

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

1. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1 και Π_2 βρίσκονται στα σημεία A και B αντίστοιχα της ελεύθερης επιφάνειας νερού και προκαλούν όμοια εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα $u = 0,5 \text{ m/s}$. Ένα σημείο K της επιφάνειας του νερού βρίσκεται πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα AB και απέχει από τα A και B αποστάσεις $(AK) = r_1$ και $(BK) = r_2$, με $r_1 > r_2$. Το σημείο K είναι το πλησιέστερο προς το μέσο M του AB που ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος. Η απομάκρυνση του σημείου K από τη θέση ισορροπίας λόγω της συμβολής των κυμάτων περιγράφεται σε συνάρτηση με το χρόνο t από την εξίσωση

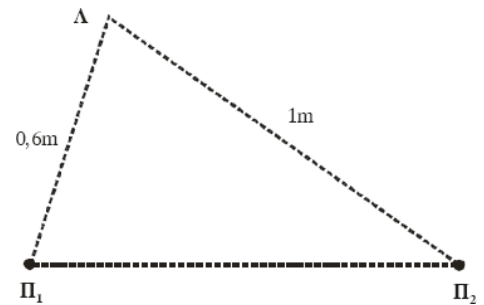
$$y_K = 0,2\eta\mu \frac{5\pi}{3} (t - 2) \text{ (σε μονάδες S.I.)}. \text{ Να υπολογίσετε:}$$

- α. την περίοδο, το μήκος κύματος και το πλάτος των κυμάτων που συμβάλλουν.
- β. την απόσταση AB των δύο πηγών.
- γ. τις αποστάσεις r_1 και r_2 του σημείου K από τα σημεία A και B.
- δ. τον αριθμό των σημείων του ευθύγραμμου τμήματος AB που λόγω της συμβολής έχουν πλάτος ίσο με το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου K αν η απόσταση AB είναι 2,6m.

2. Δύο σύγχρονες πηγές Π_1 , Π_2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού εγκάρσια αρμονικά κύματα. Η εξίσωση της ταλάντωσης κάθε πηγής είναι $y = 0,01\eta\mu(10\pi t)$ (SI) και η ταχύτητα διάδοσης των εγκαρσίων κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού είναι ίση με 1,5 m/s.

Ένα σημείο Λ της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή Π_1 απόσταση 0,6 m και από την πηγή Π_2 απόσταση 1 m, όπως δείχνει το σχήμα. Οι πηγές Π_1 , Π_2 αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t=0$.

- α. Να υπολογισθεί το μήκος κύματος των κυμάτων που δημιουργούν οι πηγές.
- β. Πόση είναι η συχνότητα της ταλάντωσης του σημείου Λ μετά την έναρξη της συμβολής;
- γ. Να εξετάσετε αν στο σημείο Λ έχουμε ενίσχυση ή απόσβεση.
- γ. Να υπολογισθεί το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Λ μετά την έναρξη της συμβολής.
- δ. Να προσδιορισθεί η απομάκρυνση του σημείου Λ από τη θέση ισορροπίας του, τη χρονική στιγμή $t = 4/3 \text{ s}$.
Δίνεται $\sin 4\pi/3 = -1/2$



3. Στην επιφάνεια ενός υγρού που ηρεμεί, βρίσκονται δύο σύγχρονες σημειακές πηγές Π_1 και Π_2 , που δημιουργούν στην επιφάνεια του υγρού εγκάρσια αρμονικά κύματα ίσου πλάτους. Οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t_0=0$ ξεκινώντας από τη θέση ισορροπίας τους και κινούμενες προς την ίδια κατεύθυνση, την οποία θεωρούμε θετική. Η χρονική εξίσωση της ταλάντωσης ενός σημείου M, που βρίσκεται στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$, μετά τη συμβολή των κυμάτων δίνεται στο SI από τη σχέση $y_M = 0,2\eta\mu 2\pi(5t - 10)$

Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού είναι $u=2 \text{ m/s}$. Έστω O το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ και $d=1 \text{ m}$ η απόσταση μεταξύ των πηγών. Να βρείτε:

- α. Την απόσταση $M\Pi_1$.
- β. Τη διαφορά φάσης των ταλαντώσεων των σημείων O και M.
- γ. Πόσα σημεία του ευθύγραμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.
- δ. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του σημείου M σε συνάρτηση με τον χρόνο t για $0 \leq t \leq 2,5 \text{ s}$.

4. Δύο σύγχρονες σημειακές πηγές Π_1 και Π_2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα $u = 5 \text{ m/s}$. Μικρό κομμάτι φελλού βρίσκεται σε κάποιο σημείο Σ της επιφάνειας πλησιέστερα στην πηγή Π_2 . Η απομάκρυνση του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο περιγράφεται από τη γραφική παράσταση του σχήματος. Οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t = 0$ και εκτελούν ταλαντώσεις της μορφής $y = A\eta\mu\omega t$.

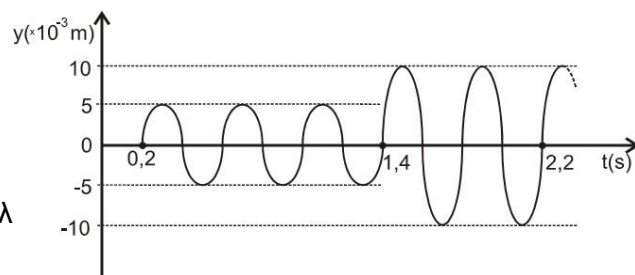
Γ1. Να βρείτε τις αποστάσεις r_1 και r_2 του σημείου Σ από τις πηγές Π_1 και Π_2 , αντίστοιχα.

Γ2. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την απομάκρυνση του φελλού από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο, για $t \geq 0$.

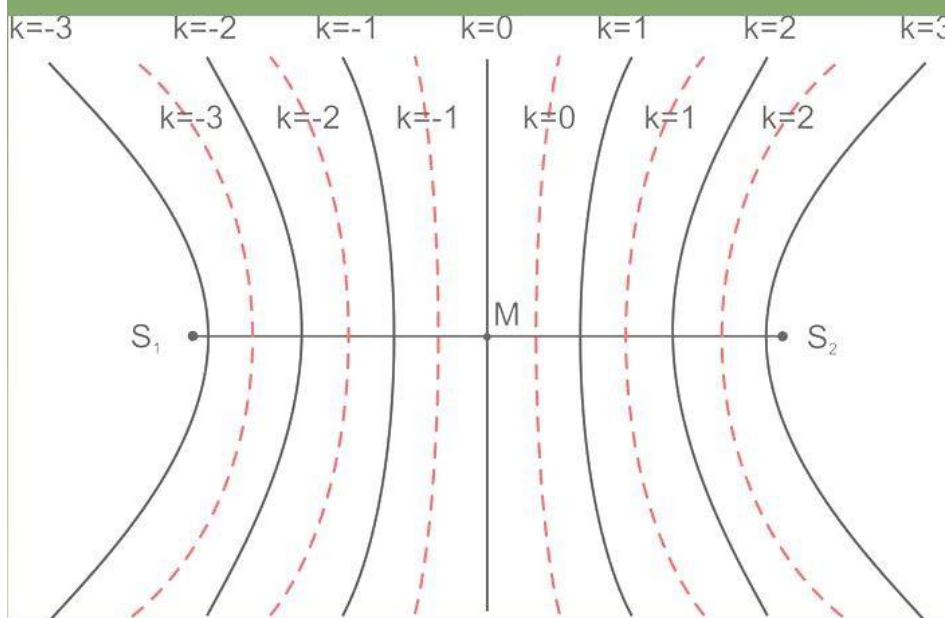
Γ3. Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του φελλού κάποια χρονική στιγμή t_1 , κατά την οποία η

απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του είναι $y_1 = 5\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ m}$;

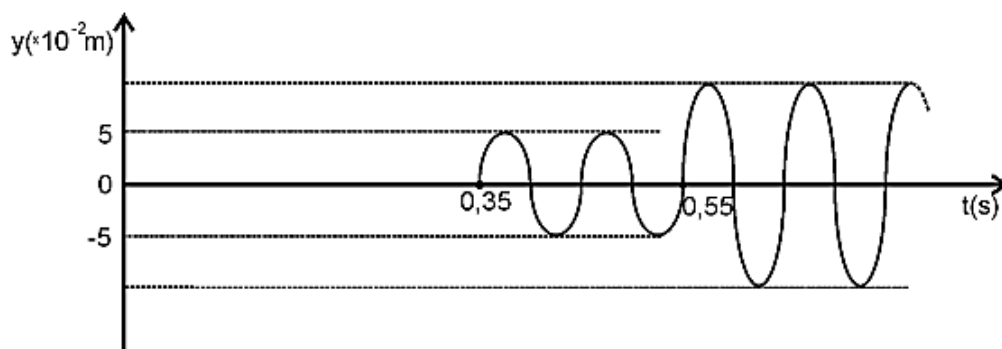
Γ4. Έστω K_1 η μέγιστη κινητική ενέργεια του φελλού μετά τη συμβολή. Αλλάζουμε τη συχνότητα των ταλαντώσεων των πηγών Π_1 και Π_2 έτσι ώστε η συχνότητά τους να είναι ίση με τα $10/9$ της αρχικής τους συχνότητας. Αν μετά τη νέα συμβολή η μέγιστη κινητική ενέργεια του φελλού είναι K_2 , να βρεθεί ο λόγος K_1/K_2 .



Κροσσοί συμβολής



5. Στην επιφάνεια ενός υγρού που ηρεμεί βρίσκονται δύο σύγχρονες και όμοιες σημειακές πηγές Π_1 και Π_2 που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d=2\text{m}$. Οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t = 0$ και εκτελούν ταλαντώσεις της μορφής $y = \text{A}\eta\mu\omega t$ δημιουργώντας στην επιφάνεια του υγρού εγκάρσια κύματα. Ένα υλικό σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού που απέχει αποστάσεις $r_1 = 1,4 \text{ m}$ και r_2 ($r_2 > r_1$) αντίστοιχα από τις πηγές Π_1 και Π_2 ταλαντώνεται και η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο περιγράφεται από τη γραφική παράσταση του σχήματος.



Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού και την απόσταση r_2 του σημείου Σ από την πηγή Π_2 .

Γ2. Να υπολογίσετε τη συχνότητα ταλάντωσης των πηγών Π_1 και Π_2 και το μήκος κύματος λ των εγκάρσιων κυμάτων που διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού.

Γ3. Να υπολογίσετε την απομάκρυνση του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας τη χρονική στιγμή $t = 5/8 \text{ s}$.

Γ4. Να υπολογίσετε τον αριθμό των σημείων μεταξύ των δύο πηγών Π_1 και Π_2 που παραμένουν συνεχώς ακίνητα, μετά τη συμβολή των κυμάτων.

Γ5. Μεταβάλλουμε ταυτόχρονα, με τον ίδιο τρόπο, τη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών Π_1 και Π_2 . Να υπολογίσετε την ελάχιστη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών Π_1 και Π_2 ώστε το σημείο Σ να παραμένει συνεχώς ακίνητο, μετά τη συμβολή των κυμάτων στο σημείο αυτό.

6. Σε σημείο Γ της ελεύθερης επιφάνειας ήρεμου υγρού βρίσκεται πηγή Π η οποία παράγει εγκάρσια αρμονικά κύματα πλάτους $A=0,25$ m. Η συχνότητα των κυμάτων είναι $f=7$ Hz και διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού με ταχύτητα $v_s=7$ m/s. Σε σημείο Δ της επιφάνειας του υγρού και σε απόσταση $a=8$ m από το σημείο Γ , υπάρχει ξύλινος κύβος αμελητέων διαστάσεων. Τα παραγόμενα από την πηγή κύματα μπορούν να φθάσουν στον κύβο είτε ακολουθώντας τη διαδρομή $\Gamma\Delta$ είτε αφού ανακλαστούν στον ανακλαστήρα, ο οποίος βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού στην θέση A και πάνω στην μεσοκάθετο του τμήματος $\Gamma\Delta$. Ο ανακλαστήρας απέχει απόσταση $h=3$ m από το μέσον M του ευθύγραμμου τμήματος $\Gamma\Delta$.

A. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του κύβου μετά τη συμβολή των 2 κυμάτων.

Απομακρύνουμε τον ανακλαστήρα από το σημείο M κατά x , μετατοπίζοντάς τον στη διεύθυνση του μεσοκαθέτου του τμήματος $\Gamma\Delta$. Όταν ο ανακλαστήρας βρεθεί στην νέα του θέση A' , παρατηρούμε ότι ο ξύλινος κύβος είναι ακίνητος. Κατά τη διάρκεια της μετατόπισης του ανακλαστήρα, καταγράψαμε ότι ο ξύλινος κύβος εκτέλεσε ταλάντωση με μέγιστο πλάτος 2 φορές.

B. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση x του ανακλαστήρα.