

Eesti koolinoorte 55. füüsikaolümpiaad

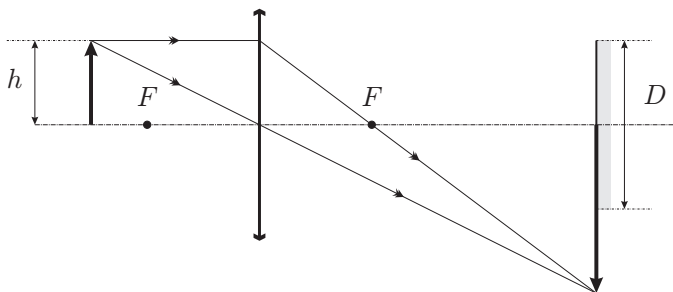
19. jaanuar 2008. a. Piirkondlik voor. Põhikooli ülesannete lahendused

Eessõna

Allpool 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 juhindudes juuresoleva hindamisskeemi punktijagamisproportsioonist. Soovituslikud maha-arvamise punktid: numbriline arvutusviga — 0,5; 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 (LÄÄTS)

Lahenduskäik on toodud joonisel.



Märkus: kuna ülesande tekstis on öeldud, et ekraan asub kujutise tasandis, siis kujutise konstrueerimiseks tegelikult piisab ühest noole otsalt lähtuvast valguskiirest.

Hindamine: Ühe noole otsalt lähtuva kiire õige käik läbi lääts — [2 p.]. Kujutise konstrueerimine ekraani tasandis (kas teise kiire abil või ilma selleta) — [2 p.].

2. ülesanne (PAGAS)

Kilomeetrites tunnis on pagasilindi kiirus $u = 3,6$ km/h. Olgu s ruudu küljepikkus. Minnes kohvrile järele on Janno ja kohvri esialgne vahekaugus s ja lähenemise kiirus $v_1 = w - u = 2,4$ km/h. Minnes kohvrile vastu on Janno ja kohvri esialgne vahekaugus $3s$ ja lähenemise kiirus $v_2 = w + u = 9,6$ km/h. Teisel juhul on lähenemise kiirus $v_2/v_1 = 4$ korda suurem kui esimesel juhul, samas vahemaa on suurem ainult 3 korda. Järelikult minnes kohvrile vastu saab Janno ta varem kätte.

Hindamine: Kiiruse mõõtühikute teisendamine — [1 p.]. Iga lähenemise kiiruse valemist eest — [1,5 p.]. Vahemaade suhe — [2 p.]. Kiiruste suhe — [1 p.]. Lõplik järeldus — [1 p.].

3. ülesanne (RALLI)

Läbige võitja n ringi. Siis sõidab teise koha omanik $n - 10$ ringi [1 p.]. Võitja keskmine kiirus on Ln/τ [2 p.], kus $\tau = 24$ h [1 p.]. Teise koha saanu keskmine kiirus on: $L(n - 10)/\tau$ [2 p.]. Keskmiste kiiruste vahe on:

$$\frac{Ln}{\tau} - \frac{L(n - 10)}{\tau} = \frac{10L}{\tau} = 5,6 \text{ km/h.} \quad [2 \text{ p.}]$$

Teadmiseks: 2007. aastal läbis Le Mans'i ralli võitja 369 ringi, teise koha omanik kümme ringi vähem ja kolmanda koha saaja teiseks tulnust ühe ringi vähem. Võitja läbis 5029 km ja tema keskmine kiirus oli 210 km/h.

4. ülesanne (SÕRMUS)

Olgu m sõrmuste mass. Metallide ruumalad leiame valemist $V = m/\rho$:

$$V_k = \frac{0,585m}{\rho_k} \quad [1 \text{ p.}] \quad V_h = \frac{(1 - 0,585)m}{\rho_h} \quad [1 \text{ p.}] \quad V_v = \frac{(1 - 0,585)m}{\rho_v} \quad [1 \text{ p.}].$$

Seega kuld-hõbe sõrmuse ruumala on

$$V_{k-h} = V_k + V_h = m(0,585\rho_k + 0,415\rho_h) \quad [1,5 \text{ p.}]$$

ja kuld-vask sõrmuse ruumala

$$V_{k-v} = V_v + V_v = m(0,585\rho_k + 0,415\rho_v). \quad [1,5 \text{ p.}]$$

Nende suhe

$$\frac{V_{k-h}}{V_{k-v}} = \frac{0,585\rho_k + 0,415\rho_h}{0,585\rho_k + 0,415\rho_v} \approx 1,04. \quad [2 \text{ p.}]$$

5. ülesanne (TAKISTITE ÜHENDUSED)

Võimalikud ühendused ja vastavad takistused (\times tähistab jadaühendust, $||$ – rööpuhendust):

$$R_1 \times R_2 = 3 \Omega, \quad R_1 \times R_3 = 4 \Omega, \quad R_2 \times R_3 = 5 \Omega, \quad R_1 \times R_2 \times R_3 = 6 \Omega,$$

$$R_1 || R_2 = \frac{2}{3} \Omega, \quad R_1 || R_3 = \frac{3}{4} \Omega, \quad R_2 || R_3 = \frac{6}{5} \Omega, \quad R_1 || R_2 || R_3 = \frac{6}{11} \Omega,$$

$$(R_1 || R_2) \times R_3 = \frac{11}{3} \Omega, \quad (R_1 || R_3) \times R_2 = \frac{11}{4} \Omega, \quad (R_2 || R_3) \times R_1 = \frac{11}{5} \Omega,$$

$$(R_1 \times R_2) || R_3 = \frac{3}{2} \Omega, \quad (R_2 \times R_3) || R_1 = \frac{5}{6} \Omega, \quad (R_1 \times R_3) || R_2 = \frac{4}{3} \Omega.$$

Seega kokkuvõttes saame järgmisi takistuste väärtused:

$$\frac{6}{11}; \frac{2}{3}; \frac{3}{4}; \frac{5}{6}; 1 \frac{1}{5}; 1 \frac{1}{3}; 1 \frac{1}{2}; 2 \frac{1}{5}; 2 \frac{3}{4}; 3; 3 \frac{2}{3}; 4; 5; 6 \Omega.$$

Hindamine: iga ühenduste grupi eest kokku [2 p.].

6. ülesanne (U-TORU)

Peenikesse torusse tuli vesi jämedast torust. Kuna peenikeses torus vesi tõusis, siis jämedas torus langes veetase seose $h_1 S_1 = h_2 S_2$ kohaselt [1 p.], sest U-torus vee ruumala on jääv [1 p.]. Veetaseme langus jämedas torus on

$$h_1 = \frac{h_2 S_2}{S_1} = 10 \text{ cm.} \quad [1 \text{ p.}]$$

Bensiinisamba rõhu jämedas torus tasakaalustab $h_v = 10 \text{ cm} + 25 \text{ cm} = 35 \text{ cm}$ [1 p.] kõrguse veesamba rõhk peenikeses torus, seega kehtib seos $\rho_b g h_b = \rho_v g h_v$ [2 p.]. Leiame bensiniisamba kõrguse.

$$h_b = \frac{h_v \rho_v}{\rho_b} = 49,3 \text{ cm} \quad [1 \text{ p.}]$$

Bensiini ruumala on seega $V = \rho_b S_1 = 246,5 \text{ cm}^3$ [1 p.]. Bensiini mass on leitav seosest $\rho = m/V$ [1 p.], kust $m = 175 \text{ g}$ [1 p.].

7. ülesanne (PLOKID)

Vaatleme jõudude tasakaalu koormiste jaoks [2 p.]. Ühe äärmise klotsi puhul peab raskusjõud tasakaalustama nõõri tõmbejõu: $m_x g = T$ [3 p.]. Igale vahelmisele koormisele mõjuv raskusjõud peab tasakaalustama nõõri kahekordse tõmbejõu: $m g = 2T$ [3 p.]. Siit järeldame, et $m_x = m/2$ [2 p.].

8. ülesanne (KÜLMKAPP)

Elektrivoolu töö $A = N\tau$ [1 p.]. Selle töö arvelt eemaldatakse külmkapi seest soojushulk

$$Q_2 = V\rho\lambda + V\rho c(t - t_0). \quad [3 \text{ p.}]$$

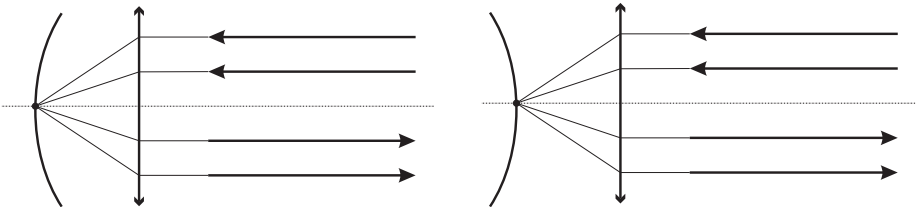
Energia jäävuse seaduse kohaselt [1 p.] peab tuppä eralduv soojushulk olema võrdne

$$Q_1 = A + Q_2 = N\tau + \rho V\lambda + V\rho c(t - t_0), \quad [4 \text{ p.}]$$

sest elektrivoolu energia muundub lõppkokkuvõttes soojuseks [1 p.].

9. ülesanne (MUST KAST)

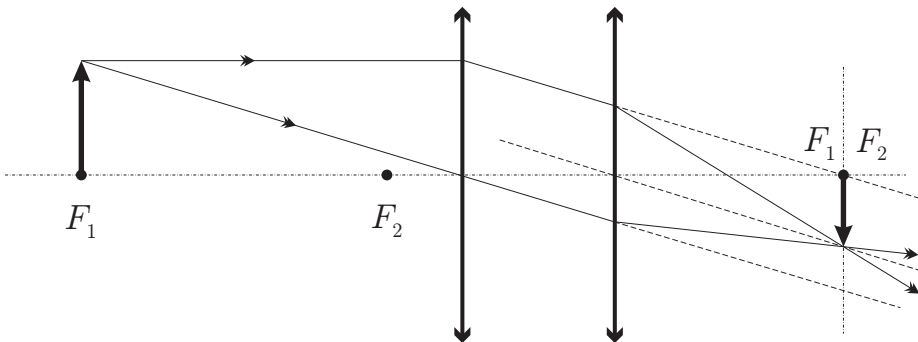
Joonisel toodud kiirte käigu saamiseks panna kiirte teele koondav lääts, mille optiline peatelg on paralleelne siseneva kiirtekimbuga. Läätsse fookusesse asetada kumer- või nõguspeegel, nii et peegli lagipunkt asub fookuses (vt. joonist).



Hindamine: vastavalt õpilase lahenduse korrektsusele. Tuleb jälgida, et kõik ülesande tekstis toodud tingimused skeemi kohta oleks täidetud. Üksnes õige vastuse eest "jah"punkte mitte anda.

10. ülesanne (LÄÄTSED)

Hindamine: kujutise konstrueerimine esimeses läätses st. kujutist ei tekigi, vaid ainult paralleelsed kiired [3 p.]. Abikiire kasutamine kiirte koondumispunkti määramiseks teise lääts fokaaltasandis [3 p.]. Paralleelsete kiirte õige murdamine teise läätses st. kiired koonduvad fokaaltasandis [3 p.]. Kujutise konstrueerimine [3 p.].



E1. ülesanne

Laseme nutri anumasse, mõõdame veetaseme tõusu. Sama teeme poldiga. Mõõdame pudeli diameetri. Arvutame veetaseme kõrguste muutuste suhte, mis võrdub masside suhtega. $m = \rho V$ ja $V = S_p \Delta h$, seega:

$$\frac{m_p}{m_m} = \frac{V_p}{V_m} = \frac{\Delta h_p}{\Delta h_m}.$$

Hindamine: Teoreetiline mudel [5 p.]. Mõõtmiste teostamine ja suhte arvutamine [3 p.]; tulemus on tõepärane [1 p.]. Mõõtmisi on korratud mitu korda [1 p.].

E2. ülesanne

Kumminiidi pikenemine on võrdeline sellele rakendatud jõuga [2 p.]. Lõikame kummirõnga lahti ja seome otstesse kirjaklambrid. Kinnitame kirjaklambrist statiiviklambrile külge. Mõõdame kirjaklambrite vahekauguse h_0 . Riputame kirjaklambrist otsa tuntud massiga keha ja mõõdame kirjaklambrite vahekauguse h . Leiame kumminiidi pikkuse muutuse $h - h_0$. Riputame kirjaklambrist otsa tundmatu massiga keha ja mõõdame kirjaklambrite vahekauguse H . Leiame kumminiidi pikkuse muutuse $H - h_0$. Kuna kumminiidi pikenemine on võrdeline sellele mõjuva jõuga, seega on kumminiidi pikenemiste suhe võrdne selle otsa riputatud masside suhtega. [3 p.]

$$\frac{M}{m} = \frac{H - h_0}{h - h_0} \Rightarrow M = m \frac{H - h_0}{h - h_0}. \quad [1 \text{ p.}]$$

Mõõtmised: Mõõtmised on dokumenteeritud ja nende põhjal on leitud H [2 p.]; tulemus on tõepärane [1 p.]. Mõõtmisi on korratud mitu korda [1 p.].