

Eesti koolinoorte 32. füüsika lahtine võistlus

20. november 2021. a.

Noorema rühma ülesanded (8.–10. klass)

Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele.

Lahendamisaeg on 5 tundi.

Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

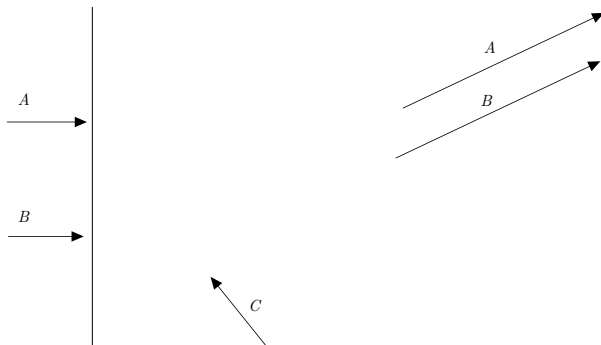
Arvesse lähevad 6 suurima punktide arvu saanud lahendust.

Kasutada võib kirjutus- ja joonestusvahendeid ning kalkulaatorit. Muud abivahendid on keelatud.

1. (KASS JA HIIR) Kass märkab jooksvat hiirt ja hakkab teda taga ajama. Hiir liikus alghetkel loomi ühendava sirge suhtes risti ja jätkab liikumist muutumatu kiirusega mööda sirgjoont samas suunas. Leidke vähim aeg, mis kuluks kassil hiire kinni püüdmiseks eeldusel, et kass jookseb kaks korda kiiremini kui hiir ja paigalseisva hiireni jõudmiseks kuluks tal 3 sekundit. Kiirendamiseks kuluva aja võib lugeda tühiselt väikeseks. (6 p.)

2. (PRISMA) Joonisel on toodud kahe kiire (A ja B) käik enne klaasprismasse sisenemist ja peale sealt väljumist. Kõik kiired (ja ka joonis ise) asuvad tasandis, mis on risti prisma kiirimurdva servaga. Klaasprisma vasakpoolse serva asukoht on teada ning kujutatud vertikaaljoonega; prisma jääb sellest joonest paremale poole. Kiire C puhul on antud joonisel tema käik enne prismasse sisenemist; konstrueerige kiire C käik peale prismast väljumist.

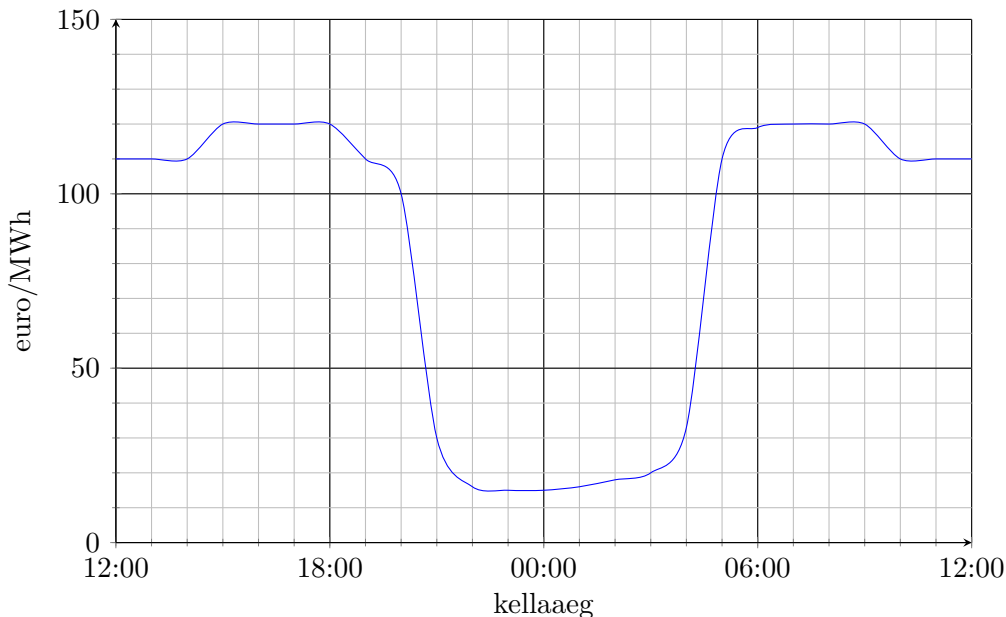
Märkus: võite kasutada joonisel tekkivatest eriolukordadest tulenevaid lihtsus-tusi. (8 p.)



3. (TAKISTID) Kaarel mõõdab ideaalse voltmeetriga patarei klemmidel olevat pinget ja saab tulemuseks $V_0 = 4,2 \text{ V}$. Seejärel ühendab ta patareiga jadamisi takisti ja mõõdab patarei klemmidel pingeks $V_1 = 3,5 \text{ V}$. Nüüd ühendab ta patarei klemmidele lisaks rööbiti teise, esimese takistiga samasuguse takisti, ja mõõdab uuesti patarei klemmidel olevat pinget V_2 . Leia V_2 . (8 p.)

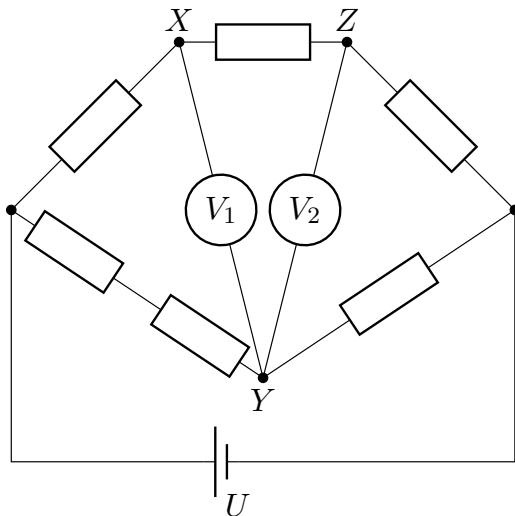
4. (PLOKK) Ideaalsel plokil on kaks raskust massidega m ning $M = 3m$. Väiksem raskus on maapinnal, suuremat raskust hoitakse kõrgusel H nii, et raskusi ühendav venimatu nõör on pingul. Kui suurem raskus lahti lastakse hakkab süsteem raskusjõu mõjul vabalt liikuma. Mis on suurim kõrgus h_{\max} , milleni väiksem raskus liikumise käigus tõuseb? Raskuskiirendus on g ning nõör on piisavalt pikk, et väiksem raskus plokini ei jõua. (8 p.)

5. (VEEBOILER) Seoses kerkivate elektrihindadega on perepea Taavi tundnud, et elektriarvet tuleks vähendada. Taavi kodus saadakse sooja vett veeboileri abil, mis soojendab üles veevärgist tuleva külma vee. Peamine sooja vee tarbimine toimub Taavi peres iga õhtu, kui pärast ühist sportimist käivad kõik pere liikmed duši all ning kamba peale kulutatakse ära $V = 150\text{ l}$ vett, mille temperatuur on $T_p = 32^\circ\text{C}$. Taavi plaanib osta poest boilerile lisavidina, mis soojendab boileris olevat vett just siis, kui elektri hind on kõige madalam. Mitme dušikorraga tasub seadme ost ära, kui selle hind on 40 eurot? Veevärgist tuleva külma vee temperatuur $T_k = 10^\circ\text{C}$, boiler soojendab vee temperatuurini $T_s = 65^\circ\text{C}$, boileri võimsus $P = 2\text{ kW}$ ning Taavi pere alustab pesurutiiniga iga õhtu kell 19 ja neil kulub selleks üks tund. Ilma vidinata hakkab boiler tootma sooja vett juurde kohe, kui vett hakatakse kasutama. Võite eeldada, et soojuskaod boilerist puuduvad ja boiler on piisavalt suur, et päeva jooksul soe vesi otsa ei saa. Vee erisoojus on $c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ ja vee tihedus on $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Elektrihinna muutust päeva jooksul saab lugeda graafikult. (10 p.)

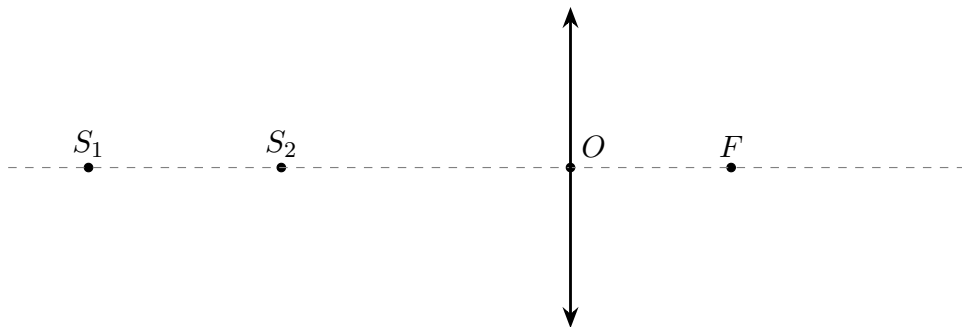


6. (VEE KEETMINE) Ühel hommikul ärkas Juku hilja ning pidi loengusse jõudmiseks kiiresti toimetama. Hommikusöögi valmistamiseks oli tal vaja keeta vett. Selleks pani ta keedupoti elektripliidile ning valas selsse $V_0 = 21$ vett temperatuuril $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Kuna tal ei olnud palju aega, pani ta pliidi potti soojendama maksimaalse võimsusega $P = 3\text{ kW}$ ning kattis poti kaanega. Ta märkas, et suure võimsuse tõttu hakkas vesi põhja juures peaaegu koheselt aurustuma ning aur läks välja kaanes olevast (ringikujulisest) august. Tubli füüsikatudengina nägi Juku selles olukorras võimalust korrata loenguks õppematerjali ning otsustas arvutada, kui palju läheb aega vee keemiseni. Ta mõõtis kaanes oleva augu diameetriks $d = 5\text{ mm}$ ning sellest väljuva auru kiiruseks $u = 0,5\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ta teadis, et vee tihedus $\rho_v = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, erisoojus $c_v = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$, aurustumissoojus $\lambda = 2300\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ning auru tihedus $\rho_a = 0,59\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Leidke, kui pika aja pärast hakkab vesi keema. Soojuskadusid ei pea arvestama ning poti enda soojusmahtuvust võib pidada tühiseks. (10 p.)

7. (VIISNURK) Joonisel kujutatud skeemis on ideaalne patarei pingega U , ideaalsed voltmeetrid V_1 ja V_2 ning ühesugused takistid takistusega R . Leidke kui palju muutub voltmeetri V_2 näit, kui voltmeeter V_1 asendada ideaalse ampermeetri A . (10 p.)



8. (KUMERPEEGEL) Joonisel on kujutatud kumerlääts, selle optiline peatelg ning üks fookustest. On teada, et kusagil optilises skeemis leidub ka kumerpeegel. Kui panna valgusallikas punktidesse S_1 või S_2 , siis tekkinud kujutis kattub allikaga. Konstrueerige kumerpeegel. Esitage lahendus lisalehel. (10 p.)



9. (SOOLVESI) Silindriline anum on täidetud kõrguseni $H = 20$ cm soolveega, mille tihedus on $\rho_s = 1,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Silindrisse visatakse magedast veest tehtud jääkuubikuid sellisel hulgal, et vedeliku kõrgus anumast tõuseb $h = 10$ cm võrra. Kui palju (ja millises suunas) muutub vedeliku tase silindris, kui kogu jää on ära sulanud ja mage vesi soolveega ära segunenud? Mageda vee tihedus $\rho_v = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ning jää tihedus $\rho_j = 0,90 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Lugeda, et soolvee tiheduse erinevus mageda vee omast on võrdeline soola protsentuaalse sisaldusega soolvees.

Märkus: Kõiki arvandmeid ei pruugi vaja minna. (12 p.)

10. (JALGRATTUR) Jaan läks mägedesse rattaga sõitma. Ta otsustas nõlval, mille tõusnurk on α jääda seisma. Soovides uuesti liikuma hakata, avastas ta, et toetudes kogu massiga ühele horisontaalselt paiknevale pedaalile, et ratas ei hakka ei edasi ega tagasi liikuma, vaid püsib paigal. Pedaali jõuõlg on a , ratta raadius on R ning pedaalide pool oleval hammasrattal on N korda rohkem hambaid kui tagumise ratta pool oleval hammasrattal. Leidke hammaste suhe N . Ratta mass lugeda võrreldes Jaani massiga tühiseks. (12 p.)

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

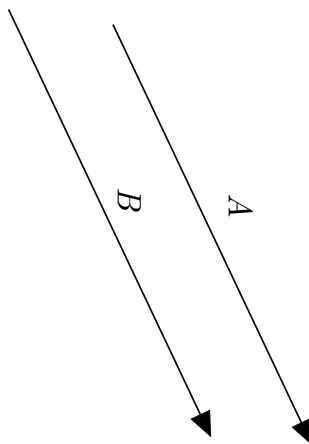
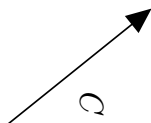
<https://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>

<https://efo.fyysika.ee>

Lüütu meie Facebooki lehega:

<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>

2. (PRISMA – LISALEHT)



8. (KUMERPEEGEL – LISALEHT)

