

Eesti koolinoorte 70. füüsikaolümpiaad

1. aprill 2023. a.

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.

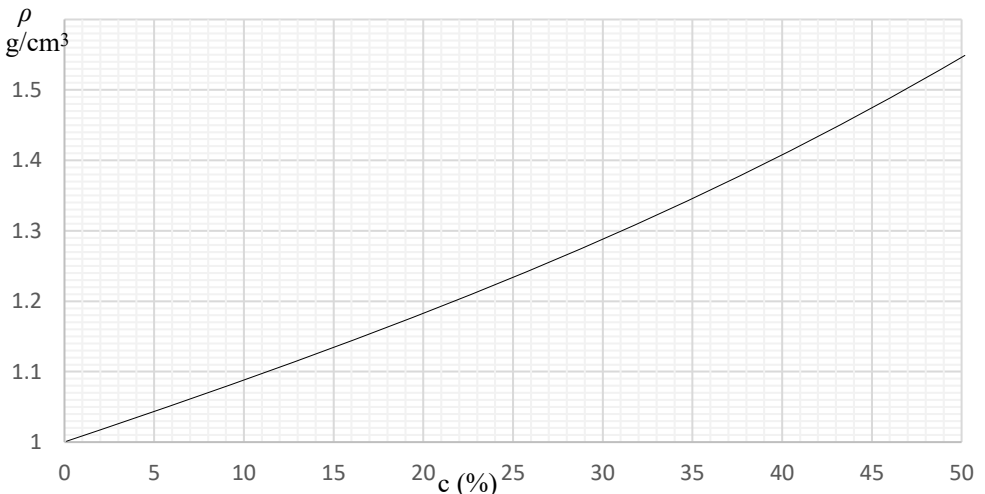
Kasutada võib kirjutus- ja joonestusvahendeid ning kalkulaatorit. Muud abivahendid on keelatud.

Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

1. (KÜPSETAMINE) Praeahju pandi klaasvaagnas viilutatud liha. Liha oli $m_l = 1000$ g ja vaagna mass oli $m_v = 0,5$ kg. Vaagen oli algselt toatemperatuuril $T_{v_0} = 22$ kraadi, liha aga võeti külmikust temperatuuril $T_{l_0} = 5$ kraadi. Ahi töötab $T_a = 200$ kraadi juures võimsusel $P = 1$ kW. Liha küpsetati $t = 30$ minutit ning selle tulemusel omandas liha keskmise temperatuuri $T_{l_1} = 90$ kraadi ning vaagen $T_{v_1} = 110$ kraadi. Milline oli küpsetamise kasutegur, st mitu protsenti ahju toodetud soojusest läks vaagna ja liha soojendamiseks? Klaasi erisoojus on $c_v = 0,84$ kJ/(kg · °C) ja lihal $c_l = 3,4$ kJ/(kg · °C). (6 p.)

2. (SOODALAHUS) Ühes liitris vees lahustati $m = 200$ g pesusoodat ning valati kaussi. Tasapisi auras osa vett välja nii et lõpuks oli lahuse ruumala kolm korda väiksem, kui alguses. Milline oli lõpus lahuse kontsentratsioon? Juuresoleval joonisel on toodud pesusooda lahuse tiheduse sõltuvus massikontsentratsioonist (sooda massi ja lahuse kogumassi suhe korda 100%). (8 p.)



3. (SATELLIIT MARSIL) Satelliit tiirleb ümber Marsi peroodiga $T = 2,0$ h kaugusel $h = 435$ km Marsi pinnast. NASA tahab satelliidi kogutud andmed saata Maal asuvasse jaama. Otseühenduse korral jaama ja satelliidi vahel s.t. kui jaam ja satelliit üksteist „näevad“ ehk nende vahel pole ühtegi suurt objekti, mis signaali blokeeriks, on allalaadimiskiirus $u = 1,0$ Mbps [Megabit sekundis], andmete kogumaht $D = 5,9$ GB [GigaByte]. Hinnata, kui kaua kulub andmete saatmiseks aega, kui saata andmed ainult otse sellesse jaama? Marsi raadius on $R = 3396$ km, Maa pöörlemisperiood $P = 24,0$ h, 1 Byte = 8 bit. Eeldada, et Maa, Marss ja satelliit liiguvad samas tasandis ning Marsi raadius, Maa raadius ja satelliidi kaugus Marsi pinnast on oluliselt väiksemad kui Maa kaugus Marsist. Andmete saatmise alghetkel asub Satelliit oma orbiidi Maale lähimas punktis ning NASA jaam Maal ekvaatoril asub Marsile lähimas punktis (s.t. Maa keskpunkt, jaam, satelliit ja marsi keskpunkt asuvad selles järjekorras ühel sirgel). Päikesest ning valguse kiirusest tulenevaid efekte mitte arvestada. (8 p.)

4. (PARDIRALLI) N plastparti lastakse korraga kitsasse sirgesse kanalisse laiussega d , kus voolab vesi kiirusega v . Alghetkel, kui kõik pardid olid vette visatud ja veepinnal tiheda kihi moodustunud, oli finišile lähima pardi kaugus finišijoonest s . Hinnake, kui palju aega kulub keskmiselt partidel finišisse jõudmiseks. Pardi ristlõige pealtvaates on ligikaudu ring raadiusega R . Võite eeldada, et pardid on kõik ühes kihis tihedalt koos, kanali laius d on palju suurem ühe pardi raadiusest R , kuid palju väiksem suuruselt NR ja hõõrdumist kanali servade ning teiste partidega pole. (8 p.)

5. (JOOTEKOLB) Hannes leidis vanaisa pööningult igavana jootekolvi, mis oli arvestatud töötama võrgupingel $U_0 = 110$ V võimsusega $P = 24$ W. Lisaks leidis Hannes sealt igivana hõõglambi, mis oli arvestatud samuti töötama 110 V võrgupingel. Vanaisa väitis, et need seadmed töötavad endiselt hästi ka tänapäeval. Selle testimiseks ühendas Hannes need jadamisi $U_1 = 230$ V vooluvõrguga. Milline pidi olema hõõglambi nimivõimsus, et jootekolb töötaks täpselt nii, nagu ette nähtud? Lageda, et lambi takistus ei sõltu voolutugevusest. (8 p.)

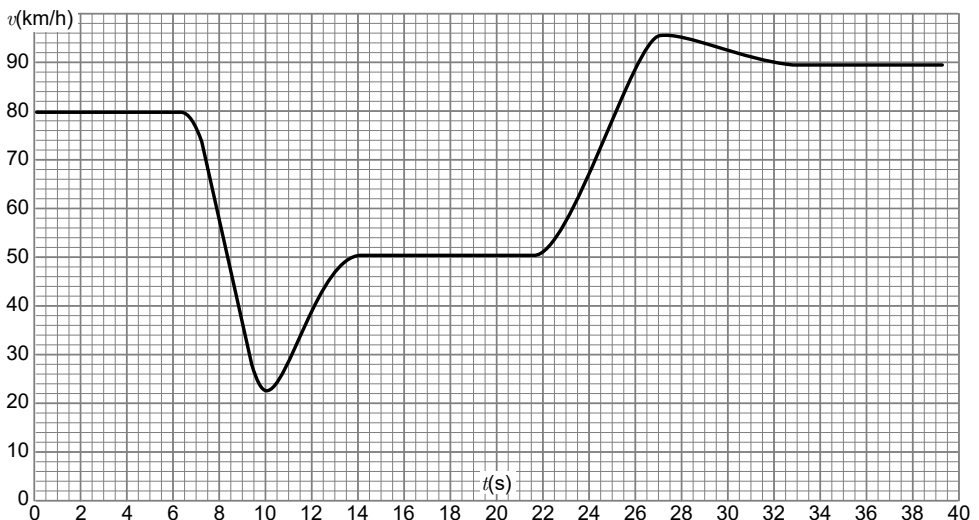
6. (LÄÄTS JA KAKS PEEGLIT) Konstrueerige objekti AB (vt joonist lisalehel) kõik kujutised. Skeemil on hall sein, sinine 45° kaldu poolläbilaskev peegel (pool valgusest läheb otse läbi, pool peegeldub nagu tavalises tasapeeglis), kumerläätis fookuskaugusega f ja tasapeegel. Lahendage ülesanne lisalehel. (10 p.)

7. (*ELEKTRIKARJUS*) Elektrikarjusega karjatamisel ümbritseb karjamaad pikk traat, mis on postide abil maast elektriliselt isoleeritud. Elektrikarjuses olev generaator saadab sellesse traati impulsspinge:pingevabad perioodid vahelduvad lühikeste pingega perioodidega. Pingeimpulsi ajal võib elektrikarjuse pingegeneraatorit vaadelda kui vooluallikat, mis tekitab pinge \mathcal{E} ning mis on järjestikku ühendatud teatud takistusega R . Elektriimpulss on eluohtlik, kui inimest läbib vool, mis on suurem kui $I_0 = 30 \text{ mA}$. Teatud marki elektrikarjuse kohta on teada järgmist: kui pingegeneraatori väljundklemmidest üks on maandatud ja teisest tuleb traat on maapinnast ideaalselt isoleeritud, siis traadi ja maapinna vaheline pinge on $U_m = 15 \text{ kV}$. Inimene, kes kõnnib palja jalu ja on seetõttu heas elektrilises kontaktis maapinnaga, puudutab kuiva käega karjuse traati ning saab elektrilöögi. Eeldada, et inimese keha takistus on hulga väiksem, kui kuiva käenaha takistus $r = 5 \text{ k}\Omega$.

a) Joonistage elektriskeem, mis kirjeldab olukorda, kui inimene saab parajasti karjuselt elektrilööki.

b) Millised pingegeneraatori takistuse R väärtused on lubatavad? (10 p.)

8. (*PIKIVAHE*) Iseliikuv auto peaks hoidma eelsõitva auto kiirust, aga IT insenerid olid kogemata teinud vea, mistõttu iselikuva auto kiirus on kogu aeg võrdne eelsõitva auto kiirusega $\tau = 2 \text{ s}$ võrra varasemal hetkel. Juuresoleval graafikul on toodud eelsõitva auto kiirus funktsioonina ajast. Iseliikuva auto poolt hoitav pikivahe sõltub ajast; mitme meetri võrra erineb kõige pikem pikivahe kõige lühemast (10 p.)



9. (KOOLIMINEK) Õpilane, koer ja kass hakkavad koos kodust sirgjoones 10 km kaugusel oleva kooli poole minema. Koer jookseb õpilasest 2 korda kiiremini ning kass jookseb omakorda koerast 2 korda kiiremini. Koer jookseb kooli juurde, seejärel tagasi õpilase juurde, seejärel jälle kooli juurde jne edasi-tagasi. Kui koer jookseb kooli poole, siis jookseb kass jällegi kooli ja koera vahel edasi-tagasi. Iga kord, kui koer kooli juurde jõuab, hüppab kass talle selga ja sõidab õpilase juurde tagasi. Õpilase juurde jõudes hüppab kass jälle maha ja jookseb kooli ja koera vahel edasi-tagasi, kuni koer kooli juurde jõudes ta jälle selga võtab jne. Leia kassi omil jalul läbitud distants. (12 p.)

10. (PEEGEL KORIDORIS) Juta on pika koridori ühes otsas. Koridori üks pikk sein on roheline ja teine kollane. Koridori teises otsas on Juta silmade kõrgusel koridori rohelisel seinal valgustäpp. Juta hakkab piki koridori keskeltegel kõndima koridori ühest otsast teise kiirusega $v = 1$ m/s. Samal ajal hakkab valgustäpp samal kiirusel liikuma mööda koridori rohelist seina Juta silmade kõrgusel sellesse koridori otsa, kus asus alguses Juta. Koridori kollasel seinal asub $L = 0,5$ m laiune maast laeni peegel. Ühel hetkel ilmub valgustäpi kujutis peeglis Juta vaatevälja. Kui kaua on Jutal võimalik valgustäpi kujutist peeglist näha, kui mõlemad jätkavad konstantse kiirusega liikumist? (12 p.)

E1. (ERISOOJUS) Leidke metallist keha erisoojus. Vee erisoojus on $c_v = 4200$ J/(kg · °C) ning alumiiniumi erisoojus $c_{Al} = 900$ J/(kg · °C).

Vahendid: metallist keha, kalorimeeter, termomeeter, kaal, toasoe vesi (metallist anum), jääkuubikud, metallist anum, kuivatuspaber. (12 p.)

E2. (HÕÕGNIIDI PIKKUS) Määrake võimalikult täpselt hõõglambi pirni hõõgniidi pikkus. Hõõgniit on pika heeliksi (st vedru) kujuline, vaja on leida selle kogupikkus (pikkus, mille ta omandaks, kui heeliks sirgeks tõmmata).

Vahendid: lääts alusel, korpusega kaitstud hõõglamp, toiteplokk, ekraan (klots, mida ümbritseb paber), mõõdulint. Läätse võib vaadelda kui õhukest lääts, mille tasand on tähistatud korpusel joonega.

Hoiatused! Lampi ei tohi korpusest eemaldada. Ülekuumenemise vältimiseks tohib lampi põletada ainult püstises asendis (kus klaas on vertikaalselt). (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>

6. (LÄÄTS JA KAKS PEEGLIT — LISALEHT)

