

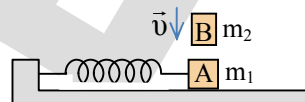
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Μια ομογενής χορδή μήκους L με ελεύθερο μόνο το ένα της άκρο της διεγείρεται με συχνότητα f_1 οπότε δημιουργείται στάσιμο κύμα και σχηματίζονται 3 δεσμοί. Αν αλλάξουμε την συχνότητα διέγερσης σε f_2 , στη χορδή δημιουργούνται 13 δεσμοί. Ο λόγος των δύο συχνοτήτων είναι:

α. $\frac{f_1}{f_2} = 1$ β. $\frac{f_1}{f_2} = 5$ γ. $\frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{5}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση αιτιολογώντας την επιλογή σας.

2. Σώμα Α μάζας m_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Κάποια στιγμή συγκρούεται πλαστικά με σώμα Β μάζας $m_2 = 3m_1$ το οποίο κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω με ταχύτητα $\vec{v}$.



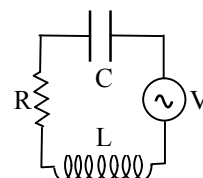
Α. Αν η κρούση πραγματοποιηθεί την στιγμή που το σώμα Α διέρχεται από την θέση

ισορροπίας του, να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{E_{\text{ΠΡΙΝ}}}{E_{\text{ΜΕΤΑ}}}$ των ενεργειών ταλάντωσης πριν και μετά την κρούση.

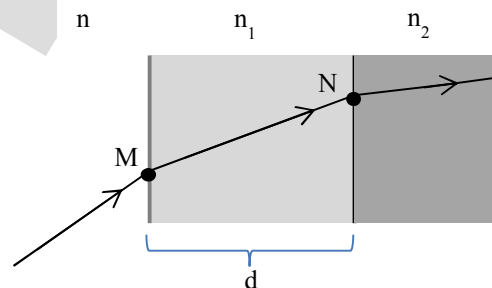
Β. Αν η κρούση πραγματοποιηθεί την στιγμή που το σώμα Α βρίσκεται σε ακραία θέση, να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{v_{\text{max, ΠΡΙΝ}}}{v_{\text{max, ΜΕΤΑ}}}$ των μέγιστων ταχυτήτων πριν και μετά την κρούση.

3. Στο κύκλωμα του σχήματος η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης είναι $f_1 = \frac{1}{100\pi\sqrt{LC}}$.

Πόση πρέπει να είναι η μαγνητική διαπερατότητα ενός σιδηρομαγνητικού πυρήνα που πρέπει να εισάγουμε στο πηνίο, ώστε το κύκλωμα να έρθει σε κατάσταση συντονισμού;



4. Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται στο κενό ($n = 1$) με μήκος κύματος $\lambda_0 = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-6} \text{ m}$ και προσπίπτει υπό γωνία 45° στο σημείο Μ της διαχωριστικής επιφάνειας οπτικού μέσου (1) με δείκτη διάθλασης $n_1 = \sqrt{2}$. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο οπτικό μέσο (1) είναι λ_1 . Από το σημείο Μ έως το σημείο Ν της διαχωριστικής επιφάνειας οπτικού μέσου (2) με δείκτη διάθλασης n_2 αντιστοιχούν 5000 μήκη κύματος λ_1 . Το μέσο (2) είναι οπτικώς πυκνότερο από το μέσο (1) και μεταβάλλει το μήκος κύματος της ακτινοβολίας κατά 20%. Να υπολογίσετε:



Α. Το πάχος d του οπτικού μέσου (1).

Β. Το δείκτη διάθλασης n_2 .

5. Μια πηγή παραγωγής ήχου πλησιάζει ακίνητο παρατηρητή με ταχύτητα $v_S = 33 \text{ m/s}$. Στην περιοχή φυσάει άνεμος με ταχύτητα $v_A = 10 \text{ m/s}$ αντίθετης κατεύθυνσης ως προς την ταχύτητα της πηγής. Ο ήχος από την πηγή διαδίδεται με συχνότητα f_S για χρονικό διάστημα Δt_S και ο παρατηρητής ακούει τον ήχο με συχνότητα f_A για χρονικό διάστημα Δt_A . Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου ως προς τον αέρα είναι $v_{\text{ηχ}} = 340 \text{ m/s}$. Η τιμή του πηλίκου $\frac{\Delta t_A}{\Delta t_S}$ είναι:

α. 1,2 β. 0,9 γ. 1,1

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Σωστή η απάντηση (γ).

Στο ακλόνητο άκρο της χορδής δημιουργείται δεσμός ενώ στο ελεύθερο άκρο της υπάρχει κοιλία. Θεωρώντας αρχή μέτρησης $x = 0$, το ελεύθερο άκρο της χορδής για τις θέσεις των δεσμών ισχύει:

$$x_{\Delta} = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow x_{\Delta} = (2k+1)\frac{v}{4f_1} \text{ με } k \in \mathbb{Z}.$$

Όταν η χορδή διεγείρεται με συχνότητα f_1 σχηματίζονται 3 δεσμοί οπότε $k = 2$. Τότε για το μήκος L της χορδής ισχύει: $L = (2 \cdot 2 + 1)\frac{v}{4f_1} \Rightarrow L = \frac{5v}{4f_1}$.

Όταν η χορδή διεγείρεται με συχνότητα f_2 σχηματίζονται 13 δεσμοί οπότε $k = 12$. Τότε για το μήκος L της χορδής ισχύει: $L = (2 \cdot 12 + 1)\frac{v}{4f_2} \Rightarrow L = \frac{25v}{4f_2}$.

Εξισώνοντας τις δύο προηγούμενες σχέσεις προκύπτει: $\frac{5v}{4f_1} = \frac{25v}{4f_2} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{5}$.

2. Α. Όταν η κρούση γίνεται στην θέση ισορροπίας του σώματος Α, το πλάτος της ταλάντωσης μεταβάλλεται. Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο. μόνο στην οριζόντια διεύθυνση.

$$\begin{aligned}\vec{P}_{x'x(\pi\rho\nu)} &= \vec{P}_{x'x(\mu\epsilon\tau\alpha)} \Rightarrow m_1 v_{\max} = (m_1 + m_2) v'_{\max} \Rightarrow m_1 \sqrt{\frac{k}{m_1}} \cdot A = (m_1 + m_2) \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \cdot A' \Rightarrow \\ &\Rightarrow m_1 \sqrt{\frac{k}{m_1}} \cdot A = 4m_1 \sqrt{\frac{k}{4m_1}} \cdot A' \Rightarrow A = 2A' .\end{aligned}$$

$$\text{Άρα } \frac{E_{\text{ΠΡΙΝ}}}{E_{\text{ΜΕΤΑ}}} = \frac{\frac{1}{2}kA^2}{\frac{1}{2}k(A')^2} \Rightarrow \frac{E_{\text{ΠΡΙΝ}}}{E_{\text{ΜΕΤΑ}}} = 4 .$$

- Β. Όταν η κρούση γίνεται στην ακραία θέση της ταλάντωσης του σώματος Α, το πλάτος της ταλάντωσης δεν μεταβάλλεται. Οπότε $A' = A$.

$$\text{Άρα } \frac{v_{\max, \text{ΠΡΙΝ}}}{v_{\max, \text{ΜΕΤΑ}}} = \frac{\omega A}{\omega' A'} \Rightarrow \frac{v_{\max, \text{ΠΡΙΝ}}}{v_{\max, \text{ΜΕΤΑ}}} = \frac{\sqrt{\frac{k}{m_1}}}{\sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}} \Rightarrow \frac{v_{\max, \text{ΠΡΙΝ}}}{v_{\max, \text{ΜΕΤΑ}}} = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1}} \Rightarrow \frac{v_{\max, \text{ΠΡΙΝ}}}{v_{\max, \text{ΜΕΤΑ}}} = 2 .$$

3. Πρέπει η ιδιοσυχνότητα f'_0 του κυκλώματος να γίνει ίση με τη συχνότητα f_1 του διεγέρτη (πηγή εναλλασσόμενης τάσης), δηλαδή:

$$f'_0 = f_1 \Rightarrow \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C}} = \frac{1}{100\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \sqrt{L'C} = 50\sqrt{LC} \Rightarrow L' = 2500L .$$

Γνωρίζουμε ότι ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός πηνίου είναι ανάλογος της μαγνητικής διαπερατότητας του πυρήνα του. Άρα για να έρθει το κύκλωμα σε κατάσταση συντονισμού πρέπει ο σιδηρομαγνητικός πυρήνας που εισάγουμε στο πηνίο, να έχει μαγνητική διαπερατότητα $\mu = 2500$.

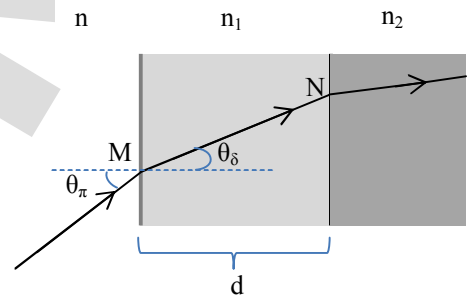
4. Α. Εφαρμόζουμε νόμο του Snell στην διαχωριστική επιφάνεια του κενού με το οπτικό μέσο 1 (σημείο Μ):

$$n \cdot \eta\mu\theta_\pi = n_1 \cdot \eta\mu\theta_\delta \Rightarrow \eta\mu 45^\circ = \sqrt{2} \cdot \eta\mu\theta_\delta \Rightarrow \theta_\delta = 30^\circ .$$

Από το σημείο Μ έως το σημείο Ν αντιστοιχούν 5000 μήκη κύματος λ_1 δηλαδή ισχύει:

$$MN = 5000\lambda_1 \Rightarrow MN = 5000 \frac{\lambda_0}{n_1} \Rightarrow MN = 10^{-2} \text{ m} .$$

$$\text{Οπότε } d = MN \cdot \sin\theta_\delta \Rightarrow d = 5\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ m} .$$



- Β. Επειδή το μέσο (2) είναι οπτικώς πυκνότερο από το μέσο (1) το μήκος κύματος της ακτινοβολίας θα μειωθεί, οπότε:

$$\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1} \cdot 100\% = -20\% \Rightarrow \lambda_2 = 0,8\lambda_1 \Rightarrow \frac{\lambda_0}{n_2} = 0,8 \frac{\lambda_0}{n_1} \Rightarrow n_2 = 1,25\sqrt{2} .$$

5. Σωστή η απάντηση (β).

Αφού ο αέρας (μέσο διάδοσης) κινείται, πρέπει να βρούμε τις ταχύτητες της πηγής και του παρατηρητή ως προς τον αέρα ο οποίος έχει ταχύτητα μέτρου $v_a = 10 \text{ m/s}$ και αρνητική κατεύθυνση. (Θεωρούμε θετική την κατεύθυνση από την πηγή προς τον παρατηρητή).

Η ταχύτητα της πηγής ως προς τον αέρα θα είναι: $\vec{v}'_s = \vec{v}_s - \vec{v}_a \Rightarrow v'_s = v_s + v_a \Rightarrow v'_s = 43 \text{ m/s}$.

Η ταχύτητα του ακίνητου παρατηρητή ως προς τον αέρα θα είναι: $\vec{v}'_A = \vec{v}_A - \vec{v}_a \Rightarrow v'_A = v_A + v_a \Rightarrow v'_A = 10 \text{ m/s}$.

Έχουμε φαινόμενο Doppler με κινούμενη πηγή να πλησιάζει κινούμενο παρατηρητή ο οποίος απομακρύνεται.

$$\text{Οπότε } f_A = \frac{v_{\eta\kappa} - v'_A}{v_{\eta\kappa} - v'_s} \cdot f_s \Rightarrow \frac{f_A}{f_s} = \frac{340 - 10}{340 - 43} \Rightarrow \frac{N_A}{N_s} = \frac{330}{297} .$$

Όμως ο αριθμός των μεγίστων N_A που φτάνουν στον παρατηρητή σε χρόνο Δt_A είναι ο ίδιος με τον αριθμό των μεγίστων N_s που εκπέμπονται από την πηγή σε χρόνο Δt_s .

$$\text{Άρα } \frac{\Delta t_A}{\Delta t_s} = \frac{297}{330} \Rightarrow \frac{\Delta t_A}{\Delta t_s} = 0,9 .$$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ ΜΑΡΙΝΟΣ • ΚΑΡΑΪΣΚΟΥ ΑΝΝΑ • ΚΛΗΜΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΜΑΚΡΑΚΗΣ ΣΤΕΛΙΟΣ • ΜΕΛΕΣΣΑΝΑΚΗ ΕΦΗ • ΜΟΥΡΤΖΑΝΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ
ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ • ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ • ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ
ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ • ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

εκπαιδευτικός οργανισμός

ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ