ΘΕΜΑ Α

Α1. δ

Α2. β

Α3. α

Α4. γ

Α5.

α) Σωστό

β) Σωστό

γ) Λάθος

δ) Λάθος

ε) Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση η (iii)

Για το στάσιμο κύμα περιόδου T_1 :

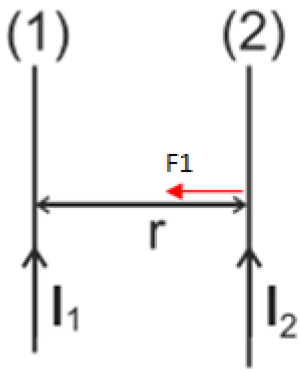
$$L = \frac{\lambda_1}{4} + \frac{\lambda_1}{2} = \frac{3\lambda_1}{4}$$

Για το στάσιμο κύμα περιόδου T_2 :

$$L = \frac{\lambda_2}{4} + \frac{2\lambda_2}{2} = \frac{5\lambda_2}{4}$$

Άρα $\frac{3\lambda_1}{4} = \frac{5\lambda_2}{4} \rightarrow \lambda_1 = \frac{5\lambda_2}{3} \rightarrow \upsilon T_1 = \frac{5\upsilon T_2}{3} \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3}$

Β2. Σωστή απάντηση η (i)

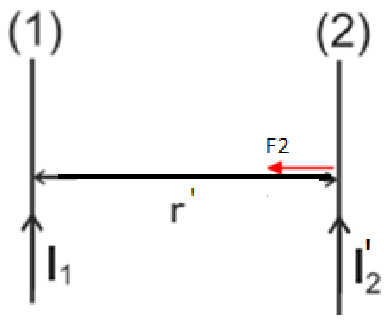


Αρχικά: $F_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1I_2}{r}l = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I2I}{r}l = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{4I^2}{r}l$ (1)

Τελικά: $r' = r + d = r + \frac{r}{2} = \frac{3r}{2} \rightarrow r' = \frac{3r}{2}$ και $I_2{}' = 4I$

οπότε

$$F_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1I_2{}'}{r'}l = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I4I}{\frac{3r}{2}}l = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{16I^2}{3r}l \quad (2)$$



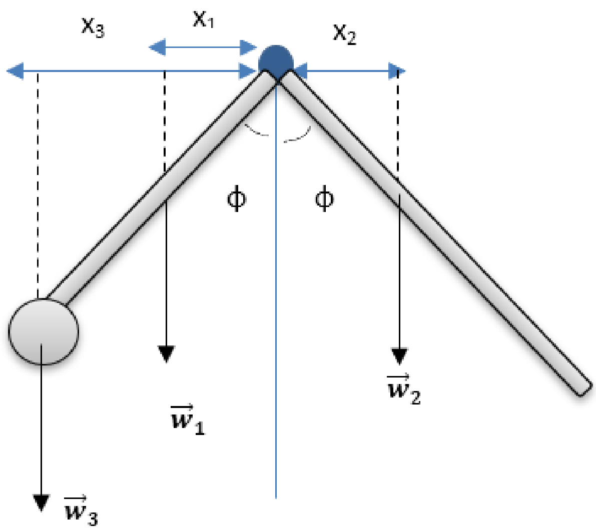
Ο λόγος των δυνάμεων από (1) και (2) είναι: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{4I^2}{r}l}{\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{16I^2}{3r}l} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$

Β3. Σωστή απάντηση η (ii)

$\Sigma\vec{\tau}_{(0)}$=0 άρα $\vec{\tau}_{w3}+\vec{\tau}_{w1}+\vec{\tau}_{w2}=0$ ή w $\cdot x_3$ + $w_1 \cdot x_1$ - w$\cdot x_2$ = 0 ή

$\frac{M}{2}\cdot$ g $\cdot$ $l_1\cdot$ ημφ + M$\cdot$g $\frac{l_1}{2}$ $\cdot$ημφ = M $\cdot$g $\cdot$ $\frac{l_2}{2}$ $\cdot$ημφ ή $l_1 + l_1 = l_2$ ή 2$\cdot$ l_1 =l_2

και άρα $\frac{l_1}{l_2}$ = $\frac{1}{2}$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

$\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \sigma\upsilon\nu 180°)$

$\lambda' - 8\lambda_c = \lambda_c \cdot 2$

$\lambda' = 10\lambda_c$

Γ2.

Η ενέργεια του προσπίπτοντος φωτονίου είναι:

$$E = p \cdot c = \frac{h}{\lambda} \cdot c = \frac{h \cdot c}{8\lambda_c} = \frac{h \cdot c}{8 \cdot \dfrac{h}{m \cdot c}} = \frac{1}{8}mc^2$$

Η ενέργεια του σκεδαζόμενου φωτονίου είναι:

$$E' = \frac{h}{\lambda'} \cdot c = \frac{h}{10 \cdot \dfrac{h}{m \cdot c}} \cdot c = \frac{1}{10}mc^2$$

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας προκύπτει ότι:

$E_\varphi = E'_\varphi + K_e$

$$K_e = h \cdot f - h \cdot f' = \frac{1}{8}mc^2 - \frac{1}{10}mc^2 = \frac{1}{40}mc^2 = \frac{1}{8} \cdot 10^5 eV$$

Γ3.

Από την εξίσωση του Einstein έχουμε: $K = h \cdot f - \phi$,

Για να εξέλθει ένα φωτοηλεκτρόνιο από την κάθοδο , πρέπει να ισχύει K≥0. Έτσι θέτοντας όπου K=0, υπολογίζουμε τη συχνότητα κατωφλίου.

$hf_0 = \phi \rightarrow f_0 = \frac{\phi}{h}$.

$$f_0 = \frac{1{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{6{,}4 \cdot 10^{-34}} = 0{,}35 \cdot 10^{15} = 3{,}5 \cdot 10^{14}\ Hz$$

Γ4.

Από το θεώρημα έργου ενέργειας προκύπτει ότι:

$$K_{ανόδου} - K_{καθόδου} = q_e\, ΔV \rightarrow K_{καθόδου} = eV_o$$

$$eV_0 = h \cdot f - \phi$$

$$V_0 = \frac{h}{e} \cdot f - \frac{\phi}{e}$$

$$V_0 = \frac{h \cdot c}{e \cdot \lambda_1} - \frac{\phi}{e}$$

$$V_0 = \frac{1200 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-9}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 400 \cdot 10^{-9}} - \frac{1{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}}$$

$$V_0 = 3 - 1{,}4 = 1{,}6\, V$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για την ράβδο που ισορροπεί έχουμε:

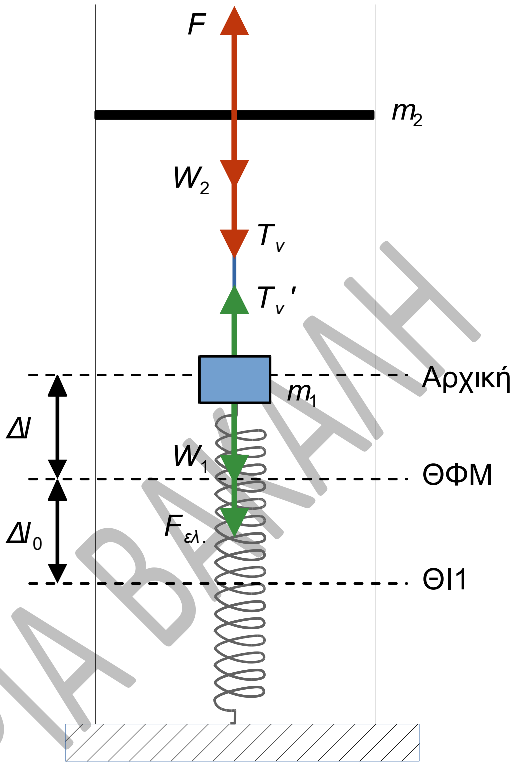
$\Sigma F = 0 \rightarrow F = W_2 + T_\nu \rightarrow 3 = 1 + T_\nu \rightarrow T_\nu = 2N$

Επειδή το νήμα ιδανικό ισχύει ότι:

$T_\nu = T_\nu' = 2N$

Για την ισορροπία του m_1 έχουμε:

$\Sigma F = 0 \rightarrow F_{\varepsilon\lambda.} + W_1 = T_\nu' \rightarrow F_{\varepsilon\lambda.} + 1 = 2 \rightarrow F_{\varepsilon\lambda.} = 1N$



Οπότε $F_{\varepsilon\lambda.} = k\Delta l \rightarrow 1 = 10\Delta l \rightarrow \Delta l = 0{,}1m$. Άρα το σώμα 1 βρίσκεται σε απόσταση $\Delta l = 0{,}1m$ πάνω από την θέση φυσικού μήκους (ΘΦΜ) του ελατηρίου.

Όταν το νήμα κοπεί για την θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του m_1 (ΘΙ$_1$) έχουμε:

$\Sigma F = 0 \rightarrow W_1 = k\Delta l_0 \rightarrow m_1 g = k\Delta l_0 \rightarrow 1 \cdot 10 = 10\Delta l_0 \rightarrow \Delta l_0 = 0{,}1m$

Επομένως η ΘΙ$_1$ απέχει από την ΘΦΜ $\Delta l_0 = 0{,}1m$. Το m_1 ξεκινά την αρμονική ταλάντωση χωρίς αρχική ταχύτητα άρα από ακραία θέση της ταλάντωσής του. Οπότε η αρχική θέση είναι και ακραία θέση της ταλάντωσης του άρα το πλάτος είναι:

$A = \Delta l_0 + \Delta l = 0{,}1 + 0{,}1 = 0{,}2m$

Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος είναι η $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$. Θεωρώντας ως θετική φορά την προς τα πάνω, για t=0, x=+A οπότε:

$$A = A\eta\mu(\varphi_0) \rightarrow \eta\mu(\varphi_0) = 1 \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} rad \text{ γιατί } 0 \leq \varphi_0 < 2\pi$$

Επίσης $k = m_1\omega^2 \rightarrow 10 = 0{,}1\omega^2 \rightarrow \omega = 10\, rad/s$

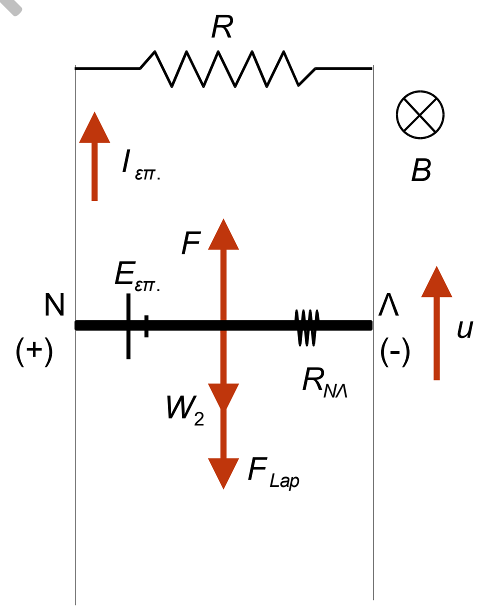
Οπότε $x = 0{,}2\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)\ (S.I)$

Δ2. $E = K + U \rightarrow E = \frac{3E}{4} + U \rightarrow U = \frac{E}{4} \rightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{2}kA^2 \rightarrow |x| = \frac{A}{2} = \frac{0{,}2}{2} \rightarrow |x| = 0{,}1m$

Επειδή $\alpha = -\omega^2 A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$ και $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$ ισχύει ότι $\alpha = -\omega^2 x$ οπότε

$|\alpha| = \omega^2|x| = 10^2 \cdot 0{,}1 \rightarrow |a| = 10\, m/s^2$

Δ3. Την στιγμή που κόβουμε το νήμα στη ράβδο ασκούνται το βάρος της και η δύναμη F. Επειδή $F = 3N$ και $W_1 = 1N$ και η ράβδος αρχικά ακίνητη, θα αρχίσει να επιταχύνεται προς τα πάνω. Λόγω της κίνησης της μέσα σε μαγνητικό πεδίο θα εμφανιστεί στα άκρα της $E_{\varepsilon\pi} = Bul$. Επειδή το κύκλωμα θα είναι κλειστό θα εμφανιστεί ρεύμα



$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda.}} = \frac{Bul}{R_{o\lambda.}}$ όπου $R_{o\lambda.} = R_{N\Lambda} + R = 1 + 1 \rightarrow R_{o\lambda.} = 2\Omega.$

Λόγω του ρεύματος θα εμφανιστεί δύναμη Laplace πάνω στον αγωγό το μέτρο της οποίας δίνεται από την σχέση:

$F_{Lap} = BI_{\varepsilon\pi}l = \frac{B^2l^2}{R_{o\lambda.}}u = \frac{1^2 1^2}{2}u \to F_{Lap} = \frac{u}{2}$.

Η φορά της F_{Lap} είναι σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού ίδια με το βάρος. Οπότε κατά την κίνηση του ΝΛ και ισχύει ότι:

$\Sigma F = ma \to F - W_2 - F_{Lap} = m_2 a \to 3 - 0{,}1 \cdot 10 - \frac{u}{2} = 0{,}1a \to 2 - \frac{u}{2} = 0{,}1a \to a = \frac{4-u}{20}$

Επειδή η κίνηση είναι επιταχυνόμενη το μέτρο της u αυξάνεται οπότε το μέτρο της α μειώνεται. Επομένως η κίνηση χαρακτηρίζεται ως επιταχυνόμενη με επιτάχυνση που μειώνεται κατά μέτρο. Κάποια στιγμή η $\alpha = 0$ οπότε η ράβδος θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα και θα συνεχίσει την κίνηση της με σταθερή ταχύτητα.

Η οριακή ταχύτητα έχει μέτρο: $a = \frac{4-u_{o\rho.}}{20} \to 0 = \frac{4-u_{o\rho.}}{20} \to u_{o\rho.} = 4\,m/s$

Δ4. Από τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά την σταθερή οριακή ταχύτητα του, το ρεύμα στο κύκλωμα παραμένει σταθερό και ίσο με:

$I = \frac{Bl}{R_{o\lambda.}} \cdot u_{o\rho.} = \frac{1\cdot 1}{2} \cdot 4 \to I = 2A$

Η θερμότητα που παράγεται στις αντιστάσεις είναι:

$Q_{o\lambda.} = I^2 R_{o\lambda.} \Delta t = 2^2 \cdot 2 \cdot 0{,}125 \to Q_{o\lambda.} = 1J$

Σε χρόνο $\Delta t = 0{,}125s$ η ράβδος έχει μετακινηθεί κατά $s = u_{o\rho.}\Delta t = 4 \cdot 0{,}125 \to s = 0{,}5m$

Οπότε το έργο της σταθερής F είναι: $W_F = F \cdot s = 3 \cdot 0{,}5 \to W_F = 1{,}5J$

Το ποσοστό που πρέπει να υπολογίσουμε είναι:

$$\Pi = \frac{Q_{o\lambda.}}{W_F} \cdot 100\% = \frac{1}{1{,}5} \cdot 100\% = \frac{2}{3} \cdot 100\% \to \Pi = \frac{200}{3}\%$$