

# Eesti koolinoorte 33. füüsika lahtine võistlus

3. detsember 2022. a.

Noorema rühma ülesanded (8.–10. klass)

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

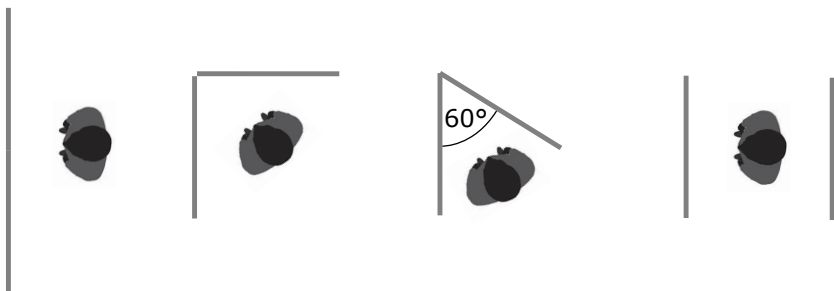
Lahendamisaeg on 5 tundi.

Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

Arvesse lähevad 6 suurima punktide arvu saanud lahendust.

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

1. (**KAKS PEEGLIT**) Riin ostis koju kaks tasapeeglit, kuid enne kui ta need seinale paigutas, tegi ta nendega pisut katseid. Ta seadis peeglid üles neljal erineval moel: kõrvuti, 90-kraadise nurga all, 60-kraadise nurga all ning vastakuti paralleelselt (vt joonist). Millisel juhul nägi Riin peeglist kõige rohkem enda kujutisi? Mitut? NB! Loeme ainult neid kujutusi, mille puhul Riin näeb enda tervet keha. (8 p.)



2. (**KLOTSID**) 2-aastane Anne üritab mänguklotse üksteise otsa laduda nii, et kõige ülemine klotis oleks kõige alumisega võrreldes võimalikult palju nihkes. Kui suure nihke ülemise ja alumise klotsi vahel võiks ta teoreetiliselt saavutada, kui tal on kasutada 4 kuubikujulist klotsi küljepikkusega  $a = 6 \text{ cm}$ ? Mängureeglits on, et klotse tohib nihutada ainult ühe serva suunas ning nende servad peavad jääma paralleelseks. (8 p.)

3. (**TITICACA JÄRV**) Titicaca järvest Boliivia ja Peruu piiril voolab ainsa jõena välja Desaguadero jõgi kiirusega  $v = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ . Järve pindala on  $S = 8400 \text{ km}^2$  ja keskmine vee aurustumise kiirus järve pinnalt on aastas  $b = 2000 \text{ mm}$ . Leidke Titicaca järve soolsus kui sissetuleva vee soolsus on  $c = 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$ . Eeldage, et järves on soola kontsentratsioon ja veetase igal ajahetkel ühtlased. (8 p.)

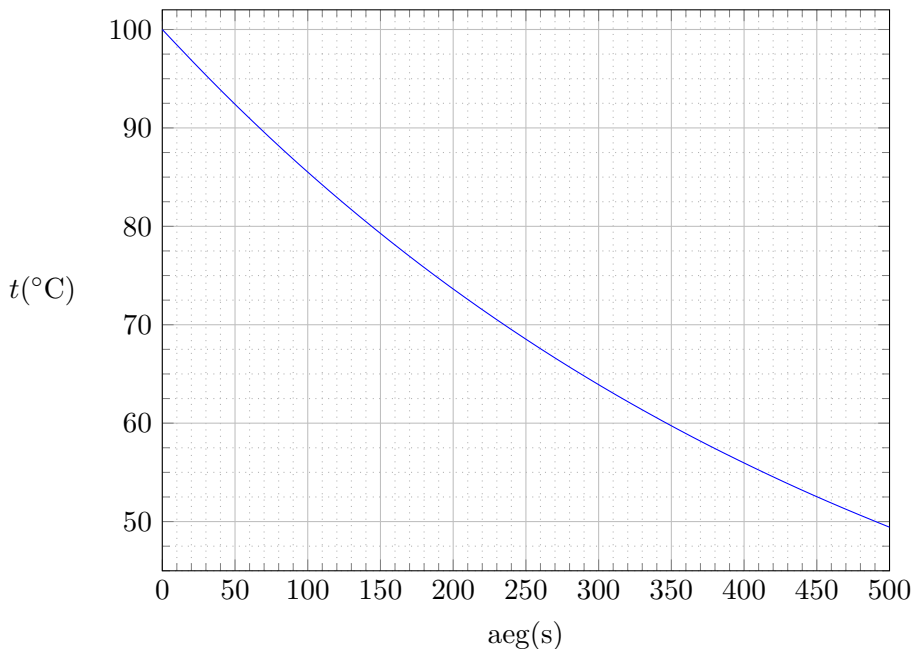
4. (VÕIDUSÕIT) Võidusõitu juhib sinine auto ja teisel kohal on punane auto. Autode keskmised kiirused on vastavalt  $110 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ja  $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Viimane vaheajapunkt on 10 km enne finišit ja seal on sinise auto edu punase ees 40 sekundit. Täpselt 4 minutit pärast vaheajapunkti läbimist tekib sinisel autol tehniline tõrge ja see ei saa enam sõita esialgse kiirusega.

(a) Mis oli võidusõiduraja kogupikkus?

(b) Millise vähima keskmise kiirusega peaks sinine auto ülejäänud vahemaa läbima, et mitte punasele autole kaotada? (8 p.)

5. (TEE PIIMAGA) Johannale meeldib juua teed piimaga, mis on täpselt  $50^\circ\text{C}$  juures. Et seda saavutada, valab Johanna toatemperatuuril  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  tassi  $m_v = 300\text{ g}$  teed temperatuuril  $t_2 = 100^\circ\text{C}$  ja ootab kuni see veidi jahtub. Siis valab Johanna  $m_p = 100\text{ g}$  külmkapist võetud piima temperatuuril  $t_3 = 4^\circ\text{C}$  saades joogi temperatuuriks täpselt  $t_0 = 50^\circ\text{C}$ . Leidke, kui kaua peab Johanna ootama alates tee tassi valamisest kuni piima tassi valamiseni. Tee erisoojus  $c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ , piima erisoojus  $c_p = 3890 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$  ja tassi soojusmahtuvus  $C_t = 300 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$ . On teada, et kui piima mitte lisada, siis muutub tee ja tassi temperatuur ajas vastavalt toodud graafikule. Eeldage, et soojusvahetused tassi, tee ja piima vahel toimuvad palju kiiremini kui soojusvahetus õhuga.

Märkus: Soojusmahtuvuseks nimetatakse massi ja erisoojuse korrutist. (10 p.)



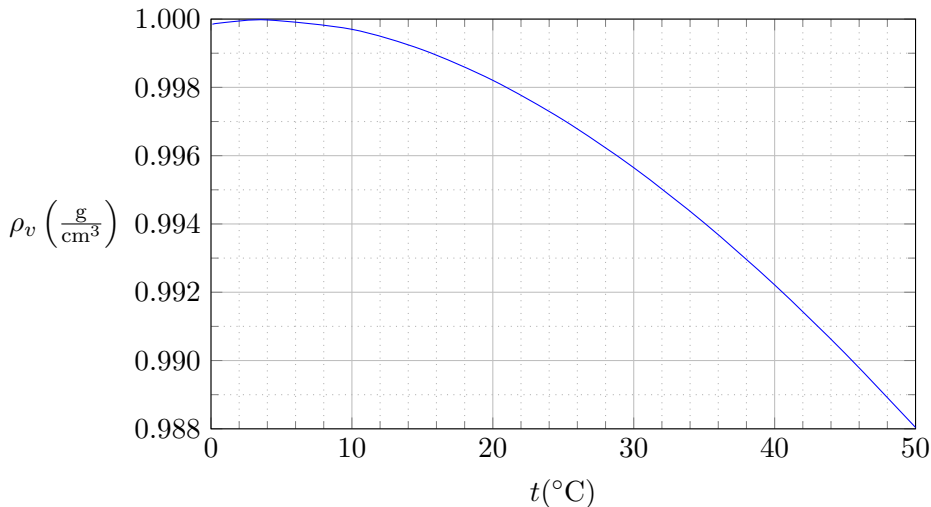
**6. (HEELIUMI HINGAMINE)** Juku on emaga karnevalil ning seisab ajahetkel  $t_0 = 0$  s väga täpsel kaalul. Ajahetkel  $t_1 = 5$  s ulatab Juku ema talle heeliumiga täidetud õhupalli ning astub koheselt eemale, et pilti teha. Sõpradelt on Juku kuulnud, et kui heeliumit sisse hingata, saab seejärel naljakalt rääkida. Ajavahemikus  $t_2 = 10$  s kuni  $t_3 = 12$  s hingab Juku õhupallist heeliumi kopsudesse ning hakkab seejärel koheselt üht Juku anekdooti rääkima. Juku räägib kuni ajahetkeni  $t_4 = 20$  s, misjärel ei suuda ta enam naeru tagasi hoida ning õhupall lendab tal kogemata käest lahti. Kujutage kaalu näit (kilogrammides) ajavahemikus 0 s kuni 25 s. Juku mass on  $m_J = 20$  kg, kopsumaht  $V_J = 2$  l, õhupalli ruumala  $V_P = 4$  l, õhupalli kesta mass  $m_K = 1$  g heeliumi tihedus  $\rho_H = 0,167 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , õhu tihedus  $\rho_A = 1,168 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Eeldage, et sisse- ja väljahingamine (rääkimisel) toimub ühtlaselt ning Juku kasutab selleks kogu oma kopsu mahu s.t. enne sisse hingamist ja rääkimise lõpus on tema kopsud tühjad, sissehingamist lõpetades täis. (10 p.)

**7. (TEADMATA HULK TAKISTEID)** Takistid takistusega  $R = 12 \Omega$  on ühendatud igauks oma kahe naabriga, nii et nad moodustavad korrapärase hulknurgakujulise suletud ahela, kuid ei ole teada kui mitu takistit ahelas on. Oommeetri üks klemm on ühendatud ahelaga punktis  $A$ , teist klemmi saab ühendada ahelaga punktides  $B$  ja  $C$ . On teada, et punktide  $B$  ja  $C$  vahel on täpselt üks takisti. Mõõtmised näitavad, et  $R_{AB} = 16 \Omega$  ning  $R_{AC} = 10 \Omega$ . Kui mitu takistit on ahelas? (10 p.)

**8. (ELEKTRONID)** Kuigi igas vase aatomis on mitu elektroni, siis vaid üks nendest saab metallis vabalt ringi liikuda ja osaleb elektrivoolu tekitamises — see on nn juhtivuselektron. Vahelduvvoolu korral liiguvad juhtivuselektronid teatud amplituudiga juhtmes edasi-tagasi. Leidke elektronide poolt ühe poolperioodi jooksul läbitav vahemaa, kui tegemist on vaskjuhtmega, mille ristlõikepindala  $S = 1 \text{ mm}^2$  ja tarbitakse võimsust  $P = 1 \text{ kW}$ . Vase tihedus  $\rho = 9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  ja vase molaarmass  $M = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ . Vooluvõrgu pingeline  $U = 230 \text{ V}$  ja sagedus  $f = 50 \text{ Hz}$ . Kuigi tegelikult muutuvad pingeline ja voolutugevus ajas sinusooidsaalselt, võite lihtsustatult eeldada, et ühe poolperioodi jooksul on tarbijale rakendatud pingeline  $+U$  ja teise jooksul  $-U$ . Elektroni laeng  $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , Avogadro arv  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ . (12 p.)

**9. (TIHEDUS)** Emma valmistas jääkuubiku, mille sisse pani mündi. Siis asetab Emma jääkuubiku veega täidetud silindrilisse anumasse, mõne aja pärast sulab jääkuubik ära. Kui palju muutus veetase anumal alates hetkest kui Emma asetab jääkuubiku anumasse kuni soojusliku tasakaalu tekkimiseni? Eeldage, et jää, münt ja vesi on soojuslikult muust keskkonnast isoleeritud.

Jää mass on  $m_j = 50$  g, tihedus  $\rho_j = 0,917 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , sulamissoojus  $\lambda = 334 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ , algtemperatuur  $t_j = 0^\circ\text{C}$ ; müüdi mass on  $m_m = 4$  g, tihedus  $\rho_m = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , algtemperatuur  $t_m = t_j$ , erisoojus  $c_m = 0,39 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot^\circ\text{C}}$ ; vee mass on  $m_v = 200$  g, algtemperatuur  $t_v = 50^\circ\text{C}$ , erisoojus  $c_v = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot^\circ\text{C}}$ ; silindrilise anuma põhjapindala on  $S = 40 \text{ cm}^2$ . Vee tiheduse sõltuvus temperatuurist on toodud alloleval graafikul. (12 p.)



**10. (NURK)** Spioonil on kodus koer, kellel ta tahab spioneerimise harjutamiseks alati silma peal hoida. Kodus on koridor, mille keskel on nurk suurusega  $\alpha$ , mille taha vastu seinä koer mõnikord konutama läheb. Spioonile meeldib aga konutada teisel pool nurka, samuti vastu seinä. Spioonil on selliste puhkude jaoks kumerlääts fookuskaugusega  $f = 10$  cm, mis on kettakujuline raadiusega  $r = 5$  cm, mille ta saab asetada koridoris vabalt valitud kohta, vabalt valitud orientatsiooniga. Milline on minimaalne nurk  $\alpha$ , mille puhul on spioonil võimalik läätse kasutades koera antud situatsioonis jälgida? Võite eeldada, et nii spiooni kui koera kaugus nurgast on palju suuremad kui nende mõõtmed, mis on omakorda palju suuremad kui läätse raadius. Lääts võib vaadelda ideaalse õhukese läätse. (14 p.)

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

<https://www.teaduskool.ut.ee/olümpiaadid/fuusikaolümpiaad>

<https://efo.fyysika.ee>

Lüütu meie Facebooki lehega:

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