ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 12 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2025
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ, Α2. α, Α3. β, Α4. γ,

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

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το i.

$$\mathbf{K_{max}} = \frac{\mathbf{hc}}{\boldsymbol{\lambda}} - \boldsymbol{\varphi} \rightarrow \frac{\mathbf{hc}}{\boldsymbol{\lambda}} = \mathbf{K_{max}} + \boldsymbol{\varphi} \quad (\mathbf{1})$$

$$\mathbf{K_{max}}' = \frac{\mathbf{hc}}{\boldsymbol{\lambda}'} - \boldsymbol{\varphi} \rightarrow \frac{\mathbf{3hc}}{\boldsymbol{\lambda}} = \mathbf{K_{max}}' + \boldsymbol{\varphi} \xrightarrow{(1)} \mathbf{3}(\mathbf{K_{max}} + \boldsymbol{\varphi}) = \mathbf{K_{max}}' + \boldsymbol{\varphi} \rightarrow$$

$$\mathbf{3K_{max}} + \mathbf{3}\boldsymbol{\varphi} = \mathbf{K_{max}}' + \boldsymbol{\varphi} \rightarrow \boldsymbol{\varphi} = \frac{\mathbf{K_{max}}' - \mathbf{3K_{max}}}{\mathbf{2}} \rightarrow \boxed{\boldsymbol{\varphi} = \mathbf{2eV}}$$

Β1. Σωστό το ii.

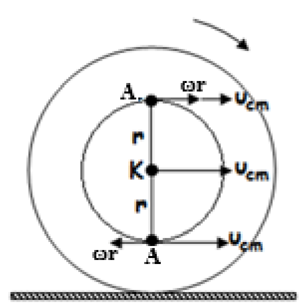
$$\boldsymbol{\Delta t_1} = \frac{\boldsymbol{T_1}}{\mathbf{2}} = \frac{\boldsymbol{\pi m}}{\boldsymbol{qB}} \quad (\mathbf{1})$$

$$\boldsymbol{\Delta t_2} = \frac{\boldsymbol{T_2}}{\mathbf{2}} = \frac{\boldsymbol{\pi 4m}}{\boldsymbol{2qB}} \xrightarrow{(1)} \boldsymbol{\Delta t_2} = \boldsymbol{2\Delta t_1}$$

$$\mathbf{\Delta t} = \boldsymbol{\Delta t_2} - \boldsymbol{\Delta t_1} \rightarrow \boxed{\mathbf{\Delta t} = \frac{\boldsymbol{\pi m}}{\boldsymbol{qB}}}$$

Β3. Σωστό το iii.

Το σημείο Α, που απέχει απόσταση r από το κέντρο μάζας Κ, έχει το μέγιστο μέτρο ταχύτητας, όταν βρίσκεται στην κατακόρυφη διάμετρο πάνω από το Κ και το ελάχιστο μέτρο ταχύτητας, όταν βρίσκεται στην κατακόρυφη διάμετρο κάτω από το Κ



Στο κατώτερο σημείο:

$$\boldsymbol{v_A = v_{cm} - \omega r \rightarrow \frac{v_{cm}}{4} = v_{cm} - \omega r \rightarrow \omega r = \frac{3v_{cm}}{4}} \quad \mathbf{(1)}$$

Στο ανώτερο σημείο: $\boldsymbol{v_A = v_{cm} + \omega r \rightarrow v_A = v_{cm} + \frac{3v_{cm}}{4} \rightarrow \boxed{v_A = \frac{7v_{cm}}{4}}}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1 α) Από τον νόμο του Ohm για όλο το κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_A + r} = \frac{24}{4+2}\ \text{A} = 4\ \text{A}$$

Με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού, καθώς το ρεύμα διαρρέει τον ημικυκλικό αγωγό (από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο), η ένταση στο κέντρο Ο έχει κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τον αναγνώστη (⊙)

Για ημικυκλικό αγωγό (τόξο π rad):

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\alpha} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4}{4 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}\ \text{T} = \mathbf{2\pi \cdot 10^{-5}\ T.}$$

β) Ο ρυθμός έκλυσης θερμότητας (ισχύς Joule) δίνεται από τον τύπο $P = I^2 R$, άρα

$$\frac{P_A}{P_r} = \frac{I^2 R_A}{I^2 r} = \frac{R_A}{r} = \frac{4}{2} = \mathbf{2}$$

Γ2 α) Μετά την αποκατάσταση των ρευμάτων (μόνιμη κατάσταση), το ιδανικό πηνίο συμπεριφέρεται ως βραχυκύκλωμα (απλός αγωγός).

Οι αντιστάτες R_1 και R_2 είναι παράλληλα συνδεδεμένες, άρα

$$R_{ολ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot 4}{4+4}\ \Omega = 2\ \Omega$$

Το ολικό ρεύμα στο κύκλωμα ισούται με

$$I_{ολ} = \frac{E}{R_{ολ} + r} = \frac{24}{2+2}\ \text{A} = 6\ \text{A}$$

Επειδή $R_1 = R_2$ το ρεύμα μοιράζεται ισόποσα σε κάθε κλάδο, άρα στον κλάδο του πηνίου $I_L = {}^{I_{ολ}}/_{2} = 3\ \text{A}$

Η ενέργεια στο πηνίο ισούται με

$$U = \frac{1}{2}LI_{\mathrm{L}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.2 \cdot 3^2 \text{ J} = \mathbf{0.9\ J}$$

β) Τη στιγμή t_1, ο μεταγωγός πάει στη θέση Γ. Η πηγή τίθεται εκτός, και δημιουργείται ένα κλειστό κύκλωμα (βρόχος ΚΛΜΝ) που περιλαμβάνει το πηνίο και τις αντιστάσεις R_1 και R_2 σε σειρά.

Το ρεύμα στο πηνίο δεν αλλάζει ακαριαία, άρα $i = I_{\mathrm{L}} = 3$ A αμέσως μετά τη μεταγωγή.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Kirchhoff στον βρόχο ΚΛΜΝ,

$$E_{\alpha\upsilon\tau} - i(R_1 + R_2) = 0 \Rightarrow -L\frac{di}{dt} = i(R_1 + R_2) \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{i(R_1 + R_2)}{L}$$

ή

$$\frac{di}{dt} = -\frac{3 \cdot (4 + 4)}{0.2} \frac{\text{A}}{\text{s}} = \mathbf{-120\ \frac{A}{s}}$$

Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η ένταση του ρεύματος μειώνεται.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1 α) Από το γράφημα ταχύτητας -χρόνου στο διάστημα $2\text{ s} \le t < 5\text{ s}$ παρατηρούμε ότι το διάγραμμα της ταχύτητας επαναλαμβάνεται ανά 2 s, άρα η περίοδος της ταλάντωσης ισούται με $\boldsymbol{T} = \mathbf{2\ s}$.

Η σταθερά του ελατηρίου προκύπτει από την γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2}{T^2}\,m = \frac{4\pi^2}{4}\,0.2\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \approx \mathbf{2\ \frac{N}{m}}$$

β) Επίσης από το γράφημα παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή της ταχύτητας ισούται με $v_{\max} = 0.2\pi$ m/s. Αλλά στην ΑΑΤ ισχύει ότι $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$$v_{\max} = \omega A \Rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{0.2\pi}{\pi}\text{ m} = \mathbf{0.2\ m.}$$

Η μέση ταχύτητα στο χρονικό διάστημα $2.5\ \mathrm{s} \leq t < 3.5\ \mathrm{s}$ ισούται με

$$\overline{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{2A}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0.2}{3.5 - 2.5}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \mathbf{0.4}\ \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}},$$

όπου $S = 2A$ το διάστημα που διανύει το σώμα σε μίση περίοδο.

Δ2 Θεωρούμε κύμα της μορφής

$$y(x,t) = A\ \text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

Από το διάγραμμα της ταχύτητας του σημείου Α προκύπτει περίοδος $T = 2\ \mathrm{s}$ (ίδια χρονική επανάληψη με πριν). Άρα ταχύτητα διάδοσης του κύματος $u = 1\ \mathrm{m/s}$, προκύπτει μήκος κύματος,

$$\lambda = uT = 1 \cdot 2\ \mathrm{m} = 2\ \mathrm{m}$$

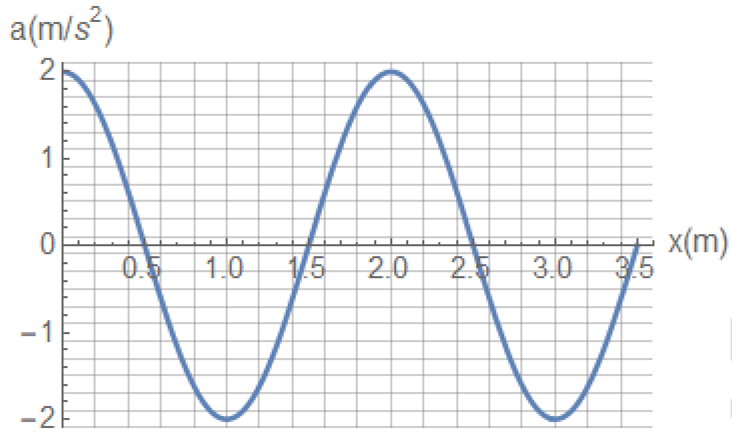
α) Το σημείο Α αρχίζει να ταλαντώνεται όταν φτάσει εκεί η διαταραχή, δηλαδή μετά από χρόνο καθυστέρησης t_{A}. Από το διάγραμμα, η ταχύτητα του σημείου Α παραμένει μηδενική μέχρι την χρονική στιγμή $t_{\mathrm{A}} = 2\ \mathrm{s}$, οπότε η θέση (τετμημένη πάνω στην ευθεία διάδοσης) του σημείου Α ισούται με

$$x_{\mathrm{A}} = ut_{\mathrm{A}} = 1 \cdot 2\ \mathrm{m} = \mathbf{2\ m}$$

Για κάθε σημείο της χορδής η επιτάχυνση ταλάντωσης δίνεται στο SI από την χρονική συνάρτηση,

$$\alpha(x,t) = -\omega^2 A\ \text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] \approx -2\ \text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{x}{2}\right)\right] \quad (1)$$

Την χρονική στιγμή $t_1 = 3.5\ \mathrm{s}$ το κύμα έχει φτάσει μέχρι το σημείο με τετμημένη $x_1 = ut_1 = 3.5\ \mathrm{m}$, επομένως εξετάζουμε το διάστημα στον άξονα διάδοσης, $0 \leq x \leq 3.5\ \mathrm{m}$.



Η γραφική παράσταση επιτάχυνσης -θέσης, την $t_1 = 3.5\,s$, απεικονίζεται στο παραπάνω διάγραμμα. Παρατηρούμε ότι η επιτάχυνση είναι αρνητική στα διαστήματα

$$\mathbf{0.5\,m} < \boldsymbol{x} < \mathbf{1.5\,m} \;\; \text{και} \;\; \mathbf{2.5\,m} < \boldsymbol{x} < \mathbf{3.5\,m}$$

β) Το δεύτερο κύμα διαδίδεται προς τα αρνητικά του άξονα x και «βρίσκεται» τη χρονική στιγμή $t = 0$ στην θέση $x_1 = 4.5\,\mathrm{m}$. Μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση του κύματος ως

$$y_2(x,t) = A\,\text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x - x_1}{\lambda}\right)\right]$$

ώστε στην θέση $x = x_1$την χρονική στιγμή $t = 0$ να έχει μηδενική απομάκρυνση, $y_2(x_1, 0) = 0$, και θετική ταχύτητα.

Η εξίσωση του αρχικού κύματος είναι

$$y_1(x,t) = A\,\text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

Η συμβολή τους δίνει:

$$y(x,t) = y_2(x,t) + y_1(x,t) = A\left(\text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x - x_1}{\lambda}\right)\right] + \text{ημ}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]\right)$$

ή

$$y(x,t) = 2A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x-x_1}{\lambda}\right)-2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x-x_1}{\lambda}\right)+2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)}{2}\right)$$

άρα

$$y(x,t) = 2A\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{\lambda}-\pi\frac{x_1}{\lambda}\right)\eta\mu\left(2\pi\frac{t}{T}-\pi\frac{x_1}{\lambda}\right)$$

Δεσμοί υπάρχουν όπου το πλάτος του στάσιμου κύματος μηδενίζεται:

$$2A\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{\lambda}-\pi\frac{x_1}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow 2\pi\frac{x}{\lambda}-\pi\frac{x_1}{\lambda} = (2N+1)\frac{\pi}{2}, \qquad N\in\mathbb{Z}$$

ή

$$x_N = (2N+1)\frac{\lambda}{4}+\frac{x_1}{2}, \qquad \text{όπου } 0\le x_N \le x_1$$

Άρα

$$0 \le (2N+1)\frac{\lambda}{4}+\frac{x_1}{2} \le x_1 \Rightarrow 0 \le \frac{2N+1}{2}+2.25 \le 4.5 \Rightarrow$$

$$-2.25 \le \frac{2N+1}{2} \le 2.25 \Rightarrow -2.75 \le N \le 1.75$$

$$N = -2,-1,0,1$$

Οι αντίστοιχες θέσεις των δεσμών είναι οι

$$x_{-2} = -\frac{6}{4}+\frac{4.5}{2} = -1.5+2.25 = \mathbf{0.75\ m}$$

$$x_{-1} = -\frac{2}{4}+\frac{4.5}{2} = -0.5+2.25 = \mathbf{1.75\ m},$$

$$x_0 = \frac{2}{4}+\frac{4.5}{2} = 0.5+2.25 = \mathbf{2.75\ m},$$

$$x_{+1} = \frac{6}{4}+\frac{4.5}{2} = 1.5+2.25 = \mathbf{3.75\ m}$$

<u>Επιμέλεια</u>: Βλαχόπουλος Άρης

Λεβέτας Στάθης