ΘΕΜΑ Α

Α1) γ **Α2)** α **Α3)** β **Α4)** δ

Α5) α.Λ β.Λ γ.Σ δ.Σ ε.Λ

ΘΕΜΑ Β

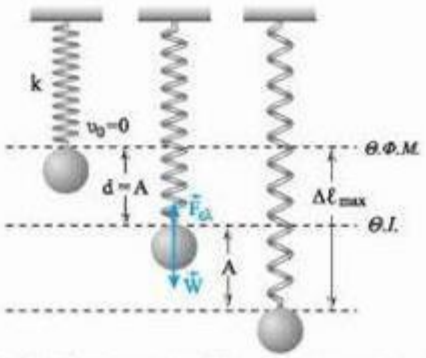
Β1

(β)

Στη Θ.Ι. έχουμε:

$\Sigma F = 0$ ή $F_{ελ} = W$ ή $kA = mg$ ή

$A = \frac{mg}{k}$ (1)



Το ελατήριο παρουσιάζει τη μέγιστη επιμήκυνσή του στην κάτω ακραία θέση.

Είναι:

$\Delta\ell_{max} = 2A \xrightarrow{(1)} \Delta\ell_{max} = \frac{2mg}{k}$ και

$F_{ελ(max)} = k \cdot \Delta\ell_{max}$ ή $F_{ελ(max)} = 2mg$

Β2

(γ)

Αρχικά (σχ. α) έχουμε:

$I = \frac{E}{R}$ και $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$ ή

$B = \mu_0 \frac{N}{\ell}\frac{E}{R}$ (1)

Στο σχήμα β έχουμε:

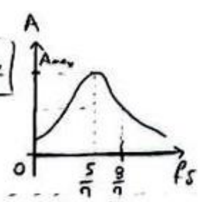
$I' = \frac{E}{2R}$ και $B' = \mu_0 2 \frac{N}{2\ell} I'$ ή

$B' = \mu_0 \frac{N}{\ell}\frac{E}{2R} \xrightarrow{(1)} B' = \frac{B}{2}$

Β3

Σωστό το (α) $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{100}{1}}\,Hz \Rightarrow \boxed{f_0 = \frac{5}{\pi}\,Hz}$

Από την καμπύλη συντονισμού παρατηρούμε ότι με αύξηση της συχνότητας του διεγέρτη από $\frac{8}{\pi}Hz$, το πλάτος θα μειώνεται.



B4

(α)

Αρχικά για τη ράβδο ισχύει:

$\Sigma F = 0$ ή $F_{L(0)} = mg$ (1)

Αν η ένταση του ρεύματος υποδιπλασιαστεί τότε έχουμε:

$F_L = B\dfrac{I_0}{2}\ell$ ή $F_L = \dfrac{F_{L(0)}}{2} \xrightarrow{(1)}$

$F_L = \dfrac{mg}{2}$ (2)

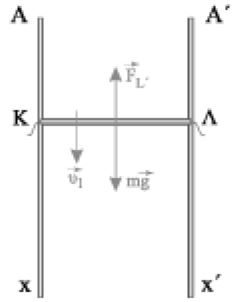
Για τη ράβδο έχουμε: $\Sigma F = m\alpha$ ή

$mg - F_L = m\alpha \xrightarrow{(2)}$

$mg - \dfrac{mg}{2} = m\alpha$ ή $\alpha = \dfrac{g}{2}$

και τη χρονική στιγμή t_1 είναι:

ή $\upsilon_1 = \alpha t_1$ ή $\upsilon_1 = \dfrac{g}{2}t_1$ (3)



Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου τη χρονική στιγμή t_1 είναι:

$(\ldots)\ \dfrac{dK}{dt} = \Sigma F \cdot \upsilon_1$ ή

$\dfrac{dK}{dt} = (mg - F_L')\,\upsilon_1 \xrightarrow{(2)\ (3)}$

$\dfrac{dK}{dt} = \dfrac{mg}{2}\dfrac{g}{2}t_1$ ή $\dfrac{dK}{dt} = \dfrac{mg^2}{4}t_1$

ΘΕΜΑ Γ

α) Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι ίση με: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$.

Είναι $\upsilon_{max} = 0,2\pi\,\text{m/sec}$ και $\upsilon_{max} = \omega A$ ή

$$A = \frac{\upsilon_{max}}{\omega} = 0,04\text{m}$$

Η φάση της ταλάντωσης των διαφόρων σημείων του μέσου δίνεται από την εξίσωση:

$$\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right).$$

Επομένως δύο σημεία του μέσου που απέχουν κατά τον άξονα x απόσταση ίση με d έχουν διαφορά φάσης κάθε στιγμή ίση με

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\cdot d \text{ ή } \lambda = \frac{2\pi}{\Delta\varphi}d = 1,6\text{m}$$

Το κύμα διαδίδεται με ταχύτητα:

$$\upsilon = \frac{\lambda}{T} = 8\text{m/sec}$$

β) Η εξίσωση της πηγής του κύματος είναι της μορφής $y = A\eta\mu\omega t$ και το κύμα διαδίδεται προς τη θετική φορά του άξονα x.

Επομένως η εξίσωση του κύματος είναι της μορφής:

$$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \text{ ή}$$

$$y = 4\cdot 10^{-2}\eta\mu 2\pi\left(5t - \frac{x}{1,6}\right) \text{ (S.I.) (1)}$$

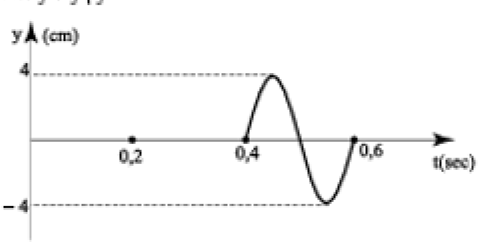
γ) Το σημείο Κ αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή

$$t_1 = \frac{x_K}{\upsilon} = 0,4\text{sec}$$

Θέτοντας $x = 3,2\text{m}$ στην εξίσωση (1), λαμβάνουμε:

$$y = 4\cdot 10^{-2}\eta\mu 2\pi(5t - 2) \text{ (S.I.) (2)}$$

Η εξίσωση (2), για $0 \le t \le 0,6\text{sec}$ παριστάνεται ως εξής:



δ) Τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,5\text{sec}$ το κύμα έχει διαδοθεί κατά τη θετική φορά του άξονα x σε απόσταση $x_{max} = \upsilon t = 4\text{m} = 2,5\lambda$.

Το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_1 είναι η γραφική παράσταση της εξίσωσης (1), εάν σ' αυτή θέλουμε $t = 0,5\text{sec}$.

Δηλαδή είναι η γραφική παράσταση της εξίσωσης:

$$y = 4\cdot 10^{-2}\eta\mu 2\pi\left(2,5 - \frac{x}{1,6}\right)$$

$0 \le x \le 4\text{m}$ (3)

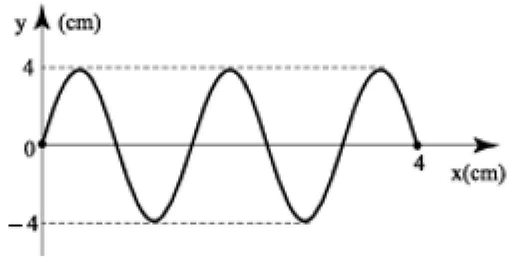
Από την εξίσωση (3)

για $x = 0$ προκύπτει $y = 0$ και

για $x = \frac{\lambda}{4} = 0,4\text{m}$

προκύπτει $y = +0,04\text{m} = +A$.

Το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_1 παριστάνεται ως εξής:



ε) Η φάση της ταλάντωσης των διαφόρων σημείων της χορδής εξαιτίας του κύματος, περιγράφεται από την εξίσωση:

$$\varphi = 2\pi\left(5t - \frac{x}{1,6}\right) \text{ (S.I.) ή}$$

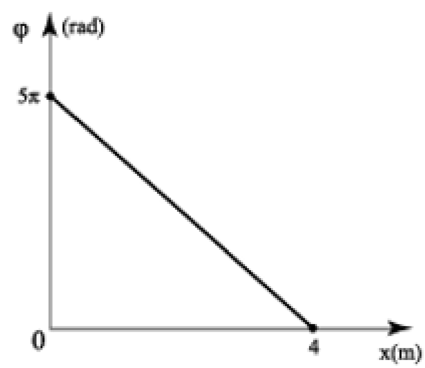
$$\varphi = 10\pi t - \frac{5\pi}{4}x \text{ (S.I.) (4).}$$

Για $t = t_1 = 0,5\text{sec}$, προκύπτει:

$$\varphi = 5\pi - \frac{5\pi}{4}x \text{ (5).}$$

Η εξίσωση (5) ισχύει για $0 \le x \le 4\text{m}$.

Για $x = 0$ λαμβάνουμε $\varphi = 5\pi\,\text{rad}$ και για $x = 4\text{m}$ είναι $\varphi = 0$.



στ) Η φάση φ_Λ της ταλάντωσης του σημείου Λ προκύπτει από την εξίσωση (4), για $x = x_\Lambda = 2m$:

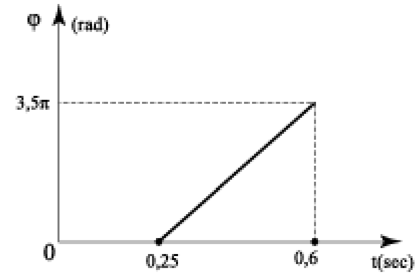
$\varphi_\Lambda = 10\pi t - 2,5\pi$ (S.I.) (6)

Το σημείο Λ της χορδής αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή

$t_2 = \frac{x_\Lambda}{\upsilon} = 0,25\,sec$.

Για $t = 0,6\,sec$ είναι $\varphi_\Lambda = 3,5\pi\,rad/sec$.

Η εξίσωση (6) ισχύει για $t \geq t_2$ και παριστάνεται γραφικά ως εξής:



ΘΕΜΑ Δ

α) Μέσα στο Ο. Η. Π το ηλεκτρόνιο κινείται με επιτάχυνση μέτρου:

$\alpha = \frac{Ee}{m} = 16 \cdot 1,6 \cdot 10^{12}\,m/sec^2$

Ο χρόνος κίνησης στη διαδρομή ΟΑ ισούται με: $t_{OA} = \frac{\ell}{\upsilon_0} = \frac{1}{1,6}10^{-7}\,sec$

Η απόκλιση y_A ισούται με:

$y_A = \frac{1}{2}\alpha t_{OA}^2 = 5 \cdot 10^{-2} = 5cm$

Είναι:

$V_{OA} = V_O - V_A = -E \cdot y_A = -7,2V$

β) Έχουμε: $\upsilon_{A(y)} = \alpha \cdot t_{OA} = 1,6 \cdot 10^6\,m/sec$

$\upsilon_A = \sqrt{\upsilon_O^2 + \upsilon_{A(y)}^2} = 1,6\sqrt{2} \cdot 10^6\,m/sec$

γ) Είναι: $\Delta\vec{p} = \Delta\vec{p}_x + \Delta\vec{p}_y$ ή $\Delta\vec{p} = \vec{0} + \Delta\vec{p}_y$

ή αλγεβρικά: $\Delta p = \Delta p_y = m\upsilon_{A(y)} - 0$ ή

$\Delta p = 14,4 \cdot 10^{-25}\,kg\,m/sec$ με κατεύθυνση κατακόρυφη προς τα κάτω.

δ) Για την ελικοειδή κίνηση, έχουμε:

$R = \frac{m\upsilon_{A(y)}}{Be} = 9 \cdot 10^{-2}\,m = 9cm$ και

$T = \frac{2\pi m}{Be} = \frac{9\pi}{8}10^{-7}\,sec$

ε) Το βήμα της έλικας ισούται με:

$\beta = \upsilon_0 \cdot T$ ή $\beta = 18 \cdot 10^{-2}\,m = 18\pi\,cm$.

Άρα: $N = \frac{\ell'}{\beta} = 2$