

Eesti koolinoorte 55. füüsikaolümpiaad

Lõppvoor. 8. märts 2008. a.

Põhikooli ülesannete lahendused

1. (PARVETAJA)

Olgu teepikkus s , jõevoolu kiirus v ja auriku enda kiirus u . Saame, et

$$\frac{s}{u+v} = 3 \text{ h}, \quad \frac{s}{u-v} = 5 \text{ h}.$$

Teisendades, saame

$$\frac{u}{s} + \frac{v}{s} = \frac{1}{3 \text{ h}}, \quad \frac{u}{s} - \frac{v}{s} = \frac{1}{5 \text{ h}}.$$

Lahutades esimesest võrrandist teise, leiame et $\frac{v}{s} = \frac{1}{15 \text{ h}}$. Aeg, mis kulub parvega allavoolu liikumiseks on seega

$$t = \frac{s}{v} = 15 \text{ h}.$$

2. (PLOKK)

Tasakaalutingimusest laua jaoks

$$2F + F = mg - F$$

saame, et $F = \frac{mg}{4} = 150 \text{ N}$.

3. (KESKKÜTE)

Olgu öösel tarbitav võimsus N ja päeval kN , kus k on mingi kordaja.

Saame võrrandid

$$N = \alpha \cdot (20 - (-15))$$

ja

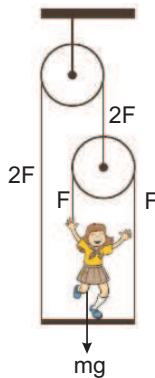
$$kN = \alpha \cdot (23 - 3).$$

Kui võrrandid omavahel läbijagada, saame, et $k = \frac{20}{35} = 0,57$. Seega päevane võimsus moodustab 57% öisest võimsusest, järelikult võib põleti võimsust vähendada 43 % võrra.

4. (JÄÄTUMINE)

Vee jahtumiseks 0 kraadini kulub $t = 21$ min aega. Olgu τ aeg, mis kulub jäätumiseks ja N külmiku jahutusvõimsus. Soojusliku tasakaalu võrrand vee jahtumise jaoks on

$$Nt = Q_{\text{jaht}} = cm\Delta t$$



ja tahkumise jaoks

$$N\tau = Q_{\text{tahk}} = \lambda m.$$

Jagades läbi, leiame, et

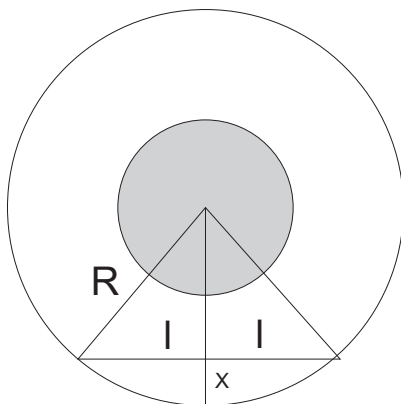
$$\frac{t}{\tau} = \frac{c\Delta t}{\lambda} \Rightarrow \tau = \frac{\lambda}{c} \cdot \frac{t}{\Delta t} = 83 \text{ min.}$$

5. (LASERPOINTER)

Sagedus on vähim siis, kui valguse leviaeg edasi-tagasi võrdub ühe täispöörde ajaga. Seega

$$T = \frac{2R}{c} \Rightarrow f = \frac{c}{2R} \approx 1,4 \text{ Hz.}$$

6. (REHVID)



Auto raskusjõud on tasakaalus pinna reaktsioonijõuga. Ratta rehvi jaoks tasakaalustab selle pinna reaktsiooni rehvis oleva ülerõhu $\Delta p = p - p_0 = 2p_0$ poolt põhjustatud jõud. Seega $mg = \Delta p S$, kus S on rehvide ja maa summaarne kokkupuute pindala. Kuna sõiduautil on 4 ratast, siis $S = 4 \cdot 2ld$, kus $2l$ on rehvi osa pikkus, mis puutub kokku maaga. Kokkuvõttes saame

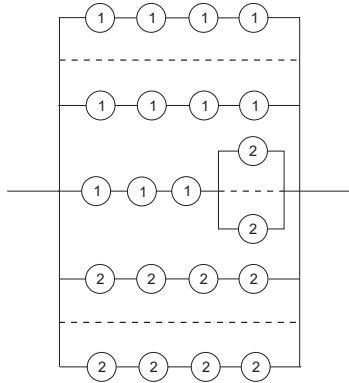
$$mg = 8dl\Delta p \Rightarrow l = \frac{mg}{8d\Delta p} = 5,1 \text{ cm.}$$

Kasutades joonist saame nüüd otsitava läbivajumine väärtuseks

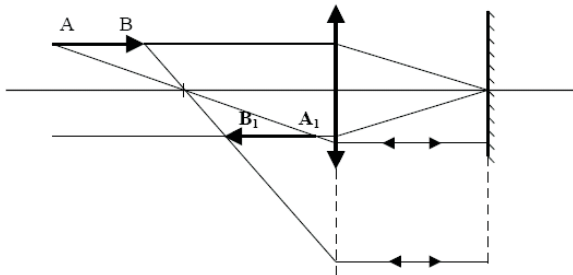
$$x = R - \sqrt{R^2 - l^2} = 5,3 \text{ mm.}$$

7. (55)

Skeem on esitatud joonisel. Numbriga 1 on märgitud voltmeetrid takistusega $R_1 = 5\text{ k}\Omega$, numbriga 2 voltmeetrid takistusega $R_2 = 55\text{ k}\Omega$. Omavahel on ühendatud rööbiti kokku 13 plokki jadamisi ühendatud voltmeetreid takistusega R_1 , 11 plokki jadamisi ühendatud voltmeetreid takistusega R_2 ja veel üks plokk, milles on jadamisi ühendatud 3 voltmeetrit takistusega R_1 ja 11 rööpühenduses voltmeetrit takistusega R_2 .



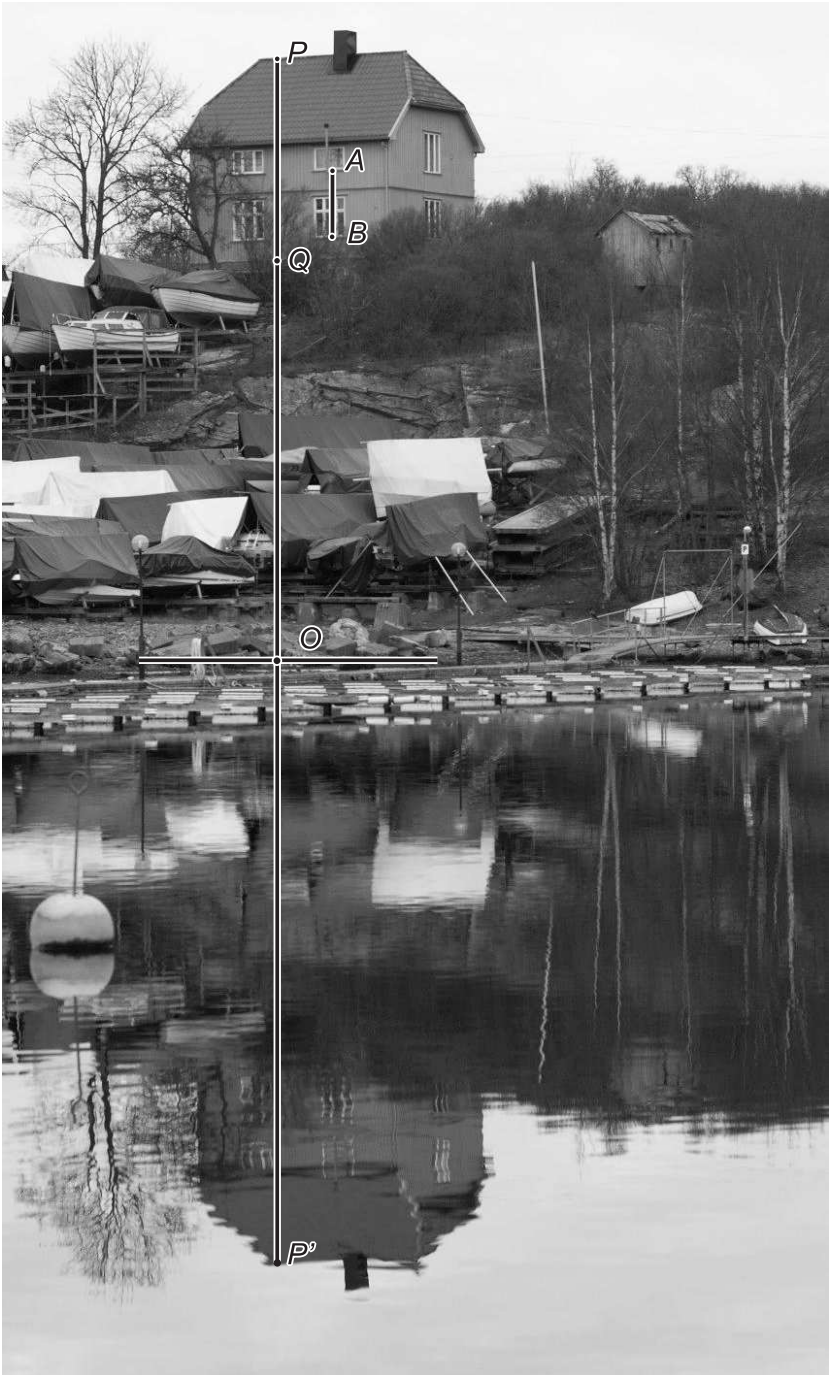
8. (PLIATSI KUJUTIS)



9. (MAJA)

Maja teatud punkt P ja tema peegelkujutis mere pinnalt P' paiknevad sümmeetriliselt mere tasandiga. Vaatleme mõttelist sirget PP' . Tema löikepunkt merega O paikneb mõlemast otsast võrsel kaugusel ning tänu sellele saame me jooniselt punkti O kergelt määrata kui löigu PP' keskpunkti. Maja kõrgus merepinnalt vastab vundamendi kaugusele punktist O , vt joonis. Mõõtes jooniselt akende vahekauguse $AB = 9,5\text{ mm}$ ja $OQ = 58,5\text{ mm}$ saame

$$H = 3\text{ m} \cdot \frac{OQ}{AB} = 18,5\text{ m}.$$



10. (PUTUKAD)

Kuna sipelgas on kergem kui lepatriinu, aga nad asuvad varda keskpunktist sama kaugel, peab põrnikas tasakaalu saavutamiseks paiknema sipelgale lähemal.

Olgu x põrnika kaugus varda keskpunktist. Kirjutame välja putukate jõumomendid varda keskpunkti suhtes:

$$M_s = m_s g \cdot \frac{l}{2}, \quad M_l = -m_l g \cdot \frac{l}{2}, \quad M_p = m_p g \cdot x$$

Lepatriinu jõumoment on võetud miinusmärgiga, kuna tema asub tasakaalu keskpunktist teisel pool. Tasakaalu korral on jõumomentide summa $M_s + M_p + M_l = 0$. Seda võrdust kasutades leiame, et $x = 1,0$ cm. Seega lepatriinu asub $d = 9,0$ cm kaugusel sipelgast.

Paneme tähele, et roomamise käigus sipelga ja lepatriinu sumaarne jõumoment keskpunkti suhtes jääb samaks: aja Δt jooksul muutub siplega jõumoment $m_s g v_s \Delta t$ võrra, lepatriinu jõumoment aga $-m_l g v_l \Delta t$ võrra. Kuna aga $m_s v_s = m_l v_l$, siis saamegi, et nende summaarne jõumoment ei muutu.

Järelikult tasakaalu hoidmiseks ei pea põrnikas midagi ette võtma. Kuna sipelgas asub algselt põrnikale lähemal ja ta liigub lepatriinust kiiremini, saab sipelgas esimesena põrnikaga kokku. See juhtub $\frac{d}{v_s} = 12$ s pärast roomamise algust.

EXP1 (HÕÕRDETEGUR)

Riputame klotsi, mõõdame niidi pikenemise L_1 paneme klotsi alusele, tirime niidiga, mõõdame niidi pikenemise L_2 . Et elastsusjõud on võrdeline niidi pikenemisega, siis $\mu = F_2/F_1 = L_2/L_1$.

EXP2 (VOLTMEETER)

Rakendame patarei pinget esmalt otse voltmeetrile, lugem $U_1 = \mathcal{E}$ annab patarei elektromotoorjõu; seejärel rakendame jadamis takistiga R , lugem $U_2 = r\mathcal{E}/(r + R) = rU_1/(r + R)$. Seega $1 + R/r = U_1/U_2$, millest

$$r = R \frac{U_2}{U_1 - U_2}.$$