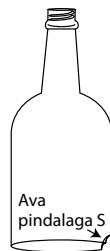


Eesti koolinoorte 61. füüsikaolümpiaad

1. märts 2014. a. Piirkondlik voor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

1. (*LENDAV PUDEL*) Pooleliitrises pudelis, mille põhja on tehtud väike auk pindalaga S (vt joonis), on m grammi vett. Pudelil keeratakse kork pealt ning pudel visatakse õhku algkiirusega v . Kui kiiresti voolab vesi pudeli põhjas olevast august välja siis, kui pudel veel üles liigub? Kui kiiresti voolab vesi august välja sel hetkel, kui pudel alla kukub? Põhjendage. (4 p.)



2. (*POTSATAJA JA PÄHKLID*) Rongi viimase vaguni katusel istub Potsataja, kes loobib maha pähkleid. Potsataja viskab ühe pähkli maapinna suhtes horisontaalselt rongi liikumisega vastassunas algkiirusega u . Samal hetkel viskab ta ka teise pähkli samuti maapinna suhtes horisontaalselt ning sama algkiirusega u , kuid risti rongi liikumise suunaga. Rong liigub ühtlaselt ja sirgjooneliselt kiirusega v ning pähklid visatakse maapinna suhtes kõrguselt h . Kui kaugel teineteisest pähklid maanduvad? Õhutakistust mitte arvestada. (6 p.)

3. (*MAA PÖÖRLEMISPERIOOD*) Keskmiseks päikeseööpäevaks ehk tavatähenduses ööpäevaks nimetatakse keskmist perioodi, mille jooksul Päike näib Maaga seotud vaatleja jaoks tegevat taevas täisringi. Keskmise päikeseööpäeva pikkuseks on 24 h ehk 86 400 s. Maal kulub ühe tiiru tegemiseks ümber Päikese 365,256 keskmist päikeseööpäeva. Maa pöörlemissuund ümber oma telje ühtib selle tiirlemissuunaga Päikese ümber. Leidke nende andmete põhjal Maa pöörlemisperiood sekundi täpsusega. (6 p.)

4. (*MOBIILILAADIJA*) Leiutajad on pakkunud välja toreda seadme matkainimestele oma telefoni laadimiseks. Ühe saapa talla sisse pannakse mehhanism, mis toimib amortisaatorina. Iga kord kui kannale toetutakse, muundatakse mehaaniline töö väikese elektrigeneraatori abil elektrienergiaks. Oletame, et matkaja mass $m = 60$ kg ja ühe sammu ajal vajub

tald kokku $h = 5$ mm võrra. Antud seadme kasutegur $\eta = 0,2$. Matkaja keskmiseks sammupaari pikkuseks ehk kahe järjestikuse samale kannale astumise vahemaaks võtame $d = 1,5$ m. Nüüd tuleb vaid ühendada telefon juhtmega saapa külge ja aku laadimine võib alata.

Arvestage, et tüüpilises nutitefonis on liitium-polümeer aku, mis töötab pingel $U = 3,7$ V. Samuti arvestage, et kui telefon töötab keskmisel voolutugevusel $I_k = 130$ mA, suudaks aku vastu pidada $T = 10$ tundi. Arvutage, kui pika maa peab matkaja maha kõndima, et tühi telefoni aku uuesti täis laadida. (8 p.)

5. (LANGEVARJUHÜPE) Juku massiga $m = 60$ kg ja tema isa Juhan massiga $M = 90$ kg otsustasid teha langevarjuhüppe. Neile pandi selga ühesugused langevarjud massiga $m_v = 10$ kg ning nad lükati lennukist välja. Mõlema langevarjud avanesid täielikult ühesugusel kõrgusel h , pärast mida saavutasid hüppajad tühise aja jooksul konstantse kiiruse ja liuglesid sellel kiirusel maapinnani. Jukul kulus langevarju avanemisest maapinnani jõudmiseks aega $t = 110$ s. Kui pikk aeg T kulus selleks Juhanil? Langevarjule õhu poolt mõjuv takistusjõud on võrdeline lange-miskiiruse ruuduga. Lihtsuse mõttes loeme hüppajatele endile mõjuva õhutakistuse tühiselt väikeseks. (8 p.)

6. (RÕNGAS) Lae külge on nõoriga, mille pikkus on L , kinnitatud kerge plastmassrõngas raadiusega R , mille küljes on omakorda raske metallist mutter. Mutrit saab mööda rõngast libistada. Rõnga ja mutri vaheline hõõrdetegur on μ . Juku tahab mutrit mööda rõngast nihutades saavutada olukorda, kus mutri ja lae vahekaugus h oleks võimalikult väike, aga süsteem püsiks veel ilma välise sekkumiseta tasakaalus. Leidke vähim vahekaugus h_{min} , mille Juku võib saavutada. Eeldage, et rõnga mass on mutri omaga võrreldes tühiselt väike. (8 p.)

7. (KLOTSID) Horisontaalsel laual asuva klotsi massiga m_1 peale on asetatud teine klots massiga m_2 . Kahe klotsi vaheline seisuhõõrdetegur on μ_2 . Alumise klotsi ja laua vaheline liugehõõrdetegur on μ_1 . Leidke maksimaalne horisontaalne jõud F , millega võib alumist klotsi tõmmata, ilma et ülemine klots libiseks. (10 p.)

8. (ELEKTRIAHELA ENERGIA) Suletud elektriahelas on jadamisi ühendatud takisti takistusega $R = 100 \Omega$, kondensaator mahtuvusega $C = 200 \text{ nF}$, tühise aktiivtakistusega induktiivpool induktiivsusega $L = 10 \text{ mH}$ ning sobivalt ühendatud ideaalsed mõõteseadmed. Hetkel t_0 mõõdeti voolutugevuseks läbi kondensaatori $I = 300 \text{ mA}$ ning pingeks poolil $U = 50 \text{ V}$. Teada on, et mõõtmise hetkel on vool poolis suunatud kõrgema potentsiaaliga piirkonnast madalama potentsiaaliga piirkonda. Kas mõõtmise hetkel t_0 oli rohkem energiat poolil või kondensaatoril? (12 p.)

9. (KÜTTESÜSTEEM) Vaatleme kortermaja küttesüsteemi lihtsustatud mudelit. Kahekordse maja kummalgi korrusel on üks korter. Loeme korterid täiesti ühesugusteks. See tähendab, et katus ja põrandad on hästi soojustatud ning soojuskadusid arvestame ainult läbi maja seinte. Keldris asub katel, mis kütab vee temperatuurini $t_1 = 68^\circ\text{C}$. Vesi liigub kõigepealt ülemisse korterisse ning läbib seal 10 ribiga radiaatori. Seejärel juhitakse vesi alumisse korterisse, kus see läbib 11 ribiga radiaatori. Pärast seda liigub vesi tagasi katlasse ning sinna jõudes on vee temperatuur $t_2 = 60^\circ\text{C}$. Eeldame, et vesi jahtub ainult radiaatorites. Küttesüsteem on ehitatud nii, et mõlemas korteris oleks täpselt sama sisetemperatuur t . Leidke temperatuur t .

Teadmiseks: soojuskadu läbi mingi seina on võrdeline selle pindalaga ja temperatuuride vahega seespool ja väljaspool seina. Eeldage, et mööda radiaatorit liikudes langeb vee temperatuur lineaarselt läbitud vahemaaga. (12 p.)

10. (KUUMAÕHUPALL) Juku läheb lendama kerakujulise kuumaõhupalliga, mille raadius $r = 8,7 \text{ m}$, mass koos reisijatega $M_0 = 390 \text{ kg}$ ning lisaks on kütusena kaasas $M_k = 20 \text{ kg}$ propaani. Kui kaua saab kesta Juku õhupallilend?

Õhupall on kaetud katttega, mis vähendab soojusjuhtivust ning soojuskiirgust tühiste väärtusteni. Tööolukorras imbub õhk läbi õhupalli kesta kiirusega $\lambda = 500 \text{ g/s}$. Õhurõhk ja temperatuur lennukõrgusel on $p_0 = 100 \text{ kPa}$ ja $T_0 = 10^\circ\text{C}$. Propaani kütteväärtus $k = 50 \text{ MJ/kg}$. Õhu

keskmise molaarmassi $\mu = 29 \text{ g/mol}$ ning soojusmahtuvus konstantsel rõhul $C_p = 1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{K}\cdot\text{kg}}$. Universaalne gaasikonstant on $R = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$. (12 p.)

E1. (VEDELIKU TIHEDUS) Määrata kollase vedeliku tihedus kahte kihti jaotunud vedelikus. Raskema vedeliku tihedus $\rho = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. (10 p.)

Vahendid: Joogikõrs, joonlaud, katseklaas kahte kihti jaotunud vedelikuga.

Märkus: Katses kasutatud vedelik võib määrada riideid ja paberit.

E2. (SPAGETID) Leidke spageti murdumiseks vajalik jõumoment murdumispunkti suhtes. (12 p.)

Vahendid: Kümme spagetikõrt, teadaoleva massiga joonlaud

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>