

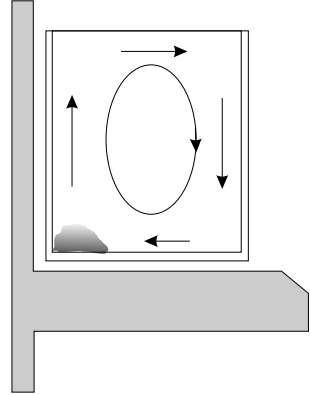
# Eesti koolinoorte 46. täppisteaduste olümpiaad

Füüsika lõppvoor. 11. aprill 1999. a.

Põhikooli ülesannete lahendused

## 1. ülesanne

Kuna toas oli soojem kui õues, siis eeldatavasti oli purgi toapoolne külg soojem kui õuepoolne ja vesi purgis tsirkuleerus nii, et toapoolses osas tõusis soojenev vesi pinnale, liikus seejuures jahedama välisseina poole, langes jahtudes põhja ja liikus toa poole. Kuna tuli välja, et sete oli lõpuks ikkagi tekkinud, siis see tähendab, et settimise hulk ajaühikus oli suurem kui konvektsioonist tingitud vee segamine ja purgi põhja langenud sete lükkus põhjavoolu tõttu toapoolsesse nurka.



Vastus: Sete kogunes toapoolsesse nurka.

## 2. ülesanne

Et  $m_1 = m_2$ , siis rõhud on samuti võrdsed  $p_1 = p_2$ , kus  $p_1 = \rho g h_1$  on petrooleumi rõhk ja  $p_2 = \rho g h_2$  on vee rõhk, ning  $h_1$  ja  $h_2$  on vastavalt petrooleumi ja veekihi kõrgused:

$$h_1 + h_2 = a, \quad h_2 = \frac{\rho a}{\rho_1 + \rho_2} = 0,16 \text{ m.}$$

Kogu rõhk on

$$p = p_1 + p_2 = 2p_2 = 2\rho_2 g h_2 = 3200 \text{ Pa} = 3,2 \text{ kPa.}$$

## 3. ülesanne

Dünamomeetri näit vees on  $P_1 = P - F_1$ , kus  $P$  on dünamomeetri näit õhus ja  $F_1$  üleslükkejõud vees. Et  $P = mg = \rho V g$ ,  $F_1 = \rho_1 V g$  ja  $F_2 = \rho_2 V g$ , kus  $\rho$  ja  $V$  on vastavalt keha tihedus ja ruumala, siis  $P_1 = \rho V g - \rho_1 V g = (\rho - \rho_1) \cdot V g$  ja  $P_2 = \rho V g - \rho_2 V g = (\rho - \rho_2) \cdot V g$ . Avaldame mõlemast valemist ruumala:

$$V = \frac{P_1}{(\rho - \rho_1) \cdot g}, \quad V = \frac{P_2}{(\rho - \rho_2) \cdot g} \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{\rho_1 P_2 - \rho_2 P_1}{P_2 - P_1}.$$

#### 4. ülesanne

Olgu langemiskõrgus  $h$ , siis alumiiniumist kuulikese potentsiaalne energia kõrgusel  $h$  on  $\Pi_a = P_a h$  ja pliist  $-\Pi_p = P_p h$ . Selle energia arvel kehad soojenevad kokkupõrgel maapinnaga.

$$Q_a = P_a h = m_a g h = c_a m_a \Delta t_a \Rightarrow \Delta t_a = \frac{gh}{c_a},$$

$$Q_p = P_p h = m_p g = c_p m_p \Delta t_p \Rightarrow \Delta t_p = \frac{gh}{c_p} \Rightarrow \frac{\Delta t_p}{\Delta t_a} = \frac{c_a}{c_p} = 6,7.$$

#### 5. ülesanne

Uks on kui kang, mis saab pöörelda ukse tasandis. Raskusjõud on rakendatud ukse keskpunkti. Ülemine uksehing takistab pöörlemist ja mõjub uksele vastassuunalise jõuga. Kangi reeglist  $F_1 l_1 = F_2 l_2$ , kus  $F_1 = mg = 360$  N. Siit  $F_2 = F_1 l_1 / l_2 = 100$  N.

#### 6. ülesanne

Võimsuse definitsioonist  $N = A/t$  saame ühtlase liikumise puhul  $N = Fs/t = Fv$ . Trossiga ühendatud autode mootorite koguvõimsus on  $N = (F_1 + F_2) \cdot v$ , kus  $F_1$  ja  $F_2$  on autodele mõjuvad takistusjõud ja nende summa on trossiga ühendatud autodele mõjuv kogutakistusjõud,  $v$  on trossiga ühendatud autode liikumiskiirus. Kuna  $N_1 = F_1 v_1$  ja  $N_2 = F_2 v_2$ , kus  $v_1$  ja  $v_2$  on vastavalt esimese ja teise auto sõltumatud kiirused, siis

$$N = \left( \frac{N_1}{v_1} + \frac{N_2}{v_2} \right) v \Rightarrow v = \frac{(N_1 + N_2) v_1 v_2}{N_1 v_1 + N_2 v_2} = 12,5 \text{ m/s}.$$

#### 7. ülesanne

Kiirenduseta liikumise puhul on jõud tasakaalus ning seetõttu peab poiss tõmbama jõuga  $\vec{F} = \vec{F}_h + \vec{N} + m\vec{g}$ , kus maapinna toereaktsioon  $\vec{N} = -ml\vec{g}/L$  ja horisontaalse hõõrdejõu  $\vec{F}_h$  moodul  $F_h = \mu N$ . Kui suunata  $x$ -telg poisi liikumise suunas ja  $y$  telg üles, siis on  $\vec{F}$  projektsioon horisontaalteljele  $F_x = -\mu mgl/L$  ning vertikaalteljele  $F_y = mg(L - l)/L$ ; mooduli leiame Pythagorase teoreemist:

$$F = mg \sqrt{\left(1 - \frac{l}{L}\right)^2 + \left(\mu \frac{l}{L}\right)^2} \approx 10 \text{ N}.$$

## 8. ülesanne

Ülesande lahendamiseks on vaja graafikult lugeda pingelangud traadijuppidel ja traadijuppide pikkused.

On selge, et ühtlase ristlõikepindalaga homogeenise traadi takistus kasvab lineaarselt traadi pikkusega. Seega Ohmi seaduse alusel traadil järjenumbriga  $n = 1, 2, 3$  tekib pingelang  $\Delta U_n = R_n I_n$ , kus  $R_n$  on traadi takistus ja  $I_n$  on traadi läbiv vool. Kuna takistid on selles ülesandes ühendatud jadamaisi, siis on vool läbi kõigi takistite sama. Tähistame selle sümboliga  $I$ .

On teada valem, kuidas traadi takistus avaldub traadi eritakistuse kaudu:  $R_n = \rho_n l_n / S_n$ , kus  $\rho_n$  on traadi eritakistus,  $l_n$  on traadi pikkus ja  $S_n$  on traadi ristlõikepindala. Ülesande tingimuste kohaselt on kõigi traadijuppide ristlõikepindalad võrdsed. Seega tähistame selle ristlõikepindala  $S = S_n$ . Nii saame

$$\rho_n = \frac{R_n S}{l_n} = \frac{\Delta U_n S}{l_n I}$$

Avaldame nüüd ülesandes küsitud suhted

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\Delta U_1 l_2}{\Delta U_2 l_1}, \quad \frac{\rho_1}{\rho_3} = \frac{\Delta U_1 l_3}{\Delta U_3 l_1}, \quad \frac{\rho_2}{\rho_3} = \frac{\Delta U_2 l_3}{\Delta U_3 l_2},$$

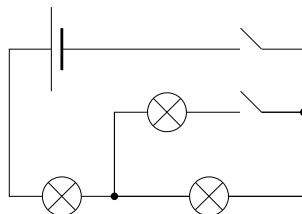
milles liikmed  $I$  ja  $S$  taandusid jagamisel.

Võtame nüüd graafikult vajaminevad väärtused:  $\Delta U_1 = 1$  V,  $\Delta U_2 = 2$  V ja  $\Delta U_3 = 4$  V. Vastavad traadi pikkused  $l_1 = 3$  cm,  $l_2 = 3$  cm ja  $l_3 = 4$  cm. Pannes need väärtused eelpool esitatud suhete avaldistesse saame:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{1}{2}, \quad \frac{\rho_1}{\rho_3} = \frac{1}{3}, \quad \frac{\rho_2}{\rho_3} = \frac{2}{3}.$$

## 9. ülesanne

Meie poolt väljapakutav skeem on toodud joonisel. Selle skeemi kohaselt, kui mõlemad lülitid on suletud, siis kõik lambid põlevad, kusjuures parempoolsed lambid neli korda nõrgema võimsusega (nõrgemalt) kui vasakpoolne, kuna neid läbib vaid pool sellest voolust, mis läbib vasakpoolset lampi.



Seega on ülesande esimene tingimus täidetud.

Kui alumine lüliti välja lülitada, siis parempoolne ülemine lamp kustub.

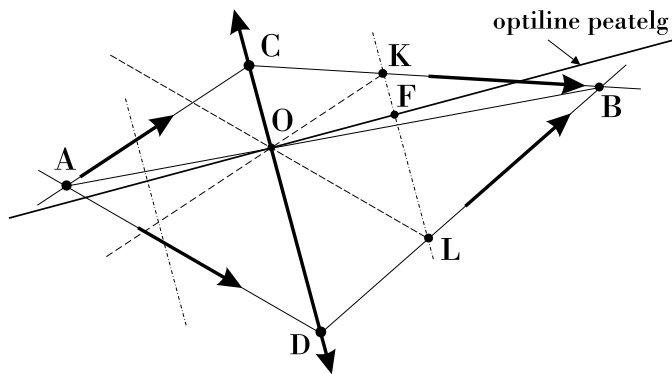
Paneme tähele, et ülesande tekstis ei ole ühe lambi käitumise kohta mingeid lisanduvaid nõudeid esitatud peale selle, et ta mõlema lüliti suletuse korral põleb.

Alumise lüliti väljalülitamisel ülemine parempoolne lamp kustub ja alumised kaks lampi jäävad põlema ühetugevuselt, kuna eeldatavasti kõik lambid on omadustelt võrdsed, on vool neil sama ja seega ka pingelangud võrdsed.

Kuna aga koguvooluringi takistus eelpool kirjeldatud väljalülitamise käigus kasvas, siis vasakpoolse alumise lambi heledus vähenes seetõttu, et vool vähenes ja parempoolse alumise lambi heledus kasvas, kuna teda läbib peale lüliti väljalülitamist tugevam vool.

## 10. ülesanne

Kõige pealt pikendame kiired mõlemale poole (vt. joon.).



Ühendades punktid  $C$  ja  $D$ , leiame läätses asukoha — see on pind, millel toimub kiirte murdamine. Punktis  $O$ , kus lõikuvad jooned  $CD$  ja  $AB$ , asub läätses optiline keskpunkt. Sirge, mis läbib läätses keskpunkti risti läätses tasandiga, on läätses optiline peatelg. Joonistame sirge, mis on paralleelne sirgela  $AD$  ja läbib punkti  $O$ . Ta lõikub sirgela  $DB$  punktis  $L$ . Kordame protseduuri sirgela  $AC$  puhul ja saame punkti  $K$ . Ühendades punktid  $K$  ja  $L$ , saame fokaaltasandi. Punkt, kus läätses optiline peatelg lõikub fokaaltasandiga, on

läätsse fookus  $F$ .

## 1. eksperimentaalne ülesanne

Idee seisneb selles, et võrrelda mm-paberi jaotisi, mis paistavad läbi luubi ja selle kõrval – 3  $p$ . Realistlikud mõõtmistulemused – 1  $p$ ; tulemus, et suurendus ei sõltu läätsse ja silma vahekaugusest – 1  $p$ ; tulemus, et suurendus kasvab kui läätsse kaugus objektist kasvab – 1  $p$ ; sellel suurenemisel on piir – 1  $p$ ; vähemalt kolme suurenduse väärtuse mõõtmine – 1  $p$ ; tulemuse graafiline esitamine (õiged teljed, ühikud ja tähised) – 2  $p$ ; mittelineaarne tõusev ja sile joon graafikul – 1  $p$ ; veahinnang – 1  $p$ ; järeldus – 1  $p$ .

## 2. eksperimentaalne ülesanne

Õpilane teab oma kogemuste põhjal, et vana taskulambipatarei tekitab vooluringis nõrgema voolu kui uus patarei – 1  $p$ . Kasutatava patarei vanus pole teada – 1  $p$ . Kuna kolme-oomilise takistusega juhti pole antud, tuleb mõõta voolutugevused tuntud takistusega juhtides ja ennustada võimalik voolutugevus kolme-oomilise takistusega juhis – 1  $p$ .

Traattakistite takistuse mõõtmine oomeetriga – 1  $p$ . Võimalike vooluringide planeerimine (kokku on neid 4 tk.) – 2  $p$ . Vooluringide koostamine: kaks ühe takistiga ja kaks kahe jadamisi ühendatud takistiga – 2  $p$ . Voolutugevuse mõõtmine – 1  $p$ . Graafiku telgede määramine – 1  $p$ . Punktide kandmine graafikule – 1  $p$ . Punkte ühendava joone joonistamine – 1  $p$ . Kolme-oomilise juhi takistus – 1  $p$ .