

Λύσεις κριτηρίου 33

**ΘΕΜΑ Α**

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

**ΘΕΜΑ Β**

**B1. (iii).**

Από τη σχέση του φαινομένου Compton για το φωτόνιο 1 έχουμε:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) \quad (1)$$

Η γωνία σκέδασης του φωτονίου 3 είναι παραπληρωματική της γωνίας θ άρα θα έχουμε:

$$\cos(180 - \theta) = -\cos\theta$$

Από τη σχέση του φαινομένου Compton για το φωτόνιο 2 έχουμε:

$$\lambda'' - \lambda' = \frac{h}{mc}(1 - \cos(180 - \theta)) = \frac{h}{mc}(1 + \cos\theta) \quad (2)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις (1) και (2) και έχουμε:

$$\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda'' - \lambda'} = \frac{1 - \cos\theta}{1 + \cos\theta}$$

Για  $\theta=90^\circ$  έχουμε:

$$\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda'' - \lambda'} = 1 \quad \Rightarrow \quad \lambda' - \lambda = \lambda'' - \lambda' \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{\lambda + \lambda''}{2}$$

**B2. (iii).**

Εφαρμόζοντας τον νόμο του Ohm στο κύκλωμα έχουμε:

$$I_{\kappa} = \frac{E}{2R} = \frac{3B\omega L^2}{4R} \Rightarrow E = \frac{3B\omega L^2}{2} \quad (1)$$

Η επαγωγική τάση στα άκρα περιστρεφόμενου αγωγού στην περίπτωση αυτή είναι:

$$E = \frac{1}{2}B \left( \frac{L}{2} + x \right)^2 - \frac{1}{2}B \left( \frac{L}{2} \right)^2 = \frac{1}{2}B \left[ \left( \frac{L}{2} + x \right)^2 - \left( \frac{L}{2} \right)^2 \right] = \frac{1}{2}B \left( Lx + x^2 \right) \quad (2)$$

Από (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{3L}{1} = (L + 2x) \Rightarrow x = L$$

**B3. (i).**

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση στο πείραμα 1 έχουμε  $K_{1\max} = hf - \phi_1 = 0,1 - 0,1 = 0 \quad (1)$

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση στο πείραμα 2 έχουμε:

$$K_{2\max} = hf_{0,2} - \tau_{0,2} = \dots - \dots = \dots \quad (2)$$

Διέρχονται ανεπηρέαστα από τον ίδιο επιλογέα ταχυτήτων, οπότε έχουμε:

$$v_{1\max} = \frac{E}{B} = v_{2\max} \quad \text{και} \quad K_{1\max} = K_{2\max}$$

$$1 = \frac{hf_{0,1}}{2hf_{0,2}} \Rightarrow \dots$$

Από (1) και (2) έχουμε:

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.** Η μαγνητική ροή μέσα από το πλαίσιο είναι:

$$\Phi = BA \sin \omega t = \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \sin 50t = 5 \cdot 10^{-3} \sin 50t \text{ (S.I.)}$$

Η επαγωγική τάση στα άκρα του πλαισίου είναι:

$$v = N\omega BA \eta \mu \omega t = 2 \cdot 10^2 \cdot 50 \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \eta \mu 50t = 50 \eta \mu 50t \text{ (S.I.)}$$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι:

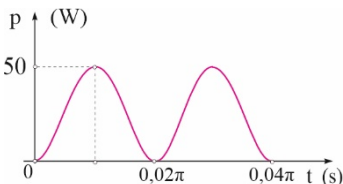
$$i = \frac{v}{R} = \frac{50 \eta \mu 50t}{50} = 1 \quad ( )$$

**Γ2.** Η χρονική εξίσωση της ισχύος είναι:

$$P = v i = P_{\max} \sin^2 \omega t = \frac{V_{\max}^2}{R} \sin^2 \omega t = \frac{2500}{50} \sin^2 \omega t \Rightarrow P = 50 \sin^2 \omega t \quad ( )$$

Η γραφική παράσταση της ισχύος του πλαισίου σε συνάρτηση με τον χρόνο για μια περίοδο περιστροφής του πλαισίου είναι όπως στο σχήμα.

Το εμβαδόν που περικλείεται από τη γραφική παράσταση και τον άξονα του χρόνου αντιστοιχεί στη θερμότητα που εκλύεται στο πλαίσιο λόγω φαινομένου Joule σε μια περίοδο περιστροφής του πλαισίου. Η θερμότητα αυτή είναι:



$$Q = I_{\text{av}}^2 R = \frac{I_{\max}^2}{2} \Rightarrow \dots$$

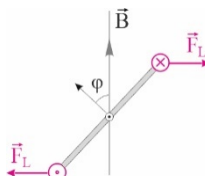
**Γ3.** Το επαγωγικό φορτίο υπολογίζεται από τον νόμο του Neumann:

$$\Phi_1 = 5 \cdot 10^{-3} \sin 50t = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = 5 \cdot 10^{-3} \sin 50t = 5 \cdot 10^{-3} \sin \pi \Rightarrow \Phi_2 = -5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Delta q = N \frac{|\Delta \Phi|}{R} = 2 \cdot 10^2 \frac{|-5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}|}{50} \text{ C} \Rightarrow \Delta q = 0,04 \text{ C}$$

**Γ4.** Στις τέσσερις πλευρές του πλαισίου ασκείται δύναμη Laplace από το μαγνητικό πεδίο. Οι δυνάμεις που ασκούνται στις μικρές πλευρές δεν δίνουν ροπή γιατί διέρχονται από τον άξονα περιστροφής. Οι δυνάμεις όμως που ασκούνται στις μεγαλύτερες πλευρές δίνουν ροπή ζεύγους όπως στο σχήμα.



Όταν το πλαίσιο έχει στραφεί κατά  $\pi/6$  rad, τότε το χρονικό διάστημα

$$\Delta t = \frac{T}{12}$$

που έχει παρέλθει είναι

Σε αυτό το χρονικό διάστημα η φάση του ρεύματος έχει γίνει:

$$\varphi = \omega \Delta t = \frac{2\pi}{T} \Delta t = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

Η ένταση του ρεύματος είναι:

$$i = 1 = \frac{\pi}{6}$$

Η απόσταση μεταξύ των φορέων των δύο δυνάμεων του ζεύγους είναι:

$$\eta \mu 30^\circ = \frac{\psi}{\beta} \Rightarrow \psi = \frac{\beta}{2} = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Η ροπή του ζεύγους στο πλαίσιο είναι:

$$\Sigma \tau = N F_L \psi = N B i a \psi = 2 \cdot 10^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ Nm} \quad \text{ή} \quad \Sigma \tau = 0,25 \text{ Nm}$$

**Γ5.** Η ενεργός τάση στα άκρα του λαμπτήρα είναι ίση με την ενεργό τάση στα άκρα του αντιστάτη R.

$$V_{\text{εν, λαμπτ}} = V_{\text{εν, R}} = \frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} \text{ V} = 25\sqrt{2} \text{ V}$$

οπότε, η μέση ισχύς του λαμπτήρα είναι:

$$P_{\text{λαμπτ}} = \frac{V_{\text{εν, λαμπτ}}^2}{R_{\text{λαμπτ}}} = 50 \text{ J/s}$$

Άρα, τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα είναι:  $25\sqrt{2} \text{ V} / 50 \text{ W}$ .

#### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση έχουμε:

$$K_{\text{max}} = E - \varphi = 11\varphi - \varphi = 10\varphi = 80 \text{ eV}$$

Για το δυναμικό αποκοπής ισχύει ότι:

$$K_{\text{max}} = eV = \frac{K_{\text{max}}}{e}$$

**Δ2.** Η ταχύτητα με την οποία φθάνει το ηλεκτρόνιο στην άνοδο είναι η μισή αυτής που είχε στην κάθοδο, άρα

$$\frac{K_{\text{ανόδου}}}{K_{\text{καθόδου}}} = \frac{\frac{1}{2} m_{\Theta}^2}{\frac{1}{2} m_{\psi}^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{K_{\text{ανόδου}}}{4} = K_{\text{καθόδου}}$$

Από το Θ.Μ.Κ.Ε. ανάμεσα στα σημεία Ζ και Θ έχουμε:

$$W_{\text{Fηλ}} = - \Rightarrow = -\frac{3}{4} \Rightarrow -eV_{Z\Theta} = -60eV \quad Z\Theta =$$

**Δ3.** Η ταχύτητα του ηλεκτρονίου όταν αυτό περνάει από την άνοδο έχει μέτρο:

$$v_{\Theta} = \sqrt{\frac{2 K_{\text{ανόδου}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 10^{-31} \cdot 60}{9 \cdot 10^{-31}}} \Rightarrow v_{\Theta} = 3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Η γωνιακή εκτροπή του ηλεκτρονίου είναι  $60^\circ$ , άρα έχουμε:

$$\eta_{\mu 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{d}{R} \quad \eta \quad d = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{m_{\Theta}}{B_1 e} = 0,75 \text{ m}$$

**Δ4.** Για να είναι η ακτίνα περιφοράς στο μαγνητικό πεδίο  $B_2$  ακριβώς η μισή της ακτίνας περιφοράς του στο μαγνητικό πεδίο  $B_1$  πρέπει:

$$\frac{R'}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\frac{m_{\psi}}{B_2 e}}{\frac{m_{\Theta}}{B_1 e}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{B_1}{B_2} \eta_{\mu 60} = \frac{1}{2} \Rightarrow B_2 = 2 \frac{\sqrt{3}}{2} B_1 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του ηλεκτρονίου ανάμεσα στα σημεία εισόδου και εξόδου στο μαγνητικό πεδίο  $B_1$  είναι:

$$|\Delta p| = \sqrt{p^2 + p^2 + 2p^2 \sin 120^\circ} = p = mv = 9 \cdot 10^{-25} \text{ Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Δ5.** Το πηλίκο του μήκους διαδρομής προς το βήμα της έλικας σε χρονικό διάστημα ίσο με μία περίοδο  $T$  είναι:

$$\frac{s}{\beta} = \frac{vT}{v_x T} = \frac{v}{v_{\Theta} \sin 60^\circ} = 2$$

Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής είναι:

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = B_2 v \eta_{\mu 60^\circ} \cdot e = 64 \sqrt{3} \cdot 10^{-19} \text{ N}$$

Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής είναι μηδενικό γιατί η κεντρομόλος δύναμη

$$\text{δεν δίνει ροπή: } \frac{dL}{dt} = \Sigma \tau = 0$$

