

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2025/2026 õ.-a.

LAHENDUSED 8. KLASSILE

Ülesannete alternatiivsed, aga füüsikaliselt korrektsed lahendused tuleb täispunktidega hinnata.

1. (TEATEVÕISTLUS) 10p

- a. Kirjutame välja kõikide etappide pikkused ja kiirused, mille abil saab leida kogu aja ja kogu teepikkuse keskmise kiiruse jaoks.

$$v_{\text{keskmine}} = \frac{s_{\text{kogu}}}{t_{\text{kogu}}} \text{ (1p)}$$

$$s_1 = 600 \text{ m}$$

$$v_1 = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{(18 \cdot 1000)}{3600} = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (0,5 p)}$$

$$r_2 = 100 \text{ m}$$

$$s_2 = \frac{2\pi r_2}{2} + 2r_2 = r_2(\pi + 2) \approx 514 \text{ m} \text{ (1p)}$$

$$v_2 = 12 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{12 \cdot 1000}{3600} = 3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s_3 = 500 \text{ m}$$

$$v_3 = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d_4 = 60 \text{ m}$$

$$s_4 = \pi r_4 = \frac{\pi d_4}{2} \approx 94 \text{ m} \text{ (0,5p)}$$

$$v_4 = 10 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{10 \cdot 1000}{3600} = 2,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kogu teepikkus on iga etapi teepikkuste summa.

$$s_{\text{kogu}} = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 1708,4 \text{ m} \text{ (1p)}$$

Kogu aeg on iga etapi aegade summa ning iga etapi aja saab leida kiiruse valemist:

$$t_{\text{kogu}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 154,4$$

$$v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v} \text{ (1p)}$$

$$t_{\text{kogu}} = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} + \frac{s_3}{v_3} + \frac{s_4}{v_4} = 558,2 \text{ s} = 9 \text{ min } 18,2 \text{ s} \text{ (1p)}$$

$$v_{\text{keskmine}} = \frac{s_{\text{kogu}}}{t_{\text{kogu}}} \approx 3,06 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 11 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ (1p)}$$

- b. Kõige pealt tuleb leida, millise ajaga pidanud jooksja oma etapi läbima.

$$t_{\text{soov}} = 8 \text{ min} = 480 \text{ s}$$

Kogu ajast soovitud aja lahutamine annab aja vahe, kui palju kiiremini oleks pidanud jooksja jooksma:

$$\Delta t = t_{\text{kogu}} - t_{\text{soov}} = 558,2 - 480 = 78,2 \text{ s (0,5p)}$$

$$t'_3 = t_3 - \Delta t = 250 - 78,2 = 171,8 \text{ s (0,5p)}$$

Nüüd saab arvutada soovitud jooksja kiiruse:

$$u_3 = \frac{s_3}{t'_3} = 2,91 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (1p)}$$

Viimaks saab leida mitu protsenti pidi kiiremini jooksja jooksma:

$$p = \left(\frac{u_3 - v_3}{v_3} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{2,91 - 2,0}{2,0} \right) \cdot 100\% \approx 46\% \text{ (1p)}$$

2. (PURGISUPP) 10p

- a. Suppi tuleb kokku teha 10 liitrit, mis koosneb nii supist kui veest.

$$V = V_s + V_v = 10 \text{ l} = 0,01 \text{ m}^3 \text{ (1p)}$$

Purgisupi ja vee tiheduse abil saab leida nende massid

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \rightarrow m_s = \rho_s V_s \quad m_v = \rho_v V_v \text{ (1p)}$$

Supi mass on nii purgisuppide kui vee mass.

$$m = m_s + m_v \text{ (1p)}$$

Supi tihedusest saab leida vee ruumala.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_s + m_v}{V} = \frac{\rho_s V_s + \rho_v V_v}{V}$$

Purgisupi ruumala saab leida kogu ruumalast

$$V_s = V - V_v \text{ (1p)}$$

$$\rho = \frac{\rho_s(V - V_v) + \rho_v V_v}{V} = \frac{\rho_s V - \rho_s V_v + \rho_v V_v}{V}$$

$$V_v = V \frac{\rho - \rho_s}{\rho_v - \rho_s} = 5 \text{ l (1p)}$$

- b. Ühe supiämbri massi saab leida supi tiheduse ja ämbri massi abil:

$$m_{\text{kokku}} = m_{\text{ä}} + m = m_{\text{ä}} + \rho V$$

$$m = \rho V = 10,5 \text{ kg (1p)}$$

$$m_{\text{kokku}} = 0,3 \text{ kg} + 10,5 \text{ kg} = 10,8 \text{ kg (1p)}$$

Ühele supiämbriale mõjuv jõud on võrdne sellele mõjuva raskusjõuga:

$$F = mg = 108 \text{ N (1p)}$$

Supi ämbriale kaanele saab asetada maksimaalselt

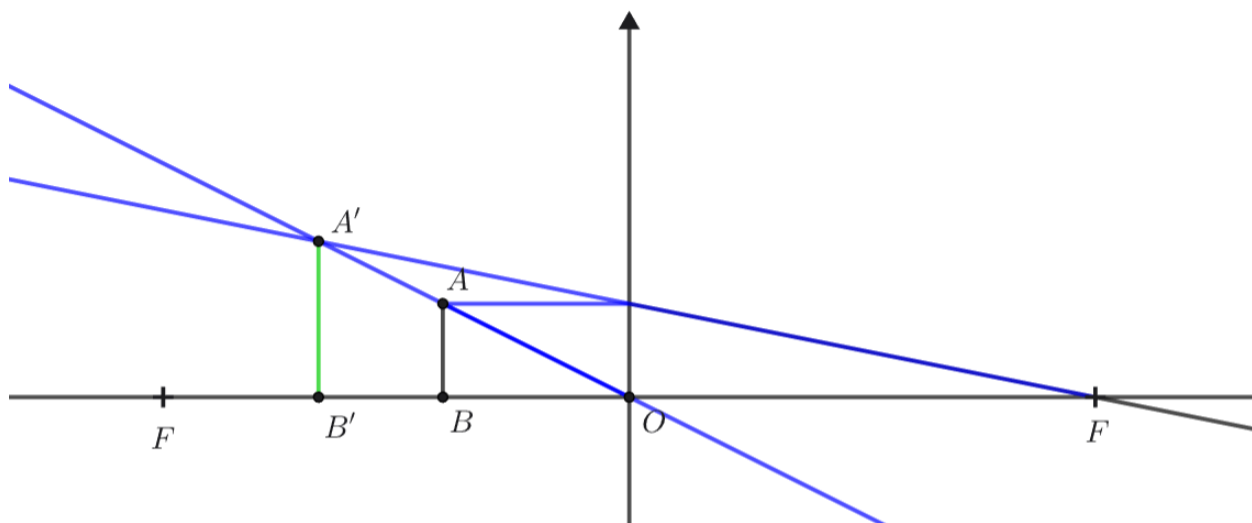
$$\frac{F_{\max}}{F} = \frac{350 \text{ N}}{108 \text{ N}} \approx 3,4 \text{ (1p)}$$

Järelikult saab ämbri kaanele maksimaalselt asetada 3 supiämbrit ja maksimaalne torni kõrgus on 4 ämbrit. (1p)

3. LUUP 8p

Arusaamine, et luup on kumerlääts. (1p)

Konstrueerime luubis lõigu AB kujutise A'B' (vt joonist). (3p)



Õpilane võib lahendada ülesande, mõõtes joonisel kujutise A'B' ja lõigu AB pikkused ning leida selliselt ka arvulise vastuse. Samas võib kujutise A'B' kauguse luubist B'O leida valemist:

$$\frac{1}{B'O} = \frac{1}{f} - \frac{1}{BO} = \frac{1}{f} - \frac{1}{\frac{2}{5}f} = \frac{2-5}{2f} = -\frac{3}{2f} \rightarrow B'O = -\frac{2}{3}f \text{ (negatiivsus tähistab siin asjaolu, et kujutis asetseb esemega samal pool lääts, edaspidi võib kasutada kauguse absoluutväärtust).}$$

Leiame otsitava suurenduse sarnastest kolmnurkadest:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{B'O}{BO} = \frac{\frac{2}{3}f}{\frac{2}{5}f} = \frac{5}{3}.$$

Suurenduse leidmiseks vajalikud mõõtmised või arvutused (2p)

arvuline vastus (1p)

vastus on vahemikus 1,5 kuni 1,8 (suhtelise veaga $\pm 10\%$) (1p)

Alternatiivsete korrektsete lahenduste eest (näiteks läätse valemi kasutamine) tuleb samuti anda maksimumpunktid, joonise tegemine ei ole kohustuslik.

4. RÕHUPLAAT (10p)

Tiheduse leidmiseks peab teadma keha massi ja ruumala.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (1p)}$$

Graafikult tuleb aru saada, et sirged algavad punktidest, kus plaadile mõjub ainult raskusjõud ning selle abil on võimalik leida keha mass

$$F_r = 1,2\text{N} \text{ (1p)}$$

$$F_r = mg \rightarrow m = \frac{F_r}{g} = 0,12 \text{ kg (1p)}$$

Graafikul on kujutatud klotsi sõltuvust $p = \frac{F}{S}$, kus kolme sirge tõus on võrdne iga erineva külje pindala pöörd väärtusega. **(1p)** Täpsema lahenduse leidmiseks on mõistlik leida sirge tõusu pöördväärtus $S = \frac{1}{k} = \frac{\Delta F}{\Delta p}$, aga piisab ka kui kasutada sirgel asetsevad punkte nt sirged algavad olukorrast, kus jõud on võrdne raskusjõuga $F_r = 1,2\text{N}$.

$$S_1 = \frac{F_r}{p_{01}} = \frac{1,2 \text{ N}}{400 \text{ Pa}} = 0,0030 \text{ m}^2 \text{ (1p)}$$

$$S_2 = \frac{F_r}{p_{02}} = \frac{1,2 \text{ N}}{600 \text{ Pa}} = 0,0020 \text{ m}^2 \text{ (0,5p)}$$

$$S_3 = \frac{F_r}{p_{03}} = \frac{1,2 \text{ N}}{800 \text{ Pa}} = 0,0015 \text{ m}^2 \text{ (0,5p)}$$

Kui õpilane kasutab graafikul teisi punkte, siis hinnata täispunktidega, kui vastus ei erine üle 10%.

Kui on teada klotsi pindalad ja et tegu on risttahukaga, siis on hea kasutada ruumala leidmiseks valemeid:

$$S_1 = ab, S_2 = bc, S_3 = ac, \text{ (1p)}$$

$$S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = ab \cdot bc \cdot ac = a^2 b^2 c^2 \rightarrow \sqrt{a^2 b^2 c^2} = \sqrt{S_1 \cdot S_2 \cdot S_3} = abc = V \text{ (1p)}$$

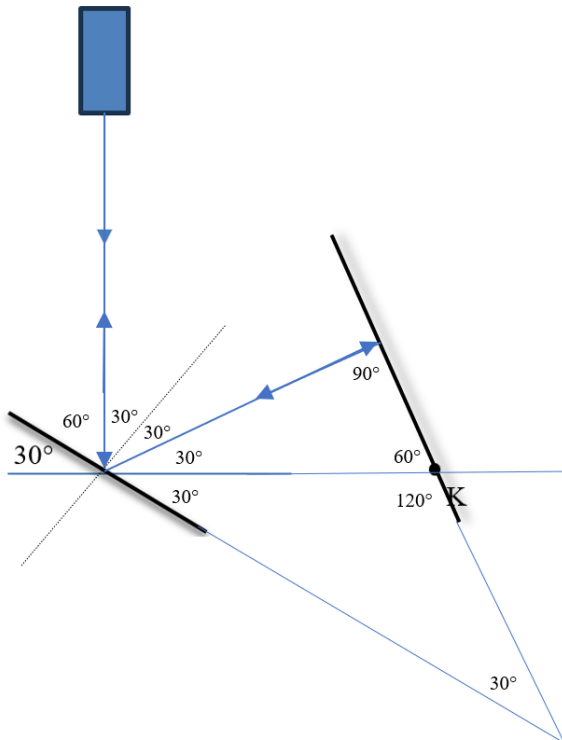
$$V = \sqrt{S_1 S_2 S_3} \approx 9,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ (1p)}$$

Viimaks saab arvutada tiheduse

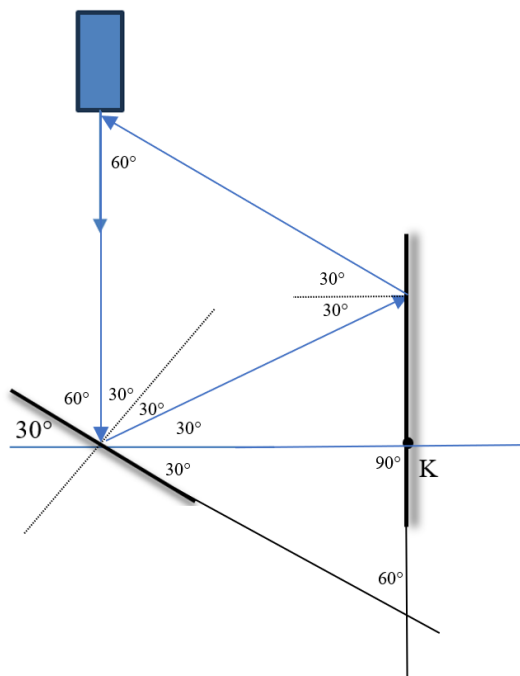
$$\rho = \frac{0,12}{9,5 \cdot 10^{-5}} \approx 1263 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (1p)}$$

5. PEEGLID 10p

- a. Kui esialgu langes kiir risti peegliga, siis oli langemisnurk 0° . **(1p)** Kui peegel pöördus 30° , siis tekkis 30° nurk langenud kiire ja pinnaristsirge vahele. **(1p)** Kuna peegeldumisnurk on võrdne langemisnurgaga $\alpha = \beta$ **(1p)**, siis on ka peegeldumisnurk 30° ehk nurk langenud kiire ja peegeldunud kiire vahel on $\alpha + \beta = 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$. **(1p)**
- b. Teise peegli saab asetada kahte erinevasse asendisse, mis vastab ülesande tingimustele, et laserkiir jõuaks tagasi laserisse. Esimene variant on panna teine peegel selliselt, et laserkiir langeks sellele risti peegelpinnaga. **(1p)** Sellisel juhul on langemisnurk 0° ja laserkiir liigub täpselt sama teed mööda tagasi laserisse. Peeglite vahelise nurga saab leida kolmnurkade abil teades, et kolmnurga nurkade summa on 180° . Sellisel juhul on peeglite vaheline nurk 30° . **(1p)** Õigesti joonistatud kiired **(1p)**



Teises lahendis moodustub peeglitest refraktor, see tähendab, et peeglid on omavahel 60° all ning laserkiir jõuab tagasi laserisse. **(1p)** Teise peegli langemis ja peegeldumisnurgad on samuti 30° **(1p)** ning laserkiirtest moodustub võrdkülgne kolmnurk vt. joonist.



Õigesti joonistatud kiired (1p)