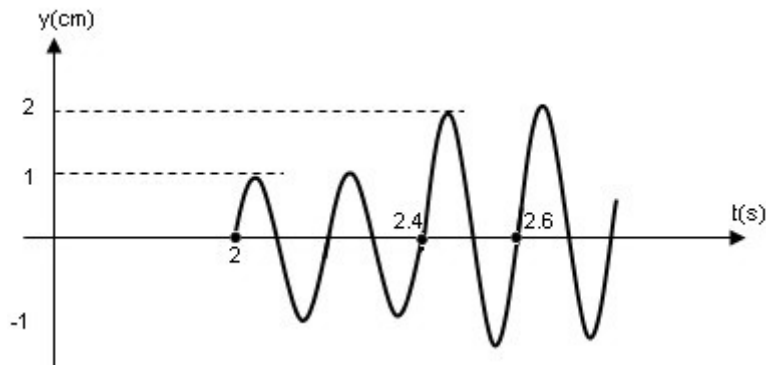


1. Δυο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t=0$ s χωρίς αρχική φάση και παράγουν στην επιφάνεια ενός υγρού αρμονικά κύματα πλάτους 1 cm. Τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα 20 cm/s. Η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης ενός σημείου O του μέσου σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνεται παρακάτω:



Αν $\text{OP}_1 < \text{OP}_2$ και η συμβολή ξεκινά τη χρονική στιγμή $t=2.4$ s.

Να βρείτε:

A. Την απόσταση του O από τις πηγές Π_1 και Π_2 .

B. Να βρείτε τις εξισώσεις που περιγράφουν την απομάκρυνση του σημείου O .

Γ. Να βρείτε την απομάκρυνση και την ταχύτητα του σημείου O την χρονική στιγμή 4,125 s.

Δ. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση $y(t)$ για ένα σημείο Λ το οποίο απέχει από 20cm από τη πηγή Π_1 και 30cm από τη πηγή Π_2 .

Δίνεται: $\eta\mu(5\pi/4) = \sigma\upsilon\nu(5\pi/4) = -0.7$

2. Ένα τεντωμένο οριζόντιο σχοινί OB μήκους L εκτείνεται κατά την διεύθυνση του άξονα x . Το άκρο του B είναι στερεωμένο ακλόνητα στη θέση $x=L$, ενώ το άκρο O το οποίο βρίσκεται στη θέση $x=0$ είναι ελεύθερο, έτσι ώστε με κατάλληλη διαδικασία να δημιουργείται στάσιμο κύμα με 5 συνολικά κοιλίες. Στη θέση $x=0$ εμφανίζεται κοιλία και το σημείο του μέσου στη θέση αυτή εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Την χρονική στιγμή $t=0$ το σημείο $x=0$ βρίσκεται στη θέση μηδενικής απομάκρυνσης, καθώς κινείται κατά τη θετική φορά. Σημείο M του σχοινοῦ απέχει από το O απόσταση 0,5 m. Η μέγιστη εγκάρσια απόσταση σημείου M και του σημείου O είναι 0,05 m. Το σημείο O διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές το δευτερόλεπτο και απέχει, κατά τον άξονα x , απόσταση 0,1 m από τον πλησιέστερο δεσμό.

A. Να υπολογίσετε την περίοδο του κύματος και το μήκος L .

B. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

Γ. Να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης $[y=f(t)]$ και της ταχύτητας $[u=f(t)]$ της δεύτερης κοιλίας μετά το πρώτο δεσμό.

Δ. 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 $y=+0.03$ m.

3. Γραμμικό ομογενές ελαστικό μέσο εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα $x'x$. Δυο σημεία M , N απέχουν μεταξύ τους απόσταση 20 cm και αρχίζουν να ταλαντώνονται κατακόρυφα με την ίδια συχνότητα $f=5$ Hz και πλάτος $A=5$ cm. Κατά μήκος του ελαστικού μέσου διαδίδονται τα δυο ημιτονοειδή εγκάρσια κύματα τα οποία παράγονται λόγω της ταλάντωσης των σημείων M και N . Το μήκος κύματος είναι $\lambda=4$ cm. Θεωρούμε αρχή του άξονα $x'x$ το μέσο O της απόστασης MN , με το M αριστερά και το N δεξιά. Επίσης θεωρούμε αρχή του χρόνου, τη χρονική στιγμή κατά την οποία τα κύματα συναντιούνται στο O και είναι, για το σημείο O , $y=0$ και $u>0$. Το O είναι κοιλία του στάσιμου κύματος.

1. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που προκύπτει από τη συμβολή των δυο κυμάτων.

2. Να βρείτε τις θέσεις των δεσμών που σχηματίζονται ανάμεσα στα σημεία MN .

3. Να γράψετε τις εξισώσεις της απομάκρυνσης και ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο της δεύτερης προς τα δεξιά κοιλίας μετά το Ο.

4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της ταλάντωσης του σημείου του μέσου $x=2$ cm κατά τη χρονική στιγμή που η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας έχει τιμή $y=+0.06$ m.

4. Σε μια χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα, η εξίσωση του οποίου είναι:

$$y = 10 \sigma \nu \frac{\pi x}{4} \eta \mu 20 \pi t$$

όπου x, y δίνονται σε cm t σε s. Να βρείτε :

A. τη ταχύτητα των κυμάτων η συμβολή των οποίων έδωσε αυτό το στάσιμο κύμα.

B. τις εξισώσεις των δυο κυμάτων που παράγουν το στάσιμο κύμα.

Γ. την απομάκρυνση και τη ταχύτητα που έχει τη χρονική στιγμή $t=0.3$ s ένα σημείο της χορδής, το οποίο απέχει από την αρχή 3 cm.

Δ. σε ποιες θέσεις υπάρχουν δεσμοί και κοιλίες μεταξύ των σημείων $x_A=3$ cm και $x_B=17$ cm.

5. Δυο εγκάρσια κύματα έχουν το ίδιο πλάτος $A=3 \cdot 10^{-2}$ m, την ίδια συχνότητα $f=50$ Hz και διαδίδονται πάνω σε ομογενή ελαστική χορδή μήκους $L=0.8$ m με ταχύτητα $v=16$ m/s με αντίθετη φορά. Σαν αρχή των αξόνων ($x=0$) θεωρούμε το ένα άκρο της χορδής που είναι κοιλία του στάσιμου κύματος και σαν αρχή μέτρησης του χρόνου τη χρονική στιγμή που η φάση στη θέση $x=0$ είναι ίση με μηδέν.

A. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που δημιουργήθηκε στη χορδή. κυμάτων.

B. Να γράψετε τις εξισώσεις της απομάκρυνσης και της ταχύτητας σαν συνάρτηση του χρόνου ενός σημείου M της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x=0,2$ m.

Γ. Να βρείτε την ελάχιστη και την μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο σημείων της χορδής που βρίσκεται σε διαδοχικές κοιλίες κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής τους.

Δ. Να σημειώσετε πάνω στο στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t=0.205$ s ποια σημεία της χορδής έχουν πλάτος ταλάντωσης $A=3 \cdot 10^{-2}$ m.

6. Δυο σύγχρονες πηγές A και B κυμάτων πάλλονται με εξίσωση $y=0.04\eta\mu 2\pi t$ (S.I.) και δημιουργούν κύματα τα οποία διαδίδονται με ταχύτητα 2 m/s στην επιφάνεια ενός υγρού. Ένα σημείο K απέχει αποστάσεις $AK=8$ m και $BK=6$ m από τις δυο πηγές. Να βρείτε:

1. Να βρείτε τις εξισώσεις που περιγράφουν την απομάκρυνση του σημείου K.

2. Αν $AB=12$ m, σε ποιο σημείο Λ τέμνει την AB το τόξο υπερβολής το οποίο διέρχεται από το K;

3. Πόσα σημεία μεταξύ των AB πάλλονται με μέγιστο πλάτος;

4. Ποια είναι η ελάχιστη συχνότητα ταλάντωσης των πηγών, ώστε το σημείο K να παραμένει ακίνητο συνεχώς; Αν διπλασιάσουμε την συχνότητα της ταλάντωσης των πηγών, ποιο θα είναι το πλάτος ταλάντωσης του σημείου K;

7. 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 $v = 0,5 \frac{m}{s}$. 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 κυ-

μάτων περιγράφεται σε συνάρτηση με το χρόνο t από την εξίσωση $y_K = 0,2\eta\mu\frac{5\pi}{3}(t - 2)$ (σε

μονάδες S.I.). 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.

8. Δυο σημειακές πηγές A και B βρίσκονται σε φάση, και εκπέμπουν αρμονικό ήχο ίδιας συχνότητας. Στο μέσο M της απόστασης AB έχουμε μέγιστο του ήχου. Στο σημείο Γ που βρίσκεται στο ευθύγραμμο τμήμα AB και σε απόσταση 4,25cm από το μέσο M ο ήχος μηδενίζεται για πρώτη φορά.

A. Ποια η συχνότητα του ήχου;

B. Πόσα σημεία του AB ταλαντώνονται σε μέγιστο πλάτος και πόσα μένουν συνεχώς ακίνητα, αν το $AB = 30\text{cm}$.

Γ. Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη συχνότητα ταλάντωσης, ώστε στο τμήμα AB να έχουμε 7 σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος;

Δ. Ποια είναι η ελάχιστη συχνότητα ταλάντωσης των πηγών, ώστε στο σημείο Γ να έχουμε ενισχυτική συμβολή.

Δίνεται ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 340m/s.