

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ Γ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΥΡΙΑΚΗ 25 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2010
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ -
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 1^ο

- | | | | |
|---------|------|------|------|
| 1. δ | 2. γ | 3. β | 4. δ |
| 5. α) Σ | β) Λ | γ) Σ | δ) Σ |
| | | | ε) Σ |

Θέμα 2^ο

1. Α. Σωστή απάντηση είναι το α.

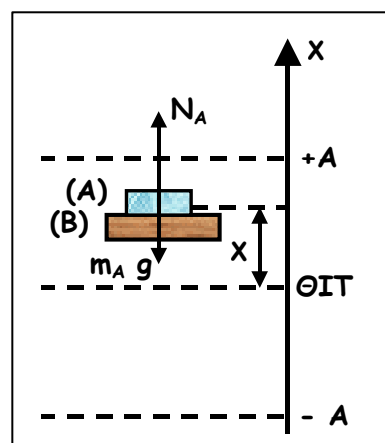
Η σταθερά επαναφοράς D του συστήματος είναι:

$$D = (m_A + m_B) \omega^2 \xrightarrow{m_B = 2 m_A} D = 3 m_A \omega^2$$

Η σταθερά επαναφοράς D_A του σώματος A είναι: $D_A = m_A \omega^2$

Άρα ο λόγος της σταθεράς επαναφοράς του συστήματος προς τη σταθερά επαναφοράς του σώματος A είναι:

$$\frac{D}{D_A} = \frac{3 m_A \omega^2}{m_A \omega^2} \rightarrow \frac{D}{D_A} = 3 .$$



B. Σωστή απάντηση είναι το γ.

Για τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα A θα ισχύει:

$$\Sigma F_A = - D_A x \rightarrow N_A - w_A = - m_A \omega^2 x \rightarrow$$

$$N_A - m_A g = - m_A \omega^2 x \rightarrow N_A = m_A \cdot g - m_A \omega^2 x \quad (1)$$

Όταν το σώμα A χάνει την επαφή του με το σώμα B, η κάθετη δύναμη N_A που δέχεται από το σώμα B μηδενίζεται. Άρα:

$$(1) \xrightarrow{N_A = 0} m_A \cdot g = m_A \omega^2 x \rightarrow \omega^2 x = g \rightarrow x = \frac{g}{\omega^2}.$$

2. Σωστή απάντηση είναι το α.

Από το διάγραμμα $\psi - t$ που μας δίνεται συμπεραίνουμε ότι η περίοδος της ΑΑΤ του φελλού είναι: **$T = 2 \text{ s}$** .

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής παίρνουμε:

$$u = \lambda f = \lambda \frac{1}{T} = 4 \text{ cm} \frac{1}{2 \text{ s}} \rightarrow u = 2 \text{ cm/s}.$$

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα $\psi - t$ που μας δίνεται το κύμα από την πηγή Π_1 θα φθάσει στο σημείο Γ τη χρονική στιγμή $t_1 = 4 \text{ s}$, ενώ το κύμα από την πηγή Π_2 τη χρονική στιγμή $t_2 = 8 \text{ s}$. Άρα οι αποστάσεις d_1 και d_2 του σημείου Γ από τις δύο πηγές είναι:

$$d_1 = u t_1 \rightarrow d_1 = 8 \text{ cm} \quad \text{και} \quad d_2 = u t_2 \rightarrow d_2 = 16 \text{ cm}.$$

Επειδή το σημείο Γ βρίσκεται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα $\Pi_1\Pi_2$ που ενώνει τις δύο πηγές ισχύει: $d = d_1 + d_2 \rightarrow d = 24 \text{ cm}$.

3. Σωστή είναι η β.

$$\text{Για το κύκλωμα } L_1 C_1 \text{ ισχύει: } E_1 = \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C_1} \quad \text{και} \quad I_1 = \omega_1 Q_1 \rightarrow I_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} Q_1.$$

$$\text{Για το κύκλωμα } L_2 C_2 \text{ ισχύει: } E_2 = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C_2} \quad \text{και} \quad I_2 = \omega_2 Q_2 \rightarrow I_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}} Q_2.$$

$$\text{Όμως } E_1 = 2 E_2 \rightarrow \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C_1} = 2 \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C_2} \xrightarrow{Q_1 = Q_2} \frac{1}{2 C_1} = \frac{1}{C_2} \rightarrow C_2 = 2 C_1.$$

$$I_2 = 2 I_1 \rightarrow \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}} Q_2 = 2 \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} Q_1 \xrightarrow{Q_1 = Q_2} \frac{1}{L_2 C_2} = 4 \frac{1}{L_1 C_1} \rightarrow$$

$$L_1 C_1 = 4 L_2 C_2 \xrightarrow{C_2 = 2 C_1} L_1 C_1 = 4 L_2 2 C_1 \rightarrow L_1 = 8 L_2.$$

Θέμα 3^ο

A. α. Η απόσταση ενός μεγίστου και του αμέσως επόμενου ελαχίστου της έντασης του μαγνητικού πεδίου του κύματος είναι $d = \frac{\lambda}{2}$. Άρα: $\frac{\lambda}{2} = 1,5 \text{ m} \rightarrow \lambda = 3 \text{ m}$.

Σε χρόνο Δt διέρχονται από ένα σημείο του μέσου 11 μέγιστα του ηλεκτρικού πεδίου, δηλαδή συνολικά 10 κύματα. Η συχνότητα του κύματος είναι:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{10}{2 \cdot 10^{-7}} \text{ Hz} \rightarrow f = 5 \cdot 10^7 \text{ Hz}.$$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής, η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι:

$$c = \lambda f = 3 \cdot 5 \cdot 10^7 \text{ m/s} \rightarrow c = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

Ο δείκτης διάθλασης του μέσου Α δίνεται από τον τύπο:

$$n = \frac{c_0}{c} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^8} \rightarrow n = 2$$

β. Οι μέγιστες τιμές της έντασης του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου συνδέονται με τη σχέση:

$$\frac{E_{\max}}{B_{\max}} = c \rightarrow B_{\max} = \frac{E_{\max}}{c} = \frac{15}{1,5 \cdot 10^8} \text{ T} \rightarrow B_{\max} = 10^{-7} \text{ T}.$$

$$\text{Η περίοδος του κύματος είναι: } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \cdot 10^7} \text{ s} \rightarrow T = 2 \cdot 10^{-8} \text{ s}.$$

Η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου θα είναι:

$$E = E_{\max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \rightarrow E = 15 \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{2 \cdot 10^{-8}} - \frac{x}{3} \right) \text{ (SI)}.$$

Η εξίσωση της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα είναι:

$$B = B_{\max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \rightarrow B = 10^{-7} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{2 \cdot 10^{-8}} - \frac{x}{3} \right) \text{ (SI)}.$$

Β. α. Ο δέκτης συντονίζεται, όταν η ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος LC γίνει ίση τη με συχνότητα του κύματος, δηλαδή $f = f_0 = 5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$. Άρα:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \rightarrow f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 L f_0^2} = \frac{1}{4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{14}} \text{ F} \rightarrow$$

$$C = 10^{-14} \text{ F}.$$

β. Η περίοδος των ηλεκτρικών ταλαντώσεων στο κύκλωμα LC είναι ίση με $T = 2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$.

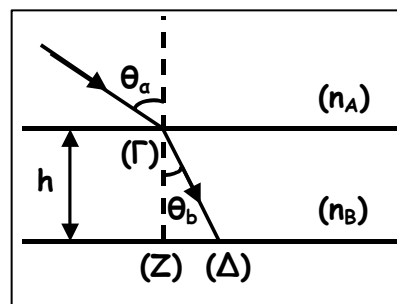
Όμως η περίοδος των ηλεκτρικών ταλαντώσεων είναι διπλάσια από την περίοδο της ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή. Άρα:

$$T_{UE} = \frac{T}{2} = \frac{2 \cdot 10^{-8}}{2} \text{ s} \rightarrow T_{UE} = 10^{-8} \text{ s}.$$

Γ. α. Για το αρχικό μέσο διάδοσης Α ισχύει ότι:

$$n_A = \frac{\lambda_0}{\lambda_A} \quad (1)$$

Για το μέσο διάδοσης Β ισχύει ότι: $n_B = \frac{\lambda_0}{\lambda_B} \quad (2).$



Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2) θα έχουμε:

$$\frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{\frac{\lambda_0}{\lambda_A}}{\frac{\lambda_0}{\lambda_B}} \rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow n_B = n_A \sqrt{2} \rightarrow n_B = 2\sqrt{2}$$

Εφαρμόζουμε το νόμο του Snell:

$$n_A \eta\mu\theta_a = n_B \eta\mu\theta_b \rightarrow \eta\mu\theta_b = \frac{n_A}{n_B} \eta\mu\theta_a \rightarrow \eta\mu\theta_b = \frac{1}{\sqrt{2}} \eta\mu 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \eta\mu\theta_b = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_b = 30^\circ.$$

Το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης συμβαίνει μόνο όταν η ακτίνα μεταβαίνει από μέσο Α σε μέσο Β, για τα οποία ισχύει $n_A > n_B$. Όμως, το μέσο Α έχει δείκτη διάθλασης $n_A = 2$ και το μέσο Β δείκτη διάθλασης $n_B = 2\sqrt{2}$, δηλαδή $n_A < n_B$. Άρα δεν υπάρχει τιμή της γωνίας πρόσπτωσης για την οποία η ακτίνα υφίσταται ολική ανάκλαση, κατά τη μετάβασή της από το μέσο Α στο μέσο Β. Αντίστοιχα δεν υπάρχει και οριακή γωνία ανάκλασης.

Θέμα 4

α. Η ροπή αδράνειας του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής Ο είναι:

$$I_{\text{συστ.}} = I_{(O)}^{\text{ράβδου}} + I_{(O)}^{m_1}$$

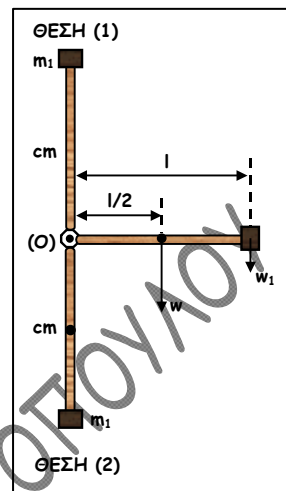
Η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής της Ο υπολογίζεται από το θεώρημα του Steiner:

$$I_{(O)}^{\text{ράβδου}} = I_{\text{cm}} + m \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \frac{1}{12} m l^2 + m \frac{l^2}{4} \rightarrow I_{(O)}^{\text{ράβδου}} = \frac{1}{3} m l^2$$

$$\text{Άρα: } I_{\text{συστ.}} = I_{(O)}^{\text{ράβδου}} + m_1 l^2 = \frac{1}{3} m l^2 + m_1 l^2 \rightarrow I_{\text{συστ.}} = 1 + 1 = 2 \text{ Kg m}^2.$$

β. Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του συστήματος είναι:

$$\frac{dL}{dt} = \sum \tau_{(O)} \rightarrow \frac{dL}{dt} = \tau_{w1} + \tau_w$$



Από την παραπάνω σχέση συμπεραίνουμε ότι ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής γίνεται μέγιστος, όταν και η ροπή των δυνάμεων γίνεται μέγιστη. Αυτό συμβαίνει όταν η ράβδος έχει στραφεί κατά 90° και έχει γίνει οριζόντια, γιατί στη θέση αυτή η απόσταση του άξονα περιστροφής (O) από τους φορείς των δυνάμεων είναι η μέγιστη δυνατή. Άρα:

$$\left(\frac{dL}{dt} \right)_{\max} = mg \frac{l}{2} + m_1 g l = 15 + 10 \rightarrow \left(\frac{dL}{dt} \right)_{\max} = 25 \text{ Kg m}^2/\text{s}^2.$$

γ. Εφαρμόζουμε ΑΔΜΕ για το σύστημα από την κατακόρυφη θέση (1) ως τη κατακόρυφη θέση (2):

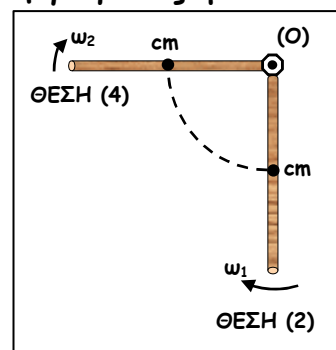
$$E_{\mu\chi}^{\text{αρχ}} = E_{\mu\chi}^{\text{τελ}} \rightarrow K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}} \rightarrow$$

$$mg \frac{3l}{2} + m_1 g 2l = \frac{1}{2} I_{\text{συστ.}} \omega^2 + m g \frac{l}{2} \rightarrow m g l + 2 m_1 g l = \frac{1}{2}$$

$$I_{\text{συστ.}} \omega^2 \rightarrow$$

$$30 + 20 = \omega^2 \rightarrow \omega^2 = 50 \rightarrow \omega = 5\sqrt{2} \text{ rad/s.}$$

δ. Έστω ω_1 η γωνιακή ταχύτητα που αποκτά η ράβδος μετά την



αποκόλληση της μάζας m_1 . Εφαρμόζουμε ΑΔΜΕ για τη ράβδο από την κατακόρυφη θέση (2) ως την οριζόντια θέση (4):

$$\begin{aligned} E_{\mu\eta\chi}^{\alpha\rho\chi} &= E_{\mu\eta\chi}^{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow \\ m g \frac{l}{2} + \frac{1}{2} I_{(O)}^{\text{ράβδου}} \omega_1^2 &= \frac{1}{2} I_{(O)}^{\text{ράβδου}} \omega_2^2 + m g l \rightarrow \\ \frac{1}{2} \frac{1}{3} m l^2 \omega_1^2 &= \frac{1}{2} \frac{1}{3} m l^2 \omega_2^2 + m g l - m g \frac{l}{2} \rightarrow \\ \omega_1^2 &= \omega_2^2 + m g l \rightarrow \omega_1 = 4\sqrt{2} \text{ rad/s.} \end{aligned}$$

Για το σύστημα ράβδος - σώμα μάζας m_1 είναι $\Sigma \tau_{\epsilon\xi} = 0$ άρα ισχύει η αρχή διατήρησης της στροφορμής.

$$L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow L_{\text{συστήματος}}^{\alpha\rho\chi} = L_{\text{σώματος}}^{\tau\epsilon\lambda} + L_{\text{ράβδου}}^{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow I_{\text{συστ.}} \omega = m_1 u_1 l + I_{(O)}^{\text{ράβδου}} \omega_1 \rightarrow$$

$$10\sqrt{2} = u_1 + 4\sqrt{2} \rightarrow u_1 = 6\sqrt{2} \text{ m/s.}$$

ε. Μετά την πλαστική κρούση το συσσωμάτωμα κάνει ΑΑΤ με $D = k = (m_1 + m_2) \omega^2$ (1).

Σε μια περίοδο T της ταλάντωσης του η κινητική του ενέργεια μεγιστοποιείται 2 φορές, συνεπώς η συχνότητα της ταλάντωσης ισούται με:

$$f = \frac{f_1}{2} = \frac{5}{2\pi} \rightarrow T = \frac{2\pi}{5} \text{ s και } \omega = \frac{2\pi}{T} = 5 \text{ rad/s.}$$

Από τη σχέση (1) παίρνουμε: $100 = (1 + m_2) 25 \rightarrow 1 + m_2 = 4 \rightarrow m_2 = 3 \text{ Kg.}$

στ. Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο. για την πλαστική κρούση:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}}^{\text{συστ}} = \vec{p}_{\text{τελ}}^{\text{συστ}} \rightarrow m_1 u_1 = (m_1 + m_2)V \rightarrow 6\sqrt{2} = 4V \rightarrow V = 1,5\sqrt{2} \text{ m/s}$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 = \frac{1}{2} 36 \cdot 2 = 36 \text{ J}$$

$$E_{\text{ταλ}} = K_{\text{max}} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 = \frac{1}{2} 4 \cdot \frac{9}{4} \cdot 2 = 9 \text{ J}$$

$$\frac{K_1}{E_{\text{ταλ}}} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ ή } 25\%$$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ "ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ" Α. ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ