

Eesti koolinoorte 52. füüsikaolümpiaad

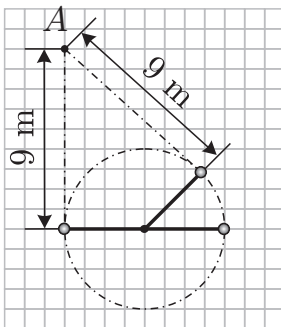
12. veebruar 2005. a. Piirkondlik voor. Põhikooli ülesanded

Eessõna

Käesoleval lahendustelehel on toodud iga ülesande üks õige lahenduskäik (mõnel juhul ka enam). Kõik alternatiivsed õiged lahenduskäigud tuleb hinnata samuti maksimumhindega. Iga alternatiivse lahenduskäigu jaoks tuleb kontrollijatel koostada hindamisskeem juhitudes juuresoleva hindamisskeemi punktijagamisproportsioonist. Soovituslikud maha-arvamise punktid: numbriline arvutusviga — 0,5 p.; viga teisendustes — 0,5 p. (märgi jms väiksem viga) või 1 p. (viga, mis viib dimensioonide konfliktini), maha arvata ainult üks kord, st edasikanduvat viga mitte karistada; kui vastus tuleb füüsikaliselt absurdne, siis võib täiendavalt karistada 0,5 punktiga; üksik viga lähtevalemis: 0,5 p. (kui märgiviga) kuni 50% (sisuline viga).

1. ülesanne (Kuul)

Vabanenud kuuli kiiruse vektor on suunatud piki vabanemise kohast tõmmatud ringjoone puutujat [2 p]. Vaatleme juhtu, kui kuul tiirleks sama (nurk)kiirusega teistpidi. Sellisel juhul oleks puutuja mööda ruudustiku joont ning ruutude arv lihtsalt kokkuloetav (vt. joon.) [2 p]. Sümmetria kaalutlustel on mõlema juhu korral saadav tulemus sama ning kergemalt täpsema vastuse saamiseks parem vaadelda teistpidi pöörlemist.



Vastus: Kuuli vabanemisest punktini A läbitud teepikkus on 9 m.

Märkus: Teepikkuse vahetu mõõtmise eest anda täispunkte.

2. ülesanne (Laev kanalis)

Oluline on aru saada, et kanali teises pooles on vee voolamise kiirus kaks korda suurem (vooluhulga jäävusest) [2 p], seega

$$t = \frac{L}{2(v + v_0)} + \frac{L}{2(v + 2v_0)} \quad [2 \text{ p}].$$

$$t = \frac{10 \text{ km}}{2(10 + 5) \text{ km/h}} + \frac{10 \text{ km}}{2(10 + 2 \cdot 5) \text{ km/h}} = \frac{7}{12} \text{ h} = 35 \text{ min} \quad [2 \text{ p}].$$

Vastus: Laeval kulub kanali läbimiseks aega 35 minutit.

3. ülesanne (Redel)

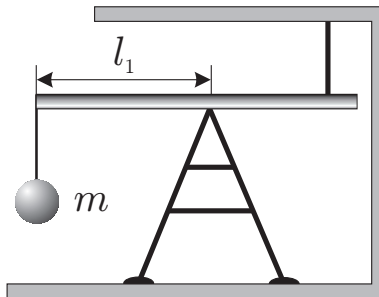
Kasutame kangi reeglit:

$$mgl_1 = pSl_2.$$

Siit avaldame kauguse l_2 :

$$l_2 = \frac{mgl_1}{Sp}.$$

Varras puruneb, kui varras asetada redelile lähemale kui kaugus l_2 .



Hindamine: Vardale mõjuva jõu leidmise eest – [1 p]. Lauale mõjuvate jõumomentide korrektse kirjapaneku eest – [2 p]. Õige vastuse eest – [1 p]. Teise küsimuse vastuse eest (varras puruneb, kui panna see kriitilisest kaugusest lähemale) – [2 p].

4. ülesanne (Vee segamine)

Tähistagu m ühes anumas algselt oleva vee massi. Pärast esimest ümbertõstmist saame teise anuma jaoks soojushulga jäävusest (c — vee erisoojus):

$$\frac{cmt_1}{2} + cmt_2 = \frac{3cmt'_2}{2} \quad [2 \text{ p}],$$

kus t'_2 on teise anuma vee temperatuur pärast segamist. Pärast teist ümbertõstmist saame esimese anuma jaoks

$$\frac{cmt_1}{2} + \frac{3cmt'_2}{4} = \frac{5cmt'_1}{4} \quad [2 \text{ p}].$$

Esimesest võrrandist leiame:

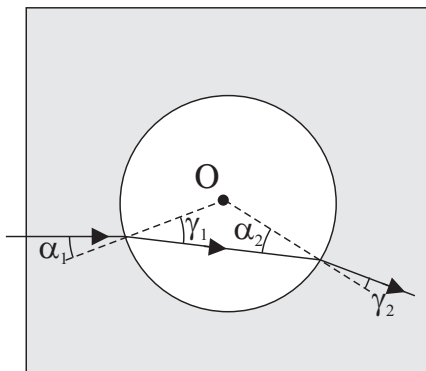
$$t'_2 = \frac{t_1 + 2t_2}{3} \quad [1 \text{ p}].$$

Seda kasutades, saame teisest võrrandist

$$t'_1 = \frac{2t_1 + 3t'_2}{5} = \frac{3t_1 + 2t_2}{5} \quad [1 \text{ p}].$$

5. ülesanne (Silinder)

Murdumist silindri seinas ei arvesta — [1 p]. Murdumise seaduspärasuse teadmine: tihedamast keskkonnast hõredamasse minnes on murdumisnurk suurem langemisnurgast — [1 p]. Vesi on tihedam kui õhk — [1 p]. Pinna ristsirge kasutamine nurkade määramisel — [1 p]. Seaduspärasuse õige rakendamine kahel murdumisel — [2 p].



6. ülesanne (Kullaotsija)

Kristalli mass on kulla ja kvartsi masside summa: $m = m_k + m_{kv}$ [1 p], siit kulla mass on $m_k = m - m_{kv}$. Aine tihedus on aine massi ja ruumala suhe: $\rho = m/V$ [1 p], järelikult kvartsi massi leiame valemist $m_{kv} = \rho_{kv} V_{kv}$. Kristalli ruumala on kvartsi ja kulla ruumalade summa $V = V_k + V_{kv}$ [1 p], seega kvartsi ruumala avaldub kui

$$V_{kv} = V - V_k = V - \frac{m_k}{\rho_k} \quad [1 \text{ p}].$$

Tehes asendused, saame:

$$m_k = m - m_{kv} = m - \rho_{kv} V_{kv} = m - \rho_{kv} \left(V - \frac{m_k}{\rho_k} \right) = m - \rho_{kv} V + \frac{\rho_{kv} m_k}{\rho_k}.$$

$$m_k - \frac{\rho_{kv} m_k}{\rho_k} = m - \rho_{kv} V \quad \Rightarrow \quad m_k \left(\frac{\rho_k - \rho_{kv}}{\rho_k} \right) = m - \rho_{kv} V \quad [2 \text{ p}].$$

Järelikult on kvartskristallis kulda

$$m_k = \frac{\rho_k (m - \rho_{kv} V)}{\rho_k - \rho_{kv}} \approx 77 \text{ g} \quad [1 \text{ p}].$$

Vastus: Kullassepp pettis kullaotsijat $\Delta m_k = m_k - m'_k = 13$ grammiga [1 p].

7. ülesanne (Satelliit)

Tähe ja satelliidi tsentri vaheline nurkkaugus vastavalt joonisele on

$$\varphi_1 = \frac{d}{2h} \quad [2 \text{ p}].$$

Kuid selleks ajaks, kui Maa peal fikseeriti joonisel kujutatud hetk, oli satelliit liikunud edasi [3 p] teepikkuse s võrra:

$$s = \frac{vh}{c} \quad [2 \text{ p}].$$

Seega asub satelliidi tsepter tegelikult juba tähest paremal ning tähe ja satelliidi tseetri vaheline nurkkaugus on:

$$\varphi_2 = \frac{vh/c - d/2}{h} \quad [3 \text{ p}].$$

Ülaltoodud valemitest avalduvad nurgad φ_1 ja φ_2 radiaanides. Kui me tahaksime avaldada need nurgad kraadides, siis peaksime korrutama tulemused avaldisega $180^\circ/\pi$.

8. ülesanne (Keedukann)

Keedukannust väljuva aurujoa kiiruse arvutamiseks on vaja leida ühes sekundis keedukannu tilast väljunud veeauru ruumala ja jagada see tila ristlõike pindalaga. Soojushulga, mis eraldub keedukannu küttekehast leiame seosest: $Q = Nt$ [2 p]. Vee keemiseks vajaliku soojushulga saame seosest: $Q = Lm$ [2 p]. Kuivõrd soojuskaod moodustavad $\xi = 5\%$ küttekehas eraldunud soojushulgast, on keedukannu kasutegur $\eta = 1 - \xi = 0,95$ ehk 95% [1 p]. Ühes sekundis eraldunud auru massi saame seosest: $\eta Nt = Lm$, kust:

$$m = \frac{\eta Nt}{L} \quad [1 \text{ p}].$$

Auru ruumala leidmiseks kasutame tiheduse valemit:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{m}{\rho} \quad [1 \text{ p}].$$

Aurujoa kiiruse arvutame seosest: $v = V/S$ [1 p].

$$v = \frac{\eta Nt}{\rho LS} = \frac{0,95 \cdot 2200 \text{ W} \cdot 1 \text{ s}}{0,6 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 7,6 \text{ m/s} \quad [2 \text{ p}].$$

9. ülesanne (Elektripirn)

Lähtudes võimsuse valemist $P = U^2/R$, leiame, et pirni takistus on $R = U_1^2/P = 0,75 \Omega$. Ühendame pirni ja traati jadamisi. Kui nüüd pirni läbib maksimaalne vool

$I = 5,8 \text{ A}$, siis pirnile tekib pinge $U_P = IR = 4,35 \text{ V}$. Seega traadil peab tekkima pinge $U_T = U_2 - U_P = 0,15 \text{ V}$. See vastab takistusele $R_T = U_T/I = 0,026 \Omega$. Valemist $R = \rho l/S$ leiame, et $l = SR/\rho = 1,3 \text{ m}$.

Hindamine: Elektripirni takistuse leidmise eest — [2 p]. Idee eest ühendada pirni ja vasktraati jadamisi — [2 p]. Vasktraadi takistuse leidmise eest — [4 p]. Traadi pikkuse leidmise eest — [2 p].

10. ülesanne (Lääts ja tasapeegel)

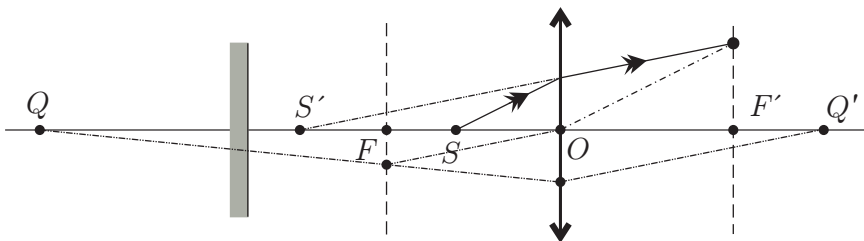
Konstrueerimise põhisammud: 1) konstrueerime läätsesega tekitatud valgusallika S näiva kujutise S' (valgusallikas asub seejuures läätses ja fookuse vahel, seega näiva kujutise puhul on tegu valguskiirte pikendusega); 2) kasutades peeglit konstrueerime valgusallika peegelduse Q , mis asub peeglist samal kaugusel, kui valgusallikas S ; 3) Punktis Q' , mis asub punktist O sama kaugel, kui punkt S' , paikneb läätsesega tekitatud valgusallika peegelduse tõeline kujutis.

Hindamine: Peegli tekitatud kujutis: idee — [1 p], konstruktsioon — [1 p]. Läätsesega tekitatud näiv kujutis: idee — [1 p], konstruktsioon [3 p]. Peeglikujutise läätsesega tekitatud tõene kujutis: idee — [2 p], konstruktsioon — [2 p]. Kui lisaks kolmele õigele kujutisele on konstrueeritud mõni vale kujutis, siis kogu lahenduse eest anda maksimaalselt 8 punkti.

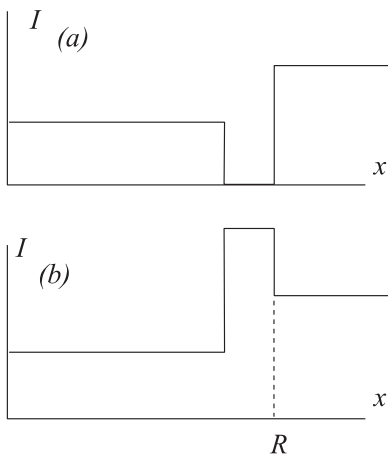
E1. ülesanne (Pall)

Idee: kasutada potentsiaalse energia mõõduna raskusjõu poolt tehtavat tööd $E_p = A = Fs = mgh$ — [2 p]; mõõtmise planeerimine (teha mõõtmisi kahel olulisel erineval kõrgusel, kordusmõõtmised, keskmise leidmine) — [3 p]; muundunud energiaosa hindamine pörke kõrguse järgi $\Delta E = (h_{alg} - h_{lopp})/h_{alg}$ — [3 p]; tulemuste võrdlemine — [1 p]; järeldus (ei olene) — [1 p].

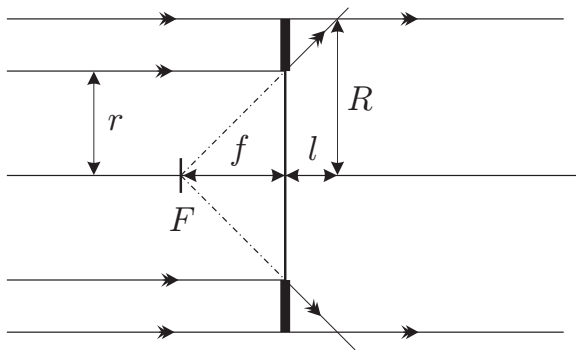
E2. ülesanne (Nõguslääts)



Sõltuvalt lätse kaugusest ekraanist võib olla nähtav lätse hoidja tume vari: juhtum (a), vt joonis [2 p]. Kui kaugus on suurem, siis on lätse taguse tumedama piirkonna ja fooni vahel heledam piirkond, kuhu jõuavad nii otse tulevad kiired, kui ka lätsest hajunud kiired: juhtum (b), vt joonis [2 p].



Fookuskauguse võib leida nt siis, kui mõõdame juhtumil (b) heleda piirkonna diameetri $D = 2R$ — siis, kui lätse kaugus ekraanist on l .



Leiame fookuskauguse f sarnastest kolmnurkadest

$$\frac{f+l}{D} = \frac{f}{d} \Rightarrow f = \frac{ld}{D-d} \quad [2p].$$

Mõõtmised: Mõõtmised on dokumenteeritud ja nende põhjal on leitud f [1 p]; tulemus on tõepärane [1 p]. Mõõtmisi on korratud mitu korda [1 p]. Hinnatud on mõõtevigaga [1 p].