ΣΑΒΒΑΤΟ 2 ΜΑΡΤΙΟΥ 2024

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Επιμέλεια διαγωνίσματος: ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΑΡΗΣ

ΘΕΜΑ Α

I. Α1. Β η απότομη μείωση της ροής από τις σπείρες προκαλεί τάση από αυτεπαγωγή

Α2. Δ $K_e = h\cdot f - \varphi \Leftrightarrow h\cdot f_0 = h\cdot f - h\cdot f_0 \Leftrightarrow f = 2f_0$

Α3. Δ από θεωρία

Α4. Α είναι το βήμα της έλικας που εκτελεί το σωματίδιο

II.

1)Σ σε κάθε σώμα αντιστοιχεί μια κυματική ιδιότητα , το μήκος κύματος De Brolie.

2)Λ από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πηνίου

3)Σ ημθ=0

4)Λ είναι ένα συνεχές ρεύμα

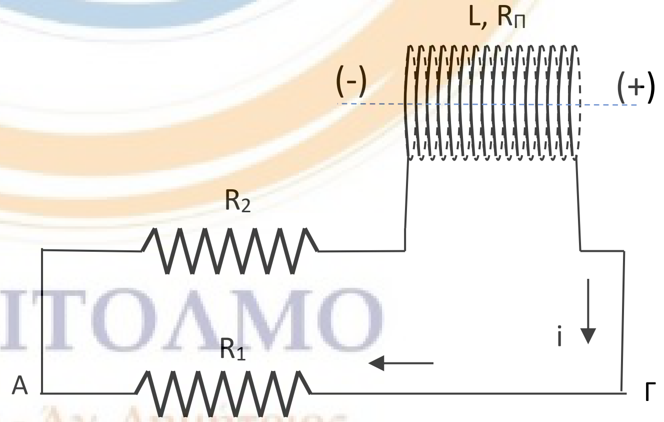
5) Λ οι δυναμικές γραμμές των δυο πεδίων είναι κάθετες

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η (α)

Ο κλάδος του κυκλώματος που περιλαμβάνει το πηνίο διαρρέεται από σταθερό ρεύμα

$I_1 = \dfrac{E}{R_1 + R_\Pi} = \dfrac{E}{6R}$ (1)



Όταν ανοίξουμε τον διακόπτη (δ) κλειστό κύκλωμα αποτελούν το πηνίο με τους αντιστάτες R_1 , R_2 και το πηνίο έχει αποθηκευμένη ενέργεια $U_B = \dfrac{1}{2} L\cdot I_1^2$ (2).

Η ένταση του ρεύματος πάει απότομα να μειωθεί στο πηνίο με αποτέλεσμα την εμφάνιση σε αυτό τάσης από αυτεπαγωγή. Η τάση αυτή έχει τέτοια πολικότητα έτσι ώστε σύμφωνα με την Α.Δ.Ε να αντιστέκεται στην απότομη μείωση του ρεύματος που την προκαλεί και εμφανίζει θετικό πόλο δεξιά του πηνίου, δίνοντας ρεύμα στο κλειστό κύκλωμα με την φορά των δεικτών του ρολογιού, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Έστω i το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα όταν ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος έχει απόλυτη τιμή $\left|\frac{di}{dt}\right| = \frac{E}{2L}$. Από το δεύτερο κανόνα του Kirchhoff έχουμε

$$E_{αυτ} - i \cdot R_1 - i \cdot R_2 - i \cdot R_{\Pi} = 0 \Leftrightarrow L \cdot \left|\frac{di}{dt}\right| = i \cdot (R_1 + R_2 + R_{\Pi}) \Leftrightarrow$$

$$L \cdot \frac{E}{2L} = i \cdot 9R \Leftrightarrow i = \frac{E}{18R} \xrightarrow{(1)} i = \frac{I_1}{3}$$

Εκείνη την στιγμή στο πηνίο η αποθηκευμένη ενέργεια είναι :

$$U_B' = \frac{1}{2} L \cdot i_1^2 = \frac{1}{2} L \cdot \left(\frac{I_1}{3}\right)^2 = \frac{1}{2} L \cdot \frac{I_1^2}{9} = \frac{U_B}{9}$$

Από ΑΔΕ : $U_B = W_{ηλ} + U_B' \Leftrightarrow W_{ηλ} = U_B - \frac{U_B}{9} = \frac{8U_B}{9}$

Τελικά με την χρήση της (1) : $W_{ηλ} = \frac{8}{9} \cdot \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{6R}\right)^2 \Leftrightarrow \boxed{W_{ηλ} = \frac{L \cdot E^2}{81R^2}}$

.

Β2. Σωστή η (γ)

Επειδή η συσκευή λειτουργεί κανονικά η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που την διαρρέει είναι $I_{\mathrm{EN}(\Sigma)} = I_K = \frac{P_K}{V_K} = \frac{200}{80} = 2,5A$. Επίσης η συσκευή έχει αντίσταση :

$R_{\Sigma} = \frac{V_K^2}{P_K} = \frac{6400}{200} = 32\Omega$. Επειδή τα δίπολα συνδέονται σε σειρά η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει την συσκευή είναι η ενεργός ένταση του ρεύματος του κυκλώματος και ισχύει : $I_{\mathrm{EN}(\Sigma)} = I_{\mathrm{EN}} = \frac{I}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow I = 2,5\sqrt{2}A$ οπού I το πλάτος του ρεύματος στο κύκλωμα.

Για το πλάτος της τάσης : $I = \frac{V}{R_{ολ}} \Leftrightarrow I = \frac{V}{R_{\Sigma} + R} \Leftrightarrow V = 2,5\sqrt{2} \cdot 60 \Leftrightarrow V = 150\sqrt{2}V$

Τελικά : $N \cdot \omega \cdot B \cdot A = 150\sqrt{2}V \Leftrightarrow 10 \cdot 20\sqrt{2} \cdot B \cdot \frac{1}{4} = 150\sqrt{2}V \Leftrightarrow \boxed{B = 3T}$

Β3. Σωστή η (β)

Από την Α.Δ.Ε : $E_φ = E_φ' + K_e \Leftrightarrow K_e = E_φ - E_φ'$ (1)

Αλλά : $E_φ = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{h \cdot c}{\frac{2h}{m \cdot c}} = \frac{1}{2} m \cdot c^2$ (2)

Από την εξίσωση Compton:

$$\lambda' - \frac{2h}{m \cdot c} = \frac{h}{m \cdot c}(1 - συν 90^0) \Leftrightarrow \lambda' = \frac{2h}{m \cdot c} + \frac{h}{m \cdot c} \Leftrightarrow \lambda' = \frac{3h}{m \cdot c}$$

Όμοια : $E_φ' = \frac{h \cdot c}{\lambda'} = \frac{h \cdot c}{\frac{3h}{m \cdot c}} = \frac{1}{3} m \cdot c^2$ (3)

Από τις (2) και (3) η (1) δίνει :

$$\boxed{K_e = E_φ - E_φ' = \frac{1}{2} m \cdot c^2 - \frac{1}{3} m \cdot c^2 \Leftrightarrow K_e = \frac{1}{6} m \cdot c^2}$$

ΑΡΕΙΤΟΛΜΟ

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η πηγή εκπέμπει φως ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις οπότε :

$\mathrm{I} = \sigma\tau\alpha\theta\acute{\varepsilon}\rho o$. Έστω A_1 το εμβαδόν της επιφάνειας της καθόδου και P_1 η ισχύς του φωτός που προσπίπτει σε αυτή.

$$\mathrm{I} = \sigma\tau\alpha\theta\acute{\varepsilon}\rho o \Leftrightarrow \frac{P}{A_{\sigma\varphi\alpha\iota\rho\alpha\varsigma}} = \frac{P_1}{A_1} \Leftrightarrow P_1 = \frac{A_1}{A_{\sigma\varphi\alpha\iota\rho\alpha\varsigma}} \cdot P \Leftrightarrow P_1 = \frac{\pi \cdot r^2}{4\pi d^2} \cdot P \Leftrightarrow P_1 = \frac{0,01}{1} 900W$$

Τελικά : $\boxed{P_1 = 9W}$

Γ2. Η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας είναι :

$$E_\varphi = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,2 \cdot 10^{-7}} J = 9 \cdot 10^{-19} J$$

Από την ισχύ του φωτός που προσπίπτει στην κάθοδο:

$$P_1 = \frac{W_\varphi}{t} = \frac{N_\varphi \cdot E_\varphi}{t} \Leftrightarrow \frac{N_\varphi}{t} = \frac{P_1}{E_\varphi} \Leftrightarrow \frac{N_\varphi}{t} = \frac{9}{9 \cdot 10^{-19}} \Leftrightarrow \frac{N_\varphi}{t} = 10^{19} \frac{\varphi\omega\tau}{s}$$

Γ3. Σύμφωνα με την εκφώνηση το έργο εξαγωγής για το μέταλλο της καθόδου είναι ίσο με $\varphi = 1,1eV$.

Μετατρέπουμε την ενέργεια ενός φωτονίου σε eV: $E_\varphi = 9 \cdot 10^{-19} J = \dfrac{9 \cdot 10^{-19} J}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{J}{eV}} = 5,6eV$.

$$K_e = E_\varphi - \varphi \Leftrightarrow K_e = 5,6eV - 1,1eV \Leftrightarrow \boxed{K_e = 4,5eV}$$

Γ4. Η ανάστροφη τάση που πρέπει να εφαρμόσουμε στην διάταξη η οποία θα μηδενίσει την ένταση του ρεύματος των φωτοηλεκτρονίων είναι η τάση αποκοπής V_0 .
Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για ένα φωτοηλεκτρόνιο που εξέρχεται από την κάθοδο με μέγιστη κινητική ενέργεια K_e και το οποίο φτάνει στην άνοδο με μηδενική ταχύτητα

$$W_{F\eta\lambda(\mathrm{K}\to\mathrm{A})} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow q \cdot \Delta V = 0 - K_e \Leftrightarrow q_e \cdot (V_{\kappa\alpha\theta} - V_{\alpha\nu o\delta}) = -K_e$$

$$\Leftrightarrow -e \cdot V_0 = -K_e \Leftrightarrow K_e = e \cdot V_0 \Leftrightarrow 4,5eV = e \cdot V_0 \Leftrightarrow V_0 = 4,5V$$

Γ.5 Θα εφαρμόσουμε ΘΜΚΕ για ένα φωτοηλεκτρόνιο που εξέρχεται από την κάθοδο με μέγιστη κινητική ενέργεια $K_e = 4,5eV$ και το οποίο φτάνει στην άνοδο με ταχύτητα

$$u = 1,6 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$

Μετατρέπουμε την τελική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου σε eV

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2} m_e \cdot u^2 = \frac{1}{2} 9 \cdot 10^{-31} \cdot (1,6 \cdot 10^6)^2 = 4,5 \cdot (1,6)^2 \cdot 10^{-19} J$$

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{4,5 \cdot (1,6)^2 \cdot 10^{-19} J}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{J}{eV}} = 4,5 \cdot 1,6eV = 7,2eV$$

Τελικά :

ΑΡΕΙΤΟΛΜΟ
Δάφνη - Άγ. Δημήτριος

$$W_{F\eta\lambda(K\to A)} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow q_\varepsilon \cdot \Delta V = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_e \Leftrightarrow q_e \cdot (V_{\kappa\alpha\theta} - V_{\alpha\nu o\delta})$$
$$\Leftrightarrow -e\cdot(-V) = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_e \Leftrightarrow e\cdot V = 7,2eV - 4,5V \Leftrightarrow e\cdot V = 2,7eV \Leftrightarrow V = 2,7V$$

Γ6. Αν φέρουμε την πηγή του φωτός πιο κοντά στην κάθοδο , δηλαδή σε απόσταση μικρότερη από $d = 0,5m$ τότε αυξάνεται η ένταση της ακτινοβολίας $I = \frac{P_\varphi}{A} = \frac{N_\varphi \cdot h \cdot f}{t \cdot A}$ που προσπίπτει στην κάθοδο όχι γιατί αλλάζει συχνότητα f του φωτός αλλά γιατί αυξάνεται η ποσότητα $\frac{N_\varphi}{t}$, δηλαδή το πλήθος των φωτονίων ανά μονάδα χρόνου που προσπίπτουν στην κάθοδο.

α) Δεν μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων γιατί δεν μεταβάλλεται η συχνότητα f : $K_e = h \cdot f - \varphi$

β) Θα μεταβληθεί η ένταση του φωτορεύματος στο κύκλωμα της διάταξης γιατί αυξάνεται το πλήθος των ηλεκτρονίων ανά μονάδα χρόνου $\frac{N_e}{t}$ που εξέρχονται από την κάθοδο.
Αντίστοιχα θα αυξηθεί και η ένταση του φωτορεύματος i

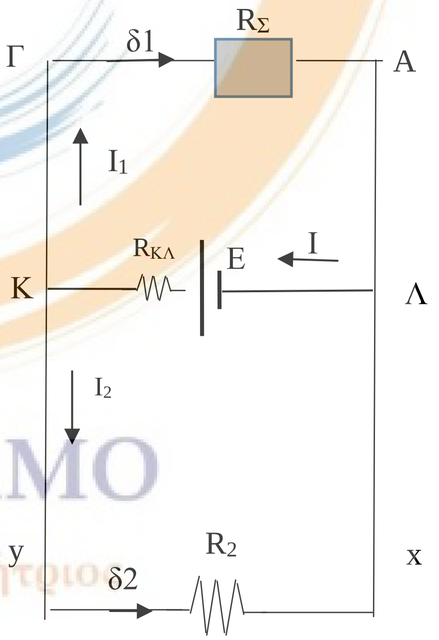
γ) Δεν θα μεταβληθεί η τιμή της τάσης αποκοπής γιατί αυτή εξαρτάται από την συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας: $V_0 = \frac{K_e}{e} = \frac{hf - \varphi}{e}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Με τους διακόπτες ανοιχτούς αναπτύσσεται τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ αλλά δεν υπάρχει κλειστό κύκλωμα. Υπό την επίδραση του βάρους ο αγωγός εκτελεί ελεύθερη πτώση.

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t_1^2 \Leftrightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1s \text{ οπότε}$$

$$u_0 = g \cdot t_1 = 10\frac{m}{s}$$



Δ2. Βρίσκουμε όλες τις δυνάμεις που δέχεται ο αγωγός την χρονική στιγμή t=t$_1$.
Βάρος : $w = mg = 4N$
Τριβή : $T = 2N$ με φορά προς τα πάνω.
Δύναμη Laplace με φορά προς τα πάνω όπως προκύπτει από το ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα και την φορά του επαγωγικού ρεύματος. Οι αντιστάσεις R_Σ και R_2 συνδέονται παράλληλα και η ισοδύναμη αντίστασή τους σε σειρά με την $R_{K\Lambda}$.
Επίσης η συσκευή από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της έχει ρεύμα κανονικής λειτουργίας

$$I_K = \frac{P_K}{V_K} = \frac{24}{12} = 2A \text{ και αντίσταση } R_\Sigma = \frac{V^2{}_K}{P_K} = \frac{144}{24} = 6\Omega$$

$$F_L = B\cdot I\cdot l = B\cdot\left(\frac{B\cdot u_0\cdot l}{\frac{R_\Sigma\cdot R_2}{R_\Sigma+R_2}+R_{\text{ΚΛ}}}\right)\cdot l = \frac{B^2\cdot u_0\cdot l^2}{\frac{R_\Sigma\cdot R_2}{R_\Sigma+R_2}+R_{\text{ΚΛ}}} = \frac{10}{2,5} = 4\text{N}$$

Η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ο αγωγός την $t=t_1$ είναι

$\Sigma F = mg - T - F_L = 4N - 2N - 4N = -2N < 0$

Τελικά ο αγωγός εκτελεί επιβραδυνόμενη κίνηση. Οριακή ταχύτητα αποκτά ο αγωγός όταν

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow mg - T - F_L = 0 \Leftrightarrow F_L = mg - T \Leftrightarrow \frac{B^2\cdot u_{o\rho}\cdot l^2}{R_{o\lambda}} = mg - T \Leftrightarrow$$

$$u_{o\rho} = \frac{(mg-T)\cdot R_{o\lambda}}{B^2\cdot l^2} \Leftrightarrow u_{o\rho} = \frac{2\cdot 2,5}{1^2\cdot 1^2} \Leftrightarrow u_{o\rho} = 5\frac{m}{s}$$

Δ3. Από το ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την συσκευή όταν ο αγωγός έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα θα προκύψει από το ολικό ρεύμα στο κύκλωμα : $I = \frac{B\cdot u_{o\rho}\cdot l}{R_{o\lambda}} = \frac{5}{2,5} = 2A$

Με νόμο του Ohm: $I_1 = \frac{V_{\text{ΚΛ}}}{R_\Sigma} = \frac{B\cdot u_{o\rho}\cdot l - I\cdot R_{\text{ΚΛ}}}{R_\Sigma} = \frac{5-1}{6} = \frac{2}{3}A$

Παρατηρούμε ότι $I_K = 2A > I_1$ οπότε η συσκευή υπολειτουργεί.

Δ4. Έστω u_1 η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ όταν η βαρυτική δυναμική ενέργεια του αγωγού ΚΛ μειώνεται κατά $30\frac{J}{s}$.

Είναι : $\frac{dU_B}{dt} = -mg\cdot u_1 \Leftrightarrow -30 = -4\cdot u_1 \Leftrightarrow u_1 = 7,5\frac{m}{s}$

Το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ εκείνη τη στιγμή είναι

$$I' = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\cdot u_1\cdot l}{R_{o\lambda}} = \frac{7,5}{2,5} = 3\text{A}$$

και το ρεύμα που διαρρέει την συσκευή : $I_1' = \frac{V_{\text{ΚΛ}}}{R_\Sigma} = \frac{B\cdot u_1\cdot l - I'\cdot R_{\text{ΚΛ}}}{R_\Sigma} = \frac{7,5-1,5}{6} = 1A$

Η ισχύς που καταναλώνει η συσκευή εκείνη την στιγμή είναι : $P_\Sigma = I_1^{2'}\cdot R_\Sigma = 1^2\cdot 6 = 6W$

ΑΡΕΙΤΟΛΜΟ

Δ5. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό όταν ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα είναι $I_2 = \frac{V_{\text{ΚΛ}}}{R_2} = \frac{B\cdot u_{o\rho}\cdot l - I\cdot R_{\text{ΚΛ}}}{R_2} = \frac{5-1}{3} = \frac{4}{3}A$

Είναι : $B_{\text{Κ}} = N\cdot\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2\pi I_2}{a} \Leftrightarrow a = \frac{N\cdot\mu_0\cdot I_2}{2\cdot B_{\text{Κ}}} \Leftrightarrow \alpha = \frac{3\cdot 4\pi\cdot 10^{-7}\cdot\frac{4}{3}}{2\cdot 8\pi\cdot 10^{-5}} \Leftrightarrow \alpha = 10^{-2}m$