

**Με ποιο ρυθμό η πηγή του κύματος προσφέρει ενέργεια;**

Θεωρούμε μια οριζόντια ευθύγραμμη ελαστική χορδή μεγάλου μήκους, η οποία συμπίπτει με τον θετικό ημιάξονα  $Ox$  ενός συστήματος συντεταγμένων  $xO\psi$ .

Έστω  $\mu=0.05 \text{ Kg/m}$  η μάζα της χορδής ανά μονάδα μήκους. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  το άκρο  $O$  της χορδής αρχίζει να ταλαντώνεται στην διεύθυνση του άξονα  $\psi\psi'$  σύμφωνα με τη σχέση  $\psi=2\eta\mu(40\pi t)$  ( $t$  σε  $s$ ,  $\psi$  σε  $cm$ ).

Έτσι στη χορδή διαδίδεται εγκάρσιο κύμα με ταχύτητα  $v=10m/sec$ .

α) Να βρεθεί η εξίσωση του κύματος.

β) Θεωρούμε ένα στοιχειώδες τμήμα της χορδής μάζας  $\Delta m=0.001Kg$ .

Πόση είναι η μηχανική του ενέργεια;

γ) Να βρείτε την ενέργεια που έχει προσφέρει η πηγή των κυμάτων στη χορδή από τη στιγμή  $t=0$  έως την στιγμή  $t=2 s$ .

δ) Να βρείτε το ρυθμό με τον οποίο η πηγή προσφέρει ενέργεια στη χορδή.

(Δίνεται ότι  $\pi^2 \cong 10$ )

**Απάντηση**

α) Εύκολα βρίσκουμε ότι η εξίσωση του κύματος είναι

$$y = 2 \cdot 10^{-2} \eta \mu 2\pi(20t - 2x) \text{ (SI)}$$

β) Το στοιχειώδες τμήμα έχει ενέργεια ταλάντωσης

$$\Delta E = \frac{1}{2} \Delta m \omega^2 A^2 = 32 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

γ) Η ενέργεια που έχει προσφέρει η πηγή των κυμάτων στη χορδή από τη στιγμή  $t=0$  έως την στιγμή  $t=2 s$  είναι ίση με την συνολική ενέργεια της χορδής την στιγμή αυτή. Η ενέργεια της χορδής είναι το άθροισμα των ενεργειών των στοιχειωδών της τμημάτων. Διαιρούμε την χορδή σε στοιχειώδη τμήματα μαζών  $\Delta m_1, \Delta m_2, \dots$

Ισχύει ότι:

$$E = \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3 + \dots = \frac{1}{2} \Delta m_1 \omega^2 A^2 + \frac{1}{2} \Delta m_2 \omega^2 A^2 + \frac{1}{2} \Delta m_3 \omega^2 A^2 + \dots \Rightarrow$$

$$E = \frac{1}{2} \omega^2 A^2 (\Delta m_1 + \Delta m_2 + \Delta m_3 + \dots) \Rightarrow E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

όπου  $m$  η μάζα της χορδής που έχει τεθεί σε κίνηση την στιγμή  $2s$ .

Τη στιγμή  $t=2s$  το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση  $S=vt$ .

Επειδή η μάζα της χορδής ανά μονάδα μήκους είναι  $\mu$ , η μάζα της χορδής μήκους  $S$  είναι  $m=\mu S=\mu vt$ .

Αντικαθιστώντας στην ενέργεια της χορδής βρίσκουμε ότι:

$$E = \frac{1}{2} \mu vt \omega^2 A^2 = 3,2 \text{ J}$$

δ) Ο ρυθμός με τον οποίο η πηγή προσφέρει ενέργεια στην χορδή είναι:

$$P = \frac{dE}{dt} = \frac{1}{2} \mu \omega^2 A^2 = 1,6 \text{ J/s}$$

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

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

Επιμέλεια

*E. Κορφιάτης*