

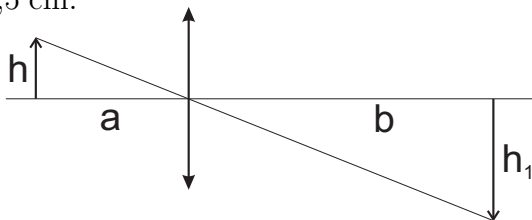
Eesti koolinoorte 59. füüsikaolümpiaad

10. märts 2012. a. Lõppvoor.

Põhikooli lahendused (8. - 9. klass)

1. (KÜÜNLALEEK)

Kui ese asub kaugusel a läätest ja tema tegelik kujutis kaugusel b sellest, siis kiirte pööratavuse printsiibi kohaselt kui lääts paigutada kaugusele b esemest, tekib tegelik kujutis kaugusele a läätest. Esimesel juhul on lääts suurendus $h_1/h = b/a$. Teisel juhul $h_2/h = a/b = h/h_1$, millest $h_2 = h^2/h_1 = 1,5$ cm.



2. (GOLFILOÖK)

Lendu läinud golfipall on pildile jäädvustunud kolmes punktis. Paneme tähele, et heledaim valge täpp meile aga infot ei anna, sest see näitab vaid golfipalli algasendit enne seda, kui kepp teda löi! Kahele järjestikkusele pildile on jäädvustunud heledast pallist paremale jäävad kaks tuhmimat valget palli kujutist. Nende ajaline vahe on τ . Mõõdame pallide vahekauguse L_1 joonlauaga. Samuti mõõdame golfimängija pikkust märkivat skaalat või golfimängija pikkust L_2 . Teades, et skaalajoone pikkusele vastab $h = 1,8$ m saame, et golfipalli nihke pikkus kahe pildi vahel on

$$s = \frac{hL_1}{L_2}$$

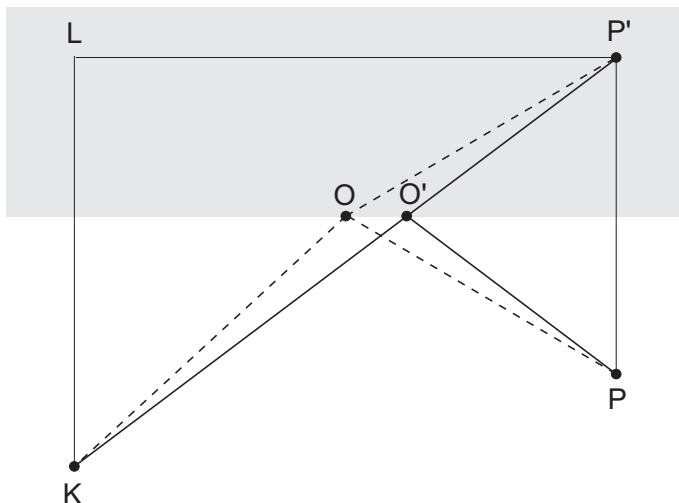
Selleks nihkeks kulunud aeg oli τ . Kuna golfipalli kiirus on suur, siis raskuskiirendusega me ei arvesta, loeme, et tegu on kulgliikumisega. Kiiruseks saame

$$v = \frac{s}{\tau} = \frac{hL_1}{\tau L_2} \approx 150 \text{ km/h}$$

3. (KÜLMUNUD TORU)

Vajalik soojushulk jää sulatamiseks on $Q_j = c_j m_j \Delta T + \lambda_j m_j \approx 376 \text{ kJ}$ (kus $m_j = \rho_j \pi l D^2 / 4 \approx 1,04 \text{ kg}$). Vasktraadil eraldunud soojushulk aja-
hetkeks t (peab arvestama, et ainult 60% eraldunud soojusest läheb
jää sulatamiseks) on $Q_{traat} = (U^2 t / R) \cdot 0.6 = 0.6 U^2 t / \frac{\rho c_w l}{\pi d^2}$. pannes need
võrduma ja avaldades t , saame ajaks $t = 941 \text{ s} \approx 15 \text{ minutit } 40 \text{ sekundit}$.

4. (KOER)



Oletame, et koer hüppab veest läbi punktis O (vt joonis). Peegeldame
poisi P veepiiri suhtes, saame punkti P' . Paneme tähele, et $PO = PO'$,
seega on teekond koera K juurest punkti P' läbi punkti O sama pikk,
kui teekond punkti P läbi punkti O . Lühim on see teekond juhul, kui
tegemist on sirgega, mille korral koer hüppab veest läbi punktis O' .

Täisnurkses kolmnurgas KLP' on $KL = 11 \text{ m} + 7 \text{ m} = 18 \text{ m}$ ning
 $LP' = 24 \text{ m}$. Niisiis $KP' = \sqrt{KL^2 + LP'^2} = 30 \text{ m}$. Selle teekonna
läbimiseks kulub aeg $KP' / v = 7,5 \text{ s}$.

Märkus. Sama tulemuseni oleksime jõudnud siis, kui kasutaksime Fer-
mat' printsiipi, mille kohaselt lühim teekond on siis, kui veepiiril lange-
mismurk võrdub peegeldumismurgaga.

5. (HÕÕRDKEEVITUS)

Hõõrdumisest tekkinud soojushulk $Q = F_h \Delta s$. $\Delta s = \pi D \cdot \frac{t}{f} = \pi f D \Delta t$.

Teiselt poolt torude soojendamiseks vaja minevat soojushulk $Q = 2mc\Delta T = 2\rho V c \Delta T$, kus m ja V on ühe toruotsa soojeneva osa mass ja ruumala. Kuna toru seinad on diameetrist kordades lühemad, võib hinnata ruumalaks $V = \pi D dl$. Kokkuvõttes saime, et

$$F_h \pi f D \Delta t = 2\pi D dl \rho c (T_1 - T_0)$$

$$F_h = \frac{2dl\rho c(T_1 - T_0)}{f\Delta t} \approx 1100 \text{ N}$$

6. (KÜTTEKEHA)

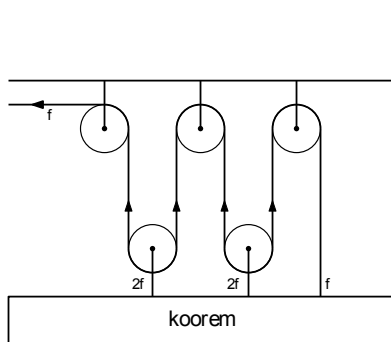
Võimsus konstantse pingevalika korral on $P = UI = U^2/R$. Seega tuleb maksimaalse võimsuse jaoks takistus minimeerida. Ahela takistus on leitav kui:

$$R = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}}$$

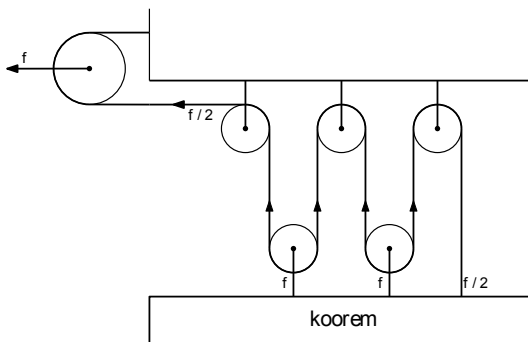
Parim kombinatsioon on: $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 15 \Omega$, $R_3 = 20 \Omega$ ja $R_4 = 30 \Omega$. Selle korral on takistuseks $R \approx 21,5 \Omega$ ja võimsus $P \approx 2,46 \text{ kW}$.

7. (PLOKID)

Juhtum a)

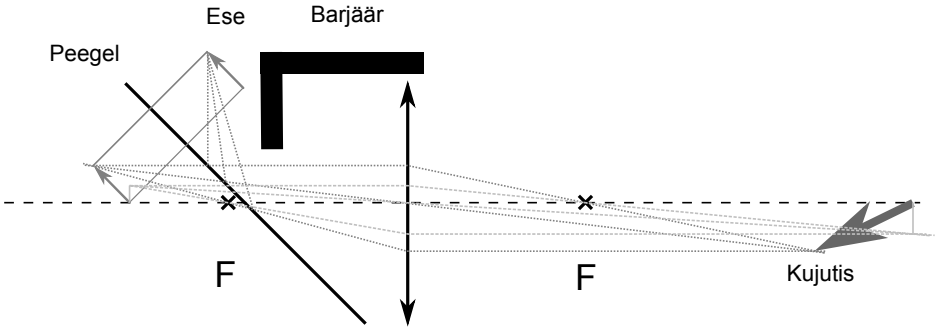


Juhtum b)



8. (PEEGEL)

Kõige lihtsam viis ülesande lahendamiseks on kõigepealt konstrueerida eseme (näiv) kujutis peeglis ja konstrueerida sellest läatse abil tekkiv kujutis. Barjäär tagab, et tekib ainult üks tõeline kujutis.



9. (LITTER)

Esmalt paneme tähele, et trajektoori madalaima ja kõrgeima punkti vahe vertikaalsuunas peab olema $2a$, joonisel loeme selleks kuus ruutu, seega on ruudustiku sammuvahe $\Delta = 2a/6 = 1,5$ cm. Teiseks paneme tähele, et iga pöörlemisperioodi järel kordub küll trajektoori kuju, kuid see nihkub horisontaalsuunas nelja ruudu võrra. Seega läbib litter pöörlemisperioodi jooksul vahemaa $s = 4\Delta = 6,0$ cm. Kolmandaks märkame, et pöörlemisperioodi sisse mahub täpselt kolm punaste vilgatuste vahelist intervalli, seega on pöörlemisperioodi kestus $T = 3t = 0,30$ s. Neist andmeist saame litri edasiliikumiskiiruseks $v = s/T = 20$ cm/s.

10. (UPPUV KLOTS)

a) Leiame maksimaalse raskusjõu ja üleslükkejõu ning vaatame kas üleslükkejõud on väiksem kui raskusjõud.

$$F_r = F_{klots} + F_{liiv} = (\rho_{vaher}(a^3 - \pi b^2 a/4) + \rho_{liiv}\pi b^2 a/4)g = 9,975 \text{ N}$$

$$F_y = \rho_{vesi}ga^3 = 9,8 \text{ N}$$

Seega klots on võimalik ära uputada.

b) Korgile mõjub liiva raskusjõud ning altpoolt surub seda vesi. Kork kannatab nende jõudude vahet. $S = \pi b^2/4$ - augu põhja pindala, h liiva-samba kõrgus, A - klotsi vee alla ulatuva osa kõrgus.

$$1,8 \text{ N} = \rho_{liiv}Shg - \rho_{vesi}gAS$$

Teise seose saame panna kirja klotsi ujumise tingimustest.

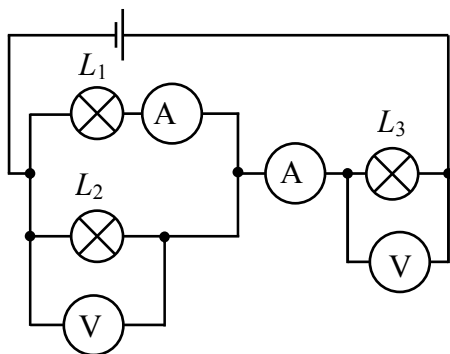
$$F_r = F_y$$

$$(\rho_{vaher}(a^3 - Sa) + \rho_{liiv}Sh)g = \rho_{vesi}ga^2 A$$

Lahendades need võrrandid, saame, et $A = 0,092 \text{ m} = 9,2 \text{ cm}$ ning $h = 0,0768 \text{ m} = 7,68 \text{ cm}$. Ehk kork eemaldub enne kuubiku uppumist ja seega ei saa kuubikut sellel viisil uputada.

E1 (LAMBID)

Koostame allesitatud elektriskeemi.



Lülitame ampermeetri jadamisi lambiga L_3 ja voltmeetri rööbiti lambiga L_3 . Mõõdame voolutugevuse lambis L_3 ja pinge selle klemmidel.

Kuivõrd lambid on kõik ühesugused on voolutugevus lampides L_1 ja L_2 kaks korda väiksem kui lambis L_3 . Me võime selle arvutada või mõõta paigutades ampermeetri skeemi jadamisi lambiga L_1 .

Paigutame voltmeetri rööbiti lambiga L_1 või L_2 ja mõõdame pinge lambi otstel. Kuivõrd lambid on ühesugused, piisab ühes mõõtmisest.

Arvutame seosest $R = \frac{U}{I}$ lampide takistused ja takistuste suhte.

Lambi hõõgniidi takistus sõltub oluliselt hõõgniidi temperatuurist. Takistus suureneb temperatuuri suurenedes. Hõõgniidi temperatuur sõltub aga voolutugevusest lambis. Kuna rööbiti ühendatud lampides on voolutugevus väiksem kui nendega jadamisi ühendatud lambis, põlevad rööbiti ühendatud lambid tuhmimalt, nende hõõgniitide temperatuur on madalam kui lambi L_3 temperatuur ja nende takistus on väiksem lambi L_3 takistusest.

E2 (KUMMINIIT)

Kumminiidi pikenemine on võrdeline kumminiidile mõjuva jõuga.

Mõõdame kumminiidi pikenemise õhus $\Delta l_1 = l_1 - l_0$ poldile ja mutrile mõjuva raskusjõu $F_o = mg$ mõjul.

Mõõdame kumminiidi pikenemise $\Delta l_2 = l_2 - l_0$, kui polt mutriga on vees $F_v = F_o - \rho g V$.

Lahutame teisest seosest esimese. Kumminiidi pikenemine $\Delta l_{vesi} = \Delta l_1 - \Delta l_2$ vastab keha poolt välja tõrjutud veele mõjuvale raskusjõule $F_o - F_v = \rho g V$.

Arvutame keha poolt välja tõrjutud veele mõjuva raskusjõu $m_{vesi}g = \rho V g$. Sellega oleme kalibreerinud kumminiidi.

Keha ruumala mõõtmiseks tuleb kujundada skaala vee ruumala mõõtmiseks. Me saame mõõta vee nivoo muutust, me ei saa eriti hästi mõõta purgis oleva veepinna pindala.

Valame vee topsi kuni jooneni ja mõõdame veenivoo purgis. Nüüd valame topsist vee purki ja mõõdame uuesti veenivoo purgis. Nivoode erinevus vastab 150 ml veele. Saame arvutada, kui suur vee ruumala muutus purgis vastab vee nivoo muutusele 1 mm võrra.

Mõõdame veenivoo purgis enne keha sukeldamist ja pärast sukeldamist ning arvutame keha ruumala, mis vastab ka välja tõrjutud vee ruumalale.

Seosest $\frac{\Delta l_{vesi}}{\Delta l_1} = \frac{m_{vesi}g}{m_{keha}g}$ saame $m_{keha} = \frac{\Delta l_1 m_{vesi}}{\Delta l_{vesi}}$

Poldi ja mutri mass kokku on 112 g.

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressil

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