

**Eesti koolinoorte 45. füüsikaolümpiaadi lõppvoor.**

**1. (6 punkti)** Horisontaalse põhjaga tiigi tasasele pinnale langeb päikesevalgus, mis murdumisel lahutatakse spektriks. Kas tiigi põhja jõuab kiiremini selle spektri punane või violetne komponent? Kuidas sõltub tulemus langemisnurgast? Vee murdamisnäitajaks punasele valgusele lugeda 1,329 ja violetsele valgusele 1,344.

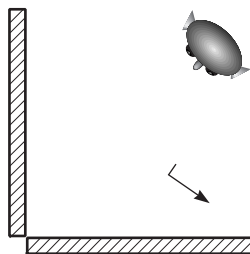
**2. (6 punkti)** Üks täpse kaalumise meetod (kui kaalud pole rangelt võrdõlgsed) on järgmine. Alguses pannakse kaalutav keha vasakpoolsele kaalukaasile ja vihid parempoolsele. Olgu kaalumise tulemus sel juhul  $m_1$ . Seejärel pannakse uuritav keha parempoolsele kaalukaasile ja vihid vasakpoolsele; tulemuseks saadakse  $m_2$ . Leida keha tegelik mass.

**3. (6 punkti)** Osake laenguga  $q$  ja massiga  $m$  lendab algkiirusega  $v$  teise samasuguse laetud osakese poole. a\*) (2 punkti) Leidke minimaalne kaugus kahe osakese vahel, kui teist osakest hoitakse paigal ja osakeste vaheline algne vahemaa oli suur. b) (4 punkti) Vastake eelmise punkti küsimusele siis, kui teine osake saab vabalt liikuda, kuid oli algselt paigal.

**4. (6 punkti)** Kui õues on õhutemperatuur  $t_1 = -10^\circ\text{C}$ , hoiab keskkütteradiaator, milles normaalrõhul ringleb temperatuurini  $t_2 = 70^\circ\text{C}$  kuumutatud vesi, toa temperatuuri  $t_3 = 18^\circ\text{C}$  juures. a) (4 punkti) Kui palju tuleb radiaatori temperatuuri tõsta, et toas säiliks endiselt  $18^\circ\text{C}$ , kui välistemperatuur langeb  $t_4 = -20^\circ\text{C}$ -ni? b) (2 punkti) Millise minimaalse välistemperatuuri juures õnnestub veel 18-kraadilist toatemperatuuri hoida?

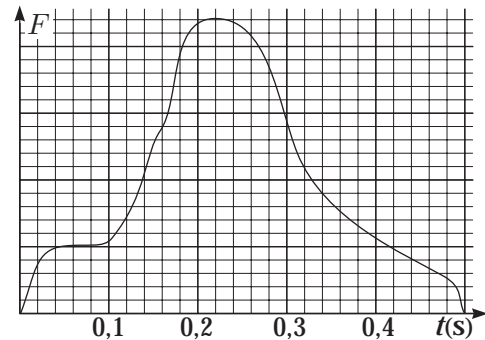
**5. (6 punkti)** Autokummi pumbatakse käsipumbaga; manomeeter näitab sise- ja välisrõhu vaheks  $p_1 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$ , välisrõhk  $p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Leidke, millise temperatuuriga õhk surutakse läbi ventiili kummi sisemusse. Lugeda, et kui õhk on just pumpa imetud, siis pumba sisemuses õhu rõhk võrdub välisrõhuga ning temperatuur välisõhu temperatuuriga  $T = 20^\circ\text{C}$ . Eeldada, et õhu kokku surumisel pumbas soojusvahetust ümbritseva keskkonnaga ei toimu ning kogu tehtud töö läheb õhu siseenergia suurendamiseks. Sellisel juhul kehtib seos  $pV^\gamma = \text{Const.}$ , kus astmenäitaja  $\gamma = 7/5$ . Rõhu langus avanenud ventiilil on tühine.

**6. (9 punkti)** a\*) (4 punkti) Joonistage välja kõik kahe üksteise suhtes täisnurkselt asetatud peegli poolt tekitatud noolekese kujutised (vt. joonis). b) (2 punkti) Peeglist nähtaval kujutisel on vasak ja parem pool ära vahetatud. Kas see väide kehtib kõigi Teie poolt joonistatud kujutiste jaoks? c) (3 punkti) Mitu kujutist on näha siis, kui peeglite vaheline nurk pole mitte täisnurk, vaid veidikene suurem? Kirjeldage, millist pilti enesest näeb inimene, kes asub mõlemast peeglist ühel kaugusel ja

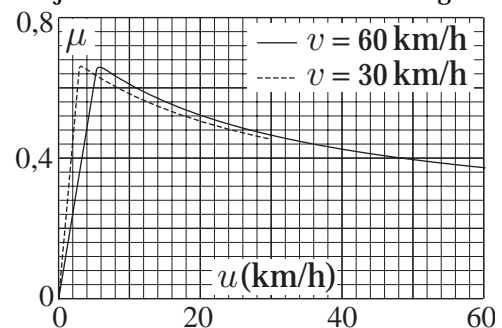


vaatab peeglite ühendusjoone poole. Põhjendage vastust joonisega.

**7. (9 punkti)** Auto, mis liikus kiirusega  $v = 72 \text{ km/h}$  teeb avarii sõites tagant sisse ees seisnud autole. Joonisel on toodud graafik avarii käigus autole mõjunud jõu sõltuvusest ajast. a) (5 punkti) Gradueerige graafiku vertikaaltelg (s.o. kandke sinna jõu ühikud). b) (4 punkti) Joonistage kvalitatiivsed graafikud, kus on kujutatud ohutusrihmaga kinnitatud ja kinnitamata reisijale mõjuva jõu sõltuvus ajast. Auto mass on  $m = 1000 \text{ kg}$ . Võite lugeda, et kogu liikumine toimus ja kõik jõud mõjusid ühe telje sihis.

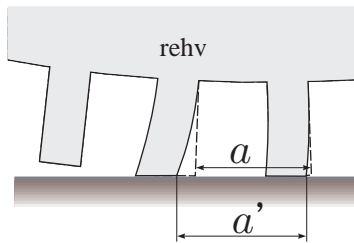


**8. (12 punkti)** Katsetuste tulemusena leiti, et kui auto hakkab pidurdama kiiruse  $v_0 = 60 \text{ km/h}$  juures, siis efektiivse hõõrdeteguri sõltuvus rataste libisemiskiirusest  $u$  on selline, nagu toodud joonisel. Joonisel on toodud ka graafik kiiruse

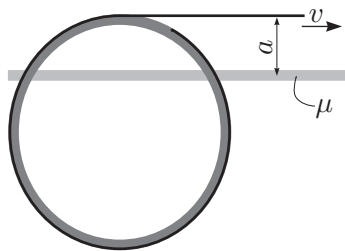


$v_1 = 30 \text{ km/h}$  jaoks. Nagu näha, põhilised muutused toimuvad graafiku selles osas, mis jäävad maksimumist väiksemate kiiruste poole. Maksimumi asukoht on võrdeline  $v$ -ga ning maksimumi väärtus praktiliselt ei sõltu  $v$ -st. Libisemiskiirus on defineeritud kui auto kiiruse ja rataste välispinna pöörlemiskiiruse vahe (viimane on mõõdetud autoga seotud süsteemis). Edaspidi eeldame, et autode rehvid ja teeolud on täpselt samad, mis katsetuste ajalgi. a\*) (3 punkti) Kui suur on pidurdustee sellisel autol, mis sõidab kiirusega  $v_0$  ja millel on ABS-süsteem, mis hoiab libisemiskiiruse kogu aeg efektiivse hõõrdeteguri maksimumi juures. b) (4 punkti) Skitserige graafik, kus on näidatud ilma ABS-süsteemita auto rataste ja tee vaheline hõõrdetegur sõltuvuses auto kiirusest siis, kui auto pidurdab blokeeritud ratastega (s.o. rattad ei pöörle). c) (5 punkti) Auto rehvi lihtsustatud mudel on selline, et kum-

mi protekteeritud pealispinnal on nibud, mis deformeeruvad pidurdamise ajal (vt. joonis). Olgu kahe järjestikuse nibu vaheline kaugus deformeermata olekus  $a$ . Rehvi pealispinna suhtelist deformatsiooni saab iseloomustada suuruse  $\varepsilon = (a' - a)/a$  abil, kus  $a'$  tähistab kahe nibu vahelist kaugust deformeeritud olekus, vt. joonis. Leidke rehvi pealispinna pidurdusaegne maksimaalne suhteline deformatsioon  $\varepsilon$ .

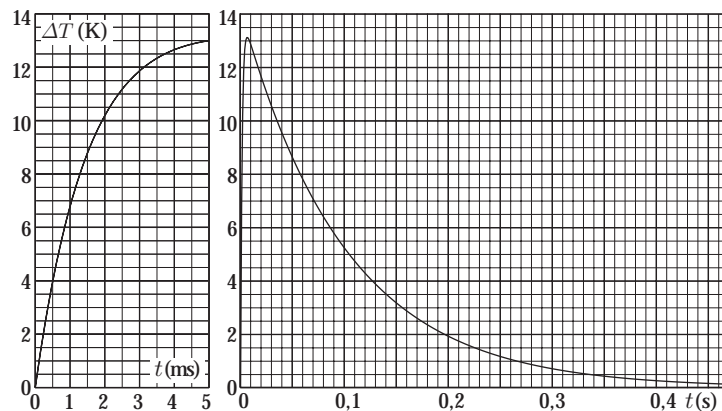


**9. (14 punkti)** Õõnes silinder massiga  $m$  ja raadiusega  $R$  seisab horisontaalsel alusel (joonisel on näidatud pealtvaade); tema alumine serv on sile ja kõikjal kontaktis aluspinnaga. Silindrile on mähitud niit, mille vaba otsa tõmmatakse konstantse kiirusega  $v$  piki niidi sihti. Leidke, millise kiirusega liigub silinder. Vaadelda eraldi kahte juhtumit: a) (11 punkti) aluspinna ja silindri vaheline hõõrdetegur on kõikjal null, välja arvatud kitsas sirge võõt (hulga kitsam silindri raadiusest) hõõrdeteguriga  $\mu$ , mis on niidiga paralleelne ja mille kaugus niidist  $a < 2R$ ; b) (3 punkti) aluspinna hõõrdetegur on kõikjal konstantne ning võrdne  $\mu$ -ga. **Juhtnõör:** kõva keha suvaline liikumine on vaadeldav pöörlemisena ümber hetkelise pöörlemistelje, s.o. keha iga punkti kiirusvektor on täpselt sama nagu siis, kui hetkeline telg oleks tõeliseks pöörlemisteljeks.



**10. (20 punkti)** Kondensaator mahtuvusega  $C$  laaditakse pingeni  $U$  ja seejärel lühistatakse traadijupi abil, mille takistus on  $R$ . a\*) (2 punkti) Milline on maksimaalne voolutugevus traadijupis? Milline kogulaeng teda läbib? b) (5 punkti)

Kasutades juuresolevaid graafikuid, kus on toodud traadi õhu temperatuuride vahe  $\Delta T$  sõltuvus ajast, leidke, milline



on traadi soojusmahtuvuse  $C_s$  arvvärtus, kui  $U = 24V$  ja  $C = 100\mu F$ . Seejuures võite eeldada, et  $t_1 \ll t_2$ , kus  $t_1$  on karakterne aeg, mille jooksul kondensaator tühjeneb ning  $t_2$  - aeg, mille jooksul traat omandab tasakaalulise temperatuuri. c) (4 punkti) Leidke traadijupi takistuse arvvärtus. d) (4 punkti) Millise temperatuuri omandaks see traadijupp siis, kui rakendada talle vahetult alalispinge  $U_1 = 6V$ ? e) (5 punkti) Kui suure vea põhjustas punktis b) lähenduse  $t_1 \ll t_2$  kasutamine?

**E1. (10 punkti)** Valmistada niidist ja kaaluvihist pendel. Määrata pendli võnkeperioodid niidi erinevatel pikkustel. Esitada tulemus graafikuna. Leida matemaatiline seos võnkeperioodi ja pendli pikkuse vahel. **Vahendid:** niit, statiiv, kaaluviht, kell, joonlaud, millimeeterpaber graafiku jaoks.

**E2. (10 punkti)** Reastada ained tiheduse järgi. Põhjendada tehtud valikut. NB! Vedelikke mitte maitsta, võivad olla ohtlikud. **Vahendid:** 3 numbriga anumad vedelikega, pulgake, tükike plastiliini, tualettpaberit kuivatamiseks.