

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)

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

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

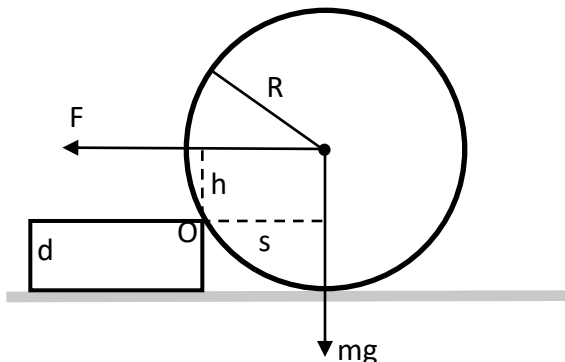
$$v = \sqrt{\frac{2(6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 6,38 \cdot 10^{14} - 3,65 \cdot 10^{-19})}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{11,47 \cdot 10^{-20}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 3,55 \cdot 10^5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \quad (1\text{p})$$

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

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

$$r = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3,55 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 4,04 \cdot 10^{-3}(\text{m}) = 4,04(\text{mm}) \rightarrow \text{lennukaugus } l = 2r \approx 8,1\text{mm} (1\text{p})$$

2. AIAKÄRU (10p)



- 1) Ületamiseks 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 pingeline enne laadimist on  $U_p = N \cdot U_e = 60 \cdot 1,2V = 72V$  (**1p**)

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

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

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

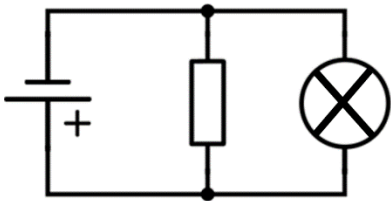
$$I = \frac{U}{R} \rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{43V}{2,5A} = 17,2 \Omega \text{ (2p)}$$

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 pinge 9V eeldusel, et vooluallikas on ideaalne (1p). Seda on lihtne näha olukorrast vooluringiskeemi joonistamisel:



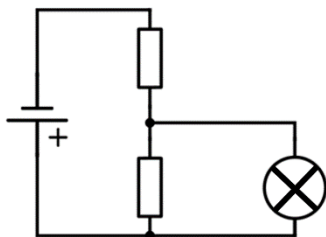
Graafikult on näha, et 9V pinge rakendamisel hõõglambile on selle takistus 30  $\Omega$ . (1p)  
Võimsuse saab leida seostest

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

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

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

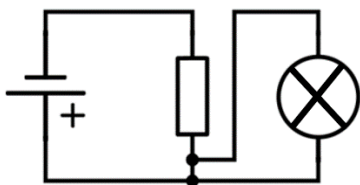
Seda on lihtne näha olukorrast vooluringiskeemi joonistamisel, kus on reostaadi mähis tehtud kaheks võrdse takistusega takistiks, mille keskele on ühendatud liugur:



Graafikult on näha, et 4,5V pinge rakendamisel hõõglambile on selle takistus 17,5  $\Omega$ . (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:

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