

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2025/2026 õ.-a.

LAHENDUSED 11. KLASSILE

Ülesannete alternatiivsed, aga füüsikaliselt korrektsed lahendused tuleb täispunktidega hinnata.

1. KIIRUSKAAMERA 8p

Ülesande lahendamise hõlbustamiseks on mõistlik koordinaatteljestik valida nii, et kiiruskaamera on 0 punktis ja kaamera pöörduv vastavalt sellele kuidas auto liigub. (1p)

Mida kaugemal auto on kiiruskaamerast ehk mida väiksem on

nurk α , seda täpsemalt kiiruskaamera näit v_x läheneb auto tegelikule liikumise kiirusele v (1p):

$$v \approx v_x$$

Mida lähemale auto jõuab kaamerale, seda rohkem tuleb

arvestada, et

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v} \quad (1p)$$

ehk kiiruskaamera näit erineb alati kiirusest $\cos \alpha$ kordaja võrra ja on alati väiksem (1p)

$$v_x = v \cos \alpha$$

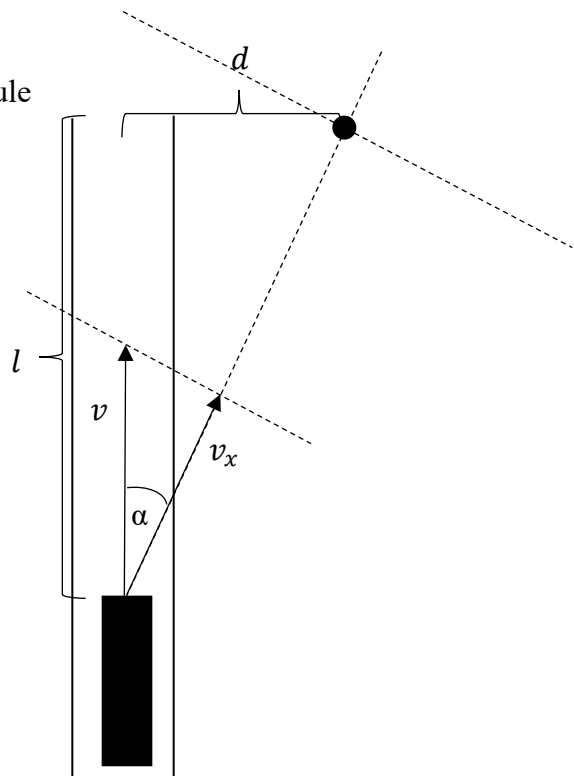
Samas, kehtib ka seos

$$\tan \alpha = \frac{d}{l} \quad (1p)$$

Ülesande tingimustest $v_x \approx 0,9v$, (1p) saame:

$$l = \frac{d}{\tan(\cos^{-1}(\frac{0,9v}{v}))} \quad (1p)$$

$$l = \frac{3 \text{ m}}{\tan(\cos^{-1}(0,9))} \approx 6,2 \text{ m} \quad (1p)$$



2. HEELIUM 8p

Ülesande lahendamiseks on vajalik ideaalse gaasi olekuvõrrand

$$pV = nRT = \frac{mRT}{M} \quad (1p)$$

Tiheduse seob massi ja ruumala ning teame, et ainehulk ja mass protsessi käigus ei muutu.

$$m = \rho \cdot V \quad (1p)$$

Ideaalse gaasi olekuvõrrand saab kuju, kust temperatuuri tuletades näeme, et temperatuur ei sõltu ruumalast.

$$pV = \frac{\rho VRT}{M} \rightarrow T = \frac{pM}{R\rho} \text{ (1p)}$$

Valime tiheduse ja rõhu sõltuvus graafikult kaks punkti:

Algusest mugav punkt, kus $\rho_1 \approx 80 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 0,080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ja samas kohas $p_1 \approx 50 \text{ kPa} = 50\,000 \text{ Pa}$ **(1p õiged punktid koos teisendusega)**

Ja lõpust mugav punkt $\rho_2 \approx 320 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 0,32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ja samas kohas $p_2 \approx 200 \text{ kPa} = 200\,000 \text{ Pa}$ **(1p)**

Saame arvutada kaks temperatuur õigete teisendustega $M(\text{He}) = 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,004 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ **(1p)**

$$T_1 = \frac{p_1 M}{R\rho_1} \approx 301 \text{ K} \text{ (1p)}$$

$$T_2 \approx 301 \text{ K}$$

Temperatuur ei muutu protsessi käigus, tegemist on isotermilise protsessiga. (kui õpilane ütleb pV graafiku kuju järgi, et temperatuur ei muutu, siis punkti ei saa) **(1p)**

Kui õpilane lahendab ruumala ja rõhu graafiku abiga ja jõuab õige lahenduseni, siis hinnata täis punktidega, eeldusel, et kasutab sama rõhu ja ruumala punkte mõlemalt graafikult.

3. LEKKIV TÜNN 10p

Tünni ujumisel, kui tünn ei leki, siis on tema mass võrdne väljatõrjutud vee massiga:

$$F_R = F_{\ddot{u}}$$

$$m_{\text{tünn}} g = \rho V_{1\text{vesi}} g$$

$$m_{\text{tünn}} = \rho V_{1\text{vesi}} \text{ (1p)}$$

Väljatõrjutud vee ruumala saab leida tünni põhjapindala ja vees oleva osa kõrguse järgi

$$V_{1\text{vesi}} = S h_1 \text{ (1p)}$$

$$m_{\text{tünn}} = \rho S h_1$$

Õli tihedus on 0,8 korda väiksem merevee tihedusest

$$\rho_o = 0,8 \rho \text{ (1p)}$$

Õli pindala on aga 2 korda suurem tünni põhjapindalast S

$$S_o = 2S$$

Kuna õlikihi paksus on x, siis õli ruumala on

$$V_o = x S_o = 2Sx \text{ (1p)}$$

Ja lekkinud õli mass on

$$m_o = \rho_o V_o = 0,8 \rho \cdot 2Sx = 1,6\rho Sx \text{ (1p)}$$

Tünni lekkimisel tünni mass väheneb lekkinud õli massi võrra **(1p)** ja on tünni uus mass on ikkagi võrdne väljatõrjutud keskkonna massiga, mis on tünni ümber oleva väljatõrjutud õli ja väljatõrjutud vee masside summa:

$$m_{\text{tünn}} - m_o = \rho V_{2\text{vesi}} + \rho_o V_{2o} \text{ (1p)}$$

$V_{2\text{vesi}}$ on nüüd väljatõrjutud vee ruumala, mis on vähem, kui esialgu ja on leitav valemiga

$$V_{2\text{vesi}} = Sh_2$$

V_{2o} on tünni poolt väljatõrjutud õli ruumala, mis on seotud pindala ja kihi paksusega

$$V_{2o} = Sx \text{ (1p)}$$

Lisades massi muutuse võrrandisse kõik eelnevad võrrandid saame:

$$\rho Sh_1 - 1,6\rho Sx = \rho Sh_2 + 0,8\rho Sx \text{ (1p)}$$

Võrrandist on lihtne leida $\Delta h = h_1 - h_2$ väärtust pärast lihtsustamist:

$$h_1 - h_2 = 2,4x$$

Ekh õlitünn kerkib $2,4x$ võrra veest välja. **(1p)**

4. (AKU) 10p

- a. Akuühendusskeemist lähtub, et jadamisi on ühendatud 10 elementi, millega on omakorda rööbiti veel 10 elementi. **(1p)**

$$R_e = 4 \text{ m}\Omega = 0,004 \Omega \text{ (1p)}$$

Jadamisi ühendatud elementide takistus on $R_j = 10R_e$ **(1p)** järelikult kogutakistus on

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_j} + \frac{1}{R_j} = \frac{2}{R_j} \rightarrow R = \frac{R_j}{2} = \frac{10R_e}{2} = 0,02 \Omega \text{ (1p)}$$

Jadamisi ühendatud elementide pinged liituvad ja rööpühenduse pinge on muutumatu järelikult kogupinge on

$$U = U_R = U_j = 10U_e = 36 \text{ V (1p)}$$

- b. Voolutugevuse saab leida oomi seadusega, kus kogu takistuse moodustab akubloki takistus koos mootoritakistusega. **(1p)**

$$I = \frac{U}{R_{\text{kogu}}} = \frac{U}{R_{\text{kogu}} + R} = \frac{36}{0,02 + 2} = 17,8 \text{ A (2p)}$$

- c. Soojuskadude võimsus on kogu sisetakistusel eralduva soojuse võimsus.

$$N = I^2 R_R \Rightarrow N = 17,8^2 \cdot 0,02 \approx 6,3 \text{ W (2p)}$$

5. GOLF MARSIL 10p

Vaba langemise kiirendus g Marsil on $g = \frac{F_g}{m} \text{ (1p)} = \frac{G \frac{mM}{R^2}}{m} \text{ (1p)} = \frac{GM}{R^2} \approx 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (1p)}$

Õige raadiuse teisendus $R = 3390 \text{ km} = 3,39 \cdot 10^6 \text{ m} \text{ (1p)}$

Palli kõrgus pinnast ajahetkel t pärast kukutamist on $h = h_0 - \frac{gt^2}{2} \text{ (1p)}$

Kui pildistamise sagedus on f , siis iga kaadri vahel on aeg $\Delta t = \frac{1}{f} \text{ (1p)}$

Järelikult igasse punkti jõudmise aeg on $t = N\Delta t = \frac{N}{f} \text{ (1p)}$

Asendades selle liikumisvõrrandisse ja algandmete tõttu ka g võrrandi:

$$h = h_0 - \frac{g \left(\frac{N}{f}\right)^2}{2} \rightarrow f = \sqrt{\frac{gN^2}{2(h_0 - h)}} = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{GMN^2}{2(h_0 - h)}}$$

Õiged mõõtmised ja õige möödunud aja valimine **(2p)**

Vaatleme näiteks palli asukohta number 4. Sinna jõudmiseks on kulunud aeg $t_4 = 4\Delta t = \frac{4}{f}$ ning palli kõrgus on ligikaudu 0,18 m. Seega liikumisvõrrandist

$$0,18 = 1 - \frac{3,7 \cdot 16}{2f^2}, \text{ millest } f = \sqrt{\frac{3,7 \cdot 16}{2(1 - 0,18)}} = 6 \text{ Hz.}$$

Vastus on vahemikus 5,4 Hz kuni 6,6 Hz (suhtelise veaga $\pm 10\%$) **(1p)**