

Eesti koolinoorte 64. füüsikaolümpiaad

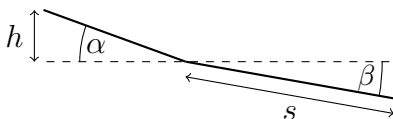
15. aprill 2017. a. Lõppvoor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (VASTLALIUG) Juss leidis omale vastlaliu laskmiseks künka, mille läbilõige koosneb kahest sirglõigust nagu näha joonisel, edasi on horisontaalne maa. Esimese nõlvaosa kõrgus on

$h = 2$ m ja selle kalle $\alpha = 20^\circ$, teise osa pikkus on $s = 20$ m ja kalle $\beta = 5^\circ$. Jussi mass koos kelguga on $m = 47$ kg ja hõõrdetegur lume ja kelgu vahel on $\mu = 0,08$, raskuskiirendus $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Leidke, kui pikk on Jussi vastlaliug. (8 p.) Autor: Moorits Mihkel Muru.



2. (MÄENÕLV) Kui suure maksimaalse kaldenurgaga α mäenõlvast on võimalik jalgrattaga konstantse kiirusega üles sõita? Ratturi mass on m , jalgratta mass M , pedaali vända pikkus r_1 , eesmise hammasratta raadius r_2 , tagumise hammasratta raadius r_3 , ratta raadius r_4 . Eeldage, et rattur surub pedaalile vertikaalselt kogu oma keha raskusega ning et hõõrdetegur pinna ja ratta vahel on piisavalt suur libisemise vältimiseks. Mehaanilise hõõrdumisega jõuülekandes mitte arvestada ning veerehõõrdejõu võib lugeda tühiseks. (8 p.) Autor: Jonatan Kalmus.

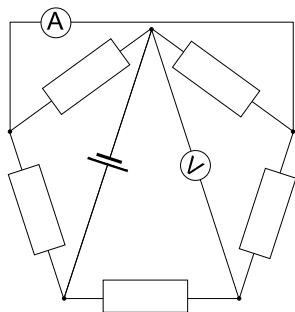
3. (LASER) Laserkiir ühtlase diameetriga $d = 1$ mm langeb risti kiilukujulise klaasplaadi esimesele pinnale (pindade vaheline nurk $\varphi = 2^\circ$). Laserkiire koosseisus on monokromaatsed komponendid lainepikkustega $\lambda_1 = 355$ nm ja $\lambda_2 = 532$ nm. Klaasi murdumisnäitajad nendel lainepikkustel on vastavalt $n_1 = 1,48$ ja $n_2 = 1,46$. Leidke kaugus l klaasplaadist, kus erineva lainepikkusega valguskiired on teineteisest täielikult eraldunud. (8 p.) Autor: Valter Kiisk.

4. (KORVPALL) Kui täita korvpall õhu asemel heeliumiga, siis lennu kaugus muutub. Korvpalli läbimõõt $D = 23$ cm, kesta mass $m = 0,63$ kg, õhu tihedus $\rho_0 = 1,2$ kg/m³, heeliumi tihedus $\rho_{He} = 0,17$ kg/m³. Mitu korda kaugemale on võimalik visata heeliumiga täidetud korvpalli võr-

reldes õhuga täidetud korvpalliga, kui nende algkiirused on võrdsed? Arvutustes õhutakistusega mitte arvestada. (8 p.) Autor: Aigar Vaigu.

5. (REISIRONG) Reisirong sõidab mööda raudtee ringjoone kaare kujulist lõiku ühtlaselt aeglustudes. Lõigu pikkus on s ja rongil kulub selle läbimiseks aeg t . Pärast selle lõigu läbimist on rongi liikumise suund muutunud nurga φ võrra ja lõigu alguses oli rongi kiirus α korda suurem, kui see on lõigu lõpus. Leidke seos rongis istuva reisija massi m ja tema kaalu P vahel, kui reisirong on parajasti selle lõigu keskpunkti. Leidke reisija mass, kui $P = 840 \text{ N}$, $s = 1,5 \text{ km}$, $t = 60 \text{ s}$, $\alpha = 1,5$, $\varphi = 60^\circ$ ja $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (8 p.) Autor: Moorits Mihkel Muru.

6. (VIISNURK) Leidke joonisel toodud skeemis ampermeetri ja voltmeetri näidud. Kõik takistid on takistusega $R = 1 \Omega$, pingepatarei klemmidel $U = 7 \text{ V}$. (10 p.) Autor: Jaan Kalda.



7. (ÕHUPALL) Juku tahab õhupalli täis pumbata. Tal on suur pump, mille otsas olev ventiil on alguses suletud. Ta paneb pumba otsa õhupalli, seejärel vajutab pumbale peale, kuni rõhk pumbas tõuseb p -ni. Kokku surumise tõttu tõuseb pumbas oleva õhu temperatuur T -ni. Juku keerab ventiili lahti ja õhupall täitub aeglaselt, samal ajal vajub pumba käepide järjest allapoole. Juku vajutab kogu protsessi vältel pumbale täpselt sama suure jõuga kui alguses. Mis on õhu temperatuur õhupallis, kui see on täis pumbatud? Soojuskadudega läbi pumba ja õhupalli seinte mitte arvestada, samuti õhupalli kummi venitamisel tehtud tööga mitte arvestada. Väline õhurõhk ja temperatuur on p_0 ja T_0 . Õhu soojumahtuvus konstantsel ruumalal on c_V . (10 p.) Autor: Ardi Loot.

8. (KAAMERA) Juku pildistab virmalisi isehitatud kaameraga, mis koosneb ruudukujulisest valgustundlikust elemendist küljepikkusega $2h = 2,0 \text{ cm}$ ja kumerläätsesest fookuskaugusega $f = 14 \text{ cm}$. Jukule ei meeldi, et kaamera on niivõrd suur ja ta tahab, et kaamera oleks maksimaalselt $L_m = 7,0 \text{ cm}$ pikk (kaamera pikkus on kaugus valgustundlikust elemendist välimise läätseni). Selleks paigaldab ta vana kumerläätsese asemel uue kumerläätsese fookuskaugusega $f_2 = 3,0 \text{ cm}$ valgustundlikust

elemendist kaugusele L_m . Kui suure fookuskaugusega ja kui kaugele kumerläätses peaks Juku süsteemi lisama ühe nõguslääts, et säiliks kaamera esialgne vaatenurk? (10 p.) *Autor: Ardi Loot.*

9. (*KATUS*) Kaks jäika traadijuppi pikkusega L on ühendatud otsapidi (nt niidiga seotud) nii, et nende otspunktid on kontaktis ja nende vaheline nurk saab takistusega muutuda, moodustades V-kujulise figuuri. See traadist moodustis asetatakse horisontaalse libedapinnalise silindri peale nõnda, et tasakaaluasendis moodustub traadist "katus" (tagurpidi "V") tipunurgaga α . Massijaotus traadis on ühtlane, hõõre traadi ja silindri vahel puudub. a) Milline on silindri raadius R ? b) Milline võrratus peab olema rahuldatud, et see asend oleks stabiilne (uurida stabiilsust vaid "katuse" kui terviku pöördumise suhtes eeldades, et traatidevaheline nurk ei muutu)? (12 p.) *Autor: Jaan Kalda.*

10. (*ELEKTRONID*) Ruumpiirkonnas $x > -a$ ($a > 0$) on homogeenne z -telje sihiline magnetväli induksiooniga B . Koordinaatide alguspunktis on elektronide allikas, mis kiirgab elektrone võrdsel arvul kõikidesse suundadesse (üle ruuminurga 4π). Kõikide elektronide kiirus on v . Tasandil $x = -a$ on ekraan. Kui elektronid laenguga e ja massiga m põrkuvad vastu ekraani, siis on kokkupõrkepunktis näha helendust. Leidke helendava laigu y -telje sihiline läbimõõt eeldusel, et vähemalt osa elektronidest jõuavad ekraanini. Kus on selle laigu helenduse intensiivsus kõige suurem (võrrelda vaid tasandil $z = 0$ asuvate punktide heledusi)? Milline on selle laigu z -telje sihiline pikkus tasandil $y = 0$? (12 p.) *Autor: Jaan Kalda.*

E1. (*RUUMALAD*) Määrake võimalikult täpselt erinevast materjalist kehade A ja B tiheduste suhe $\frac{\rho_A}{\rho_B}$. Materjalide tihedus on suurem kui vee tihedus. (12 p.) *Autor: Erkki Tempel.*
Vahendid: Erinevast materjalist kehad A ja B , niit, purk veega, puidust mõõtejoonlaud.

E2. (*ÕHUPALL 2*) Määrata võimalikult täpselt mitme protsendi võrra on õhupallis olev rõhk suurem õhurõhust $p_0 = 101$ kPa. Võib lähtuda eeldusest, et palli väikeste deformatsioonide korral muutub palli kuju, mitte aga tema ruumala. Raskuskiirendus $g = 9,8$ m/s². (12 p.) *Autor: Ardi Loot.*

Vahendid: õhupall, millimeetripaber, marker, teadaoleva massiga koormis.

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/olümpiaadid/fuusikaolümpiaad>

<http://efo.fyysika.ee>

Lüütu meie Facebooki lehega www.facebook.com/fyysikaolümpiaad