ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. (δ) **Α2.** (α) **Α3.** (β) **Α4.** (γ)

Α5. α) Λάθος, β) Σωστό, γ) Λάθος, δ) Σωστό, ε) Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η $(\boldsymbol{i})$

Αφού το σώμα ξεκινά να ταλαντώνεται χωρίς αρχική ταχύτητα, το πλάτος της ταλάντωσης θα είναι ίσο με τη διαφορά της αρχικής θέσης ισορροπίας και της θέσης ισορροπίας της ταλάντωσης:

$$A = \Delta l - \Delta l' \rightarrow A = \frac{3m_1 g}{2k} - \frac{m_1 g}{2k} \rightarrow A = \frac{m_1 g}{k}$$

Όταν η δύναμη από το ελατήριο είναι μηδενική το σώμα βρίσκεται στη θέση φυσικού μήκους, δηλαδή $x = \Delta l' = \frac{A}{2}$ και επομένως $U_{\tau\alpha\lambda} = \frac{E}{4}$ ή $K = \frac{3E}{4} \rightarrow K = \frac{3}{4}\frac{1}{2}kA^2 \rightarrow \boldsymbol{K = \frac{3}{8}\frac{m_1^2 g^2}{k}}$

Β2. Σωστή η $(\boldsymbol{iii})$

Αρχικά η θέση του Κ είναι η $x_K = \frac{3\lambda}{2}$ (1). Για να είναι ο 5ος δεσμός θα πρέπει: $x_K = (2\kappa + 1)\frac{\lambda'}{4}$ για $\kappa = 4$ θα έχουμε $x_K = \frac{9\lambda'}{4}$ (2). Από τις (1) και (2) βρίσκουμε $\lambda' = \frac{2}{3}\lambda$. Αφού η χορδή στην οποία σχηματίζεται το στάσιμο κύμα είναι η ίδια, η ταχύτητα των τρεχόντων κυμάτων που συμβάλουν θα είναι η ίδια. Επομένως: $\upsilon' = \upsilon \rightarrow \lambda' f' = \lambda f \rightarrow \frac{2}{3}\lambda f' = \lambda f \rightarrow f' = \frac{3}{2}f$ και τελικά $\boldsymbol{\Delta f = +\frac{1}{2}f}$

Β3. Σωστή η $(\boldsymbol{ii})$

Αρχικά $K_1 = E_{\varphi\omega\tau} - \varphi \rightarrow K_1 = hf_1 - \varphi \rightarrow 0{,}4\varphi = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi \rightarrow \lambda_1 = \frac{hc}{1{,}4\varphi}$ (1).

Για $\lambda_2 = 1{,}5\lambda_1 \rightarrow \lambda_2 = \frac{1{,}5hc}{1{,}4\varphi}$, από την εξίσωση Einstein έχουμε:

$K_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \varphi \rightarrow K_2 = \frac{14}{15}\varphi - \varphi \rightarrow \boldsymbol{K < 0}$ **άρα δεν θα εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια**

Θέμα Γ

Γ1. Αφού η κρούση είναι κεντρική και ελαστική: $\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \rightarrow |\upsilon_1| = 8\,m/s$. Για τη μεταβολή της ορμής του: $\Delta P = P_1' - P_1 \rightarrow \Delta P = -m_1|\upsilon_1'| - m_1\upsilon_1$, αν θεωρήσουμε ως θετική τη φορά προς τα δεξιά, και υπολογίζουμε: $\Delta P_1 = -12\,kg\,m/s$, άρα $|\boldsymbol{\Delta P_1}| = \boldsymbol{12\,kg \cdot m/s}$ **και με φορά προς αριστερά.**

Ακόμα $\upsilon_1 + \upsilon_1' = \upsilon_2 + \upsilon_2' \to \boldsymbol{\upsilon_2' = 4\ m/s}$

Γ2. ΘΜΚΕ για τη m_1: $K_1 - K_0 = W_T \to \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}m_1\upsilon_0^2 = -\mu m_1 g d \to \boldsymbol{\mu = 0,6}$

Η θερμότητα λόγω της τριβής είναι ίση: $Q_T = |W_T| = |K_1 - K_0| \to \boldsymbol{Q_T = 18J}$

Γ3. Εφαρμόζοντας ΑΔΜΕ για το m_2 μετά την κρούση: $\frac{1}{2}m_2{\upsilon_2'}^2 = m_2 g l + \frac{1}{2}m_2\upsilon^2 \to \boldsymbol{\upsilon = 2\ m/s.}$

Γ4. Το m_2 κινείται και επομένως η τάση του νήματος παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης (επειδή το νήμα είναι οριζόντιο το βάρος του σώματος δεν είναι μέρος της κεντρομόλου)

$$T_2 = F_K \to T_2 = \frac{m_2\upsilon^2}{l} \to \boldsymbol{T_2 = 20N}$$

Από την ισορροπία της ράβδου, η ροπή της T_2 ως προς το άκρο της ράβδου είναι μηδενική, αφού ο φορέας της διέρχεται από το σημείο αυτό, όπως μηδενική είναι και η ροπή της δύναμης που δέχεται η ράβδος από τον άξονα περιστροφής. Επομένως

$$\Sigma\tau_A = 0 \to T_1(A\Delta) - Mg\frac{d}{2} \to \boldsymbol{T_1 = 60N}$$

Γ5. Για τη ράβδο, αφού ισορροπεί οριζόντια, ισχύει:

$$\Sigma F_y = 0 \to F_{A_y} + Mg - T_1 = \to F_{A_y} = 20N$$

$$\Sigma F_x = 0 \to F_{A_x} - T_2 = 0 \to F_{A_x} = 20N$$

και επομένως: $F_A = \sqrt{F_{A_x}^2 + F_{A_y}^2} \to \boldsymbol{F_A = 20\sqrt{2}\ N}$ **και** $\boldsymbol{\varepsilon\varphi\theta = 1 \to \theta = 45°}$

<u>Θέμα Δ</u>

Δ1. Στον ΚΛ αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή: $E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon l$ και αφού $\alpha = \sigma\tau\alpha\theta.$ ισχύει $\upsilon = \alpha t$ και επομένως: $E_{\varepsilon\pi} = B\alpha t l \to E_{\varepsilon\pi} = 4t\ (S.I.)$. Από τη συνδεσμολογία του κυκλώματος

$R_{o\lambda} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_{K\Lambda} \to R_{o\lambda} = 4\Omega$ και επομένως $i_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \to \boldsymbol{i = 1t\ (S.I.)}$

Ο αγωγός θα κινηθεί προς τα δεξιά, οπότε η φορά του επαγωγικού ρεύματος θα είναι τέτοια, ώστε λόγω του κανόνα του Lenz, να αναπτυχθεί δύναμη Laplace στον ΚΛ που θα έχει φορά αντίθετη στην κίνησή του. Με εφαρμογή του κανόνα των τριών δακτύλων, υπολογίζουμε ότι η φορά του επαγωγικού ρεύματος θα είναι **από το Λ προς το Κ, διαμέσου του ΚΛ.**

Για $t_1 = 2s$: $i_{\varepsilon\pi} = 2A$ και $V_{K\Lambda} = E_{\varepsilon\pi} - iR_{K\Lambda} \to \boldsymbol{V_{K\Lambda} = 4V}$

Δ2. $P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{V_{K\Lambda}^2}{R_1} \to \boldsymbol{P_1 = \frac{8}{3}W.}$

Επειδή ο αγωγός κινείται με σταθερή επιτάχυνση: $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 \to \Delta x = 8m$ και για το ζητούμενο επαγωγικό φορτίο: $q_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}} = \frac{B\Delta x l}{R_{o\lambda}} \to \boldsymbol{q_{\varepsilon\pi} = 2C}$

Δ3. Για τον ΚΛ: $\Sigma F = ma \to F - F_L = ma \to F = 2 + t\ (S.I.)$ για όσο ο αγωγός κινείται με σταθερή επιτάχυνση. Την $t_2 = 3s$ που σταθεροποιείται η εξωτερική δύναμη, θα έχει μέτρο: $F = 5N$. Από εκείνη τη στιγμή και μετά ο αγωγός επιταχύνεται μη ομαλά, μέχρι η δύναμη Laplace να γίνει ίση με την F, και στη συνέχεια θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα (οριακή ταχύτητα):

$\Sigma F = 0 \rightarrow F_L = F \rightarrow \frac{B^2 \upsilon_{o\rho} l^2}{R_{o\lambda}} = F \rightarrow \boldsymbol{\upsilon_{o\rho} = 20\ m/s}$

Δ4. Λόγω αυτεπαγωγής στον κλάδο ΔΖ που υπάρχει το πηνίο, την χρονική στιγμή που κλείσαμε τον διακόπτη δ_3, η ένταση του ρεύματος θα είναι $\boldsymbol{i_3 = 0}$ **και η πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή θα είναι τέτοια ώστε στο Δ θα είναι** $(+)$**.**

Ρεύμα θα διέλθει μόνο από τον κλάδο ΜΝ και επομένως: $R'_{o\lambda} = R_2 + R_{K\Lambda} = 5\Omega$

$i = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R'_{o\lambda}} = \frac{B\upsilon l}{R'_{o\lambda}} = 4A$. Ακόμα: $V_{MN} = V_{K\Lambda} \rightarrow |E_{\alpha\upsilon\tau}| = iR_2 = 12\ V$

και αφού $|E_{\alpha\upsilon\tau}| = L\frac{|di|}{dt}\ \boldsymbol{\frac{di}{dt} = +60\ A/s}$ **και είναι θετικός επειδή η ένταση του ρεύματος αυξάνεται**

Δ5. Όταν σταθεροποιηθούν οι εντάσεις των ρευμάτων: $R_{o\lambda} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_{K\Lambda} = 4\Omega$ το συνολικό ρεύμα που διαρρέει τον ΚΛ είναι $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = 5A$. Για το ρεύμα που διέρχεται από τον κλάδο που βρίσκεται το πηνίο: $I_3 = \frac{V_{K\Lambda}}{R_3} = \frac{(E_{\varepsilon\pi} - IR_{K\Lambda})}{R_3} = \frac{5}{3}A$ και στο πηνίο είναι αποθηκευμένη ενέργεια $U = \frac{1}{2}LI_3^2 = \frac{5}{18}J$.

Με το άνοιγμα του διακόπτη, το πηνίο θα δημιουργήσει ΗΕΔ από αυτεπαγωγή, τέτοια ώστε να δημιουργήσει ακριβώς το ίδιο ρεύμα που το διέρρεε πριν, επομένως με φορά από το Δ στο Ζ, άρα ο αντιστάτης R_2 θα διαρρέεται από ρεύμα που θα έχει φορά **από το Ν προς το Μ.**

Η ζητούμενη ποσότητα θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στις αντιστάσεις είναι ίση με την αποθηκευμένη ενέργεια στο πηνίο

$$Q_R = U \rightarrow \boldsymbol{Q_R = \frac{5}{18}J}$$

Σύνταξη – Επιμέλεια

Γιάννης Ζάρας, Φυσικός