

Eesti koolinoorte 50. füüsikaolümpiaad

1. veebruar 2003. a. Piirkondlik voor

Põhikooli ülesannete lahendused

NB! Käesoleval lahendustelehel on toodud iga ülesande üks õige lahenduskäik. Kõik alternatiivsed õiged lahenduskäigud annavad samuti täisarvu punkte. Iga alternatiivse lahenduskäigu jaoks tuleb kontrollijatel koostada hindamisskeem juhindudes juuresoleva hindamisskeemi punktijagamisproportsioonist.

1. ülesanne

Läbitud teepikkus leitakse kolmes osas: $s = s_1 + s_2 + s_3$, kus s_1 on kiireneva liikumise käigus läbitud tee, s_2 ühtlase kiirusega läbitud tee ja s_3 aeglustuva liikumise käigus läbitud tee (2 p.).

$$s_1 = \frac{30 \text{ m/s} \cdot 120 \text{ s}}{2} = 1800 \text{ m} \quad (1 \text{ p.}),$$

$$s_2 = 30 \text{ m/s} \cdot 180 \text{ s} = 5400 \text{ m} \quad (1 \text{ p.}),$$

$$s_3 = \frac{30 \text{ m/s} \cdot 180 \text{ s}}{2} = 2700 \text{ m} \quad (1 \text{ p.}),$$

$$s = 1800 + 5400 + 2700 = 9900 \text{ m} \quad (1 \text{ p.}).$$

2. ülesanne

Tagumise laeva kiirus on $4 \cdot 3,6 = 14,4 \text{ km/h}$ (2 p.). Kajakas ja tagumine laev lähenevad teineteisele kiirusega $u = 14,4 + 7 = 21,4 \text{ km/h}$ (2 p.). Järelikult jõuab kajakas tagumise laevani aja $t = 3/21,4 \approx 0,14 \text{ h} = 8,4 \text{ min}$ jooksul (2 p.).

Kui õpilane sai tekstist aru, et kajakas liigub 7 km/h esimese laeva suhtes, siis see pole õige (kui muus osas on lahendus õige, siis kokku saab 4 p.). Tõesti, 7 km/h laeva suhtes tähendaks päripidist kiirust vee

suhtes; see tähendab, et kajakas ei “lenda teisele laevale” vaid “hakkab esimesest laevast maha jääma”.

3. ülesanne

m_v — vee mass; c_v — vee erisoojus; $t_1 = 20^\circ \text{C}$ – vee algtemperatuur; $t = 30^\circ \text{C}$ – vee lõpptemperatuur; m_k — kuulikese mass; c_k — kuulikese erisoojus; $t_2 = 100^\circ \text{C}$ – kuulikese algtemperatuur.

Vastavad soojushulgad: $Q_1 = c_v m_v (t - t_1)$ ja $Q_2 = c_k m_k (t_2 - t)$, soojuskadude puudumisel $Q_1 = Q_2$ ning $c_v m_v (t - t_1) = c_k m_k (t_2 - t)$, mille põhjal arvuliste andmete asendamisel: $c_v m_v = 7 c_k m_k$ (3 p.)

Teise kuulikese lisamisel (t_x — lõpptemperatuur):

$$c_v m_v (t_x - t) + c_k m_k (t_x - t) = c_k m_k (t_2 - t_x),$$

$$7 c_k m_k (t_x - t) + c_k m_k (t_x - t) = c_k m_k (t_2 - t_x).$$

Arvuliste andmete asendamisel: $t_x \approx 38^\circ \text{C}$ (4 p.)

Ülesannet võib lahendada ka teisiti. Vee ja kuuli soojusmahtuvuste suhe $k = C_1/C_2 = \Delta t_2/\Delta t_1 = 7$ (Δt_1 ja Δt_2 on vee ja kuuli temperatuuride muutud). Kahe kuuli puhul on soojusmahtuvuste suhe kaks korda väiksem, $k' = k/2 = 3,5 = \Delta t'_2/\Delta t'_1$. Asendades siia $\Delta t'_1 = t_x - t_1$ ning $\Delta t'_2 = t_2 - t_x$ saame võrrandi

$$k'(t_x - t_1) = t_2 - t_x \quad \Rightarrow \quad t_x = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{1 + k'} \approx 38^\circ \text{C}.$$

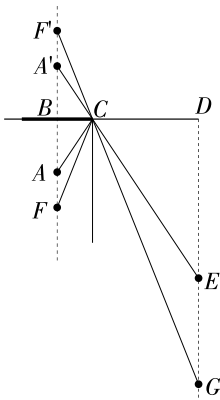
4. ülesanne

Liu pikkus s on määratav tingimusest, et pinnal sl külmub ajaühikus sama palju vett kui tuleb voolikust, s.t. $sl\rho_j = v\rho_v$, millest $s = v\rho_v/l\rho_j = 22 \text{ m}$.

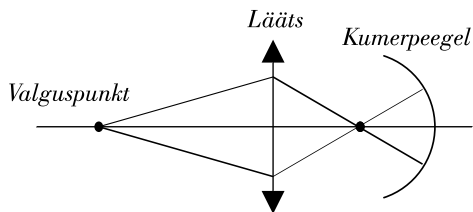
Hindamine: Liu pikkust kirjeldav võrrand (6 p.) (millest: liu pikkuse tingimus — 4 p. ning jää ja vee tiheduste erinevuse arvestamine — 2 p.) Õige arvuline vastus (2 p.)

5. ülesanne

Kasutame peegeldumise seadust, kolmnurkade $BA'C$ ja CDE sarnasust ja kolmnurkade $BA'C$ ja BAC võrdsust. Selgub, et Miku, kes on 3 m kaugusel seinast ja 1,5 m kaugusel peegli servast, näeb kärbse kujutist siis, kui kärbes on peeglist 1 m kaugusel. Arvestades kärbse kiirust, leiame Miku kauguse seinast näiteks 1 s pärast (4,5 m). Miku liikumise kiirus on seega $4,5 \text{ m} - 3 \text{ m} / 1 \text{ s} = 1,5 \text{ m/s}$.



Hindamine: Peegeldumise seadus (1 p.) Kujutise asukoha määramine (1 p.) Kolmnurkade sarnasusest ja võrdsusest kärbse kauguse arvutamine (3 p.) Selle tehte kordamine kärbse teise asukoha jaoks ja selle tehte vajaduse taipamine (2 p.) Miku kiiruse arvutamine (1 p.)



6. ülesanne

Joonis õige kiirtekäiguga (kus on vähemalt üks optilise teljega mitte-ühtiv kiir) annab (2 p.). Kui valguspunkt asetseb optilisel peateljel,

kaugemal läätse fookuskaugusest, tekib läätse abil saadud valguspunkti kujutis läätse taga optilisel peateljel (1 p.).

Paigutades peegli nii, et peegli keskpunkt kattub valguspunkti kujutisega, tekitab nõguspeegel kujutise täpselt samasse punkti (3 p.) Kasutades kiirte pööratavuse printsiipi, saame kujutise samasse kohta läätse ees, kus paikneb valguspunkt (2 p.)

7. ülesanne

Allveelaeva vajumisel kiirusega v kehtib seos: $mg = \rho Vg + F_T$ (2 p.), kus ρ on merevee tihedus ja F_T takistusjõud. Allveelaeva tõusmisel kiirusega v kehtib seos: $\rho Vg = (m - m_1)g + F_T$ (2 p.), kus m_1 on väljavisatud koormise mass. Avaldades mõlemast seosest F_T ja võrdustades tulemused, saame $mg - \rho Vg = \rho Vg - (m - m_1)g$ (2 p.), millest väljavisatud koormise mass m_1 on: $m_1 = 2(m - \rho V)$ (2 p.).

8. ülesanne

Energia jäävuse seadusest tuleneb, et mõlema kuuli kiirused on punktis B on ühesugused (3 p.). Liikumisaaja arvutamiseks paneme tähele, et kui valge ja must kuul on sooritanud võrdse kaldpinna suunalise nihke (2 p.) siis valge kuul on mustast kõrgemal (kaldpinna normaali mööda ülespoole) ja energia jäävuses johtuvalt väiksema kiirusega (1 p.). Valge kuuli kaldpinna-sihilise kiiruse leidmiseks tuleb niigi väiksem kiirusmoodul korrutada teatava nurga koosinusega, samal ajal kui must kuul liigub koguaeg kaldpinna sihis (2 p.). Niisiis on võrdsete kaldpinna-sihiliste nihete juures musta kuuli kiiruse kaldpinna-sihiline komponent alati suurem ning seepärast jõuab ta ka esimesena kohale.

9. ülesanne

Vee aurustumiseks vajalik soojus saadakse tahkumisel eralduvast soojusest (2 p.). Seega $\lambda m_1 = Lm_2$ (2 p.), kus $\lambda = 334$ kJ/kg on vee tahkumissoojus, m_1 — külmunud vee mass, $L = 2500$ kJ/kg — vee aurustumissoojus 0° C juures ja m_2 — aurustunud vee mass. Siit saame, et $m_2 = \lambda m_1 / L$ (1 p.). Kehtib seos $m = m_1 + m_2$ (2 p.), kus m

on kogu vee mass. Seega $m = m_1 + \lambda m_1/L$ (1 p.).

$$\frac{m_1}{m} = \frac{L}{\lambda + L} = \frac{2500 \text{ kJ/kg}}{2500 \text{ kJ/kg} + 334 \text{ kJ/kg}} = 0,88. \quad (2 \text{ p.})$$

10. ülesanne

Io tiirlemisperioodi jooksul muutub Maa ja Jupiteri vahekaugus (2 p.) Kaugus muutub kõige kiiremini, kui Maad ja Jupiteri ühendav sirge on Maa orbiidile puutujaks (3 p.) Aja jooksul, mis Iol kulub ühe tiiru tegemiseks, muutub Maa ja Jupiteri vahekaugus

$$2\pi \cdot 1,5 \cdot 10^8 \text{ km} \cdot \frac{42,5 \text{ h}}{1 \text{ a}} \approx 4,6 \cdot 10^6 \text{ km}$$

võrra (4 p.) Selle täiendava vahemaa läbib valgus 15 s jooksul, seega valguse kiirus avaldub:

$$c = \frac{4,6 \cdot 10^6 \text{ km}}{15 \text{ s}} \approx 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}. \quad (3 \text{ p.})$$

E1. ülesanne Võtame topsikusse veidike vett ja asetame sinna põhja 10-sendised nii, et topsik ujub stabiilselt püstises asendis. Märgime viltpliatsiga topsi seinale ujumissügavuse. Lisame topsi ühekroonise ja märgime uue ujumissügavuse. Mõõdame kõrguste vahe h ja topsi välisdiameetri d . Mündi mass $m = \pi \cdot h \cdot d^2 \cdot \rho/4$, kus ρ on vee tihedus.

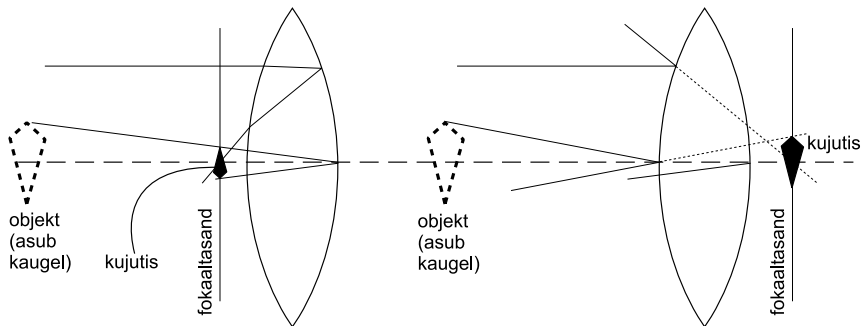
Hindamine: Idee (3 p.), tehniline teostus ja mõõtmine (3 p.), mündi massi arvutamise valem (3 p.), arvuline tulemus $m = 5 \pm 1,5 \text{ g}$ (1 p.).

E2. ülesanne

a) Kujutised tekivad valguse peegeldumisel läätse esimeselt ja tagumiselt pinnalt (1 p.)

b) Läätse tagumiselt, nõgusalt pinnalt peegeldumisel tekkiva kujutise konstrueerimine (2 p.)

c) See on tõeline kujutis (1 p.).



NB! Joonisel on objektid ebaproportsionaalselt lähedal.

- d) Tõeline kujutis on ümberpööratud (1 p.)
- e) Läätses eesmiselt, kumeralt pinnalt pinnalt peegeldumisel tekkiva kujutise konstrueerimine (2 p.)
- f) See on näiv kujutis (1 p.).
- g) Näiv kujutis on päripidine (1 p.)
- h) Mõlemad kujutised on vähendatud, kuid tõeline kujutis on väiksem (1 p.), sest esimeselt pinnalt toimub ainult peegeldumine, tagumiselt aga lisaks veel murdumine läätses: see lühendab fookuskaugust (ilma murdumiseta oleksid need mõlemal juhul võrdsed) ja seepärast on kujutis väiksem.
- i) Meile lähemal asub tõeline kujutis (1 p.)
- j) Kauguse kindlakstegemiseks võib näiteks silma lähendada läätsel. Kui kaugus kujutisest saab väga väikeseks, muutub kujutis ebateravaks (1 p.) Kaugusi saab kindlaks teha ka parallaksi meetodil, liigutades pead ja leides juurdeviidud eseme (pliiatsi) sellise asendi, kus see ese kujutise suhtes ei liigu.