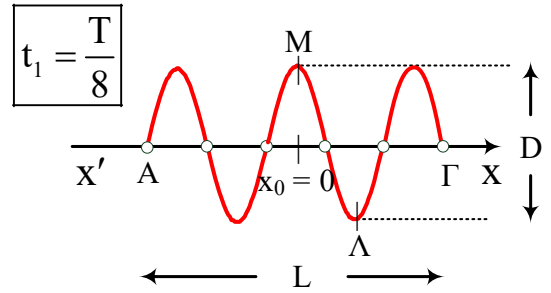


Στάσιμο κύμα.

Στο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος που έχει δημιουργηθεί σε ελαστική χορδή μήκους $L = 50 \text{ cm}$ τη στιγμή $t_1 = \frac{T}{8}$. η χορδή έχει τα άκρα της Α και Β στερεωμένα.



Το μέσον της χορδής Μ την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έχει απομάκρυνση $y = 0$ και θετική ταχύτητα. Τη χρονική στιγμή t_1 η εγκάρσια απόσταση των σημείων Μ και Λ είναι $D = 6\sqrt{2} \text{ cm}$. Το μέσον της χορδής Μ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές σε κάθε δευτερόλεπτο.

α. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος θεωρώντας ως αρχή των αξόνων $x_0 = 0$ το μέσον της χορδής.

β. Να γίνει η γραφική παράσταση της ταχύτητας του σημείου Λ με τον χρόνο.

- Μεταβάλλουμε κατάλληλα τη συχνότητα διέγερσης των κυμάτων που συμβάλλοντας δημιουργούν το στάσιμο κύμα στη χορδή χωρίς να αλλάξει το πλάτος τους Α, οπότε στην χορδή δημιουργείται νέο στάσιμο κύμα. Διαπιστώνουμε ότι στη χορδή σχηματίζονται τέσσερις κοιλίες.

γ. Να βρεθεί η νέα συχνότητα του στάσιμου κύματος.

δ. Να βρεθεί το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Ζ της χορδής που απέχει από το μέσον της Μ απόσταση $(MZ) = \frac{25}{6} \text{ cm}$ στο νέο στάσιμο κύμα.

Λύση

α. Από το σχήμα προκύπτουν: $L = 5\lambda/2 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm}$.

Την χρονική στιγμή $t_1 = T/8$ έχουμε $y_M = \frac{D}{2} = 3\sqrt{2} \text{ cm}$

Από την εξίσωση $y = 2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu \frac{2\pi t}{T}$ για $x = x_M = 0$, $y_M = 3\sqrt{2} \text{ cm}$ και $t = t_1 = T/8$ έχουμε:

$$3\sqrt{2} = 2A \eta \mu \left(\frac{2\pi T}{T} \frac{T}{8} \right) \Rightarrow A = 3 \text{ cm.}$$

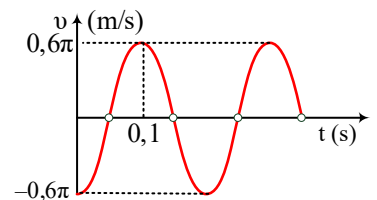
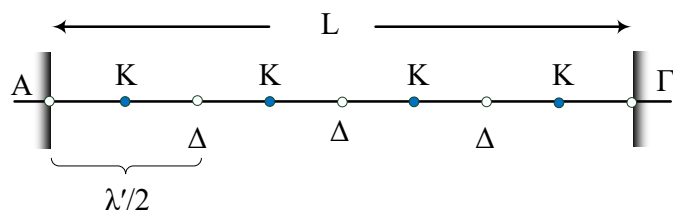
Το σημείο Μ σε κάθε ταλάντωση διέρχεται 2 φορές από την θέση ισορροπίας του, άρα:

$$f = N_{\text{ταλ}}/t \Rightarrow f = 5 \text{ Hz.} \text{ άρα: } y = 6 \sin \frac{2\pi x}{20} \eta \mu 10\pi t, \quad x, y \rightarrow \text{cm}, \quad t \rightarrow \text{s.}$$

β. Ισχύει: $v = \omega 2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \sigma \upsilon \nu \frac{2\pi t}{T}$ για $x = x_\Lambda = \lambda/2 = 10 \text{ cm}$ παίρνουμε:

$$v_\Lambda = -0,6\pi \cdot \sigma \upsilon \nu 10\pi t \text{ (SI)}$$

γ. Στη νέα κατάσταση θα έχουμε:



Από το σχήμα προκύπτει $L = 4\lambda'/2 \Rightarrow \lambda' = 25 \text{ cm}$. Και επειδή δεν αλλάζουμε μέσο διάδοσης ισχύει:

$$v = v' \Rightarrow v = \lambda' f' \Rightarrow f' = 4 \text{ Hz.}$$

δ. Προσοχή το μέσον Μ της χορδής, είναι δεσμός στο νέο στάσιμο κύμα.

Θέτω $x = 0$ στην πρώτη κοιλία αριστερά του μέσου Μ της χορδής, άρα: $x_Z = (6,25 - 25/6) \text{ cm} = 12,5 / 6 \text{ cm}$.

$$\text{και } |A'_Z| = 2A \sigma \nu \frac{2\pi x_Z}{\lambda'} = 6\sigma \nu \frac{2\pi}{25} \frac{12,5}{6} \text{ cm} = 6\sigma \nu \frac{\pi}{6} \Rightarrow$$

$$|A'_Z| = 3\sqrt{2} \text{ cm}$$

