

Eesti koolinoorte 63. füüsikaolümpiaad

9. aprill 2016. a. Lõppvoor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

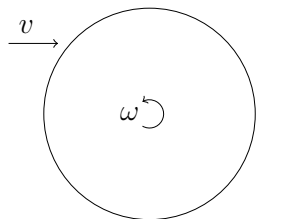
Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (SOOJUSVAHETI) Tagasivoolu soojusvahetis jahutatakse sissetulevat naftat temperatuuriga $T_n = 90\text{ }^\circ\text{C}$ temperatuurini $T_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Jahutusvesi liigub soojusvahetis vastupidises suunas naftaga ja siseneb soojusvahetisse temperatuuriga $T_v = 10\text{ }^\circ\text{C}$. Vesi liigub kiirusega $v_v = 6\text{ m}^3/\text{min}$ ja nafta liigub kiirusega $v_n = 15\text{ m}^3/\text{min}$. Leidke, millise temperatuuriga väljub soojusvahetist vesi? Vee erisoojus $c_v = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$ ja nafta erisoojus $c_n = 1800\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$. Vee tihedus $\rho_v = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ja nafta tihedus $\rho_n = 850\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. (6 p.)

2. (PIDURDUS) Auto sõidab teel, mille kõrguse muut teepikkuse kohta $k = \frac{1}{30}$. Ühesuguse algkiiruse ning pidurdusjõu korral jääb auto ülesmäge liikudes seisma vahemaa $s_1 = 25\text{ m}$ jooksul, allamäge liikudes aga vahemaa $s_2 = 30\text{ m}$ jooksul. Mis on auto algkiiruse v väärtus? Raskuskiirendus $g = 9,8\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (6 p.)

3. (KAHURIKUUL) Juku arvutas koolitunnis ülivõimsast kahurist otse üles lastud kuuli maksimaalseks kõrguseks $H = 400\text{ km}$. Ta ei arvestanud aga seda, et sellistel kõrgustel gravitatsioonivälja muutus on juba märkimisväärne ning ei saa eeldada, et raskusjõud on konstantne. Leidke, kui kõrgele kuul tegelikult lendaks. Maa raadius $R = 6400\text{ km}$. Õhutakistusega mitte arvestada. (8 p.)

4. (SILINDER) Silinder massiga m ja raadiusega R libiseb tasapinnal kiirusega v ja nurkkiirusega ω . Kui libisemine on lõppenud, liigub silinder kiirusega v esialgselt vastupidises suunas. Leidke silindri esialgne nurkkiirus. (10 p.)



5. (RADOON) Graptoliitargillit (tuntud ka diktüoneemakilda nime all) on Põhja-Eestis paljanduv setteline savikivim, mis sisaldab hulgaliselt haruldasi elemente, muuhulgas uraani. Üks tonn kivimit sisaldab 300 g

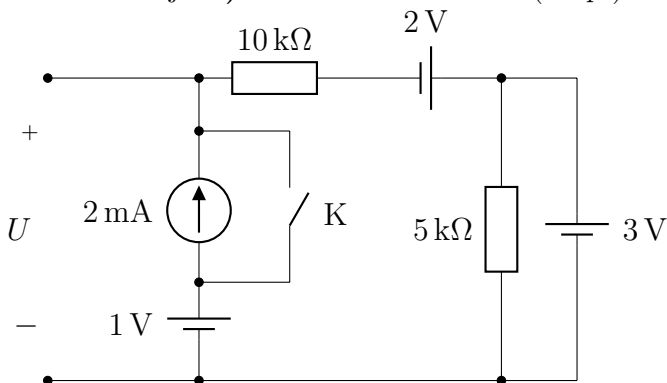
uraan-238 isotoopi. Uraani levinuima isotoobi, aatommassiga 238, poolestusaeg $\tau_U = 4,5$ miljardit aastat ning selle lagunemisahela vaheetapiks on radioaktiivne element radoon, aatommassiga 222 ning poolestusajaga $\tau_{Rn} = 3,8$ päeva. Radoon on gaas, mida peetakse kopsuvähi tekitajaks, sest sissehingamisel satuvad organismi selle radioaktiivsed laguneproduktid. Seetõttu sätestavad vastavad normatiivid, et hoonete ruumiõhus peab radooni aktiivsus olema väiksem kui 200 Bq/m^3 , kus Henri Becquereli järgi nimetatud ühik Bq tähistab üht tuuma lagunemist sekundis.

Matkaja tõi pahaaimamatult matkalt koju kaasa ühe graptoliitargilliidi tükikese massiga m ning paigutas selle magamistuppa kapi peale. Arvestage lihtsustatult, et magamistoas ruumalaga $V = 25 \text{ m}^3$ õhuvahetust ei toimu ning et kogu tekkiv gaasiline radoon väljub kivimist. Leidke kivi-tükikese suurim ohutu mass m , nii et sellest tingitud radooni aktiivsus jääks veel lubatud normidesse, kui kivimit hoida pikka aega toas. (10 p.)

Märkus: aatommassiühik $u = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

6. (LUUP) Kui asetada poolkera kujuline klaaskeha (läätš) tasapinnalise poolega vastu paberit, on võimalik vähemalt läätse keskosa ümbruses näha paberi pinna suurendatud kujutist. Mitmekordne suurendus saadakse, kui vaadeldakse kauguselt, mis on hulga suurem läätse mõõtmetest? Klaasi murdumisnäitaja $n = 1,5$. (12 p.)

7. (VOOLUALLIKAD) Vaatleme joonisel näidatud elektriskeemi, kus noolega tähistatud skeemielement on konstantse voolu allikas voolutugevusega $I = 2 \text{ mA}$ noolega tähistatud suunas. Leidke pinge U väljundklemmidel ja voolutugevus läbi takisti $R = 10 \text{ k}\Omega$ kahe juhu jaoks: **a)** kui lüliti K on suletud ja **b)** kui lüliti on avatud. (12 p.)



8. (NURGAPEEGEL) Jukul oli katsetamiseks kolm ruudukujulist tasapeeglit. Ühte peeglist vaadates ja paremat silma kinni pigistades nägi ta endast joonisel kujutatud peegelpilti. Järgmisena paigutas Juku kolm peeglit sedasi, et need moodustasid kuubi kolm tahku, millel on üks ühine tipp. Sealjuures jäid peegelpinnad kuubi sisemisele poolele. Joonistage peegelpilt, mida paremat silma kinni pigistav Juku endast otse nurgapeegli nurka vaadates nägi ja põhjendage tulemust konstrueerimise teel. (12 p.)



9. (KAATER) Kaater sõitis $l = 4$ km kaugusel otse lõuna suunas asuvale saarele. Alguses võeti suund esimesele meremärgile, seejärel pöörati teise suunas ning lõpuks võeti kurss otse saare peale; seega koosnes trajektoor kolmest sirglõigust. Kaatrilt mõõdeti tuule kiirust ja suunda: esimest lõiku sõideti $t_1 = 3$ min ja tuule kiiruseks mõõdeti $v_1 = 15$ m/s ning tajutav suund oli otse idast, teist lõiku sõideti $t_2 = 1,5$ min ja tuule kiiruseks mõõdeti $v_2 = 10$ m/s ning tajutav suund oli otse kagust (lõuna-ida vahelt), kolmandat lõiku sõideti $t_3 = 1,5$ min ja tuule kiiruseks mõõdeti $v_3 = 5$ m/s ning tajutav suund oli otse edelast (lõuna-lääne vahelt). Mis oli tegelik tuule kiirus?

Märkus: eri lõikudel võis paadi kiirus olla erinev, kuid iga lõigu kestel hoiti konstantne; pööramiseks ja kiirendamiseks kulunud aeg oli tühine; tuule tegelik suund ja kiirus ei muutunud. (14 p.)

10. (KOLM KUULI) Kolm väikest kuuli massiga m kannavad ühesuguseid elektrilaenguid q ning on ühendatud isoleerivast materjalist niitide abil võrdhaarseks kolmnurgaks ABC , kus $\angle BAC = 120^\circ$ ning selle nurga tipus asuva kuuli A vastaskülje niidi pikkus $|BC| = L$. Niit BC lõigatakse katki. Leidke **a)** kuulikeste maksimaalsed kiirused edasise liikumise käigus ning **b)** kuulikeste kiirendused vahetult peale niidi läbi lõikamist. Gravitatsioonilise vastasmõjuga mitte arvestada. (14 p.)

E1. (*TIIVIK*) Kujutage graafiliselt tiiviku pöörlemiseks vajaliku elektrivõimsuse P (vahemikus 0,1 W kuni 2 W) sõltuvus tiiviku pöörlemissagedusest f . Teades, et sõltuvus avaldub kujul $P = kf^n$, määrake astendaja n väärtus. (10 p.)

Vahendid. Alalisvoolumootor tiivikuga; muudetava pingega vooluallikas, mis näitab tablool nii pinget kui voolutugevust; ühendusjuhtmed; laser-tahhomeeter; graafikupaberid lineaarse teljestikuga ning logaritmiliselt jaotatud teljestikuga.

Kasutusjuhend. Vooluallikal on pinge muutmiseks kaks nuppu: peen- (*fine*) ja jämereguleerimine (*coarse*). Jälgige, et vooluallikas töötaks konstantse pinge režiimis (tablool C.V.). Mootori käivitamiseks ei pruugi piisata pinge aeglasest suurendamisest, sel juhul ühendage voolujuhe hetkeks lahti ja siis kohe tagasi. Tahhomeetriga mõõtmisel hoidke all *test*-nuppu ning suunake laserkiir tiivikule, hoides tahhomeetrit sellest umbes 5 cm kaugusel. Tahhomeeter näitab lasertäpilt hajunud valguse heleduse võnkeperioode ühes minutis.

Hoiatused! Jälgige, et elektrivõimsus mootoris ei ületaks 2 W. Mootor võib läbi põleda! Ärge suunake laserkiirt endale ega teistele silma!

E2. (*KILE JA PABER*) Leidke kile ja paberi vaheline hõõrdetegur. (14 p.)
Vahendid: Purk veega, õhukeseseinaline kilekott, väike raskus massiga $m = 8,5$ g (tihedusega $\rho_k = 7,8$ g/cm³), ühtlase laiusega paberiribad, joonlaud, kuivatuspaber.

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>

Lüütuge meie Facebooki lehega www.facebook.com/fyysikaolympiaad