

# Esti koolinoorte 46. täppisteaduste olümpiaad

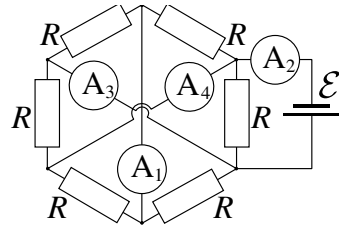
Füüsika lõppvoor. 11. aprill 1999. a. Keskkooli ülesanded

1. Poiss veab enda järel köit, mille pikkus on  $L = 8$  m. Mööda maad lohiseva osa pikkus on  $l = 6$  m, köie kogumass on  $m = 2$  kg. Millise jõuga peab poiss köit tirima? Hõõrdetegur köie ja maapinna vahel  $\mu = 0,6$ . (6 p.)

2. Hea soojusisolatsiooniga anumast on  $m = 10$  g vett temperatuuril  $t_0 = 0$  °C. Võimsa pumba abil hakatakse anumast õhku ja veeauru välja pumpama. Anuma põhja hakkab moodustuma jää, mis hiljem ära kaob. Milline on maksimaalne jää mass  $m_j$ ? Jää sulamissoojus  $r = 330$  kJ/kg ja vee aurustumissoojus  $\lambda = 2,3$  MJ/kg. (7 p.)

3. Poiss tahab ujuda ujumissillalt paadini, mis on ankrus temast  $l = 30$  m kaugusel ja jääb tasta  $h = 15$  m allavoolu. Kui kiiresti peab ta ujuma, et jõuda paadini, kui vee voolu kiirus on  $u = 2,0$  m/s? (7 p.)

4. Joonisel kujutatud skeemil on kõik takistused ühe-  
sugused,  $R = 1$   $\Omega$ . Ampermeetrid on ideaalsed, vooluallika elektromotoorjõud  $\mathcal{E} = 1$  V ja sisetakistus on null. Leidke kõikide ampermeetrite näidud. (10 p.)



5. Igivanast optilisest skeemist on säilinud vaid osa (vt. joon.). Eeldage, et skeem polnud kuigi keeruline ja koosnes vaid ühest õhukesest läätsest. Nooled näitavad kiirte levimise suunda. Taastage läätse tasand ja optiline peatelg. (10 p.)



6. Milline on õhu temperatuur  $H = 200$  m kõrguse mäe otsas, kui jalamil on sooja  $t_0 = 20$  °C? Õhumasside liikumisel üles- või allapoole võib õhu paisumise ja kokkusurumise lugeda adiabaatiliseks protsessiks. Õhurõhk maapinnal  $p_0 = 10^5$  Pa, õhu tihedus  $\rho = 1,29$  kg/m<sup>3</sup>. Juhtnõör: adiabaatilise protsessi puhul kehtib seos  $pV^\gamma = const$ . Kui rõhu muutus  $\Delta p$  on väike ( $\Delta p \ll p$ ), siis võib eelmise valemi asendada ligikaudse valemiga  $\Delta p/p = -\gamma \Delta V/V$ . Õhu jaoks on adiabaadi astendaja  $\gamma = 1,4$ . (10 p.)

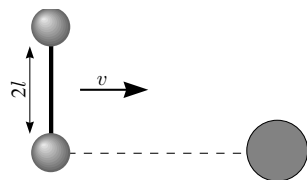
7. Normaalse silma lähipunkt (teravustatava objekti vähim kaugus silmast) asub 12 cm kaugusel. Millise tugevusega kontaktläätsed tuleks kirjutada inimesele, kelle lähipunkti kaugus on 1 m? (10 p.)

8. Kaks sirget paralleelset vaskjuhet vahekaugusega  $a = 10$  cm asuvad samal horisontaaltasandil vertikaalses homogeenes magnetväljas, mille magnetinduktsioon  $B = 100$  mT. Juhtmete peale on nendega risti asetatud vasest traaditükk massiga  $m = 5,0$  g. Traaditükk võib libiseda piki juhtmeid, olles nendega elektrilises kontaktis, kusjuures hõõrdetegur  $\mu = 0,204$ . Traaditüki vahetus läheduses ühendatakse

kahe juhtme vahele vooluallikas elektromotoorjõuga  $E = 5,0 \text{ V}$  ja sisetakistusega  $r = 1,0 \Omega$ . Selle tulemusena hakkab traaditükk liikuma. (a) Leida traaditüki kiirus  $l = 1,0 \text{ m}$  kaugusel stardikohast. Elektromagnetilise induktsiooniga võib seejuures mitte arvestada. (b) Leida traaditüki kiirendus samas punktis, arvestades seejuures ka elektromagnetilise induktsiooni mõju (punktis a leitud kiiruse avaldist võib seejuures siiski kasutada). Raskuskiirenduseks lugeda  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , vaskjuhtmete ja kontaktpinna takistust mitte arvestada. (10 p.)

9. Planeetidevahelisse ruumi on sattunud absoluutselt must kerakujuline bakter tihedusega  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Kui bakter on küllalt väike, tõukab Päikese kiirgusvoo rõhk ta tähtedevahelisse ruumi. Millise maksimaalse bakteri raadiuse  $r_b$  korral see veel juhtub? Päikese kiirguse koguvõimsus  $L_\odot = 3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}$  ja mass  $M_\odot = 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ; gravitatsioonikonstant  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$ . Juhtnõör: Valgust võib vaadelda kui footonite voogu, kus iga footon kannab impulssi  $p$  ja energiat  $E$ .  $E$  ja  $p$  väärtused sõltuvad valguse lainepikkusest, kuid nende suhe on alati üks ja sama,  $E/p = c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . (12 p.)

10. Hantel kujutab endast kahte absoluutselt elastset kuuli (raadius  $r$ ), mis on ühendatud kaalutu varda (pikkus  $2l$ ) abil. Hantel lendab kaalutuse tingimuses kulgevast kiirusega  $v$  vastu silindrilist tulpa (raadius  $R$ ) nii, nagu näidatud joonisel. Kogu liikumine toimub tulpa telje risttasandil, hantli kiirusvektor on risti hantli teljega ning paralleelne tulpa telje ja ühe kuuli keskpunkti poolt määratud tasandiga. Millise nurga all oma esialgse liikumissuuna suhtes eemaldub hantel peale vastasmõju tulbaga? (13 p.)



E1. Taha kindlaks kuidas oleneb koondava lääts suurendus kaugusest läätse ja eseme vahel ning kaugusest läätse ja silma vahel. Tulemus esitada graafiliselt. Suurendus on suurus, mis näitab, mitu korda on kujutise joonmõõtmised suuremad kui eseme joonmõõtmised. Vahendid: kumerlääts, joonlaud, millimeetripaber. (12 p.)

E2. Kasutades üht testrit voltmeetrina ja teist ampermeetrina, leida kummagi mõõteriista takistus sellisel mõõtepiirkonnal, mis on kõige sobivam kasutamiseks antud vooluallika korral. Testrit oommeetrina mitte kasutada. Vahendid: Kaks testrit koos juhtmetega, taskulambipatarei 4,5 V. (12 p.)

Märkus: Valem testri mõõtemääramatuse arvutamiseks pingel mõõtmisel on  $0,005x + 2y$  ning voolutugevuse mõõtmisel  $0,02x + 2y$ , kus  $x$  on mõõtmistulemus ja  $y$  — vähim võimalik mõõtmistulemus antud mõõtepiirkonnal. Näiteks kui  $x = 4,56 \text{ V}$ , siis mõõtemääramatus on  $(0,005 \cdot 4,56 + 0,02) \text{ V}$ .

Võib lahendada kõiki pakutud 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.