

ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΚΥΜΑΤΑ

1. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής μεγάλου μήκους που το ένα άκρο της είναι ακλόνητα στερεωμένο, διαδίδονται δύο κύματα, των οποίων οι εξισώσεις είναι αντίστοιχα: $y_1 = 10\eta\mu 2\pi(5t - x)$ και $y_2 = 10\eta\mu 2\pi(5t + x)$, όπου y και x είναι μετρημένα σε cm και το t σε s . Στη θέση $x = 0$, που είναι το “ελεύθερο” άκρο της χορδής δημιουργείται κοιλία.

α) Να βρείτε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στη χορδή.

β) Να βρείτε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που θα δημιουργηθεί από τη συμβολή των δύο αυτών κυμάτων και το πλάτος ταλάντωσης κάθε υλικού σημείου της χορδής, συναρτήσει της απόστασης του από το “ελεύθερο” άκρο της.

γ) Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις απομάκρυνσης - χρόνου, για τα σημεία A, B και Γ, τα οποία απέχουν από το “ελεύθερο” άκρο αντίστοιχα, $x_A = \frac{\lambda}{4}$, $x_B = \frac{\lambda}{2}$ και $x_\Gamma = \lambda$, αφού δημιουργηθεί το στάσιμο.

δ) Να βρείτε τη σχέση που δίνει τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης κάθε υλικού σημείου της χορδής. Μεταξύ ποιών τιμών κυμαίνεται το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας των υλικών σημείων της χορδής;

ε) Ποιά είναι η απόσταση από το “ελεύθερο” άκρο της χορδής των σημείων που παραμένουν ακίνητα και των σημείων που πάλλονται με μέγιστο πλάτος;

2. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου και κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'Ox$ διαδίδεται αρμονικό κύμα με εξίσωση: $y = 0,1 \cdot \eta\mu(4\pi t - \frac{\pi x}{2})$ (S.I.).

Κάποια χρονική στιγμή t οι φάσεις δυο σημείων (M) και (N) του μέσου, τα οποία βρίσκονται δεξιά της πηγής (O), είναι $\phi_M = \frac{10\pi}{3} rad$ και $\phi_N = \frac{17\pi}{6} rad$ αντίστοιχα.

α) Να βρείτε το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του κύματος.

β) Να βρείτε ποιο από τα δυο σημεία (M), (N) είναι πιο κοντά στην πηγή (O), καθώς και την απόσταση μεταξύ των δύο σημείων.

γ) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t = 1s$.

δ) Να βρείτε την απομάκρυνση του σημείου (N) από τη θέση ισορροπίας του, κάθε φορά που το σημείο (M) αποκτά τη μέγιστη θετική απομάκρυνση.

3. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής μήκους $L = 16,25cm$ διαδίδεται αρμονικό κύμα της μορφής: $y = 8\eta\mu(10\pi t - \frac{2\pi x}{5})$ όπου x , y σε cm και t σε s .

Το ένα άκρο της χορδής είναι στερεωμένα ακλόνητα, με αποτέλεσμα το κύμα να ανακλαστεί και να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Το άλλο άκρο της χορδής είναι ελεύθερο, δημιουργείται σε αυτό κοιλία και θεωρούμε ότι βρίσκεται στη θέση $x = 0$. Η κοιλία της θέσης $x = 0$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση χωρίς αρχική φάση.

α) Να βρείτε το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του αρμονικού κύματος.

β) Να βρείτε τον αριθμό των κοιλιών που δημιουργούνται.

γ) Να βρείτε την εξίσωση της ταχύτητας συναρτήσει του χρόνου για την κοιλία Κ που απέχει $\frac{\lambda}{2}$ από το σημείο $x = 0$.

δ) Αν ένα σημείο M του θετικού ημιάξονα ταλαντώνεται με πλάτος $A_0 = 8\sqrt{3}cm$, να υπολογίσετε την απόσταση του σημείου αυτού από τον πλησιέστερο δεσμό.

5. Εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους $10cm$ και μήκους κύματος $\lambda = 1m$ διαδίδεται κατά τη θετική φορά σε οριζόντια ελαστική χορδή που εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα x' . Θεωρούμε ότι το σημείο της χορδής στη θέση $x = 0$ τη χρονική στιγμή $t = 0$ έχει μηδενική απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του και θετική ταχύτητα. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v = 100\frac{m}{s}$.

α) Να υπολογίσετε την περίοδο ταλάντωσης των υλικών σημείων της χορδής.

β) Να γράψετε την εξίσωση του κύματος στο S.I. και να κάνετε τη γραφική παράσταση απομάκρυνσης συναρτήσει του χρόνου, για ένα υλικό σημείο Α της χορδής, το οποίο βρίσκεται στη θέση $x = \frac{3\lambda}{4}$.

γ) Να υπολογίσετε την ενέργεια της ταλάντωσης στοιχειώδους τμήματος της χορδής μάζας $0,001 kg$. (Να θεωρήσετε το στοιχειώδες τμήμα της χορδής ως υλικό σημείο.)

δ) Στην παραπάνω χορδή διαδίδεται ταυτόχρονα άλλο ένα κύμα πανομοιότυπο με το προηγούμενο, αλλά αντίθετης φοράς, με αποτέλεσμα τη δημιουργία στάσιμου κύματος με κοιλία στη θέση $x = 0$. Να υπολογίσετε στο θετικό ημιάξονα τη θέση του 5^{ου} δεσμού του στάσιμου κύματος.

Δίνεται: $\pi^2 = 10$.

7. Το σημείο Ο ομογενούς ελαστικής χορδής μεγάλου μήκους, τη χρονική στιγμή $t = 0$, αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y = 0,05\eta\mu 8\pi t$ (S.I.) κάθετα στη διεύθυνση της χορδής. Το αρμονικό κύμα που παράγεται διαδίδεται με ταχύτητα μέτρου $2m/s$, κατά τη θετική φορά του άξονα $x'Ox$, κατά μήκος της χορδής.

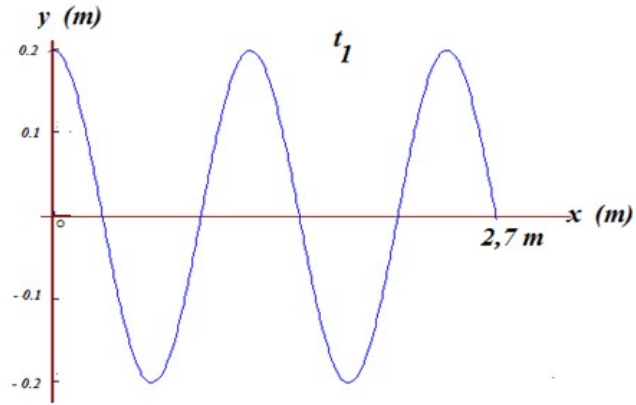
α) Να βρεθούν ο χρόνος που χρειάζεται ένα υλικό σημείο του ελαστικού μέσου για να εκτελέσει μια πλήρη ταλάντωση καθώς και το μήκος κύματος του αρμονικού κύματος.

β) Να γραφεί η εξίσωση του κύματος που παράγεται και να βρεθούν οι θέσεις όλων των σημείων που βρίσκονται σε συμφωνία φάσης με την πηγή.

γ) Να γράψετε και να σχεδιάσετε την εξίσωση της ταχύτητας συναρτήσει του χρόνου για ένα υλικό σημείο Α που απέχει απόσταση $x = \frac{3\lambda}{2}$ από την πηγή.

δ) Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του κύματος τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{T}{4}$
 και $t_2 = \frac{3T}{4}$.

8. Η εικόνα παριστάνει το στιγμιότυπο ενός γραμμικού αρμονικού κύματος μια χρονική στιγμή t_1 , το οποίο διαδίδεται κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα x σε ένα ομογενές ελαστικό μέσο. Το σημείο της θέσης $x = 0$ άρχισε να ταλαντώνεται χωρίς αρχική φάση τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Η ταχύτητα διάδοσης του παραπάνω κύματος είναι $v = 2\text{m/s}$.



α) Να βρείτε τη χρονική στιγμή t_1 .
 β) Να βρείτε την εξίσωση του κύματος.

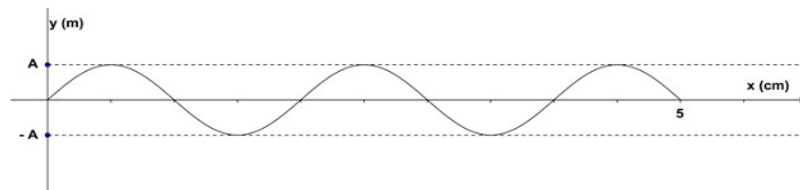
γ) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης σε σχέση με τη θέση, $\phi = f(x)$, για τη χρονική στιγμή t_1 .

δ) Να βρείτε τη χρονική στιγμή που το σημείο Μ, που βρίσκεται στη θέση $x_M = 3,3\text{m}$, θα απέχει για πρώτη φορά $0,1\text{m}$ από τη θέση ισορροπίας του.

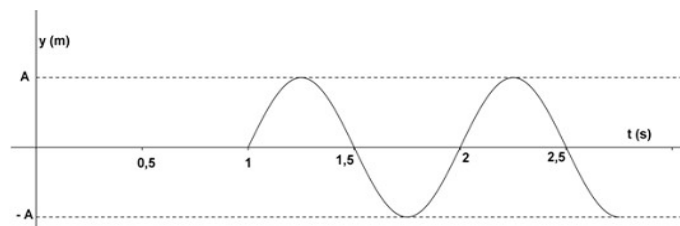
ε) Να γίνουν τα διαγράμματα της φάσης και της απομάκρυνσης σε σχέση με το χρόνο, $\phi = f(t)$ και $y = f(t)$, για το Ν που βρίσκεται στη θέση $x_N = 2,4\text{m}$.

9. Μια πηγή κυμάτων Ο αρχίζει να ταλαντώνεται την χρονική στιγμή $t = 0$, σύμφωνα με την εξίσωση $y = A\eta\mu(2\pi ft)$.

Το εγκάρσιο κύμα που δημιουργείται διαδίδεται σε ομογενές, γραμμικό ελαστικό μέσο κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα x' . Στο σχήμα 1 παριστάνεται το στιγμιότυπο του κύματος μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή t' , ενώ στο σχήμα 2 φαίνεται η γραφική παράσταση απομάκρυνσης συναρτήσει του χρόνου για ένα υλικό σημείο Σ του ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται το εν λόγω κύμα. Να βρείτε:



(Σχήμα 1)



(Σχήμα 2)

α) την ταχύτητα διάδοσης του κύματος και τη διαφορά φάσης μεταξύ του υλικού σημείου Σ και της πηγής κυμάτων.

β) τη χρονική στιγμή t' στην οποία αντιστοιχεί το στιγμιότυπο του κύματος.

γ) την απομάκρυνσή από τη θέση ισορροπίας του υλικού σημείου Σ και της πηγής κυμάτων την δεδομένη χρονική στιγμή t' .

δ) τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης και τη μέγιστη επιτάχυνση του υλικού σημείου Σ.

ε) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης του υλικού σημείου Σ συναρτήσει του χρόνου.

Δίνεται το πλάτος ταλάντωσης της πηγής $A = 4\text{cm}$ και $\pi^2 = 10$.

10. Κατά μήκος ενός γραμμικού, ομογενούς, ελαστικού μέσου διαδίδεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'Ox$ ένα αρμονικό κύμα που περιγράφεται από την

εξίσωση: $y = 4 \cdot 10^{-2} \eta\mu \left[(200\pi t) - \frac{10\pi x}{17} \right]$ (S.I.). Δύο σημεία A και B βρίσκονται

πάνω στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, απέχουν μεταξύ τους 17m , και γνωρίζουμε ότι το πιο κοντινό σημείο στην πηγή O είναι το σημείο A.

α) Να βρείτε τη συχνότητα και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

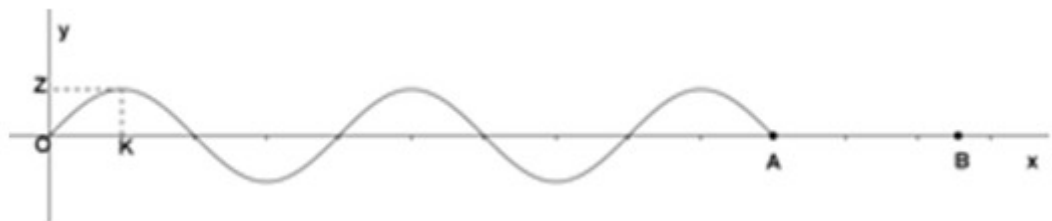
β) Να δείξετε ότι η διαφορά φάσης των σημείων A και B είναι ανεξάρτητη του χρόνου και ότι τα σημεία αυτά είναι σε συμφωνία φάσης.

γ) Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις απομάκρυνσης - χρόνου για τα δύο αυτά υλικά σημεία A και B, αν γνωρίζουμε ότι το σημείο A βρίσκεται στη θέση $x_A = 6,8\text{m}$.

δ) Να βρείτε τη μεταβολή της φάσης του υλικού σημείου A σε χρονική διάρκεια $\Delta t = 1\text{s}$.

ε) Να βρείτε την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του σημείου Γ της θέσης $x_\Gamma = 3,4\text{m}$, τη χρονική στιγμή t που το υλικό σημείο B έχει απομάκρυνση $y_B = 2,2\text{cm}$, και αρνητική ταχύτητα.

11.



Το πιο πάνω σχήμα παριστά το στιγμιότυπο ενός οδεύοντος αρμονικού κύματος σε ομογενές γραμμικό ελαστικό μέσο κατά τη χρονική στιγμή t_0 . Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σημείο O της θέσης $x = 0$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα. Για τις σημειωμένες στο σχήμα αποστάσεις ισχύει: $(OK) = 0,1\text{m}$, $(OZ) = 0,3\text{m}$.

Ζητούνται:

α) Η χρονική στιγμή t_0 και η μέγιστη ταχύτητα με την οποία ταλαντώνονται τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου.

β) Να χαραχθεί πάνω σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = t_0 + 0,01s$. Την ίδια χρονική στιγμή να βρεθεί η απομάκρυνση ενός σημείου B αν γνωρίζετε ότι το σημείο αυτό απέχει από το O απόσταση, $OB = 1,4m$.

γ) Το πιο πάνω οδεύον κύμα μεταφέρει ενέργεια $4,5 \cdot 10^{-2}J$, σε κάθε υλικό σημείο του γραμμικού ελαστικού μέσου. Πόση είναι η σταθερά ταλάντωσης κάθε υλικού σημείου, δεδομένου ότι όλα εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση;

δ) Αν το πιο πάνω στιγμιότυπο παρίστανε στάσιμο κύμα τη χρονική στιγμή t_0 , κατά την οποία όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου, έχουν μηδενική ταχύτητα, τότε, να σχεδιάσετε το στιγμιότυπό του τη χρονική στιγμή t_1 , όπου $t_1 = t_0 + 0,01s$.

Δίνεται ότι η συχνότητα των οδεύοντων κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα είναι: $f = 25Hz$.

12. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π1 και Π2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού που ηρεμεί εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα $v = 80 \frac{cm}{s}$. Οι δύο πηγές τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζουν να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση, σε διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια του υγρού και η εξίσωση ταλάντωσής τους

$$\text{είναι } y = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right).$$

Με την επίδραση των δύο κυμάτων ένα μικρό κομμάτι φελλού που βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού ταλαντώνεται, με εξίσωση απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας του:

$$y = 4\eta\mu 2\pi(8t - 4), \text{ όπου } y \text{ σε } cm \text{ και } t \text{ σε } s.$$

Οι αποστάσεις του φελλού από τις πηγές Π1 και Π2 είναι r_1, r_2 αντίστοιχα και συνδέονται με τη σχέση $r_1 - r_2 = 2\lambda$, όπου λ το μήκος κύματος λ των δυο κυμάτων.

α) Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης των πηγών.

β) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ των κυμάτων καθώς και τις αποστάσεις r_1 και r_2 .

γ) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση ταλάντωσης του φελλού την χρονική στιγμή $t_1 = 1s$.

δ) Να βρείτε τη χρονική στιγμή t , κατά την οποία ο φελλός περνάει από τη θέση

μέγιστης απομάκρυνσης $y = 4\text{cm}$ για 1η φορά, εκτελώντας σύνθετη ταλάντωση.

ε) Να βρείτε το πλάτος ταλάντωσης των σημείων που βρίσκονται στην μεσοκάθετη του ευθύγραμμου τμήματος που ενώνει τις δύο πηγές.

13. Κατά μήκος ενός γραμμικού, ομογενούς, ελαστικού μέσου διαδίδεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'Ox$ ένα αρμονικό κύμα. Το σημείο O της θέσης $x = 0$ εκτελεί αρμονική ταλάντωση που περιγράφεται από την $y = A\eta\mu\omega t$. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης φ των υλικών σημείων που βρίσκονται στη διεύθυνση διάδοσης του αρμονικού κύματος, σε συνάρτηση με την απόσταση x από το σημείο O , σε μια δεδομένη χρονική στιγμή t_1 .

α) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και να βρείτε τη φάση της πηγής τη χρονική στιγμή t_1 .

β) Να υπολογίσετε πριν από πόσο χρόνο άρχισε να ταλαντώνεται η πηγή, δηλαδή τη χρονική στιγμή t_1 , αν γνωρίζετε ότι η συχνότητα ταλάντωσης της πηγής, είναι $f = 10\text{Hz}$.

γ) Την παραπάνω χρονική στιγμή t_1

1) Να βρείτε την απομάκρυνση του σημείου της θέσης $x = 0$ (πηγή).

2) Να βρείτε τον αριθμό των πλήρων απλών αρμονικών ταλαντώσεων που έχει κάνει η πηγή.

3) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος.

Δίνεται ότι το πλάτος ταλάντωσης της πηγής είναι $A = 0,1\text{m}$.

δ) Τη χρονική στιγμή t_1 να βρείτε την ταχύτητα με την οποία ταλαντώνεται ένα υλικό σημείο, το οποίο βρίσκεται στη θέση $x = 5\text{m}$ και να αποδείξετε ότι αυτό το υλικό σημείο βρίσκεται σε αντίθετη φάση με την πηγή.

14. Δύο αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους ($A = 2\text{cm}$) και ίδιας συχνότητας ($f = 10\text{Hz}$) διαδίδονται με ταχύτητα $v = 20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε ελαστική

χορδή $x'Ox$, με αντίθετη φορά. Κατά μήκος της χορδής αποκαθίσταται στάσιμο κύμα και στο σημείο O , της θέσης $x = 0$, δημιουργείται κοιλία. Το σημείο O τη χρονική στιγμή $t = 0$ έχει απομάκρυνση $y = 0$ και ταχύτητα $v > 0$.

α) Να γράψετε τις εξισώσεις των δύο κυμάτων και να βρείτε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που προκύπτει από τη συμβολή των δυο αυτών κυμάτων.

β) Να προσδιορίσετε τις θέσεις των δεσμών και τις θέσεις των κοιλιών και να βρείτε την απόσταση μεταξύ ενός δεσμού και της γειτονικής του κοιλίας.

γ) Να βρείτε την απόσταση μεταξύ των δύο πλησιέστερων σημείων που βρίσκονται εκατέρωθεν ενός δεσμού και ταλαντώνονται με πλάτος ίσο με το μισό του πλάτους της κοιλίας.

δ) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος που έχει δημιουργηθεί κατά μήκος της χορδής, τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{T}{4}$ και $t_2 = \frac{T}{2}$.

16. Σε ομογενή ελαστική χορδή μήκους $L = 22,5\text{cm}$ που το ένα άκρο της είναι ακλόνητα στερεωμένο, δημιουργούνται στάσιμα κύματα. Ένα από τα αρμονικά κύματα που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα περιγράφεται από την

εξίσωση $y = 4\eta\mu\left(8\pi t - \frac{\pi x}{5}\right)$ (t σε s , y και x σε cm). Το ελεύθερο άκρο της χορδής βρίσκεται στη θέση $x = 0$ και γνωρίζουμε ότι σε αυτό δημιουργείται κοιλία.

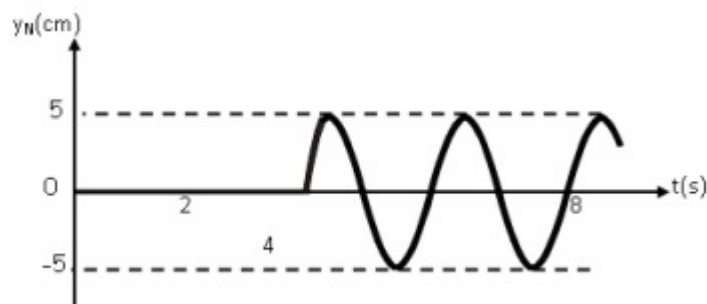
α) Να γραφούν οι εξισώσεις του ανακλώμενου και του στάσιμου κύματος.

β) Να βρεθούν ο αριθμός των δεσμών και ο αριθμός των κοιλιών, που δημιουργούνται κατά μήκος της χορδής.

γ) Να γίνουν τα στιγμιότυπα του κύματος τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{T}{4}$ και $t_2 = \frac{3T}{4}$ στο ίδιο διάγραμμα.

δ) Να βρεθούν οι θέσεις των σημείων της χορδής που έχουν μέγιστη ταχύτητα μέτρου ίσου με το μισό της μέγιστης ταχύτητας μιας κοιλίας.

17. Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά τη θετική φορά σε οριζόντια ελαστική χορδή που εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα $x'Ox$. Το σημείο O της χορδής στη θέση $x = 0$, τη χρονική στιγμή $t = 0$, έχει μηδενική απομάκρυνση και θετική ταχύτητα. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v = 1\text{m/s}$. Για ένα σημείο N της ελαστικής χορδής, η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνεται στη γραφική παράσταση που ακολουθεί.



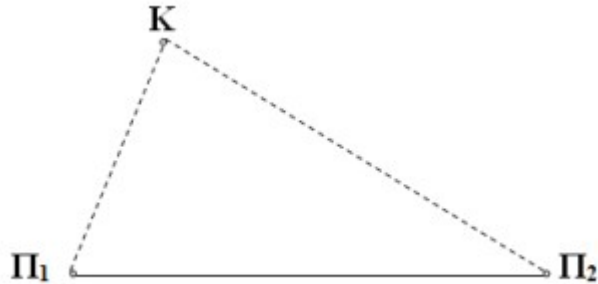
α. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος στο S.I.

β. Να βρείτε πόσο απέχει το σημείο N από το O .

γ. Να βρείτε ποια είναι η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου N .

δ. Να βρείτε τη φάση του σημείου O , τη χρονική στιγμή που το σημείο N βρίσκεται για πρώτη φορά στην μέγιστή του απομάκρυνση.

18. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π1, Π2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού εγκάρσια αρμονικά κύματα. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται με απομακρύνσεις που περιγράφονται από τη σχέση $y = 0,05\eta\mu(4\pi t)$, (SI). Η ταχύτητα διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού είναι ίση με $v = 2\text{m/s}$. Σε ένα σημείο Κ, της επιφάνειας του υγρού, το κύμα από την πηγή Π1 φτάνει τη χρονική στιγμή $t_1 = 1\text{s}$, ενώ το κύμα από την πηγή Π2 φτάνει στο σημείο Κ όταν η πηγή Π2 έχει εκτελέσει 4 πλήρεις ταλαντώσεις.



Να βρείτε:

- Πόσο απέχει το σημείο Κ από τις δύο πηγές.
- Πόση θα είναι η συχνότητα και το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Κ μετά την συμβολή των δύο κυμάτων;
- Πόσες υπερβολές ενίσχυσης υπάρχουν ανάμεσα στο σημείο Κ και την μεσοκάθετο στο ευθύγραμμο τμήμα Π1Π2;
- Πόση είναι η ταχύτητα του σημείου Κ τη χρονική στιγμή $t = 4,75\text{s}$;

19. Σε οριζόντια ελαστική χορδή που εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του οριζόντιου άξονα x Όχ διαδίδονται δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα με το ίδιο πλάτος και την ίδια συχνότητα σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα κύματα συμβάλλουν και δημιουργούν στάσιμο κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση $y = 0,1\sigma\sigma\nu(2\pi x) \cdot \eta\mu(10\pi t)$ (S.I.).

Να υπολογίσετε

- την ταχύτητα διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων που συμβάλλουν.
- τη θέση του δεύτερου δεσμού και της τρίτης κοιλίας, θεωρώντας ότι στη θέση $x = 0$ βρίσκεται η πρώτη κοιλία.
- την απόσταση μεταξύ του δεύτερου δεσμού και της τρίτης κοιλίας τη χρονική στιγμή $t_1 = 5/6\text{s}$.
- το πηλίκο της δυναμικής προς την κινητική ενέργεια, ενός υλικού σημείου που βρίσκεται στη θέση της τρίτης κοιλίας τη χρονική στιγμή $t_1 = 5/6\text{s}$.

Δίνονται: $\sigma\upsilon\nu \pi/3 = 1/2$, $\eta\mu \pi/3 = \sqrt{3}/2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. 5,,,20συν2π,,,Α, δεσμος,,Β,Γ, κοιλιες,,,ακινητα σημεια (2K+1)/4,,,κοιλιες K/2 οπου K=0,1,2,3,,,
2. 8,,,πιο κοντα το Μ,,,1m,,,θεση ισορροπιας με θετικη ταχυτητα
3. 0,25,,,7 κοιλιες,,,1,6π.συν10πt,,,10/12cm
4. $3^{1/2}$,,, $3^{1/2} \cdot 10^8$,,, $2 \cdot 3^{1/2} \cdot 10^{-7}$,,,π/3
5. 0,01,,,0,1ημ2π(100t-3/4),,,2,,,2,25
6. 500nm,,, $2,4 \cdot 10^8$,,,1,25,,, $3^{1/2}/3 \cdot 10^{-9}$
7. 0,25,,,0,5,,,0,05ημ2π(4t-2x),,,k,0,5 k=0,1,2,,,0,4πσυν2π(4t-2x),,,t>=3/8,,,
8. 1,35,,,0,2ημ2π(t/0,6-x/1,2),,,1,7s,,,
9. 2cm/s,,,2π,,,2,5,,,θεση ισορροπιας με αρνητικη ταχυτητα,,,8π,,,160,,,
10. 100,,,340,,,10π (ανεξ. Του χρονου),,,200π,,,2,2
11. 0,1,,,15π,,,1N/m,,,
12. 2cm,,,0,1,,,0,5,,,0,3,,,0,,,21/32,,,4cm
13. 2,,,10π,,,0,5s,,,0,,,5,,,2π
- 14.
15. $2 \cdot 10^{-10}$,,, $3^{1/2} \cdot 10^{-10}$,,, 10^5 ,,, $5 \cdot 3^{1/2} \cdot 10^4$,,,θα περασει στο Α,,, $4,22 \cdot 10^{-10}$ s
16. 5 δεσμοι,,,5 κοιλιες,,,συνολικα 9 σημεια
17. $y = 5\eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{2} \right)$, 4m, 5π cm/s, 4π rad]
18. [2m, 4m, 2Hz, 0,1m, 1, -0,4π m/s]
19. [5m/s, 0,75m, 1m, $(\Delta K) = \sqrt{0,07} m \Rightarrow (\Delta K) = 0,1\sqrt{7} m$, 3]
20. $E = 4 \cdot 10^{-4} \eta\mu 2\pi \left(6 \cdot 10^{14}t - \frac{x}{5 \cdot 10^{-7}} \right)$, $2^{1/2}$,

$$B = \frac{4}{3} \cdot 10^{-12} \eta\mu 2\pi \left(6 \cdot 10^{14}t - \frac{x}{2,5\sqrt{2} \cdot 10^{-7}} \right) (S.I.)$$
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.
- 26.
- 27.
- 28.
- 29.