

▪ ΑΣΚΗΣΗ 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 απόστασής του από το “ελεύθερο” άκρο της.

γ) Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις απομάκρυνσης - χρόνου, για τα σημεία Α, Β και Γ, τα οποία απέχουν από

το “ελεύθερο” άκρο αντίστοιχα, $x_A = \frac{\lambda}{4}$, $x_B = \frac{\lambda}{2}$ και $x_G = \lambda$, 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;

▪ ΑΣΚΗΣΗ 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 (Μ) και

$$\phi_M = \frac{10\pi}{3} rad \quad \phi_N = \frac{17\pi}{6} rad$$

(Ν) του μέσου, τα οποία βρίσκονται δεξιά της πηγής (Ο), είναι αντίστοιχα.

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

β) Να βρείτε ποιο από τα δυο σημεία (Μ), (Ν) είναι πιο κοντά στην πηγή (Ο), 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 (Ν) από τη θέση ισορροπίας του, κάθε φορά που το σημείο (Μ) αποκτά τη μέγιστη θετική απομάκρυνση.

▪ ΑΣΚΗΣΗ 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.

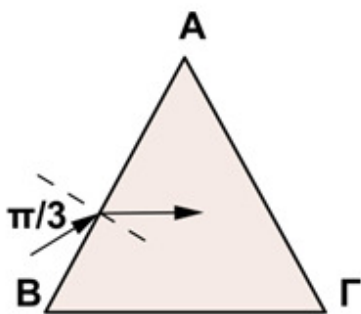
▪ ΑΣΚΗΣΗ 4

Μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 5 \cdot 10^{14} Hz$ προσπίπτει υπό γωνία $\frac{\pi}{3}$ στην έδρα AB τριγωνικού ισοπλευρού γυάλινου πρίσματος ABΓ. Η διαθλώμενη ακτίνα μέσα στο πρίσμα είναι παράλληλη στη πλευρά ΒΓ.

- α) Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης του υλικού του πρίσματος.
- β) Να βρεθεί το μήκος κύματος και η ταχύτητα της ακτινοβολίας μέσα στο πρίσμα.
- γ) Να σχεδιασθεί η πορεία της ακτίνας και να βρεθεί η γωνία με την οποία βγαίνει από το πρίσμα.

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$, ο δείκτης διάθλασης του αέρα $n_a = 1$, $n_{\mu} \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}$

και $n_{\mu} \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$.



▪ ΑΣΚΗΣΗ 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 $x'x$. 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

$$v = 100 \frac{m}{s}$$

ταχύτητα. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι

- 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

$$x = \frac{3\lambda}{4}$$

του χρόνου, για ένα υλικό σημείο A της χορδής, το οποίο βρίσκεται στη θέση

- 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: $\pi^2 = 10$.

▪ ΑΣΚΗΣΗ 6

Ένα αρμονικό ηλεκτρομαγνητικό κύμα συχνότητας $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ εισέρχεται από τον αέρα σε ορθογώνιο διαφανές πλακίδιο πάχους $d = 2,4\sqrt{28} \text{ cm}$, με γωνία πρόσπτωσης $\theta = 30^\circ$. Κατά τη διάδοση του κύματος

$$E_{\max} = 18 \cdot 10^{-1} \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

στον αέρα, το πλάτος της έντασης του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου είναι

Κατά την είσοδο του κύματος στο πλακίδιο παρατηρείται ελάττωση του μήκους κύματος λ κατά 20, σε σχέση με την τιμή του στο κενό.

α) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος στο κενό και να γράψετε τις εξισώσεις που περιγράφουν το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο του κύματος αυτού στον αέρα, κατά τη διάδοση του στον άξονα x.

β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος αυτού στο διαφανές πλακίδιο και να βρείτε τον δείκτη διάθλασης του πλακιδίου.

γ) Να βρείτε τη γωνία με την οποία εξέρχεται η ακτίνα από την απέναντι πλευρά του πλακιδίου.

δ) Να βρείτε σε πόσο χρόνο η παραπάνω παράλληλη λεπτή δέσμη θα διαπεράσει το πλακίδιο.

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Δίνεται:

▪ ΑΣΚΗΣΗ 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 2 m/s , κατά τη θετική φορά του άξονα x'Οx, 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

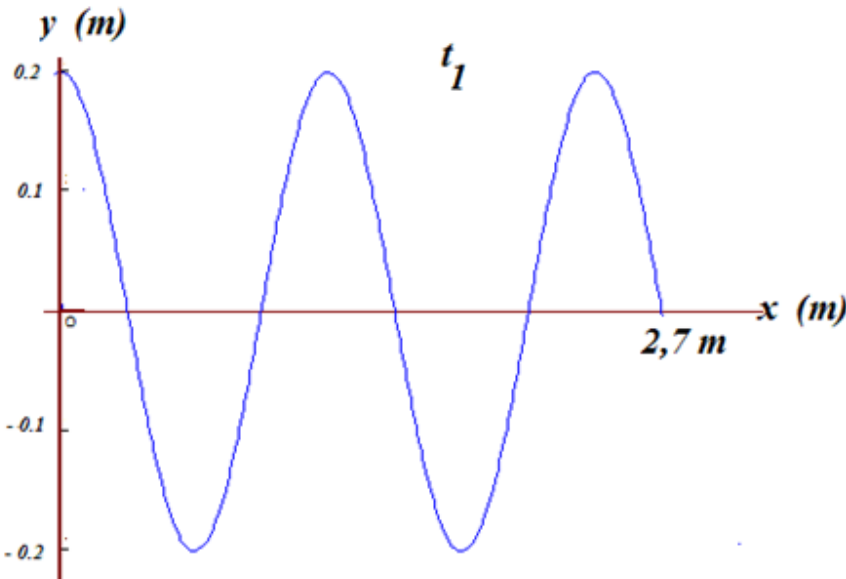
απέχει απόσταση $x = \frac{3\lambda}{2}$ από την πηγή.

$$t_1 = \frac{T}{4} \text{ και } t_2 = \frac{3T}{4}$$

δ) Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του κύματος τις χρονικές στιγμές

▪ ΑΣΚΗΣΗ 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 $v = 2\text{ m/s}$.

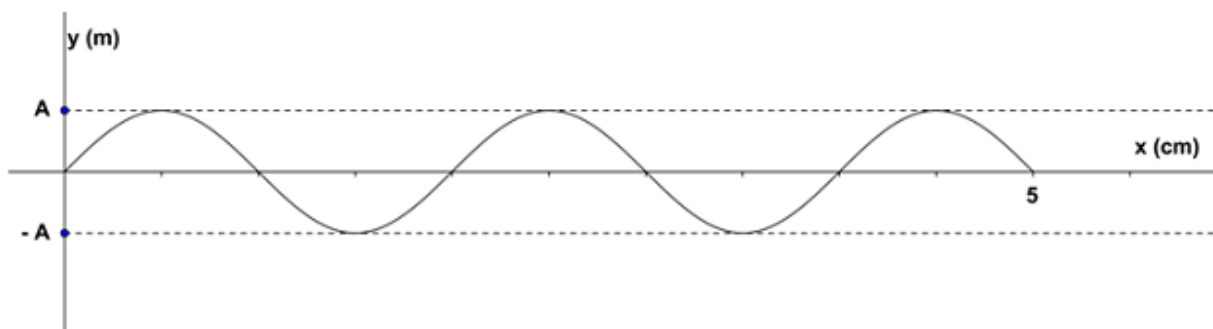


- α) Να βρείτε τη χρονική στιγμή t_1 .
- β) Να βρείτε την εξίσωση του κύματος.
- γ) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης σε σχέση με τη θέση, $\phi = f(x)$, για τη χρονική στιγμή t_1 .
- δ) Να βρείτε τη χρονική στιγμή που το σημείο M, που βρίσκεται στη θέση $x_M = 3,3m$, θα απέχει για πρώτη φορά $0,1m$ 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 N που βρίσκεται στη θέση $x_N = 2,4m$.

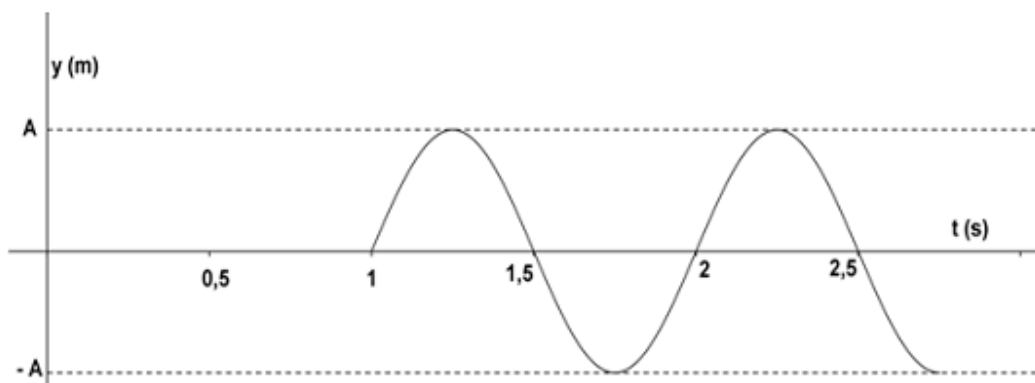
▪ ΑΣΚΗΣΗ 9

- Μια πηγή κυμάτων O 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'Ox. 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:
- 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 $\pi^2 = 10$.



(Σχήμα 1)



(Σχήμα 2)

▪ ΑΣΚΗΣΗ 10

Κατά μήκος ενός γραμμικού, ομογενούς, ελαστικού μέσου διαδίδεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'Ox$ ένα

$$y = 4 \cdot 10^{-2} \eta\mu \left[(200\pi t) - \frac{10\pi x}{17} \right] \text{ (S.I.)}$$

αρμονικό κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση:

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.