

# Eesti koolinoorte 65. füüsikaolümpiaad

20. jaanuar 2018. a. Piirkondlik voor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

**1. (KONTRAKTSIOON)** Omavahel segatakse  $V_v$  liitrit vett ja  $V_p$  liitrit piiritust nii, et tekkinud lahuse ruumala  $V = 1 \text{ dm}^3$  ning lahuses on massi järgi  $p = 44,1\%$  piiritust. Leidke omavahel segatud vee ja piirituse ruumalad  $V_v$  ja  $V_p$ . Lahuste kokkuvalamisel esineb  $\gamma = 6\%$ -line kontraktsioon – saadud lahuse ruumala on  $6\%$  väiksem kui vee ja piirituse ruumalade summa. Vee tihedus  $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$  ning piirituse tihedus  $\rho_p = 790 \text{ kg/m}^3$ . (6 p.) Autor: EFO žürii

**2. (KAKS VALGUSALLIKAT)** Kaks punktikujulist valgusallikat asuvad kumerläätse optilisel peateljel erinevates punktides. Nendest valgusallikatest läätse abil tekitatud kujutised kattuvad. On teada, et üks valgusallikas asub läätse keskpunkti  $a = 18 \text{ cm}$  kaugusel. Kui kaugel sellest valgusallikast asub teine valgusallikas? Läätse fookuskaugus  $f = 9 \text{ cm}$ . (8 p.) Autor: EFO žürii

**3. (RADIAATOR)** Toas on vesiradiaator nimivõimsusega  $P_n = 2,0 \text{ kW}$ . Mis on selle radiaatori tegelik võimus ja tagasivoolava vee temperatuur, kui radiaatorit läbib küttesee kiirusega  $q = 1,01/\text{min}$ , pealevoolava küttesee temperatuur  $T_p = 70^\circ\text{C}$  ja toatemperatuur  $T_0 = 22^\circ\text{C}$ ? Kui suur on radiaatori maksimaalne võimsus antud pealevoolu- ja toatemperatuuri korral? Vee erisoojus  $c_v = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  ja tihedus  $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

*Märkus:* Radiaatori nimivõimuseks nimetatakse selle küttevõimust fikseeritud pealevoolu- ( $T_{pn} = 75^\circ\text{C}$ ), tagasivoolu- ( $T_{tn} = 65^\circ\text{C}$ ) ja toatemperatuuri ( $T_{0n} = 20^\circ\text{C}$ ) korral.

*Vihje:* Võib eeldada, et radiaatori tegelik võimus on võrdeline pealevoolu- ja tagasivoolutemperatuuride keskmise ja toatemperatuuri vahega. (8 p.)

Autor: Ardi Loot

**4. (PUMP)** Kaevust sügavusega  $h = 5,0 \text{ m}$  tahetakse pumbata vett. Pump asub maapinnal ning selle veevõtutoru (täidetud veega) on siseläbimõõduga  $d = 16 \text{ mm}$  ja pikkusega, mis on võrdne kaevu sügavusega. a) Kui suur peab olema pumba võimsus  $P$ , et pumbata vett vooluhulgaga  $q = 30 \text{ l/min}$ ? Pumba kasutegur on  $\eta = 25\%$ .

b) Missugune on maksimaalne kaevu sügavus  $h_m$ , mille korral on võimalik sellist tüüpi pumbaga kaevust vett pumbata?

Arvestada, et torus olevale veesambale mõjub lisaks teistele jõududele ka hõõrdejõud, mis põhjustab rõhu vähenemist toru pikkuse  $l$  kohta  $\Delta p = c_h q^2 l / d^5$ , kus  $c_h = 40 \text{ Pa} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^2$ . Vee tihedus  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , raskuskiirendus  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  ja õhurõhk  $p_0 = 100 \text{ kPa}$ . (8 p.) Autor: *Ardi Loot*

**5. (VEOK RINGTEEL)** Veok sõidab ringteel kõverusraadiusega  $R$  ühtlase kiirusega. Leida veoki maksimaalne võimalik kiirus, eeldusel et hõõrdetegur on piisavalt suur libisemise vältimiseks. Veoki massikeskme kõrgus maapinnast on  $h$  ja veoki laius  $l$ . Raskuskiirendus on  $g$ . (8 p.) Autor: *Jonatan Kalmus*

**6. (ÜHENDATUD SATELLIIDID)** Kaks satelliiti, mõlemad massiga  $m$ , tiirlevad ümber planeedi massiga  $M \gg m$  ringorbiitidel raadiustega  $R_1$  ning  $R_2 = 2R_1$ . Satelliidid on omavahel ühendatud tühise massiga pinges trossiga pikkusega  $R_1$ , mille tõttu on mõlema satelliidi tiirlemisperiood  $T$ . Mitu korda on satelliitide joonkiirused  $v_1$  ja  $v_2$  suuremad või väiksemad joonkiirustest  $v'_1$  ja  $v'_2$ , millega satelliidid tiirleksid oma orbiitidel trossi puudumisel? (10 p.) Autor: *Eero Vaher*

**7. (KUUP VEEGA)** Leidke veekoguse mass, mis tuleb valada kuupi, et see oleks võimalikult stabiilne, ehk süsteemi massikese oleks võimalikult madalal. Kuubi külje pikkus on  $a$ , mass  $M$ , vee tihedus  $\rho$ . Kuubi seina paksusega mitte arvestada. Kuup on täielikult sümmeetriline ehk sellel on olemas kõik 6 identset tahku. (10 p.) Autor: *Jonatan Kalmus*

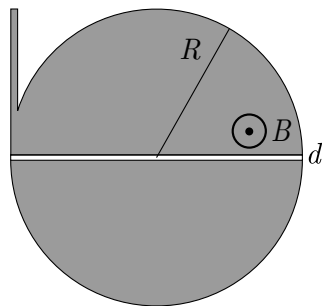
**8. (12 LAMPI)** Juku käsutuses on 12 ühesugust taskulambipirni ning patarei, mille klemmpinge on täpselt 5 korda suurem pirni nimipingest. Lisaks leidis ta juhtumisi takisti, mille takistus on parajasti pool lambi hõõgniidi takistusest töörežiimis (viimase sai ta teada jagades lambi soklile kirjutatud nimipinge ja -voolu omavahel).

a) Kuidas tuleb ühendada nimetatud komponendid elektriahelasse, et kõik 12 pirni põleksid normaalheledusega? (7 p.)

b) Mitu korda kasvab (või kahaneb) lampide koguvõimsus, kui üks lampidest läbi põleb? Lampide takistuse sõltuvust temperatuurist võib jätta arvestamata. (3 p.) (Kokku 10 p.) Autor: *Valter Kiisk*

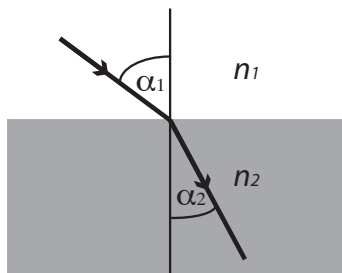
**9. (KELK)** Juku läks sõpradega kelgutama. Teel tagasi istusid Juku kaks sõpra kelgule ja Juku üritas kelku horisontaalsel lumisel teel enda järel vedada. Kui suur on minimaalne kelgunööri nurk maapinnaga, mille korral on Jukul võimalik kelk liikuma tõmmata? Juku mass  $m_1 = 60$  kg ja hõõrdetegur Juku saabaste ning lume vahel  $\mu_1 = 0,30$ . Kelgu mass koos Juku sõpradega  $m_2 = 110$  kg ja hõõrdetegur kelgu ning lume vahel  $\mu_2 = 0,20$ . (12 p.) Autor: *Andreas Valdmann*

**10. (TSÜKLOTRON)** Vaatleme tsüklotroni - teatud tüüpi osakeste kiirendi toimimist. Tsüklotron koosneb silindrikujulisest piirkonnast raadiusega  $R$ , kus on homogeenne magnetväli tugevusega  $B$  ning õhukesest ribakujulisest piirkonnast laiusega  $d$ , kus on homogeenne ribaga risti olev elektrivälja tugevusega  $E$ . Elektrivälja suunda muudetakse perioodiliselt vastassuunaliseks nii, et osakeste igal riba läbimisel on elektrivälja suund osakeste kiirusvektoriga samasuunaline. Samuti on tsüklotroni ühes ääres osakeste tsüklotronist väljumiseks kitsas kanal. Alustagu osakesed liikumist tsüklotroni keskelt tühiselt väikse algkiirusega. Mitu täisringi  $n$  teevad osakesed tsüklotronis enne väljumist? Osakeste laeng on  $q$  ja mass  $m$ . Eeldada, et  $n \gg 1$ . (12 p.) Autor: *Kristian Kuppert*



**E1. (TOPSI MASS)** Määrake joogitopsi mass. *Vahendid:* joogitops, tops veega ( $\rho_v = 1000$  kg/m<sup>3</sup>), puidust joonlaud, 10 ml süstal, kuivatuspaber. (10 p.) Autor: *EFO žürii*

**E2. (MURDUMISNÄITAJA)** Määrake võimalikult täpselt vee murdumisnäitaja  $n_{vesi}$ . *Vahendid:* keeduklaas veega, millimeeterpaber, paberteip, käärid. *Vihje:* Murdumisnäitaja kahe keskkonna piirpinnal avaldub kujul  $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$ . (12 p.) Autor: *Eero Uustalu*



*Võib lahendada kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne. Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.*

*Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta. Lahendamisaeg on 5 tundi.*

*Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel*

*<http://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>*

*<http://efo.fyysika.ee>*

*Liituge meie Facebooki lehega [www.facebook.com/fyysikaolumpiaad](http://www.facebook.com/fyysikaolumpiaad)*