

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2018/2019 õ.-a.
LAHENDUSED 12. KLASSILE

1. (PENDEL MARSIL) 8p.

Pendli periood on leitav seosest $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ **(1p.)**

Ülesandes esitatud Maa ja Marsi erinevused võib esitada seostena $\frac{M_{Maa}}{M_{Marss}} = 9,31$ ja $\frac{R_{Maa}}{R_{Marss}} = 1,89$ **(2p.)** ning saab omakorda esitada kujul $M_{Maa} = 9,31M_{Marss}$ ja $R_{Maa} = 1,89R_{Marss}$

Gravitatsiooniseadusest on teada, et raskuskiirendus g on leitav seosest $g = G \frac{M}{R^2}$ **(1p.)**

$$\begin{aligned} \frac{T_{Maa}}{T_{Marss}} &= \frac{2\pi \sqrt{\frac{L}{g_{Maa}}}}{2\pi \sqrt{\frac{L}{g_{Marss}}}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{g_{Maa}}}}{\sqrt{\frac{1}{g_{Marss}}}} = \frac{\sqrt{\frac{R_{Maa}^2}{GM_{Maa}}}}{\sqrt{\frac{R_{Marss}^2}{GM_{Marss}}}} = \frac{R_{Maa} \sqrt{\frac{1}{M_{Maa}}}}{R_{Marss} \sqrt{\frac{1}{M_{Marss}}}} = \frac{1,89R_{Marss} \sqrt{\frac{1}{9,31M_{Marss}}}}{R_{Marss} \sqrt{\frac{1}{M_{Marss}}}} \\ &= 1,89 \sqrt{\frac{1}{9,31}} \approx 0,62 \text{ (3p.)} \end{aligned}$$

Tulemusest saab järeldada, et pendli periood muutus 1,61 korda pikemaks. **(1p.)**

2. (LÜHISVOOL) 12p.

Ülesandes on aku ühendatud kord jadamisi (1) ampermeetri ja voltmeetriga ning teine kord rööbiti (2). Seega voolutugevus jadaühenduse korral on $I_1 = \mathcal{E}/(R_A + R_V + r)$, ehk voolutugevus on arvatav elektromotoorjõu ja ahela kogutakistuse suhtest. Siin kehtib ka Ohmi seadus vooluringi osa kohta, millest saame arvutada voltmeetri takistuse R_V . $R_V = U_1 / I_1$. $R_V = 10/0,1 = 100 \Omega$ **(2p.)**

Rööpühenduse korral $I_2 = U_2 / R_A$, mille abil saame arvutada ampermeetri takistuse $R_A = U_2 / I_2 = 1/1 = 1\Omega$. **(2p.)**

Lahend 1.

$U_2 = \mathcal{E} R / (R+r)$. Lahti kirjutatuna $U_2 = \mathcal{E} (R_A R_V / (R_A + R_V)) / ((R_A R_V / (R_A + R_V)) + r)$ **(2p.)**

Lühisvoolu korral $I_3 = \mathcal{E} / r$ ehk $I_3 = I_1 U_2 (R_V^2 + R_A R_V + R_A^2) / (R_A R_V (I_1 (R_A + R_V) - U_2))$ **(4p.)**

Arvuliselt $I_3 = 0,1 * 1 (100^2 + 100 + 1) / (1 * 100 (0,1 (100 + 1) - 1)) = 1,11 \text{ A}$ **(2p.)**

Seega lühisvoolu tugevus on 1,11 A.

Lahend 2.

Rööpühenduse välisosa takistus:

$$R = R_A R_V / (R_A + R_V) = 0,99 \Omega \quad (1p.)$$

$$\text{Voolutugevus rööposal. } I_{rööp} = \frac{U_2}{R} = 1,01A \quad (1p.)$$

$$\text{Pinge välisahelas on leitav seosest } U = \varepsilon - Ir \quad (1p.)$$

Rööpühenduse korral on pinge välisahelas jadaühenduses:

$$U = I(R_v + R_A) = 10,1V \quad (1p.)$$

$$10,1 = \varepsilon - 0,1r \quad (1p.)$$

Rööpühenduses:

$$1 = \varepsilon - 1,01r \quad (1p.)$$

Võrrandilahendiks saab $r=10 \Omega$ ja $\varepsilon = 11,1V$. Lühisvool on leitav: $(1p.)$

$$I_L = \frac{\varepsilon}{r} = 1,11A \quad (1p.)$$

3. (VÕRE) 12p.

$$R_x = I\Omega$$

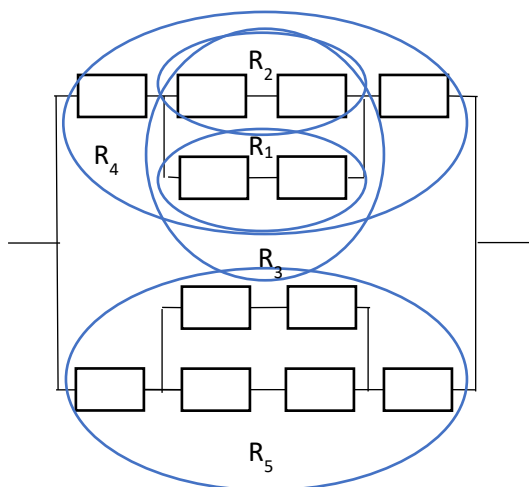
$$U = 12V$$

Võrel eralduva võimsuse leidmiseks tuleb leida kogutakistus R ja seejärel võimsus seosest $P=U^2/R$. $(1p.)$

Lülitus AB.

Joonistame skeemi.

$(2p.)$



Jada- ja rööpühenduse seoseid kasutades leiame kogutakistuse.

$$R_1 = R_x + R_x \quad R_1 = 1 + 1 = 2(\Omega)$$

$$R_2 = R_x + R_x \quad R_2 = 1 + 1 = 2(\Omega)$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1} \quad R_3 = 1(\Omega)$$

$$R_4 = R_3 + R_x + R_x \quad R_4 = 1 + 1 + 1 = 3(\Omega)$$

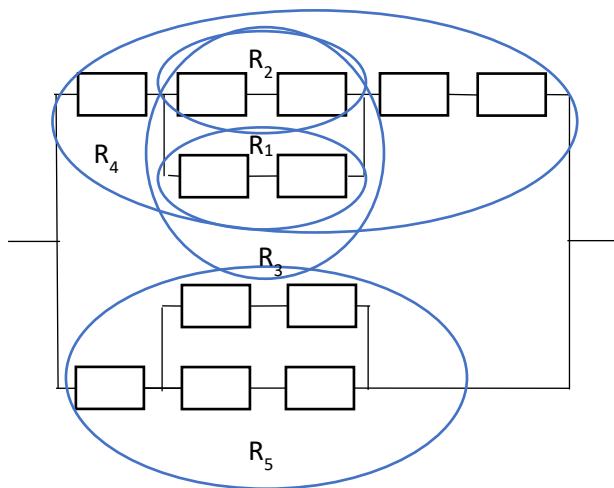
$$R_4 = R_5 = 3(\Omega)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \quad R = 1,5(\Omega) \quad (2p.)$$

$$P_{AB} = \frac{12^2}{1,5} = 96(W) \quad (1p.)$$

Lülitus AC.

Joonistame skeemi. (2p.)



Jada- ja rööpühenduse seoseid kasutades leiame kogutakistuse.

$$R_1 = R_x + R_x \quad R_1 = 1 + 1 = 2(\Omega)$$

$$R_2 = R_x + R_x \quad R_2 = 1 + 1 = 2(\Omega)$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1} \quad R_3 = 1(\Omega)$$

$$R_4 = R_3 + R_x + R_x + R_x \quad R_4 = 1 + 1 + 1 + 1 = 4(\Omega)$$

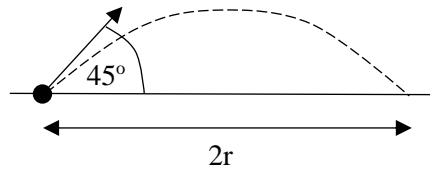
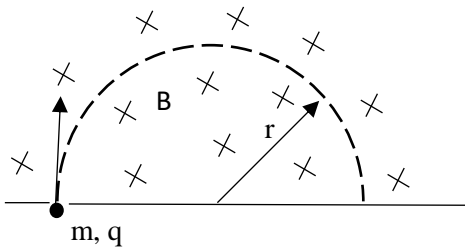
$$R_5 = R_3 + R_x \quad R_5 = 1 + 1 = 2(\Omega)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \quad R = 1,33(\Omega) \quad (2p.)$$

$$P_{AB} = \frac{12^2}{1,33} = 108(W) \quad (1p.)$$

$$\frac{P_{AB2}}{P_{AB1}} = 1,125 \quad (1p.)$$

4. (MAGNETVÄLI) 14p.



Visatud keha läbib teepikkuse

$$s = v_x t = vt \cos 45^\circ = vt \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{ja} \quad s = 2r \quad (2p.)$$

$$v_y = v_x, \text{ sest } \sin 45^\circ = \cos 45^\circ \quad (1p.)$$

$$v_y = v_x = gt_1, \text{ kus } t_1 \text{ on tõusu aeg} \quad (1p.)$$

$$t_1 = \frac{v \cos 45^\circ}{g} \quad (1p.)$$

$$t = 2t_1 = \frac{2v \cos 45^\circ}{g} = \frac{2v\sqrt{2}}{g^2} = \frac{v\sqrt{2}}{g} \quad (1p.)$$

Avaldame esimesest valemist r ja asendame t : $r = \frac{s}{2} = \frac{v\sqrt{2}}{2 \cdot 2} \cdot \frac{v\sqrt{2}}{g} = \frac{v^2}{2g}$ (2p.)

Magnetvälja sisenevale osakesele annab kiirenduse $a_n = \frac{v^2}{r}$ Lorentzi jõud $F_L = qvB$ (2p.)

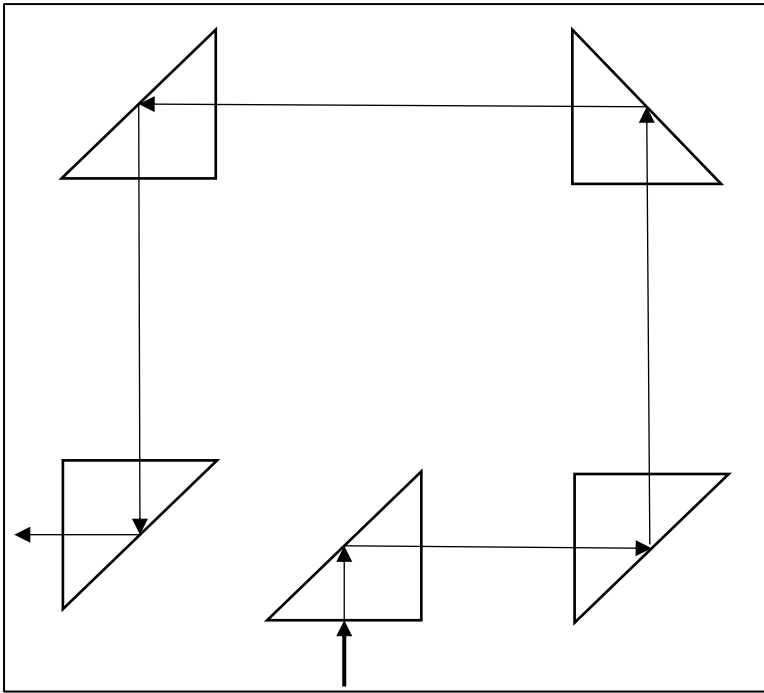
$$\frac{mv^2}{r} = qvB \Rightarrow v = \frac{qBr}{m} \quad \text{Asendame selle } r \text{ avaldisse: } r = \frac{q^2 B^2 r^2}{m^2 2g} \Rightarrow r = \frac{2m^2 g}{q^2 B^2} \quad (4p.)$$

5. (PRISMAD) 10p.

a) Kui klaasprismad on õhus:

Risti prisma tahule langev kiir levib edasi suunda muutmata. Kui kiir langeb klaasist prisma sees tahule 45-kraadise nurga all, toimub täielik sisepeegeldumine, s.t. murdumist ei toimu ja kiir peegeldub 45° nurga all. Nii toimub kõigi viie prismaga.

Joonisel 5 õiget valguskiire suuna muutust (5p.)



b) Kui õhkprismad on klaasis:

Risti tahule langev kiir suunda ei muuda.

Järgmisele tahule langeb kiir 45° nurga all. Vastavalt murdumiseadusele leiame murdumisnurga:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_2$$

$$\gamma = \arcsin \frac{\sin \alpha}{n_2}$$

$$\gamma = 28^\circ$$

(2p.)

Geomeetrilise konstruktsiooniga joonisel ilmneb, et langemisnurk prismale 1 on 73° .

(1p.)

Kuna valgus langeb optiliselt tihedamast keskkonnast optiliselt hõredamale ja nurk on suurem kui täieliku peegeldumise piirnurk, siis murdumist ei toimu ja kogu valgus peegeldub 73° nurga all.

(2p.)

