

1 Μια τεντωμένη χορδή AB, μήκους $d=4,5\text{ m}$, έχει το άκρο της B ακλόνητα στερεωμένο και το A ελεύθερο. Τη χρονική στιγμή $t=0$, το άκρο A που βρίσκεται στη θέση $x=0$ αρχίζει να ταλαντώνεται χωρίς αρχική φάση κάθετα στη διεύθυνση της χορδής, δημιουργώντας εγκάρσιο αρμονικό κύμα το οποίο διαδίδεται με ταχύτητα $u=2\text{ m/s}$. Τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{ s}$, ένα σημείο Δ της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x_\Delta=1\text{ m}$, έχει φάση $3\pi\text{ rad}$ και ταχύτητα ταλάντωσης μέτρου $0,05\pi\text{ m/s}$.

α) Να βρείτε την περίοδο και το μήκος κύματος του κύματος, που διαδίδεται πάνω στη χορδή, στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 2,25\text{ s}$.

β) Να γράψετε την εξίσωση του κύματος που δημιουργήθηκε στη χορδή στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 2,25\text{ s}$ και να σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες το διάγραμμα φάσης - θέσης για όλα τα σημεία της χορδής τη χρονική στιγμή $t_2=2,25\text{ s}$.

Το κύμα ανακλάται στο ακλόνητο άκρο B της χορδής και δημιουργείται στάσιμο κύμα με το σημείο A να είναι κοιλία.

Θεωρούμε νέα μέτρηση του χρόνου με $t'=0$ τη χρονική στιγμή κατά την οποία η κοιλία A, θέση $x_A=0$, διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της κινούμενη κατά τη θετική κατεύθυνση.

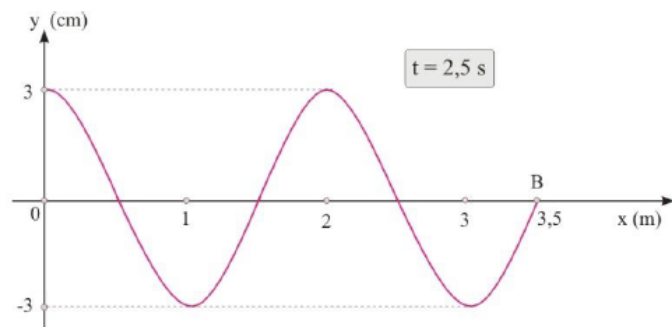
γ) Να βρείτε το νέο πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Δ, καθώς και την επιτάχυνσή του τη χρονική στιγμή $t'_1=1,25\text{ s}$, μετά τη δημιουργία του στάσιμου κύματος.

δ) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της μέγιστης επιτάχυνσης όλων των σημείων της χορδής συναρτήσει της θέσης τους.

Δίνεται ότι $\pi^2=10$.

2 Κατά μήκος μιας τεντωμένης χορδής AB, μήκους $d=3,5\text{ m}$, που το ένα άκρο της B είναι ακλόνητα στερεωμένο και το A ελεύθερο, έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα, με το σημείο A που βρίσκεται στη θέση $x=0$ να είναι κοιλία. Θεωρούμε ως $t=0$ μια χρονική στιγμή, κατά την οποία η κοιλία στη θέση $x=0$, διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της κινούμενη προς τη θετική κατεύθυνση.

Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη στιγμή $t_1=2,5\text{ s}$, όταν το υλικό σημείο στη θέση $x=0$ βρίσκεται για δεύτερη φορά στην ακραία θετική του θέση.



α) Να γραφεί η εξίσωση του στάσιμου κύματος.

β) Να βρείτε το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Δ, που βρίσκεται στη θέση.

$x=2,25\text{ m}$, καθώς και τις θέσεις όλων των σημείων του στάσιμου που έχουν ίδιο

πλάτος ταχύτητας με το σημείο Δ.

γ) Να βρείτε τις θέσεις των υλικών σημείων της χορδής που εκτελούν ταλάντωση με ενέργεια ίση με το $1/4$ της ενέργειας του υλικού σημείου μιας κοιλίας της χορδής και βρίσκονται μεταξύ των θέσεων $x=1\text{ m}$ και $x=3\text{ m}$.

δ) Να βρείτε πόση πρέπει να γίνει η συχνότητα των κυμάτων που συμβάλλουν, για να σχηματιστούν στη χορδή 7 συνολικά δεσμοί και στο σημείο A κοιλία.

3 Σε ομογενή ελαστική χορδή μήκους $L = 22,5\text{cm}$ που το ένα άκρο της είναι ακλόνητα στερεωμένο, δημιουργούνται στάσιμα κύματα. Ένα από τα αρμονικά κύματα που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα περιγράφεται από την εξίσωση $y = 4\eta\mu(8\pi t - \frac{\pi x}{5})$ (t σε s , y και x σε cm). Το ελεύθερο άκρο της χορδής βρίσκεται στη θέση $x=0$ και γνωρίζουμε ότι σε αυτό δημιουργείται κοιλία.

α) Να γραφούν οι εξισώσεις του ανακλώμενου και του στάσιμου κύματος.

β) Να βρεθούν ο αριθμός των δεσμών και ο αριθμός των κοιλιών, που δημιουργούνται κατά μήκος της χορδής.

γ) Να γίνουν τα στιγμιότυπα του κύματος τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{T}{4}$ και $t_2 = \frac{3T}{4}$ στο ίδιο διάγραμμα.

δ) Να βρεθούν οι θέσεις των σημείων της χορδής που έχουν μέγιστη ταχύτητα μέτρου ίσου με το μισό της μέγιστης ταχύτητας μιας κοιλίας.

4 Δύο αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους ($A = 2\text{cm}$) και ίδιας συχνότητας ($f = 10\text{Hz}$) διαδίδονται με ταχύτητα $v = 20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε ελαστική χορδή $x'Ox$, με αντίθετη φορά. Κατά μήκος της χορδής αποκαθίσταται στάσιμο κύμα και στο σημείο O , της θέσης $x=0$, δημιουργείται κοιλία. Το σημείο O τη χρονική στιγμή $t=0$ έχει απομάκρυνση $y=0$ και ταχύτητα $v > 0$.

α) Να γράψετε τις εξισώσεις των δύο κυμάτων και να βρείτε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που προκύπτει από τη συμβολή των δυο αυτών κυμάτων.

β) Να προσδιορίσετε τις θέσεις των δεσμών και τις θέσεις των κοιλιών και να βρείτε την απόσταση μεταξύ ενός δεσμού και της γειτονικής του κοιλίας.

γ) Να βρείτε την απόσταση μεταξύ των δύο πλησιέστερων σημείων που βρίσκονται εκατέρωθεν ενός δεσμού και ταλαντώνονται με πλάτος ίσο με το μισό του πλάτους της κοιλίας.

δ) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος που έχει δημιουργηθεί κατά μήκος της χορδής, τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{T}{4}$ και $t_2 = \frac{T}{2}$.

5



Το πιο πάνω σχήμα παριστά το στιγμιότυπο ενός οδεύοντος αρμονικού κύματος σε ομογενές γραμμικό ελαστικό μέσο κατά τη χρονική στιγμή t_0 . Τη χρονική στιγμή $t=0$ το σημείο O της θέσης $x=0$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα. Για τις σημειωμένες στο σχήμα αποστάσεις ισχύει: $(OK) = 0,1\text{m}$, $(OZ) = 0,3\text{m}$.

Ζητούνται:

α) Η χρονική στιγμή t_0 και η μέγιστη ταχύτητα με την οποία ταλαντώνονται τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου.

β) Να χαραχθεί πάνω σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = t_0 + 0,01s$. Την ίδια χρονική στιγμή να βρεθεί η απομάκρυνση ενός σημείου Β αν γνωρίζετε ότι το σημείο αυτό απέχει από το Ο απόσταση, $OB = 1,4m$.

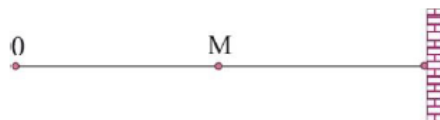
γ) Το πιο πάνω οδεύον κύμα μεταφέρει ενέργεια $4,5 \cdot 10^{-2}J$, σε κάθε υλικό σημείο του γραμμικού ελαστικού μέσου. Πόση είναι η σταθερά ταλάντωσης κάθε υλικού σημείου, δεδομένου ότι όλα εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση;

δ) Αν το πιο πάνω στιγμιότυπο παρίστανε στάσιμο κύμα τη χρονική στιγμή t_0 , κατά την οποία όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου, έχουν μηδενική ταχύτητα, τότε, να σχεδιάσετε το στιγμιότυπό του τη χρονική στιγμή t_1 , όπου $t_1 = t_0 + 0,01s$.

Δίνεται ότι η συχνότητα των οδεύοντων κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα είναι: $f = 25Hz$.

6γ

Σε μια ελαστική χορδή που εκτείνεται κατά μήκος του οριζόντιου άξονα $x'x$ έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Το δεξιό άκρο της χορδής είναι ακλόνητα δεμένο, ενώ στο αριστερό άκρο της χορδής (σημείο Ο) που είναι ελεύθερο δημιουργείται κοιλία. Στο σημείο Μ της χορδής βρίσκεται ο τρίτος δεσμός του στάσιμου, μετρώντας από το Ο.



Μεταβάλλουμε τη συχνότητα του στάσιμου ώστε το σημείο Μ να είναι ο πέμπτος δεσμός από το Ο, το οποίο Ο εξακολουθεί να είναι κοιλία. Το ποσοστό μεταβολής της συχνότητας του στάσιμου είναι

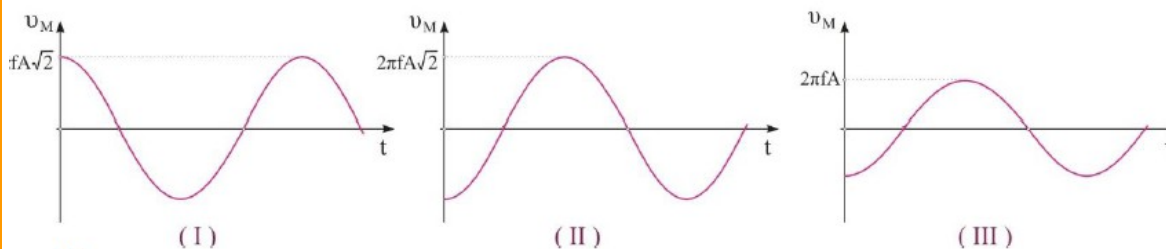
α. 40%.

β. 60%.

γ. 80%.

7β

Σε γραμμικό ελαστικό μέσο που εκτείνεται κατά μήκος του άξονα $x'x$ έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα συχνότητας f . Το πλάτος ταλάντωσης των τρεχόντων κυμάτων που δημιουργήσαν το στάσιμο είναι A . Τη χρονική στιγμή $t=0$ όλα τα σημεία της χορδής διέρχονται από τη θέση ισορροπίας τους και το σημείο της θέσης $x=0$, που είναι κοιλία, έχει θετική ταχύτητα. Το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου για το σημείο Μ που βρίσκεται στη θέση $x_M = 3\lambda/8$ είναι το



α. (I).

β. (II).

γ. (III).

8γ

Τα άκρα μιας ελαστικής χορδής μήκους $L=2,5\text{m}$ είναι δεμένα στα σταθερά σημεία A και B. Στη χορδή έχουμε δημιουργία στάσιμου κύματος από τρέχοντα κύματα που είχαν ταχύτητα διάδοσης 12 m/s .

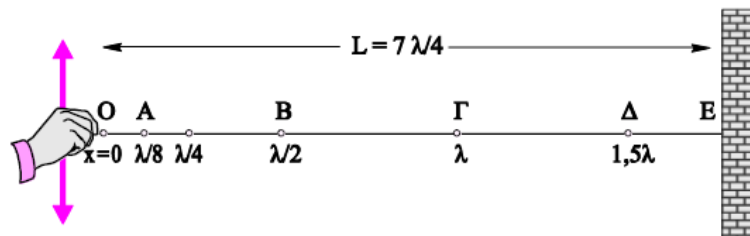


Η συχνότητα με την οποία ένα σημείο της χορδής ταλαντώνεται μπορεί να είναι

- α. 5 Hz.
- β. 4,4 Hz.
- γ. 7,2 Hz.

9β

Σε ένα οριζόντιο σχοινί που έχει το ένα άκρο του ελεύθερο και το άλλο στερεωμένο ακλόνητα, δημιουργούμε στάσιμο κύμα σχηματίζοντας στο ελεύθερο άκρο κοιλία. Το μήκος του σχοινιού είναι $L=7\lambda/4$ όπου λ είναι το μήκος κύματος του στάσιμου. Τη χρονική στιγμή $t=0$ όλα τα σημεία του σχοινιού διέρχονται από τη θέση ισορροπίας τους.



Ο λόγος των πλάτων των ταχυτήτων των σημείων A και Γ είναι αντίστοιχα

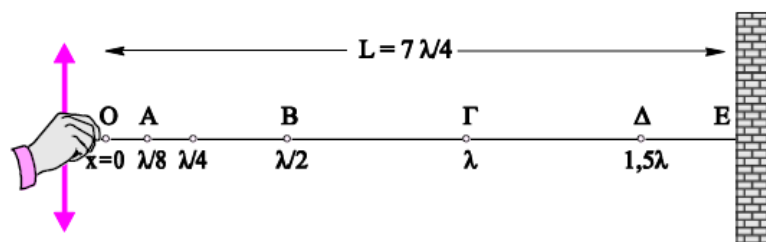
α. $\frac{v_{\max}^A}{v_{\max}^\Gamma} = \sqrt{2}$.

β. $\frac{v_{\max}^A}{v_{\max}^\Gamma} = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

γ. $\frac{v_{\max}^A}{v_{\max}^\Gamma} = \sqrt{3}$.

10β

Σε ένα οριζόντιο σχοινί που έχει το ένα άκρο του ελεύθερο και το άλλο στερεωμένο ακλόνητα, δημιουργούμε στάσιμο κύμα στο οποίο στο ελεύθερο άκρο σχηματίζεται κοιλία. Το μήκος του σχοινιού είναι $L=7\lambda/4$ όπου λ είναι το μήκος κύματος του στάσιμου. Τη χρονική στιγμή $t=0$ όλα τα σημεία του σχοινιού διέρχονται από τη θέση ισορροπίας τους.



Η διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων B και Γ είναι

α. $\Delta\phi=0\text{ rad}$

α. $\Delta\phi=\pi\text{ rad}$

α. $\Delta\phi=2\pi\text{ rad}$

