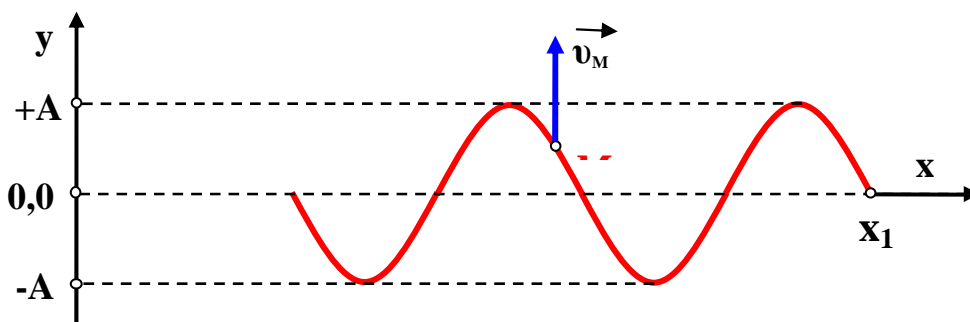


### Φορά διάδοσης κύματος και ταλάντωση υλικού σημείου

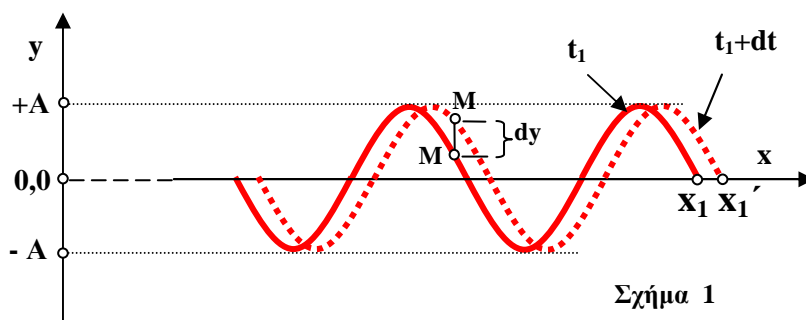
Στο σχήμα δίνεται ένα τμήμα στιγμιότυπου εγκάρσιου αρμονικού κύματος κάποια χρονική στιγμή  $t_1$ , κατά την οποία το κύμα φτάνει στη θέση  $x_1$ , και ένα υλικό σημείο  $M$ , κινείται με ταχύτητα  $v_M = +\pi\sqrt{3}$  m/s. Την ίδια χρονική στιγμή  $t_1$ , το  $M$  βρίσκεται στο μέσον της διαδρομής από τη θέση ισορροπίας μέχρι το όρος του κύματος (θέση  $y = +A$ ), στο οποίο και φτάνει μετά από χρόνο  $\Delta t = 1/60$  s.



Να βρείτε :

- i) Τη φορά διάδοσης του κύματος.
- ii) Τη συχνότητα του κύματος.
- iii) Το πλάτος του κύματος.
- iv) Σε πόσο χρόνο το υλικό σημείο  $M$ , θα βρεθεί σε κοιλάδα του κύματος (θέση  $y = -A$ ) για πρώτη φορά μετά την χρονική στιγμή  $t_1$ .
- v) Πόσες φορές ανά δευτερόλεπτο το  $M$ , βρίσκεται σε όρος του κύματος.

#### Απάντηση



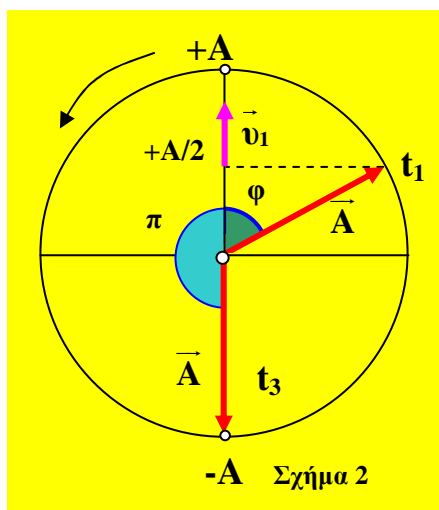
- i) Τη χρονική στιγμή  $t_1$ , το υλικό σημείο  $M$ , κινείται προς τα πάνω (θετική φορά του άξονα  $y$ ). Άρα, μετά από πολύ λίγο χρόνο  $dt$ , θα έχει μετατοπιστεί κατά  $dy$  και θα βρίσκεται στη θέση που φαίνεται στο σχήμα 1.

Μαζί με το σημείο Μ θα έχουν μετακινηθεί προς τα επάνω και τα γειτονικά του σημεία, με συνέπεια την μετατόπιση της κυματομορφής προς τα δεξιά όπως φαίνεται στη διακεκομμένη καμπύλη του σχήματος 1, όπου  $x'$ , είναι η θέση που φτάνει το κύμα τη χρονική στιγμή  $t_1 + dt$ .

Επειδή είναι  $x_1' > x_1$  το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά, δηλαδή κατά τη θετική φορά του άξονα  $x$ .

- ii) Το όρος του κύματος είναι στη θέση  $y = +A$ , και επειδή όπως φαίνεται στο σχήμα που δίνεται στην εκφώνηση, το υλικό σημείο Μ κινείται κατά τη θετική φορά του άξονα  $y$ , θα βρίσκεται τη χρονική στιγμή  $t_1$  στη θέση  $y_1 = +A/2$  (1)

Κατά συνέπεια το στρεφόμενο διάνυσμα  $\vec{A}$  θα βρίσκεται τη χρονική στιγμή  $t_1$  στη θέση που φαίνεται στο



σχήμα 2 και διαγράφει τη γωνία  $\varphi$

μέχρι το υλικό σημείο Μ να φτάσει στο όρος του κύματος.

$$\text{Όμως } \sin\varphi = \frac{A/2}{A} = \frac{1}{2} \text{ άρα } \varphi = \frac{\pi}{3} \text{ οπότε}$$

$$\omega \cdot \Delta t = \frac{\pi}{3} \text{ ή } \omega = 20\pi \text{ rad/s (2)}$$

$$\text{Αλλά } \omega = 2\pi f \text{ ή } f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ άρα } f = 10 \text{ Hz (3)}$$

- iii) Με βάση τώρα, την αρχή της διατήρησης της ενέργειας για την ταλάντωση του υλικού σημείου Μ έχουμε ότι

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} m \omega^2 y_1^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \text{ ή}$$

$$A^2 = \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2 + y_1^2 \text{ και με βάση την (1) } A^2 = \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2 \text{ ή } A^2 = \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2 + \frac{A^2}{4} \text{ ή}$$

$$\frac{3A^2}{4} = \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2 \text{ ή } A = \frac{v_1 2\sqrt{3}}{3\omega} \text{ οπότε με βάση την (2) και τα δεδομένα έχουμε ότι}$$

$$A = \frac{\pi\sqrt{3} \cdot 2\sqrt{3}}{3 \cdot 20\pi} \text{ m}$$

$$\text{άρα } A = 0,1 \text{ m}$$

- iv) Το υλικό σημείο Μ θα βρίσκεται σε όρος του κύματος για πρώτη φορά μετά τη χρονική στιγμή  $t_1$  την  $t_2 = t_1 + \Delta t$ , άρα στην ακραία θέση  $y = -A$  (κοιλιά του κύματος) θα βρίσκεται για πρώτη φορά μετά την  $t_1$  την  $t_3$  όταν το στρεφόμενο διάνυσμα  $\vec{A}$  θα έχει διαγράψει τη γωνία  $\theta = \varphi + \pi$  ή

$$\omega \Delta t' = \pi/3 + \pi \text{ και με βάση τη (2)}$$

$$20\pi \cdot \Delta t' = 4\pi/3 \text{ ή}$$

$$\Delta t' = 1/15 \text{ s}$$

- v) Κάθε σημείο του κύματος βρίσκεται σε όρος ( $y = +A$ ) μια φορά σε κάθε πλήρη ταλάντωσή του.

Και επειδή η συχνότητα της ταλάντωσης των υλικών σημείων του κύματος είναι  $f = 10 \text{ Hz}$  θα εκτελούν 10 ταλαντώσεις / s και θα βρίσκονται σε όρος 10 φορές / s.

Έτσι και το υλικό σημείο M θα βρίσκεται κι αυτό σε όρος **10 φορές /s** .

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

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

Επιμέλεια

*Μανώλης Δρακάκης*