kiihtyvyyden suuryhtälö. (1 p.)
- Lukuarvosijoitukset oikeissa yksiköissä. (1 p.)
- Tulos pyöristettynä ja oikeassa yksikössä. (1 p.)

2.3 Lukiolainen jarruttaa ja pysäyttää pyörän nopeudesta 37 km/h tasaisesti hidastuen 2,3 sekunnissa. Kuinka pitkä on jarrutusmatka?

4 p.**RATKAISU**

Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä matka on $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$.

Pyörän hidastuvuus on $a = \frac{v - v_0}{t}$.

$$a = \frac{0 - \frac{37}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,3 \text{ s}} = -4,468599 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Jarrutusmatka on } s = \frac{37}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,3 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot (-4,468599 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot (2,3 \text{ s})^2 = 11,819... \text{ m} \approx 12 \text{ m}$$

PISTEYTYS

- Hidastuvuuden suuryhtälö. (1 p.)
- Jarrutusmatkan suuryhtälö. (1 p.)
- Hidastuvuus oikein. (1 p.)
- Tulos oikein. (1 p.)

$$\text{tai } s = v_k t = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

$$= \frac{37/3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} \cdot 2,3 \text{ s} \approx 12 \text{ m}$$

- 3.1 Auto kiihdyttää moottoritien liittymässä nopeudesta 80 km/h nopeuteen 100 km/h. Auton kiihtyvyys on $1,4 \text{ m/s}^2$. Kuinka kauan kiihdytys kestää? **3 p.**

RATKAISU

Kiihtyvyyden määritelmä on

$$a = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{v_1 - v_0}{a} = \frac{\frac{100}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} - \frac{80}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3,968... \text{ s} \approx 4,0 \text{ s}$$

PISTEYTYS

- Oikea lukuarvo. (1 p.)
- Oikea yksikkö. (1 p.)
- Pyöristystarkkuus ~~2-3~~ numeroa. (1 p.)

1-3

- 3.2 Kuinka pitkän matkan auto etenee kohdan 4.1 mukaisen kiihdytyksen aikana? **3 p.**

RATKAISU

Matka tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä on

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x = \frac{80}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3,968... \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3,968... \text{ s})^2 = 99,206... \text{ m} \approx 99 \text{ m}$$

PISTEYTYS

- Oikea lukuarvo. (1 p.)
- Oikea yksikkö. (1 p.)
- Pyöristystarkkuus ~~2-3~~ numeroa. (1 p.)

1-3

- 3.3 Syöksylaskijan massa on 85 kg ja liike-energia 26 kJ. Kuinka suuri on laskijan nopeus? **3 p.**

RATKAISU

Liike-energia on

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 26\,000 \text{ J}}{85 \text{ kg}}} = 24,73... \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

PISTEYTYS

- Oikea lukuarvo. (1 p.)
- Oikea yksikkö. (1 p.)
- Pyöristystarkkuus 2-3 numeroa. (1 p.)

o törmää nopeudella 25 m/s seinään ja pysähtyy äkillisesti 75 millisekunnin kuluessa. Kuinka
ra voima törmäyksessä keskimäärin kohdistuu kyydissä olevaan törmäysnukkeen?
on 55 kg. **3 p.**

nukaan

$$\frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,75 \text{ s}} = -18333,3... \text{ N} \approx -18 \text{ kN}$$

VOI LASKEA MYÖS NII

$$F = ma$$

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

ksytään positiivinen tai negatiivinen. (1 p.)

numeroa. (1 p.)

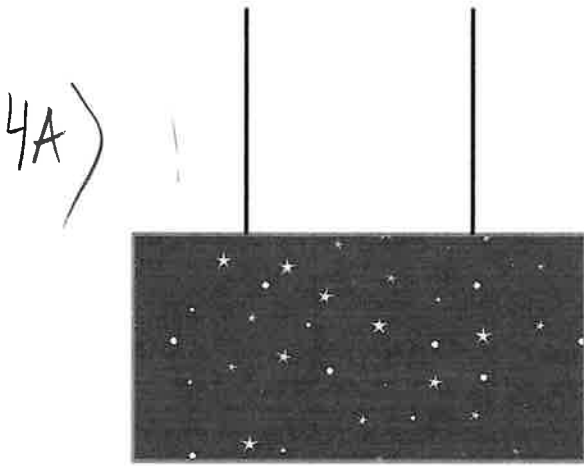
on 27 kg. Lepokitkakerroin laatikon ja lattian välillä on 0,37. Kuinka suuri vaakasuuntainen
kohdistaa, jotta se lähtee liikkeelle? **3 p.**

an tulee olla lepokitkan maksimiarvon suuruinen, jotta laatikko lähtee liikkeelle.

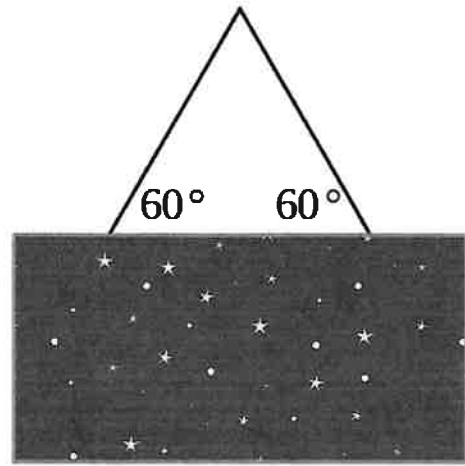
$$F = \mu_0 G = \mu_0 mg$$

$$0,37 \cdot 27 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} = 98,0019 \text{ N} \approx 98 \text{ N}$$

numeroa. (1 p.)



Tapa A



Tapa B

Laske narujen jännitysvoimat molemmissa ripustustavoissa. Taulun massa kehyksineen on 1,3 kg.

RATKAISU

Tapa A

Tauluun vaikuttavat voimat ovat paino G ja ripustusnarujen jännitysvoimat T_1 ja T_2 .

Koska taulu on paikallaan, tauluun vaikuttava kokonaisvoima on nolla.

$$G = T_1 + T_2$$

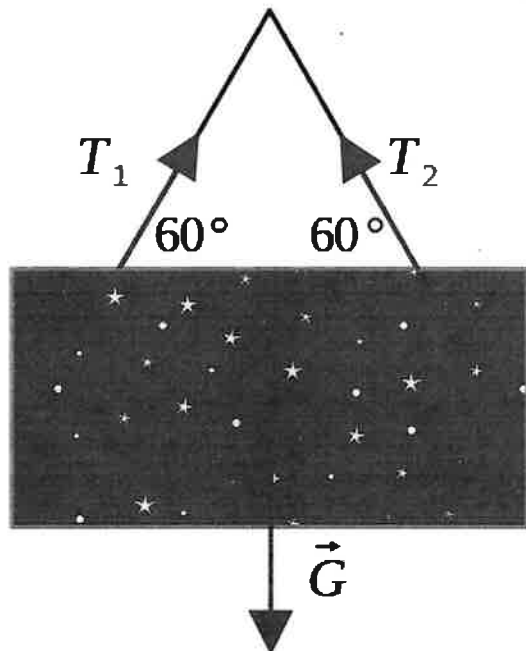
Narujen jännitysvoimat ovat yhtä suuret $T_1 = T_2 = T$.

$$G = 2T$$

$$T = \frac{G}{2} = \frac{mg}{2} = \frac{1,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} = 6,3765 \text{ N} \approx 6,4 \text{ N}$$

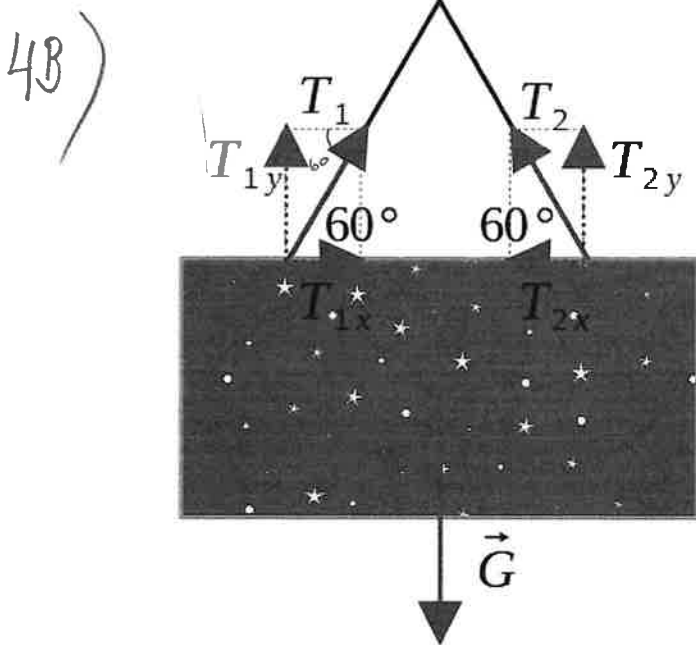
Tapa B

Tauluun vaikuttavat voimat ovat paino G ja ripustusnarujen jännitysvoimat T_1 ja T_2 .



Koska taulu on paikallaan, tauluun vaikuttava kokonaisvoima on nolla.

$$\vec{G} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$$



Vaakasuunnassa $T_{1x} = T_{2x}$ ja pystysuunnassa $T_{1y} + T_{2y} = G$.

$$T_{1y} = T_{2y} = T_y$$

$$2T_y = G$$

$$T_y = \frac{G}{2} = \frac{mg}{2} = \frac{1,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} = 6,3765 \text{ N}$$

Suorakulmaisesta kolmiosta

$$\sin 60^\circ = \frac{T_y}{T_1}$$

$$T_1 = \frac{T_y}{\sin 60^\circ} = \frac{6,3765 \text{ N}}{\sin 60^\circ} = 7,3629... \text{ N} \approx 7,4 \text{ N}$$

PISTEYTYS

Tapa A

VOIMAKUVIO 1p

- Tauluun vaikuttavat voimat ja voimien tasapaino. (2 p.)
- Ratkaistu suureyhtälöstä ripustusnarun jännitysvoima. (2 p.) 3p
- Oikea tulos. (1 p.)

Tapa B

VOIMAKUVIO 1p

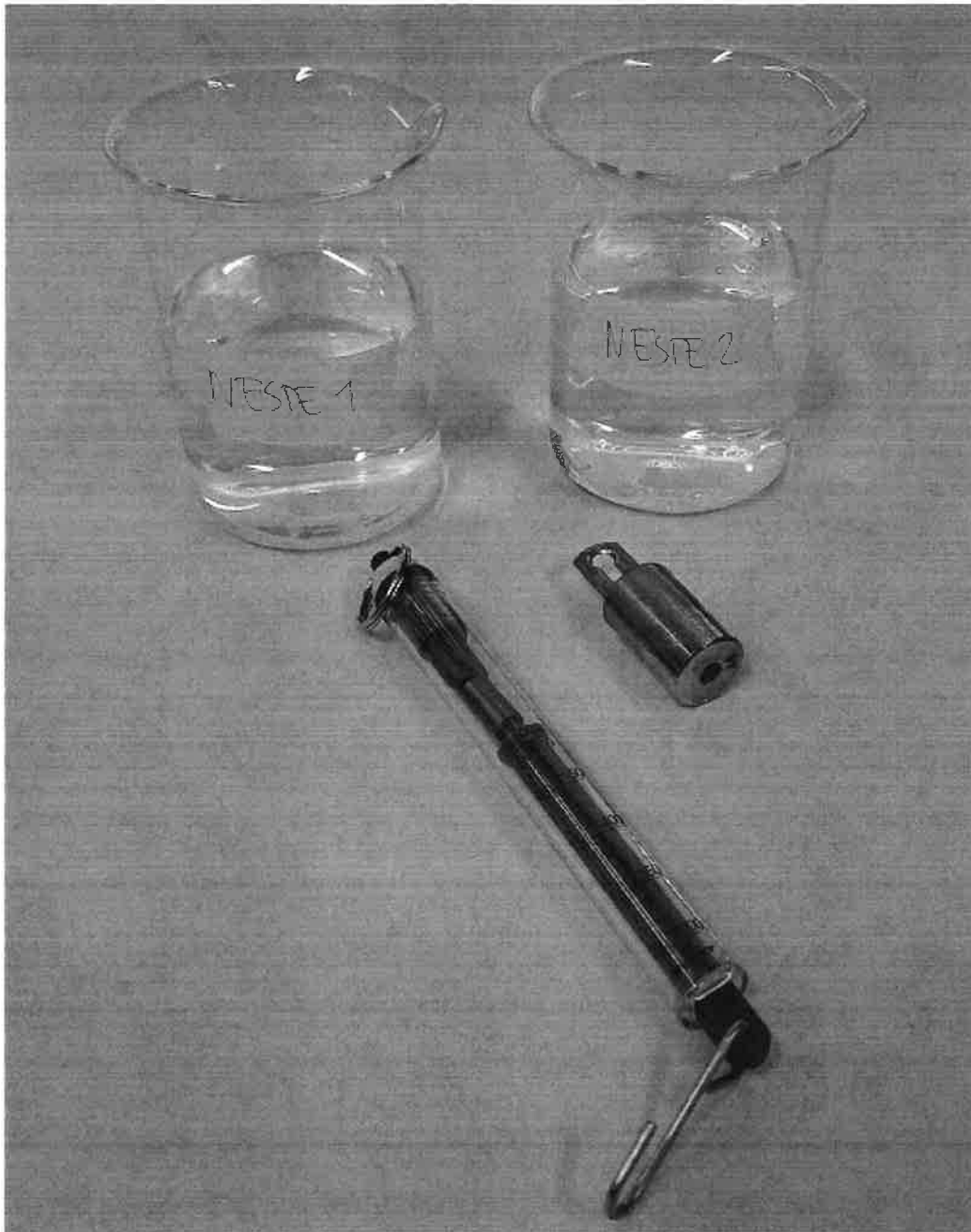
- Tauluun vaikuttavat voimat ja voimien tasapaino. (2 p.) 3p
- Ratkaistu suureyhtälöstä ripustusnarun jännitysvoima. (2 p.) 3p
- Oikea tulos. (1 p.)

7. Kuulan liike 15 p.

Aineistossa 7.A olevalla videolla kuula päästetään vierimään kaltevaa tasoa pitkin. Tason takana on metrin mittainen tauluviivain ja tietokoneen näytöllä näkyvä kello mittaa liikkeeseen kuluva aikaa.

Aineisto

7.A Kuulan liike



5)

RATKAISU

Nesteessä punnukseen vaikuttavat voimat ovat paino, jousivoima ja noste. Punnuksen ollessa paikallaan noste on painon ja jousivoiman erotus. Punnukseen vaikuttavan nosteen suuruus saadaan, kun luetaan jousivaa'an lukema ilmassa ja nesteessä. Noste on kappaleen syrjäyttämän nestemäärän paino ($N = \rho g V$), joten tiheämmässä nesteessä noste on suurempi.

Ripustetaan punnus jousivaakaan ja luetaan jousivaa'an lukema, joka on punnuksen paino. Upotetaan punnus nesteeseen 1 ja luetaan jousivaa'an lukema. Upotetaan punnus nesteeseen 2 ja luetaan jousivaa'an lukema. Lasketaan noste, joka on jousivaa'an lukemien erotus ilmassa ja nesteissä. Nesteistä tiheämpi on se, jossa noste on suurempi.

PISTEYTYS

- Punnukseen tasapainossa vaikuttavista voimista noste painon ja jousivoiman erotuksena. (3 p.)
- Nosteen suureyhtälö ja päätelmä suuremmasta nesteestä tiheämmässä nesteessä. (3 p.)
- Kerrottu, miten välinellä mitataan paino ja jousivoima nesteessä 1 ja nesteessä 2. (3 p.)
- Kerrottu, miten mittaustuloksista saadaan noste. (3 p.)
- Kerrottu, miten päätellään, kumpi nesteistä on tiheämpi. (3 p.)

6) Korkeus $h_a = 7.5 \text{ m}$
 Kulma $\alpha = 14^\circ$
 Kitkakerroin $\mu = 0.11$

Laskijan potentiaalienergia muuttuu
 liike-energiaksi ja kitkan vältyksellä
 systeemin sisäenergiaksi (eli lämmöksi)

Mekanikan energiaperiaatteen mukaan $E_{p,a} + E_{k,a} + W = E_{p,l} + E_{k,l}$

Nollataso mäen alla $\Rightarrow$ loppukorkeus $h_l = 0 \Rightarrow E_{p,l} = 0$

Alkunopeus $v_a = 0 \Rightarrow E_{k,a} = 0$

Siispä $E_{p,a} - W = E_{k,l}$

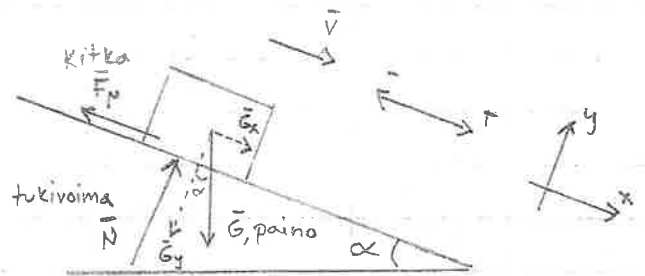
Kitkavoima

Hiihtäjä on levossa y-suunnassa. Dynamiikan perustlain mukaan silloin $\sum \vec{F}_y = \vec{0}$, eli

$\vec{N} + \vec{G}_y = \vec{0}$ eli $N - G_y = 0$ ja $N = G_y$

$\frac{G_y}{G} = \cos \alpha$ eli $G_y = G \cos \alpha = mg \cos \alpha$

Nyt kitkavoima $F_p = \mu N = \mu mg \cos \alpha$



Kitkatyö

Mäen pituus saadaan yhtälöstä $\frac{h_a}{s} = \sin \alpha$, mistä

$$s = \frac{h_a}{\sin \alpha} = \frac{7.5 \text{ m}}{\sin 14^\circ} = 31.002 \text{ m}$$

Kitkatyö on siis $W = F_p s = \mu mg \cos \alpha \cdot s$

Loppuvauhti

Mekanikan energiaperiaate $mgh_a - W = \frac{1}{2}mv_l^2$

$$\cancel{m}gh_a - \cancel{\mu}mg\cos\alpha s = \frac{1}{2}\cancel{m}v_l^2 \quad || : m \quad || \cdot 2 \quad || \sqrt{}$$

$$v_l = \sqrt{2gh_a - 2\mu g \cos \alpha \cdot s}$$

$$v_l = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 7.5 \text{ m} - 2 \cdot 0.11 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 14^\circ \cdot 31.002 \text{ m}}$$

$$v_l = 9.068 \dots \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{9.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

- 7) Sinitarran massa $m_s = 62 \text{ g}$
luodin massa $m_L = 0,51 \text{ g}$
Korkeus $h = 11 \text{ cm}$

Sinitarra on aluksi paikallaan. Kun luoti osuu siihen, se lähtee liikkeelle nopeudella u luodin jäädessä siihen kiinni. Sinitarra nousee korkeudelle h ja siihen vaikuttaa vain konservatiivisia voimia $\Rightarrow$ mekaaninen energia säilyy.

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} m u^2 = m g h$$

$$u = \sqrt{2 g h} = 1,469... \text{ m/s}$$

Luodin törmätessä sinitarraan liikemäärä säilyy

$$p_L = p_{L,s} \quad v = \text{luodin nopeus ennen törmäystä}$$

$$m_L v = (m_L + m_s) u \quad || : m_L$$

$$v = \frac{(m_L + m_s) u}{m_L} = 180,06... \text{ m/s} \approx \underline{\underline{180 \text{ m/s}}}$$