

Eesti koolinoorte 45. füüsikaolümpiaadi lõppvoor

1. märts 1998. aasta

Põhikooli ülesannete lahendused

1. ülesanne

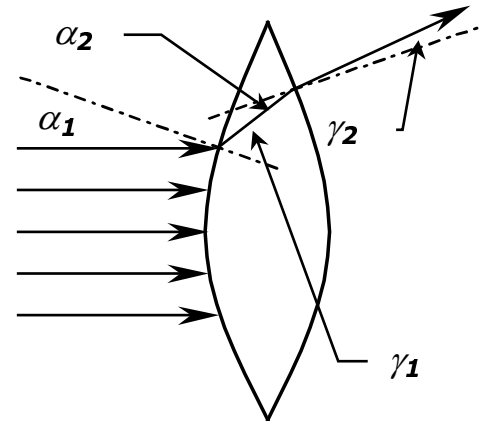
Anum ei lähe ümber [2 p.]. Archimedese seaduse põhjal keha ujumisel on klotsile mõjuvad jõud tasakaalus, ükskõik kas ta asetseb vedeliku keskel või ääres. [2 p.]

2. ülesanne

Et kontrollida, kas lääts koondab või hajutab valgust tuleb

- modelleerida lääts pindu tasapinnalisena;
- kasutada valguse murdumise seaduspärasusi. [1 p.]

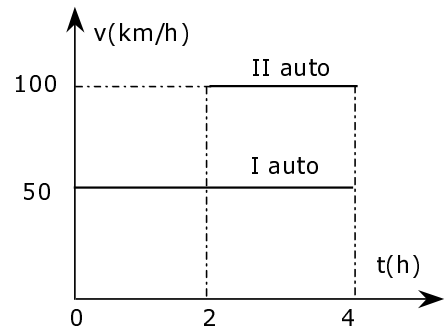
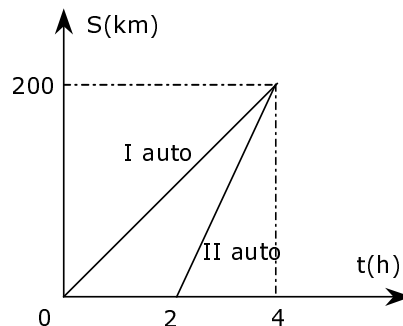
Valguse levimisel optiliselt hõredamast keskkonnast optiliselt tihedamasse keskkonda murdub valgus pinnaristsirge poole. Valguse levimisel optiliselt tihedamast keskkonnast optiliselt hõredamasse keskkonda murdub valgus pinnaristsirgest eemale. [1 p.] Õige joonise eest [3 p].



Järeldus: Selline lääts hajutab valgust. [1 p.].

3. ülesanne

Tähistused: v_1 – esimese auto kiirus; v_2 – teise auto kiirus; t – aeg, mille pärast punktist A väljus teine auto; S – punktide A ja B vaheline kaugus.



Esimene auto sõitis aja $t_1 = S/v_1 = 200/50 = 4$ h.

Teine auto sõitis aja $t_2 = t_1 - t = 4 - 2 = 2$ h.

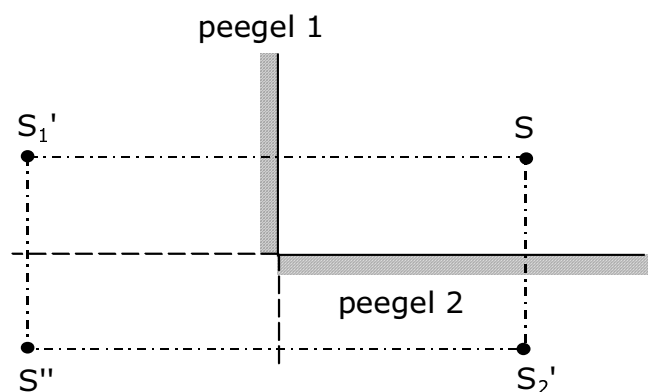
Teise auto kiirus on $v_2 = S/t_2 = 200/2 = 100$ km/h. [2 p.] Iga graafiku eest. [2 p.]

4. ülesanne

Kujutise konstrueerimiseks võib kasutada sümmeetriat: kujutis on esemega sümmeetriline peegli suhtes. Valgusallikas S peegeldub peeglis 1 ja peeglis 2. Mõlemas tekib üks valgusallika kujutis S_1' ja S_2' [1 p.].

Need kujutised omakorda peegelduvad. [1 p.] S_2' kujutis peeglis 1 on S'' . see saadakse peegli 1 pikendamisel.

Peegli 2 pikendamisel saadakse S_1' kujutis ka S'' , sest peeglitevaheline nurk on 90° [1 p.]. Joonis annab [4 p.].



5. ülesanne

Tähistused: $s = 500 \text{ km}$ — lennuki poolt läbitud kaugus; $v = 250 \text{ km/h}$ — lennuki kiirus; $N = 2000 \text{ kW}$ — lennuki mootorite võimsus; $\eta = 25 \% = 0,25$ — lennuki mootori kasutegur; $r = 4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ — bensiini kütteväärtus; A_{kogu} — kogu bensiini põlemisest eraldunud soojushulk; A_{kasu} — kasulikuks tööks muundunud soojushulk.

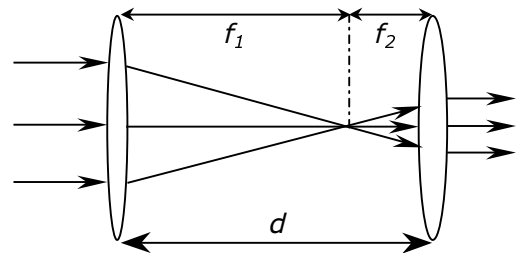
$$A_{kogu} = rm ; \eta = \frac{A_{kasu}}{A_{kogu}} ; A_{kasu} = Nt ; t = \frac{s}{v} ; m = \frac{A_{kogu}}{r} ; A_{kogu} = \frac{A_{kasu}}{\eta} ; A_{kasu} = \frac{Ns}{v}$$

$$m = \frac{Ns}{\eta r v} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 3600}{0,25 \cdot 4,6 \cdot 10^7 \cdot 250 \cdot 10^3} = 1252 \text{ kg}$$

Vastus: Selleks, et läbida 500 km pidi lennuk kulutama 1252 kg bensiini.

6. ülesanne

Läätsele langev paralleelne valgusvihk pärast murdumist läätses koondub fookuses. Kui asetada teine lääts selliselt, et selle fookus langeb kokku esimese lääts fookusega, siis teisele läätsel langev hajuv valgusvihk muutub pärast murdumist läätses paralleelseks [3 p.]. Õige joonise eest [3 p.].

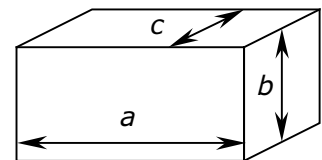


$$d = f_1 + f_2 ; f = \frac{1}{D}, f_1 = \frac{1}{3 \text{ dptr}} = 0,33 \text{ m}$$

$$f_2 = \frac{1}{6 \text{ dptr}} = 0,17 \text{ m} ; d = 0,33 \text{ m} + 0,17 \text{ m} = 0,50 \text{ m} [2 \text{ p. }]$$

7. ülesanne

Minimaalne töö tähendab, et muld tõstetakse ühtlaselt kraavist maapinnale. Labida liigutamiseks tehtud tööd ei arvestata [2 p.]. Kuna mulla tõstmise kõrgus muutub, siis tuleb arvesse võtta mulla tõstmise keskmine kõrgus. Keskmine mulla tõstmise kõrgus võrdub poolega kraavi sügavusest, sest kraav on riskülikukujuline [2 p.].



$$A = Fh ; h = \frac{b}{2} ; F = mg ; m = \rho V ; V = abc [2 \text{ p. }]$$

$$A = \frac{Fb}{2} = \frac{mgb}{2} = \frac{\rho Vgb}{2} = \frac{\rho gab^2c}{2} = 0,5 \cdot 2000 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 2^2 \cdot 0,5 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ J} [2 \text{ p. }]$$

Vastus: Minimaalne töö kraavi kaevamiseks on $1,2 \cdot 10^5 \text{ J}$.

8. ülesanne

Tähistused: $L = 16 \text{ m}$ — nikeliintraadi pikkus; $S = 0,8 \text{ mm}^2$ — nikeliintraadi ristlõikepindala; n — juhtmeosade arv; L_1 — ühe juhtmeosa pikkus; $R = 0,5 \Omega$ — ahela kogutakistus; $\rho = 0,40 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ — nikeliini eritakistus.

Lahendus: Rööpühenduse korral $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$. [1 p.]

Kui $R_1 = R_2 = \dots = R_n$, siis omandab valem kuju $R = R_1/n$. [2 p.]

Ühe juhtmeosa pikkuse saab leida valemist $R = \rho \frac{L}{S} \Rightarrow L_1 = \frac{R_1 \cdot S}{\rho}$ [1 p.]

Arvestades, et $R_I = nR$ ja $L_I = L/2$, saame

$$\frac{L}{n} = \frac{n \cdot R \cdot S}{\rho} ; n^2 = \frac{L \cdot \rho}{R \cdot S} [2 p.] ; n^2 = \frac{16 \cdot 0.40}{0.5 \cdot 0.8} = 16 [1 p.] \Rightarrow n = 4$$

Vastus: traat tükeldati neljaks osaks.

9. ülesanne

Kuna $R = U^2/N$, siis pingel 127 V võimsusega 60 W põleva lambi takistus on $R_1 = 127^2/60 = 269 \Omega$, võimsusega 80 W põleva lambi takistus aga $R_2 = 127^2/80 = 202 \Omega$.

Jada ühendamisel on neil kogutakistus $R_k = R_1 + R_2 = 471 \Omega$.

Ahelat läbib vool tugevusega $I = U/R_k = 220/471 = 0,47$ A.

Kuna võimsus jadaühendusel on $N = I^2 R$,

siis esimese lambi võimsus jadaühendusel on $N_1 = I^2 R = 0,47^2 \cdot 269 \approx 59$ W

ja teisel lambil $N_2 = I^2 R = 0,47^2 \cdot 202 \approx 44$ W.

Teise lambi võimsus väheneb tööolukorra muutumisel tunduvalt, esimesel väga vähe.

10. ülesanne

Tähistused: $m = m_r = m_v = 1$ kg; $t = 20^\circ\text{C}$, t_I' — vee ja rauast kaaluvihhi lõpptemperatuur, t_{II}' — vee ja vasest kaaluvihhi lõpptemperatuur, $t_r = t_v = 100^\circ\text{C}$; $c_r = 0.46$ kJ/(kg·K); $c_v = 0.39$ kJ/(kg·K); $c = 4.2$ kJ/(kg·K).

Lahendus: Lõpptemperatuuri leidmiseks koostame soojusbilansi võrrandi: $Q_1 + Q_2 = 0$, [2p.]

kus $Q_1 = c_v m (t_I' - t)$ ja $Q_2 = c_r m_r (t_I' - t_r)$

Siit $cm(t_I' - t) + c_r m_r (t_I' - t_r) = 0$. [2 p.]

Et $m = m_r$, siis $c(t_I' - t) + c_r(t_I' - t_r) = 0$; $t_I'(c + c_r) - ct - c_r t_r = 0$

$$t_I' = \frac{ct + c_r t_r}{c + c_r}$$

Analoogiliselt leiame:

$$t_{II}' = \frac{ct + c_v t_v}{c + c_v} = \frac{4200 \cdot 20 + 460 \cdot 100}{4200 + 460} \approx 28^\circ\text{C}$$

$$t_I' = 27^\circ\text{C} [2 p.]$$

$$\Delta t = 28^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C} [2 p.]$$

Vastus: Anumas, kus on rauast kaaluvihhi, on lõpptemperatuur 1°C võrra kõrgem, kui teises anumas. [2 p.]

1. eksperimentaalne ülesanne

Teooria. Katse kirjeldus - mida ja kuidas mõõdab. Oluline on mitme perioodi mõõtmine, et saada suuremat täpsust. [2 p.]

Pendli pikkusühikuks niidi pikkuse valimine [1 p.], niidi pikkuse mõõtmine meetodil, mis annab korratava tulemuse (niidi pooleks- , neljaks- jne kokkupanemine; ümber sõrme kerimine jt). [2 p.] Teised pikkuse hindamise viisid annavad punkte vähem, näiteks hinnag: pikk, lühem, lühike vms. [1 p.]

Katse. Tulemuste esitamine tabelina [1 p.], õige tulemus, st pendli pikkuse kasvades periood suureneb [1 p.], graafiku telgede õige valik koos ühikutega. [2 p.]

Järeldus. Katse tulemuse kokkuvõtte, hinnang täpsusele või meetodile jne. [1 p.]

2. eksperimentaalne ülesanne

Teooria. Vedeliku tiheduse määramiseks kasutame areomeetrit, mille valmistame pulgakesest ja plastiliinist. Kui üleslükkejõud on areomeetri kaaluga võrdne, siis areomeeter heljub vedelikus nii, et ta ei ulatu üle veepinna. Kui teise vedeliku tihedus on suurem, siis ulatub areomeetri ots vedelikust välja. Põhjus on selles, et ka nüüd on tarvis kompenseerida pulga kaal. Kuid kui tihedus on suurem, siis selle võrra väiksem ruumala vedelikku tuleb välja tõrjuda ($F_{\text{ü}} = \rho Vg$). Kui tihedus on väiksem, siis areomeeter upub.

Areomeetri idee peale tulek. [2 p.] Selle tööprintsibi seletamine nii suurema kui väiksema tihedusega vedeliku korral. [2 p.] Valemi kasutamine põhjendamisel [1 p.]

Katse. Eristatavate katsetulemuste saamine. [1 p.] Katsetulemuste registreerimine (klaasi number, kas ujub heljub või upub). [1 p.] Kolm ainet õiges järjekorras [2 p.], kaks ainet õiges järjekorras. [1 p.]

Järeldus. Katse tulemuse kokkuvõtte, hinnang täpsusele või meetodile jne. [1 p.]