

Eesti koolinoorte 48. täppisteaduste olümpiaad

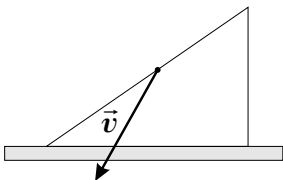
Füüsika lõppvoor. 18. märts 2001. a. Keskkooli ülesanded

1. Kiilult alla libiseva mündi kiirusvektor \vec{v} on näidatud joonisel 1. Kiil libiseb hõõrdevabalt mööda horisontaalpinda. Konstrueerige kiilu kiirusvektor. (6 p.)

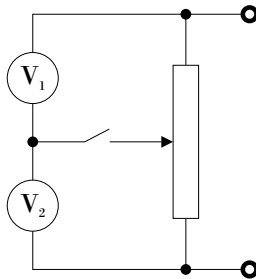
2. Silindrilises anumasse on vesi; vee horisontaallõike pindala $S = 200 \text{ cm}^2$. Anumasse visatakse jäätükke, millesse on külmunud teatud hulk liiva. Alguses ükski jäätükk põhja ei vaju ning vee pind kerkib $h_1 = 10 \text{ cm}$ võrra. Tasapisi sulab ära kogu jää, liiv vajub põhja ning veepind langeb vahepealse (kõrgeima) taseme suhtes $h_2 = 0,5 \text{ cm}$ võrra allapoole. Kui suur oli vette visatud jää ja liiva mass? Liivaterade materjali tihedus $\rho_l = 2500 \text{ kg/m}^3$ ja vee tihedus $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$. (7 p.)

3. Joonisel 2 on esitatud vooluring, milles on kaks voltmeetrit takistusega vastavalt $R_1 = 6000 \Omega$ ja $R_2 = 4000 \Omega$, ning reostaat takistusega $R_3 = 10000 \Omega$. Kui suurt pinget näitab kumbki voltmeeter, kui reostaadi liugkontakt jaotab reostaadi mähise täpselt pooleks, lüüti on suletud ning pinge reostaadi otstel on $U = 100 \text{ V}$? (7 p.)

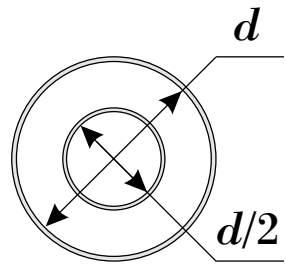
4. Toru ja topelttoru (topelttoru ristlõige on toodud joonisel 3) veerevad mööda kaldpinda alla. Torude algkiirus on null. Leida torude kiiruste suhe pärast võrdsete teepikkuste läbimist. Topelttoru sisemise ja välimise komponendi massid on võrdsed. Torude seinte paksus on väga väike võrreldes diameetriga. Torude ja kaldpinna puutepunktides libisemist ei toimu. (8 p.)



Joonis 1: vt. ül. 1



Joonis 2: vt. ül. 3



Joonis 3: vt. ül. 4

5. Hinnata, kui kiiresti külmub vesi tiigis. Tiigi sügavus $h = 0,5 \text{ m}$, vee temperatuur tiigis oli alghetkel kõikjal $t_1 = 0^\circ\text{C}$, õhutemperatuur $t_2 = -20^\circ\text{C}$. Jää sulamissoojus $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$ ja jää soojusjuhtivustegur $k =$

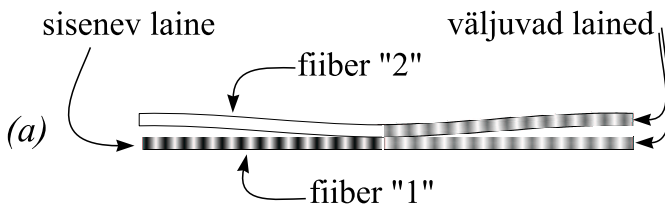
2,21 W/(m·K). Märkus: Jääkihti paksusega d ja ristlõikepindalaga S läbib ajavahemikus $\Delta\tau$ soojushulk $\Delta Q = k(t_1 - t_2) \Delta\tau S/d$. Jää soojusmahtuvust mitte arvestada. (8 p.)

6. Kui suur on läbi luubi nähtava paberi pinnatüki läbimõõt, kui inimene hoiab silmi paberist kaugusel $L = 25$ cm, luubi fookuskaugus on $f = 5$ cm ja läbimõõt $D = 4$ cm? Paber on luubi fokaaltasandis. (8 p.)

7. Mingi auto suudab pidurdada ainult esiratastega. Seisuhõõrdetegur rattakummi ja maapinna vahel on μ . Auto massikeske asub kõrgusel H ja rattatelgedele vahekaugus on $2L$. Seisva auto kaal on rataste vahel ühtlaselt jaotunud. Millise maksimaalse kiirendusega saab seda autot pidurdada? Märkus: Võib kasutada kiirendusega \vec{a} liikuvat taustsüsteemi, kuid seal mõjub igale kehale inertsijõud $-\vec{m}\vec{a}$, mis on rakendatud keha massikeskmele. (10 p.)

8. Näidata, et planeedi raskusjõud purustab kuu, kui viimane asub planeedile lähemal kui $\sqrt[3]{3\rho_p/\rho_k} R_p$, kus ρ_p on planeedi keskmine tihedus, ρ_k on kuu keskmine tihedus ja R_p on planeedi raadius. Eeldada, et kuu raadius on palju väiksem kuu ja planeedi vahelisest kaugusest. Kuu tiirleb/pöörleb nii, et ta on kogu aeg sama küljega planeedi poole. Märkus: Kasutada lähendust $(1+x)^n \approx 1+nx$, kui $x \ll 1$. Kuud võib vaadelda kui kerakujulist homogeenset tahket keha, mis püsib koos tänu oma raskusjõule. (12 p.)

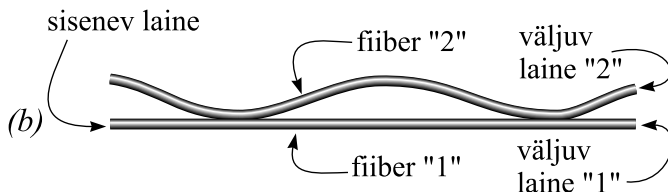
9. Füüeroptilistes süsteemides on oluliseks seadmeks nn. jagaja. See on väga lihtne seade: kaks kiudu viiakse nii tihedasse kontakti (vt. joon. 4), et kui ühte kiudu mööda siseneb valguslaine, siis "valgub" ta osaliselt teise kiudu ning valgus väljub juba mõlemat kiudu mööda. Nn. võrdjagaja puhul on väljuvate valguslainete amplituudid võrdsed. (kokku 14 p.)



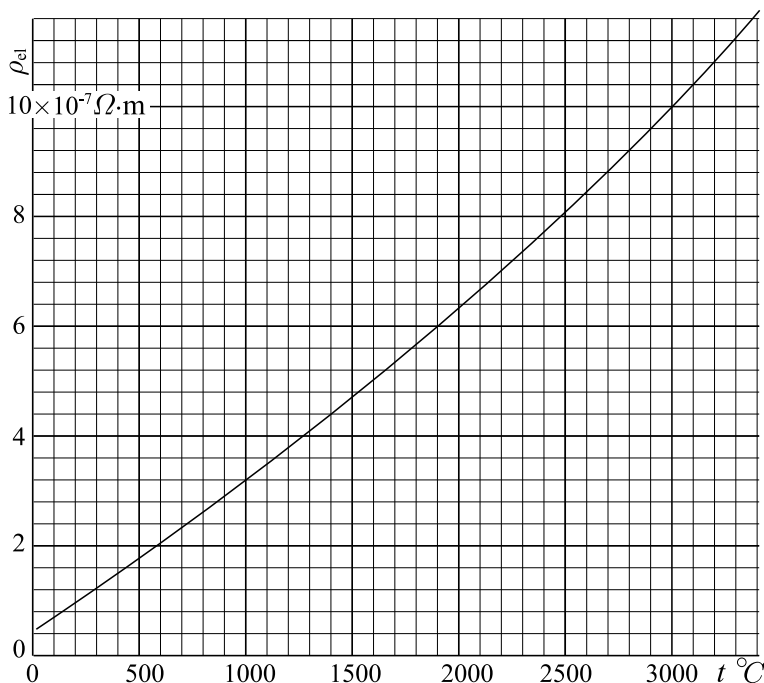
Joonis 4: vt. ül. 9a

(a) Tõestage, et kui võrdjagajasse siseneb ühte kiudu mööda valguslaine, siis kahte kiudu mööda väljuvate valguslainete vahel on 90° -ne faasinihe. Soovitus: kasutage energia jäävuse seadust. Vastavalt valitud lahendusmeetodile võib osutada kasulikuks valem $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha+\beta}{2} \cos \frac{\alpha-\beta}{2}$. (7 p.)

(b) Kaks võrdjagajat asetatakse järjestikku nii, nagu näidatud joonisel 5. Jagajate vaheliste kiudude pikkused erinevad $\Delta l = 30 \mu\text{m}$ võrra. Reguleeritava lainepikkusega laserist lastakse valgust fiibrisse number 1. Lainepikkust muudetakse vahemikus $\lambda_{\min} = 610 \text{ nm}$ kuni $\lambda_{\max} = 660 \text{ nm}$ (see on fiibris leviva laine pikkus, mitte lainepikkus vaakumis). Milliste lainepikkuste puhul väljub kogu valgus fiibrit nr 2 mööda? (7 p.)



Joonis 5: vt. ül. 9b



Joonis 6: vt. ül. 10b

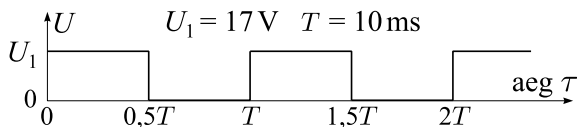
10. Halogeenlambi pirni hõõgniit on tehtud volframtraadist, hõõgniidi pikkus $l = 5,0 \text{ cm}$. $t_0 = 20^\circ\text{C}$ juures on volframi tihedus $\rho = 19300 \text{ kg/m}^3$

ja eritakistus $\rho_{el} = 5,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. Volframi erisoojuse $c = 134 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ võib lugeda meid huvitavas temperatuuride vahemikus konstantseks. (*kokku 19 p.*)

(a) Pirnile rakendatakse (nominaalpingest väiksem) alalispinge $U_0 = 3 \text{ V}$. Kui kaua võtab aega, et hõõgniidi temperatuur tõuseks t_0 juurest $t_1 = 40^\circ\text{C}$ -ni? (*5 p.*)

(b) Pirnile lülitatakse kogemata liiga suur alalispinge $U_1 = 120 \text{ V}$. Kui kaua võtab aega volframi sulamistemperatuuri $t_2 = 3410^\circ\text{C}$ saavutamine? Soojuskaod lugeda tühiseks. Kasutage juuresolevat graafikut, kus on toodud volframi eritakistuse sõltuvus temperatuurist (vt. joon. 6). (*7 p.*)

(c) Erinevalt juhtumest (a) ja (b) vaadeldgem olukorda, kus pirnile rakendatakse hüppeliselt muutuv pinge (vt. joon. 7). Hõõgniit saavutab töötemperatuuri $t_3 = 3200^\circ\text{C}$ (täpsustus: niidi pinnakihid on sisemusest veidi jahedamad, sestap räägime siin ja edaspidi niidi keskmisest temperatuurist). Pinge võnkuva loomu tõttu võngub veidike ka hõõgniidi temperatuur. Milline on nende temperatuurivõnkumiste amplituud? (*7 p.*)



Joonis 7: vt. ül. 10c

E1. Määrake taskulambipirni takistus toatemperatuuril (testri oommeetri-na kasutamise eest punkte ei anta). Katsevahendid: taskulambipirn, taskulambipatarei, reostaat, lüliti, voltmeeter, ampermeeter (kasutada ampermeetri-na testrit mõõtepiirkonnas 200 mA), juhtmed, millimeeterpaber. (*10 p.*)

E2. Hinnata CD radade vahekaugust. Vajadusel lugeda $\sin \alpha \approx \alpha$, punase valguse lainepikkus $\lambda_p = 600 \text{ nm}$ ja violetse valguse lainepikkus $\lambda_v = 400 \text{ nm}$. Katsevahendid: CD (või osa sellest), kauge punktvalgusallikas (Päike või laelamp), joonlaud. (*11 p.*)

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.