

### Ταλάντωση ενός σημείου κατά την διάδοση κύματος.

Στην άκρη Ο μιας ομογενούς χορδής βρίσκεται πηγή κύματος η οποία ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση  $y = 0,1 \eta\mu(4\pi t)$  (μονάδες στο S.I.). Το εγκάρσιο κύμα που παράγεται διαδίδεται με ταχύτητα  $2\text{m/s}$ . Ένα σημείο Σ απέχει  $1,25\text{m}$  από το άκρο Ο.

i) Να βρεθεί η φάση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης που πραγματοποιεί το σημείο Σ, καθώς και η ταχύτητά του τις χρονικές στιγμές:

$$\alpha) t_1=0,5\text{s} \text{ και } \beta) t_2= 1,5\text{s}$$

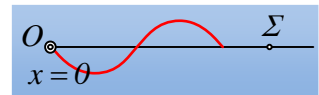
ii) Βρείτε την κινητική ενέργεια και τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται σε μια στοιχειώδη μάζα της χορδής  $10^{-6}\text{kg}$ , η οποία βρίσκεται στο Σ τη χρονική στιγμή  $t_3=2\text{s}$ .

#### Απάντηση:

i) Από την εξίσωση του κύματος έχουμε  $\omega=4\pi$  (rad)  $\rightarrow f=2\text{Hz}$  ή  $T=0,5$  s, οπότε από την σχέση  $v=\lambda f$  έχουμε:

$$\lambda = \frac{v}{f} = 1\text{m}$$

Οπότε η εξίσωση του κύματος, θεωρώντας το άκρο Ο της χορδής ως αρχή του άξονα ( $x=0$ ) είναι:



$$y = 0,1 \cdot \eta\mu 2\pi(2t - x) \text{ με } t \geq \frac{x}{v} \text{ ή } t \geq \frac{x}{2} \text{ (μονάδες στο S.I.) (1)}$$

Η φάση της απομάκρυνσης του σημείου Σ δίνεται από τη σχέση:

$$\varphi = 2\pi(2t - x) = 2\pi(2t - 1,25) = 4\pi t - 2,5\pi \text{ (S.I.)}$$

Όμως η φάση αυτή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με το μηδέν, οπότε:

$$4\pi t - 2,5\pi \geq 0 \rightarrow t \geq 0,625 \text{ s}$$

Εξάλλου αν δούμε και το πεδίο ορισμού της εξίσωσης του κύματος  $t \geq \frac{x}{2}$  ή  $t \geq \frac{1,25}{2}$  θα καταλήξουμε

στο ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα.

Αλλά θα μπορούσαμε να βρούμε και το χρονικό διάστημα για να φτάσει το κύμα στο σημείο Σ:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{1,25}{2} \text{ s} = 0,625 \text{ s}$$

α) Με βάση τα παραπάνω τη στιγμή  $t_1=0,5\text{s}$ , το κύμα δεν έχει φτάσει ακόμη στο Σ, με αποτέλεσμα να μην έχει νόημα η φάση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης, αφού δεν υπάρχει καμιά ταλάντωση!

β) Ενώ για τη στιγμή  $t_2=1,5\text{s}$  έχουμε  $\varphi_\Sigma = 4\pi t_2 - 2,5\pi = (6\pi - 2,5\pi) \text{ rad} = 3,5\pi \text{ rad}$ .

ii) Θέτοντας στην (1)  $x=1,25\text{m}$  παίρνουμε την εξίσωση της απομάκρυνσης ταλάντωσης του σημείου Σ:

$$y = 0,1 \cdot \eta\mu 2\pi(2t - x) = 0,1 \cdot \eta\mu 2\pi(2t - 1,25) = 0,1 \cdot \eta\mu(4\pi t - 2,5\pi) \text{ με } t \geq 0,625s \text{ (S.I.)}$$

Επομένως η ταχύτητα ταλάντωσης του Σ, θα είναι:

$$v = v_{\max} \cdot \sigma\upsilon\nu(4\pi t - 2,5\pi) = 0,1 \cdot 4\pi \cdot \sigma\upsilon\nu(4\pi \cdot 2 - 2,5\pi) = 0,4\pi \sigma\upsilon\nu(5,5\pi) = 0$$

Αλλά τότε και η κινητική ενέργεια της στοιχειώδους μάζας είναι μηδενική.

Εξάλλου από το 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα για τη στοιχειώδη μάζα παίρνουμε:

$$\Sigma F = m \cdot a = m \cdot (-\omega^2 A \cdot \eta\mu(4\pi t - 2,5)) \rightarrow$$

$$\Sigma F = -m\omega^2 A \cdot \eta\mu(4\pi t - 2,5) = -10^{-6} \cdot (4\pi)^2 \cdot 0,1 \cdot \eta\mu(8\pi - 2,5\pi) N \approx 16 \cdot 10^{-6} N$$

### Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

*Διονύσης Μάργαρης*