

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2021/2022 õ.-a.

LAHENDUSED 9. KLASSILE

1. LAEV JUTA (6p)

Ülesandele võib läheneda kahel viisil, vaadeldes rõhu muutust basseini põhjale (1) basseini vedelikusamba kõrguse muutuse tõttu või (2) summaarse raskusjõu muutuse tõttu. Mõlema lahenduse puhul võib avaldamist alustada näiteks teadaolevast rõhu muutusest või otsitavast laeva massist (punkte anda olenemata avaldamise järjekorrast).

Lahendus 1

Basseini põhjale mõjuva rõhu tõus:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h, \text{ kus } h \text{ on basseini veetaseme kõrguse tõus. (1p)}$$

Basseini veetaseme kõrguse muutus:

$$h = \frac{V_x}{S}, \text{ kus } V_x \text{ on laeva poolt väljatõrjutud vee ruumala ja } S \text{ on basseini pindala. (1p)}$$

$$S = 10 \text{ m} \cdot 30 \text{ m} = 300 \text{ m}^2 \text{ (1p)}$$

Väljatõrjutud vee ruumala V_x avaldub ujumise tingimusest:

$$F_{\ddot{u}} = F_r \rightarrow \rho \cdot V_x \cdot g = m \cdot g, \text{ kus } m \text{ on laeva mass. (1p)}$$

Laeva mass:

$$m = \rho \cdot V_x = \rho \cdot S \cdot h = \frac{\rho \cdot S \cdot \Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{\Delta p \cdot S}{g} \text{ (1p)}$$

$$m = \frac{200 \text{ Pa} \cdot 300 \text{ m}^2}{10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 6000 \text{ kg} \text{ (1p)}$$

Lahendus 2

Basseini põhjale mõjuva rõhu muutus tuleneb laevale mõjuvast raskusjõust:

$$\Delta p = \frac{F_r}{S}, \text{ kus } S \text{ on basseini pindala. (2p)}$$

$$S = 10 \text{ m} \cdot 30 \text{ m} = 300 \text{ m}^2 \text{ (1p)}$$

Laevale mõjuv raskusjõud:

$$F_r = m \cdot g, \text{ kus } m \text{ on laeva mass. (1p)}$$

Laeva mass:

$$m = \frac{F_r}{g} = \frac{\Delta p \cdot S}{g} \text{ (1p)}$$

$$m = \frac{200 \text{ Pa} \cdot 300 \text{ m}^2}{10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 6000 \text{ kg (1p)}$$

2. OTT (10p)

Andmed:

$$t_1 = 6 \text{ s}$$

$$v_0 = 0$$

$$v_1 = 43,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (0,5p)}$$

$$t_3 = 4 \text{ s}$$

$$v_2 = 0$$

$$v_k = 28,8 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (0,5p)}$$

Leida: $t_2 = ?$

$$v_k = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3} \text{ (1p)}$$

$$s_1 = v_{k1} t_1 \quad v_{k1} = \frac{v_1}{2} \quad v_{k1} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad s_1 = 6 \cdot 6 = 36(\text{m}) \text{ (1p)}$$

$$s_3 = v_{k3} t_3 \quad v_{k3} = \frac{v_1}{2} \quad v_{k3} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad s_3 = 6 \cdot 4 = 24(\text{m}) \text{ (1p)}$$

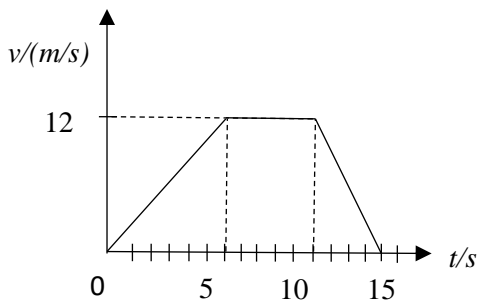
$$s_2 = v_1 t_2 \quad s_2 = 12 t_2 \text{ (1p)}$$

$$8 = \frac{36 + 12t_2 + 24}{6 + t_2 + 4} \rightarrow 8(6 + t_2 + 4) = 36 + 12t_2 + 24$$

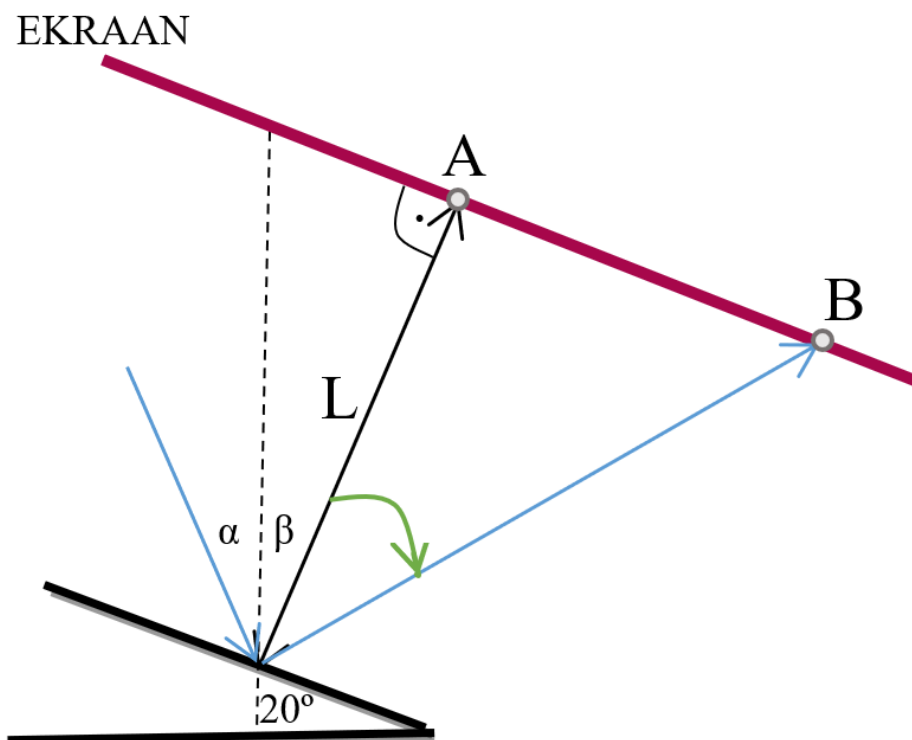
$$48 + 8t_2 + 32 = 36 + 12t_2 + 24 \rightarrow 4t_2 = 20 \rightarrow t_2 = 5(\text{s}) \text{ (2p)}$$

Kasutades eelnevalt leitud suuruseid saab joonistada kiiruse sõltuvus liikumise ajast graafiku.

(3p)



3. PÄIKESEJÄNKU (8p)



Korrektne joonis (1p)

$$L = 8 \text{ m}$$

L - tähistab esialgses asendis peegilt ekraanile täisnurga alla langevat kiirt

β on esialgses asendis peegilt peegeldunud kiire peegeldumisnurk

α on esialgses asendis peeglile langeva kiire langemisnurk

Kuna peegeldumisnurk võrdub langemisnurgaga, siis on langemis-ja peegeldumisnurga vaheline nurk peegli algasendis 2α kraadi. **(1p)**

Kui peeglit pöörata 20 kraadise nurga võrra, siis pöörduv ka peeglile tõmmatud ristsirge 20 kraadi võrra samas suunas. Seega on uues asendis peeglile langeva langeva kiire langemisnurk nüüd $(\alpha + 20^\circ)$. Valguse peegeldumisseaduse kohaselt suureneb ka peegeldumisnurk 20 kraadi võrra. **(1p)**

Seega on langemis-ja peegeldumisnurga vaheline nurk peegli uues asendis $(\alpha + 20^\circ) + (\alpha + 20^\circ) = (2\alpha + 40^\circ)$ **(1p)**

Eelpool toodud arutlusest järeldub, et päikesejänku, mis oli esialgu ekraani punktis A ja nihkus ekraanil punkti B nii, et nurk, mida joonisel kujutab vabakäega tõmmatud kaar, on $2\alpha + 40^\circ - 2\alpha = 40^\circ$ st kahekordne peegli pöördenurk. **(2p)**

Jooniselt nähtub, et päikesejänku hüppepikkus ekraanil $s = AB = 8 \tan 40^\circ = 8 \cdot 0,84\text{m} \approx 6,7\text{m}$ **(2p)**

Lugeda õigeks ka joonise abil leitud hüppepikkus, mis ei erine olulisel määral matemaatilisest lahendusest.

4. LAETUD KERAD (8p)

1) Kehade laengud enne kokkupuudet on leitav seosest $q = Ne$, järelikult

$$q_A = N_A e = 1 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{C} \text{ (1p)}$$

$$q_B = N_B e = 3 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = -4,8 \cdot 10^{-10} \text{C} \text{ (1p)}$$

Andmete teisendus **(1p)**.

B kera laeng on negatiivne, kuna talle on elektrone lisatud, kui keralt A on elektrone ära võetud. Kui kerad ühendada, siis laengud ühtlustuvad ja mõlemad kerad omandavad sama suure laengu.

$$q_A = q_b = \frac{1,6 \cdot 10^{-10} + (-4,8 \cdot 10^{-10})}{2} = -1,6 \cdot 10^{-10} \text{C} \text{ (2p)}$$

2) Elektrivoolu suund on positiivsete osakeste liikumise suund ehk elektronide liikumise suunale vastassuunaline, seega keralt A kerale B. **(1p)**

Voolutugevus on leitav seosest $I = \frac{q}{t}$, kus q on üle kandunud laeng.

$$I = \frac{q}{t} = \frac{|q_B| - |q_A|}{t} = \frac{|-4,8 \cdot 10^{-10}| - |1,6 \cdot 10^{-10}|}{1 \cdot 10^{-9}} = 0,32 \text{ A} = 320 \text{ mA} \text{ (2p)}$$

5. KEEDUPOTT (8p)

Vee viimiseks algtemperatuurilt keemistemperatuurini kulub soojushulk $Q_1 = cm(t^\circ - t_0^\circ)$. **(1p)**

Vee täielikuks aurustamiseks kulub soojushulk $Q_2 = Lm$. **(1p)** Kuna soojusenergia kogus ajaühikus ei muutu, siis ei muutu pliidi soojusvõimsus ja kehtib seos:

$$N = \frac{Q_1}{t_1} \quad N = \frac{Q_2}{t_2} \quad \mathbf{(2p)}$$

Kuna võimsused on võrdsed saab eelnevad seosed omavahel ühendada:

$$\frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \rightarrow t_2 = \frac{Q_2}{Q_1} \cdot t_1 = \frac{Lm}{cm(t^\circ - t_0^\circ)} \cdot t_1 = \frac{L}{c(t^\circ - t_0^\circ)} \cdot t_1 \quad \mathbf{(1p)}$$

Andmete teisendus **(1p)**.

$$t_2 = \frac{2,3 \cdot 10^6}{4200(100-10)} \cdot 10 = 60,8 \text{ (min)} \quad \mathbf{(2p)}$$