

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2020/2021 õ.-a.
LAHENDUSED 12. KLASSILE

1. KASUTEGUR (8p)

Kasuteguri definitsioonist $\eta = \frac{A_g}{Q}$ (1p). Kuna pV -teljestikus saame vastava graafiku aluse pindala kaudu arvutada gaasi töö A_g või süsteemile antava soojushulga Q arvulisi väärtusi (1p), siis

$$A_g = (6p_0 - 4p_0) \cdot (5V_0 - 2V_0) \quad (1p)$$

$$Q = (6p_0 - 1p_0) \cdot (5V_0 - 2V_0) \quad (2p)$$

Seega saame tulemuseks

$$\eta = \frac{6p_0V_0}{15p_0V_0} = 0,4 \quad (1p)$$

Jahutile ära antava soojushulga saame energia jäävuse seadusest $Q_J = Q - A_g$ (1p). Seega saame tulemuseks

$$Q_J = (15 - 6)p_0V_0 = 9p_0V_0$$

ja $Q_J = 1,8 \text{ kJ}$ (1p)

2. KONDENSAATORIGA VOOLURING (8p)

$$U = 4,5 \text{ V}$$

$$R = 5 \Omega$$

$$C = 50 \text{ mF} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ F}$$

- a. Vahetult pärast lüliti sulgemist on kondensaator ilma laenguta, kuna oli vaatluse alguses laadimata. Laadimata kondensaator hakkab koheselt laengut koguma ja käitub vooluringis nagu ilma takistuseta juhe. (1p)

Ampermeeter mõõdab kogu vooluringi voolutugevust, mille saab leida oomi seadusest:

$$I = \frac{U}{R_{kogu}} = \frac{U}{0,5R} = \frac{4,5}{2,5} = 1,8A \quad (1p)$$

Kuna kondensaator on laadimata, siis selle plaatide vaheline pinge on 0 V ja laeng samuti 0 C. (2p)

- b. Kui lüliti on kinni olnud pikka aega, siis on kondensaator täielikult laetud tema plaatidele rakendatud pinge väärtuseni ehk vooluallika maksimaalse pingeni, mis tõttu see enam laenguid edasi ei kannu ning käitub vooluringis, kui lahtine lüliti. (1p)

Ampermeetri näidu saab leida sellisel juhul $I = \frac{U}{R} = 0,9A$. (1p)

Täielikult laetud kondensaatori plaatide vahel on tema plaatidele rakendatud pinge väärtus 4,5 V. (1p)

Laengu saab leida mahtuvuse valemi abil $C = \frac{q}{U} \rightarrow q = CU = 0,225C$. (1p)

3. KETAS VEE PEAL (8p)

$$D = 25 \text{ cm}$$

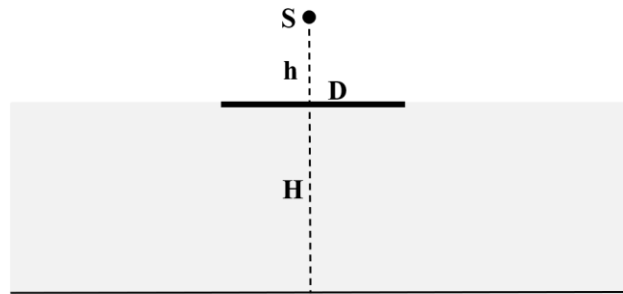
$$H = 2 \text{ m}$$

$$h = 8 \text{ cm}$$

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 1,33$$

$$R = ?$$



Valguse murdumisseadusest lähtuvalt langemisnurka suurenemisel ka murdumisnurk suureneb.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{Suurim murdumisnurk (piirjuhul) on siis, kui } \alpha = 90^\circ, \sin\alpha = 1. \quad (2p)$$

$$\sin\gamma = \frac{n_1}{n_2} \quad \gamma = 48,8^\circ. \quad (2p)$$

$$\text{Varju maksimaalne raadius } R = \frac{D}{2} + H\tan\gamma \approx 2,4 \text{ m} \quad (4p)$$

4. KORVPALL (8p)

Energia jäävuse seadusest (1p) lähtuvalt muutub potentsiaalne energia $E_p = mgh_n$ (1p)

kineetiliseks energiaks $E_{kin} = \frac{mv_n^2}{2}$ (1p) ja vastupidi. Seega saame, et

$$\frac{mv_n^2}{2} = mgh_n, \text{ kus } n = 0, 1, 2, \dots, 8 \text{ on pörgete arv (1p).}$$

Ülesande tingimustest lähtuvalt saame kirja panna pörkele järgnenud ja eelnenud kõrguste suhte

$$\frac{h_n}{h_{n-1}} = \frac{h_1}{h_0} = \frac{3}{5} \quad (1p)$$

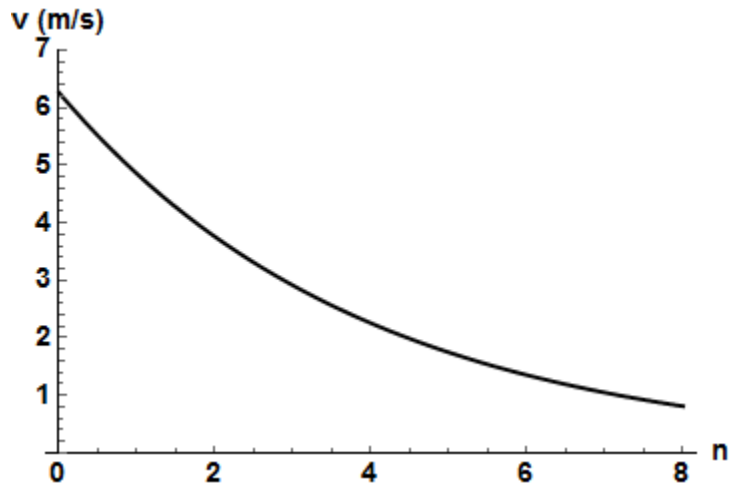
ehk

$$h_n = h_0(0,6)^n \quad (1p)$$

Nüüd saame kirjutada kiiruse ja pörgete arvu omavahelise seose:

$$v_n = \sqrt{2gh_0(0,6)^n} \quad (1p)$$

Selle seose graafik (1p) on



5. KUNSTELEKTRON (12p)

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

$$v = 8 \cdot 10^6 \text{m/s}$$

$$\Delta t = 100 \text{ns}$$

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

$$d_1 = 4 \text{cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

$$d_2 = 6 \text{cm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

$$B = f(t)?$$

Magnetväli peab olema suunatud risti joonisega. Vastavalt vasaku käe reeglile on magnetiline induktsioon suunatud joonisest välja, kui elektron liigub ülemisel ringjoonel (ABCD) ja joonise sisse, kui alumisel ringjoonel (AEFG). **(1p)**

Leiame vastavate induktsioonide väärtused:

$$F_1 = evB_1 \sin \alpha \quad \mathbf{(1p)}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad \sin \alpha = 1$$

$$F_1 = ma_1 = m \frac{v^2}{r_1} \quad \mathbf{(2p)}$$

$$evB_1 = m \frac{v^2}{r_1}$$

$$B_1 = \frac{mv}{er_1} \quad \mathbf{(1p)}$$

$$B_1 = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 8 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 22,75 \cdot 10^{-4} (T) = 2,275 (mT) \approx 2,3 (mT) \quad \mathbf{(1p)}$$

$$B_2 = \frac{mv}{er_2}$$

$$B_2 = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 8 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 15,17 \cdot 10^{-4} (T) = 1,517 (mT) \approx 1,5 (mT) \quad \mathbf{(1p)}$$

Sealjuures on induktsioonid vastassuunalised. Loeme B_1 suuna positiivseks ja B_2 suuna negatiivseks.

Leiame, kui kaua kulub elektronil aega ülemise ja alumise ringi läbimiseks.

$$v = \frac{2\pi r_1}{T_1} \rightarrow T_1 = \frac{2\pi r_1}{v} \quad (1p)$$

$$T_1 = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{v} = 1,57 \cdot 10^{-8}(s) \approx 16(ns) \quad (1p)$$

$$T_2 = \frac{2\pi r_2}{v}$$

$$T_2 = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{v} = 2,355 \cdot 10^{-8}(s) \approx 24(ns) \quad (1p)$$

Joonestame graafiku:

(2p)

