

## Συμβολή κυμάτων -στάσιμο κύμα

1. Ένα διαπασών εκτελεί ταλαντώσεις που έχουν περίοδο  $T=2s$  και κατά τη χρονική στιγμή  $t=0$  δημιουργεί στην επιφάνεια ενός υγρού δύο σύγχρονες πηγές  $O_1$  και  $O_2$  εγκάρσιων κυμάτων, οι οποίες ταλαντώνονται χωρίς αρχική φάση και παράγουν κύματα, τα οποία διαδίδονται με ταχύτητα  $u=0,5m/s$ . Το πλάτος ταλάντωσης των μορίων του υγρού είναι  $A=5mm$  και υποθέτουμε ότι δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας. Ένα μικρό κομμάτι φελλού στην επιφάνεια του υγρού απέχει απόσταση  $x_1=6m$  από την πηγή  $O_1$  και απόσταση  $x_2=9m$  από την πηγή  $O_2$ .
- α) Να βρεθεί η απομάκρυνση του φελλού από τη θέση ισορροπίας του κατά τις χρονικές στιγμές  $t_1=5s$ ,  $t_2=14,5s$ , και  $t_3=20,75s$ .
- β) Όταν έχει ήδη αρχίσει η συμβολή των δύο κυμάτων, ποια χρονική στιγμή ο φελλός διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του για πρώτη φορά;

$$\text{Απ: } y=0, \quad y=5mm, \quad y=5\sqrt{2}mm, \quad t=19s$$

2. Στην επιφάνεια ενός υγρού υπάρχουν δύο ίδιες πηγές παραγωγής κυμάτων  $O_1$  και  $O_2$  πλάτους  $A=2cm$  και συχνότητας  $f=5Hz$ . Ένα μικρό κομμάτι ξύλου επιπλέει σε απόσταση  $d_1=32cm$  από την πρώτη πηγή και σε απόσταση  $d_2=48cm$  από τη δεύτερη πηγή. Αν η ταχύτητα των δύο κυμάτων είναι  $u=0,4m/sec$  να βρεθούν
- α) η εξίσωση απομάκρυνσης του ξύλου
- β) η απομάκρυνση τη χρονική στιγμή  $t=2sec$
- γ) Αν η απόσταση των δύο πηγών  $O_1O_2$  είναι  $d=40cm$  να προσδιοριστούν οι θέσεις και ο αριθμός των σημείων πάνω στην ευθεία  $O_1O_2$  που είναι ακίνητα καθώς και αυτά που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.
- Απ:**  $y=4\eta\mu 2\pi(5t-5)$ ,  $y=0$

3. Μια χορδή έχει μήκος  $L$  και τα δύο της άκρα  $A$  και  $B$  είναι στερεωμένα ακλόνητα. Το μέσον  $O$  της χορδής υποβάλλεται σε ταλάντωση  $y=0,05\eta\mu 20\pi t$ . Τα κύματα που παράγονται έχουν ταχύτητα διάδοσης  $u=4m/s$ . Όταν αποκατασταθεί μόνιμη κατάσταση στη χορδή διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν 4 σημεία που παραμένουν ακίνητα εκτός από τα  $A, B$ .

**A.** α) Ποιο το μήκος της χορδής;

β) Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος αν για  $t=0$  για το σημείο του μέσου της χορδής είναι  $y=0, u>0$ .

γ) Να υπολογιστεί η ταχύτητα ταλάντωσης ενός υλικού σημείου στη χορδή που βρίσκεται στη θέση  $x=0,2m$  τη χρονική στιγμή  $t=1/40s$

δ) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος για  $t=1/40s$ .

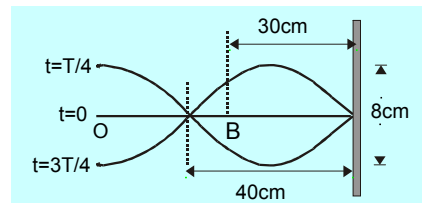
στ) Πόσοι δεσμοί θα δημιουργηθούν στη χορδή αν  $f=18Hz$ ;

ε) Αν  $f=25Hz$  θα δημιουργηθούν στάσιμα κύματα στη χορδή; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**B.** Αντικαθιστούμε τη χορδή με μία άλλη ίδιου μήκους αλλά διαφορετικής φύσης, υποβάλλουμε πάλι το μέσον  $O$  της χορδής σε ταλάντωση  $y=0,05\eta\mu 20\pi t$  και παρατηρούμε τη δημιουργία στάσιμων κυμάτων όπου υπάρχουν συνολικά 8 δεσμοί. Να υπολογιστεί η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στη νέα χορδή στη.

$$\text{Απ: } 1m, \quad y=0,1\sigma\upsilon\nu 5\pi\chi\eta\mu 20\pi t \quad \lambda=2/5m, \quad 0m/s \quad 10\delta\epsilon\sigma\mu\acute{o}\iota \quad \acute{o}\chi\iota \quad 20/7m/s \quad \Sigma\chi$$

4. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος τις χρονικές στιγμές  $t=0, t=T/4, t=3T/4$ . Η πηγή του κύματος έχει συχνότητα  $f=10Hz$ . Να βρεθούν: α) Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων που συμβάλλουν για να δημιουργήσουν το στάσιμο κύμα. β) Οι εξισώσεις αυτών των κυμάτων. γ) Ποια η εξίσωση του στάσιμου κύματος; δ) Ποια η ταχύτητα του σημείου  $B$  τη χρονική στιγμή  $t=1/80s$ ;



$$\text{Απ: } 8m/s \quad y_1=2\eta\mu 2\pi(10t+\frac{x}{80}) \quad y_2=2\eta\mu 2\pi(10t-\frac{x}{80}), \quad y'=4\sigma\upsilon\nu \frac{\pi\chi}{40}\eta\mu 20\pi t,$$

$$u=-40\pi \text{ cm/s}$$

5. Ένα τεντωμένο οριζόντιο σχοινί OA μήκους L εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα  $x$ . Το άκρο A είναι στερεωμένο ακλόνητα στη θέση  $x=L$ , ενώ το άκρο O που βρίσκεται στη θέση  $x=0$  είναι ελεύθερο, έτσι ώστε με την κατάλληλη διαδικασία να δημιουργείται στάσιμο κύμα με συνολικά 5 κοιλίες. Στη θέση  $x=0$  εμφανίζεται κοιλία ενώ το σημείο του μέσου στη θέση αυτή εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  το σημείο  $x=0$  βρίσκεται στη θέση μηδενικής απομάκρυνσης κινούμενο κατά τη θετική φορά. Η απόσταση των ακραίων θέσεων της ταλάντωσης αυτού του σημείου του μέσου είναι 0,1m. Το συγκεκριμένο σημείο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές κάθε δευτερόλεπτο και απέχει κατά τον άξονα  $x$  απόσταση 0,1m από τον πλησιέστερο δεσμό.
- Να υπολογίσετε την περίοδο του κύματος
  - Να υπολογίσετε το μήκος L.
  - Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.
  - Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της ταλάντωσης του σημείου του μέσου  $x=0$  κατά τη χρονική στιγμή που η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας έχει τιμή  $y=+0,03m$ . Δίνεται  $\pi=3,14$ . (εξ 2004)

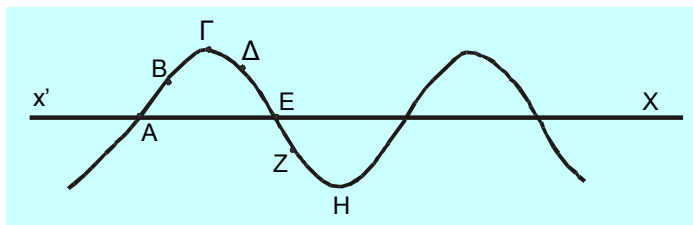
6. Κατά μήκος του άξονα  $xx'$  εκτείνεται ελαστική χορδή. Στη χορδή διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Η εγκάρσια απομάκρυνση ενός σημείου  $\Pi_1$  της χορδής περιγράφεται από την εξίσωση:  $y_1=A \eta\mu 30\pi t$  (S.I)

Ενώ η εγκάρσια απομάκρυνση ενός σημείου  $\Pi_2$ , που βρίσκεται 6cm δεξιά του σημείου

$\Pi_1$ , περιγράφεται από την εξίσωση:  $y_2=A \eta\mu(30\pi t + \frac{\pi}{6})$  (S.I)

Η απόσταση μεταξύ των σημείων  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  είναι μικρότερη από ένα μήκος κύματος.

- Ποια είναι η φορά διάδοσης του κύματος;
- Ποια είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος;
- Αν η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων της χορδής, να υπολογίσετε το πλάτος του κύματος.
- Στο σχήμα που ακολουθεί, απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο του κύματος.



Εκείνη τη στιγμή σε ποια από τα σημεία A,B,Γ,Δ,E,Z και H η ταχύτητα ταλάντωσης είναι μηδενική και ποια είναι η μέγιστη (κατ' απόλυτη τιμή); Ποια είναι η φορά της ταχύτητας της ταλάντωσης των σημείων B,Δ και Z;

- Να γράψετε την εξίσωση του κύματος που όταν συμβάλλει με το προηγούμενο, δημιουργεί στάσιμο κύμα. Δίνεται  $\pi=3,14$ . ( Εξετάσεις 2005)

51. Σε ένα σημείο μιας λίμνης μία μέρα χωρίς αέρα, ένα σκάφος ρίχνει άγκυρα. Από το σημείο της επιφάνειας της λίμνης που πέφτει η άγκυρα ξεκινά εγκάρσιο κύμα. Ένας άνθρωπος που βρίσκεται στη βάρκα παρατηρεί ότι το κύμα φτάνει σ' αυτόν 50s μετά την πτώση της άγκυρας. Το κύμα έχει ύψος 10cm πάνω από την επιφάνεια της λίμνης, η απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικές κορυφές του κύματος είναι 1m, ενώ μέσα σε χρόνο 5s το κύμα φτάνει στη βάρκα 10 φορές. Να υπολογίσετε:

- Την περίοδο του κύματος που φτάνει στη βάρκα.
- την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.
- Την απόσταση της βάρκας από το σημείο πτώσης της άγκυρας.
- Τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του ανθρώπου στη βάρκα.

( Εξετάσεις εσπερινών λυκ. 2005)

