

Eesti koolinoorte 70. füüsikaolümpiaad

1. aprill 2023. 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. (SUJUV AUTOSÕIT) Bussijuht tahab sõita sujuvalt, st et reisijatel, kes bussis püsti seisavad ja kusagilt kinni ei hoi, ei tekiks äkilise kiirendamise või pidurdamise tõttu tasakaalu kaotamise ja kukkumise ohtu. Seepärast suurendab ta pidurdades survet piduripedaalile tasapisi kuni bussi peatumiseni. Kas selline sõit on sujuv? Kui on sujuv, siis põhjendada, miks see nii on. Kui ei ole sujuv, siis selgitada, mis hetkel on seisvatel reisijatel oht tasakaal kaotada, mis suunas on neil oht kukkuda ning kuidas tuleks pidurdada, et pidurdamine oleks sujuv, st et seisvatel reisijatel ei tekiks kordagi ohtu tasakaalu kaotada? (6 p.)

2. (ELEKTRIKARJUS) Elektrikarjusega karjatamisel ümbritseb karjamaad pikk traat, mis on postide abil maast elektriliselt isoleeritud. Elektrikarjuses olev generaator saadab sellesse traati impulsspinge: pingevabad perioodid vahelduvad lühikeste pingega perioodidega. Pingeimuplsi ajal võib elektrikarjuse pingegeneraatorit vaadelda kui elektromotoorjõudu \mathcal{E} , mis omab teatud sisetakistust R . Elektriimpulss on eluohtlik, kui inimest läbib vool, mis on suurem kui $I_0 = 30$ mA. Teatud marki elektrikarjuse kohta on teada järgmist: kui pingegeneraatori väljundklemmidest üks on maandatud ja teisest lähtuv karjaaia traat on maapinnast ideaalselt isoleeritud, siis traadi ja maapinna vaheline pinge on impulsi ajal $U_m = 15$ kV. Inimene, kes kõnnib paljajalu ja on seetõttu heas elektrilises kontaktis maapinnaga, puudutab kuiva käega karjuse traati ning saab elektrilöögi. Eeldage, et inimese keha takistus on hulga väiksem, kui kuiva käenaha takistus $r = 5$ k Ω .

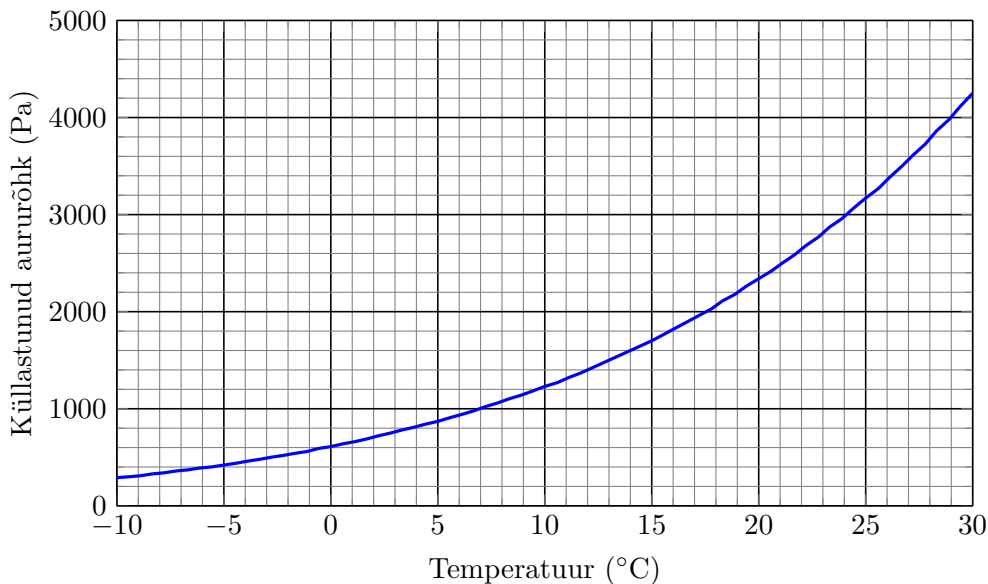
a) Joonistage elektriskeem, mis kirjeldab olukorda, kui inimene saab parajasti karjuselt elektrilööki.

b) Millised sisetakistuse R väärtused on lubatavad? (6 p.)

3. (LÄÄTS JA KAKS PEEGLIT) Konstrueerige objekti AB (vt joonist lisalehel) kõik kujutised. Skeemil on hall sein, sinine 45° kaldu poolläbilaskev peegel (pool valgusest läheb otse läbi, pool peegeldub nagu tavalises tasapeeglis), kumerlääts fookuskaugusega f ja tasapeegel. Lahendage ülesanne lisalehel. (8 p.)

4. (LAEV) Laev sõitis läbi Suessi kanali ning jäi sinna kinni nii, et blokeeris kogu kanali. Laeva pikkus on l , laius on w , kõrgus on h ja mass on m . Vee piirist allpool on k osa laeva ruumalast, kusjuures $klwh\rho < m$. Võib eeldada, et laev on ühtlase massijaotusega risttahukas ja $l \gg w$. Vee tihedus on ρ , raskuskiirendus g ja kanali laius d . Hõõrdetegur laeva kere ja kanali vahel on μ . Laeva mõlemat otsa tõmbavad puksiirlaevad kanali sihis eri suundades. Kui suure jõuga F peavad puksiirlaevad tõmbama, et kinni jäänud laev hakkaks liikuma? (8 p.)

5. (SUNDVENTILATSIOON) Maril on kodus sundventilatsioon. Ta avastas, et ta peab õhuniisutit, mille paaki mahub $m = 1$ kg vett, täitma iga kümne tunni tagant selleks, et hoida toas suhtelist õhuniiskust $r_1 = 50\%$. Väljas on temperatuur $T_2 = -5^\circ\text{C}$ ja suhteline õhuniiskus $r_2 = 80\%$ ning toas on temperatuur $T_1 = 20^\circ\text{C}$. Kasutades juuresolevat küllastunud aururõhu graafikut, leidke mis kiirusega vahetab sundventilatsioon toas olevat õhku. Vee molaarmass on $M = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, gaasi universaalkonstant $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ ja õhurõhk on $p = 100$ kPa. (8 p.)



6. (NÕEL VEES) Nõel massiga $m = 0,5$ g ning pikkusega $l = 6$ cm asetatakse aeglaselt vee pinnale. Millise nurga alla on veepind nõela juures horisontaalpinna suhtes paindunud? Vee pindpinevustegur $\sigma = 72,8 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$ ja raskuskiirendus $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Üleslükkejõuga võib mitte arvestada. (10 p.)

7. (TEHISKAASLANE) Tehiskaaslane tiirleb ümber planeedi ringorbiidil raadiusega $r = 55\,199$ km kiirusega $v = 2,4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Tehiskaaslasele on lühikese aja jooksul võimalik anda kiiruse muut $\Delta v = 0,7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

a) Mis oleks tehiskaaslase suurim kaugus planeedi keskmest R_1 , kui tehiskaaslasele antaks kiirendus selle liikumissuunas?

b) Mis oleks suurim kaugus R_2 , kui kiirenduse suund oleks planeedist eemale? (10 p.)

8. (KUULITÕUGE) Nagu mehaanikast hästi teada, lendab visatud keha antud algkiiruse juures (õhutakistuse puudumisel) kõige kaugemale siis, kui viskenurk horisontaali suhtes on 45° . Kuulitõukespordis on optimaalne nurk mõnevõrra väiksem.

a) Leidke selle väärtus, eeldades et kuuli maksimaalne lennukaugus on $s_m = 20$ m, tõukaja vabastab kuuli maapinnast kõrgusel $h_0 = 2$ m ja algkiirus ei sõltu tõukesuunast.

b) Kui suur on sellise kuuli algkiirus?
Raskuskiirendus $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (10 p.)

9. (STAATILINE ELEKTER) A4 formaadis kile kogupindalaga $S = 630$ cm² on laetud ühtlase positiivse pindtihedusega staatilise elektriga. Kui see kile asetada vastu maandatud metallplaati, mille pindala on kile omast hulga suurem, siis „kleepub“ kile vastu plaati ning selleks, et libistada kilet mööda plaati, on vaja rakendada jõudu $F = 0,1$ N plaadi sihis; hõõrdetegur kile ja plaadi vahel on $\mu = 0,5$. Kile mass on hulga väiksem kui 20 g. Millise pinge omandab kile metallplaadi suhtes, kui see tõmmata plaadilt lahti ning hoida plaadist kaugusel $h = 5$ cm, paralleelselt plaadiga? Elektriline konstant $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$. (12 p.)

10. (UPPUV PALL) Veepall ujub vett üles ja vett täis tennisepall nii, et see on peaaegu üleni vee all ning ülemine serv puudutab veepinda. Kaldalt, $H = 2$ m kõrguselt vaadates näib, et pall on ellipsoidi kujuliselt lapik, kusjuures laiuse ja kõrguse suhe on $k = 3$. Kui kaugel vaataja silmast on pall, kui vee murdumisnäitaja $n = \frac{4}{3}$? Ülesande lahendamisel võib teha mõistlikke lähendusi. (12 p.)

E1. (HÕÕGNIIDI PIKKUS) Määrake võimalikult täpselt hõõglambi pirni hõõgniidi pikkus. Hõõgniit on pika heeliksi (st vedru) kujuline, vaja on leida selle kogupikkus (pikkus, mille ta omandaks, kui heeliks sirgeks tõmmata).

Vahendid: lääts alusel, korpusega kaitstud hõõglamp, toiteplokk, ekraan (klots, mida ümbritseb paber), mõõdulint. Läätse võib vaadelda kui õhukest lääts, mille tasand on tähistatud korpusel joonega.

Hoiatused! Lampi ei tohi korpusest eemaldada. Ülekuumenemise vältimiseks tohib lampi põletada ainult püstises asendis (kus klaas on vertikaalselt). (14 p.)

E2. (PESUPULK) Leidke võimalikult täpselt kogu töö, mis on vaja pesupulga otste täielikuks kokku surumiseks. Atmosfäärirõhk $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Pa.

Vahendid: pesupulk, süstal (ilma nõelata), keermega kork süstla otsa hermeetiliseks sulgemiseks, elektrooniline nihik.

Hoiatused! Süstla kolbi mitte silindrist välja tõmmata, sest kolb on määritud silikoonõliga ja määrib. Pesulõksu mitte tükkideks lammutada! Süstla korgiga sulgemisel keerata korki tagasihoidliku jõuga, sellest piisab hermeetiliseks sulgemiseks ning tugev keeramine võib lõhkuda kerme. (14 p.)

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

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

<https://efo.fyysika.ee>

Lüütu meie Facebooki lehega:

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

3. (LÄÄTS JA KAKS PEEGLIT — LISALEHT)

