



חשמל- מס' שאלון 917521

שאלה 1

(א) (1) חיובי, מכיון שהפוטנציאל ע"פ הכדור חיובי מכיון שהפוטנציאל היא סקלר, וניתן לראות שע"פ התרשים הפוטנציאלים חיובים ולכן המטען הוא חיובים

$$V = \frac{KQ}{R} \Rightarrow Q = \frac{V \cdot R}{K} \quad (2)$$
$$Q = \frac{8000 \times 0,20 \times 10^{-3}}{9 \times 10^9} = 1.77 \times 10^{-8} \text{C}$$

$$W_{A \rightarrow C} = W_{A \rightarrow B} + W_{B \rightarrow C} = (V_A - V_B)q + (V_B - V_C)q \quad (ב)$$
$$= (6000 - 3000) \cdot 8 \times 10^{-9} + (3000 - 3000) \cdot 8 \times 10^{-9}$$
$$= 2.4 \times 10^{-5} \text{J}$$

$$W_{L \rightarrow D} = (V_D - V_L) \cdot q = (1800 - 1700) \times 10^{-9} \quad (1) \quad (ג)$$
$$W_{L \rightarrow D} = 10^{-7} \text{J}$$

(2) נחשב את r_L ו- r_D ע"פ הפוטנציאל

$$V_L = \frac{KQ}{r_L}$$
$$r_L = \frac{KQ}{V_L} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.77 \times 10^{-8}}{1700} = 94 \text{mm}$$
$$r_L = \frac{KQ}{V_D} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.77 \times 10^{-8}}{1800} = 88.5 \text{mm}$$

נחשב את F מהגדרת העבודה

$$W = F \cdot \Delta X = F(r_L - r_D)$$
$$\text{גודל } F = \frac{W}{r_L - r_D} = \frac{10^{-7}}{(94 - 88.5)10^{-3}} = 1.82 \times 10^{-5} [\text{N}]$$
$$\text{גודל } E = \frac{\Delta V}{\Delta X} = \frac{1800 - 1700}{(94 - 88.5) \times 10^{-3}} = 1.82 \times 10^4 \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right] \quad (3)$$

(ד) הבחירה היא (2).

ע"פ חוק גאוס השדה בתוך גוף טעון הוא אפס ולכן הפוטנציאל בין כל שתי נקודות בתוכו זהה לפוטנציאל על פניו

שאלה 2

(א) (1) לנקודה E ע"פ חוק אום ככל ש-R גדול הזרם קטן.

(2) נקודה B. ההתנגדות במצב זה היא הכי קטנה, ולכן הזרם הוא מרבי.

$$I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{24}{2} = 12A \quad (3)$$

(ב) (1) $\varepsilon = I_{\min}(R_{\max} + r)$

$$R_{\max} = \frac{\varepsilon}{I_{\min}} - r = \frac{24}{0.8} - 2 = 28\Omega$$

$$R = \frac{\varepsilon}{I} - r = \frac{24}{1.5} - 2 = 14\Omega \quad (2)$$

(ג) (1) במעגל I (חיבור ריאוסטטי), דרוש זרם גבוה על-מנת שעוצמת האור תהיה

הגדולה ביותר ולכן S מחובר לנקודה B.

(2) במעגל II (חיבור פוטנציטרי - מחלק מתח) על-מנת שהעוצמה תהיה גדולה,

דרוש הפרש פוטנציאליים גבוה ולכן לנקודה B.

(ד) נחשב את התנגדות המנורה

$$P_L = \frac{V^2}{R_L}$$

$$R_L = \frac{V^2}{P} = \frac{24^2}{28.8} = 20\Omega$$

(ד) כאשר S מחובר לנקודה D - התנגדות הנגד היא 14Ω - ע"פ סעיף ב) (2) ולכן הזרם

דרך הנורה הוא:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R + R_L} = \frac{24}{2 + 14 + 20} = \frac{2}{3} A$$

מכאן הספק הנורה:

$$P = I^2 R = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 20 = 8.88W$$



שאלה 3

(א) לא, כי אם נחשב את הזרם, בהנחה שרק R נמצא במעגל, נקבל זרם של:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{48}{10^6} = 48 \times 10^6 \text{ A}$$

$$I = 0.000048 \text{ A}$$

והזרם הזה קטן מ- 0.005A

$$\varepsilon = I(R + R_x) = \frac{V}{R}(R + R_x) \quad (1) \quad \text{(ב)}$$

$$\varepsilon R = VR + VR_x$$

$$R_x = R \frac{\varepsilon - V}{V}$$

$$R_x = 10^6 \frac{48 - 9.6}{9.6} = 4 \times 10^6 \Omega \quad (2)$$

$$I = \frac{V}{R_x} = \frac{6 \times 10^3}{4 \times 10^6} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ A} = 0.0015 \text{ A} \quad (3) \quad \text{(ג)}$$

לא הוא לא מתחשמל כי $0.0015 < 0.005$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \cdot \Delta t = 1.5 \times 10^{-3} \text{ C} \quad (1) \quad \text{(ד)}$$

$$n_e = \frac{\Delta q}{e} = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 9.375 \times 10^{15}$$

(2) מהאדמה לחשמלאי - מכיוון שאלקטרונים (מטען שלילי) נעים מהפוטנציאל הנמוך לגבוה



שאלה 4

(א) כוון השדה הוא החוצה מהדף, לפי כלל היד הימנית למטענים חיוביים, כאשר מהירות הכניסה, מכוונת מעלה, ניצבת לכוח המכוון ימינה.

(ב) הכוח מגנטי ניצב תמיד למישור המכיל את וקטורי המהירות והשדה, מאחר והכוח ניצב לווקטור המהירות הוא משנה את כיוונה בלבד, כלומר גודלה של מהירותם לא משתנה.

(ג) (1) זמן התנועה של יון המימן הוא חצי זמן מחזור (חצי סיבוב). הביטוי לרדיוס המסלול הוא:

$$\begin{aligned}q_H \cdot v_{\perp} \cdot B &= m \frac{v_{\perp}^2}{R} \\v_{\perp} &= v \rightarrow q_H v B = m \frac{v^2}{R} \\q_H B &= m \frac{v_H}{R_H} \\R_H &= \frac{m_H v_H}{q_H B}\end{aligned}$$

מכאן נקבל את זמן המחזור:

$$T_H = \frac{2\pi R_H}{v_H} \Rightarrow T_H = \left(\frac{2\pi}{v_H} \right) \left(\frac{m_H v_H}{q_H B} \right) = \frac{2\pi m_H}{q_H B}$$

ולכן, זמן התנועה הוא:

$$t_H = \frac{T_H}{2} \Rightarrow t_H = \frac{\pi m_H}{q_H B}$$

(2) באופן דומה, זמן התנועה של יוני הליום הוא:

$$t_{He} = \frac{\pi m_{He}}{q_{He} B}$$

ולכן, יחס הזמנים המבוקש הוא:

$$\frac{t_{He}}{t_H} = \frac{\left(\frac{\pi \cdot m_{He}}{q_{He} \cdot B} \right)}{\left(\frac{\pi \cdot m_H}{q_H \cdot B} \right)} = 4$$

כאשר $m_{He} = 4m_H$ ו- $q_{He} = q_H$



(ד) המרחק d הוא ההפרש בין קוטרי המסלולים של יוני ההליום ויוני המימן. כלומר,

$$d = D_{\text{He}} - D_{\text{H}}$$

כאשר D_{He} הוא קוטר מסלול יוני ההליום ו- D_{H} הוא קוטר מסלול יוני המימן.

$$d = 2(R_{\text{He}} - R_{\text{H}}) = \text{מכאן,}$$

$$= 2 \left(\frac{m_{\text{He}} v_{\text{He}}}{q_{\text{He}} B} - \frac{m_{\text{H}} v_{\text{H}}}{q_{\text{H}} B} \right) =$$

$$= 2 \left(\frac{(4m_{\text{H}}) v_{\text{He}}}{q_{\text{He}} B} - \frac{m_{\text{H}} v_{\text{H}}}{q_{\text{H}} B} \right) =$$

$$= \frac{2m_{\text{H}}}{q_{\text{H}} B} (4v_{\text{He}} - v_{\text{H}})$$

מאחר והשדה המאיץ הוא שדה משמר, נקבל את מהירויות היונים משיקולי אנרגיה,

$$\Delta E_{\text{p}} + \Delta E_{\text{K}} = 0, \text{ כלומר,}$$

$$q \cdot (-V) + \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = 0$$

$$-qV + \frac{1}{2} m v^2 = 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

נציב לפי ביטוי זה, ונקבל:

$$d = \frac{2m_{\text{H}}}{q_{\text{H}} B} \cdot \left(4 \cdot \sqrt{\frac{2q_{\text{He}} \cdot V}{m_{\text{He}}}} - \sqrt{\frac{2q_{\text{H}} \cdot V}{m_{\text{H}}}} \right) =$$

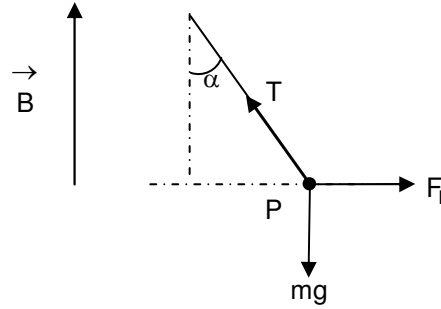
$$= \frac{2m_{\text{H}}}{q_{\text{H}} B} \cdot \left(4 \cdot \sqrt{\frac{2q_{\text{H}} V}{4m_{\text{H}}}} - \sqrt{\frac{2q_{\text{H}} V}{m_{\text{H}}}} \right) =$$

$$= \frac{2m_{\text{H}}}{q_{\text{H}} B} \cdot \sqrt{\frac{2q_{\text{H}} V}{m_{\text{H}}}} =$$

$$= 2 \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m_{\text{H}}}{q_{\text{H}} \cdot B^2}}$$

שאלה 5

(1) (א)



(2) מ-P ל-Q, ע"פ כלל הימנית לזרם

$$F_1 = B I \ell \sin \alpha ; \alpha = 90^\circ$$

$$F_1 = B I \ell$$

כשמערכת המוט בשווי משקל, מתקיים: $F_1 = T \sin \alpha$ ו- $mg = T \cos \alpha$

מחלוקת המשוואות זו בזו, נקבל:

$$\frac{F_1}{mg} = \tan \alpha \Rightarrow B I \ell = mg \cdot \tan \alpha$$

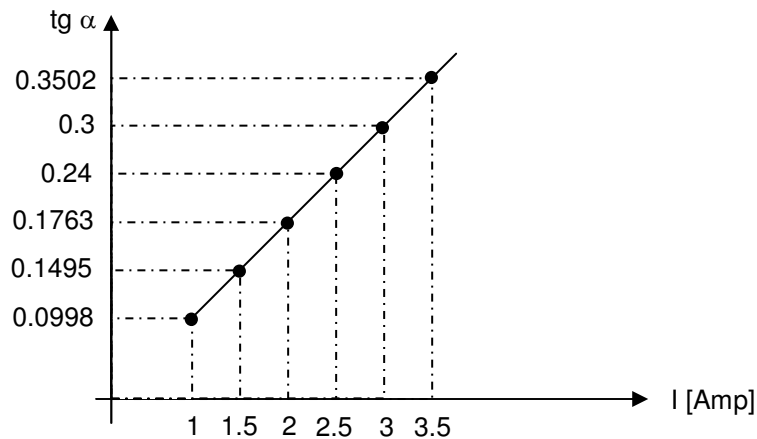
$$\Rightarrow \tan \alpha = \left(\frac{B \ell}{mg} \right) I$$

(1) (ג) $\tan \alpha$ ו-I, שכן זוהי פונקציה ממעלה ראשונה ב-I

(2)

I[Amp]	1	1.5	2	2.5	3	3.5
$\tan \alpha$	0.0998	0.1763	0.1763	0.2400	0.3000	0.3502

(3)





(ד) נסמן את השיפוע ב-a

$$a = \frac{\Delta(\operatorname{tg} \alpha)}{\Delta l} \Rightarrow a = \frac{0.3502 - 0.0998}{3.5 - 1} = 0.1 \frac{1}{A}$$

נשווה ערך זה לשיפוע התיאורטי מסעיף (ב), ונקבל:

$$a = \frac{B\ell}{mg} \rightarrow \frac{B\ell}{mg} = 0.1$$

$$\rightarrow B = \frac{0.1 \cdot mg}{\ell} = \frac{0.1 \cdot 0.01 \cdot 10}{0.2} = 0.05T$$