

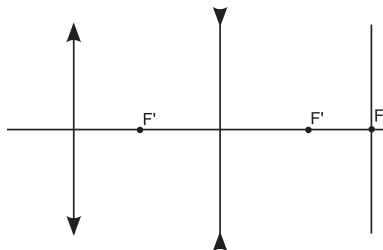
# Eesti koolinoorte 60. füüsikaolümpiaad

13. aprill 2013. a. Lõppvoor.

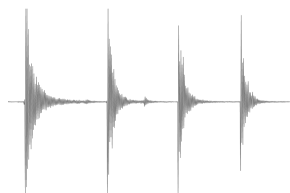
Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

*Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!*

1. (LÄÄTSED) Jukul on suur hulk nõugsläätsi, mille fookuskauguste leidmiseks ta konstrueeris lihtsa süsteemi. Ta suunas optilise peateljega paralleelse laserikiire läbimõõduga  $2R$  tuntud fookuskaugusega  $f_1$  koondava läätses keskpunkti, pärast mida koondus laserkiir ühte punkti ekraanil. Kui nüüd panna fookuskaugusega  $f_2$  nõugslääts võrdsele kaugusele koondavast läätsesest ja ekraanist, on laserikiire läbimõõt ekraanil  $2r$ . Leidke  $f_2$  eeldusel, et  $2f_2 < f_1$ . (6 p.)

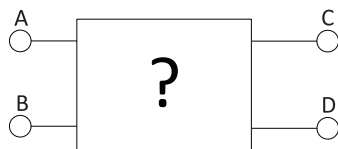


2. (PALL) Madis analüüsis arvutiprogrammiga palli põrkamisest tehtud helilindistust ja sai joonisel toodud graafiku (suuremalt lisalehel), mis näitab helisignaali kuju. Kui on teada, et pärast kolmandat põrget tõusis pall täpselt 1 meetri kõrgusele, leidke palli maksimaalne kõrgus pärast esimest põrget. (6 p.)



3. (JALGRATTUR) Poiss mõõdab jalgrattaga sõites tuule kiirust enda suhtes: kui ta sõidab piki teed ühes suunas kiirusega 10 km/h, saab ta tulemuseks 20 km/h, ning kui ta sõidab vastassuunas kiirusega 20 km/h, siis saab ta tulemuseks samuti 20 km/h. Kui kiiresti maa suhtes puhub tuul? (8 p.)

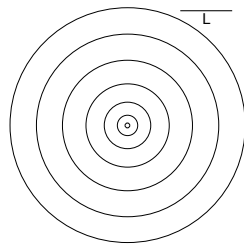
4. (MUST KAST) Joonisel näidatud musta kasti kõik klemmid ühendatakse korraks kokku. Seejärel, kui klemmide A ja B külge ühendada patarei pingega  $U$  ja klemmide C ja D külge voltmeeter, on voltmeetri näit alghetkel  $U$ .



Mõõtmise järel ühendatakse kõik klemmid veel korraks kokku. Kui ühendada sama patarei klemmide C ja D külge ning voltmeeter klemmide A ja B külge, on voltmeetri näit alghetkel  $\frac{U}{2}$ . Teades, et mustas kastis on ainult identsed kondensaatorid, joonistage musta kasti skeem. (8 p.)

5. (*SATELLIIT*) Geostatsionaarseks orbiidiks nimetatakse sellist orbiiti, millel asuv satelliit Maa suhtes ei liigu. Kui suur on maa-ala, mida sellisel orbiidil olevalt satelliidilt jälgida saab? Vastuseks esitage selle maa-ala läbimõõt mõõdetuna mööda Maa pinda. Gravitatsioonikonstant  $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ , Maa mass  $M = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ , Maa raadius  $r = 6400 \text{ km}$ , Maa pöörlemisperiood  $t = 24 \text{ h}$ . (8 p.)

6. (*TIIK*) Vaatleme tiiki visatud kivi ümber tekkinud lainetust. Kui kivi kukub vette, tekib suur hulk erinevate lainepikkustega häiritusi, millest igäiks levib omaette kiirusega. Nende liitumisel moodustub lainehari, mille liikumist saame vaadelda. Joonisele (suuremalt lisalehele) on iga kindla ajavahemiku järel kantud selle laineharja asukoht, mõõtkavaks sirglõik pikkusega  $L$ .



Laineharja kiirus  $v$  sõltub seda parasjagu moodustavate komponentide lainepikkustest  $\lambda$  ja vee sügavusest  $h$ . Kui kivi vettekukkumisest möödunud aeg  $t$  on väike, siis koosneb lainehari lainepikkustest  $\lambda \ll h$  ning laineharja kiirus sõltub ajast seose  $v \approx \frac{gt}{\pi}$  järgi. Kaugemal, kus laineharja moodustavad häiritused lainepikkusega  $\lambda \gg h$ , liigub see kiirusega  $v \approx \sqrt{hg}$ . Hinnake sügavust  $h$  eeldusel, et see oli terve tiigi ulatuses sama. Vastus andke suhtena  $h/L$ . (10 p.)

7. (*MIKROSKOOP*) Nõndanimetatud digitaalne mikroskoop koosneb piki optilist peatelge nihutatavast läätsest (objektiivist), mis tekitab vaadeldavast esemest tõelise kujutise elektroonilise maatriksensori pinnale. Terav kujutis tekib objektiivi kahe erineva asendi korral. Vastavate joonsuurenduste suhteks määrati 25. Kumbas asendis ja mitu korda on sensori pinnauhikule langev kiirgusvõimsus suurem? Võib eeldada, et läätse mõõtmed on palju väiksemad tema kaugusest objektist. (10 p.)

8. (*KAUPLUS*) Suurematel hoonetel on sageli eeskojad. Miks? Vaadeldgem kauplust, millele ehitati nii kitsas eeskoda, et läbi kaupluse seinte toimuvaid soojuskadusid see juurdeehitis ei mõjuta. Kaupluse ukse avamisel vahetub läbi avatud ukse teatud kogus õhku. Lugegem õhk kõikjal hästi segunenuks, st läbi lahtise ukse läheb õuest eeskotta õuetemperatuuril õhk; kõigi uste jaoks teeme analoogilised eeldused. Samuti eeldame, et ühe ukseavamisega vahetuva õhu hulk ei sõltu temperatuuride vahest ning et uste ja eeskoda seinte soojusjuhtivusest tingitud soojuskaod on tühised võrreldes õhu vahetumisest tingitutega.

Vaatleme olukorda enne eeskoja ehitamist. Jahedal aprillipäeval oli kaupluse lahtioleku aegne välistemperatuur stabiilselt  $T_1 = 4\text{ }^\circ\text{C}$ . Öösel, kui kauplus on kinni, oli välistemperatuur stabiilselt  $T_2 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ . Kaupluse elektriraadiaatorite tööd juhib termostaat, mis hoiab sisetemperatuuri püsivalt  $T_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$  juures. Öösel oli raadiaatorite keskmine võimsus  $P_2 = 5,0\text{ kW}$  ning päeval  $P_1 = 4,6\text{ kW}$ . Päeval toimib kaks efekti: (a) inimesed avavad aeg-ajalt ust; (b) inimeste kehasoojus ning kaupluse valgustid panustavad kütmissse teatava lisavõimsusega.

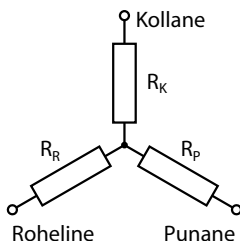
Pärast eesruumi ehitamist selgus, et sama välistemperatuuri ning küllastajate arvu juures vähenes raadiaatorite päevane keskmine võimsus  $P_3 = 3,8\text{ kW}$ -ni. Millist võimsust toodavad kaupluses olevad inimesed ja valgustid, kui eeldada, et soojusvahetuse võimsus on võrdeline temperatuuride vahega? (10 p.)

**9. (JALGPALLURID)** Kaks jalgpallurit proovisid trikilööki, kus kaks palli õhus kokku põrkavad. Jalgpallurid seisid teineteisest  $d = 20\text{ m}$  kaugusel ja andsid samal ajahetkel sooritatud löögiga kumbki oma pallile algkiiruse  $v = 15\text{ m/s}$ . Mis piirkonnas võisid pallid lennul kokku põrgata? Vastuseks tehke pealtvaates joonis, kuhu on kantud jalgpallurite asukohad ja kõikvõimalike kokkupõrkepunktide piirkond. Esitage ka selle piirkonna möödud. Võimalike kokkupõrkepunktide kõrgust maapinnast pole vaja eraldi välja arvutada ega joonisele kanda. Raskuskiirendus on  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ . (12 p.)

**10. (KONDENSAATOR)** Ruudukujuliste plaatidega kondensaator plaadi pindalaga  $S$  ning plaatidevahelise kaugusega  $d \ll \sqrt{S}$  on laetud pingeni  $U_0$  ning seejärel patareist lahti ühendatud. Kondensaatori sisse viiakse ruudukujuline juhtiv plaat, samuti pindalaga  $S$  ning paksusega  $d/2$ , kuni plaat on täielikult kondensaatori sees. Protsessi jooksul plaat ei puutu kokku kondensaatori plaatidega ning on nendega paralleelne. Kui palju tööd tehti plaadi sisseviimisel? Selgitage, kas plaat tõmbus ise sisse või pidid välisjõud selle sisse lükkama. Servaeffekte pole vaja arvesse võtta. Vaakumi dielektriline läbitavus on  $\varepsilon_0$ . (12 p.)

**E1. (TÄHT)** Kolmest takistist on joonisel kujutatud viisil moodustatud tähtühendus. Tähe harudest väljuvad skeemil kujutatud värvi juhtmed ning tähe keskpunkt on isolatsiooniga kaetud.

a) Mõõtke takistite  $R_K$ ,  $R_R$  ja  $R_P$  takistuste suhted neist vähimasse eeldades, et voltmeeter on ideaalne. (8 p.)



b) Hinnake takistite takistusi, kui on teada, et voltmeetri takistus on  $4500\ \Omega$ .  
(4 p.)

*Vahendid:* takistitest tähtühendus, patarei, voltmeeter. Mõõtemääramatusi hinnata pole vaja. (*Kokku 12 p.*)

**E2.** (*PINKSIPALL*) Mõõtke seisuhõõrdeegur lauateniseepalli ja joonlaua vahel. Hinnake mõõtemääramatust. *Vahendid:* lauateniseepall, kaks puitjoonlauda. (12 p.)

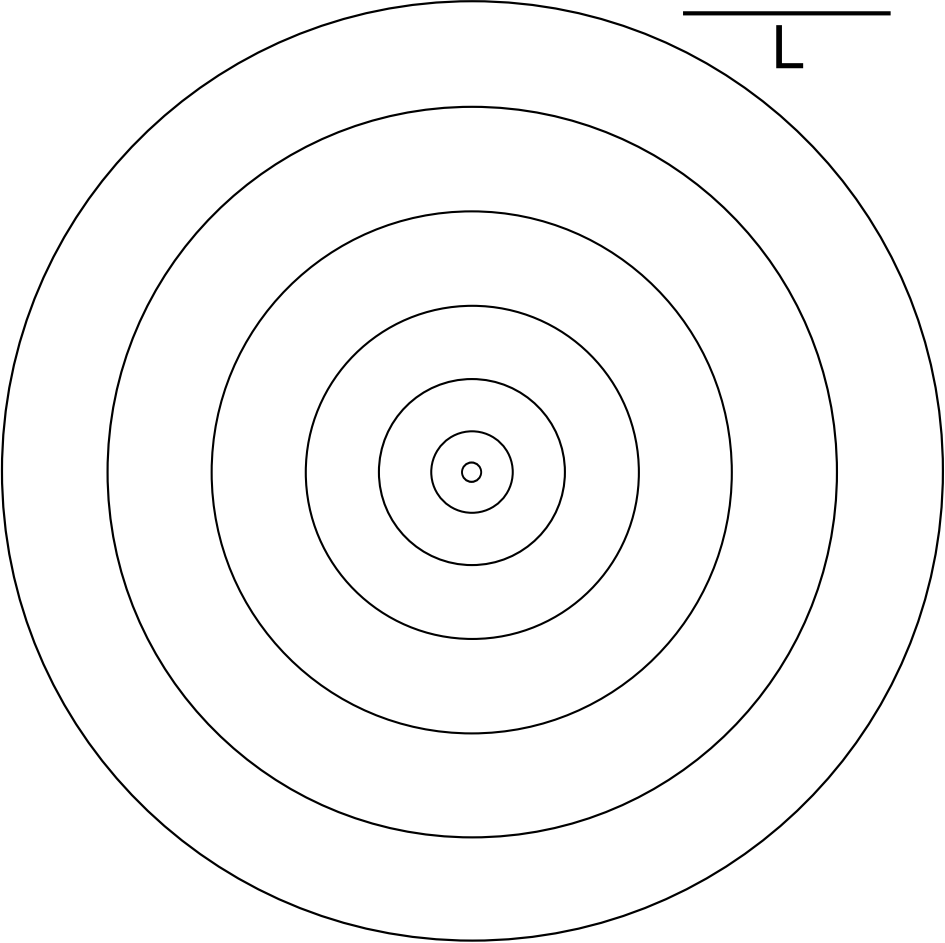
*Võib lahendada kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne. Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.*

*Lahendamisaeg on 5 tundi.*

*Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressil*

*<http://www.teaduskool.ut.ee/efo>*

Lisaleht ülesandele „Tiik“



# Lisaleht ülesandele „Pall“

