ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
06 – 04- 2024

Θέμα Α

Α1. β
Α2. β
Α3. γ
Α4. δ
Α5. α) Σ β) Λ γ) Λ δ) Σ ε) Λ

Θέμα Β

Β1. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Η τάση $V_{ΛΚ}$ σύμφωνα με το νόμο του Faraday έχει μέτρο: $V_{ΛΚ} = E_{ΛΚ} = \dfrac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$.

Σε χρονικό διάστημα μιας περιόδου $\Delta t = T$ ο αγωγός εκτελεί μια πλήρη περιστροφή οπότε το τμήμα ΛΚ διαγράφει επιφάνεια εμβαδού $\Delta S = B\,(\pi\ell^2 - \pi x^2)$, στην οποία αντιστοιχεί μαγνητική ροή $|\Delta\Phi| = B\,\Delta S = B\,(\pi\ell^2 - \pi\dfrac{4\ell^2}{9}) = B\pi\,\dfrac{5\ell^2}{9}$

Αλλά ισχύει $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \rightarrow T = \dfrac{2\pi}{\omega}$ όπου ω η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του αγωγού.

Άρα το μέτρο της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στο τμήμα ΛΚ θα είναι:

$$V_{ΛΚ} = E_{ΛΚ} = \frac{B\,\pi\,\frac{5\ell^2}{9}}{\frac{2\pi}{\omega}} \rightarrow \mathbf{V_{ΛΚ} = E_{ΛΚ} = \frac{5}{18}B\omega\ell^2}.$$

B2. *Σωστή απάντηση είναι η ().*

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein, για τα δυο μήκη κύματος και για την ίδια μεταλλική επιφάνεια έχουμε:

$K_{max} = hf - \varphi = h\frac{c}{\lambda} - \varphi$ (1) και

$\frac{K_{max}}{3} = = hf' - \varphi = h\frac{c}{\lambda'} - \varphi \xrightarrow{\lambda'=2\lambda} K_{max} = 3h\frac{c}{2\lambda} - 3\varphi$ (2)

Από τις σχέσεις (1) και (2) παίρνουμε:

$h\frac{c}{\lambda} - \varphi = 3h\frac{c}{2\lambda} - 3\varphi \rightarrow 3\varphi - \varphi = \frac{3hc}{2\lambda} - \frac{hc}{\lambda} \rightarrow 2\varphi = \frac{hc}{2\lambda} \rightarrow \boldsymbol{\varphi = \frac{hc}{4\lambda}}$

B3. *Σωστή απάντηση είναι η (γ)*

Εφόσον οι δύο αντιστάτες R_1 και R_2 συνδέονται παράλληλα, η ολική αντίσταση θα είναι: $R_{ολ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R\ 2R}{R + 2R} = \frac{2R}{3}$

Η ενέργεια που μεταφέρει το εναλλασσόμενο ρεύμα στο σύστημα των δύο αντιστάσεων σε μια περίοδο είναι ίση με:

$$E = V_{εν}\,I_{εν}\,T \xrightarrow[T=\frac{2\pi}{\omega}]{I_{εν}=\frac{V_{εν}}{R_{ολ}}} E = \frac{V_{εν}^2}{R_{ολ}}\frac{2\pi}{\omega} = \frac{\frac{V^2}{2}}{\frac{2R}{3}}\frac{2\pi}{\omega} \rightarrow \mathbf{E = \frac{3\pi V^2}{2\omega R}}$$

<u>Θέμα Γ</u>

Γ1. Ο συντελεστής αυτεπαγωγής L του πηνίου, εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του και το μέσον στο εσωτερικό του. Με αέρα στο εσωτερικό του πηνίου, ισχύει η σχέση: $L = \mu_0\frac{N^2A}{\ell} = 4\pi\ 10^{-7}\frac{10^8\ 20\ 10^{-4}}{16\pi\ 10^{-2}} \rightarrow \mathbf{L = 0{,}5\ H}$.

Γ2. Αν $R_Σ$ η ωμική αντίσταση και $I_Σ$ η ένταση του ρεύματος κανονικής λειτουργίας της συσκευής, τότε έχουμε:

$P_Σ = V_Σ\,I_Σ \rightarrow I_Σ = \frac{P_Σ}{V_Σ} \rightarrow \mathbf{I_Σ = 2\ A}$ και $R_Σ = \frac{V_Σ}{I_Σ} \rightarrow \mathbf{R_Σ = 5\ \Omega}$.

Εφαρμόζουμε το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα: $I = \frac{E}{R_\Sigma + r} = \frac{12}{6} \rightarrow \mathbf{I = 2A}$.

Άρα η συσκευή λειτουργεί κανονικά στο αρχικό κύκλωμα αφού $I = I_\Sigma$.

Γ3. Από τη χρονική στιγμή που μεταφέρθηκε το άκρο του διακόπτη στην επαφή Α και για όσο χρόνο υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα, αυτό οφείλεται στο φαινόμενο της αυτεπαγωγής. Από το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα όταν i = 1A παίρνουμε:

$i = \frac{E_{αυτ}}{R_\Sigma + R_1} \rightarrow E_{αυτ} = i(R_\Sigma + R_1) = 20V$ (1)

Αλλά για το μέτρο της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή ισχύει: $E_{αυτ} = L\left|\frac{di}{dt}\right|$ (2)

Από τις εξισώσεις (1) και (2), προκύπτει: $\left|\frac{di}{dt}\right| = \frac{E_{αυτ}}{L} = 40$ A/s.

Επειδή η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί, ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος την παραπάνω χρονική στιγμή, θα είναι:

$$\mathbf{\frac{di}{dt} = -40\ A/s.}$$

Γ4. Με τον διακόπτη στην επαφή Β και αφού έχει σταθεροποιηθεί η ένταση του ρεύματος, η αποθηκευμένη ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου είναι: $U = \frac{1}{2}LI^2 = 1$ J

Όλη αυτή η ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα στη συσκευή (Q_Σ) και στον αντιστάτη (Q_1), εξαιτίας του φαινομένου Joule.

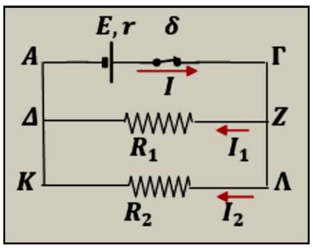
Επειδή οι αντιστάτες διαρρέονται κάθε στιγμή από το ίδιο ρεύμα, ο λόγος των θερμοτήτων που παράγονται πάνω στους αντιστάτες είναι ανάλογος με το λόγο των αντιστατών, δηλαδή:

$\frac{Q_1}{Q_\Sigma} = \frac{R_1}{R_\Sigma} = \frac{15}{5} = 3 \rightarrow Q_1 = 3Q_\Sigma$.

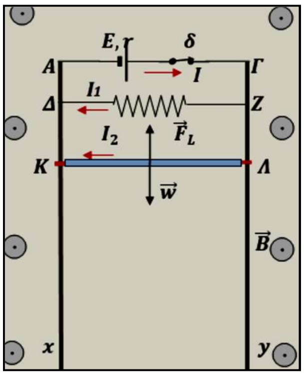
Όμως $Q_1 + Q_\Sigma = U \rightarrow 3Q_\Sigma + Q_\Sigma = U \rightarrow 4Q_\Sigma = 1J \rightarrow \mathbf{Q_\Sigma = 0,25\ J}$.

Θέμα Δ

Δ1. Αρχικά η ράβδος ΚΛ ισορροπεί ακίνητη με την επίδραση του βάρους της και της δύναμης Laplace που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο. Το μέτρο της δύναμης αυτής για το συγκεκριμένο αγωγό (ράβδο), στο συγκεκριμένο μαγνητικό πεδίο καθορίζεται από την ένταση (I_2) του ρεύματος που τον διαρρέει. Για τον υπολογισμό της έντασης αυτού του ρεύματος, κατασκευάζουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα, στο οποίο οι δύο



αντιστάσεις R_1, R_2 και η ηλεκτρική πηγή E, r έχουν κοινούς ακροδέκτες, κοινή τάση, δηλαδή είναι συνδεδεμένες παράλληλα. Αντικαθιστούμε τις δύο αντιστάσεις, από την ισοδύναμή τους $R_{1,2}$, η οποία είναι:

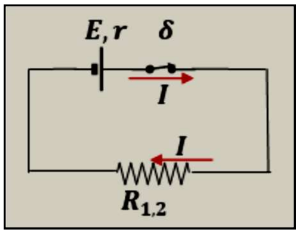


$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2\ \Omega$$

Στο ισοδύναμο αυτό κύκλωμα, εφαρμόζουμε το νόμο του Ohm:

$$I = \frac{E}{R_{1,2} + r} = 3\ A$$

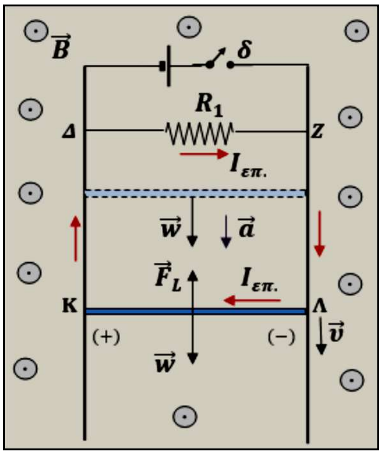
Η τάση στα άκρα της ισοδύναμης αντίστασης $R_{1,2}$ άρα και στα άκρα κάθε μιας από τις δύο αντιστάσεις R_1, R_2 του αρχικού κυκλώματος, είναι: $V = I\,R_{12} = 6\ V$ και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο, είναι: $I_2 = \dfrac{V}{R_2} = 2A$



Από την αρχική ισορροπία της ράβδου, προκύπτει:

$$F_L = mg \rightarrow BI_2\,\ell = mg \rightarrow B = \frac{mg}{I_2 \ell} \rightarrow \mathbf{B = 2T.}$$

Δ2. Με το άνοιγμα του διακόπτη δ, διακόπτεται το ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα. Ακριβώς εκείνη τη στιγμή, η ράβδος ΚΛ δέχεται μόνο το βάρος της και αρχίζει να κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω, ολισθαίνοντας χωρίς τριβές πάνω στις κατακόρυφες ράβδους Αx, Γy και παραμένοντας συνεχώς οριζόντια. Έτσι, όμως, μεταβάλλεται το εμβαδό του πλαισίου ΔΖΛΚ και, συνεπώς, η μαγνητική ροή που το διαπερνά, οπότε στα άκρα του αγωγού εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή με την πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα και μέτρο: $\mathbf{E_{\varepsilon\pi} = B\,u\,\ell}$ **(1)**



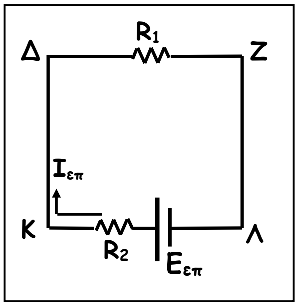
Λόγω της τάσης αυτής ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η ένταση υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm: $I_{\varepsilon\pi} = \dfrac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1 + R_2} \rightarrow \mathbf{I_{\varepsilon\pi} = \dfrac{B\,u\,\ell}{R_1 + R_2}}$ **(2)**

οπότε δέχεται δύναμη Laplace με φορά προς τα πάνω (κανόνας του Lenz) και μέτρο:

$$F_L = B\,I_{\varepsilon\pi}\,\ell \rightarrow \mathbf{F_L = B\frac{B\,u\,\ell}{R_1 + R_2}\ell} \quad \mathbf{(3)}$$

Για όσο χρονικό διάστημα είναι $|F_L| < |mg|$ ο αγωγός επιταχύνεται προς τα κάτω και το μέτρο της ταχύτητας του αυξάνεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα ($I_{\varepsilon\pi} = \dfrac{E_{E\Pi}}{R_{o\lambda}} = \dfrac{Bu\ell}{R_{o\lambda}}$).

Άρα θα αυξάνεται και το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό (F_L = B $I_{επ}$ ℓ) μέχρι κάποια στιγμή που θα γίνει ίσο με το βάρος, οπότε η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στον αγωγό θα γίνει ίση με μηδέν **($\Sigma\vec{F}$ =0)**. Τότε επειδή $α = \frac{\Sigma F}{m} = 0$ στη συνέχεια ο αγωγός κάνει **ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα u = $u_{ορ}$** το μέτρο της οποίας υπολογίζεται ως εξής:



$$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_L = mg \rightarrow B\ I_{επ}\ \ell = m\ g \rightarrow B\frac{B\,u_{ορ}\,\ell}{R_1+R_2}\ell = mg \rightarrow \frac{4υ_{ορ}}{9} = 4 \rightarrow \mathbf{u_{ορ} = 9\ m/s.}$$

Δ3. Τη χρονική στιγμή κατά την οποία το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου είναι το μισό της τελικής ταχύτητάς της, δηλαδή $u = \frac{u_{ορ}}{2} = 4{,}5$ m/s η ηλεκτρεγερτική δύναμη στο κύκλωμα είναι $E_{επ}$ = B u ℓ = 9 V και η ένταση του επαγωγικού ρεύματος:

$$I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_1+R_2} \rightarrow I_{επ} = 1\ A.$$

Το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται τότε η ράβδος ΚΛ είναι F_L = B $I_{επ}$ ℓ = 2 N και το μέτρο της επιτάχυνσής της: $α = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{mg - F_L}{m} \rightarrow$ **$α$ = 5 m/s^2.**

Δ4. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός η αντίσταση R_2 διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I_2 = 2A, με φορά από το Λ προς το Κ.

Όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός ο αγωγός ΚΛ γίνεται πηγή με $E_{επ}$ = B$υ_{ορ}$ ℓ = 18V και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_{επ} = \frac{B\,u_{ορ}\,\ell}{R_1+R_2}$ = 2A, με φορά από Λ προς το Κ.

Έτσι ισχύει: $$\frac{(V_Λ - V_K)_{αρχ}}{(V_Λ - V_K)_{τελ}} = \frac{I_2 R_2}{-(E_{επ} - I_{επ}R_2)} = \frac{6}{-12} = -\frac{1}{2}$$