## Λύσεις κριτηρίου 33

**ΘΕΜΑ Α**

**Α**1.γ **Α**2.β **Α**3.δ **Α**4.β **Α**5. α. Λ β. Λ γ. Λ δ. Σ ε. Σ

**ΘΕΜΑ Β**

**Β1.** (**iii**).

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

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}\left(1 - \sigma\upsilon\nu\theta\right) \quad (1)$$

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

$$\sigma\upsilon\nu\left(180 - \theta\right) = -\sigma\upsilon\nu\theta$$

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

$$\lambda'' - \lambda' = \frac{h}{mc}\left(1 - \sigma\upsilon\nu(180 - \theta)\right) = \frac{h}{mc}\left(1 + \sigma\upsilon\nu\theta\right) \quad (2)$$

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

$$\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda'' - \lambda'} = \frac{1 - \sigma\upsilon\nu\theta}{1 + \sigma\upsilon\nu\theta}$$

Για θ=90$^o$ έχουμε:

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

**Β2**. (**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:

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

Από (1) και (2) έχουμε:

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

**Β3**. (**i**).

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση στο πείραμα 1 έχουμε $K_{1max} = hf - \varphi_1 = h2f_{0,1} - hf_{0,1} = \varphi_1 \quad (1)$

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση στο πείραμα 2 έχουμε:

$$K_{2max} = hf' - \varphi_2 = h3f_{0,2} - hf_{0,2} = 2\varphi_2 \quad (2)$$

Διέρχονται ανεπηρέαστα από τον ίδιο επιλογέα ταχυτήτων, οπότε έχουμε:

$\upsilon_{1max} = \dfrac{E}{B} = \upsilon_{2max}$ και $K_{1max} = K_{2max}$

Από (1) και (2) έχουμε: $1 = \dfrac{hf_{0,1}}{2hf_{0,2}} \Rightarrow \varphi_1 = 2\varphi_2$

**ΘΕΜΑ Γ**

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

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

Η επαγωγική τάση στα άκρα του πλαισίου είναι:

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

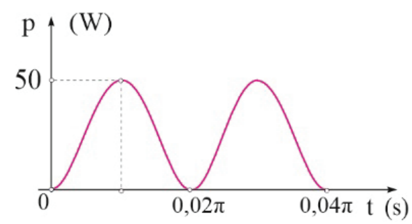
Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι:

$$i = \frac{\upsilon}{R} = \frac{50\ \eta\mu 50t}{50} = 1\ \eta\mu 50t\ \ (S.I.)$$

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

$$P = \upsilon i = P_{max}\ \eta\mu^2\omega t = \frac{V_{max}^2}{R}\eta\mu^2\omega t = \frac{2500}{50}\eta\mu^2 50t \Rightarrow P = 50\eta\mu^2 50t\quad (S.I.)$$

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:

$$Q = I_{\varepsilon\nu}^2 RT = \frac{I_{max}^2}{2}RT\ \Rightarrow Q = \pi\ \text{Joule}$$

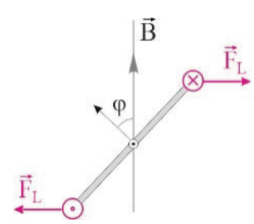
**Γ3**.Το επαγωγικό φορτίο υπολογίζεται από τον νόμο του Neumann:

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

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

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

**Γ4**. Στις τέσσερεις 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 π/6 rad, τότε το χρονικό διάστημα που έχει παρέλθει είναι $\Delta t = \dfrac{T}{12}$.

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:

$$i = 1\ \eta\mu\varphi = \eta\mu\frac{\pi}{6} = 0,5\ A$$

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

$$\eta\mu 30^0 = \frac{\psi}{\beta} \Rightarrow \psi = \frac{\beta}{2} = 5\text{cm} = 5\cdot 10^{-2}\text{m}$$

Η ροπή του ζεύγους στο πλαίσιο είναι:

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

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

$$V_{\varepsilon\nu,\ \lambda\alpha\mu\pi\tau} = V_{\varepsilon\nu,\ R} = \frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}}V = 25\sqrt{2}V$$

οπότε, η μέση ισχύς του λαμπτήρα είναι:

$$P_{\lambda\alpha\mu\pi} = \frac{V^2_{\varepsilon\nu,\ \lambda\alpha\mu\pi\tau}}{R_{\lambda\alpha\mu\pi\tau}} = 50\ \text{J / s}$$

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

**ΘΕΜΑ Δ**

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

$$K_{max} = E_{\varphi\omega\tau} - \varphi = 11\varphi - \varphi = 10\varphi = 80\text{eV}$$

Για το δυναμικό αποκοπής ισχύει ότι:

$$K_{max} = eV_o \quad \text{ή} \quad V_o = \frac{K_{max}}{e} = 80\text{Volt}$$

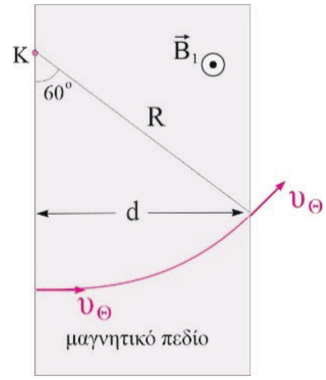
**Δ2.** Η ταχύτητα με την οποία φθάνει το ηλεκτρόνιο στην άνοδο είναι η μισή αυτής που είχε στην κάθοδο, άρα

$$\frac{K_{\alpha\nu\acute{o}\delta o\upsilon}}{K_{\kappa\alpha\theta\acute{o}\delta o\upsilon}} = \frac{\frac{1}{2}m\upsilon_\Theta^2}{\frac{1}{2}m\upsilon_Z^2} = \frac{1}{4} \quad \Rightarrow \quad K_{\alpha\nu\acute{o}\delta o\upsilon} = \frac{K_{\kappa\alpha\theta\acute{o}\delta o\upsilon}}{4} = 20\text{eV}$$

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

$$W_{F\eta\lambda} = K_{\alpha\nu\acute{o}\delta o\upsilon} - K_{\kappa\alpha\theta\acute{o}\delta o\upsilon} \Rightarrow qV_{Z\Theta} = -\frac{3}{4}K_{\kappa\alpha\theta\acute{o}\delta o\upsilon} \Rightarrow$$

$$\text{-}eV_{Z\Theta} = -60\text{eV} \quad \text{ή} \quad V_{Z\Theta} = 60\text{Volt}$$




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

$$\upsilon_\Theta = \sqrt{\frac{2K_{ανόδου}}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 20\cdot 1,6\cdot 10^{-19}}{9\cdot 10^{-31}}\frac{m}{s}} \Rightarrow \upsilon_\Theta = \frac{8}{3}10^6\, m/s$$

Η γωνιακή εκτροπή του ηλεκτρονίου είναι 60°, άρα έχουμε:

$$ημ60^0 = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{d}{R} \quad ή \quad d = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{m\upsilon_\Theta}{B_1 e} = 0,75m$$

**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:

$$\frac{R'}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\dfrac{m\upsilon_\psi}{B_2 e}}{\dfrac{m\upsilon_\Theta}{B_1 e}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{B_1}{B_2}ημ60 = \frac{1}{2} \Rightarrow \quad B_2 = 2\frac{\sqrt{3}}{2}B_1 = 3\cdot 10^{-5}T$$

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

$$|\Delta\vec{p}| = \sqrt{p^2 + p^2 + 2p^2συν120^0} = p = m\upsilon = 9\cdot 10^{-25}\ Kg\frac{m}{s}$$

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

$$\frac{s}{\beta} = \frac{\upsilon T}{\upsilon_x T} = \frac{\upsilon}{\upsilon_\Theta συν60^0} = 2$$

Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής είναι:

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = B_2\upsilon ημ60^o\cdot e = 64\sqrt{3}\cdot 10^{-19}N$$

Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής είναι μηδενικό γιατί η κεντρομόλος δύναμη δεν δίνει ροπή: $\dfrac{dL}{dt} = \Sigma\tau = 0$