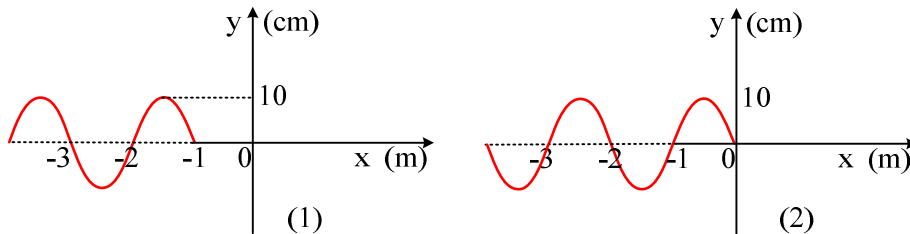


### ΚΥΜΑΤΑ. Φάση και διαφορά φάσης.

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου και από αριστερά προς τα δεξιά διαδίδεται ένα κύμα και στο παρακάτω σχήμα (1) δίνεται το στιγμιότυπο του κύματος για  $t_0=0$ , ενώ τη χρονική στιγμή  $t_1=0,5s$  το αντίστοιχο στιγμιότυπο είναι αυτό του διπλανού σχήματος (2).



- i) Να βρεθεί η εξίσωση του κύματος.
- ii) Ποια η αρχική φάση του κύματος;
- iii) Να κάνετε τη γραφική παράσταση της φάσης των διαφόρων σημείων του μέσου δεξιά της θέσης  $x=0$  για  $t=1,5s$ ,
- iv) Να κάνετε τη γραφική παράσταση της φάσης ενός σημείου Γ που βρίσκεται στη θέση  $x=0,8m$  σε συνάρτηση με το χρόνο.
- v) Βρείτε μια εξίσωση που παρέχει τη διαφορά φάσης μεταξύ δύο σημείων Γ και Δ του μέσου.
- vi) Ποια η απόσταση μεταξύ των σημείων Γ και Δ, αν μεταξύ τους παρουσιάζουν διαφορά φάσης  $2\pi$ ;

**Απάντηση:**

- i) Τα δύο στιγμιότυπα απέχουν χρονικά κατά  $T/2=0,5s$  άρα  $T=1s$ , ενώ η απόσταση που έχει διαδοθεί το κύμα είναι ίση με  $\lambda/2=1m$  οπότε  $\lambda=2m$ . Έτσι η ταχύτητα του κύματος είναι  $v=\lambda/T=2m/s$ . Το σημείο Β στο οποίο φτάνει το κύμα για  $t=0$ , βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του και θα αρχίσει να κινείται προς την θετική κατεύθυνση. Έτσι η εξίσωση της ταλάντωσης του σημείου Β, είναι της μορφής:

$$y=A \eta \mu \omega t \rightarrow y=0,1 \eta \mu 2\pi t \quad (\text{μονάδες στο S.I.}).$$

Έστω ένα σημείο Μ στη θέση  $x$ . Το κύμα για να φτάσει από το Β στο Μ θα χρειαστεί χρόνο  $t_1=$

$$\frac{(BM)}{v} = \frac{x+1}{v} = \frac{x+1}{2}. \text{ Έτσι η εξίσωση του τυχαίου σημείου Μ, στη θέση } x \text{ είναι:}$$

$$y=0,1 \eta \mu 2\pi(t-t_1) \rightarrow$$

$$y = 0,1 \eta \mu 2\pi\left(t - \frac{x}{2} - \frac{1}{2}\right) \quad (1)$$

Η εξίσωση (1) είναι η εξίσωση του κύματος.

- ii) Η φάση του κύματος είναι:

$$\phi = 2\pi\left(t - \frac{x}{2} - \frac{1}{2}\right) \quad \eta$$

$$\phi = 2\pi t - \pi x - \pi$$

Συνεπώς η φάση του σημείου στη θέση  $x=0$  για  $t=0$  είναι:

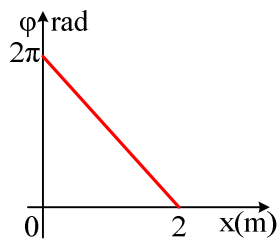
$$\varphi_0 = 2\pi(0 - 0 - \frac{1}{2}) = -\pi \text{ rad.}$$

Αυτή είναι και η αρχική φάση του κύματος. Τι σημαίνει αρνητική αρχική φάση  $-\pi$ ; Το κύμα δεν έχει φτάσει ακόμη στο σημείο Ο.

iii) Για  $t_1 = 1,5\text{s}$  έχουμε:

$$\varphi = 2\pi t - \pi x - \pi = 3\pi - \pi x - \pi = 2\pi - \pi x \quad (2)$$

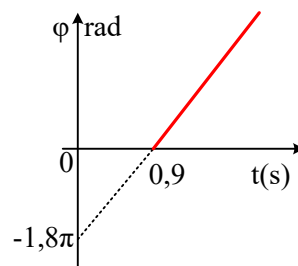
Η γραφική παράσταση της σχέσης (2) είναι αυτή του σχήματος:



iv) Η φάση του σημείου Γ είναι:

$$\varphi = 2\pi t - \pi x - \pi = 2\pi t - 0,8\pi - \pi = 2\pi t - 1,8\pi$$

και η γραφική παράσταση είναι:



v) Έστω ένα σημείο Δ στη θέση  $x_2$ , ενώ το Γ βρίσκεται στη θέση  $x_1$ . Η διαφορά φάσης μεταξύ της φάσης του Γ και του Δ είναι:

$$\Delta\varphi = \varphi_\Gamma - \varphi_\Delta = (2\pi t - \pi x_1 - \pi) - (2\pi t - \pi x_2 - \pi) = \pi(x_2 - x_1) \rightarrow$$

$$\Delta\varphi = \pi x_2 - 0,8\pi$$

$$\text{(Υπενθυμίζουμε την σχέση: } \Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{\Delta x}{\lambda} \text{)}$$

vi) Αν  $\Delta\varphi = 2\pi$  έχουμε:

$$\pi(x_2 - x_1) = 2\pi \rightarrow$$

$$x_2 - x_1 = 2\text{m.}$$

Όσο είναι και το μήκος κύματος.