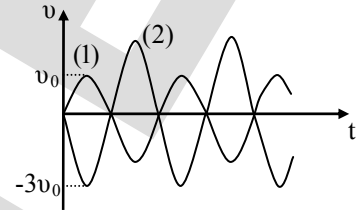


ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σώμα $m = 1 \text{ kg}$ είναι δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ και εξαναγκάζεται σε ταλάντωση μικρής απόσβεσης μέσω ενός διεγέρτη. Το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 40 φορές σε χρόνο $2\pi \text{ s}$. Να βρεθούν:
- Η συχνότητα της ταλάντωσης.
 - Να ελέγξετε αν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού.
 - Αν η συχνότητα του διεγέρτη αρχίσει να ελαττώνεται, τότε το πλάτος ταλάντωσης:
 - θα αυξηθεί,
 - θα μειωθεί,
 - αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια μειώνεται.
 Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση αιτιολογώντας την επιλογή σας.

2. Σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο αρμονικές ταλαντώσεις που γίνονται στην ίδια διεύθυνση γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το διάγραμμα των ταχυτήτων τους σε συνάρτηση με το χρόνο. Η εξίσωση ταχύτητας της συνισταμένης ταλάντωσης σε συνάρτηση με το χρόνο είναι:



- $v = 2v_0 \cdot \eta\mu(\omega t + \frac{\pi}{2})$
- $v = 2v_0 \cdot \eta\mu(\omega t + \pi)$
- $v = v_0 \cdot \sigma\upsilon\nu(\omega t + \frac{\pi}{2})$
- $v = 2v_0 \cdot \sigma\upsilon\nu(\omega t + \pi)$

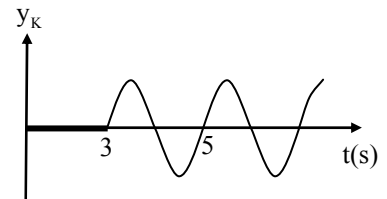
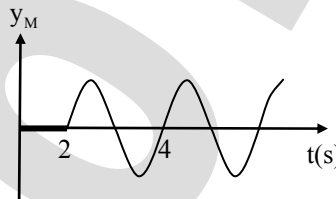
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση αιτιολογώντας την επιλογή σας.

3. Σώμα συμμετέχει ταυτόχρονα σε δύο αρμονικές ταλαντώσεις που γίνονται στην ίδια διεύθυνση γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, έχουν ίδια συχνότητα και ίδιο πλάτος A . Αν το πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης είναι $A_\Sigma = A\sqrt{3}$, τότε η διαφορά φάσης των αρχικών ταλαντώσεων μπορεί να είναι:

- $\frac{\pi}{6}$
- $\frac{\pi}{2}$
- $\frac{\pi}{3}$
- π

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση αιτιολογώντας την επιλογή σας.

4. Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο με ταχύτητα διάδοσης $v = 2 \text{ m/s}$. Στα διαγράμματα φαίνονται οι απομακρύνσεις σε συνάρτηση με το χρόνο για δύο σημεία M και K ελαστικού μέσου.



Να υπολογιστεί η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων των δύο σημείων.

5. Σε επιφάνεια υγρού που ηρεμεί υπάρχουν δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 που παράγουν εγκάρσια αρμονικά κύματα πλάτους A και μήκους κύματος λ . Ένα σημείο K απέχει αποστάσεις $r_1 = 3,5\lambda$ και $r_2 = 7\lambda$ από κάθε πηγή αντίστοιχα. Να γίνει το διάγραμμα του πλάτους σε συνάρτηση με το χρόνο για την ταλάντωση που εκτελεί το σημείο K .

6. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαδίδεται σε οπτικό μέσο A και προσπίπτει στη λεία διαχωριστική επιφάνεια οπτικού μέσου B με γωνία πρόσπτωσης $\theta_\pi = 15^\circ$. Η εξίσωση του ηλεκτρικού πεδίου στα δύο μέσα είναι αντίστοιχα:

$$E_A = E_{\max_A} \eta\mu 2\pi(6 \cdot 10^{14} t - 4 \cdot 10^6 x) \quad (\text{S.I.}) \quad \text{και} \quad E_B = E_{\max_B} \eta\mu 2\pi(6 \cdot 10^{14} t - 2 \cdot 10^6 x) \quad (\text{S.I.})$$

A. Ποιο από τα δύο οπτικά μέσα είναι το κενό; Είναι η ακτινοβολία αυτή ορατή;

B. Ο δείκτης διάθλασης του άλλου οπτικού μέσου είναι:

- $n = 2$
- $n = 1$
- $n = 1,5$

Γ. Να επιλέξετε τη πρόταση που περιγράφει την πορεία της ακτίνας, αιτιολογώντας την επιλογή σας.

- Η ακτίνα εισέρχεται στο μέσο B διαθλώμενη.
- Η ακτίνα ανακλάται ολικά.
- Η ακτίνα κινείται παράλληλα στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο οπτικών μέσων.

Δίνεται για το κενό $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. **α.** Για τη συχνότητα της ταλάντωσης (άρα και του διεγέρτη) ισχύει:

$$f = \frac{N}{t}, \text{ όπου } N \text{ οι πλήρεις ταλαντώσεις σε χρόνο } t. \text{ Από την}$$

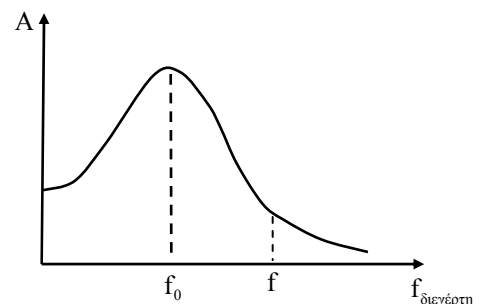
εκφώνηση $N = 20$ για $t = 2\pi \text{ s}$, οπότε $f = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$.

β. Η ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης του συστήματος είναι:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow f_0 = \frac{5}{\pi} \text{ Hz}.$$

Αφού $f_{\text{διεγέρτη}} \neq f_0$ το σύστημα δε βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού.

γ. Αρχικά $f_{\text{διεγέρτη}} > f_0$. Αν η $f_{\text{διεγέρτη}}$ αρχίσει να ελαττώνεται, τότε



όπως φαίνεται στο διάγραμμα, το πλάτος θα αρχίσει να αυξάνεται καθώς η $f_{\text{διεγέρτη}}$ πλησιάζει την f_0 (άρα το συντονισμό) και μετά θα αρχίσει να μειώνεται καθώς η $f_{\text{διεγέρτη}}$ απομακρύνεται από την f_0 .
Σωστή η απάντηση **iii**).

2. Με βάση το διάγραμμα που δίνεται, οι εξισώσεις των ταχυτήτων των δύο ταλαντώσεων είναι:

$$v_1 = v_0 \cdot \eta \mu \omega t \text{ και } v_2 = 3v_0 \cdot \eta \mu(\omega t + \pi)$$

Εφαρμόζοντας την αρχή της επαλληλίας παίρνουμε:

$$v = v_1 + v_2 \Rightarrow v = v_0 \cdot \eta \mu \omega t + 3v_0 \cdot \eta \mu(\omega t + \pi) \Rightarrow v = 2v_0 \cdot \eta \mu(\omega t + \pi).$$

Σωστή η απάντηση **(β)**.

3. Για το πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης γνωρίζουμε ότι: $A_{\Sigma} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\varphi}$.

Θέτοντας $A_1 = A_2 = A$ και $A_{\Sigma} = A\sqrt{3}$, παίρνουμε:

$$A\sqrt{3} = \sqrt{A^2 + A^2 + 2A^2\cos\varphi} \Rightarrow 3A^2 = 2A^2 + 2A^2\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad}.$$

Σωστή η απάντηση **(γ)**.

4. Από τα διαγράμματα φαίνεται η περίοδος του κύματος $T = 2 \text{ s}$, επομένως για το μήκος κύματος ισχύει:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = v \cdot T \Rightarrow \lambda = 4 \text{ m}.$$

Το κύμα φτάνει στο σημείο Μ τη στιγμή $t_M = 2 \text{ s}$ και στο σημείο Κ τη στιγμή $t_K = 3 \text{ s}$, δηλαδή με χρονική καθυστέρηση $\Delta t = 1 \text{ s} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta\varphi = \pi \text{ rad}$.

5. Το κύμα από την πηγή Π₁ φτάνει στο σημείο Κ τη στιγμή $t_1 = \frac{r_1}{v} \Rightarrow t_1 = \frac{3,5\lambda}{\lambda \cdot f} \Rightarrow t_1 = 3,5T$ και το κύμα από την πηγή Π₂ φτάνει στο σημείο Κ τη στιγμή $t_2 = \frac{r_2}{v} \Rightarrow t_2 = \frac{7\lambda}{\lambda \cdot f} \Rightarrow t_2 = 7T$, όπου T η περίοδος ταλάντωσης των δύο πηγών.

Επειδή $|r_1 - r_2| = 3,5\lambda \Rightarrow |r_1 - r_2| = 7 \frac{\lambda}{2}$, στο σημείο Κ συμβαίνει αποσβεστική συμβολή.

Οπότε:

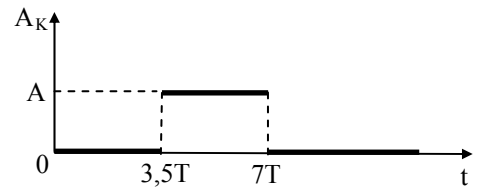
Για $0 \leq t < 3,5T$ δεν έχει φτάσει κανένα κύμα, άρα $y_K = 0$ και $A_K = 0$.

Για $3,5T \leq t < 7T$ έχει φτάσει μόνο το κύμα από την πηγή Π₁, άρα

$$y_K = y_1 \Rightarrow y_K = A \cdot \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1}{\lambda} \right) \text{ και } A_K = A.$$

Για $t \geq 7T$ έχουμε απόσβεση, άρα $y_K = 0$ και $A_K = 0$.

Το ζητούμενο διάγραμμα φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



6. Για την εξίσωση του ηλεκτρικού πεδίου γνωρίζουμε: $E = E_{\max} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$

Από τις εξισώσεις που δίνονται, προκύπτουν: $\lambda_A = 0,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, $\lambda_B = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ και $f_A = f_B = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

A. Για να διαδίδεται μία ακτινοβολία στο κενό πρέπει να ικανοποιεί τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής $\lambda \cdot f = c$ για $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Αυτό ισχύει μόνο για την ακτινοβολία στο μέσο Β.

Επομένως το μέσο Β είναι το κενό οπότε $\lambda_0 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \Rightarrow \lambda_0 = 500 \text{ nm}$.

Αφού $400 \text{ nm} < \lambda_0 < 700 \text{ nm}$ η ακτινοβολία είναι ορατή.

B. Για το δείκτη διάθλασης του οπτικού μέσου Α ισχύει: $n = \frac{\lambda_0}{\lambda_A} \Rightarrow n = 2$

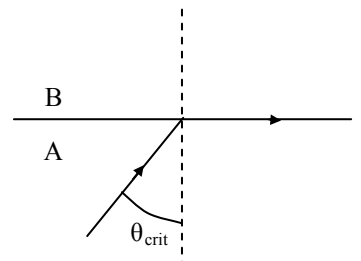
Σωστή η απάντηση **(i)**.

Γ. Η κρίσιμη γωνία για το οπτικό μέσο Α ως προς το οπτικό μέσο Β (κενό), υπολογίζεται από το νόμο του Snell:

$$n \cdot \eta \mu \theta_{\text{crit}} = n_{\text{κενού}} \cdot \eta \mu 90^\circ \Rightarrow \eta \mu \theta_{\text{crit}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{\text{crit}} = 30^\circ$$

Επειδή $\theta_\pi = 15^\circ < \theta_{\text{crit}}$, η ακτίνα εισέρχεται στο μέσο Β διαθλώμενη.

Σωστή η πρόταση **(i)**.



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ ΜΑΡΙΝΟΣ • ΚΑΜΠΥΛΑΥΚΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ • ΚΑΡΑΪΣΚΟΥ ΑΝΝΑ
ΜΑΚΡΑΚΗΣ ΣΤΕΛΙΟΣ • ΜΕΛΕΣΣΑΝΑΚΗ ΕΦΗ • ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ • ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ • ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ
ΣΦΟΥΝΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ • ΦΡΑΓΚΙΑΛΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ