

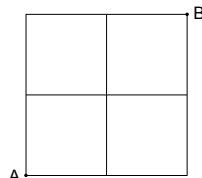
Eesti koolinoorte 61. füüsikaolümpiaad

12. aprill 2014. a. Lõppvoor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

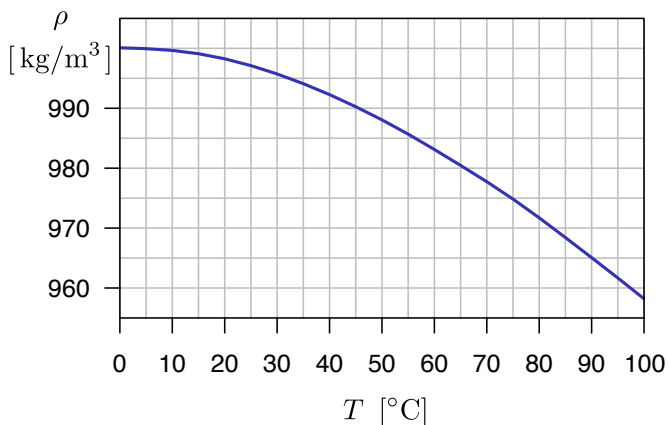
1. (RUUDUSTIK) Traadist on valmistatud 2×2 ruudustik (vt joonist), iga väikese ruudu külje takistus on $r = 1 \Omega$. Leidke punktide A ja B vaheline takistus. (8 p.)



2. (VIIUL) Viuli keelt pikkusega L kaugusel $\frac{3}{7}L$ keele ühest otsast alla vajutades ning lühemal osal poognaga tõmmates kõlab mingi põhisagedusega heli. Samal kaugusel $\frac{3}{7}L$ keelt ainult puudutades (alla vajutamata), on kõlav heli erinev. Milline on nende kahe põhisageduse suhe? (8 p.)

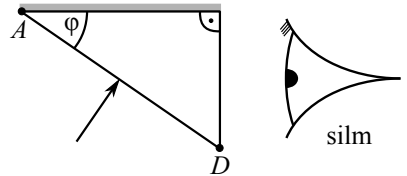
3. (PAISUPAAK) Maja küttesüsteem sisaldab suurt akumulatsioonipaki, kus hoitakse ringlevat sooja vett, ning paisupaaki, et kompenseerida vee soojuspaisumist. Paisupaak on fikseeritud ruumalaga anum, millest osa võtab enda alla õhk ning ülejäänud täidab küttesüsteemist pärinev vesi, mis saab vabalt süsteemi ja tagasi voolata. Hetkel, mil kogu vesi oli toatemperatuuril $t_0 = 20^\circ\text{C}$, täideti paisupaak suruõhuga nii, et õhu ruumala paagis oli $V_1 = 0,080 \text{ m}^3$ ning rõhk $p_1 = 1,5 p_0$, kus $p_0 = 0,10 \text{ MPa}$ on atmosfäärirõhk. Kogu süsteemis oleva vee ruumala toatemperatuuril on $V_0 = 1,0 \text{ m}^3$.

Torustikus on ka avariiventil, et vältida torude lõhkemist. Ventiiil avaneb, kui rõhk torustikus ületab atmosfäärirõhku $\Delta p = 1,2 p_0$ võrra. Millise temperatuurini saab vett süsteemis soojen-



dada, ilma et avariiventil avaneks? Metalli soojuspaisumisega mitte arvestada. Vee tiheduse sõltuvus temperatuurist on toodud graafikul. Eeldage, et graafiku kuju ei sõltu rõhust (vaadeldavad rõhumuutused on selleks liiga väikesed). Samuti eeldage, et õhu temperatuur paisupaagis püsib toatemperatuuril t_0 . (8 p.)

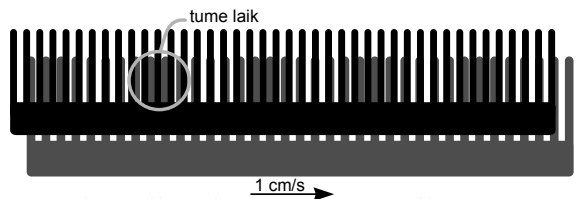
4. (PERISKOOPRILLID) Kui liiga kaua järjest raamatut lugeda, siis võib kael pikast allapoole vaatamisest ära väsida. Selle vältimiseks on välja mõeldud erilised prillid, mille abil saab pead kallutamata alla vaadata. Prillide põhiliseks elemendiks on joonisel kujutatud prisma, mille pealmine tahk on kaetud valgust peegeldava materjaliga. Prisma tipunurk φ on valitud sellisel, et kui prismasse sisenev valguskiir on pinnaga risti, siis on seda ka väljuv kiir. Prisma on tehtud materjalist murdumisnäitajaga $n = 1,5$.



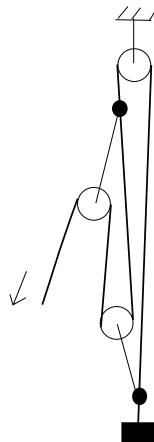
1. Lõigul AD on punktid B ja C , mis jagavad selle kolmeks piirkonnaks: AB , BC ning CD . Sõltuvalt sellest, millisele piirkonnale kiir langeb, on kiire käiguks prismas kolm põhimõtteliselt erinevat võimalust. Tehke joonis kiirte käigust kõigi juhtude jaoks.
2. Leidke nurga φ väärtus.
3. Olgu külje AD pikkus l . Kui kaugel asuvad punktid B ja C tipust A ?
4. Miks on prillides üldsegi vaja kasutada suhteliselt keerulist prismaga süsteemi selle asemel, et kiirte kallutamiseks kasutada ühte tasapeeglit?

(10 p.)

5. (KAMMID) Kaks kammi on asetatud üksteise tahta nii, nagu näidatud joonisel. Halli kammi liigutatakse kiirusega $v = 1 \text{ cm/s}$ ning musta kammi hoitakse paigal. Millise kiirusega ja millises suunas liiguvad tumedad laigud? (10 p.)

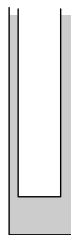


6. (POLÜSPAST) Jäälõhesse kukkunud alpinisti väljatõmbamiseks on käepärastest vahenditest (kolm plokki ja nööri-jupid) koostatud polüspast. Lihtsustatud joonisel on jämeda joonega märgitud põhikõis, mille ühes otsas on kukkunu ning teisest otsast vinnatakse. Plokid on peene joonega kujutatud nööri abil kinnitatud mittelibiseva sõlmega (joonisel täidetud ring) põhikõie külge. Leidke polüspasti ülekandetegur nii hõõrdumist arvestamata kui ka eeldusel, et hõõrdumine vähendab jõuülekannet igal plokil 35%. Eeldage, et kõik jõud on vertikaalsed. (10 p.)



7. (SPORTAUTO) Leidke esirattaveolise sõiduauto maksimaalne kiirendus. Auto mass on m , esi- ja tagarataste telgede vahe b , massikeskme kõrgus h ning massikeskme horisontaalne kaugus tagateljest s . Hõõrdetegur rataste ja maa vahel on μ . (10 p.)

8. (SILINDRILISED ANUMAD) Silindriline anum siseraadiusega $R = 30$ mm on täidetud veega. Teine tühi silindriline anum raadiusega $r = 25$ mm, mille mass on tühiselt väike, on surutud koaksiaalselt suurema silindri sisse nii, et selle vettesukeldunud osa pikkus $L = 300$ mm (vt joonist). Leidke sisemise silindri kiirendus vahetult pärast seda, kui see vabaks lastakse. Vee pindpinevuse ning viskoossusega arvestada pole tarvis. (12 p.)



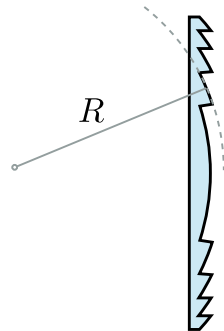
9. (TRAATRÕNGAD) Kaks ühesugust traatrõngast raadiusega R on üksteise vahetus läheduses, rõngaste tasandid on paralleelsed ning rõngad puudutavad üksteist punktides A ja B . Kaarele AB vastav kesknurk on vaadeldaval ajahetkel α . Alumine rõngas on paigal, ülemine pöörleb nurkkiirusega ω ümber punkti A läbiva ning rõngaste tasanditega risti oleva telje. Leidke rõngaste puutepunkti B kiirus antud ajahetkel. (12 p.)

10. (KLAASSILINDER) Klaassilindri välispinnal märgitakse markeriga punkt. Kui seda silindrit vaadata suurelt kauguselt (hulga suuremalt kui silindri raadius) nii, et punkt paistab läbi silindri selle sümmeetriateljel olevat, siis on lisaks näha veel kahte punkti kujutist. Üks kujutis on näha ühel ja teine teisel pool sümmeetriatelge. Kui silindrit keerata ümber oma sümmeetriatelje, siis teatud hetkel sulavad kaks punkti kujutist kokku ning kaovad ära. Kolmas kujutis jääb alles. Kui silindrit edasi keerata,

siis hetkel, kui selle pöördnurk algasendi suhtes on 15° , kaob ka kolmas kujutis, nõnda et markeriga tehtud punkti polegi enam näha. Kui suur on klaasi murdumisnäitaja? (14 p.)

E1. (FRESNELI LÄÄTS) Määrake Fresneli läätse materjali absoluutne murdumisnäitaja n_f .

Näpunäited: Selles katses kasutatava Fresneli läätse üks pind on tasane ning teine koosneb kaarjatest segmentidest raadiusega R (joonis läbilõikest). Fresneli läätse sakilise pinna võib asendada mõttelise sfäärilise pinnaga, mille kõverusraadius on samuti R , ilma et läätse fookuskaugus sellest muutuks. Tasakumera läätse optiline tugevus avaldub kui $D = (n - 1)/R$, kus n on läätse materjali murdumisnäitaja ümbritseva keskkonna suhtes. Üksteisega kokkupuutuvatest optilistest elementidest koosneva süsteemi optiline tugevus avaldub süsteemi elementide optiliste tugevuste summana.



Vahendid: Fresneli lääts, mõõdulint, vesi (murdumisnäitaja $n_{\text{vesi}} = 1,33$), läbipaistev plaat, kuivatuspaber. (12 p.)

E2. (KLOTS) Määrake seisuhõõrdetegur klotsi ja laua vahel. Laua kallutamine on keelatud.

Vahendid: Tundmatu massiga klots, niit, millimeeterpaber, tuntud massiga koormised. (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.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

Lahendamisaeg on 5 tundi.

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressil

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

<http://efo.fyysika.ee>