

Eesti koolinoorte 62. füüsikaolümpiaad

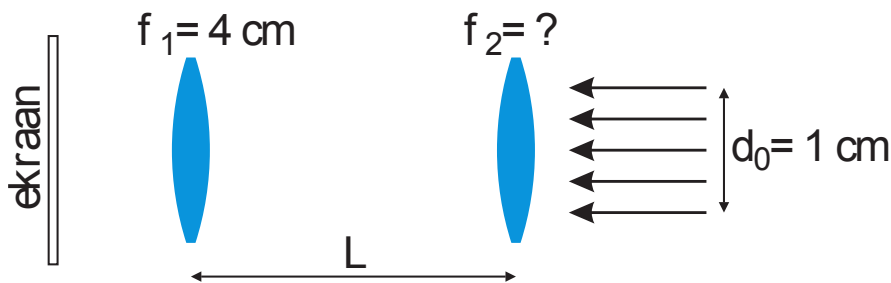
11. aprill 2015. a. Lõppvoor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (ÕHUPALL) Heeliumiga täidetud õhupall suudab tõsta koormist massiga kuni $M = 200$ kg. Kui suur on õhupalli ruumala V ? Koormise ruumala lugeda tühiseks. Õhupalli kesta mass on arvestatud koormise massi sisse. Õhu tihedus on $\rho = 1,2$ kg/m³, õhu rõhk $p = 100$ kPa, õhu temperatuur $T = 20$ °C. Heeliumi molaarmass on $\mu = 4,0$ g/mol, ideaalse gaasi konstant $R = 8,3$ J · mol⁻¹ · K⁻¹. (6 p.)

2. (VALGUSTAMINE) Lääts fookuskaugusega $f_1 = 4$ cm on paigutatud nii, et läätsele suunatud paralleelsete valguskiirte kimp diameetriga $d_0 = 1$ cm koondub ekraanil ühte punkti. Mõnikord on tarvis valgustada ekraanil suuremat ala, kuid läätse nihutamine või valgusallika vahetamine pole võimalik. Kui suur peab olema olemasolevast läätsest paremale paigutatava lisaläätse fookuskaugus f_2 , et ekraanil tekiks ühtlaselt valgustatud laik diameetriga $d = 2$ cm, kui läätsede vahekaugus on L ? (8 p.)



3. (UJUV KUUP) Õhukeseseinaline hermeetiline kuup ujub vedeliku pinnal. Vedeliku tihedus on ρ , kuubi mass koos selles oleva gaasiga m ja selle serva pikkus a . Milline on vähim gaasi algrõhk kuubis p , mille korral kuup ei upuks, kui selle põhja tekiks auk? Õhurõhk on p_0 , raskuskiirendus on g . (8 p.)

4. (*MUST KAST*) Mustas kastis on kolmest takistist ja ideaalsest ampermeetrist koosnev skeem. Lisaks on mustal kastil kolm väljundklemmi A , B ja C . Kui rakendada pinge $U = 12\text{ V}$ klemmide A ja B vahele, siis on ampermeetri näit $I_{AB} = 2\text{ A}$. Klemmide A ja C puhul on lugem $I_{AC} = 4\text{ A}$ ning klemmide B ja C puhul $I_{BC} = 6\text{ A}$. Joonistage mustas kastis olev skeem ning märkige sellele takistite takistused. (10 p.)

5. (*PALLIVISE*) Juku elab silindrikujulises kosmosejaamas, mille pöörlemine tekitab kunstliku raskusjõu. Jaama raadius on R , selle pöörlemise nurkkiirus ω . Juku viskab palli otse üles algkiirusega $v = \frac{\sqrt{3}}{3}\omega R$. Kui kaugemale Jukust mööda jaama pinda pall maandub? (10 p.)

6. (*LÖÖKLAINE*) Elektrostaatilist lööklainet, mis levib kiirusega w piki x -telge, võib kirjeldada elektrilise potentsiaali abil: $U = 0$ kui $x < wt$ ning $U = U_0$ kui $x > wt$. Millise kiiruse v omandab lööklaine mõjul algselt paigal seisnud osake massiga m ning laenguga q ? Vastus andke sõltuvana potentsiaalibarjääri kõrgusest U_0 . Pöörake tähelepanu asjaolule, et see, kummale poole barjääri osake jääb, sõltub U_0 väärtusest. (10 p.)

7. (*RING JA ELLIPS*) Juuresoleval joonisel on kujutatud ring ja sellest koondava läätse poolt tekitatud kujutis. Leidke läätse keskpunkt, optiline peatelg ja fookus. Kasutage lisalehel olevat joonist. (10 p.)



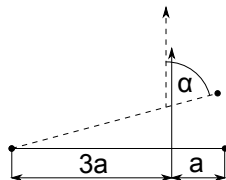
8. (*VEDRU*) Kasti sees on vedru külge riputatud koormis. Nii kast kui koormis on massiga m . Vedru mass on tühiselt väike ning selle jäikustegur on k . Kastil lastakse kõrguselt h vabalt maha kukkuda nii, et langemise ajal on koormis tasakaaluolekus. Kokkupõrkel pehme pinnaga jääb kast hetkeliselt paigale. Kast on piisavalt kõrge selleks, et koormis vastu kasti ei põrkaks. Vedrut ei suruta ühelgi hetkel täielikult kokku.

a) Milline on vähim kõrgus h_m , millelt kukkudes hüppab kast tagasi üles?

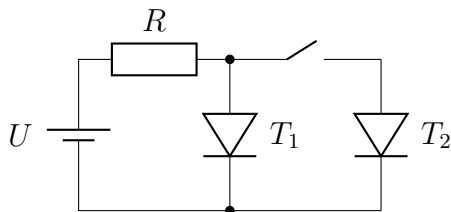
b) Kastil lasti kukkuda punktis a) leitud algkõrguselt $h \approx h_m$. Kui pika ajavahemiku t veedab kast maapinnal enne üles kerkimist?

Märkus: Pange tähele, et vabalangemises olev koormis on kaaluta olekus ning seetõttu on vedru langemise ajal välja venitamata. Maapinnale jõudes pole koormis enam tasakaaluasendis ning hakkab seetõttu uue tasakaaluasendi ümber võnkuma nurksagedusega $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. (12 p.)

9. (NIIDIGA HANTEL) Horisontaalpinnal lebab hantel, mis koosneb kaalutust vardast pikkusega $l = 4a$ ning selle otstele kinnitatud kahest ühesuguse massi ja hõõrdeteguriga väikesest klotsist. Varda külge kaugusele a ühest klotsist on seotud pikk niit. Algul on niidi suund horisontaalne ja risti vardaga. Niiti aeglaselt tõmmates hakkab hantel pöörduma, sest alguses nihkub vaid üks klots. Milline on nurk α varda ja niidi vahel siis, kui ka teine klots nihkuma hakkab? (12 p.)

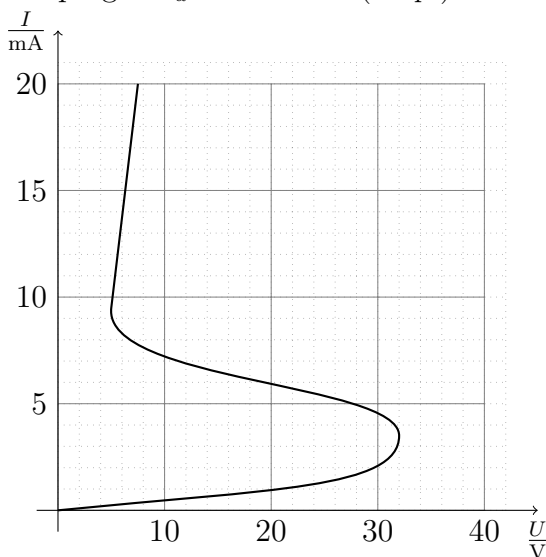


10. (TÜRISTOR) Türistori (diodisarnase elemendi) volt-ampere karakteristik on juuresoleval graafikul. Kaks sellist türistori on ühendatud pingeaallika ja takistiga kõrvalolevasse skeemi. Takistus $R = 2 \text{ k}\Omega$.



a) Alguses on lüliti avatud. Pingeaallika pinget suurendatakse lineaarselt $t = 42 \text{ s}$ jooksul väärtuselt $U_0 = 0 \text{ V}$ kuni väärtuseni $U_a = 42 \text{ V}$. Skitseerige ahelat läbiva voolutugevuse $I(t)$ sõltuvus ajast. Milline on voolutugevuse lõppväärtus I_a ?

b) Leidke lõppvoolutugevused mõlemas türistoris, kui lüliti suletakse ilma ahelale rakendatud pinget U_a muutmata. (12 p.)



E1. (KAKS PALLI) Määrata, mitu protsenti kineetilisest energiast muutub kahe palli omavahelisel põrkel soojuseks.

Vahendid: kaks ühesugust nõõri otsa kinnitatud elastset palli, statiiv, millimeeterpaber, kirjaklambrid. (14 p.)

E2. (VALGUSDIOOD) Määrata valgusdiodi voolutugevuse sõltuvus pingest vahemikus 0 V – 3 V (joonistada graafik).

Vahendid: kaks voltmeetrit, kaks takistit ($R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ja $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$), kondensaator (mahtuvus suurusjärgus 20 mF), patarei pingega 1,5 V, juhtmed, millimeeterpaber. (14 p.)

Võib lahendada kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne. Eksperimentaalkülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

Lahendamisaeg on 5 tundi.