

Συμβολή και στάσιμο κύμα. Ερωτήσεις με δικαιολόγηση.
1) Συμβολή κυμάτων – Κροσσοί ενίσχυσης και απόσβεσης

Στην σημεία Π_1 και Π_2 της επιφάνειας ενός υγρού βρίσκονται δύο σύμφωνες πηγές αρμονικών κυμάτων, που ταλαντώνονται με συχνότητα f και πλάτος A . Δύο σημεία M και N του ευθυγράμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ έχουν αντίστοιχα αποστάσεις από τις δύο πηγές, που ικανοποιούν τις σχέσεις:

$$M: (\Pi_2M) - (\Pi_1M) = 3\lambda \text{ και}$$

$$N: (\Pi_1N) - (\Pi_2N) = 3\frac{\lambda}{2}.$$

Να επιλέξετε το σωστό σε κάθε περίπτωση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας:

- i) Τα σημεία του τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ που βρίσκονται μεταξύ του M και N και ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος είναι:

α. 1 β. 2 γ. 3 δ. 4

- ii) Η απόσταση MN είναι ίση με:

α. $3\lambda/4$ β. $5\lambda/4$ γ. $7\lambda/4$ δ. $9\lambda/4$

- iii) Η απομάκρυνση του M από τη θέση ισορροπίας του, τη στιγμή που το μέσο O του $\Pi_1\Pi_2$ ξεκινά την ταλάντωσή του θα είναι:

α. $+A$ β. $-A$ γ. 0 δ. $+A/2$

Θεωρούμε ως στιγμή $t=0$ τη στιγμή που τα κύματα φτάνουν στο O .

2) Ερωτήσεις για το στάσιμο

- i) Σε μια χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα. Στη θέση $x=0$ υπάρχει μία κοιλία του στασίμου. Τα σημεία της χορδής, που ταλαντώνονται με πλάτος ίσο με το πλάτος των κυμάτων που συνέβαλαν και έδωσαν το στάσιμο, βρίσκονται εκατέρωθεν των κοιλιών κατά:

α. $\lambda/4$ β. $\lambda/6$ γ. $\lambda/3$ δ. $\lambda/12$

και των δεσμών κατά:

α. $\lambda/4$ β. $\lambda/6$ γ. $\lambda/3$ δ. $\lambda/12$

- ii) Μία χορδή έχει το ένα άκρο στερεωμένο και το άλλο άκρο ελεύθερο. Κατά μήκος της χορδής δημιουργείται στάσιμο κύμα με κ κοιλίες. Στο ελεύθερο άκρο της χορδής σχηματίζεται κοιλία.

A... Το μήκος L της χορδής είναι:

$$a. L = \kappa \frac{\lambda}{2}$$

$$b. L = (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{4}$$

$$c. L = (\kappa - 1) \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$$

$$\delta. L = \kappa \frac{\lambda}{2} + (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{4}$$

Β... Αν ο αριθμός των δεσμών είναι μ , τότε ισχύει:

$$\alpha. \mu = \kappa \quad \beta. \mu = \kappa - 1 \quad \gamma. \mu = \kappa + 1 \quad \delta. \mu = 2\kappa$$

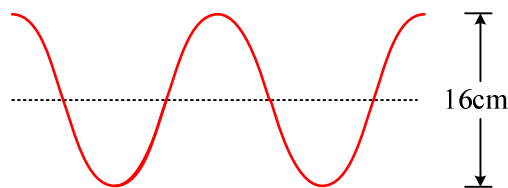
Γ... Αν τριπλασιάσουμε τη συχνότητα των κυμάτων που συμβάλλουν και δίνουν το στάσιμο και στο ελεύθερο άκρο σχηματίζεται και πάλι κοιλία, τότε ο αριθμός των κοιλιών που σχηματίζονται συνολικά τώρα στη χορδή θα είναι

$$\kappa' = 3\kappa - 1 \quad \beta. \kappa' = 3\kappa \quad \gamma. \kappa' = \kappa - 3 \quad \delta. \kappa' = \frac{\kappa}{3}$$

iii) Ένα στάσιμο κύμα περιγράφεται από την εξίσωση

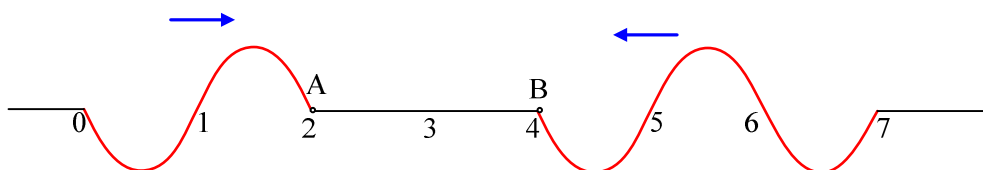
$$y = 8 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \eta \mu 2\pi t \quad (\text{τα } x \text{ και } y \text{ σε cm, το } t \text{ σε s})$$

Κάποια στιγμή t το στιγμιότυπο του στασίμου φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Να κατασκευάσετε το στιγμιότυπο του στασίμου τη στιγμή $t' = t + \frac{1}{3} \text{ s}$.



3) Αρχή της επαλληλίας και Συμβολή κυμάτων.

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου διαδίδονται με ταχύτητα $v=1\text{m/s}$ δύο κύματα ίδιου πλάτους και ίδιου μήκους κύματος και στο σχήμα φαίνεται η μορφή του μέσου τη χρονική στιγμή t_0 .



- Πόση είναι η φάση του σημείου Α και πόση του σημείου Β τη στιγμή αυτή;
- Να σχεδιάσετε τη μορφή του μέσου τις χρονικές στιγμές:

$$\alpha) t_1 = t_0 + 1,5\text{s}, \quad \beta) t_2 = t_0 + 3\text{s}, \quad \gamma) t_3 = t_0 + 4\text{s}$$

4) Στάσιμο κύμα και διαφορά φάσης

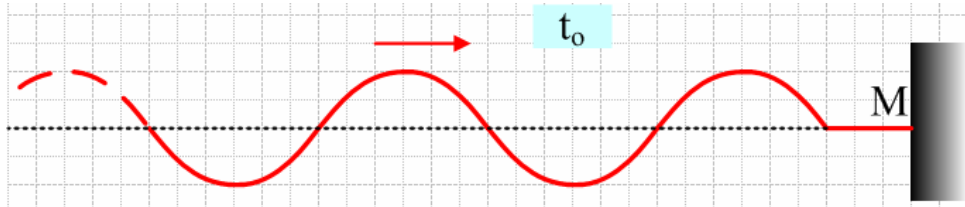
Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει δημιουργηθεί ένα στάσιμο κύμα από συμβολή δύο κυμάτων με μήκη κύματος $\lambda=1,6\text{m}$. Δύο σημεία Κ και Λ είναι δεξιά ενός δεσμού Δ, απέχοντας από αυτόν αποστάσεις $x_1=0,6\text{m}$ και $x_2=2\text{m}$ αντίστοιχα. Σε μια στιγμή η φάση του Κ είναι ίση με 40π .

- Η φάση του σημείου Λ είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με 40π ;
- Να συγκρίνετε τις μέγιστες ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων Κ και Λ.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

5) Ανάκλαση κύματος σε σταθερό άκρο.

Κατά μήκος μια χορδής, με σταθερό το δεξιό άκρο της Μ, διαδίδεται ένα εγκάρσιο κύμα και η παρακάτω εικόνα δείχνει ένα στιγμιότυπο κάποια στιγμή t_0 .



Να σχεδιάσετε τη μορφή της χορδής τις χρονικές στιγμές:

- α) $t_0 + T/4$ β) $t_0 + T/2$ γ) $t_0 + 3T/4$.

6) Δύο κύματα σε ένα ελαστικό μέσο.

Στα άκρα Κ και Λ ενός ελαστικού μέσου υπάρχουν δύο πηγές κύματος, οι οποίες αρχίζουν ταυτόχρονα να παράγουν εγκάρσια κύματα, τα οποία διαδίδονται κατά μήκος του μέσου. Η πρώτη πηγή ταλαντώνεται με περίοδο $T=1\text{s}$ και παράγει κύματα με μήκος κύματος λ_1 , ενώ η δεύτερη έχει περίοδο ταλάντωσης $T_2=0,6\text{s}$.

i) Τα δύο κύματα θα συναντηθούν:

- α) Στο μέσον Μ της ΚΛ
β) Σε ένα σημείο μεταξύ Κ και Μ.
γ) Σε σημείο μεταξύ Μ και Λ.

ii) Αν κάποια στιγμή πάνω στη χορδή έχει διαδοθεί το πρώτο κύμα σε απόσταση ίση με τρία μήκη κύματος ($d_1=3\lambda_1$), τότε το δεύτερο κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση d_2 , όπου:

- α) $d_2=3\lambda_2$ β) $d_2=4\lambda_2$ γ) $d_2=5\lambda_2$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

7) Η διαφορά φάσης στην επιφανειακή συμβολή

Δύο σύγχρονες πηγές Κ και Λ ταλαντώνονται στην επιφάνεια υγρού και δημιουργούν εγκάρσια αρμονικά κύματα με μήκος κύματος $\lambda=4\text{cm}$. Οι εξισώσεις ταλάντωσης των πηγών είναι $y_1=y_2=A\eta\mu\omega t$ ($y \rightarrow \text{cm}$ και $t \rightarrow \text{s}$). Η απόσταση των πηγών είναι $(ΚΛ)=d=20\text{cm}$. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού που απέχει αποστάσεις $r_1=10,5\text{cm}$ και r_2 από τις πηγές Κ και Λ αντίστοιχα μετά την συμβολή των δύο αρμονικών κυμάτων σε αυτό, παρουσιάζει διαφορά φάσης $\Delta\phi=6\pi \text{ rad}$ με τις δύο πηγές. Για το σημείο Σ ισχύει ότι:

A₁.

- α. Βρίσκεται σε υπερβολή ενισχυτικής συμβολής.
β. Βρίσκεται σε υπερβολή αποσβεστικής συμβολής.
γ. Βρίσκεται σε έλλειψη με εστίες τις πηγές Κ και Λ.
δ. Δεν υπάρχει τέτοιο σημείο.

A₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

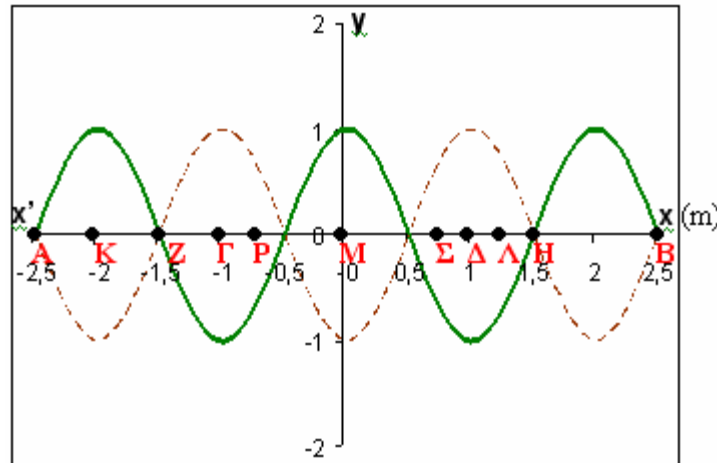
B. Να εξεταστεί το ίδιο θέμα στην περίπτωση όπου η απόσταση των πηγών είναι $(ΚΛ)=d=25\text{cm}$.

8) Το στάσιμο κύμα, οι δεσμοί, οι κοιλίες και η διαφορά φάσης

Στα σημεία A και B μιας χορδής xx' υπάρχουν δύο πηγές δημιουργίας εγκάρσιων αρμονικών κυμάτων, που παράγουν δύο αρμονικά κύματα με εξισώσεις:

$$y_1 = A\eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \text{ και}$$

$$y_2 = A\eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) \text{ αντίστοιχα.}$$



Το μήκος κύματος τους είναι $\lambda = 2\text{m}$. Στο σχήμα απεικονίζονται δύο στιγμιότυπα των δύο εγκάρσιων αρμονικών κυμάτων. Το σημείο M είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος AB και τη χρονική στιγμή $t=0$ έχει $y_M=0$ και $V_M>0$. Για το στάσιμο κύμα που δημιουργείται μεταξύ των σημείων A και B:

- Τα σημεία Γ και Δ παραμένουν διαρκώς ακίνητα (δεσμοί).
- Τα σημεία Ζ και Η ταλαντώνονται με τη μέγιστη ενέργεια ταλάντωσης (κοιλίες).
- Τα σημεία Κ και Λ έχουν διαφορά φάσης 0.
- Εάν $PG=\Sigma\Delta$, τα σημεία Ρ και Σ είναι σε συμφωνία φάσης.

Να χαρακτηρίσετε κάθε μια από τις παραπάνω προτάσεις με το γράμμα Σ, αν η πρόταση είναι σωστή και με το γράμμα Λ, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

9) Μια Συμβολή κυμάτων με διαφορετικές συχνότητες

Στις κορυφές Β και Γ ισοπλεύρου τριγώνου πλευράς $a=0,5\text{m}$ βρίσκονται δύο πηγές κυμάτων, οι οποίες ταλαντώνονται σύμφωνα με τις εξισώσεις

$$y_B = 0,2\eta\mu 200\pi t \text{ και } y_\Gamma = 0,2\eta\mu 204\pi t \text{ (μονάδες S.I.).}$$

Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:

- Η κορυφή Α ταλαντώνεται με σταθερό πλάτος $A'=0,4\text{m}$.
- Η συχνότητα ταλάντωσης της κορυφής Α είναι $f=101\text{Hz}$.
- Σε χρόνο 1s το πλάτος ταλάντωσης της κορυφής Α γίνεται δύο φορές $0,4\text{m}$.