

Eesti koolinoorte 54. füüsikaolümpiaad

27. jaanuar 2007. a. Piirkondlik voor. Gümnaasiumi ülesanded

1. (HOBUNE) Puu oksal istub poiss, kes soovib hüpata puu alt mööda galopeeriva hobuse selga. Hobuse kiirus $v = 10$ m/s ja puuoksa kõrgus sadula suhtes $h = 3$ m. Kui suur peab olema horisontaalsihiline distant sadula ja puuoksa vahel sel hetkel kui poiss oksast lahti laseb? (6 p.)

2. (UMMIK) Vaatleme kahe üherajalise tee, A ja B , liitumist üherajaliseks teeks C . Tipptunni ajal on kõik need kolm teed täidetud autodega; kahe naaberauto keskmise vahemaa võib lugeda kõigil kolmel teel ühesuguseks. Tee A pikkus $L_A = 1$ km, tee B pikkus $L_B = 3$ km ning tee C pikkus $L_C = 2$ km. Autode keskmine kiirus teel A on $v_A = 3$ km/h ning tee B läbimiseks kulub autol $t_B = 36$ min. Kui kaua kulub autol jõudmaks tee A algusest tee C lõpuni? (8 p.)



3. (VEDELIKE SEGAMINE) Kahe erineva vedeliku segamisel ruumalade suhtega 1 : 1 tekib segu temperatuuriga $t_3 = 42^\circ\text{C}$. Milline oleks segu temperatuur, kui ruumalade suhe oleks 2 : 1? Vedelike temperatuurid on vastavalt $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ning $t_2 = 47^\circ\text{C}$. (8 p.)

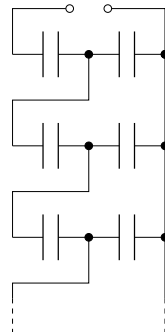
4. (TUUKRID) Tuukrid (akvalangistid) kasutavad sageli oma varustuse ja keha keskmise tiheduse ühtlustamiseks vee tihedusega (vees hõljumise saavutamiseks) õhuga täidetavat hermeetilist vesti, kuhu õhku pumbatakse hingamisaparaadist (akvalangist). Oletame, et tuuker saavutas hõljumise veepinna lähedal, pumbates teatud ruumala õhku oma vesti. Seejärel sukeldus ta $h = 25$ m sügavusele. Mitu korda pidi tuuker sellel sügavusel oma vesti ruumala suurendama, et saavutada hõljumise selles sügavuses? Õhurõhk on $p_0 = 10^5$ Pa. (8 p.)

5. (TUULIK) Teatud tuuleturbiin (tiiviku diameeter $d = 50$ m) töötab maksimaalse efektiivsusega tuule kiirusel $v = 9$ m/s. Sel juhul õnnestub $\eta = 40\%$ tiiviku poolt haaratava õhuvoolu kineetilisest energiast muundada elektri (kineetilise energia arvutamisel ei arvestata õhu pidurdumist tiivikul). Leidke nendel tingimustel tuuliku elektriline võimsus. Õhu tihedus $\rho = 1,3$ kg/m³. (8 p.)

6. (VARJUD) Läbipaistmatut kera valgustab kerakujuline valgusallikas. Lahenduslehele on kantud läbipaistmatu kera poolt tekitatud täis- ja poolvarju koonuste lõiked joonise tasandiga (kera keskpunkt asub samas tasandis). Konstrueerige valgusallika lõige joonise tasandiga. Valgusallika keskpunkt asetseb samuti joonise tasandis. (10 p.)

7. (TAKISTI) Oletagem, et me tahame teha takisti takistusega $R = 1 \Omega$, mille takistuse temperatuurisõltuvus oleks toatemperatuuri ümbruses võimalikult väike. Olgu meil kasutada raudtraat ristlõikepindalaga $s = 0,030 \text{ mm}^2$ ja grafiitpulk ristlõikepindalaga $S = 3,0 \text{ mm}^2$. Kuidas valmistada soovitud takistit ja kui pikki grafiitpulga ning terastraadi juppe tuleb seejuures kasutada? Grafiidi ja raua eritakistused on vastavalt $\rho_g = 3,0 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ ning $\rho_r = 9,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$; takistuse temperatuurikoefitsiendid (suhtelised muutused $\Delta R/R$ temperatuuri kasvamisel ühe kraadi võrra) on $\alpha_g = -5,0 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ ning $\alpha_r = 6,41 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. (10 p.)

8. (KONDENSAATORIREDEL) Ühesugustest kondensaatoritest mahutuvusega C on koostatud joonisel näidatud lõpmatu ahel. Leidke ahela kogumahtuvus C_k . (10 p.)



9. (KUUBIK) Kuubik massiga $m = 10 \text{ kg}$ ning küljepikkusega $a = 0,1 \text{ m}$ lebab laual. Laua ja kuubiku vaheline hõõrdetegur $\mu = 0,5$. Kas kuubikut on võimalik käega teisele küljele ajada, avaldades vaid jõudu kuni $F = 40 \text{ N}$? Eeldada, et hõõrdetegur käe ja kuubiku vahel on väga suur ehk käsi ei libise. Raskusjõu kiirendus $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. (12 p.)

10. (GRAVITATSIOONILÄÄTS) Üldrelatiivsusteooria ennustab, et mustast august möödumisel kaldub valguskiir gravitatsiooni tõttu kõrvale oma esialgsest liikumissuunast nurga $\varphi = 4GM/c^2r$ võrra, kus M on musta augu mass ning r trajektoori lähima punkti kaugus selleni. Sattugu must auk vaatlejat ja tähte ühendavale sirgele nende vahele, nii et kaugus vaatlejast musta auguni on L_1 ning mustast august täheni L_2 . Missugune on tähe kujutis vaatleja jaoks (põhjendage oma vastust kiirte käigu visandi abil) ning kui suur on kujutise nurkläbimõõt? Kuna vaatlejani jõudvate kiirte jaoks on r palju väiksem tähe kaugusest, võib kasutada väikeste nurkade lähendust $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$. (12 p.)

E1. (KATSEKLAAS) Määrata katseklaasi mass. Vahendid: suur laia kaelaga purk, kitsas katseklaas, joonlaud, vesi. (8 p.)

E2. (KOLMNURK) Leida kolmnurga massikeskme koordinaadid, kui kolmnurga pikem kaatet on x -telg, lühem kaatet on y -telg ja nullpunktiks on joonlaua täisnurk. Vahendid: täisnurkne kolmnurkne joonlaud nurkadega 30 ja 60 kraadi, kirjutuslaud. (10 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.

Lahendusleht

