

Eesti koolinoorte 50. täppisteaduste olümpiaad

Füüsika lõppvoor. 30. märts 2003. a.

Põhikooli ülesannete lahendused

1. ülesanne

Heljuvate kehade keskmine tihedus on võrdne vee tihedusega. Kui korgi tihedus ja mass on vastavalt ρ_k ja m_k , rauatüki tihedus ja mass — ρ_r ja m_r , vee tihedus — ρ_v , siis

$$\frac{m_k + m_r}{V_k + V_r} = \rho_v ,$$

kus V_k ja V_r on korgitüki ja rauatüki ruumalad. Võrdusest leiame kasutades asendust $V = m/\rho$:

$$\rho_k = \frac{\rho_v m_k}{m_k + m_r + \rho_v m_r / \rho_r} = \frac{1,2}{1,2 + 4,4 + 4,4/7,8} \approx 0,24 \text{ g/cm}^3 .$$

2. ülesanne

Külma ilmaga tõmbub mõõdulint kokku, aga maapind kokku ei tõmbu. Joonpaisumise valemi kohaselt on mõõtmisel tekkiv viga:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 1000,0 \cdot (20^\circ - (-30^\circ)) = 0,6 \text{ m} .$$

Kuna mõõdulint oli lühem normaalsest, siis saame suurema tulemuse tegelikust. Tegelik krundi serva pikkus on 999,4 m.

3. ülesanne

Kuulikese kukkumise aeg

$$t = \frac{s}{v_k} = \frac{0,45 \text{ m}}{1,5 \text{ m/s}} = 0,3 \text{ s} .$$

Alumine latt liigub 0,5 m/s kiiremini kui ülemine latt. Kujutades ülemist latti seisvana, saame kauguse, mille ulatuses peab kuul kukkumise hetkel eespool avaust olema

$$\Delta s = 0,5 \text{ m/s} \cdot 0,3 \text{ s} = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}.$$

Kuulikeste vabastamine sõltub sellest, millal alumise lati auk jõuab kausi kohale. Kuna alumise lati kiirus on 1 m/s ja avauste vahemik latis on 0,3 m, siis tuleb kuulikesi vabastada iga

$$t = \frac{0,3 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 0,3 \text{ s}$$

möödudes.

Ülemine latt liigub 0,3 s jooksul $s = 0,5 \text{ m/s} \cdot 0,3 \text{ s} = 0,15 \text{ m}$. Järelikult, kuulikesed peavad ülemisele latile olema kinnitatud 15 cm kaugusele.

4. ülesanne

Õhus kehtib seos: $m_1 gl = mgl + m_2 g \cdot 3l$, millest $m_1 = m + 3m_2$. Veos mõjub koormistele üleslükkejõud. Kangi vasakule pöörav jõumoment on: $(m_1 g - \rho_v g V)l$. Kangi paremale pöörav jõumoment on: $mgl + (m_2 g - \rho_v g V) \cdot 3l$. Asendades m_1 seosega $m_1 = m + 3m_2$ ja võrreldes jõumomente selgub, et koormiste vette sukeldamise korral tõuseb üles kangi parempoolne ots. Seega kang on vettesukeldatud koormiste korral tasakaalus siis, kui paremale otsale ronib mees massiga Δm . Pärast teisendust saame

$$V = \frac{3\Delta m}{2\rho_v} = 0,12 \text{ m}^3.$$

5. ülesanne

$N_1 = k(t_1 - t_{\bar{o}})$, kus k on tundmatu võrdetegur.

$$N_1 + N_2 = k(t_2 - t_{\bar{o}}).$$

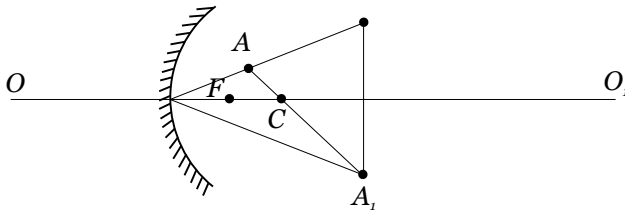
Idee võrdetegurist k vabanemiseks.

$$\frac{N_1}{N_1 + N_2} = \frac{t_1 - t_{\delta}}{t_2 - t_{\delta}}.$$

Võrrandist t_{δ} avaldamine.

$$t_{\delta} = -20^{\circ} \text{ C}.$$

6. ülesanne



Kuna allikas ja kujutis asuvad teine teisel pool telge, siis saab olla tegemist ainult nõguspeegliga. Leiame kõveruskeskme asukoha. Kiir, mis allikast langeb peeglile nii, et selle pikendus läbib kõveruskeset peegeldub sama teed tagasi ja peab läbima ka kujutist. Seega A ja A_1 ühendussirge lõikepunkt optilise teljega määrab ära kõveruskeskme C . Peegli ja telje lõikepunkti langeva kiire korral on langemisnurk võrdne peegeldumisnurgaga. Selle punkti leidmiseks leian A_1 sümmeetrilise punkti teisel pool telge ja tõmban sealt sirge läbi A . Teljega lõikumise punktis asub peegli lagipunkt. Selle punkti ja kõveruskeskme vahelise kauguse poolel maal asub fookus.

7. ülesanne

Väide: Reostaadi takistus on taskulambipirnide takistusest palju kordi suurem.

Arvutused: valime näiteks taskulambipirni nimipingega 4,0 V ja nimivooluga 0,25 A. Sellise pirni takistus tööolukorras on $R =$

U/I , $R = 16 \Omega$. Iga lambi nimivõimsus on 1 W, kaheksa lambi koguvõimsus 8 W. Kaheksa rööpühenduses pirni kogutakistus $R' = 2,0 \Omega$. Voolutugevus vooluringis on 2,0 A. Vooluringi kogutakistus on $R_{kogu} = 110 \Omega$, millest reostaadi takistus $R = 108 \Omega$, mis on tõepoolest palju kordi suurem lampide kogutakistusest.

Väide: Kui üks lamp läbi põleb, siis muutub vooluringi kogutakistus väga vähe.

Arvutused: Postuleerime, et lambi takistus ei sõltu temperatuurist. Seitsme lambi kogutakistus on $R'' = 2,29 \Omega$ (ümardada pole otstarbekas). Vooluringi kogutakistus nüüd $R'_{kogu} = 110,29 \Omega$.

Väide: Voolutugevus vooluringis muutub samuti väga vähe.

Arvutused:

$$I_1 = \frac{220 \text{ V}}{110,29 \Omega} = 1,99 \text{ A}$$

Väide: Kuna lampide kogutakistus suureneb, siis ka lampide võimsus suureneb.

Arvutused: Seitsme lambi koguvõimsus $N_1 = 9,1 \text{ W}$.

Väide: Kuna lampide koguvõimsus suureneb, siis muutub ka ruum valgemaks.

Arvutused: $N = I^2 R$ Seitsme lambi koguvõimsus ($N_1 = 9,1 \text{ W}$) on suurem kaheksa lambi koguvõimsusest ($N = 8 \text{ W}$).

8. ülesanne

Kuna voltmeeter V_1 on ampermeetriga A_1 ühendatud jadamisi, on voolutugevus voltmeetris A_1 $200 \mu\text{A}$ nagu ampermeetriski. Voltmeetri takistus on seega

$$R_V = \frac{U_1}{I_1}.$$

Kuivõrd voltmeetrid on ühesugused, on ka nende takistused võrd-

sed. Seega voolutugevuse voltmeetris V_2 saame arvutada seosest

$$I_{V_2} = \frac{U_2}{R_V} = \frac{U_2 I_1}{U_1}.$$

Voltmeeter V_2 ja ampermeeter A_2 on vooluringis rööbiti. Järelikult voolutugevuse ampermeetris A_2 saame arvutada seosest

$$I_2 = I_1 - I_{V_2} = I_1 - \frac{U_2 I_1}{U_1}.$$

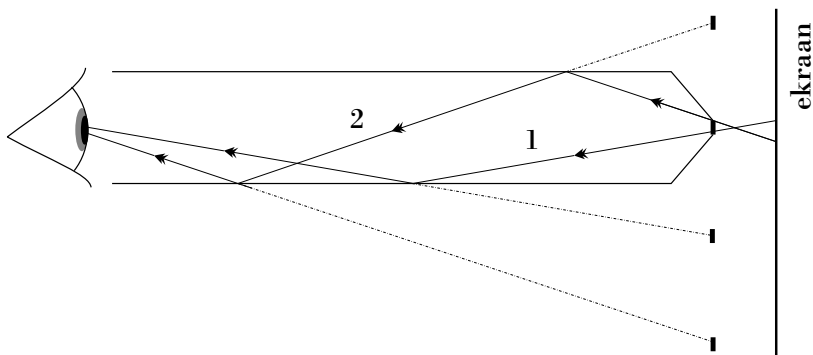
Seega

$$I_2 = 200 \mu\text{A} \left(1 - \frac{2 \text{ V}}{100 \text{ V}} \right) = 196 \mu\text{A}.$$

9. ülesanne

Paberilehelt peegeldunud valgus satub läbi ava silindri sisemusse ja peegeldub vastavalt peegeldumisreedele. Konstrueerime mudeli.

1. Ava saab vaadelda valgusallikana. Seega taandub konstrueerimine ava kujutise konstrueerimisele.
2. Vaatleme toru kahe paralleelse tasapeeglina.
3. Ese ja selle kujutis on peegelpinna suhtes sümmeetriline.



Joonisel kujutatud kiir 1 näitab valguse levimist, mille tulemuse-
na on näha ava kujutis ühekordse peegeldumise tulemusena. Kiir
2 kujutab analoogilist olukorda, kuid valgus on peegeldunud kaks
korda. Kahe ava kujutise vahel on näha valgustamata ala. Analoo-
giliselt saab konstrueerida ava mitmeid kujutisi.

10. ülesanne

Tumedad laigud on seal, kus esimese ja tagumise pleki augud on
kohakuti. Mõõdame jooniselt kahe tumeda laigu vahelise kauguse
 H ning kahe plekiaugu vahelise kauguse h . Sarnastest kolmurkadest
saame $H/L = h/a$, kus L on otsitav kaugus. Seega $L = Ha/h$.