

Eesti koolinoorte 71. füüsikaolümpiaad

6. aprill 2024. a.

Gümnaasiumi ülesanded (10.–12. klass)

Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele.

Lahendamisaeg on 5 tundi.

Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

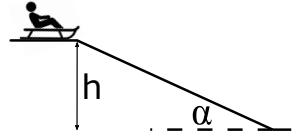
Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne.

Kasutada võib kirjutus- ja joonestusvahendeid ning kalkulaatorit. Muud abivahendid on keelatud.

Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

1. (KELGUMÄGI) Triinu ja Sandra on koos kelgutamas kelgumäel, mis on $h = 6$ m kõrgune ning $\alpha = 15^\circ$ ühtlase tõusunurgaga kogu nõlva ulatuses. Kui suure kiiruse peab Triinu Sandrale kelgumäe üleval sisse lükkama, et ta jõuaks mäest alla? Hõõrdetegur kelgu ning lumise nõlva vahel on $\mu = 0,3$, raskuskiirendus $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (6 p.)



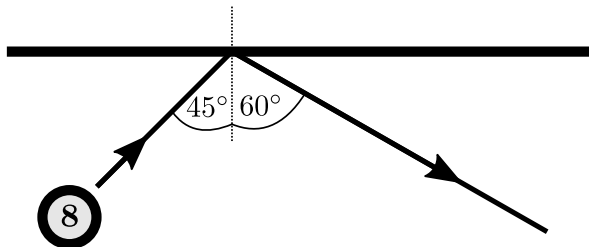
2. (RAGULKA) Eva leidis pargist ragulka ning soovis sellega lasta kivikese vertikaalselt üles nii, et see täpselt puudutaks tema kohal asuvat puuoksa. Kui Eva venitab ragulka kummi lõdvast olekust 3 cm kaugusele, siis jääb kivil puudu $1/4$ vahemaast oksani. Kui kaugusele peaks Eva venitama ragulka kummi, et kivike jõuaks täpselt oksani? (6 p.)

3. (LEEDID) Kadil on punane ja sinine valgusdiiod, 9 V patarei, 300 Ω ja 360 Ω takistid ning punane ja sinine nupplüliti. Nupplülitil on kaks klemmi, mis on omavahel lühises, kui nupp alla vajutada, ja mis ei ole ühenduses, kui nuppu mitte vajutada. Punane diiod süttib, kui talle rakendada päripinge 1,8 V, ja sinine, kui talle rakendada päripinge 3 V. Väiksematel pingetel diode vool ei läbi. Pinge diodidel ei sõltu teda läbiva voolu suurusel. Millise skeemi peab Kadi moodustama, et vajutades punast lülitit põleks punane diiod, vajutades sinist lülitit põleks sinine diiod, mitte kumbagi vajutades ei põleks kumbki diiod ja mõlemat lülitit vajutades samuti ei põleks kumbki diiod. Kadi tahab ka, et diodi põlemisel läbiks seda vool tugevusega 20 mA ning patarei poleks kunagi lühises. (8 p.)

4. (*PILJARD*) Piljardikuul massiga $m = 200$ g ja algkiirusega $v_0 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ põrkab mitteelastselt vastu piljardilaua serva, nii et nurk enne põrget on 45° ja nurk pärast põrget on 60° . Eeldage, et piljardilaua serv mõjutab kuuli ainult servaga risti olevas sihis. Leidke

a) mitu protsenti piljardikuuli energiast läks põrke jooksul kaduma;

b) kui suur oli keskmine põrke jooksul kuulile mõjuv jõud F_p , eeldades, et põrge kestis $t_p = 0,01$ s. (8 p.)

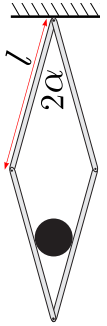


5. (*JOONLAUD KORIDORIS*) Seisad 1 m laiuses koridoris, mille mõlemas seinas on peegel. Peeglite vahel, parempoolses peeglist 30 cm kaugusel asetseb vertikaalselt kitsas objekt. Sina oled koridoris, käes joonlaud, mida hoiad vertikaalselt enda ees. Märkad, et joonlaua 10 cm näib sulle sama pikk kui objekt ise, 7,5 cm sama pikk kui objekti peegeldus parempoolses peeglis ja 3,75 cm sama pikk kui objekti teine peegeldus parempoolses peeglis. Kui kaugel seisad peeglist? (10 p.)

6. (*JAHTUMINE*) Sofia on kaks ühesugust koonusekujulist kaaneta termost, mis on osaliselt täidetud võrdse koguse vedelikuga temperatuuril $T = 40^\circ\text{C}$. Koonusekujulised termosed on asetatud nii, et vedelikupind on põhjaga paralleelne ja koonuse tipp on allpool. Sofia lisab ühte termosesse juurde sama koguse soojemat vedelikku temperatuuril $T_{\text{lisa}} = 88^\circ\text{C}$, soojuslik tasakaal saabub hetkeliselt. Seejärel mõõdab Sofia otsekohe vedelike jahtumiskiirust ning leiab, et soojema vedeliku jahtumise kiirus on $k = 1,62$ korda suurem jahedama vedeliku jahtumise kiirusest. Jahtumisvõimsus on võrdeline jahutava pindala ja temperatuuride vahega. Leidke õhutemperatuur $T_{\text{õhk}}$. Eeldage, et vedeliku ja termose vahel soojusvahetust ei toimu ning et vedeliku tihedus ei sõltu temperatuurist.

Vihje: koonuse ruumala $V = \frac{1}{3}S_p H$, kus S_p on koonuse põhja pindala ning H selle kõrgus. (10 p.)

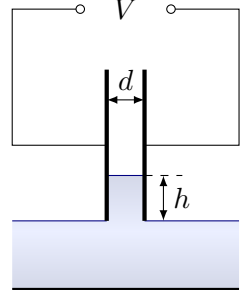
7. (ROMB) Laest ripub rombikujuline liigendiga konstruktsioon, mis on valmistatud massita varrastest pikkusega l , vt joonis. Silinder massiga m pannakse rombi sisse. Selle tulemusel võtab romb tasakaaluasendi, kus rombi tipunurk on 2α . Hõõrdumine silindri ja varda vahel on tühiselt väike. Leidke silindri raadius. (12 p.)



8. (KOLMNURK) Koondav lääts fookuskaugusega f tekitab täisnurksest kolmnurgast, mille üks nurk on 30° kujutiseks kolmnurga, mis on samuti täisnurkne ja mille üks nurk on 30° . Kolmnurga hüpotenuus kulgeb piki läätses optilist peatelge. Leidke kolmnurga hüpotenuusi pikkus. (12 p.)

9. (UDU) Kuiva (st ilma igasuguse veeauruta) õhu molaarmass $\mu_a = 28,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, vee molaarmass $\mu_v = 18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$. Teatud õhurõhu juures on temperatuuril $T_1 = 25^\circ\text{C}$ kuiva õhu tihedus $\rho_k = 1182,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ ning teatud niiske kuid udupiiskadeta õhumassi tihedus $\rho = 1169,3 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$. Milline on selle õhumassi tihedus temperatuuril $T_2 = 10^\circ\text{C}$, kui on teada, et sellel temperatuuril on küllastunud veeauru tihedus $\rho_m = 9,4 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$. Eeldage, et kondenseeruvad udupiisad jäävad õhku hõljuma ja et vee tihedus on palju suurem, kui õhu oma. (12 p.)

10. (KONDENSAATOR VEDELIKUS) Plaatkondensaatore plaatidevahelise kaugusega d on vertikaalasendis ja otsapidi vedelikus nii, nagu näidatud joonisel. Vedeliku dielektriline läbitavus on ε ja kondensaatori plaatidele on rakendatud pinge V . Kui kõrgel h on plaatide vahelises ruumiosas vedeliku tase võrreldes ülejäänud vaba vedeliku pinnaga? Vaakumi dielektriline läbitavus on ε_0 , õhu dielektriline läbitavus $\varepsilon_g = 1$, vedeliku tihedus on ρ ja vabalangemise kiirendus on g . Vedeliku pindpinevusega võib mitte arvestada; kondensaatori kõrgus ja laius ning õhuga täidetud kondensaatoriosa kõrgus on palju suuremad, kui d . (12 p.)



E1. (OOMMEETER) Kasutades multimeetrit oommeetrina, ühendub multimeetri klemmide vaheline takisti järjestikku multimeetri sisemise pingeallikaga ning teatava sisemise takistusega. Oommeetri näidatav takistuse lugem vastab selles ahelas kulgeva voolu tugevusele. Leidke oommeetri toitepinge, kui lüliti on „x10k“ režiimis (selles mõõdetava takistuse väärtuse saamiseks tuleb lugem korrutada kümne tuhandega).

Vahendid: analoog-multimeeter, mida tohib kasutada vaid oommeetri ja voltmeetri režiimis, tundmatu takisti, tundmatu patarei.

Hoiatus! Enne mõõtmisi oommeetri režiimis tuleb nullida näit (st saavutada lugem 0Ω) lühistades multimeetri klemmid ning keerates multimeetri justeerimismuppu. (14 p.)

E2. (VÄÄNDUV TAMIIL) Väändependel on süsteem, kus tõmbepinge all olev materjal väändub ümber oma telje, mis tekitab tasakaaluasendisse taastava jõu. Piisavalt väikeste päripäeva-vastupäeva võnkumiste korral kehtib Hooke'i seaduse analoog $\tau = -\kappa\theta$, kus τ on kehale mõjuv jõumoment, θ pöördenurk tasakaaluasendi suhtes (radiaanides) ja κ väändetegur (analoogne vedrupendli vedrukonstandiga). Tamiili väändetegur κ ja tamiili pikkus L on heas lähenduses pöördvõrdelised, seega $\kappa = \frac{c}{L}$, kus c on konstant. Leidke antud tamiili jaoks konstandi c väärtus. Raskuskiirendus on $g = 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Vahendid: kaks tamiilijuppi, silindrikujuline koormis massiga $M = 100\text{g}$, statiiv käpaga, puitklotsid (käpa mokaade vahele pehmenduseks), stopper, must marker. Pikkust tohib mõõta vaid eeltoodud katsevahendite abil, muude vahendite kasutamine (sh joonlaud, ruuduline paber, kehaosade pikkused) pole lubatud!

Vihje: Pöördliikumise jaoks kehtib $\tau = I\alpha$, kus I on inertsimoment ja α on nurkkiirendus. Silindrikujulise keha inertsimoment sümmeetriatelje suhtes on $I = \frac{1}{2}MR^2$, kus M on keha mass ja R on silindri raadius. (14 p.)

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

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

<https://efo.fyysika.ee>

Lüütuge meie Facebooki lehega:

<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>