

Λύσεις κριτηρίου 34

ΘΕΜΑ Α

A1.γ A2.β A3.δ A4.α A5. α. Λ β. Λ γ. Λ δ. Λ ε. Σ

ΘΕΜΑ Β**B1. (ii)**

Το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης δέσμης φωτονίων είναι κατά 10% μεγαλύτερο από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας δέσμης φωτονίων άρα:

$$\lambda' = \lambda + 0,1\lambda = 1,1\lambda$$

Το μήκος κύματος της προσπίπτουσας δέσμης είναι 400% μεγαλύτερο από το μήκος κύματος Compton $\lambda_c = \frac{h}{mc}$ άρα:

$$\lambda = \lambda_c + \frac{400}{100}\lambda_c = 5\lambda_c$$

Όμως:

$$\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \text{συν}\varphi) \Rightarrow 1,1\lambda - \lambda = \frac{\lambda}{5}(1 - \text{συν}\varphi) \Rightarrow \frac{1}{2} = 1 - \text{συν}\varphi \Rightarrow \varphi = 60^\circ$$

B2. (ii)

Στις δύο περιπτώσεις φωτόνια ίδιας ενέργειας προσπίπτουν στο ίδιο υλικό, δηλαδή στη φωτοηλεκτρική εξίσωση, $E = K_{\max} + \varphi$, έχουμε ίδια E και ίδια φ , άρα θα έχουμε και ίδιες μέγιστες κινητικές ενέργειες εξόδου, $K_{A,\max} = K'_{A,\max}$

Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. ανάμεσα στις δύο πλάκες στην 1^η περίπτωση που το πεδίο αντιτίθεται στην κίνηση προς την άνοδο έχουμε:

$$-eV = K_{B,\max} - K_{A,\max} \quad (1)$$

Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. ανάμεσα στις δύο πλάκες στη 2^η περίπτωση που το πεδίο διευκολύνει την κίνηση προς την άνοδο έχουμε:

$$eV = K'_{B,\max} - K'_{A,\max} \quad (2)$$

Από το συνδυασμό των δύο σχέσεων προκύπτει

$$K_{B,\max} - K_{A,\max} = -(K'_{B,\max} - K'_{A,\max}) \Rightarrow K_{A,\max} = \frac{K_{B,\max} + K'_{B,\max}}{2}$$

B3. (i)

Το ρεύμα που διαρρέει αρχικά το πηνίο είναι σταθερό και ίσο με $I_{\max} = \frac{E}{r}$

Το πηνίο έχει αποθηκευμένη ενέργεια ίση με $U_{B,\max} = \frac{1}{2}L\frac{E^2}{r^2}$

Τη στιγμή που η ενέργεια στο πηνίο είναι το 25% της μέγιστης τιμής της, η ένταση του ρεύματος είναι:

$$\frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{4} \frac{1}{2} L \frac{E^2}{r^2} \Rightarrow i = \frac{E}{2r}$$

Την ίδια στιγμή ο 2ος κανόνας Kirchhoff δίνει

$$iR - |E'_{\text{αυτ}}| = 0 \Rightarrow \frac{E}{2r} R = |E'_{\text{αυτ}}| \Rightarrow \frac{E}{2r} R = -L \frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{ER}{2rL}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η συχνότητα κατωφλίου είναι:

$$f_0 = \frac{\phi}{h} = 8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση έχουμε:

$$K_{\text{max}} = E_{\text{φωτ}} - \phi \Rightarrow \phi = hf - \phi \Rightarrow f = \frac{2\phi}{h} \Rightarrow f = 16 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής είναι:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{310^8}{16 \cdot 10^{14}} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 187,5 \text{ nm}$$

Η ακτινοβολία αυτή ανήκει στην υπεριώδη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Γ2. Ο ρυθμός εκπομπής ηλεκτρονίων από την κάθοδο είναι:

$$P = \frac{N}{t} hf \Rightarrow \frac{N}{t} = \frac{P}{hf} \Rightarrow \frac{N}{t} = 2,5 \cdot 10^{17} \text{ ηλ/s}$$

Γ3. Η ταχύτητα με την οποία το ηλεκτρόνιο (1) εξέρχεται από το υλικό είναι

$$K_{\text{max}} = \frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2K_{\text{max}}}{m}} = \sqrt{\frac{2\phi}{m}} \Rightarrow v_0 = \frac{32}{3} 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η απόσταση ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόνια γίνεται ελάχιστη τη στιγμή που οι ταχύτητες των δύο ηλεκτρονίων είναι ίσες. Επειδή το σύστημα είναι μονωμένο ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής:

$$m v_0 = m v + m v = 2m v \Rightarrow v = \frac{v_0}{2} = \frac{16}{3} 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της ενέργειας από τη στιγμή εκκίνησης του ηλεκτρονίου μέχρι την ελάχιστη απόσταση ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόνια και έχουμε:

$$K_{\text{max}} = U_{\text{max}} + 2K \Rightarrow K_{\text{max}} = U_{\text{max}} + \frac{2K_{\text{max}}}{4} \Rightarrow U_{\text{max}} = \frac{K_{\text{max}}}{2} = \frac{\phi}{2} \Rightarrow$$

$$k_c \frac{e^2}{r_{\text{min}}} = \frac{\phi}{2} \Rightarrow r_{\text{min}} = \frac{2k_c e^2}{\phi} = 9 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Γ4. Τα ηλεκτρόνια εισέρχονται στο μαγνητικό πεδίο και εξέρχονται από το αντιδιαμετρικό σημείο.

Άρα, η απόσταση d είναι ίση με

$$d = 2R = \frac{2mv}{Be} \Rightarrow d = 0,6 \text{ m}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στο χρονικό διάστημα από 0-1s ο διακόπτης είναι ανοικτός, άρα στο κύκλωμα δεν δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα. Από τις χρονικές εξισώσεις της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης έχουμε:

$$\left\{ \begin{array}{l} v = \alpha t \\ x = \frac{1}{2} \alpha t^2 \end{array} \right\} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \alpha \frac{v^2}{\alpha^2} = \frac{v^2}{2\alpha} \Rightarrow x = 2,5 v^2 \text{ (S.I.)}$$

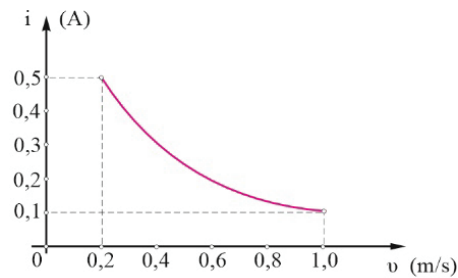
$$\text{Άρα: } R_{\text{ολικό}} = 2R_{\text{οδηγ}} = 2R^*x = 2R^*2,5 v^2 = v^2 \text{ (S.I.)}$$

Το ολικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$i = \frac{E}{R_{\text{ολικό}}} = \frac{BvL}{R_{\text{ολικό}}} = \frac{v}{10v^2} \Rightarrow i = \frac{1}{10v} \text{ (S.I.) για}$$

$$0,2 \text{ m/s} \leq v \leq 1 \text{ m/s} .$$

Η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με την ταχύτητα δείχνεται στο διπλανό σχήμα.



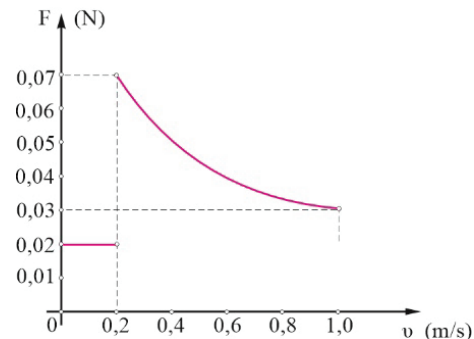
Δ2. Στο χρονικό διάστημα από 0-1s η δύναμη είναι σταθερή και ίση με $F=0,02\text{N}$. Στο χρονικό διάστημα από 1s-5s η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό αντιτίθεται στην κίνησή του και έχει μέτρο:

$$F_L = BiL = \frac{1}{100v} \text{ (S.I.)}$$

Από τον δεύτερο νόμο του Newton έχουμε:

$$F - F_L = m \alpha \Rightarrow F - \frac{1}{100v} = m \alpha \Rightarrow$$

$$F = \frac{1}{100v} + m \alpha \Rightarrow F = \frac{1}{100v} + 0,02 \text{ (S.I.)}$$



$$\text{για } 0,2 \text{ m/s} \leq v \leq 1 \text{ m/s} .$$

Η γραφική παράσταση της εξωτερικής δύναμης με την ταχύτητα είναι όπως στο σχήμα.

Δ3. Τη χρονική στιγμή $t=4\text{s}$ η ταχύτητα του αγωγού είναι $v=\alpha t=0,8\text{m/s}$.

Άρα, η εξωτερική δύναμη έχει μέτρο:

$$F = \frac{1}{100v} + 0,02 = 0,0325 \text{ N}$$

Ο ρυθμός που παρέχει ενέργεια η εξωτερική δύναμη είναι:

$$P = F v = 0,026 \text{ J/s}$$

Η ένταση του ρεύματος την ίδια χρονική στιγμή είναι:

$$i = \frac{1}{10v} = \frac{1}{8} \text{ A}$$

Η ωμική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$R_{\text{ολικό}} = v^2 = 0,64\Omega$$

Ο ρυθμός που η ενέργεια γίνεται θερμική είναι:

$$P = i^2 R_{\text{ολικό}} = 0,01 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Δ4. Όταν καταργείται η εξωτερική δύναμη, στον αγωγό μένει μόνο η δύναμη από το μαγνητικό πεδίο η οποία τον επιβραδύνει μη ομαλά μέχρι ο αγωγός να σταματήσει. Τη χρονική στιγμή $t=5\text{s}$ ο αγωγός έχει ταχύτητα:

$$v_o = 0,2 \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της ενέργειας και έχουμε:

$$Q = \frac{1}{2} m (v_o^2 - v_{\text{τελ}}^2) = 0,05(1 - 0,04)\text{J} \Rightarrow Q = 0,048\text{J}$$