FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2022/2023 õ.-a.

LAHENDUSED 9. KLASSILE

1. TREPIJOOKS (7 p)

Lihtsustatult loeme, et kogu mehaaniline töö, mis jooksjatel tuli teha, läks potentsiaalse energia omandamiseks. $A = F_r s = mgh$ **(2p)**

Kuna jooksjate massid ja omandatud kõrgused võib lugeda võrdseteks saab väljendada nende võimsusi valemitega

$N_1 = \frac{A}{t_1} = \frac{mgh}{t_1}$ **(1p)** $N_2 = \frac{A}{t_2} = \frac{mgh}{t_2}$ **(1p)**

Leiame võimsuse suhte, mis on pöördvõrdeline aegade suhtega.

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\frac{mgh}{t_1}}{\frac{mgh}{t_2}} = \frac{t_2}{t_1}$ **(1p)**

Võimsuste suhte leidmiseks tuleb jooksmisajad teisendada sekunditega.

$t_1 = 6\,\mathrm{min}\,52s = 412s$ $t_2 = 13\,\mathrm{min}\,49s = 829s$ **(1p)**

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{829s}{412s} \approx 2$ **(1p)**

2. AREOMEETER (7 p)

Lahendusidee (kokku 4 punkti):

Areomeetri ujumisel kehtib seos $F_r = F_ü$, kus F_r on areomeetrile mõjuv raskusjõud ja $F_ü$ areomeetrile mõjuv üleslükkejõud (**1p**).
Seosest $F_r = F_ü$ saame avaldada otsitava areomeetri massi: $F_r = F_ü \rightarrow mg = \rho V g \rightarrow m = \rho V$, kus m on otsitav areomeetri mass, ρ on soolalahuse tihedus ning V on areomeetri soolalahuses oleva osa ruumala (**3p**). (Raskusjõu valem 1p, üleslükkejõu valem 1p ning areomeetri massi avaldamine 1p.)
NB! Alternatiivselt võib kohe selgitada, et areomeeter tõrjub ujudes välja enda massiga võrdse koguse soolalahust/vedelikku ehk $m = \rho V$, kus m on otsitav areomeetri mass, ρ on soolalahuse tihedus ning V on areomeetri soolalahuses oleva osa ruumala. Sellise selgituse eest anda maksimaalsed punktid.

Andmete lugemine (kokku 2 punkti):

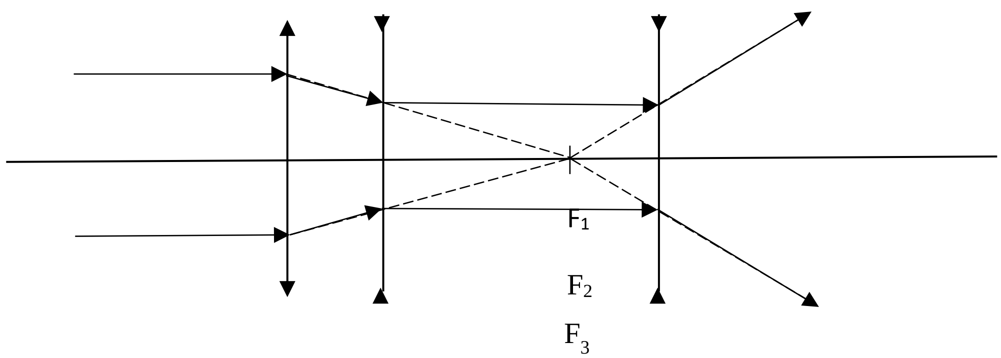
Soolalahuse tihedus $\rho \approx 1{,}067\ g/ml$ (õigeks lugeda 1,066 – 1,068 g/ml) (**1p**). Kui tiheduseks on letud 1,06 või 1,07 g/ml kohta, siis anda 0,5p.
Areomeetri veesoleva osa ruumala $V \approx 22\ ml$ (õigeks lugeda 20 – 24 ml) (**1p**).
Vastuse leidmine (1 punkt):

Areomeetri mass $m = \rho \cdot V = 1{,}067 \frac{g}{ml} \cdot 22\ ml \approx 23\ g$ (**1p**). (Vastuse täpsust hinnata vastavalt lahendaja andmetele. Kui vastus ei ole ümardatud täpsuseni 1 g, siis anda 0,5p.)

NB! Kui lahendaja on kirja pannud ainult valemi $\boldsymbol{m = \rho \cdot V}$ ja kasutab massi arvutamisel õigesti soolalahuse tihedust ja areomeetri soolalahuses oleva osa ruumala, siis võtta lahenduse mitteammendava põhjenduse eest maha 1 punkt (kokku sellisel juhul maksimaalselt 6 punkti).

NB! Arvutus-, teisendus- või ühikuvea eest võtta maha 0,5 punkti. Kui saadud vastus on ebarealistlik, siis võtta maha lisaks 0,5 punkti. Arvestada vea kandumisega.

3. KOLM LÄÄTSE (6 p)



Iga õigesti joonistatud kiire murdumine annab 1 punkti. 3p korrektne ülemise kiire käik ja 3p alumise kiire korrektne läätsesüsteemi läbimine.

4. JÄÄPURIKAS (10 p)

Jää massi (m_j) leidmine (kokku 5 punkti):

Kuna jää tihedus on vee tihedusest väiksem ja jääpurikas mahuks tervenisti algselt pesukausis olevasse vette, jääb jääpurikas ujuma (**1p**).

Jääpurika ujumisel kehtib seos $F_r = F_ü$, kus F_r on jääpurikale mõjuv raskusjõud ja $F_ü$ jääpurikale mõjuv üleslükkejõud. Avaldame ja leiame sellest seosest jääpurika massi:

$F_r = F_ü$ (**1p**)

$m_j g = \rho_v V g \rightarrow m_j = \rho_v V$, kus V on jääpurika vees oleva osa ruumala (**1p**)

$V = S\Delta h = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \Delta h = \frac{\pi d^2 \Delta h}{4} \approx 706{,}5\ cm^3$ (**1p**)

$m_j = \rho_v V = \frac{\rho_v \pi d^2 \Delta h}{4} \approx 706{,}5\ g$ (**1p**)

NB! Põhjendamisel võib kohe alternatiivselt selgitada, et jääpurikas tõrjub ujudes välja enda massiga võrdse koguse vett ehk $m_j = \rho_v V$, kus V on jääpurika vees oleva osa ruumala. Sellise selgituse eest anda maksimaalsed punktid.

Vee lõpptemperatuuri (t_3) leidmine (kokku 5 punkti):

Energia jäävuse seadusest (soojusliku tasakaalu võrrand):

$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$, kus Q_1 kirjeldab jää soojenemist sulamistemperatuurini, Q_2 jää sulamist, Q_3 jääst tekkinud vee soojenemist lõpptemperatuurini ja Q_4 kausis olnud vee jahtumist lõpptemperatuurini (**1p**).

Pesukausis oleva vee mass $m_v = \rho_v S h = \rho_v \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h = \frac{\rho_v \pi d^2 h}{4} \approx 10{,}5975\ kg$ (**1p**).

Avaldame ja leiame soojusliku tasakaalu võrrandist tundmatu lõpptemperatuuri t_3:

$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$

$m_j c_j (0\ ℃ - t_2) + m_j \lambda + m_j c_v (t_3 - 0\ ℃) + m_v c_v (t_3 - t_1) = 0$ **(2p)**

(Soojenemise ja jahtumise üldkujuliste valemite eest 1p ja sulamise üldkujulise valemi eest 1p – anda need punktid üldkujuliste valemite eest anda ka siis, kui lõpp- ja algtemperatuurides esineb vigu.)

$(14\,836{,}5 + 233\,145 + 2\,967{,}3 t_3 + 44\,509{,}5 t_3 - 667642{,}5 = 0)$

$t_3 \approx 8{,}8\ ℃$ (**1p**)

NB! Arvutus-, teisendus- või ühikuvea eest võtta maha 0,5 punkti. Kui saadud vastus on ebarealistlik, siis võtta maha lisaks 0,5 punkti. Arvestada vea kandumisega.

5. ELEKTRISKEEM (10 p)

(a)Punktide B ja C vahele ühendatud takisti R_{BC} ning punktide C ja D vahele ühendatud takisti R_{CD} on ühendatud jadamisi ja nende kogutakistus on $R_{BC} + R_{CD} = 10\ \Omega$. (1p)

Pinge punktide B ja D vahel on $U_{BD} = 10\ V$. (0,5p)

Voolutugevuse läbi takisti R_{BC} leiame Ohmi seadusest: $I_{BC} = I_{CD} = \frac{U_{BD}}{R_{BD}} = 1\ A$. (1p) (b)Pinge lisatud takistil R_{BD} on $U_{BD} = 10\ V$. (0,5p)

Voolutugevuse läbi lisatud takisti R_{BD} leiame Ohmi seadusest: $I_{BD} = \frac{U_{BD}}{R_{BD}} = 2\ A$. (1p)

(c)Leiame vooluringi kogutakistuse: $R_K = \left(\frac{1}{5+5} + \frac{1}{5+(\frac{1}{5}+\frac{1}{5})^{-1}}\right)^{-1} = (\frac{1}{10} + \frac{1}{7{,}5})^{-1} \approx 4{,}3\ (\Omega)$. (2p)

Voolutugevuse vooluringi hargnemata osas leiame Ohmi seadusest kogu vooluringi kohta: $I_K = \frac{U_K}{R_K} \approx 2{,}3\ A$. (1p)

(d)Kuna kõik takistid on võrdse takistusega, siis jaguneb voolutugevus vooluringi hargnemisel (punktis B või D) võrdselt. Seega langeb kõigile algselt vooluringi ühendatud takistitele võrdne pinge ja seda ka siis, kui punktide C ja E vahele samasugune takisti ühendada. Punktide C ja E vahel olev pinge on seega 0 V ning vool ei läbi nende punktide vahele ühendatud takistit, mistõttu võib selle takisti vooluringis arvestamata jätta. (2p)

Kuna punktide C ja E vahele ühendatava takisti võib arvestamata jätta, siis on olukord sarnane alaülesandele (a). Seal on juba leitud, et voolutugevus läbi ühe vooluringi rööbiti ühendatud osa $I_{BC} = I_{CD} = 1\ A$. Voolutugevus teises vooluringi rööbiti ühendatud osas on samasuguste takistite tõttu sellega võrdne. Seega $I_K = 2\ A$. (1p)