

Eesti koolinoorte 59. füüsikaolümpiaad

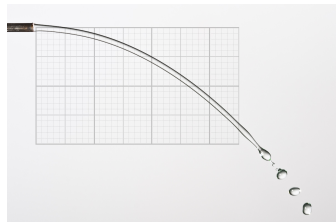
10. märts 2012. a. Lõppvoor.

Gümnaasiumi ülesanded (10. - 12. klass)

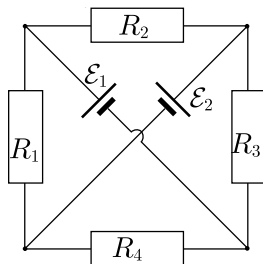
Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (HÕÖRDKEEVITUS) Suhteliselt uus keevitustehnoloogia on hõõrdkeevitus. See seisneb selles, et üks liidetavatest detailidest pannakse pöörlema ning surutakse vastu teist. Kui tekkinud soojus on detailid peaaegu sulamistemperatuurini kuumutanud, jäetakse pöörlev detail seisma ning suure rõhu all moodustub side. Vaatame olukorda, kus kaks vasest torujuppi tahetakse kokku keevitada. Leidke, kui suure jõuga peab pöörlemise ajal torusid kokku suruma, et tekiks piisavalt suur soojushulk $\Delta t = 6$ s jooksul. Toru pöörlemiskiirus on $f = 1200$ pööret minutis. Lihtsustatult võib eeldada, et mõlema toru otsast kuumeneb ühtlaselt $l = 0,5$ cm pikkune jupp. Torude diameeter on $D = 8$ cm, seinapaksus $d = 5$ mm. Torud on alguses toatemperatuuril $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Liitumine toimub temperatuuril $T_1 = 810^\circ\text{C}$. Vase hõõrdetegur iseendaga on $\mu = 0,96$, tihedus $\rho = 8,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ning erisoojus $c = 390 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$. Soojuskadudega ümbritsevasse keskkonda mitte arvestada. (6 p.)

2. (VEEJUGA) Pildil (suuremalt lisalehel) on foto horisontaalsest torust väljuva veejoaga ning teljestik, mille väikseim jaotis on võrdne veejoa läbimõõduga selle algkõrgusel. Ühtlase kiirusega voolava veejoa alla pandud mõõteklaas ruumalaga $V = 150 \text{ cm}^3$ täitus ajaga $t = 5$ min. Leidke toru siseläbimõõt. (8 p.)

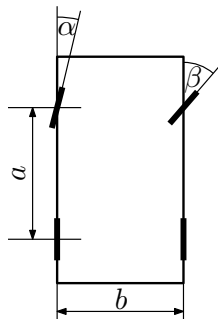


3. (ELEKTRILINE SILD) Joonisel toodud skeemis on tegemist ühesuguste takistitega takistustega $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ ning ühesuguste ideaalsete patareidega elektromotoorjõududega $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}$. Leidke volutugevused takistites (st I_1, I_2, I_3 ja I_4 avaldised suuruste R ja \mathcal{E} kaudu). (8 p.)

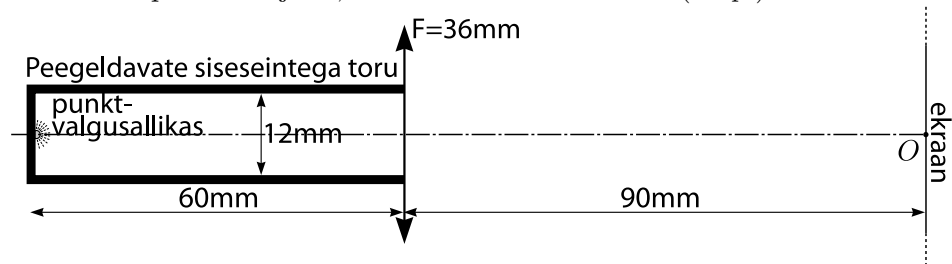


4. (KORVPALL) NBA standarditele vastava korvpalli mass on $m = 600$ g, ümbermõõt $C = 76$ cm ning ülerõhk palli sees $p_1 = 55$ kPa. Kui sügavale vee alla tuleks korvpall suruda, et see isenesest põhja hakkaks vajuma? Vee tihedus $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, raskuskiirendus $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ja õhurõhk veepinnal $p_0 = 100$ kPa. Võib eeldada, et sukeldamise jooksul palli sees õhutemperatuur ei muutu ja palli kesta ruumala on tühine. (8 p.)

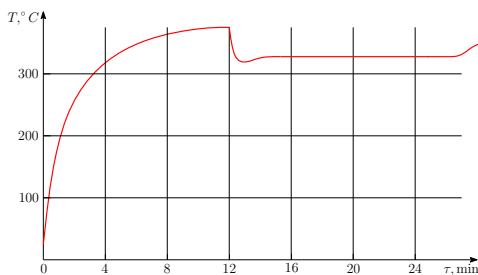
5. (REHVID) Et autorehvid kuluksid vähimal määral, tasub auto ehitada nii, et kurvis pöörduksid esirattad eri nurga võrra. Leidke selles mõttes parim parema esiratta pöördenurk β paremkurvis, kus vasaku esiratta oma on α . Rataste vahekaugus on pikkupidi a ja laiupidi b (vt joonist). (8 p.)



6. (TORU) Peegeldavate siseseintega toru põhjas on punktvalgusallikas, vt joonist. Toru sisediaameeter on $d = 12$ mm, toru pikkus $l = 60$ mm. Vastu toru lahtist otsa on paigutatud koondav lääts fookuskaugusega $F = 36$ mm ning toru otsast kaugusele $L = 90$ mm ekraan, millele kinnitatud millimeeterpaberile on märgitud lõikepunkt optilise peateljega O . Visandage lisalehel oleval millimeeterpaberil kujutis, mida võib näha ekraanil. (10 p.)



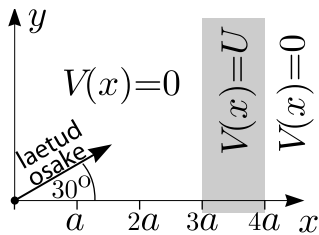
7. (AHI) Väikese metallisulatusahju kütteelemendi võimsus on $P_0 = 50$ W. Toatemperatuuril olev ahi lülitakse sisse ja umbes 12 minuti pärast, kui selle temperatuur praktiliselt enam ei kasva, pannakse ahju mitu eelsoojendatud pliitüki summaarse massiga $m = 265$ g.



Juuresoleval graafikul (suuremalt lisalehel) on toodud ahju temperatuuri sõltuvus ajast. Leidke selle põhjal plii sulamissoojus λ . (10 p.)

8. (LIIVAKELL) Uurime liivakella mudelit. Liivakell koosneb silindrilisest torust pikkusega L , mis on keskelt eraldatud ühtlaselt aukudega läbistatud plaadiga, millest liiv saab läbi voolata. Heas lähenduses ei sõltu liiva aukude läbimise masskiirus v ülemises anumast olevast liivahulgast. Liivakell asetatakse kaalule töörežiimis (kui liiv voolab) ja siis, kui kogu liiv on alla voolanud. Milline on kaalunäitude vahe? Liiva tihedus on ρ ja liivakella ristlõikepindala on S . Eeldage, et hetkel kukkuvat liiva mass on tühine võrreldes liiva kogumassiga. (12 p.)

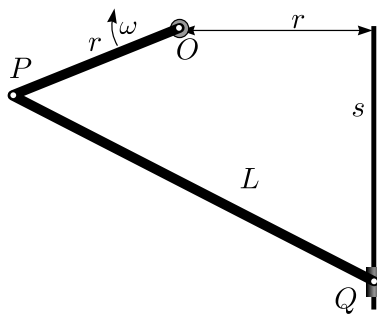
9. (LAENGUD) Positiivselt laetud osake kiirendatakse koordinaatide alguspunktis pinge $4U$ (kus $U > 0$) abil teatud kiiruseni, mis lebab $x - y$ tasandis 30° -kraadise nurga all x -telje suhtes, vt joonist. Elektriline potentsiaal $V(x, y) \equiv V(x)$ sõltub ainult x -koordinaadist: kui $3a < x < 4a$, siis $V(x) = U$ ning vastasel korral $V(x) = 0$; peale elektrostaatilise jõu osakesele mingeid muid jõude ei mõju ning $a > 0$.



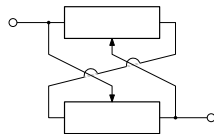
(a) Visandage laengu trajektoori $x - y$ -tasandis (geomeetrisi mõõtmeid ja nurki pole vaja märkida).

(b) Nüüd on laetud osakeste allikaks koordinaatide alguspunktis asuv koaksiaalne vaakumdiod, mistõttu pinge $4U$ abil kiirendatud osakesi liigub isotroopselt (võrdsel hulgal) kõigis $x - y$ -tasandi suundades; z -suunaline kiiruskomponent on kõigil osakestel 0. Milline osa kõigist kiiratud osakestes jõuab ruumpiirkonda $x > 4a$? (12 p.)

10. (ŠARNIIR) Varras pikkusega r pöörleb nurkkiirusega ω ümber otspunktis O ; teise otspunktis P on varras ühendatud šarniir-selt teise vardaga, mille pikkus on L , kusjuures $L > 2r$. Teise varda teine otspunkt Q saab vabalt libiseda mööda vertikaalset siini s , mille kaugus punktist O on samuti r (vt joonist). Punkti Q kiiruse v loeme positiivseks, kui see on suunatud üles, ja negatiivseks, kui see on suunatud alla. Leidke punkti Q maksimaalne kiirus $v_{\max} > 0$ ja minimaalne kiirus $v_{\min} < 0$. (14 p.)



E1. (STEREOPOTENTSIOMEETER) Karbis on ühisel teljel kaks ühesugust potentsiomeetrit, mis on ühendatud nagu skeemil. Seadme nupu keeramisel nihkuvad potentsiomeetrite liugkontaktid samal määral ja joonisel samas suunas. Karbist on välja toodud skeemil näidatud juhtmeotsad. Leidke ühe potentsiomeetri äärmiste klemmide vaheline takistus, mis tal oleks lahtiühendatuna. Hinnake mõõtemääramatust. Vahendid: uuritav seade, tester. Testri tootja poolt lubatav mõõtemääramatus oommeetrina on kirjutatud eraldi lehele töölaual. Pange tähele, et antud on mittelineaarne potentsiomeeter: ka lahtiühendatuna ei sõltu takistus potentsiomeetri liuguri ja otsa vahel nupu pöördenurgast lineaarselt. Siiski, liugurid jaotavad potentsiomeetrite takistused alati sama suurteks osadeks. (12 p.)



E2. (*MUFFINIVORM*) Eeldades, et õhu takistusjõud õhus liikuvale kehale avaldub seosega $F = Cv^\alpha$, kus C on langevat keha ja konkreetset gaasi (õhku) iseloomustav konstant, määrake astmenäitaja α õhus langevate muffinivormide jaoks. Hinnake mõõtemääramatust. *Märkus.* Kuigi tegelikult sõltub astmenäitaja α ka keha kiirusest gaasi suhtes, eeldame me, et vaadeldavas kiiruste vahemikus on α konstantne. *Vahendid:* kaks ühesugust paberist muffinivormi, stopper. (12 p.)

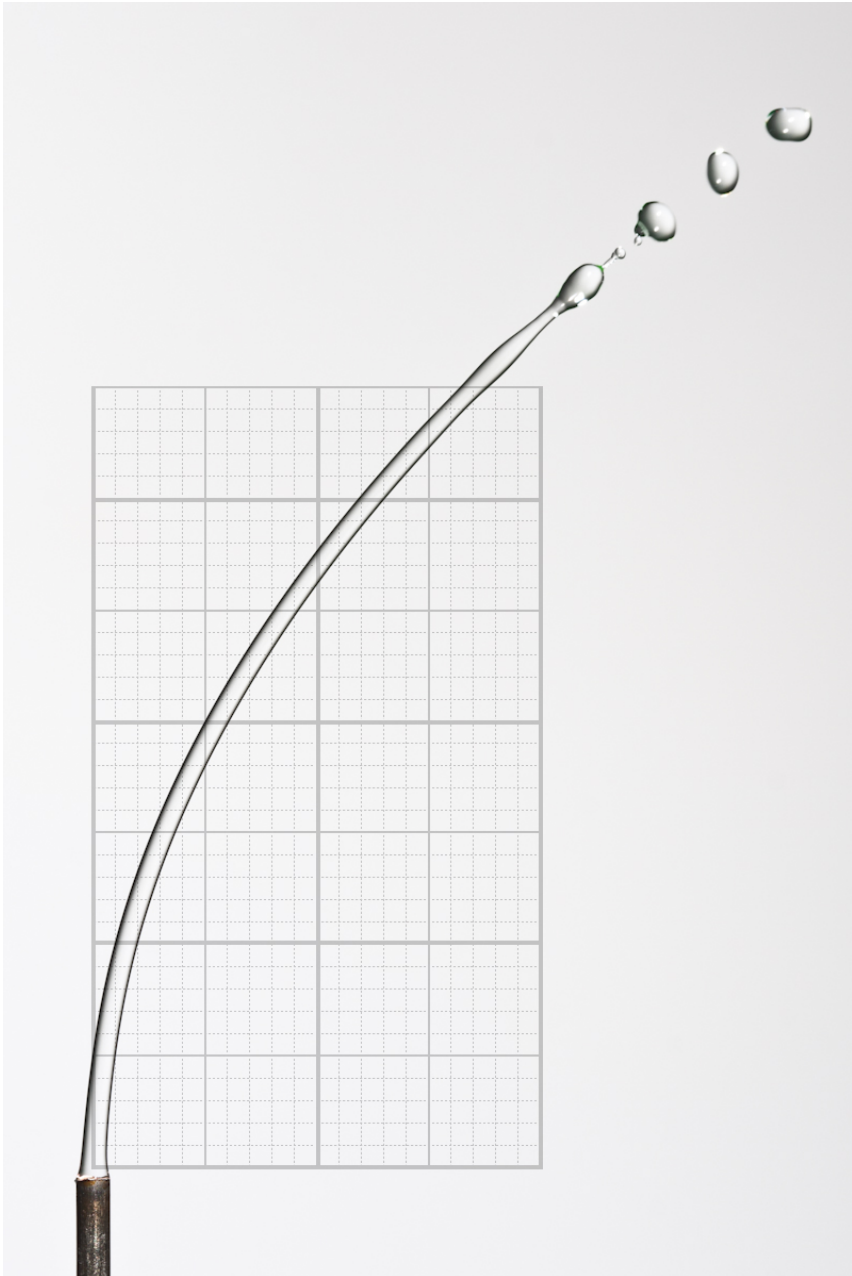
Võib lahendada kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne. Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Lahendamisaeg on 5 tundi.

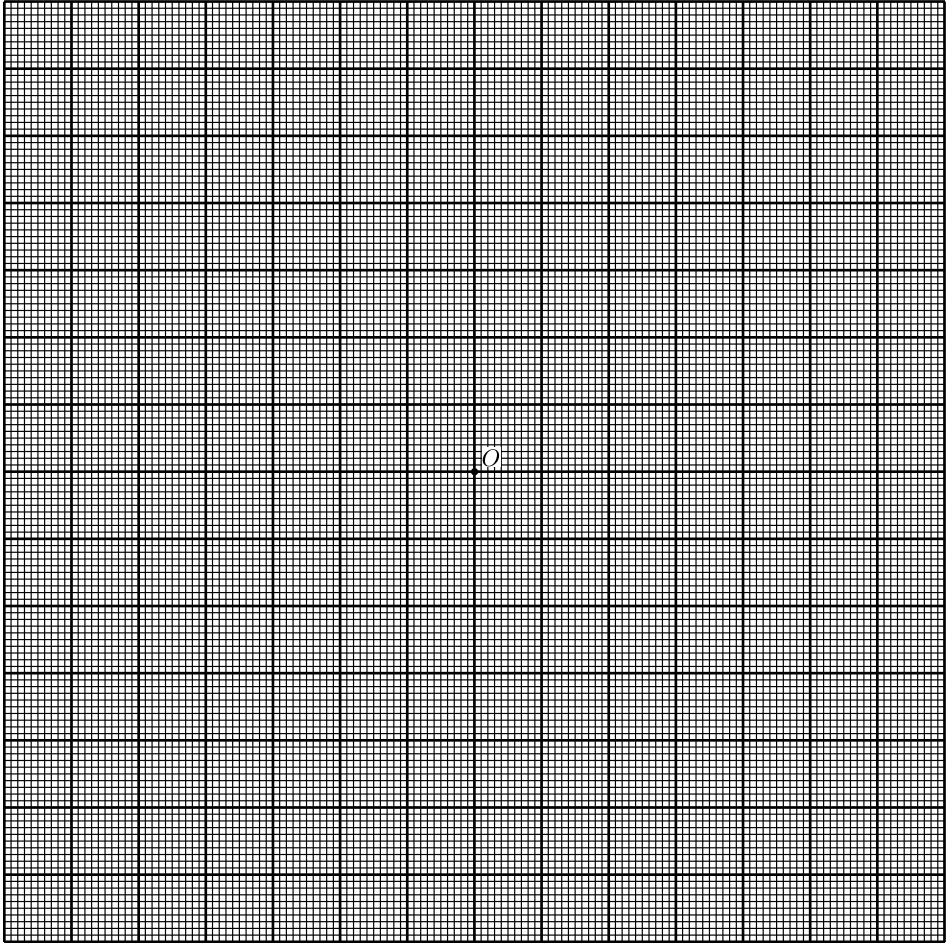
Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressil

<http://www.teaduskool.ut.ee/efo>

Lisaleht ülesandele „Veejuga“



Lisaleht ülesandele „Toru“



Lisaleht ülesandele „Ahi“

