

# Eesti koolinoorte 52. täppisteaduste olümpiaad

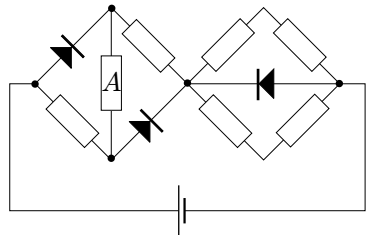
Füüsika lõppvoor. 9. aprill 2005. a. Gümnaasiumi ülesanded

1. (Kivi) Sirgjooneliselt ja jääva kiirusega  $v = 4 \text{ m/s}$  tõusva õhupalli gondlis asub poiss. Mingil hetkel laseb poiss gondlist alla kukkuda kivi ning seejärel viskab ta kivile järgi palli, soovides tabada palliga langevat kivi. Milline võib olla suurim ajavahemik kivi lahtilaskmise ja palli viskamise vahel, et see oleks veel võimalik? Maapinnal seistes suudaks poiss visata palli vertikaalselt üles kuni  $h = 20 \text{ m}$  kõrgusele. Võib eeldada, et õhupall asub piisavalt kõrgel selleks, et kivi saaks palliga tabada enne maapinnale kukkumist. Õhutakistus lugeda tühiseks. Raskuskiirendus  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . (8 p.)

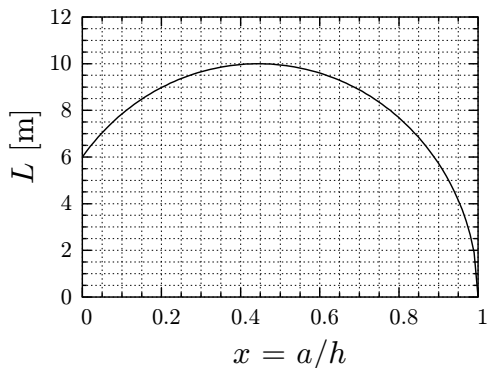
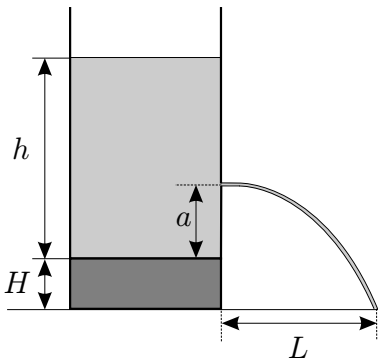
2. (Ühevärviline valgus) Kirjeldage ja seletage, kuidas on võimalik saada ühevärvilist valgust, kui on kasutada valget valgust kiirgav punktvalgusallikas, klaasist kumerlääts ja väikese tšümmarguse auguga ekraan. Lääts e fookuskaugus on palju suurem läätsel läbimõõdust. (8 p.)

3. (Balloon) Suletud balloon ruumalaga  $V = 10 \text{ l}$  oli täidetud veega temperatuuril  $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Samal temperatuuril külmutati vesi jääks, mille tulemusena ballooni kest venis välja ja vesi avaldas kogu jäätumise protsessi käigus balloonile rõhku  $p = 5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ .

Leida balloonis olnud vee ( $\text{H}_2\text{O}$ ) siseenergia muut koos märgiga ja entroopia muut koos märgiga. Jää tiheduseks võtta  $\rho_j = 900 \text{ kg/m}^3$  ja sulamissoojuseks antud rõhul  $\lambda = 317 \text{ kJ/kg}$ . Jää ja vee kokkusurutavust mitte arvestada. (8 p.)



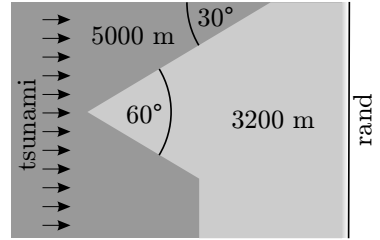
4. (Takistid) Mitu korda muutub joonisel kujutatud ahelas takistil  $A$  eralduv võimsus, kui vahetada alalispingeallika polaarsus? Kõik takistid on võrdse takistusega. (8 p.)



5. (Veetünn) Silindriline veetünn, milles hoitakse muutumatut veetaset kõrgusega  $h$ , on tõstetud horisontaalsele platvormile, mille kõrgus maapinnast on  $H$  (vt.

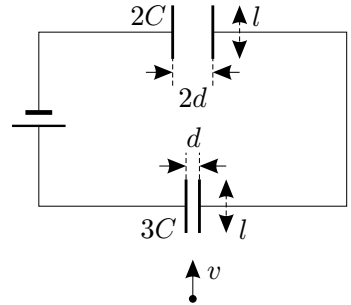
joon.). Tünni seinä kõrgusele  $a$  selle põhjast puuritakse auk. Väljuv veejuga puudutab maapinda kaugusel  $L$  platvormi jalamist. Graafikul on kujutatud kauguse  $L$  sõltuvus augu kõrgusest  $x = a/h$ . Määrake tünni kõrgus  $h$  ning aluse kõrgus  $H$ . (10 p.)

**6. (Tsunami)** Joonisel on toodud ookeanipõhja sügavus kodeeritud halltoonidega: tumedam hall vastab sügavamale, heledam hall madalamale veele. Ookeanipõhjas on astang, kus  $h_1 = 5000$  m sügavune vesi läheb  $h_2 = 3200$  m sügavuseks; ranna lähedal toimub madaldumine väga kiiresti. Rannale läheneb tsunami nii, nagu näidatud joonisel. Tsunami liikumiskiirus  $v = \sqrt{gh}$ , kus  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup> ja  $h$  tähistab vee sügavust. Millisesse ranna punkti jõuab kõige kõrgem laine? Põhjendage vastust. (10 p.)



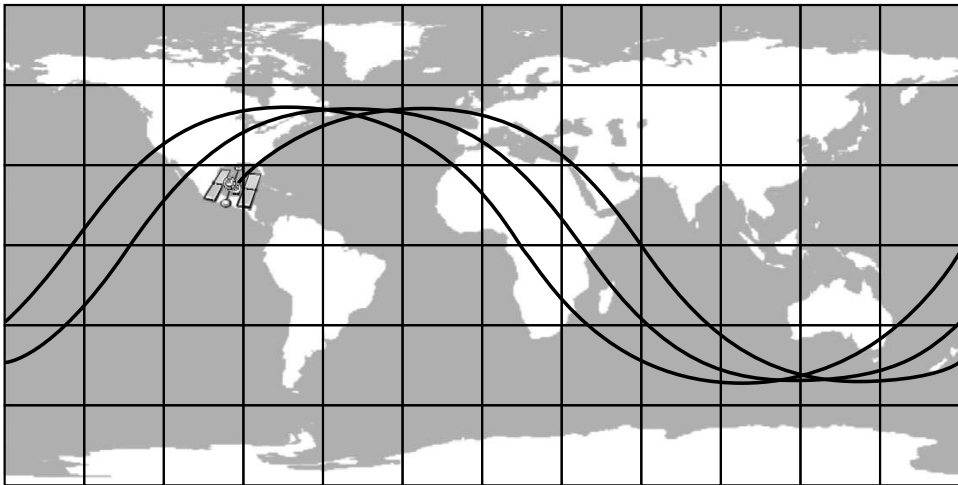
**7. (Mullitaja)** Veekogu põhjas asub mullitaja — õhuballoon väikese avausega, millest võrdsete ajavahemike  $\Delta t = 1$  s järel väljuvad õhumullid raadiusesega  $R = 0,3$  mm. Taolise mullikese liikumisel vees mõjub sellele takistusjõud  $F = 6\pi\eta Rv$ , kus  $\eta$  on vedeliku voolamistakistust iseloomustav tegur (vedeliku viskoossus, vee korral on selle suuruse väärtuseks  $10^{-3}$  N·s/m<sup>2</sup>) ja  $v$  on mullikese kiirus. Võite lugeda, et mullikese liikumine toimub kogu aeg kiirusega, mis on määratud tingimusega, et kõigi talle mõjuvate jõudude resultant on null. Vee tihedus  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>, raskuskiirendus  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>, õhurõhk  $p_0 = 100$  kPa. Mitu korda muutub vahemaa naabermullikeste vahel tõusul põhjast pinnale, kui veekogu sügavus  $H = 27$  m? (10 p.)

**8. (Kondensaatorid)** Kondensaatorid mahtuvustega  $2C$  ja  $3C$  on ühendatud pingelallikaga, mille pinge on  $U$ . Osake massiga  $m$  ning laenguga  $q$  lendab algiirusega  $v$ , mis on suunatud paralleelselt kondensaatorite plaatidega (vt. joon.). Osake lendab mõlema kondensaatori plaatide vahelt läbi. Mõlema kondensaatori plaatide pikkus on  $l$  ning plaatide vahelised kaugused on vastavalt  $2d$  ja  $d$ . Leidke nurk, mille võrra kaldub osake võrreldes esialgse trajektooriga, kui ta väljub joonisel ülemisses kondensaatorist. Eeldada, et see nurk on väike. (10 p.)



**9. (Kosmosejaam)** Joonisel on toodud ringorbiidil liikuva rahvusvahelise kosmosejaama trajektoor maapinna kohal (Maa keskpunktist kosmosejaamani tõmmatud sirge ja maapinna lõikepunkti jälg). Hinnake selle abil kosmosejaama kõrgust maapinnast. Maa raadius  $R = 6380$  km, raskuskiirendus maapinnal  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>. (12 p.)

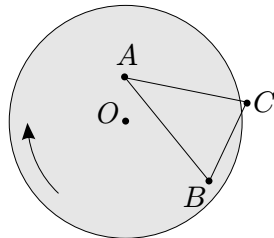
**10. (Platvorm)** Siledas põrandas on pöörlev ringikujuline platvorm (joonisel pealtvaates, hall), mis on samast materjalist nagu põrandki (joonisel valge). Põranda ja platvormi ülemine pind on samal horisontaaltasandil. Kolm ühesugust keha ühendatakse kergete varraste abil kolmnurgaks ning asetatakse sedasi, et kaks keha asuvad



platvormil punktides  $A$  ja  $B$  (vt. joon.). Vardad ei puuduta ei pörandat, ega platvormi. (Kokku 14 p.)

(a) Kui kolmas keha lebaks pörandal punktis  $C$ , kas siis kolmnurk hakkaks pörandas suhtes liikuma või jääks paigale? Põhjendage vastust. (5 p.)

(b) Märkige joonisel selline punktihulk  $X$ , kus võiks asuda kolmas keha nii, et kolmnurk jääks pörandas suhtes paigale. Märkus: Kolmurga külgede  $AC$  ja  $BC$  pikkusi võib muuta. Seega, kui kolmas keha asub punktis  $D \in X$ , siis üldjuhul  $|AD| \neq |AC|$  ja  $|BD| \neq |BC|$ . (9 p.)



**E1.** (Õhu tihedus) Leidke õhupalli sees oleva õhu tihedus, kui on teada õhu temperatuur ja õhurõhk väljaspool palli. Hinnake mõõteviga. Võib lähtuda eeldusest, et palli väikeste deformatsioonide korral muutub palli kuju, mitte aga oluliselt tema ruumala. Õhu molaarmassiks lugege  $M = 29,0$  kg/kmol. Õhurõhu ja temperatuuri väärtused tööruumis on toodud tahvil. Katsevahendid: Õhupall, millimeetripaber, marker, kaaluviht (veega täidetud plastpudel). (10 p.)

**E2.** (Kaldpind) Määrake soojushulk, mis eraldub keha algiiruseta libisemisel üle paberiga kaetud kaldpinna, kui keha stardib kaldpinna ülemise serva juurest, mille kaldenurk on  $\varphi = 27,5^\circ$ . Hinnake mõõteviga. Keha tihedus on  $\rho = 2700$  kg/m<sup>3</sup>. Keha mõõtmed võite lugeda kaldpinna pikkusega võrreldes tühiselt väikeseks. Märkus: Töö teostamisel võtke arvesse, et hõrdetegur võib sõltuda libisemiskiirusest. Õhu takistust pole tarvis arvestada. Katsevahendid: paberiga kaetud kaldpind, statiiv, alumiiniumist keha, mõõtejoonlaud, paberileht. (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.