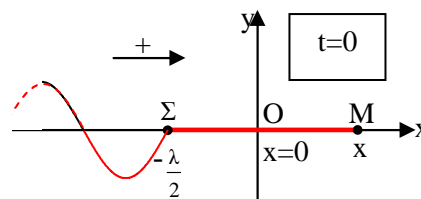


Στιγμιότυπο κύματος και αρχική φάση 1.

Αρμονικό κύμα με μήκος κύματος λ και πλάτος A διαδίδεται κατά μήκος ελαστικού μέσου xx' από αριστερά προς τα δεξιά με ταχύτητα μέτρου v . Τη χρονική στιγμή $t=0$ το κύμα βρίσκεται στη θέση Σ αριστερά της θέσης O ($x=0$) με $x_{\Sigma}=-\frac{\lambda}{2}$. Το υλικό



σημείο στη θέση Σ αρχίζει να ταλαντώνεται κατά την αρνητική φορά.

α. Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος για τα σημεία του ελαστικού μέσου όπου $x > 0$.

β. Να συγκρίνετε την εξίσωση του προηγούμενου ερωτήματος με την εξίσωση ενός αρμονικού κύματος του ίδιου μήκους κύματος και του ίδιου πλάτους όταν διαδίδεται στο ίδιο μέσο από αριστερά προς τα δεξιά, με την ίδια ταχύτητα και τη χρονική στιγμή $t=0$ βρίσκεται στη θέση O ($x=0$). Το υλικό σημείο στη θέση O αρχίζει να ταλαντώνεται προς τη θετική κατεύθυνση. Τι συμπεραίνετε από τις εξισώσεις κύματος αυτών των δύο κυμάτων;

γ. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα των δύο προηγούμενων κυμάτων τη χρονική στιγμή $t = \frac{7T}{4}$. Τι παρατηρείτε;

τε;

Απάντηση:

α. Τη χρονική στιγμή $t=0$ στη θέση Σ ($x_{\Sigma}=-\frac{\lambda}{2}$) έχουμε: $y_{(\Sigma)}=0$ και $V_{(\Sigma)}=-V_{\max}<0$. Άρα η εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Σ είναι: $y_{\Sigma}=A\eta\mu(\omega t+\pi)$. Τη χρονική στιγμή $t_1 > 0$ το κύμα φθάνει σε σημείο M ($x_M=x$) δεξιά του Σ με $t_1 = \frac{|x| + |x_{\Sigma}|}{v}$. Τη χρονική στιγμή $t > t_1$ ο χρόνος ταλάντωσης του υλικού σημείου στη θέση M είναι: $t-t_1$.

$$\text{Άρα } y_M = A\eta\mu \left[\omega(t - t_1) + \pi \right] \Rightarrow y_M = A\eta\mu \left[\frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{|x| + |x_{\Sigma}|}{v} \right) + \pi \right] \text{ με } x > 0, x_{\Sigma} < 0.$$

$$\text{Άρα } y_M = A\eta\mu \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} + \frac{x_{\Sigma}}{\lambda} \right) + \pi \right] \xrightarrow{x_{\Sigma} = -\frac{\lambda}{2}} y_M = A\eta\mu \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} - \frac{1}{2} \right) + \pi \right] \Rightarrow$$

$$y_M = A\eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (1).$$

β. Η εξίσωση κύματος ενός αρμονικού κύματος του ίδιου πλάτους και μήκους κύματος με αυτά του κύματος του (α) ερωτήματος διαδίδεται από αριστερά προς τα δεξιά και τη χρονική στιγμή $t=0$ βρίσκεται στη θέση O ($x=0$) και αρχίζει να ταλαντώνεται προς τη θετική κατεύθυνση είναι:

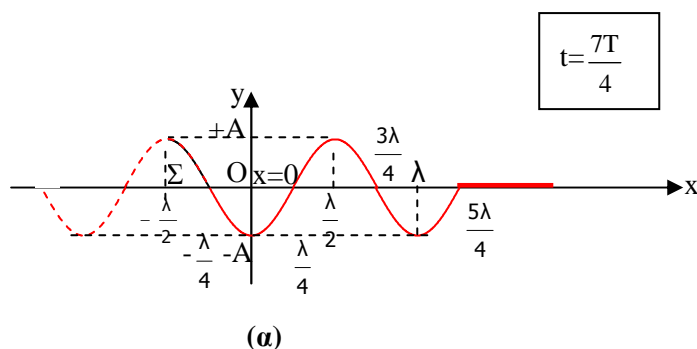
$$y_M = A\eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2)$$

Από τη σύγκριση των (1) και (2) προκύπτει το συμπέρασμα ότι δύο όμοιες εξισώσεις κύματος είναι δυνατόν να αντιστοιχούν σε διαφορετικές συνθήκες ταλάντωσης των υλικών σημείων του μέσου διάδοσης του κύματος (δηλαδή να αρχίζει η ταλάντωση προς διαφορετική κατεύθυνση) και σε διαφορετική αρχική φάση για την ταλάντωση της αρχής των συντεταγμένων O ($x=0$) τη χρονική στιγμή $t=0$.

Το παράδειγμα αυτό επιβεβαιώνει ότι για να σχεδιάσουμε σωστά το στιγμιότυπο ενός κύματος πρέπει **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ** να γνωρίζουμε τη φορά ταλάντωσης του σημείου στο οποίο φθάνει το κύμα τη χρονική στιγμή για την οποία σχεδιάζουμε το στιγμιότυπο.

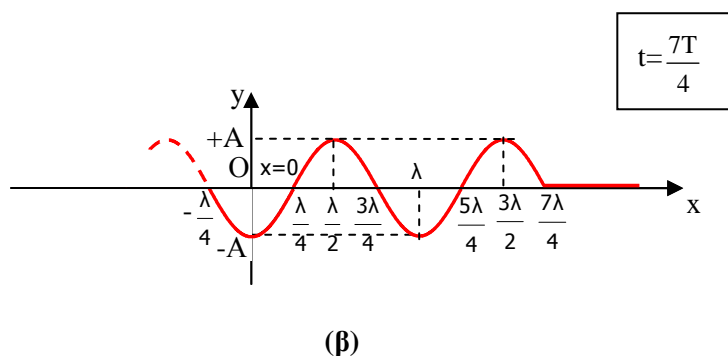
γ. Το πρώτο κύμα τη χρονική στιγμή $t = \frac{7T}{4}$ φθάνει μέχρι τη θέση όπου $\varphi = \pi \Rightarrow 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = \pi$

$$t = \frac{7T}{4} \Rightarrow 2\pi \left(\frac{7}{4} - \frac{x}{\lambda} \right) = \pi \Rightarrow x = \frac{5\lambda}{4}. \text{ Το στιγμιότυπο είναι:}$$



Το δεύτερο κύμα τη χρονική στιγμή $t = \frac{7T}{4}$ φθάνει μέχρι τη θέση όπου $\varphi = 0 \Rightarrow 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = 0$

$$t = \frac{7T}{4} \Rightarrow 2\pi \left(\frac{7}{4} - \frac{x}{\lambda} \right) = 0 \Rightarrow x = \frac{7\lambda}{4}. \text{ Το στιγμιότυπο είναι:}$$



Τα δύο στιγμιότυπα διαφέρουν παρόλο που αντιστοιχούν στην ίδια εξίσωση κύματος και σχεδιάζονται για την ίδια χρονική στιγμή.

Ο λόγος;

Η κατεύθυνση προς την οποία αρχίζει η ταλάντωση κάθε υλικού σημείου είναι διαφορετική σε κάθε πε-

ρίπτωση. Δηλαδή στο στιγμιότυπο (α) η ταλάντωση κάθε σημείου αρχίζει προς την αρνητική κατεύθυνση και στο στιγμιότυπο (β) η ταλάντωση κάθε σημείου αρχίζει προς τη θετική κατεύθυνση. Αυτή είναι μία **κρίσιμη πληροφορία** που πρέπει να μας δίνεται άμεσα ή έμμεσα προκειμένου να σχεδιάσουμε σωστά το στιγμιότυπο, όπως και μια **άλλη κρίσιμη πληροφορία** είναι να γνωρίζουμε που βρίσκεται το κύμα τη χρονική στιγμή $t=0$ σε σχέση με τη θέση αναφοράς $x=0$ που έχουμε επιλέξει. Στη περίπτωση του (α) το κύμα τη χρονική στιγμή $t=0$ βρίσκεται στη θέση Σ με $x_{\Sigma} = -\frac{\lambda}{2}$.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Ξ. Στεργιάδης