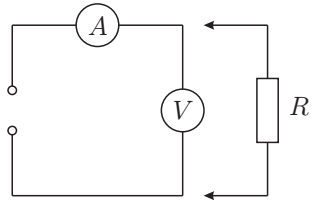


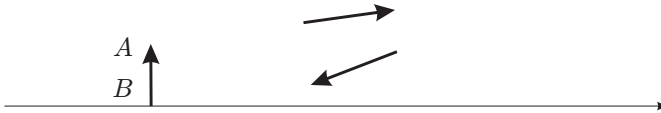
# Eesti koolinoorte 53. füüsikaolümpiaad

Lõppvoor. 4. märts 2006. a. Gümnaasiumi ülesanded

1. (MÕÕTERIISTAD) Vooluringis on ampermeeter ja voltmeeter ühendatud jadamisi. Klemmidele on rakendatud pinge  $U = 9\text{ V}$ . Kui voltmeetriga ühendada rööbiti takisti  $R$ , väheneb voltmeetri näit kaks korda, ampermeetri näit aga suureneb kaks korda. Kui suurt pinget näitas voltmeeter enne ja pärast takisti ühendamist? (6 p.)



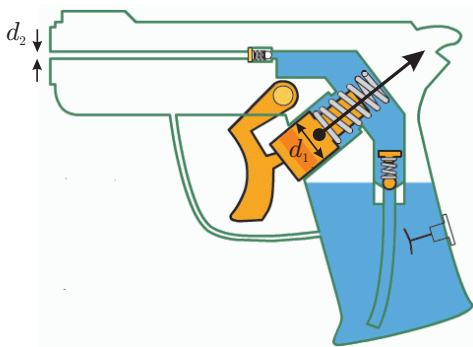
2. (NÕGUSPEEGEL) On teada esemelt lähtunud ühe kiire suund enne ja pärast peegeldumist sfääriliselt nõguspeeglit. Teades eseme  $AB$  ja optilise peatelje asukohta, konstrueerige eseme kujutis ja tähistage nõguspeegli fookuse asukoht. Esitage lahendus lisalehel. (6 p.)



3. (KADA) Vaatame lihtsa kada ehk ragulka konstruktsiooni. Elastne kummipael tõmmatakse kahe fikseeritud otspunkti vahele, laskmiseks asetatakse kivi paela keskele, pael tõmmatakse koos kiviga pingule ja lastakse vabaks. Kivi lastakse lendu horisontaaltasandi suhtes nurga  $\alpha = 10^\circ$  all. Leidke, kui kaugele peab laskja tõmbama kivi, et tabada märki, mis asub kadast  $L = 25\text{ m}$  kaugusel ning sellega samal kõrgusel. Kui suurt jõudu peab ta selleks paelale rakendama? Kummipaela pikkus pingestamata olekus on  $l = 60\text{ cm}$ , mis on ühtlasi ka paela kinnituspunktide vahekaugus. Pael lugeda kaalutuks ja tema jäikustegur on  $k = 50\text{ N/m}$ . Kivi mass on  $m = 20\text{ g}$ . Õhutakistusega ei ole vaja arvestada. Raskusjõu mõju kivi kiirendamisel kadas pole vaja arvestada. (8 p.)

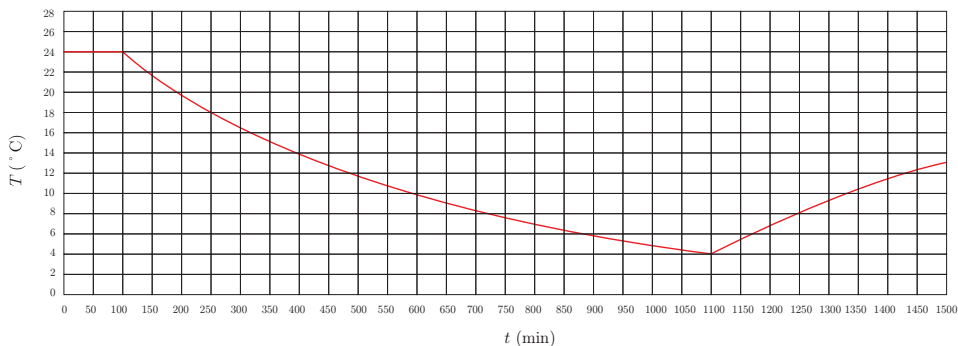
4. (VEEPÜSTOL) Veepüstoliga (vt. joon.) tekitatakse veejuga, surudes vett läbi kitsa silindrilise suudme, mille diameeter on  $d_2 = 1\text{ mm}$ . Päästik on ühendatud kolviga, mis saab tihedalt liikuda silindrilises torus diameetriga  $d_1 = 1\text{ cm}$ . Oletagem, et sõrmed suruvad päästikule jõuga  $F = 20\text{ N}$  (jõu rakenduspunkt ja suund on näidatud joonisel). Kui suure kiirusega väljub veejuga püstolist? Vee liikumise võib lugeda laminaarseks, vee viskoossust ja püstoli liikuvatele osadele mõjuvaid hõõrdejõude võib ignoreerida. (8 p.)

5. (KUU) Peegeldusteguriks nimetatakse pinnalt peegeldunud ja pinnale langenud valgusvõimsuste suhet. Säriaeg on ajavahemik, mille vältel langeb fotoaparaadis



objektiivi läbinud valgus filmilindile. Päikeselisel sügispäeval on mingi objekti pildistamisel optimaalne säriaeg  $t_1 = 1/8000$  s. Sama objekti pildistamisel öösel, kui paistab täiskuu, on optimaalne säriaeg  $t_2 = 160$  s. Mõlema pildi tegemisel on erinev vaid säriaeg. Hinnake Kuu pinna keskmine peegeldustegur? Kuu kaugus Maast  $R = 384000$  km ja Kuu raadius  $r = 1740$  km. Kvaliteetse pildi saamiseks peab filmile langev valgusenergia päeval ja öösel olema sama väärtusega ehk fotografeerimisel võib valgustatuse ja optimaalse säriaega lugeda pöördvõrdeliseks. (8 p.)

**6. (LENDAV ELEKTRONKAHUR)** Jaan Tatikal tuli järjekordne lennumasinaidee, mida ta kohe realiseerima tõttas. Ta nimelt ehitas palkidest platvormi, mille alla kinnitas telerist välja lõhutud elektronkahuri koos vajaliku elektroonika ja akuga. Elektrone kiirendav pinge on  $U$ , voolutugevus elektronkiires  $I$ . Leidke, kui suurt tõstejõudu  $F$  suudab see seade tekitada. Missugust tingimust peaksid  $U$  ja  $I$  rahuldama, et taoline lennumasin suudaks leiduri õhku tõsta? Kas see on ka realistlik (televiisorites  $U \approx 30$  kV,  $I \approx 100 \mu\text{A}$ )? Relativistlikke efekte pole vaja arvestada; elektroni algkiirus katoodi juures on 0. Eeldage, et kiir üldse moodustub (õhu olemasoluga ärge arvestage). Tatika mass koos platvormi ja seadmega on  $m_T \approx 150$  kg, raskuskiirendus  $g \approx 9,8$  m/s<sup>2</sup>. Elektroni laengu ja massi suhe  $k = e/m_e \approx 1,76 \cdot 10^{11}$  C/kg. (10 p.)



**7. (TUBA)** Külmade tõttu läks küttesüsteem rikki ja temperatuur toas hakkas langema. Ühel hetkel pandi tööle ajas muutumatu võimsusega töötav soojapuhur ning temperatuur toas hakkas taas tõusma. Graafikul on toodud toatemperatuuri sõltuvus ajast. Leidke toatemperatuur pika aja möödumisel. Protsessi vältel välisingimused ei muutunud. Seinte ja toas olevate esemete soojusmahtuvusega mitte arvestada. Soojusvahetuse kiirus väliskeskkonnaga ei ole võrdeline temperatuuride vahega. (10 p.)

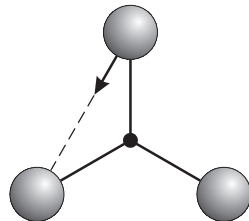
**8. (SOOJUSKIIRGUS)** Veeldatud gaaside säilitamisel on tarvis palju tähelepanu pöörata anuma soojusisolatsioonile. Olulise osa soojusvahetusest moodustab soojuskiirgus. Oletagem, et anumal on kahekordsed seinad, mille kiirgusvõimsus pinnahüki kohta on  $\varepsilon\sigma T^4$ , kus Stefan-Boltzmanni konstant  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ja seinte kiirgamisvõime  $\varepsilon$  loeme temperatuurist sõltumatuks ja võrdseks 0,1-ga. Vedela lämmastikuga kokkupuutes oleva siseseina temperatuur on  $T_s = 77 \text{ K}$ , toaõhuga kokkupuutes oleva välisseina temperatuur aga  $T_v = 293 \text{ K}$ .

- Leidke soojuskiirgusest tingitud soojusvoog läbi  $1 \text{ cm}^2$  suuruse seinapinna. Märkus: kehtib Kirchoffi seadus — keha neelamisvõime, mis näitab, kui suur osa aine pinnale langevast kiirgusest neeldub, on alati võrdne tema kiirgamisvõimega  $\varepsilon$ .
- Soojusvoo vähendamiseks asetatakse sise- ja välisseina vahele  $N$  õhukest ekraani, mille pind on kaetud samasuguse materjaliga nagu anuma seinad. Mitu korda väheneb selle tulemusena soojusvoog? Põhjendage vastust.

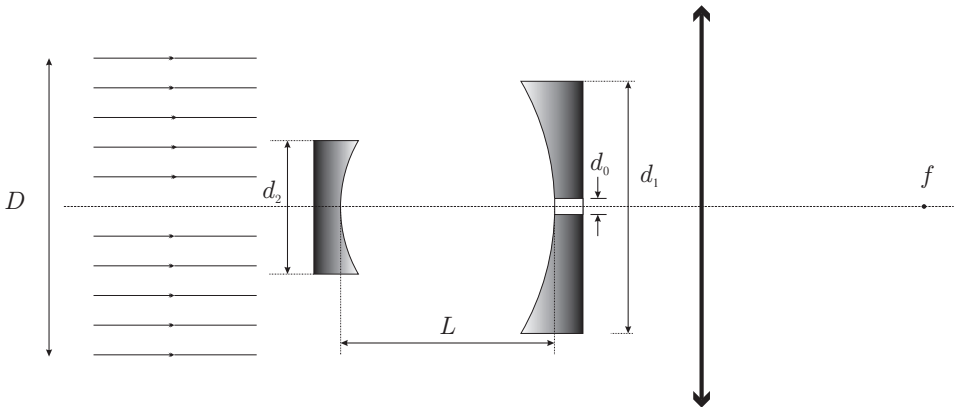
(Kokku 12 p.)

**9. (SÄHVATUS)** Optiline süsteem koosneb kahest nõguspeeglist ja kumerläätsest (vt. joon.), mille optilised peateljed ühtivad. Ringikujulise ristlõikega valgusimpulss siseneb süsteemi optilise peatelje sihis ning valgusvihi telg ühtib sellega. Peeglite kõverusraadiused on  $R_1 = 8 \text{ m}$  ja  $R_2 = 4 \text{ m}$  ning peeglite vahekaugus  $L = 6 \text{ m}$ . Peeglite läbimõõdud on  $d_1 = 160 \text{ mm}$  ja  $d_2 = 96 \text{ mm}$ . Kiire läbimõõt on  $D = 192 \text{ mm}$ . Lääts läbimõõt on suurem valgusvihi omast. Suurema peegli keskel on ava läbimõõduga  $d_0 = 1 \text{ mm}$ . Joonistage valguse intensiivsuse ajaline kulg kumerläätses fookuses  $f$ . Eeldage, et süsteemi saabuva impulsi kestvus  $\tau \ll L/c$ . Valguse kiirus  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ . (12 p.)

**10. (KUULID)** Joonisel kujutatud süsteem koosneb kolmest võrdkülgse kolmnurga tippudes paiknevast kuulist massiga  $m$  ja kolmest kergest vardast pikkusega  $l$ , mis on omavahel ühendatud šarniirselt (liigendiga). Süsteem lebab hõõrdetavalt siledal horisontaalpinnal. Ühte kuuli lükatakse teatud lühiajalise jõuga nii, et see omandab kiiruse  $v_0$ , mis on suunatud naaberkuuli poole. Leidke teiste kuulide kiiruste suunad ja moodulid ning kõigi kuulide kiirendused vahetult peale esimese kuuli lükkamist. (14 p.)



Leidke teiste kuulide kiiruste suunad ja moodulid ning kõigi kuulide kiirendused vahetult peale esimese kuuli lükkamist. (14 p.)



**E1. (KLAASPLAAT)** Määrata klaasi murdumisnäitaja. *Katsevahendid:* klaasplaat, mõõtejoonlaud, paberileht ja pliiats. (10 p.)

**E2. (LAMP)** Hinnata valgusallika vilkumise sagedus. *Katsevahendid:* vilkuv lamp, stopper. (12 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.*

