

### Στάσιμο κύμα πάνω σε χορδή.

Τεντωμένη χορδή από καουτσούκ έχει μήκος  $l$  και τα δύο άκρα της  $A$  και  $B$  στερεωμένα σε ακλόνητα σημεία, ενώ η χορδή διατηρείται οριζόντια. Στο μέσο της χορδής  $O$  προκαλούμε απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση  $y=0,05\eta\mu 20\pi t$  (S.I.). Τα παραγόμενα κύματα έχουν ταχύτητα διάδοσης στη χορδή  $v=4\text{m/s}$ . Όταν αποκατασταθεί μόνιμο φαινόμενο στην χορδή, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν 4 σημεία που παραμένουν ακίνητα, εκτός των  $A$  και  $B$ .

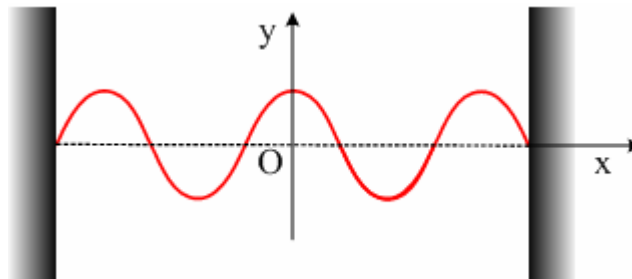
- i) Να βρείτε το μήκος της χορδής.
- ii) Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος, αν τη χρονική στιγμή  $t=0$  για το σημείο του μέσου της χορδής, το οποίο θεωρούμε ως αρχή του άξονα  $x'$ , είναι  $y=0$  και  $V>0$ .
- iii) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος την χρονική στιγμή  $t=1/40\text{s}$ .
- iv) Αν το μέσον  $O$  της χορδής τεθεί σε ταλάντωση με εξίσωση  $y=0,05\eta\mu 22\pi t$  (S.I.) θα δημιουργηθεί πάνω στη χορδή στάσιμο κύμα;
- v) Αν το μέσον  $O$  της χορδής τεθεί σε ταλάντωση με εξίσωση  $y=0,05\eta\mu 32\pi t$  (S.I.) ποιο το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σημείου  $O$ ;

**Απάντηση:**

- i) Από την εξίσωση του κύματος έχουμε:  $\omega=20\pi \rightarrow 2\pi f=20\pi \rightarrow f=10\text{Hz}$

Και από την θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής  $v=\lambda f \rightarrow \lambda=v/f=4/10\text{m}=0,4\text{m}$ .

Αφού πάνω στη χορδή έχουμε 4 δεσμούς εκτός από τα δύο άκρα της, ένα στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος που δημιουργείται είναι αυτή του σχήματος.



Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών είναι  $\lambda/2$  όπου  $\lambda$  το μήκος του τρέχοντος κύματος. Άρα  $l=5 \cdot \lambda/2 \rightarrow$

$$l=5 \cdot 0,4/2\text{m}=1\text{m}.$$

- ii) Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι:

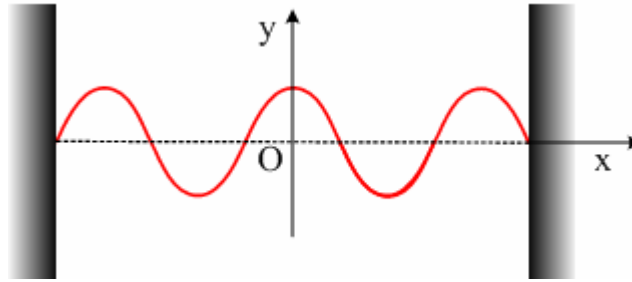
$$y=2A\sigma\upsilon\nu(2\pi x/\lambda) \cdot \eta\mu(2\pi t/T) \quad \text{ή}$$

$$y=0,1 \cdot \sigma\upsilon\nu(5\pi x) \cdot \eta\mu(20\pi t)$$

- iii) Τη χρονική στιγμή  $t=1/40\text{s}$  η εξίσωση (1) δίνει:

$$y=0,1 \cdot \sigma\upsilon\nu(5\pi x) \cdot \eta\mu(20\pi t) = 0,1 \cdot \sigma\upsilon\nu(5\pi x) \cdot \eta\mu\left(20\pi \frac{1}{40}\right) = 0,1\sigma\upsilon\nu(5\pi x)$$

Η γραφική παράσταση της σχέσης (2) είναι του παρακάτω σχήματος.



iv) Αν  $y=0,05\eta\mu 22\pi t \rightarrow f_1=11\text{Hz}$  τότε  $\lambda_1=v/f_1=4/11\text{m}$

Για να έχουμε δημιουργία στάσιμου κύματος θα πρέπει πάνω στη χορδή να δημιουργηθούν ακέραιο πλήθος  $\frac{\lambda}{2}$  (ακέραιο πλήθος «στάσιμων»). Δηλαδή πρέπει:

$$;=N \cdot \frac{\lambda}{2} \rightarrow N = \frac{l}{\lambda/2} = \frac{1}{2/11} = \frac{11}{2} = 5,5.$$

Προφανώς δεν μπορούν να δημιουργηθούν 5,5 στάσιμα και να έχουμε δεσμούς στα δύο άκρα. Άρα δεν σχηματίζεται στάσιμο κύμα πάνω στη χορδή, αλλά μια πολύπλοκη κυματική κατάσταση.

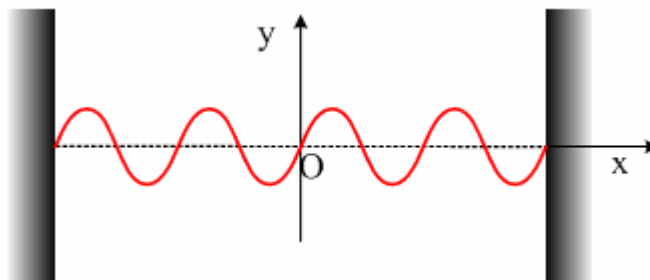
v) Αν το μέσον O της χορδής τεθεί σε ταλάντωση με εξίσωση  $y=0,05\eta\mu 32\pi t$  τότε  $f=16\text{Hz}$  και

$$\lambda_2 = \frac{v}{f} = \frac{4}{16} = 0,25\text{m}$$

Αν δημιουργηθεί στάσιμο κύμα τότε:

$$;=N \cdot \frac{\lambda}{2} \rightarrow N = \frac{l}{\lambda/2} = \frac{1}{0,25/2} = \frac{2}{0,25} = 8$$

Πάνω στη χορδή δηλαδή δημιουργούνται 8 στάσιμα κύματα, οπότε στη θέση  $x=0$  θα δημιουργηθεί δεσμός, αφού ένα στιγμιότυπο μπορεί να είναι το παρακάτω.



Το πλάτος ταλάντωσης του O είναι λοιπόν μηδενικό και  $v_{\max}=0$ .

### Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια

*Διονύσης Μάργαρης*