

Eesti koolinoorte 54. füüsikaolümpiaad

Lõppvoor. 17. märts 2007. a. Gümnaasiumi ülesanded

1. (KÜTTEKLAAS) Ruumide soojendamiseks kasutatava elektriliselt köetava klaasi pind on kaetud õhukese valgust läbilaskva elektrit juhtiva kihiga, mille vastasservadele rakendatakse elektriline pinge (vool kulgeb mööda klaasi pinda). Kuidas suhtuvad sellisest klaasist valmistatud ristkülikukujuliselt aknalt eralduvad soojusvõimsused P_H ja P_V sama pinge rakendamisel vastavalt klaasi horisontaalsete (P_H) ja vertikaalsete (P_V) servade vahel? Akna horisontaalmõõde $a = 0,5$ m ja vertikaalmõõde $b = 1$ m. (6 p.)

2. (VEENUS) Lugegem Maa ja Veenuse orbiidid ümber Päikese ringikujulisteks. Planeedid tiirlevad ümber Päikese samas suunas ja Veenuse maksimaalne eemaldumus (nurk Veenuse ja Päikese vahel Maalt vaadates) on 46 kraadi. a) Leidke Veenuse ja Maa orbiitide raadiuste suhe. (4 p.) b) Mitu päeva jääb järjestikuste maksimaalsete eemaldumuste vahele? (4 p.) Juhtnõör: Kepleri seaduse kohaselt on taevakehade tiirlemisperiodide ruudud võrdelised vastavate orbiitide raadiuste kuupidega.

3. (KIIL) Laserikiire teele asetatakse enam-vähem risti õhuke klaasplaat (klaasi murdumisnäitaja $n = 1,5$). Selle tulemusena nihkub $L = 2$ m kaugusel ekraanil olev laserikiire kujutis $d = 5$ mm võrra. Järeldatakse, et plaat on kergelt kiilukujuline. Leidke selle kiilu tipunurk α . Juhtnõör: Väikeste nurkade φ puhul $\sin \varphi \approx \tan \varphi \approx \varphi$. (8 p.)

4. (HOORATAS) Hooratas raadiusega R pöörleb nurkkiirusega ω . Lihtsuse huvides võib hooratast vaadelda peenikese rõngana (pöörlemistelg ühtib rõnga teljega). a) Milline on energia salvestustihedus w (kineetiline energia massiühiku kohta) hoorattas? (4 p.) b) Hooratas on valmistatud süsinikkiuga armeeritud polümeerist, mille tõmbetugevus $\sigma_{\max} = 2,4 \cdot 10^9$ Pa ja tihedus $\rho = 1500$ kg/m³. Hinnake energia salvestustiheduse maksimaalselt võimalikku väärtust sellises hoorattas (andes numbrilise vastuse). Juhtnõör: Tõmbetugevus on maksimaalne jõud ristlõike pindala kohta, mida antud materjal talub ilma purunemata. (6 p.)

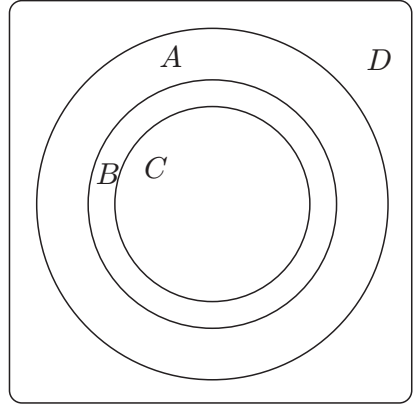
5. (LAEV) Maailmas leidub jõgesid, kus vesi tõusude tõttu liigub kord ühes, kord teises suunas. Vaatleme laevaliiklust ühel sellisel jõel. Joonisel 1 on antud vee liikumiskiiruse sõltuvus kellaajast. Positiivseks loetakse vee kiirus siis, kui see on suunatud punktist A punkti B poole. Leida optimaalne (lühimate sõiduaegadega) tunniplaan kaubalaeva regulaarseks liikumiseks üks kord päevas punktist A punkti B ja tagasi. Kaugus nende punktide vahel piki jõge on $L = 20$ km, laeva kiirus seisvas vees $v = 4$ km/h. (10 p.)

6. (GAASID) Isoleeritud silindrilises anumus vabalt liikuva koormise all on vesinik ja heelium, mis on teineteisest eraldatud vabalt liikuva ja aeglaselt soojust juhtiva õhukese vaheseinaga (vt. joonist). Alguses on gaaside temperatuurid võrdsed, kusjuures vesinik hõlmab heeliumist 3 korda väiksema ruumala. Vesinikule anti teatud soojushulk, mille tulemusena nihkus koormis $d_1 = 5,5$ cm võrra ülespoole. Pika aja möödudes täheldati, et koormis nihkus veel. Mis suunas ja kui palju see nihkus? Gaasid lugeda ideaalseteks. Vesiniku soojusmahtuvus konstantsel rõhul on $C_{PH_2} = 7R/2$ ning heeliumil $C_{PHe} = 5R/2$. (10 p.)

heelium
vesinik

7. (KÜTTEKEHA) Teatud ruumi köetakse sellise küttekehaga, mille võimsus P sõltub ruumi temperatuurist nagu on näidatud joonisel 2. Kui välistemperatuur on T_1 , siis ruumi temperatuur stabiliseerub T_2 juures (need temperatuurid on märgitud graafikul). Millise temperatuurini tõuseb toatemperatuur, kui välistemperatuur tõuseb T_3 -ni (leida see temperatuur graafilise konstrueerimise abil). Soojusvahetus keskkonnaga on võrdeline temperatuuride vahega. (10 p.)

8. (KUUP) Läbipaistvast klaasist tehtud kuubis on suur kerakujuline õõnsus, mis on täidetud sinist värvi gaasiga. Kuup lebab kollaste seintega toas valgel põrandal. Juuresolev kuubi joonis on tehtud kuubi kohalt pildistatud foto põhjal, millelt on eemaldatud kõik värvid ning jäetud alles selgeltnähtavad kontuurid ja erivärviliste piirkondade eraldusjooned (joonte kujud ja mõõtmekujud on täpselt sellised nagu fotol). Kuubi mõõtmekujud lugeda hulga väiksemateks põranda mõõtmekujudest ning kõrgusest, millelt on tehtud joonise aluseks olnud foto. Millistele värvidele vastavad tähed A , B , C , D ? Põhjendage vastust. Leidke klaasi murdumisnäitaja. (10 p.)



9. (KUMERPEEGEL) Optiline süsteem koosneb kumerläätsesest ja kumerpeeglist, mille optilised peateljed ühtivad. Kumerpeegli asukohta pole joonisel märgitud. On teada, et objektist A tekib teisele poole läätses kaks kujutist K_1 ja K_2 . Konstrueerige kumerpeegli kõveruskeskpunkt O ja kumerpeeglis objektist A tekkinud näiv kujutis A' . (12 p.)

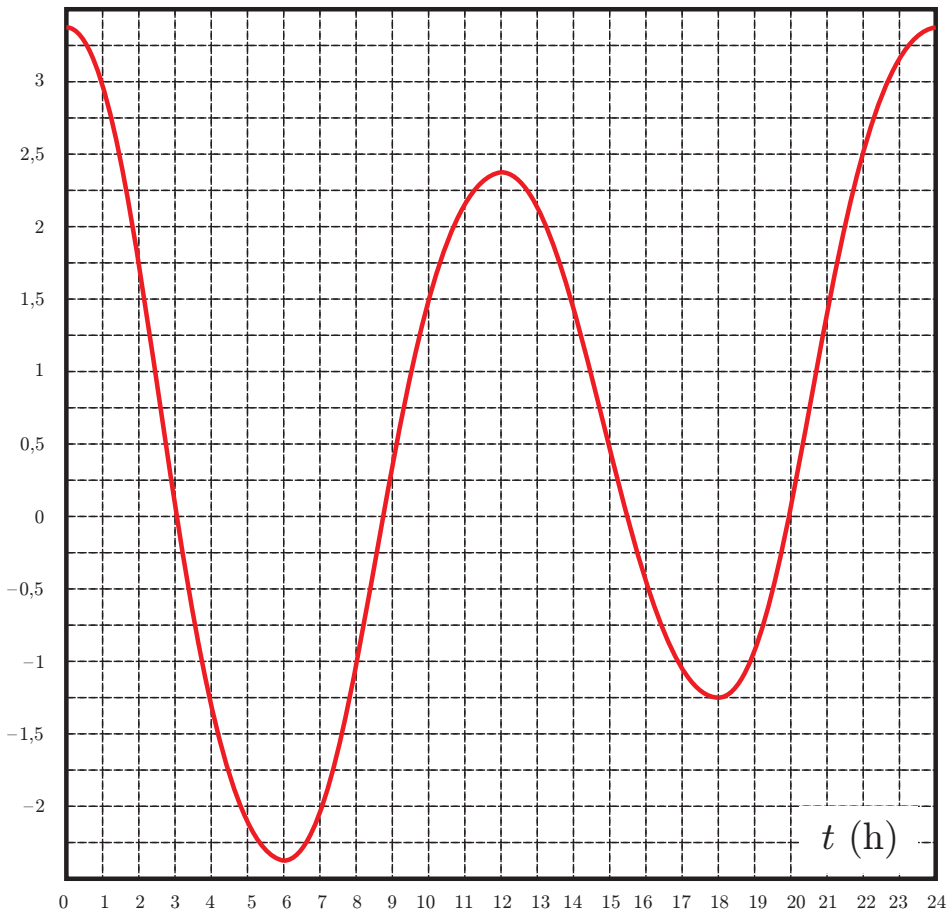
10. (TRAAT) Horisontaalsel libedal pinnal on fikseeritud kaks klemmi, mille vahekaugus a on väiksem neid ühendava hästi painduva sõlmevaba traadi pikkusest L . Süsteem asub vertikaalses homogeenes magnetväljas tugevusega B , traati läbib vool tugevusega I . Joonistage, millise kuju võtab traat. Kirjutage välja võrrandid, kust saab leida mehaanilise pinget T traadis. Leidke see eeldusel, et $L \gg a$. (12 p.)

E1. (SÜSTAL) Määrata vee pindpinevustegur. Hinnata mõõteviga. Vahendid: ühekordne süstal mahuskaalaga, vesi, teritatud pliats, nihik. (12 p.)

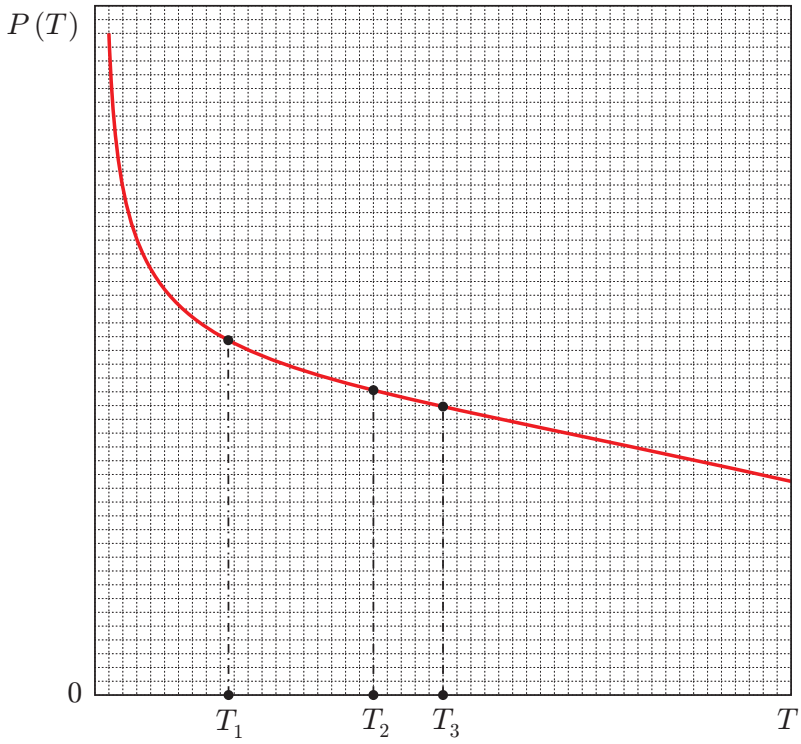
E2. (MUST KAST) Määrata, mis tüüpi komponendid on mustas kastis ja teha kindlaks musta kasti elektriline skeem. Kirjeldage, milliste katsete põhjal ja kuidas jõudsite oma järeldusele. Vahendid: must kast punase, roheline ja kollase väljundjuhtmega, milles on teatud viisil ühendatud kolm komponenti (neist kaks on ühesugused), patareid, lamp, mille värv sõltub voolusuunast. (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.

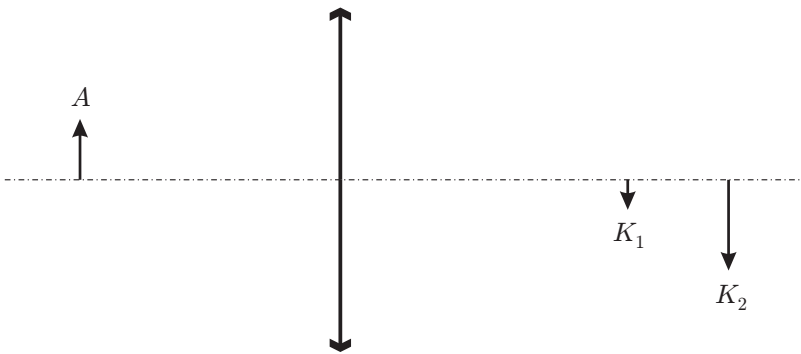
v (km/h)



Joonis 1: Ülesanne 5



Joonis 2: Ülesanne 7



Joonis 3: Ülesanne 9