

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2021/2022 õ.-a.

LAHENDUSED 12. KLASSILE

1. NAATRIUMIST PLAAT (10p)

$$\lambda = 470\text{nm} = 470 \cdot 10^{-9}\text{m}$$

$$B = 0,5\text{mT} = 0,5 \cdot 10^{-3}\text{mT}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$$

$$A_v = 2,28\text{eV} = 3,65 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

$$c = 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34}\text{Js}$$

Leida: $r = ?$

Andmete teisendused (1p)

$$hf = A_v + \frac{mv^2}{2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2(hf - A_v)}{m}} \quad (2\text{p})$$

$$c = \lambda f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \quad f = \frac{3 \cdot 10^8}{470 \cdot 10^{-9}} = 6,38 \cdot 10^{14}(\text{Hz}) \quad (2\text{p})$$

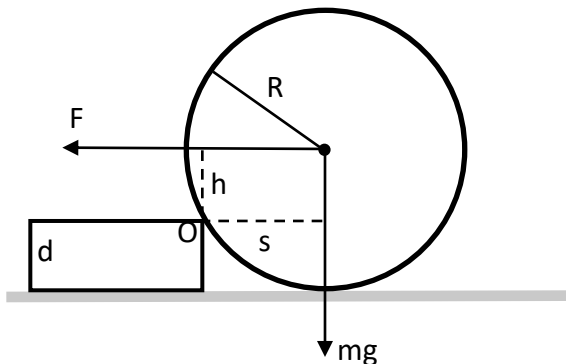
$$v = \sqrt{\frac{2(6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 6,38 \cdot 10^{14} - 3,65 \cdot 10^{-19})}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{11,47 \cdot 10^{-20}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 3,55 \cdot 10^5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \quad (1\text{p})$$

$$F = qvB \sin \alpha \quad q = e, \quad \sin \alpha = 1 \rightarrow F = evB \quad (1\text{p})$$

$$\text{Ringliikumisel: } F = ma = \frac{mv^2}{r} \rightarrow \frac{mv^2}{r} = evB \rightarrow \frac{mv}{r} = eB \rightarrow r = \frac{mv}{eB} (2\text{p})$$

$$r = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3,55 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 4,04 \cdot 10^{-3}(\text{m}) = 4,04(\text{mm}) \quad (1\text{p})$$

2. AIAKÄRU (10p)



- 1) Ületamaks paigalseisust telliskivi tekitatud takistust, peab aiakäru ratas pöörlema ümber punkti O (**1p**). Momentide reegli tõttu peab kehtima võrratus:

$$F \cdot h \geq mg \cdot s \text{ (1p)}$$

Ülesande tingimustest lähtuvalt

$$h = R - d = \frac{R}{2} \text{ (1p)}$$

ja

$$s = \sqrt{R^2 - h^2} = \frac{R\sqrt{3}}{2} \text{ (1p)}$$

Seega peab

$$F \geq mg\sqrt{3}, \quad F \geq 850 \text{ N (1p)}$$

- 2) Energia jäävusest $E_k = E_p$ (**1p**) lähtudes saame

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \text{ (2p)}$$

ehk

$$v = \sqrt{2gh}, \quad v \approx 1,13 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (2p)}$$

3. AKUPATAREI (6p)

Patarei kogu pinge enne laadimist on $U_p = N \cdot U_e = 60 \cdot 1,2V = 72V$ (**1p**)

Kuna laadimispinge polaarsus on patarei pingega vastupidine, siis patarei klemmipinge peab olema:

$$U = U_L - U_p = 115 - 72 = 43V \text{ (1p)}$$

Selleks, et saavutada laadimise voolutugevuseks 2,5 A, peab vooluahela takistus olema :

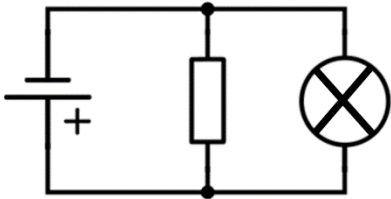
$$I = \frac{U}{R} \rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{43V}{2,5A} = 17,2 \Omega \text{ (2p)}$$

Vooluelementide sisetakistused on kokku $R_e = 60 \cdot 0,02\Omega = 1,2\Omega$ (**1p**)

Seega reostaadi takistus peab olema $R_r = 17,2 \Omega - 1,2 \Omega = 16 \Omega$. (**1p**)

4. HÕÕGLAMP (10p)

- 1) Kui liugur on paigutatud selliselt, et kogu mähis on rööbiti lambiga, siis on lambi klemmidele rakendatud vooluallika klemmpinge 9V (**1p**). Seda on lihtne näha olukorrast vooluringiskeemi joonistamisel:



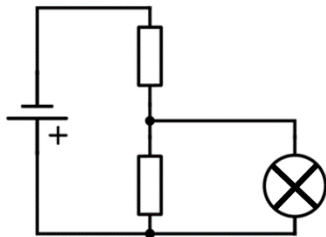
Graafikult on näha, et 9V pinge rakendamisel hõõglambile on selle takistus 30 Ω . (**1p**)
Võimsuse saab leida seostest

$$N = UI \text{ ja } I = \frac{U}{R}, \text{ kus } N = \frac{U_1^2}{R} = \frac{9^2}{30} = 2,7(W) \text{ (2p)}$$

- 2) Kui liugur on paigutatud selliselt, et pool mähis on rööbiti lambiga, siis on lambi klemmidele rakendatud täpselt pool vooluallika klemmpingest. See juhtub, kui liugur on täpselt reostaadi mähise keskel.

$$U = U_1 + U_2 \quad U_1 = U_2 = \frac{U}{2} \text{ (2p)}$$

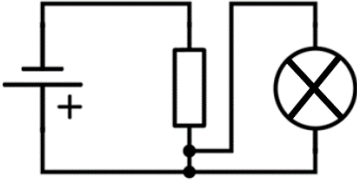
Seda on lihtne näha olukorrast vooluringiskeemi joonistamisel, kus on reostaadi mähis tehtud kaheks võrdse takistusega takistiks, mille keskele on ühendatud liugur:



Graafikult on näha, et 4,5V pinge rakendamisel hõõglambile on selle takistus 17,5 Ω . (**1p**)
Võimsus on sellisel juhul

$$N = \frac{U_2^2}{R} = \frac{4,5^2}{17,5} = 1,16(W) \text{ (1p)}$$

- 3) Kui liugur on paigutatud selliselt, et mähis pole lambiga rööbiti, siis tekib lambi jaoks lühisühendus, kus lambi klemmidele ei rakendu pinge ja lambipirn ei põle ehk eralduv võimsus lambis on $N = 0 W$. (**2p**) Seda on lihtne näha olukorrast vooluringiskeemi joonistamisel:



5. ELEKTRONI IMPULSS (7p)

I võimalus

Võttes aluseks Bohri aatomimudeli, võime Coulombi jõudude

$$F = k \frac{q_1 q_2}{R^2} \quad (1p)$$

väljas ringjoonelisel liikumisel

$$F = ma = \frac{mv^2}{R} \quad (2p)$$

kirjutada impulsi

$$p = mv \quad (1p)$$

arvutamiseks seose

$$p = \sqrt{\frac{kmq^2}{R}}, \quad p \approx 1,99 \cdot 10^{-24} \frac{\text{kg m}}{\text{s}} \quad (2p)$$

kus on võetud arvesse, et prootoni ja elektroni laengud on absoluutväärtustelt võrdsed elementaarlaenguga $|q_1| = |q_2| = q$ (1p).

II võimalus

Võttes aluseks Bohri postulaadi elektroni impulsimomendi kohta

$$L = n \frac{h}{2\pi}, \quad (2p)$$

kus n on statsionaarse orbiidi järjekorra number. Käesolevas ülesandes $n = 1$ (1p). Arvestades impulsimomendi ja impulsi definitsiooni

$$L = pR \quad (2p)$$

saame kokkuvõtteks:

$$p = \frac{h}{2\pi R}, \quad p \approx 1,99 \cdot 10^{-24} \frac{\text{kg m}}{\text{s}} \quad (2p)$$