

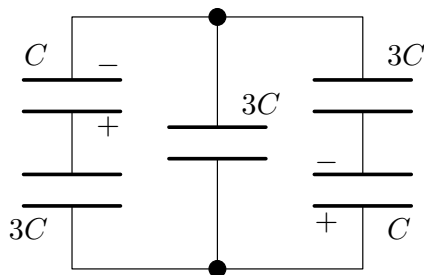
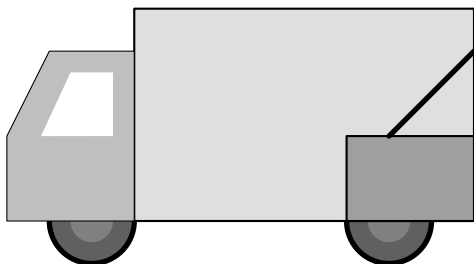
Eesti koolinoorte 56. füüsikaolümpiaad

Lõppvoor. 7. märts 2009. a.

Gümnaasiumi ülesanded

1. (*NÜRINENUD KÄÄRID*) Juku asus hekikäaridega õunapuult jämedat kuivunud oksa löikama. Et aga käärid olid juba ammu nürinenud, polnud neist mingit abi. Enamgi veel, oks hakkas kääride kokkuvajutamise ajal terade vahel lausa libisema. Libisemine peatus hetkel, mil terade vaheline nurk oli kahanenud α -ni. Kui suur oli hõõrdetegur oksa ja nürinenud löiketera vahel? (6 p.)

2. (*KAST KAUBIKUS*) Kast massiga $m = 15$ kg on kinnitatud kaubiku tagaseina külge nööri. Leida nööri pinge minimaalne võimalik väärtus äkkpidurduse ajal, kui kiirusega $v_0 = 45$ km/h sõitev kaubik jääb seisma ajaga $t = 5$ s. Hõõrdetegur kasti aluse ja kaubiku põranda vahel $\mu = 0,2$, nurk nööri ja kaubiku tagaseina vahel $\alpha = 45^\circ$. Lugeda, et pidurdamine oli ühtlane ja kast püsis kogu aeg paigal. (8 p.)

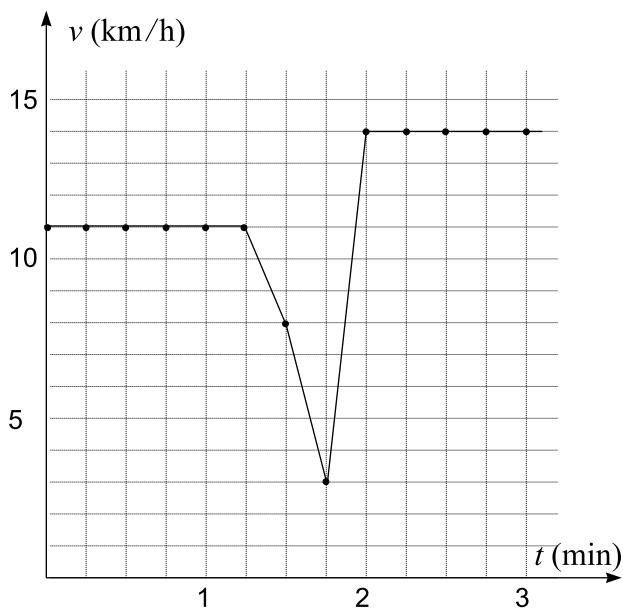


3. (*KONDENSAATORID*) Koosnegu kondensaatorite süsteem viiest kondensaatorist. Alghetkel on kolm neist laenguta ning kahel paikneb laeng q (vt joonist). Missugune laeng koguneb keskmisele kondensaatorile, kui süsteem on jõudnud tasakaaluolekusse? (8 p.)

4. (*RONG TUNNELIS*) Rong liikus kiirusega $v = 54$ km/h läbi pika horisontaalse silindrikujulise tunneli. Kui palju tõusis tunnelis asuva õhu temperatuur? Tunneli läbimõõt $d = 5$ m. Rongi elektrimootor tarbis tunnelit läbides võimsust $P = 800$ kW. Õhu molaarmass on $M = 29$ g/mol, õhurõhk tunnelis $p = 100$ kPa

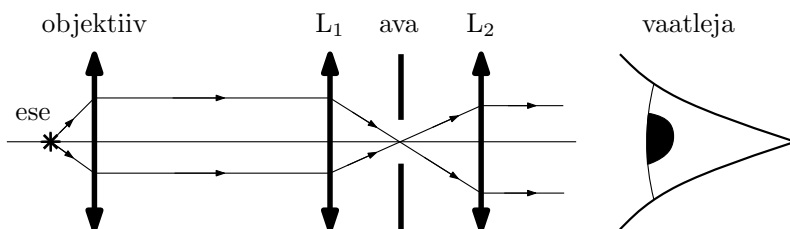
ja algtemperatuur $t_0 = 17\text{ }^\circ\text{C}$. Õhk lugeda kaheaatomiliseks ideaalseks gaasiks. Märkus. Kaheaatomilise gaasi siseenergia ühe molekuli kohta on $5/3$ korda suurem kui samal temperatuuril oleval üheaatomilisel gaasil. (8 p.)

5. (GPS) Tervisesportlane kasutab GPS seadet oma jooksureeningu tulemuste salvestamiseks. Tema GPS seade määrab iga 15 sekundi järel jooksja täpse asukohta, mille põhjal arvutab ja salvestab GPS seade viimase 15 sekundi keskmise kiiruse. GPS esitab saadud tulemused graafikul punktidenä, mis on ühendatud sirglõikude abil. Jooksja märkas, et ketsipael oli lahti läinud. Ta peatus, sidus selle kinni ning tänu väikesele puhkusele jätkas jooksu juba natuke suurema kiirusega, vt juuresolevat GPS-i esitatud graafikut. Kui kaua kestis peatus? Pildurdumiseks ning puhkusjärgselt kiirendamiseks kulunud aeg lugeda tühiseks; jooksu kiirus oli konstantne nii enne peatust kui ka pärast seda. (10 p.)



6. (ÕHUAKEN) Tuba köetakse elektriradiaatoriga, mille võimsus $P = 1\text{ kW}$. Välistemperatuur on $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$, toas püsib ühtlane temperatuur $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Nüüd avatakse õhuaken ning õueõhku tuleb tuppa kiirusega $v = 20$ liitrit sekundis. Milliseks kujuneb toatemperatuur? Õhu võib lugeda ideaalseks gaasiks, mille soojusmahtuvus konstantsel rõhul ühe mooli kohta on $c_P = \frac{7}{2}R$. (10 p.)

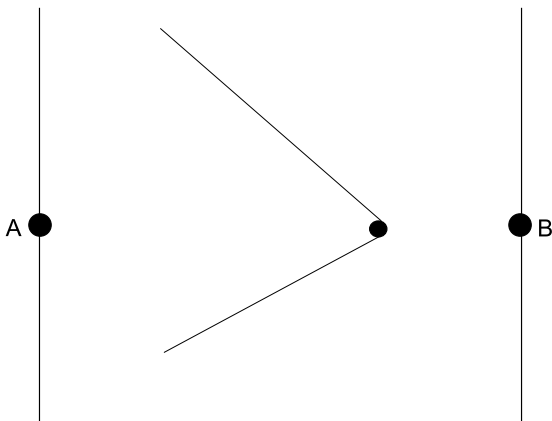
7. (KONFOKAALNE MIKROSKOOP) Harilikest mikroskoopidest parema ruumilise lahutuse saamiseks kasutatakse konfokaalseid mikroskoobe. Juuresoleval joonisel on kujutatud konfokaalse mikroskoobi põhielemendid: objektiiv, läätsed L_1 ja L_2 ning nende ühises fokaaltasandis asuv väike ringikujuline ava. Joonisel on samuti esitatud optilisel peateljel asuvast väikesest uuritavast esemest lähtuvate kiirte käik. Objektiivi fokaaltasandist kaugemal ja lähemal olevatest objektidest lähtuvad kiired ei läbi enamuses ava, vaid neelduvad ava servadel. Kõrvalnähtusena vaateväli kitseneb. Kui kaugel optilisest peateljest võib olla objektiivi fokaaltasandis olev ese, et ta oleks veel nähtav? Läätsede L_1 , L_2 ja objektiivi fookuskaugused on vastavalt f_1 , f_2 ja f_{obj} , ava läbimõõt d . (10 p.)



8. (KAATER) Mootorpaat sõidab jõe ühelt kaldalt punktist A teisele kaldale punkti B. Paadi kiirus on $u = 7 \text{ m/s}$. (Kokku 12 p.)

a) Joonisel on näidatud paadi tekitatud veelained. Milline on jõe voolukiirus? (6 p.)

b) On teada, et kui vee sügavus on h , siis lained levivad kiirusega $w = \sqrt{gh}$, kus g on vabalangemise kiirendus. Kui sügav on jõgi? (6 p.)



9. (*KOSMOSEPRÜGI*) Kaks ühesugust elektriliselt laetud kuuli, mis on ühendatud ideaalse nööri, hõljuvad vabalt kosmoses. Kummagi kera laeng on q ja mass M , nööri pikkus on l . Ootamatult lendab nööri risti selle keskkoha pihta kosmoseprügi tükk massiga m ja kiirusega v ning jääb nööri külge kinni. Millisele vähimale kaugusele d lähenevad teineteisele kuulid? Eeldada, et kuulikeste diameetrid on väiksemad kui otsitav kaugus d . (12 p.)

10. (*KUNSTINÄITUS*) Kunstinäituse saal kujutab endast valgete seintega suurt tuba, mida valgustatakse monokromaatilise rohelise valgusega (lainepikkus $\lambda = 550$ nm). Sellel toal on siledast klaasist põrand; klaasi alumine pind on värvitud mustaks, ülemine pind on aga kaetud õhukese läbipaistva värvitu kilega. Keset tuba seisev näitusekülastaja näeb enda ümber põrandal heledaid ja tumedaid ringikujulisi vööte, kusjuures ta ise asub nende ringide keskpunktis — sõltumata sellest, kus kohas ta parajasti seisab. Näitusekülastaja uurib asja lähemalt: kükitab ja vaatab kaugele, seejärel püüab vaadata otse alla. Maksimaliselt õnnestub tal loendada $N = 20$ heledat vööti. Kui paks on klaasi kattev kile? Klaasi murdumisnäitaja $n_0 = 1,6$, seda katva kile oma $n_1 = 1,4$. (12 p.)

E1 (*KOORMISE MASS*) Määrata koormise mass. Hinnata mõõtemääramatust. Vahendid: ümmargune varras, nöör, dünamomeeter, koormis, statiiv. *Märkus*. Koormise kaal ületab dünamomeetri maksimaalse näidu. (14 p.)

E2 (*TUNDMATU VEDELIK*) Määrata vedeliku tihedus. Hinnata mõõtemääramatust. Vahendid: süstlasilinder mahuskaalaga (cm^3), anum tundmatu vedelikuga, mõõtejoonlaud, statiiv klambriga, tühi plastpudel (ruumala $V = 0,538$ liitrit) tihedalt suletud korgiga, milles olevasse auku saab tihedalt suruda süstla otsa. *Märkus*. Katse on väga tundlik temperatuuri kõikumiste suhtes. Kirjeldage, milliseid meetmeid seda arvestades rakendasite. (14 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.