

# Eesti koolinoorte 70. füüsikaolümpiaad

10. veebruar 2023. a. Piirkondlik voor.

Põhikooli ülesanded (8.–9. klass)

**Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele.**

Lahendamisaeg on 5 tundi.

Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne.

Kasutada võib kirjutus- ja joonestusvahendeid ning kalkulaatorit. Muud abivahendid on keelatud.

Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

**1. (VEE KEETMINE)** Füüsikaliste probleemide lahendamine põhineb tihti mudelite loomisel. Sõltuvana soovitatavast vastuse täpsusastmest võivad mudelid olla keerukamad või lihtsamad. Tihti on olulisem saada teada vastuse suurusjärk kui täpne väärtus.

Hannes tahtis keeta hommikul  $V = 300$  mL teed. Kraanist tuli vesi temperatuuriga  $T_v = 10$  °C. Hannese keedukannu võimsus on  $W = 1,5$  kW. Kui kaua läks Hannesel vee keetmiseks aega, eeldusel et

(a) kogu keedukannu võimsus läks vee soojendamisse? Vee erisoojus on  $c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

(b) vesi ja kann on omavahel soojuslikus tasakaalus? Toa temperatuur on  $T_t = 25$  °C, veekannu mass on  $m_t = 700$  g ja see on tehtud terasest erisoojusega  $c_t = 500 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

Eeldage, et välise keskkonnaga soojusvahetust ei toimu. (6 p.)

**2. (BAROMEETER MARSIL)** Maal on elavhõbedabaromeetri tüüpiline näit  $h_{\oplus} = 760$  mm. Mis on samal temperatuuril elavhõbedabaromeetri tüüpiline näit Marsil  $h_{\text{Mars}}$ ? Õhurõhk Maal ja Marsil on vastavalt  $p_{\oplus} = 101$  kPa ning  $p_{\text{Mars}} = 600$  Pa, raskuskiirendus Maal on  $g_{\oplus} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  ja Marsil  $g_{\text{Mars}} = 3,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . (6 p.)

**3. (SÕIDUK)** Tiina tahtis uurida sõidukeid, mis ta maja eest läbi sõitsid. Selle jaoks pani ta tee äärde kaks lasersensorit üksteisest 7 m kaugusele piki teed nii, et kumbki sensor saatis signaali, kui sõiduki rattad sellest möödusid. Ühe huvitavama sõiduki puhul sai Tiina signaalid järgmisel ajal ajahetkedel:  $t_1 = 0,0000$  s,  $t_2 = 0,4615$  s,  $t_3 = 0,5385$  s,  $t_4 = 1,0000$  s,  $t_5 = 1,0385$  s,  $t_6 = 1,5769$  s. Leidke sõiduki rataste vaheline kaugus. Eeldage, et sõiduk sõitis ühtlase kiirusega. (8 p.)

4. (VALGUSVIHK) Maril on taskulamp, millest väljub paralleelne valgusvihk diameetriga 30 mm. Et koondada lambist tulenev valgus eredamaks, soovib Mari läätsede abil muuta valgusvihu väiksemaks paralleelseks valgusvihuks diameetriga 5 mm. Mari tuhnib oma sahtlis ringi ning leiab, et tal on nii kumerkui nõgusläätsed järgnevate fookuskaugustega: 1 cm, 2 cm, 3 cm, 5 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm ja 15 cm. Leidke, kuidas ja milliste fookuskaugustega läätsede abil on Maril võimalik oma eesmärk saavutada, kasutades

(a) kaht kumerlääts;

(b) üht kumerlääts ja üht nõguslääts.

Kummalgi juhul joonistage skeem. (8 p.)

5. (OTSENE KALORIMEETRIA) Üks viis, kuidas mõõta inimeselt või loomalt eralduva soojuste võimsust, on otsene kalorimeetria. Selle käigus pannakse inimene soojusisolatsiooniga tuppa, kus tagatakse inimese jaoks vajalik õhuvahetus. Kehast eralduva soojushulga leidmiseks läbib tuba veetoru, milles oleva vee temperatuur mõõdetakse enne ja pärast toa läbimist. Eeldage, et vesi siseneb tuppa temperatuuril  $T_1 = 20,00^\circ\text{C}$  ning väljub temperatuuril  $T_2 = 20,15^\circ\text{C}$ . Vee kiirus torus on  $u = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ja toru ristlõikepindala on  $S = 1 \text{ cm}^2$ . Mis on inimese kehast eralduva soojuste võimsus  $P$ ? Vee tihedus on  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  ning vee erisoojus on  $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ . Võite eeldada, et õhuvahetuse käigus soojusvahetust ei toimu ning süsteem on termodünaamilises tasakaalus. (8 p.)

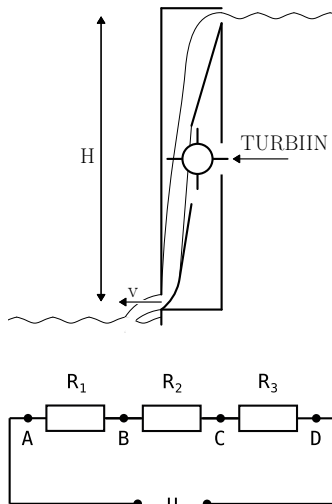
6. (SILMUS) Ameerika mägede vaguni liikumise kiirusel on turvanõuete tõttu ülemine piirang  $v_{\text{max}}$ . Selleks, et külastajad saaksid piisavalt põneva elamuse, on määratud ka alumine piirang  $v_{\text{min}}$ , millest aeglasemalt vagun ei liigu väljaspool esialgset kiirendumist. Rajale tahetakse paigutada silmus, mille jooksul mootorid vagunit enam ei kiirenda. Mis on sellise silmuse maksimaalne võimalik kõrgus  $H$ ? Õhutakistuse ja pidurdava hõõrdejõu võib arvestada tühiseks. (8 p.)

7. (ÖKONOOMNE SÕIT) Linnas kiirendab sisepõlemismootoriga auto tippkiiruseni  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ning peab peatuma keskmiselt iga 100 meetri tagant. Linnasõidul võib õhutakistust mitte arvestada. Maanteel sõidab auto püsiva kiirusega  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Õhutakistusjõud avaldub kujul  $F = cv^2$ , kus  $c = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$  ja  $v$  on auto kiirus. Auto kaalub 1,5 tonni. Leidke maanteesõidu ja linnasõidu kütusekulude suhe 100 km sõidu kohta. Eeldage, et mootori kasutegur ei sõltu kiirusest ja kiirendusest. (10 p.)

8. (*SELFIPULK*) Marta suudab selfipulgaga hoida telefoni enda peast  $a = 1$  m kaugusel. Ta tahab kasutada seda, et teha pilt, kus tema pea asub perfektselt kahe lihavõttesaare Moai kivikuju vahel (ka nii, et Marta ja Moaide peade kõrgused paistavad pildilt samad). Võime ligikaudu arvestada, et kõik pead on silindrilise kujuga. Moai on  $H = 4$  m pikkune ja  $D = 1,6$  m läbimõõduga, samas Marta pea on  $h = 21$  cm pikkune ja  $d = 13$  cm laiune. Kui kaugel peavad Moai kivikujud asuma teineteisest ja kui kaugel peab neist asuma Marta, et ta suudaks teha sellise pildi? (10 p.)

9. (*HÜDROELEKTRIJAAM*)  $H = 50$  meetri kõrgune hüdroelektrijaam laseb vett läbi turbiini ning seejärel väljub see teisel pool avast ristlõikepindalaga  $S = 1$  m<sup>2</sup> kiirusega  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Eeldades, et turbiini efektiivsus on  $\gamma = 10\%$ , mis on selle hüdroelektrijaama võimsus? (12 p.)

10. (*VOLTMEETER*) Kolm tundmatut takistit on ühendatud jadamsi ja neile on rakendatud pinge  $U = 126$  V. Tundmatu sisetakistusega voltmeetriga mõõdetakse pingeid joonisel näidatud punktide vahel. Tulemuseks on näidud  $V_{AB} = V_{CD} = 28$  V ja  $V_{AC} = 84$  V. Millist pinget näitab voltmeeter, kui selle klemmid ühendada punktidega B ja C? (12 p.)



E1. (*NÖÖPNÕELA DIAMEETER*) Leidge võimalikult täpselt nööpnõela diameeter.

*Katsevahendid:* 3 ühesugust nööpnõela, joonlaud, paksem tihe papp. (10 p.)

E2. (*PLIIATSI TIHEDUS*) Leidke võimalikult täpselt pliiatsi keskmine tiheus. Joonlauda kangina kasutada ei tohi. Kirjaklambreid võib painutada ja deformeerida.

*Katsevahendid:* piisavalt sügav ja lai anum veega, joonlaud, teritamata pliiats, 10 kirjaklambrit. (14 p.)

*Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:*

<https://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>

<https://efo.fyysika.ee>

*Lüütu meie Facebooki lehega:*

<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>