

Eesti koolinoorte 68. füüsikaolümpiaad

10. aprill 2021. a.

Põhikooli ülesanded (8.–9. klass)

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.

Mootemääramatuse hindamist ei nõuta.

Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele ning skaneerida eraldi failidesse.

1. (KIIRRONG) Juuresoleval pildil näete ühest rongist samal ajal ja samas kohas kahe erineva kaamera teatud fotot. Kallim kaamera (parempoolne foto) salvestab kogu pildi ulatuses kõik pikslid üheaegselt. Odavam kaamera (vasakpoolne foto) skannib ülevalt alla, salvestades üheaegselt ühe horisontaalse rea piksleid (ja seejärel järgmise jne). Kui kaadris on väga kiiresti liikuvaid objekte, põhjustab see fotol veidraid moonutusi, nagu vasakpoolsel pildil näha võib. Milline on fotol oleva kiirrongi kiirus? Fotol paistva kahe ratta teljevahe on $D = 2,4$ m ning odavamal kaameral kulub terve pildi skannimiseks $T = 1/50$ s. (6 p.)



Pildi autoriõigused: Baumer Electric

2. (ESTLINK-2) Estlink-2 kõrgepingekaabel, mis ühendab Eestit ja Soomet on umbes 100 km pikk ja töötab alalispingel $U = 450$ kV. Kaablis oleva kummagi vasest “juhtme” ristlõikepindala on $S = 2000$ mm². Vase eritakistus on $\rho = 17$ m $\Omega \cdot$ mm²/m. Mitu protsenti ülekantavast energiast läheb kaduma, kui ülekantav koguvõimsus on $P = 1$ GW? Mitu korda oleksid kaod suuremad, kui kaabli pinge oleks kaks korda madalam? (8 p.)

3. (KIHUTAJA) Maantee pikkus linnade A ja B vahel on $s = 178,5$ km. Liiklushuligaan Koit sõitis linnast A linna B ning pani tähele, et kui ta kihutas "vabas vees" kiirusega v , tuli talle vastu auto keskmiselt iga $t_1 = 30$ s tagant. Oma teekonnal tegi ta möödasõidu keskmiselt iga $t_2 = 4,5$ min tagant, kusjuures iga möödasõidetava auto taga ootas ta möödasõiduvõimalust keskmiselt $t_3 = 1$ min. Eeldame, et nii linnast A linna B kui linnast B linna A oli liiklusvoog sama tihedusega ning kõik teised autod sõitsid ühtlase kiirusega $v_0 = 90$ km/h. Kiirendamiseks ja pidurdamiseks kulunud aega loeme tühiseks.

(a) Leida Koidu sõidukiirus v .

(b) Kui palju aega võitis Koit teekonnal linnast A linna B võrreldes teiste autodega? (8 p.)

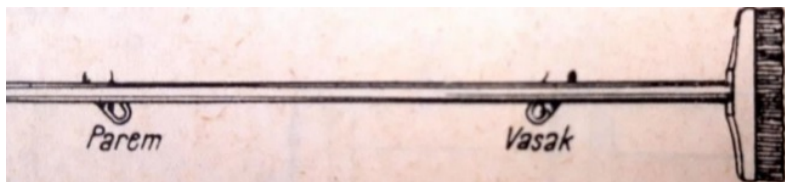
4. (NOOR KATSETAJA) Silindrilisse keedupotti, mille põhja pindala on $S = 300$ cm², oli valatud vesi temperatuuril $T_0 = 20$ °C tasemeni $H = 20$ cm. Arno riputas vette oma vanaema keedupulga ruumalaga $V = 20$ cm³ ning võimsusega $P = 1500$ W ja pani selle $t = 2$ tunniks tööle. Kui palju muutus poti põhjale avaldub rõhk võrreldes olukorraga enne keedupulga vette panemist?

Kogu protsessi vältel oli keedupulk üleni vee sees ega puudutanud poti põhja. Lihtsustatult võib eeldada, et keedupulgal eralduv soojus läheb täielikult veele, vee tasapind on ühtlane ning enne keemistemperatuurini jõudmist aurustumist ei toimu. Vee tihedus $\rho = 1000$ kg/m³, erisoojus $c_v = 4200$ J/(kg · °C) ja aurustumissoojus $L = 2300$ kJ/kg. (8 p.)

5. (KONN JA KÄRBES) Suur õhuke nõguslääts ($f = 1$ m) asetseb seinast 3 m kaugusel ning on seinaga paralleelne. Konn asub selle nõgusläätsel optilisel peateljel, läätselt 2 m kaugusel ning jälgib teisel pool läätsel olevat kärbest. Alguses istub kärbes läätsel taga oleval seinal optilisest peateljest 1 m kaugusel. Konn vaatab läbi läätsel kärbest ning märkab, et kärbe kujutis hakkab otse tema poole lendama. Kui pika tee läbib kärbes läätseni jõudes? (10 p.)

6. (LÄÄTS JA EKRAAN) Jarl asetab punktvalgusallika ja ekraani vahele õhukese kumerläätsel (raamita klaaslääts); valgusallikas asub peateljel ja ekraani tasand oli paralleelne läätsel tasandiga. Ta liigutas ekraani edasi-tagasi, uurides sellel tekkivat mustrit ning pani tähele, et kui ekraan asub läätselt kaugusel 10 cm, tekib ekraanile terav valgusallika kujutis. Üllatuslikult selgus, et kui ekraani kaugusel läätselt oli 60 cm, siis ei olnud seal näha enam mingit mustrit: ekraan oli ühtlase heledusega nagu läätsel polnuksi! Kui kaugel läätselt asub valgusallikas? (10 p.)

7. (HARI) Pika varrega põrandahari lebab horisontaalselt väljasirutatud käte nimetissõrmedel (vt. joonist). Seletage, mis juhtub, kui hoida vasakut kätt paigal ja lähendada sellele aeglaselt paremat kätt hoides kätt kogu aeg samal kõrgusel? Mis juhtub siis, kui hoida paremat kätt paigal ja lähendada sellele aeglaselt vasakut kätt käe kõrgust muutmata? Mis juhtub kui lähendada aeglaselt teineteisele üheaegselt mõlemat kätt? Kirjeldage protsesse füüsikaseaduspärasusi kasutades seni kuni käsi pole enam võimalik liigutada. Selgitage vastuseid. (10 p.)

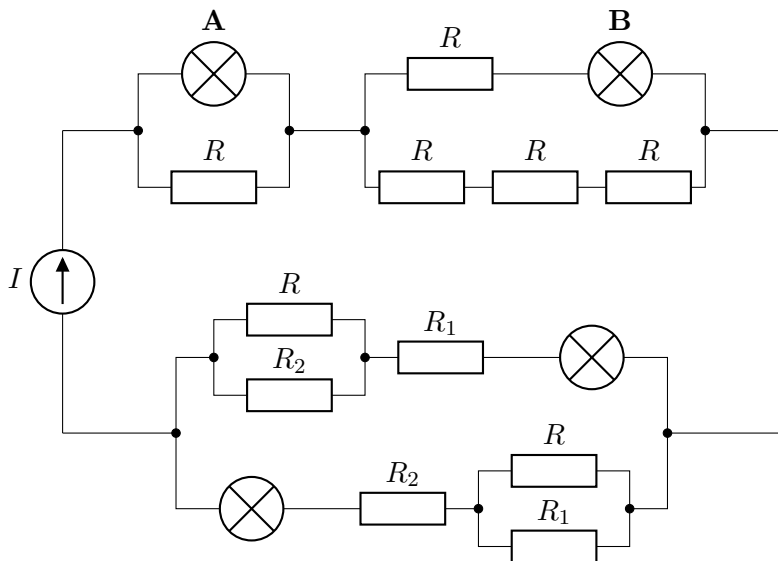


8. (JÄÄAEG) Maailmamere keskmine veetase oli viimase jääaja tipphetkel $h = 120$ m võrra madalam kui tänapäeval. Siis oli maailmamere keskmine soolsus $\nu_0 = 3,60\%$, aga praegu on see $\nu_1 = 3,47\%$. Kui suur osa vahepeal ära sulanud jääst oli merejää?

Jää kas toetub maapinnale (mandrijää) või ujub ookeanis (merejää) ning muud veereservuaarid peale jää ja ookeanivee on Maal tühised. Eeldame lihtsustatult, et maailmamere vee tihedus ja tema rannajoon pole vahepeal muutunud ning et mandri- ja merejää ei sisalda üldse soola. Maailmamere keskmine sügavus on praegu $H = 3680$ m ja merejää paksus on tänapäeval sellega võrreldes tühine. (10 p.)

9. (VEEVANN) Juku jättis huvi pärast peale väga külma ööd veevanni $h = 10$ cm veekihiga välja. Eeldada, et maapinna temperatuur on $T_1 = -10^\circ\text{C}$ ning õhu temperatuur $T_2 = 10^\circ\text{C}$. Kui paks jääkiht moodustub vanni põhja peale pika aja möödumist? Eeldada, et jää haakub vanni põhja, jäätumise käigus ei muutu õhu ja maa temperatuurid märkimisväärselt, vee ja jää tiheduste sõltuvus temperatuurist on tühine ning et vanni laius ja pikkus on palju suuremad kui esialgse veekihi sügavus. Jää ning vee tihedused on $\rho_{\text{jää}} = 920 \text{ kg/m}^3$ ja $\rho_{\text{vesi}} = 1000 \text{ kg/m}^3$. Jää ning vee soojusjuhtivused on $k_{\text{jää}} = 2,22 \text{ W}/(^\circ\text{C} \cdot \text{m})$ ja $k_{\text{vesi}} = 0,556 \text{ W}/(^\circ\text{C} \cdot \text{m})$.

Vihje. Soojusjuhtivustegur k kirjeldab materjali võimet soojust läbi lasta. Definitsiooni kohaselt, kui vaadelda paksu varrast pikkusega l ning ristlõikepindalaga S , mille otspunktide temperatuuride vahe on ΔT , siis varda ristlõiget läbib summaarne soojusvoog $P = kS\Delta T/l$. (10 p.)



10. (*LAMBID*) Hannes ehitas joonisel kujutatud keerulise elektriskeemi, mis koosneb neljast ühesugusest taskulambipirnist nimipingega 6 V ja nimivõimsusega 3 W , seitsmest muudetava takistusega takistist R , kahest fikseeritud tundmatu takistusega takistist R_1 , kahest fikseeritud tundmatu takistusega takistist R_2 ja konstantse voolu allikast voolutugevusega $I = 1\text{ A}$. Hannes saab seitsme takisti takistust arvuti abil kontrollida, kuid programmivea tõttu saab ta neile seada ainult ühesuguse takistuse R . Millise takistuse R peaks Hannes takistitele seadma, et lamp A ja lamp B põleksid sama heledalt? Mis on sellisel juhul kõigi nelja lambi klemmidel olevate pingete summa? Lugeda, et lampide takistused ei sõltu voolutugevusest.

Vihje. Konstantse voolu allika pinge varieerub nii, et seda läbib alati vool I sõltumata vooluringi takistusest. (*12 p.*)

E1. (*OPTILINE TIHEDUS*) Hinnake, kas optiline tihedus on suurem veel või toiduõlil. Põhjendage tulemust.

Vahendid: vesi, toiduõli, läbipaistev pudel ära lõigatud ülemise osaga. (*10 p.*)

E2. (*PABERI TIHEDUS*) Mitu korda erinevad šokolaadi ümbrispaberi ja hõbepaberi tihedused?

Vahendid: Anneke šokolaad 300 g , käärid. (*12 p.*)

NB! Kummaski katses pole joonlaud katsevahendina antud!

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

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

<http://efo.fyysika.ee>

Liituge meie Facebooki lehega:

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