

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2025/2026 õ.-a.

LAHENDUSED 9. KLASSILE

Ülesannete alternatiivsed, aga füüsikaliselt korrektsed lahendused tuleb täispunktidega hinnata.

1. (SÜDAME TÖÖ) 10p

Tehtud töö on:

$$A = F_s, \text{ (1p)}$$

kus jõudu saame leida rõhu defintsioonivalemist,

$$\Delta p = \frac{F}{S} \text{ (1p)}$$

ja kuna ruumala

$$V = Ss, \text{ (1p)}$$

siis

$$A = \Delta p Ss = \Delta p V.$$

Rõhu muutus on $\Delta p = p_2 - p_1$ (1p) ja vedelikusamba rõhu valemist (1p) saame:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho g h_2 - \rho g h_1 = \rho g \Delta h.$$

Lõplikuks südame töö hindamiseks saame seose

$$A = \rho g \Delta h V. \text{ (1p) Lisaks 1p teisendustes eest.}$$

15 minuti ehk 900 sekundi (1p) jooksul teeb süda $N = ft = 675$ lööki (1p) ja õige lõplik arvutus annab

$$A \approx 330,5 \text{ J (1p)}$$

2. (PLOKID) 8p

$$\text{Süsteemi kasutegur } \eta = \frac{A_{\text{kas}}}{A_{\text{kogu}}}. \text{ (1p)}$$

Kasulik töö $A_{\text{kas}} = F_r s = mgh$, (1p) kus F_r on koormisele mõjuv raskusjõud.

Kogu töö leidmiseks arvestame, et ühe liikuva plokiga võidetakse jõus 2 korda. (1p)

Seega tuleb koormise ja ploki tõstmiseks rakendada jõudu $F = \frac{(m + m_{\text{plok}})g}{2}$, (1p) kusjuures $m_{\text{plok}} = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$ (1p)

Vastavalt mehaanika kuldreeglile kaotame aga teepikkuses samuti 2 korda. (1p)

Kogu töö $A_{\text{kogu}} = F \cdot 2h = (m + m_{\text{plokk}})gh$. (1p)

$$\text{Kasutegur } \eta = \frac{A_{\text{kas}}}{A_{\text{kogu}}} = \frac{mgh}{(m + m_{\text{plokk}})gh} = \frac{1,5 \text{ kg}}{1,8 \text{ kg}} \approx 0,8. \text{ (1p)}$$

Alternatiivselt

$$\text{Süsteemi kasutegur } \eta = \frac{A_{\text{kas}}}{A_{\text{kogu}}}.$$

Mittekasulik töö ei tule antud juhul hõõrdumisest, vaid sellest, et koos koormisega tuleb tõsta ka liikuvat plokki. Kuna töö on võrdne kehade potentsiaalse energia muuduga, saame, et

$$\eta = \frac{A_{\text{kas}}}{A_{\text{kogu}}} = \frac{mgh}{mgh + m_{\text{plokk}}gh} = \frac{1,5 \text{ kg}}{1,8 \text{ kg}} \approx 0,8$$

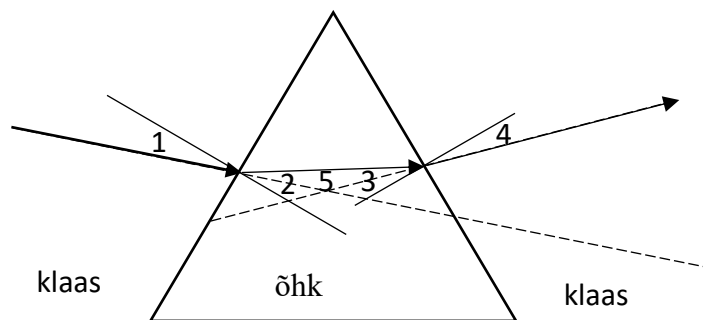
Märkus 1

Ülesanne taandub suures osas mõistmisele, et oluline osa süsteemi käitamisest tehtud tööst kulub liikuva ploki tõstmiseks, mis on mittekasulik töö. Selle mõistmise ja märkimise eest võib anda kuni 4 punkti, kui õpilane näiteks kasuteguri mõistet või töö ja energia valemeid ei tea ja seetõttu ülesannet edasi ei lahenda. Üldjuhul võiks ülesande lahendus pärast eelmainitud mõistmist siiski lihtsaks osutuda.

Märkus 2

Kui õpilane saab õigesti aru ning **selgitab**, et osa süsteemi käitamisest tehtud tööst kulub liikuva ploki tõstmiseks ning järeldab sellest kohe, et kasutegur peab võrduma koormise massi ning koormise ja ploki kogumassi suhtega, siis anda maksimumpunktid.

3. (PRISMA) 10p



Joonisel põhimõtteliselt õige kiirte käik koos pinna ristsirgetega. (4p)

Langemisnurk 1 on 20° . Arvestame, et valgus levib klaasist õhku ja kiirte käik on pööratav. Seetõttu saame leida, et kui murdumisnurk klaasi sisenemisel oleks 20° , siis langemisnurk peab olema graafiku järgi 31° ehk kui valgus levib klaasist õhku, siis on murdumisnurk 31° . (1p)

Langemisnurga 3 saab leida kolmnurga sisenurkade summa ja täisnurga abil:
 $180^\circ - 60^\circ - (90^\circ - 31^\circ) = 61^\circ$ (1p)

$$90^\circ - 61^\circ = 29^\circ$$
 (1p)

Graafiku põhjal leiame, et õhust sellise nurga all õhu ja klaasi piirile langeva kiire murdumisnurk on 19° . (1p)

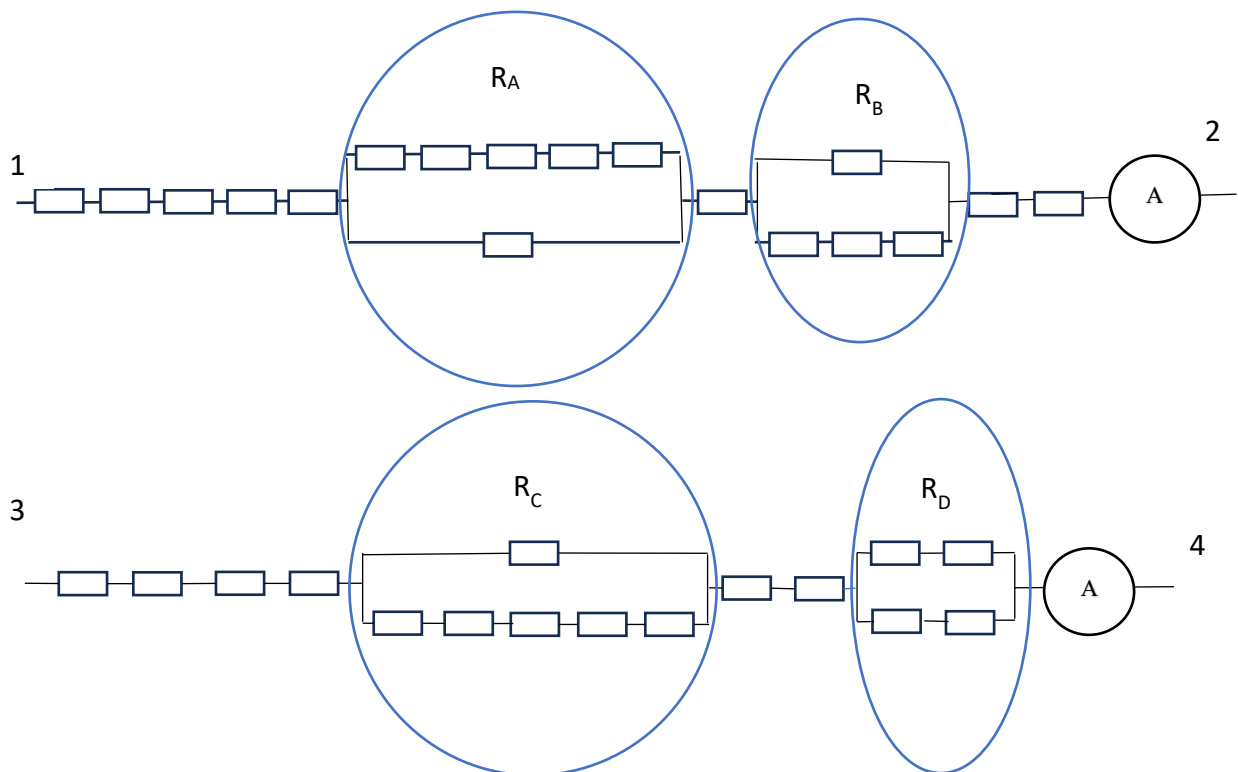
Prismasse siseneva ja väljuva kiire pikendused ja prisma kaks tahku moodustavad nelinurga. Nelinurga sisenurkade summa peab olema 360° .

Sellest seosest saame leida nurga 5 prismasse siseneva ja prismast väljuva kiire vahel:
 $360^\circ - 60^\circ - (90^\circ - 20^\circ) - (90^\circ - 19^\circ) = 159^\circ$ (2p)

Lahendus lugeda õigeks ka siis, kui on korrektne joonis õigete nurkade väärtustega ja vastus on mõõdetud jooniselt kuni 20 % erinevusega.

4. AASTA VOOLUTUGEVIK 10p

Alternatiivskeemid on järgnevad:



$R_I = I\Omega$ Kuna pinged on võrdsed, siis voolutugevuste suhe on võrdne takistuste suhtega

$$U_{I2} = U_{34}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = ? \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{U_{12}}{R_{12}}}{\frac{U_{34}}{R_{34}}} = \frac{R_{34}}{R_{12}} \quad (1p)$$

Kogu takistuse leidmiseks on mõistlik leida skeemidel tähistatud osade takistused eraldi ja seejärel kogu takistused:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{5R_1} = \frac{6}{5R_1} \rightarrow R_A = \frac{5R_1}{6}$$

$$\frac{1}{R_B} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{3R_1} = \frac{4}{3R_1} \rightarrow R_B = \frac{3R_1}{4}$$

$$R_{12} = 8R_1 + \frac{5R_1}{6} + \frac{3R_1}{4} = \frac{96R_1 + 10R_1 + 9R_1}{12} = \frac{115R_1}{12} \quad (4p)$$

Kui õpilane leiab kogutakistuse ühe tehtena, siis hinnata täis punktidega, kui on põhjendatud valemi või skeemiga.

$$\frac{1}{R_C} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{5R_1} = \frac{6}{5R_1} \rightarrow R_C = \frac{5R_1}{6}$$

$$\frac{1}{R_D} = \frac{1}{2R_1} + \frac{1}{2R_1} = \frac{2}{2R_1} \rightarrow R_D = R_1$$

$$R_{34} = 7R_1 + \frac{5R_1}{6} = \frac{47R_1}{6} = \frac{94R_1}{12} \quad (4p)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{94R_1}{12}}{\frac{115R_1}{12}} = \frac{94}{115} = 0,82 \quad I_2 \text{ on suurem } \frac{I_2}{I_1} = \frac{115}{94} = 1,22 \text{ korda. (1p)}$$

5. ETANOL

Kui etanool hakkab ühtlase võimsusega jahtuma alates 100°C, siis kõigepealt etanooliaurud jahtuvad, seejärel toimub kondenseerumine graafikul ~80°C juures. Seejärel hakkab vedel etanool jahtuma, kui jõuab temperatuurini graafikult ~ -115°C juures, kus hakkab tahkuma. Protsessi käigus etanooli mass ei muutu. (1p)

Vedelat etanooli kirjeldab jahtumisel seos

$$N = \frac{Q_1}{t_1} = \frac{cm\Delta T}{t_1} \rightarrow c = \frac{Nt_1}{m\Delta T} \quad (2p)$$

Graafikult leiame, et $\Delta T = -115^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C} = -195^\circ\text{C}$ (1p) ning $t_1 = 59\text{s} - 41\text{s} \approx 18\text{s}$ (1p)

Etanooli tahkumist kirjeldab seos

$$N = \frac{Q_2}{t_2} = \frac{-\lambda m}{t_2} \rightarrow \lambda = \frac{-Nt_2}{m} \text{ (2p)}$$

Graafikult näeme, et $t_2 = 63s - 59s \approx 4s$ (1p)

Erisoojuse ja sulamissoojuse suhe on

$$\frac{c}{\lambda} = \frac{\frac{Nt_1}{m\Delta T}}{\frac{-Nt_2}{m}} = \frac{Nt_1 m}{-m\Delta T Nt_2} = \frac{t_1}{-\Delta T t_2} = 0,023 \frac{1}{^\circ\text{C}} \text{ (2p)}$$

Kui õpilane ei märgi, et temperatuuri muutus on negatiivne ning tahkumisel eraldunud energia on negatiivne, siis anda maksimaalselt 8p.