

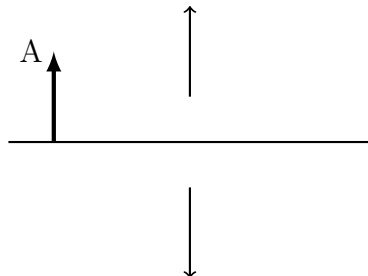
Eesti koolinoorte 65. füüsikaolümpiaad

14. aprill 2018. a. Lõppvoor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

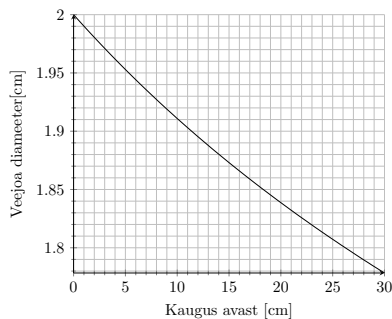
Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (POOLITATUD LÄÄTS) Kersti paneb kokku optilise skeemi, nii et koondav lääts on objektist ja ekraanist, kuhu terav kujutis tekib, võrdsel kaugusel. Ta jätab objekti ja ekraani asukoha samaks, kuid löikab läätsse optilise peatelje juurest pooliks ning nihutab kaks tekkinud poolikut läätsse optilisest peateljest eemale. Joonistage lisalehel uue skeemi jaoks kirte käik. Objekt on tähistatud A-ga. (6 p.)



Autor: Hans Daniel Kaimre

2. (AUK TÛNNIS) Suure vett täis tunni põhjas on auk, kust voolab vett välja. Graafikul on esitatud väljuva veejoo läbimõõdu sõltuvus kaugusest tunni põhjast l . Leidke veetaseme kõrgus tunnis. (8 p.)



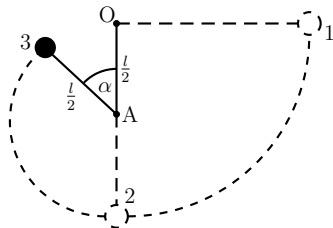
Autor: Hans Daniel Kaimre

3. (PEEGELPÕHI) Peegelpõhjaga tühja anumasse asetatakse koondav klaaslääts nii, et läätsse optiline peatelg on risti anuma põhjaga. Läätsse kaugus anuma põhjast on 10 cm. Läätssele suunatakse paralleelne valgusvihk, mis koondub pärast läätsse läbimist mingis punktis. Siis valatakse anum vett täis (lääts jääb vee alla). Valgusvihk koondub endiselt samas punktis. Leidke läätsse fookuskaugus õhus. Klaasi murdumisnäitaja $n_k = 1,5$, vee murdumisnäitaja $n_v = 1,33$, õhu oma $n_a = 1$. (8 p.)

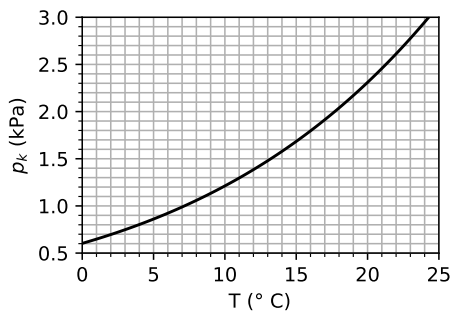
Märkus: õhukese kumerläätsse optiline tugevus avaldub kui $D = \frac{(n-n_0)}{n_0} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$, kus n ja n_0 on vastavalt läätsse materjali

ja läätse ümbritseva keskkonna murdumisnäitajad ning R_1 ja R_2 on läätse kumerate pindade kõverusraadiused. *Autor: Sandra Schumann*

4. (KAHEOSALINE PENDEL) Punktis O kinnitatud niidi pikkusega l otsas ripub väike kuulike. Kuulike viiakse kõrvale ja vabastatakse tüketa asendist 1. Kuuli jõudes asendisse 2, kohtab niit joonise tasandiga risti olevat varrast punktis A , mis asub punktist O kaugusel $l/2$ sellega samal vertikaalil. Leida, millise nurga α väärtuse korral niidi pinge $T = 0$ (asend 3). Õhutakistust ja hõõrdumist vardal arvestama ei pea. (8 p.) *Autor: Hans Daniel Kaimre*



5. (SOOJUSTUS) Seinä soojustus koosneb sisemisest (soojusjuhtivus $k_1 = 0,07 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) ja välimisest kihist (soojusjuhtivus $k_2 = 0,05 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Nende kihtide vahel on kile, et takistada õhu liikumist läbi seinä. Millist tingimust peab rahuldama sisemise soojustuskihi pakus L_1 , et vältida



veeauuru kondenseerumist seinas? Seinä pakus $L = L_1 + L_2 = 30 \text{ cm}$, L_2 on välimise soojustuskihi paksum, toa temperatuur $T_1 = 20 \text{ °C}$, suhteline õhuniiskus toas $\eta_1 = 60 \%$ ja välistemperatuur $T_2 = -20 \text{ °C}$. Küllastunud veeauuru osarõhu sõltuvus temperatuurist on toodud joonisel. (10 p.)

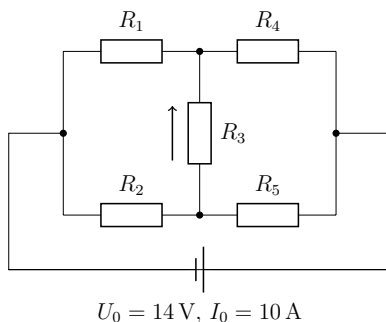
Autor: Ardi Loot

Märkus: Eeldada, et temperatuur muutub soojustuskihis lineaarselt kaugusega ja muutuse kiirus on pöördvõrdeline soojusjuhtivusega.

6. (PENDEL) Elektriliselt isoleeritud metallkuul massiga M ja laenguga $Q > 0$ ripub vertikaalse vedru otsas jäikusega k tasakaaluasendis gravitatsiooniväljas g . Nüüd tekitatakse vertikaalne elektrivälja tugevusega E , mis on esialgu suunatud alla ning edaspidi alati kuuli liikumise suunas. Eeldada, et elektrivälja muutub hetkeliselt. Leida kuuli kaugus algsest

asukohast ajahetkel $t = 7\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$. (10 p.) Autor: Jonatan Kalmus

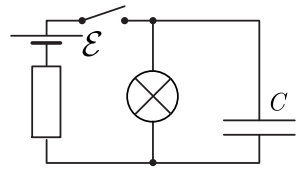
7. (TAKISTUSTE TUVASTAMINE) Vooluallikaga on ühendatud viis takistit. Neist kolme takistus on $1\ \Omega$, ülejäänud kaks on tundmatu, kuid ühesuguse takistusega. Vooluallika pinge $U_0 = 14\ \text{V}$ ning voolutugevus selles $I_0 = 10\ \text{A}$. Pinge ja voolutugevus kolmandal takistil on vastavalt $U_3 = 2\ \text{V}$ ning $I_3 = 2\ \text{A}$. Joonisel on märgitud elektrivoolu suund takistis R_3 . Määrake kõigi takistite takistused. (10 p.)



Autor: Eero Vaher

8. (KERKIV ÕHUPALL) Ilusa päikeselise ilma korral on harilikult tegemist nn adiabaatilise atmosfääriga. See tähendab, et õhumassid on pidevas üles-alla liikumises. Kerkides õhk paisub ja jahtub adiabaatiliselt; pideva segunemise tõttu on kerkiva õhumassi temperatuur võrdne seda antud kõrgusel ümbritsevate õhumasside temperatuuriga. On võimalik näidata, et sellisel juhul kahaneb temperatuur lineaarselt kõrgusega, $T = T_0 - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{\mu g h}{R}$, kus $\gamma = 1,4$ on õhu adiabaadinäitaja, $\mu = 29\ \text{g/mol}$ — õhu keskmine molaarmass, $g = 9,81\ \text{m/s}^2$ — vabalangemise kiirendus, $R = 8,31\ \text{J/mol} \cdot \text{K}$ — gaasikonstant, ja h — kõrgus maapinnast; õhu temperatuur maapinnal $T_0 = 293\ \text{K}$. Venimatust kuid vabalt painduvast nahast valmistatud õhupall mahutab maksimaalselt ruumala V_0 jagu gaasi; see täidetakse sellise koguse heeliumiga, mis võtab maapinnal enda alla ruumala $V_0/2$. Õhupall lastakse lahti ja see hakkab aeglaselt kerkima; lugeda, et õhupallis oleva heeliumi temperatuur on kogu aeg võrdne ümbritseva õhu temperatuuriga. Hinnake, millisel kõrgusel h_1 on õhupalli tõstejõud 1% võrra väiksem kui maapinnal. Teilt oodatakse sellist hinnangut kõrgusele, mille suhteline viga pole suurem ühest kümnendikust, kusjuures vea piisavat väiksust pole vaja tõestada. (12 p.) Autor: Jaan Kalda

Märkus: adiabaatilise protsessi korral kehtib seos $pV^\gamma = \text{const}$, kus p tähistab gaasi rõhku ja V — ruumala.



9. (KONDENSAATOR) Vaatleme joonisel kujutatud elektriskeemi, mis koosneb kondensaatorist mahtuvusega C , patareist elektromotoorjõuga \mathcal{E} , takistist ja hõõglambist, mida võib lugeda mitte-lineaarseks takistikks (pinge sõltub voolust mitte-lineaarselt). Algselt oli kondensaator laenguta ja lüliti oli avatud. Seejärel suleti lüliti lühikeseks ajaks, misjärel see avati uuesti ning hoiti lahtisena seni, kuni kondensaator oli täielikult tühjenenud. Selle aja jooksul, mil lüliti oli suletud, eraldus kogu skeemil soojushulk Q_1 ; lüliti avamise järel eraldus täiendavalt veel soojushulk Q_2 . Leidke laeng, mis läbis hõõglambi sel perioodil, kui lüliti oli suletud. (12 p.) *Autor: Jaan Kalda*

10. (KAKS KUULI) Kaks ühesugust metallkuuli raadiusega R ja massiga m on ühendatud peenikese terastraadiga pikkusega $L \gg R$. Piirkonnas $x \geq 0$ on elektriväli tugevusega E , mis on suunatud piki x -telge; piirkonnas $x < 0$ elektriväli puudub. Alghetkel on kuulid paigal ja üksteisest kaugusel L nii et traat on pingul ning paralleelne x -teljega; ühe kuuli keskpunkt asub punktis $x = R$ ning teine kuul — piirkonnas $x < 0$. Visandage kvalitatiivselt kuulide kiiruse graafik sõltvuses ajast (kvantitatiivset ajaskaalat ei ole vaja) ning leidke nende kiirus punkti $x = 2L$ läbimisel. Terastraadi mahtuvus lugeda tühiselt väikeseks. (14 p.) *Autor: Jaan Kalda*

E1. (KLOTSI MASS) Leidke puidust klotsi mass m_k . (10 p.)
Vahendid: Kaks identset puidust klotsi, koormis massiga $m = 100$ g, millimeeterpaber, niit, lühike kummipael. *Autor: Erkki Tempel*

E2. (MUST KAST) Tehke kindlaks mustas kastis olev elektriline skeem ja määrake takisti takistus, patarei sisetakistus ning kondensaatori mahtuvus. (14 p.)
Vahendid: kolme väljundklemmiga must kast, mille sees on takisti, võrdlemisi suure sisetakistusega patarei ja kondensaator; multimeeter; stopper; juhtmed; millimeeterpaber. *Autor: Jaan Kalda/Eero Uustalu*

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 aadressidel

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

<http://efo.fyysika.ee>

Liituge meie Facebooki lehega www.facebook.com/fyysikaolympiaad

Ü1. 1 - LISALEHT (POOLITATUD LÄÄTS)

