

Eesti koolinoorte 60. füüsikaolümpiaad

26. jaanuar 2013. 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 maksimumhinnega. Iga alternatiivse lahenduskäigu jaoks tuleb kontrollijatel koostada hindamisskeem, juhindudes võimalusel 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. (LÄÄTTS)

Mõlemal juhul on ese läätsest väga kaugel ning sellelt lähtunud kiired võib lugeda paralleelseteks. Kujutised tekivad seega fokaaltasandil, mis asub läätsest kaugusel $f = \frac{1}{D} = 10$ cm.

Lahendus 1:

Läätse fookuskauguse leidmine [2 p.]

Läätse valemi teadmine [1 p.]

Taipamine, et kujutis tekib fokaaltasandisse [3 p.]

Lahendus 2:

Läätse fookuskauguse leidmine [2 p.]

Taipamine, et mõlemad kehad on väga kaugel [1 p.]

Taipamine, et mõlema keha igast punktist tulevad kiired on omavahel paralleelsed [1 p.]

Teadmine, et paralleelsed kiired tekitavad alati kujutise fokasaltaandis [2 p.]

2. (PALLI SOOJENEMINE)

Energia, mis pörkel vabaneb, saame potentsiaalsete energiatega vahel alguses ja pärast pörget: [2 p.]

$$E = mgh_1 - mgh_2 = 1,666 \text{ J.} \quad [1 \text{ p.}]$$

90% sellest energiast läheb palli soojendamiseks $Q_{\text{pall}} = 1,50 \text{ J.}$ [1 p.]

Palli soojenemise saame leida valemist $Q = cm\Delta T.$ [1 p.]

$$\Delta T = \frac{Q}{cm} = 0,0107 \text{ }^\circ\text{C} \approx 0,01 \text{ }^\circ\text{C} \quad [1 \text{ p.}]$$

3. (RONG)

Idee asendada muutuvate kiirustega liikumine keskmiste kiirustega liikumistega. [2 p.]

Kiireneva või aeglustuva liikumise korral alg- ja lõppkiiruse asendamine keskmise kiirusega $v = \frac{v_0 + v_{\text{max}}}{2}$ [1 p.]

Mõlemal juhul üks kiirustest on võrdne nulliga $v_0 = 0 \text{ km/h.}$ [1 p.]

Jaamadevahelise teepikkuse avaldamine lõikude ja kogu keskmiste kiiruste kaudu seosega $s = \frac{v_{\text{max}}}{2} \frac{2t}{3} + \frac{v_{\text{max}}}{2} \frac{t}{3} = v_{\text{keskm}} t.$ [2 p.]

Maksimaalse kiiruse avaldamine $v_{\text{max}} = 2v_{\text{keskm}}$ ehk 72 km/h. [2 p.]

4. (VEEPUDEL)

Idee. Vesi jäätab temperatuuril $0 \text{ }^\circ\text{C}.$ Osa vee jäätumisel eralduvast soojushulgast läheb allajahtunud vee soojendamiseks jäätumistemperatuurile.

$$Q_{\text{tahkumine}} = Q_{\text{soojenemine}}. \quad [2 \text{ p.}]$$

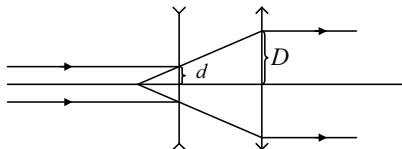
Valemite teadmine ja nende seostamine $cm\Delta t = \lambda m_{\text{jää}}.$ [3 p.]

Tekkinud jää massi avaldamine $m_{\text{jää}} = \frac{cm\Delta t}{\lambda}.$ [1 p.]

Arvutus, ühikud, õige vastus $m_{\text{jää}} = \frac{4200 \text{ J/kgK} \cdot 1,5 \text{ kg} \cdot 5 \text{ }^\circ\text{C}}{340\,000 \text{ J/kg}} = 93 \text{ g.}$ [2 p.]

5. (VALGUSVIHU LAIENDI)

Idee, et läätsede fookused peavad kattuma [2 p.]. Optilise süsteemi visandamine [2 p.]



Nõguslääts ja kumerlääts paigutatakse üksteise taha ühele ja samale optilisele peateljele, nii et nende fookused kattuksid.

Seos $\frac{D}{f_{\text{kumer}}} = \frac{d}{f_{\text{nõgus}}}$ kolmnurkade sarnasusest. [2 p.]

Nõguslääts fookuskauguse avaldamine: $f_{\text{nõgus}} = \frac{f_{\text{kumer}} d}{D} = 5 \text{ cm}$. [1 p.]

Seosest $D = \frac{1}{f}$ nõguslääts optiline tugevus $D = \frac{1}{-0,05 \text{ m}} = -20 \text{ dpt}$. [1 p.]

6. (JÕGI)

Lähme üle taustsüsteemi, kus vesi ei voola. [5 p.]

Sel juhul kuluks mootorpaadil tagasisõiduks 10 minutit ning kogu sõiduaeg oleks 20 min. [2 p.]

Seega ujub parv kivi juurest allajõge 20 minutit ning siis möödub parvest mootorpaat. [1 p.]

Jõe voolukiirus $v = \frac{s}{t}$ ehk $v = \frac{\frac{1}{2} \text{ km}}{\frac{1}{3} \text{ h}} = 1,5 \text{ km/h}$ [2 p.]

7. (ELEKTRIKÜÜNLAD)

a) Esialgu on tegelik pinge iga lambi klemmidel $U_t = \frac{U}{n} = \frac{220 \text{ V}}{20} = 11 \text{ V}$. [1 p.]

Kuna pinge lambil on väiksem nimipingest, on voolu võimsus lambis väiksem lambi nimivõimsusest. Lähtudes seosest $N = \frac{U^2}{R}$ leiame voolu võimsuse töötavates elektriküünalde lampides. $\frac{N_{t1}}{N_1} = \frac{U_{t1}^2 R}{R U_1^2}$, millest $N_{t1} = N_1 \frac{U_{t1}^2}{U_1^2}$, $N_{t1} = 12,6 \text{ W}$. [2 p.]

Leiame 12 V ja 220 V lampide takistused.

$R = \frac{U^2}{N}$, $R_1 = \frac{12^2 \text{ V}^2}{15 \text{ W}} = 9,6 \Omega$; $R_2 = \frac{220^2 \text{ V}^2}{15 \text{ W}} = 3227 \Omega$ [2 p.]

Pärast ühe lambi vahetust on jadamisi ühendatud lampide kogutakistus $R = nR_1 + R_2$, $R = 19 \cdot 9,6 \Omega + 3227 \Omega = 3410 \Omega$. [1 p.]

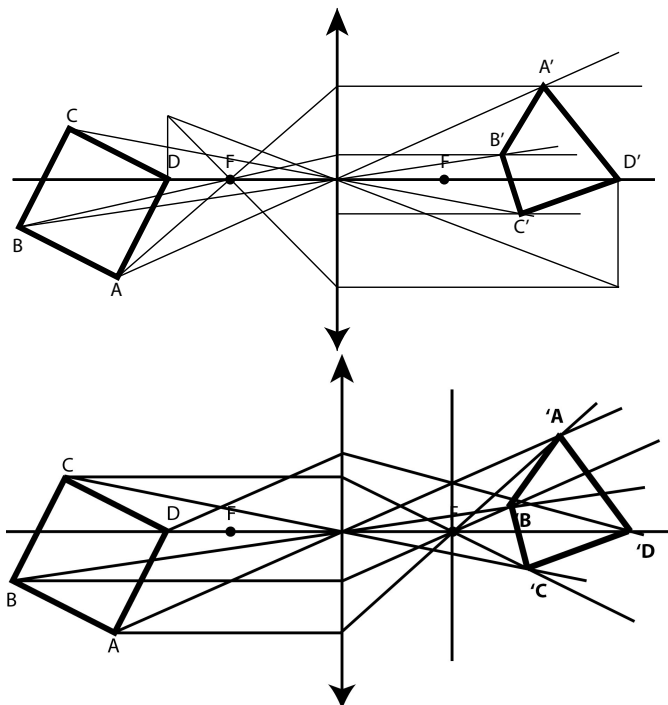
Voolutugevus lampides on $I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{3410 \Omega} = 0,065 \text{ A}$. [1 p.]

Voolu võimsus 12 V nimipingega lambis on sel juhul $N_{t1} = I^2 R_1$,
 $N_{t2} = (0,065 \text{ A})^2 \cdot 9,6 \Omega = 0,04 \text{ W}$. [1 p.]

Voolu võimsus lampides vähenes seega $\frac{N_{t1}}{N_{t2}} = \frac{12,6 \text{ W}}{0,04 \text{ W}} = 315$ korda. [1 p.]

Kuna 12 V nimipingega lampides vähenes voolu võimsus 315 korda ja on 15 W asemel ainult 0,04 W, siis ilmselt lampide hõõgniidid isegi ei hõõgu ning põleb ainult 220 V nimipingega lamp, kuna selles on voolu võimsus . [1 p.]

8. (KUJUTIS) Kujutist on võimalik konstrueerida mitmel erineval viisil:



Õigesti määratud punktide A' , B' , C' , asukoht iga asukoht [2 p.], kokku [6 p.];

Õigesti määratud punkti D' asukoht [4 p.].

9. (KÜÜNAL PURGIS)

1. Arvutame rõhu anuma põhjale kütünla all.

Leiame vedelikusamba kõrguse, mille määravad vedeliku ja kütünla ruumalad.

$$V = V_{\text{vedelik}} + V_{\text{kütünal}}; V = 150 \text{ cm}^3 + 21 \text{ cm}^3 = 171 \text{ cm}^3 \quad [1 \text{ p.}]$$

Põhja pindala:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}; S = \frac{3,14 \cdot 6^2 \text{ cm}^2}{4} = 28,3 \text{ cm}^2 \quad [1 \text{ p.}]$$

Veetaseme kõrgus:

$$h = \frac{V}{S}; h = \frac{171 \text{ cm}^3}{28,3 \text{ cm}^2} = 6,0 \text{ cm} \quad [1 \text{ p.}]$$

Veesamba kõrgus kütünla kohal:

$$h_{\text{vesi}} = h - h_{\text{kütünal}}; h_{\text{vesi}} = 6 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 3 \text{ cm} \quad [1 \text{ p.}]$$

Rõhk põhjale kütünla all ja teisendused ning rõhu väärtus:

$$p_1 = \rho_{\text{kütünal}} g h_{\text{kütünal}} + \rho_{\text{vesi}} g h_{\text{vesi}}$$

$$p_1 = 900 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 0,03 \text{ m} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 0,03 \text{ m} = 570 \text{ Pa} \quad [3 \text{ p.}]$$

2. Arvutame rõhu põhjale kui kütünal ujub $p_2 = \frac{F}{S} = \frac{m_{\text{vesi}} g + m_{\text{kütünal}} g}{S}$ [1 p.]

Kütünla massi saame seosest

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V; m = 0,9 \text{ g/cm}^3 \cdot 21 \text{ cm}^3 = 19 \text{ g} \quad [1 \text{ p.}]$$

Teisendame ühikud ja arvutame rõhu põhjale $p_2 = \frac{(0,15 \text{ kg} + 0,019 \text{ kg}) \cdot 10 \text{ N/kg}}{28,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 597 \text{ Pa}$ [2 p.].

3. Arvutame rõhu muutuse $\Delta p = p_2 - p_1; \Delta p = 597 \text{ Pa} - 570 \text{ Pa} = 27 \text{ Pa}$ [1 p.]

Vastus: Kui kütünal oli põhjas oli kütünla all rõhk põhjale 27 Pa väiksem kui siis, kui kütünal ujus.

10. (VIHM)

Seisvale inimesele langeva vee ruumala saame arvutada seosest $V = Svt$, kus S on inimese horisontaalsuunaline pindala ja v vihmapiiskade langemise kiirus. [3 p.]

Kui inimene liigub, siis siseneb ta teatud kiirusega vihmapiiskasid täis õhku. Tema keha vertikaalse osa vastu tulnud vee ruumala saab arvutada seosest $V_v = S_v v_1 t$, kus S_v on inimese vertikaalsuunaline pindala ja v_1 inimese liikumise kiirus. [3 p.]

Arvestades seda, on kiirusega v_2 liikuvale inimesele langeva vee ruumala võrdne $V = Svt_2 + S_v v_2 t_2$. [2 p.]

Kuna seisvale ja liikuvale inimesele langeva vee ruumala peab olema sama, siis

1) jooksva inimese korral kehtib seos $Svt = Svt_2 + S_v v_2 t_2$; [1 p.]

2) kõndiva inimese korral seos $Svt = Svt_1 + S_v v_1 t_1$. [1 p.]

Avaldame esimesest seosest $S_v = \frac{1,5Sv}{9}$ ning asendades selle teise seosesse saame, et $t_1 = 1$ min [2 p.]

E1. (SENDID)

Mündi ruumala saame leida valemist $V = S_p h$ [0,5 p.], kus $S_p = \pi d^2/4$ [0,5 p.].

Seega ruumalade suhte saame leida, kui leiame mündi diameetrite suhte ning pak-
suste suhte $\frac{V_{20}}{V_1} = \frac{d_{20}^2}{d_1^2} \frac{h_{20}}{h_1}$. [1 p.]

Diameetrite suhte leidmiseks vaatame, mitu korda mahuvad mündid A4 paberi ühe külje peale [2 p.]

Paberi pikema külje peale mahub 18,3 1-sendist ja 13,3 20-sendist, seega $d_{20}/d_1 = 18,3/13,3 = 1,38$. [1 p.] Diameetri suhte leidmiseks võib veeretada münte paberi peal ning vaadata mitu täisringi moodustab üks paberi külj. (Diameetrite suhte leidmine iga sarnase täpsusega meetodiga [3 p.]

Müntide paksuste leidmiseks voldime paberi kokku ning vaatame mitu kihti paberit on võrdne mündi paksusega [2 p.].

Joonistuspaberiga (120 g/cm^2) saame, et 1-sendine münt on 12 lehte paks ning 20-sendine münt on 15 lehte paks. Seega $h_{20}/h_1 = 15/12 = 1,25$. [1 p.]

Müntide ruumalade suhe on seega $V_{20}/V_1 = 1,38^2 \cdot 1,25 = 2,38$.

Tulemus vahemikus 2,3-2,5 annab [2 p.], vahemikus 2,1-2,7 [1 p.].

Märkus: Täpne müntide ruumalade suhe on 2,4, kuid antud meetodiga tuleb ebatäpsus sisse müntide paksuste suhte leidmisel.

E2. (MUTTER)

Mutter tuleb kleeplindiga kinnitada lauatenise palli külge. [2 p.] Asetades saadud keha vette, jääb see ujuma ning selle mass on võrdne väljatõrjutud vee massiga. [1 p.]

Väljatõrjutud vee massi saame leida veetaseme tõusu järgi. [1 p.]

Mõõdame anuma diameetri d [1 p.] ning arvutame ristlõikepindala $S = \pi d^2/4$ ja mõõdame veetaseme tõusu Δh [1 p.], kui keha vette asetati. Keha mass $m = \rho V = \rho S \Delta h$ [2 p.]. Sobivaks vastuseks lugeda 32 ± 2 grammi. [2 p.] ([1 p.], kui vastus on vahemikus 32 ± 4 grammi)

Mutri mass on samuti 32 grammi, kuna lauatenise palli massi loeme mutri massiga võrreldes tühiseks.

Kordusmõõtmised [2 p.]