<u>ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ</u>
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 21 ΜΑΡΤΙΟΥ 2025
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)
ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

Β1. <u>Σωστό το (α)</u>

Επειδή η κινητική ενέργεια του σώματος μάζας m_2 να είναι οκταπλάσια της κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας m_1:

$$\frac{1}{2}m_2{V_2}^2 = 8\cdot\frac{1}{2}m_1{V_1}^2 \ (1)$$

Από τον τύπο της ελαστικής κρούσης με το δεύτερο σώμα ακίνητο ισχύει ότι:

$$V_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\cdot u_1 \ (2)$$

Αφού η κρούση είναι ελαστική, η μηχανική (δηλαδή η κινητική) ενέργεια διατηρείται :

$$K_{ΠΡΙΝ} = K_{ΜΕΤΑ} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1{u_1}^2 = \frac{1}{2}m_1{V_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{V_2}^2 \overset{(1)}{\Rightarrow} \frac{1}{2}m_1{u_1}^2 = \frac{1}{2}m_1{V_1}^2 + 8\cdot\frac{1}{2}m_1{V_1}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow {u_1}^2 = {V_1}^2 + 8\cdot{V_1}^2 \Rightarrow {u_1}^2 = 9{V_1}^2 \overset{(2)}{\Rightarrow} {u_1}^2 = 9\frac{(m_1 - m_2)^2}{(m_1 + m_2)^2}\cdot{u_1}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (m_1 + m_2)^2 = 9(m_1 - m_2)^2 \xRightarrow{m_1 = \lambda m_2} (\lambda m_2 + m_2)^2 = 9(\lambda m_2 - m_2)^2 \Rightarrow$$

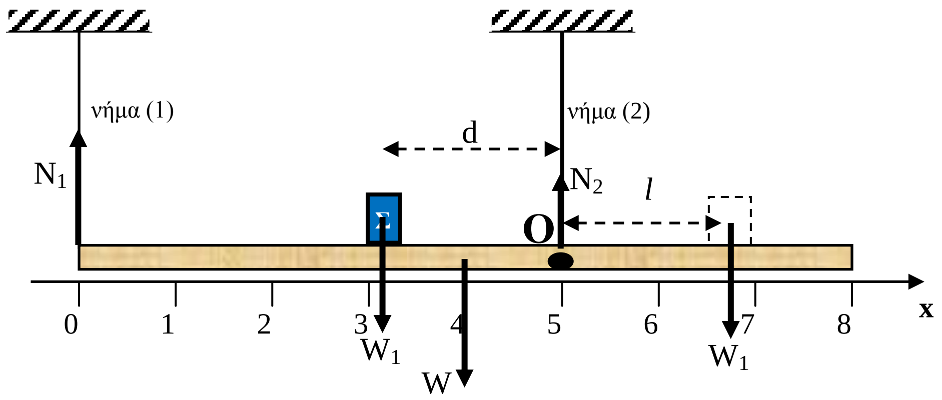
$$(\lambda + 1)^2 = 9(\lambda - 1)^2 \Rightarrow \begin{cases} \lambda + 1 = 3(\lambda - 1) \\ \lambda + 1 = -3(\lambda - 1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 + 3 = 3\lambda - \lambda \\ 1 - 3 = -3\lambda - \lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda = 2 \\ \lambda = \frac{1}{2} \end{cases}$$

Β2. <u>Σωστό το (α)</u>

Αρχικά, θα ελέγξουμε σε ποιά θέση θα κόβεται το νήμα (1).

$$\Sigma\tau^{(O)} = 0 \Rightarrow W \cdot 1 + W_1 \cdot d = N_1 \cdot 5 \Rightarrow 100 \cdot 1 + 50 \cdot d = 40 \cdot 5 \Rightarrow d = 2$$

Άρα το νήμα κόβεται οριακά 2 μονάδες μήκους αριστερά του O (στη θέση x = 3).



Έπειτα, θα ελέγξουμε πότε μηδενίζεται η N_1, πρακτικά πότε χαλαρώνει το νήμα (1).

$$\Sigma\tau^{(O)} = 0 \Rightarrow N_1 \cdot 5 + W_1 \cdot l = W \cdot 1 \xRightarrow{N_1=0} 0 + 50 \cdot l = 100 \cdot 1 \Rightarrow l = 2$$

Άρα το νήμα αρχίζει να χαλαρώνει 2 μονάδες μήκους δεξιά του O (στη θέση x = 7).

Επομένως, 3 < x < 7

Β3. <u>Σωστό το (α)</u>

Μπορούμε να αντικαταστήσουμε το συνδυασμό των δύο ελατηρίων με ένα ελατήριο σταθεράς $K_{I\Sigma}$.
Ισχύει ότι η δύναμη του ελατηρίου που ασκείται στο κάθε ελατήριο είναι ίση κατά μέτρο λόγω δράσης αντίδρασης και επειδή τα ελατήρια είναι αβαρή, οπότε: $F_{\varepsilon\lambda,1} = F_{\varepsilon\lambda,2} = F_{\varepsilon\lambda}$.

Για τις παραμορφώσεις των ελατηρίων ισχύει ότι: $x = x_1 + x_2$, άρα:

$$x = x_1 + x_2 \xRightarrow[x=\frac{F_{\varepsilon\lambda}}{K}]{F_{\varepsilon\lambda}=Kx} \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{K_{I\Sigma}} = \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{K_1} + \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{K_2} \Rightarrow \frac{1}{K_{I\Sigma}} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} \Rightarrow K_{I\Sigma} = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

Οπότε θα ισχύει $\Sigma F = -K_{I\Sigma} \cdot x$ με $D = K_{I\Sigma} = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από το διάγραμμα δυναμικής ενέργειας - χρόνου, παρατηρούμε ότι τη χρονική στιγμή t = 6 sec το κύμα φτάνει στο σημείο Κ

$$u = \frac{x}{t} \Rightarrow x_K = ut \Rightarrow x_K = 2\frac{m}{s} \cdot 6s \Rightarrow x_K = 12m$$

Γ2. Παρατηρώντας το διάγραμμα δυναμικής ενέργειας - χρόνου, από τη χρονική στιγμή 6 sec έως τη χρονική στιγμή 16 sec το σημείο Κ έχει πραγματοποιήσει 1 πλήρη ταλάντωση και 1/4 μίας πλήρους ταλάντωσής. Για την περίοδο Τ θα ισχύει:

$$T + \frac{T}{4} = 16s - 6s \Rightarrow \frac{5T}{4} = 10s \Rightarrow T = \frac{40}{5} sec \Rightarrow T = 8\, sec$$

Για τη συχνότητα λοιπόν θα ισχύει: $f = \frac{1}{8}\, Hz$

Από την εξίσωση διάδοσης του κύματος, μπορούμε να υπολογίσουμε το μήκος κύματος:

$u_\delta = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{u_\delta}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{2}{\frac{1}{8}} \Rightarrow \lambda = 16\, m$

Θα υπολογίσουμε το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Κ, από τη μέγιστη τιμή της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσής του, της οποίας τη τιμή γνωρίζουμε από το διάγραμμα:

$$E_{\Delta YN,max} = \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \Rightarrow 10^{-6} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (2\pi \cdot \frac{1}{8})^2 \cdot A^2 \Rightarrow A = 4 \cdot 10^{-2} m$$

Γ3. Η εξίσωση του κύματος θα είναι:

$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow y = 0{,}04 \cdot \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{8} - \frac{x}{16}\right)(S.I.)$ (1)

Γ4. Στο σημείο με x = 16m το κύμα φτάνει τη χρονική στιγμή t= 8 sec:

$u_\delta = \frac{x}{t} \Rightarrow t = \frac{x}{u_\delta} \Rightarrow t = \frac{16}{2} \Rightarrow t = 8\, sec$

Για το σημείο αυτό (x = 16 m), η εξίσωση του κύματος θα είναι:

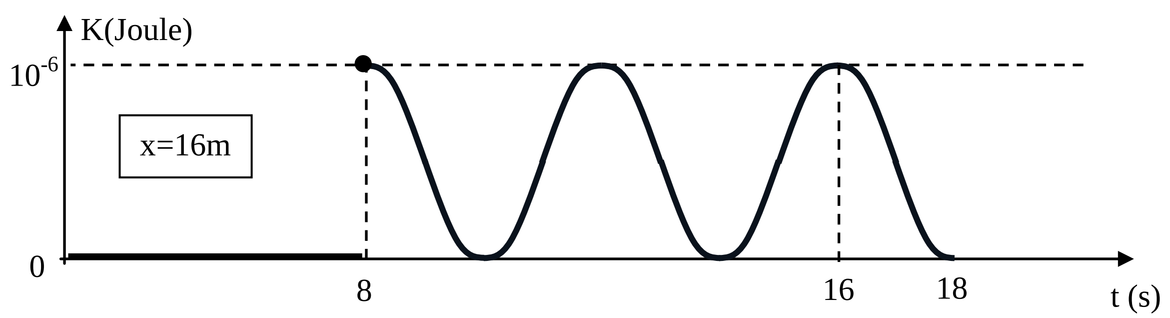
$(1) \xRightarrow{x = 16\text{ m}} y = 0{,}04 \cdot \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{8} - \frac{16}{16}\right) \Rightarrow y = 0{,}04 \cdot \eta\mu\left(\frac{\pi}{4}t - 2\pi\right)$

και για την ταχύτητα του σημείου θα ισχύει η εξίσωση ταχύτητας:

$u = 0{,}04 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma\upsilon\nu\left(\frac{\pi}{4}t - 2\pi\right)$ (2)

Επομένως, για την κινητική ενέργεια για χρονικές στιγμές t ≥8 sec θα έχουμε:

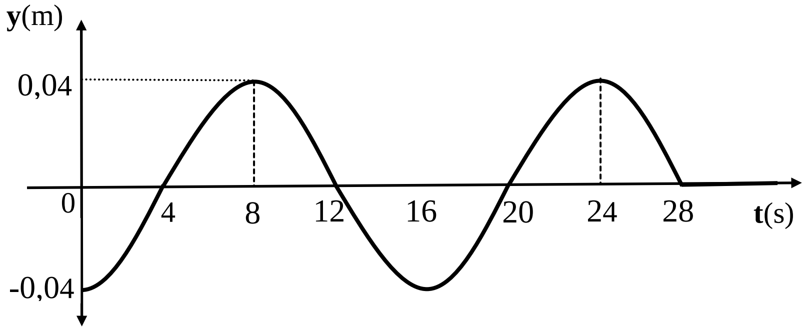
$$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (0{,}04 \cdot \frac{\pi}{4})^2 \cdot \sigma\upsilon\nu^2\left(\frac{\pi}{4}t - 2\pi\right) \Rightarrow K = 10^{-6}\sigma\upsilon\nu^2\left(\frac{\pi}{4}t - 2\pi\right)$$



Γ5. Ένας ταλαντωτής αποκτά μέγιστη δυναμική ενέργεια για 4η φορά, όταν διέρχεται για 4η φορά από μία ακραία θέση του. Για την αντίστοιχη χρονική στιγμή ισχύει:

$$t = T + \frac{3T}{4} \Rightarrow t = \frac{7T}{4}$$

Το στιγμιότυπου του κύματος θα είναι:



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Το πλαίσιο εκτελεί Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση:

Για την 1η φάση:

$$x = u \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{u} \xRightarrow{x=\beta} t_1 = \frac{\beta}{U} \Rightarrow t_1 = \frac{3}{4}s \Rightarrow t_1 = 0{,}75\ sec$$

Για την 2η φάση:

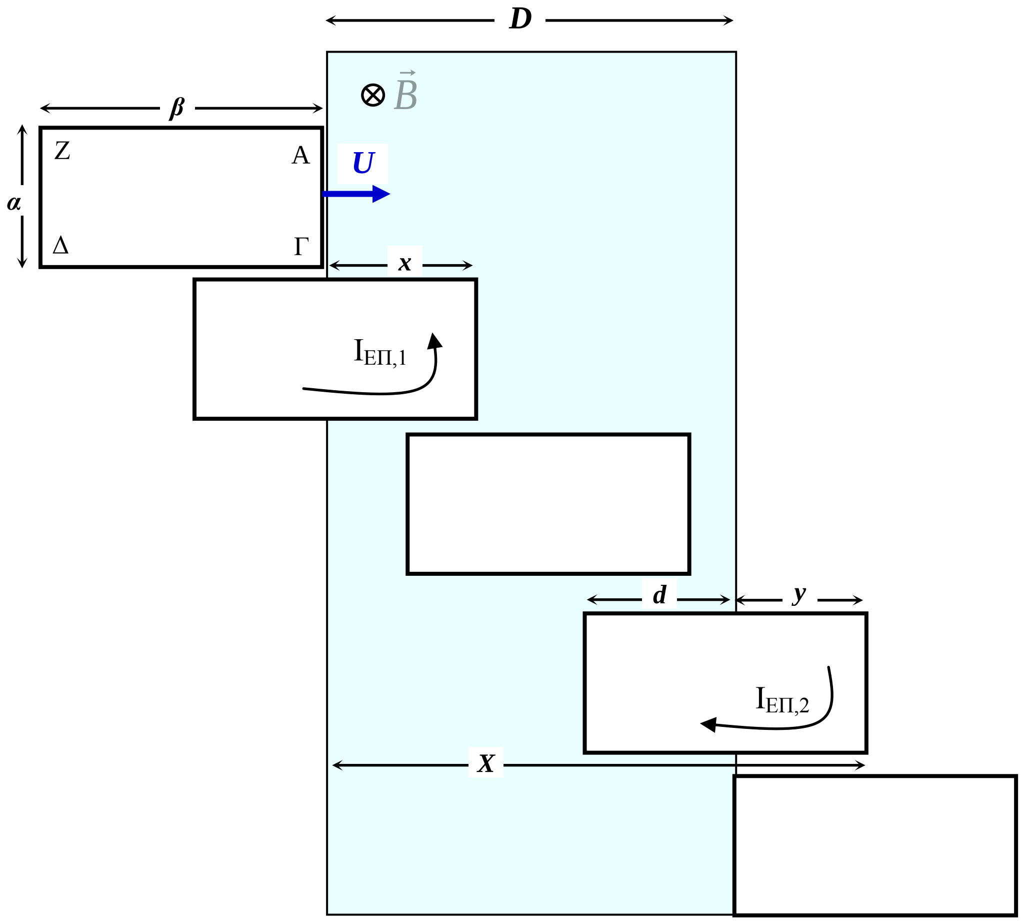
$$x = u \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{u} \xRightarrow{x=D-\beta} \Delta t_2 = \frac{2}{4}s$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t_1 \Rightarrow t_2 = \frac{5}{4}s \Rightarrow t_2 = 1{,}25\ sec$$

Για την 3η φάση:

$$x = u \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{u} \xRightarrow{x=\beta} \Delta t_3 = \frac{3}{4}s$$

$t_3 = t_2 + \Delta t_2 \Rightarrow t_3 = \frac{8}{4} s \Rightarrow t_3 = 2\, sec$



Πιο συγκεντρωτικά, τα χρονικά όρια για την κάθε φάση είναι:

$$\begin{cases} 0 \leq t < 0{,}75\, s, & \textit{Φάση } 1\eta \\ 0{,}75\, s \leq t < 1{,}25\, s, & \textit{Φάση } 2\eta \\ 1{,}25\, s \leq t < 2\, s, & \textit{Φάση } 3\eta \\ t \geq 2\, s, & \textit{Φάση } 4\eta \end{cases}$$

Δ2. Το πλαίσιο διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα στην 1η φάση (φάση εισόδου) και στην 3η φάση (φάση εξόδου) διότι μόνο τότε μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από αυτό. Κατά την είσοδο η μαγνητική ροή αυξάνεται και λόγω κανόνα Lenz, το πλαίσιο, προσπαθώντας να αντισταθεί στην αιτία που το προκαλεί το επαγωγικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο με φορά από το τετράδιο προς τον αναγνώστη. Από κανόνα δεξιού χεριού το ρεύμα θα έχει αντιωρολογιακή φορά.
Κατά τη φάση εξόδου η μαγνητική ροή μειώνεται άρα το πλαίσιο θα διαρρέεται από ρεύμα ωρολογιακής φοράς.

Δ3. $\Phi_1 = B \cdot S_1 \Rightarrow \Phi_1 = B \cdot x \cdot a \xRightarrow{x=ut} \Phi_1 = B \cdot a \cdot U \cdot t \Rightarrow \Phi_1 = 16t\ (SI)$
$\Phi_2 = B \cdot S_{o\lambda} \Rightarrow \Phi_2 = B \cdot a \cdot \beta \Rightarrow \Phi_2 = 12\, Wb$

Υπολογισμός του d:

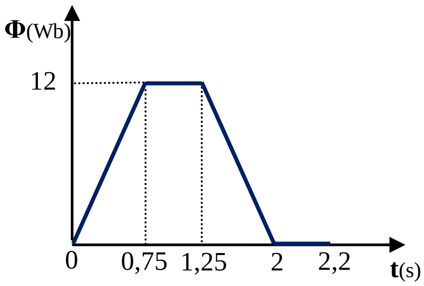
$$d=\beta-y\xRightarrow{y=x-D}d=\beta-(x-D)\Rightarrow d=3-x+D\Rightarrow d=8-ut\Rightarrow d=8-4t$$

$$\Phi_3=B\cdot a\cdot d\Rightarrow \Phi_3=2\cdot 2\mathrm{R}=2(\alpha+\beta)\mathrm{R}=20\Omega(8-4t)\Rightarrow \Phi_3=32-16t\ (SI)$$

$$\Phi_4=0$$

Η συνάρτηση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο είναι:

$$\Phi(t)=\begin{cases}16t & 0\le t<0{,}75\ s,\\ 12\ Wb & 0{,}75\ s\le t<1{,}25\ s,\\ 32-16t & 1{,}25\ s\le t<2\ s,\\ 0 & t\ge 2\ s,\end{cases}$$



Δ4. Η αντίσταση του πλαισίου είναι:

$$\mathrm{R}=2\cdot(\alpha+\beta)\cdot \mathrm{R}^*\Rightarrow \mathrm{R}=2\cdot(2+3)\cdot 2\Rightarrow \mathrm{R}=20\Omega$$

Για την ΗΕΔ από επαγωγή, μέσω της κλίσης της γραφικής παράστασης, έχουμε:

$$E_{E\Pi}=-N\cdot\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow E_{E\Pi}=-\frac{12}{0{,}75}\Rightarrow E_{E\Pi}=-16\,Volt$$

Από το νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα (κύκλωμα γ) έχουμε:

$$I=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}\Rightarrow I_{\varepsilon\pi}=-\frac{16\ V}{20\ A}\Rightarrow I_{\varepsilon\pi,1}=-0{,}8\ A$$

Από το νόμο Joule:

$$Q_1=I^2\cdot R\cdot \Delta t=(0{,}8)^2\cdot 20\cdot\frac{3}{4}\Rightarrow Q_1=9{,}6\,Joule$$

Κατά τη φάση εξόδου θα έχουμε:

$E_{E\Pi}=+16\,Volt,\ I_{\varepsilon\pi,2}=+0{,}8\ A$ και $Q_2=9{,}6\,Joule$

Επομένως, η συνολική θερμότητα που παράχθηκε είναι:

$$Q_{o\lambda}=Q_1+Q_2\Rightarrow Q_{o\lambda}=19{,}2\,Joule$$

Δ5. Η δύναμη Laplace η οποία ασκείται στο πλαίσιο κατά τη διάρκεια κάθε φάσης:

1η φάση:

$F_{L,1}=BIl=B\cdot I_{\varepsilon\pi,1}\cdot a\Rightarrow F_{L,1}=3{,}2N$ με φορά αντίθετη της ταχύτητας u.

3η φάση:

$F_{L,3}=BIl=B\cdot I_{\varepsilon\pi,2}\cdot a\Rightarrow F_{L,1}=3{,}2N$ με φορά αντίθετη της ταχύτητας u.

2η και 4η φάση:

Δεν ασκείται δύναμη Laplace, διότι το πλαίσιο δε διαρρέεται από ρεύμα.

Οι δυνάμεις Laplace στις πλευρές ΖΑ και ΓΔ εξουδετερώνονται συνεχώς.

Δ6. Από τον ορισμό της έντασης του ρεύματος:

Κατά την είσοδο:

$i = \frac{q}{t} \Rightarrow q = i \cdot t \xRightarrow{1\eta\ \varphi\acute{\alpha}\sigma\eta} q_1 = I_{\varepsilon\pi,1} \cdot t_1 \Rightarrow q_1 = 0{,}8 \cdot \frac{3}{4}\ C \Rightarrow q_1 = 0{,}6\ C$

Κατά την έξοδο:

$i = \frac{q}{t} \Rightarrow q = i \cdot t \xRightarrow{3\eta\ \varphi\acute{\alpha}\sigma\eta} q_2 = I_{\varepsilon\pi,2} \cdot \Delta t_3 \Rightarrow q_2 = 0{,}8 \cdot \frac{3}{4}\ C \Rightarrow q_2 = 0{,}6\ C$

Συνολικά πέρασε φορτίο $q_{o\lambda}$=1,2 C

Ο αριθμός τον ηλεκτρονίων που πέρασε από το σημείο Δ, από τον τύπο της κβάντωσης του ηλεκτρικού φορτίου:

$$N = \frac{q_{o\lambda}}{|e|} \Rightarrow N = \frac{1{,}2\ C}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow N = 0{,}75 \cdot 10^{19}\ \eta\lambda\varepsilon\kappa\tau\rho\acute{o}\nu\iota\alpha$$