

ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΣΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Στόχοι των ασκήσεων 1-8 : Κατανόηση φυσικών μεγεθών για την περιγραφή του κύματος.

1. Ρίχνω ένα βότσαλο σε μία λίμνη. Το βότσαλο δημιουργεί έναν παλμό που διαδίδεται στην επιφάνεια του νερού. Η διαταραχή φτάνει στην απέναντι πλευρά της λίμνης που απέχει 55 m σε 11s. Υπολογίστε την ταχύτητα διάδοσης του παλμού στην επιφάνεια της λίμνης.

Απ. $v=5 \text{ m/s}$

2. Ο Γιάννης και η Άννα πειραματίζονται στο εργαστήριο Φυσικής με ένα ελατήριο κυματισμών. Ο Γιάννης δημιουργεί έναν εγκάρσιο παλμό που αφού ανακλαστεί στο χέρι της Άννας επιστρέφει στο δικό του σε χρόνο 3 s. Κατόπιν δημιουργεί έναν διαμήκη παλμό που επιστρέφει στο χέρι του σε 1,5 s. Αν το μήκος του ελατηρίου είναι 6 m υπολογίστε την ταχύτητα διάδοσης του εγκάρσιου και του διαμήκους παλμού.

Απ. $v_e=4 \text{ m/s}$, $v_\delta=8 \text{ m/s}$

3. Συνεχίζοντας τον πειραματισμό τους ο Γιάννης και η Άννα δημιουργούν

α) έναν παλμό μεγαλύτερου πλάτους από πριν. Οι ταχύτητες διάδοσης θα μεταβληθούν;

β) τεντώνουν το ελατήριο. Οι ταχύτητες διάδοσης θα μεταβληθούν;

Απ. α) Όχι β) Ναι

4. Γιατί στις ταινίες γουέστερν οι ληστές βάζουν το αυτί τους στις σιδηροτροχιές για να ακούσουν αν έρχεται το τραίνο;

5. Το μέτωπο ενός κύματος προχωρά 12 m σε χρόνο 4 s. Υπολογίστε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.;

Απ. $v=3 \text{ m/s}$.

6. Ο Βασίλης ψαρεύει με καλάμι. Λόγω του κυματισμού της θάλασσας ο φελλός της πετονιάς του ανεβοκατεβαίνει και κάνει γραμμική αρμονική ταλάντωση. Ο φελλός σε χρόνο 10 s περνά από την θέση ισορροπίας 8 φορές. Υπολογίστε την περίοδο και την συχνότητα του κυματισμού της θάλασσας.

Απ. $T=2,5 \text{ s}$, $f=0,4 \text{ s}$.

7. Στην συσκευή κυματισμών του εργαστηρίου ένας μικρός κινητήρας κινεί μια ακίδα που δημιουργεί κύματα στην επιφάνεια του νερού της συσκευής. Η συχνότητα της ακίδας είναι ίδια με την συχνότητα περιστροφής του κινητήρα. Η συχνότητα περιστροφής του κινητήρα είναι 50 Hz. Το μήκος κύματος των κυμάτων που δημιουργούνται είναι 4 mm. Η απόσταση της ακίδας από τα πλευρικά τοιχώματα της συσκευής είναι 20 cm. Από την στιγμή

που αρχίζει να λειτουργεί ο κινητήρας πόσο χρόνο χρειάζεται το κύμα να φτάσει στα τοιχώματα της συσκευής;

Απ. $t = 2 \text{ s}$.

8. Ένας ψαράς βρίσκεται σε βάρκα που δεν μετατοπίζεται ως προς την ακτή. Σε απόσταση 20 m από αυτόν πάνω στην επιφάνεια του νερού ξεκουράζεται γλάρος ο οποίος λόγω του κυματισμού της θάλασσας κάνει γραμμική αρμονική ταλάντωση. Ένα κύμα χρειάζεται 40 s για να φτάσει από την βάρκα στον γλάρο και ο ψαράς παρατηρεί ότι στον χρόνο αυτό ο γλάρος ανεβαίνει στην κορυφή του κύματος 10 φορές. Η απόσταση του κύματος από κορυφή σε κορυφή είναι 0,6 m. Υπολογίστε

α) Την ταχύτητα του κύματος.

β) Την συχνότητα και το μήκος κύματος της κύμανσης.

γ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του γλάρου

Απ. α) $v = 0,5 \text{ m/s}$ β) $f = 0,25 \text{ Hz}$, $\lambda = 2 \text{ m}$ γ) $v_{\max} = 0,15\pi \text{ m/s}$.

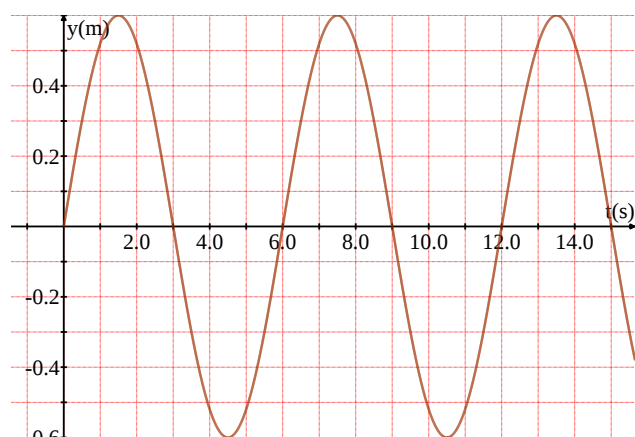
Στόχοι των ασκήσεων 9-25 : Γραφή εξίσωσης κύματος. Επεξεργασία των γραφικών παραστάσεων κύματος, των γραφικών παραστάσεων φάσης κύματος, των γραφικών παραστάσεων ταχύτητας ταλάντωσης.

9. Αρμονικό εγκάρσιο κύμα με $\lambda = 3 \text{ m}$ διαδίδεται σε ελαστικό μέσο. Στην γραφική παράσταση φαίνεται η απομάκρυνση του σημείου $x=0$ του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με τον χρόνο. Υπολογίστε

α) Το πλάτος.

β) Την περίοδο.

γ) Την ταχύτητα διάδοσης.



δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

ε) Γράψτε την εξίσωση του κύματος (το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά).

στ) Γράψτε την εξίσωση της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του κύματος στην θέση $x_k = 8 \text{ m}$ και σχεδιάστε την γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου και επιτάχυνσης-χρόνου.

ζ) Σχεδιάστε την γραφική παράσταση της φάσης του σημείου $x=0$ σε σχέση με τον χρόνο (για $t=0-10 \text{ s}$).

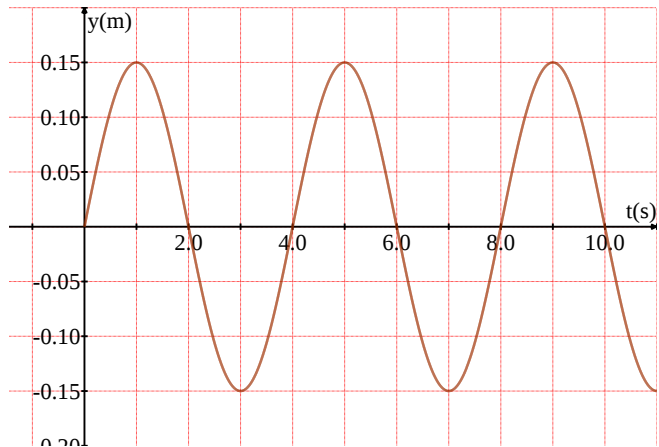
η) Κάποια χρονική στιγμή η απομάκρυνση του σημείου x_k είναι $0,3 \text{ m}$ και η $v_{\text{ταλ}} > 0$. Υπολογίστε τότε την απομάκρυνση του σημείου $x_A = 8,25 \text{ m}$.

Απ. $A = 0,6 \text{ m}$, $T = 6 \text{ s}$, $v = 0,5 \text{ m/s}$, $v_{\max} = \pi/6 \text{ m/s}$, $y_A = 0 \text{ m}$.

10. Αρμονικό εγκάρσιο μηχανικό κύμα με $\lambda=8$ m διαδίδεται προς τα θετικά σε ελαστικό μέσο με ταχύτητα 200 m/s. Το πλάτος του κύματος είναι 0,15 m. α) Γράψτε την εξίσωση του κύματος. β) Υπολογίστε την χρονική στιγμή 0,09 s την φάση στις θέσεις $x_1 = 16$ m και $x_2 = 20$ m.

Απ. $y=0,15\mu 2\pi(t/0,04- x/8)$ (S.I.) $\theta_1 = \pi/2$ rad, $\theta_2 = 0$.

11. Γραμμικός αρμονικός ταλαντωτής θέτει σε ταλάντωση ελαστικό μέσο δημιουργώντας ένα τρέχον κύμα που διαδίδεται στο μέσο με ταχύτητα $v=0,2$ m/s. Στην γραφική παράσταση φαίνεται η απομάκρυνση του σημείου $x=0$ του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με τον χρόνο. Υπολογίστε



α) Το πλάτος.

β) Την περίοδο.

γ) Το μήκος κύματος.

δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

ε) Γράψτε την εξίσωση του κύματος (το κύμα διαδίδεται προς τα αριστερά).

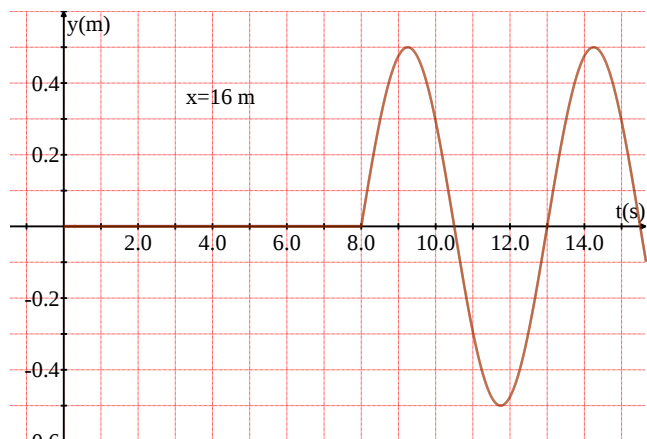
στ) Γράψτε την εξίσωση της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του κύματος στην θέση $x_k=6$ m και σχεδιάστε την γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου και επιτάχυνσης-χρόνου.

ζ) Σχεδιάστε την γραφική παράσταση της φάσης του σημείου $x_k=0$ m, και του σημείου $x_k=6$ m σε σχέση με τον χρόνο (για $t=0-10$ s).

η) Κάποια χρονική στιγμή η απομάκρυνση του σημείου x_k είναι -0,075 m και η $v_{ταλ}>0$. Υπολογίστε τότε την απομάκρυνση του σημείου $x_A=6,2$ m.

Απ. $A=0,15$ m, $T=4$ s, $\lambda =0,8$ m, $v_{max}=0,075\pi$ m/s, $y_A=0,075\sqrt{3}$ m

12. Κύμα διαδίδεται σε ελαστικό μέσο. Στην πιο δίπλα γραφική παράσταση φαίνεται η απομάκρυνση του σημείου $x=16$ m του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με τον χρόνο. Υπολογίστε



α) Την ταχύτητα διάδοσης.

β) Την περίοδο.

γ) Το μήκος κύματος.

δ) Το πλάτος .

ε) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

στ) Την εξίσωση ταλάντωσης του σημείου $x=16\text{ m}$.

ζ) Σχεδιάστε την γραφική παράσταση της φάσης του σημείου $x=16\text{ m}$ σε σχέση με τον χρόνο (για $t=0-13\text{ s}$).

Απ. $v = 2\text{ m/s}$, $T=5\text{ s}$, $\lambda=10\text{ m}$, $A=0,5\text{ m}$, $v_{\max}=0,2\pi\text{ m/s}$, $y=0$ για $0 \leq t < 8\text{ s}$, $y=0,5\eta\mu(2\pi(t/5-1,6))$ για $t \geq 8\text{ s}$

13. Κύμα διαδίδεται σε ελαστικό μέσο. Στην γραφική παράσταση φαίνεται η απομάκρυνση του σημείου $x=8\text{ m}$ του ελαστικού μέσου

σε συνάρτηση με τον χρόνο. Υπολογίστε

α) Την ταχύτητα διάδοσης.

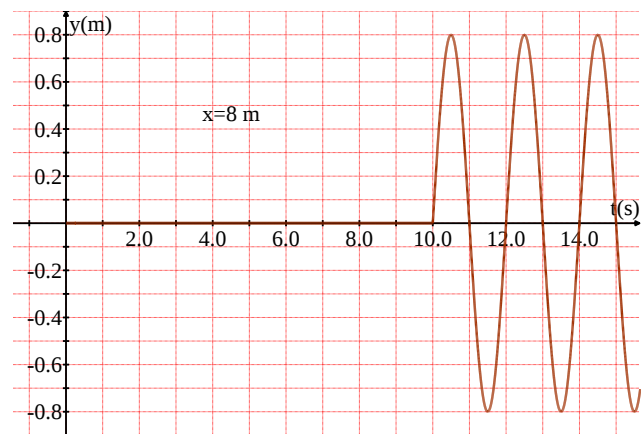
β) Την περίοδο.

γ) Το μήκος κύματος.

δ) Το πλάτος .

ε) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

στ) Την εξίσωση ταλάντωσης του σημείου $x=8\text{ m}$.



ζ) Σχεδιάστε την γραφική παράσταση της φάσης του σημείου $x=8\text{ m}$ σε σχέση με τον χρόνο.

Απ. $v = 0,8\text{ m/s}$, $T=2\text{ s}$, $\lambda=4\text{ m}$, $A=0,8\text{ m}$, $v_{\max}=0,4\pi\text{ m/s}$, $y=0$ για $0 \leq t < 10\text{ s}$, $y=0,5\eta\mu(2\pi(t/2-2))$ για $t \geq 10\text{ s}$

14. Γραμμικός αρμονικός ταλαντωτής θέτει σε ταλάντωση γραμμικό ελαστικό μέσο την

χρονική στιγμή $t=0\text{ s}$ κινούμενος προς τα πάνω και δημιουργεί στο μέσον ένα κύμα. Στην γραφική παράσταση παριστάνονται δύο στιγμιότυπα του κύματος με χρονική διαφορά $0,06\text{ s}$. Υπολογίστε

α) Την ταχύτητα διάδοσης.

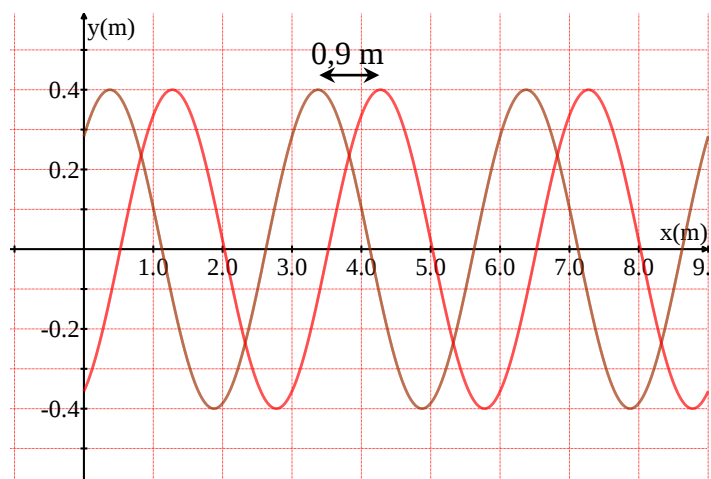
β) Το μήκος κύματος.

γ) Την περίοδο.

δ) Το πλάτος .

ε) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

στ) Την εξίσωση του κύματος (διαδίδεται προς τα δεξιά).

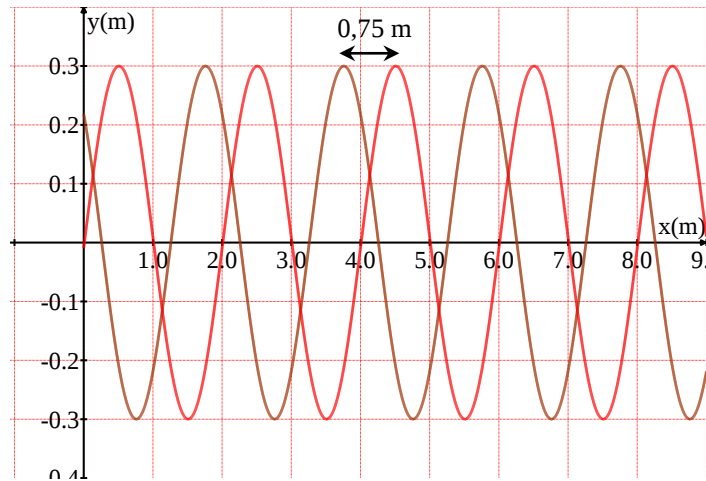


Απ. $v = 15\text{ m/s}$, $\lambda=3\text{ m}$, $T=0,2\text{ s}$, $A=0,4\text{ m}$, $v_{\max}=4\pi\text{ m/s}$.

15. Κύμα διαδίδεται σε ελαστικό μέσο. Στην γραφική παράσταση παριστάνονται δύο στιγμιότυπα του κύματος με χρονική διαφορά $0,075 \text{ s}$. Υπολογίστε

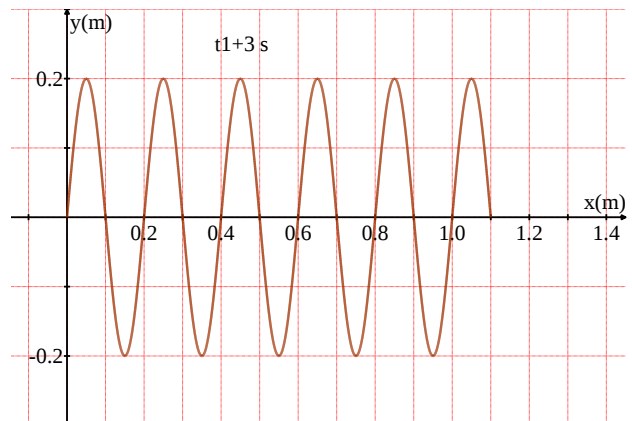
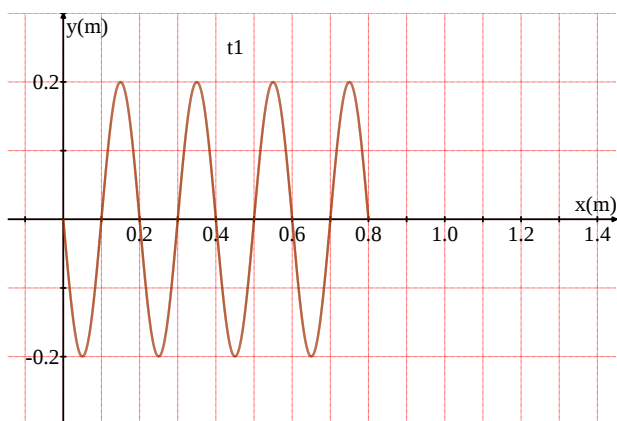
- Την ταχύτητα διάδοσης.
- Το μήκος κύματος.
- Την περίοδο.
- Το πλάτος.
- Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.
- Την εξίσωση του κύματος (διαδίδεται προς τα δεξιά).

Απ. $v = 10 \text{ m/s}$, $\lambda = 2 \text{ m}$, $T = 0,2 \text{ s}$, $A = 0,3 \text{ m}$, $v_{\max} = 3\pi \text{ m/s}$.



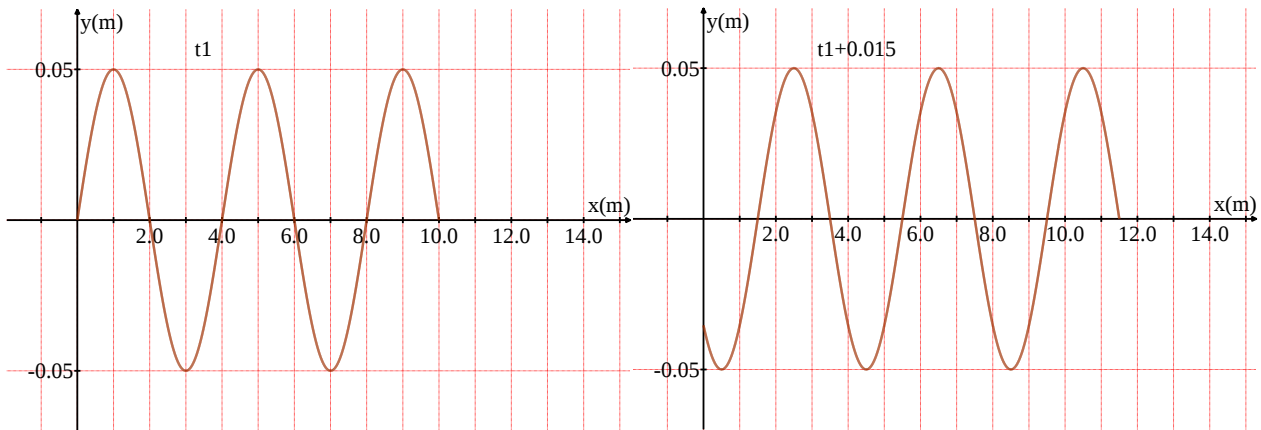
16. Γραμμικός αρμονικός ταλαντωτής θέτει σε ταλάντωση γραμμικό ελαστικό μέσο την χρονική στιγμή $t=0 \text{ s}$ κινούμενος προς τα πάνω και δημιουργεί στο μέσον ένα κύμα. Παρακάτω παρατίθενται δύο στιγμιότυπα του κύματος με χρονική διαφορά 3 s . Υπολογίστε

- Το μήκος κύματος
- Την περίοδο.
- Την ταχύτητα διάδοσης.
- Το πλάτος.
- Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.
- Την χρονική στιγμή t_1 .
- Σχεδιάστε την γραφική παράσταση της φάσης του κύματος σε σχέση με την θέση την χρονική στιγμή $t_1 + 3 \text{ s}$.



Απ. $\lambda = 0,2 \text{ m}$, $T = 2 \text{ s}$, $v = 0,1 \text{ m/s}$, $A = 0,2 \text{ m}$, $v_{\max} = 0,2\pi \text{ m/s}$, $t_1 = 8 \text{ s}$

17. Γραμμικός αρμονικός ταλαντωτής θέτει σε ταλάντωση γραμμικό ελαστικό μέσο την



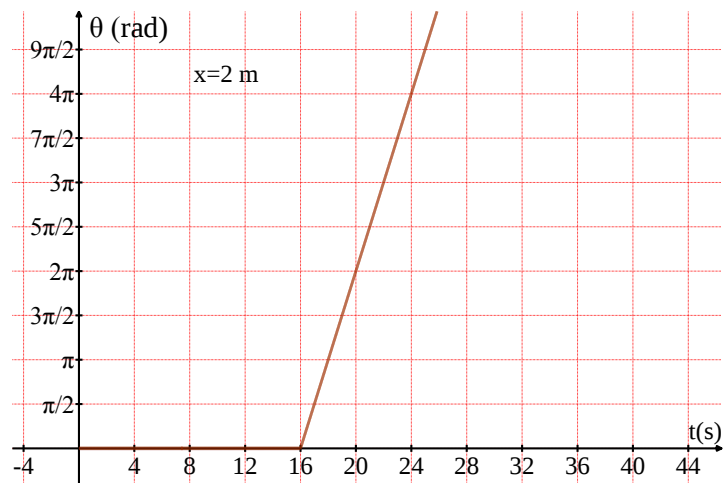
χρονική στιγμή $t=0$ s κινούμενος προς τα πάνω και δημιουργεί στο μέσον ένα κύμα. Παρακάτω παρατίθενται δύο στιγμιότυπα του κύματος με χρονική διαφορά 0,015 s. Στον χρόνο αυτό το μέτωπο του κύματος έχει προχωρήσει 1.5 m. Υπολογίστε

- α) Το μήκος κύματος
- β) Την ταχύτητα διάδοσης.
- γ) Την περίοδο.
- δ) Το πλάτος .
- ε) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.
- στ) Την χρονική στιγμή t_1 .

Απ. $\lambda=4\text{m}$, $v=100\text{ m/s}$, $T=0,04\text{ s}$, $A=0,05\text{ m}$, $v_{\max}=2,5\pi\text{ m/s}$, $t_1=0,1\text{ s}$

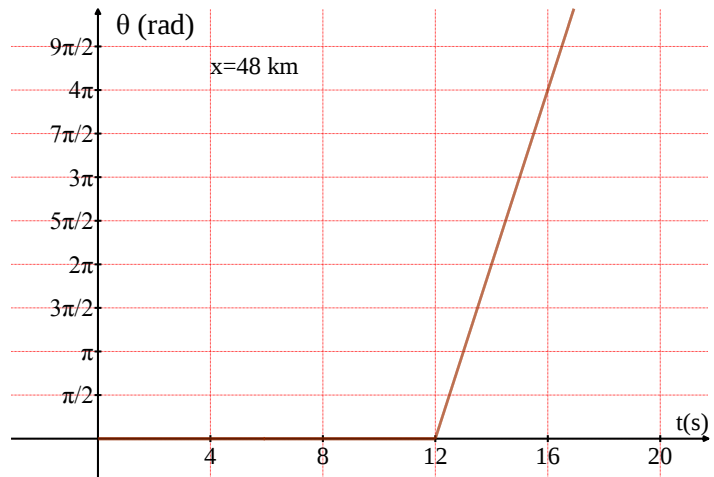
18. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση και πλάτος 0,25 m. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η φάση του κύματος για το σημείο $x=2\text{ m}$ σε σχέση με τον χρόνο. Υπολογίστε

- α) Την ταχύτητα διάδοσης.
- β) Την περίοδο.
- γ) Το μήκος κύματος.
- δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.



Απ. $v=0,125\text{ m/s}$, $T=4\text{ s}$, $\lambda=0,5\text{ m}$, $v_{\max}=2,5\pi\text{ m/s}$

19. Ένα εγκάρσιο σεισμικό κύμα (κύμα S τύπου) έχει πλάτος 0,2 m. Θεωρείστε ότι το κύμα είναι αρμονικό και ότι δεν έχει αρχική φάση. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η φάση του κύματος για μία πόλη που απέχει 48 km από το επίκεντρο σε σχέση με τον χρόνο. Υπολογίστε



α) Την ταχύτητα διάδοσης.

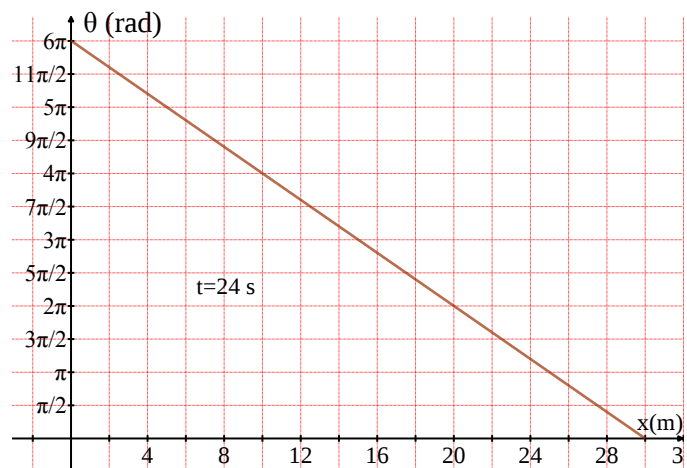
β) Την περίοδο.

γ) Το μήκος κύματος.

δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

Απ. $v = 4000 \text{ m/s}$, $T = 2 \text{ s}$, $\lambda = 8000 \text{ m}$, $v_{\max} = 0,2\pi \text{ m/s}$

20. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση και πλάτος 0,04 m. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η φάση του κύματος την χρονική στιγμή $t=24 \text{ s}$ σε σχέση με την απόσταση από την πηγή. Υπολογίστε



α) Την ταχύτητα διάδοσης.

β) Το μήκος κύματος.

γ) Την περίοδο.

δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

Απ. $v = 1,25 \text{ m/s}$, $\lambda = 10 \text{ m}$, $T = 8 \text{ s}$, $v_{\max} = 0,01\pi \text{ m/s}$

21. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση και πλάτος 0,033 m. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η φάση του κύματος την χρονική στιγμή $t=24 \text{ s}$ σε σχέση με την απόσταση από την πηγή. Υπολογίστε



α) Την ταχύτητα διάδοσης.

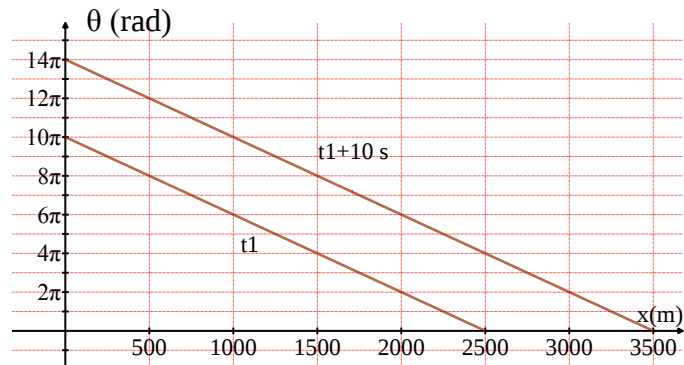
β) Το μήκος κύματος.

γ) Την περίοδο.

δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

Απ. $v = 0,5 \text{ m/s}$, $\lambda = 3 \text{ m}$, $T = 6 \text{ s}$, $v_{\max} = 0,011\pi \text{ m/s}$

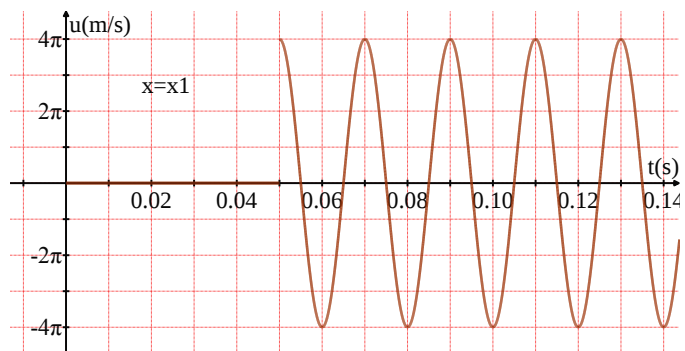
22. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση και πλάτος $0,05 \text{ m}$. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η φάση του κύματος, σε σχέση με την απόσταση από την πηγή, δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές που διαφέρουν κατά 10 s . Υπολογίστε



α) Την ταχύτητα διάδοσης. β) Το μήκος κύματος. γ) Την περίοδο. δ) Την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης. ε) Την χρονική στιγμή t_1 .

Απ. $v = 100 \text{ m/s}$, $\lambda = 500 \text{ m}$, $T = 5 \text{ s}$, $v_{\max} = 0,02\pi \text{ m/s}$, $t_1 = 25 \text{ s}$

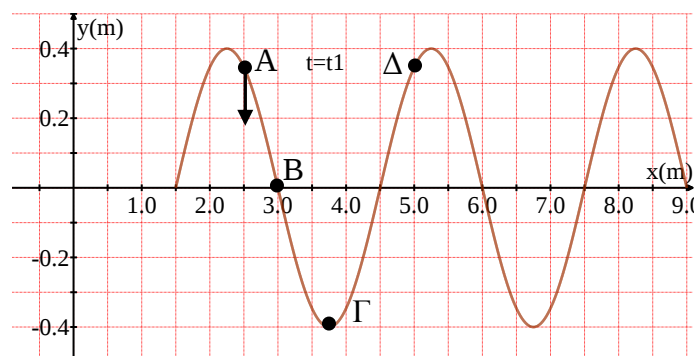
23. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση με ταχύτητα διάδοσης 100 m/s . Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου $x = x_1$, σε σχέση με τον χρόνο. Υπολογίστε



α) Την περίοδο του κύματος. β) Το μήκος κύματος. γ) Το πλάτος του κύματος. δ) Την θέση x_1 .

Απ. $T = 0,02 \text{ s}$, $\lambda = 2 \text{ m}$, $A = 0,04 \text{ m}$, $x_1 = 5 \text{ m}$

24. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο του κύματος την χρονική στιγμή t_1 καθώς και το διάνυσμα της ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου Α.

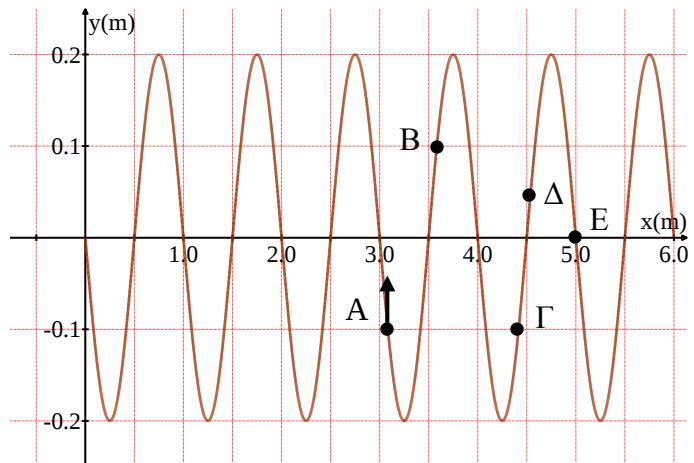


α) Το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά;

β) Σημειώστε στα σημεία Β, Γ, Δ τα διανύσματα της ταχύτητας ταλάντωσης (με το σωστό μέγεθος σε σχέση με το διάνυσμα στο Α).

γ) Σημειώστε στα σημεία A, B, Γ, Δ τα διανύσματα της επιτάχυνσης λόγω της ταλάντωσης.

25. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο του κύματος την χρονική στιγμή t_1 καθώς και το διάνυσμα της ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου A.

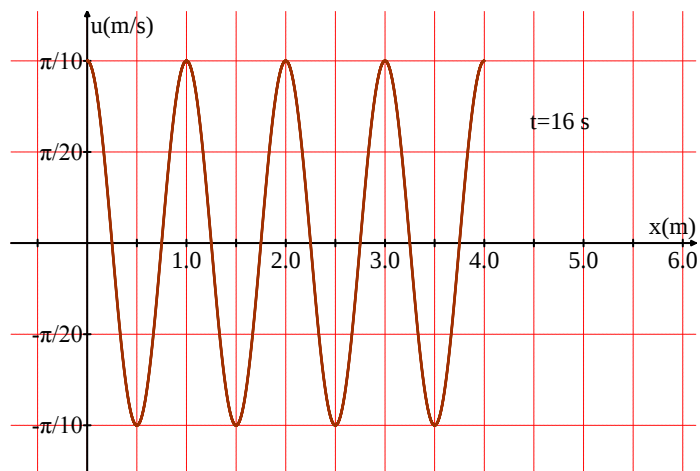


α) Το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά;

β) Σημειώστε στα σημεία B, Γ, Δ, E τα διανύσματα της ταχύτητας ταλάντωσης (με το σωστό μέγεθος σε σχέση με το διάνυσμα στο A).

γ) Σημειώστε στα σημεία A, B, Γ, Δ, E τα διανύσματα της επιτάχυνσης λόγω της ταλάντωσης.

26. Σε ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό κύμα χωρίς αρχική φάση. Στην γραφική παράσταση παρουσιάζεται η ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων του μέσου την χρονική στιγμή $t=16$ s, σε σχέση με τον χρόνο. Υπολογίστε



α) Το μήκος κύματος. β) Την ταχύτητα διάδοσης του κύματος. γ) Την περίοδο του κύματος. δ) Το πλάτος του κύματος.

Απ. $\lambda=1$ m, $v=0,25$ m/s, $T=0,02$ s, $A=0,04$ m

Στόχοι των ασκήσεων 27-32 : Κατανόηση διαφοράς φάσης, κατασκευή στιγμιότυπου κύματος, ενέργεια ταλάντωσης.

27. Η πηγή αρμονικού κύματος βρίσκεται στο σημείο O ελαστικού μέσου. Το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά του O, στον θετικό ημιάξονα Ox και έχει μήκος κύματος 4 m. Ένα σημείο K βρίσκεται στην θέση $x_K = 6$ m και την χρονική στιγμή t_1 έχει φάση 3π . Ένα σημείο Λ βρίσκεται στην θέση x_Λ . Την ίδια χρονική στιγμή η φάση του Λ είναι π . Υπολογίστε την θέση του Λ

Απ. $x_A = 10 \text{ m}$.

28. Σε γραμμικό ελαστικό μέσο έχουμε ορίσει άξονα $x'Ox$, με το O ως αρχή μέτρησης των συντεταγμένων. Κύμα διαδίδεται στον θετικό ημιάξονα Ox προς το O (προς τα αριστερά), και έχει μήκος κύματος 4 m . Ένα σημείο K βρίσκεται στην θέση $x_K = 6 \text{ m}$ και την χρονική στιγμή t_1 έχει φάση 9π . Ένα σημείο Λ βρίσκεται στην θέση x_Λ . Την ίδια χρονική στιγμή η φάση του Λ είναι 7π . Υπολογίστε την θέση του Λ .

Απ. $x_A = 2 \text{ m}$.

29. Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου. Η κατακόρυφη απόσταση ανάμεσα σε μία κορυφή και μία κοιλία είναι $0,5 \text{ m}$. Ένα σημείο του μέσου καθώς ταλαντώνεται περνά από την θέση ισορροπίας 15 φορές το λεπτό. Το κύμα διαδίδεται σε απόσταση 16 m σε χρόνο τεσσάρων περιόδων. Το σημείο O του ελαστικού μέσου είναι η πηγή του κύματος και την χρονική στιγμή $t=0 \text{ s}$ έχει απομάκρυνση $y_0 = 0 \text{ m}$ και φορά προς τα θετικά. Η ταλάντωση του O διαδίδεται προς τα δεξιά του O , στον θετικό ημιάξονα Ox .

α) Να γράψετε την εξίσωση του κύματος για $t_1 = 22 \text{ s}$ και να παραστήσετε γραφικά το στιγμιότυπο αυτό του κύματος.

β) Σε αυτό το στιγμιότυπο να σχεδιάσετε την φορά των διανυσμάτων της ταχύτητας και της επιτάχυνσης των σημείων του μέσου στις θέσεις $x_1 = 1,5 \text{ m}$, $x_2 = 4,5 \text{ m}$ και $x_3 = 6,5 \text{ m}$.

γ) Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης και της επιτάχυνσης για $t_1 = 22 \text{ s}$.

δ) Να παραστήσετε γραφικά την φάση ταλάντωσης των σημείων του ημιάξονα Ox σε συνάρτηση με την συντεταγμένη τους x τη χρονική στιγμή $t_1 = 22 \text{ s}$.

ε) Υπολογίστε την ενέργεια ταλάντωσης που έχει στοιχειώδης μάζα $m=1 \text{ mg}$ του ελαστικού μέσου.

$$\text{Απ. } y = 0,25\eta\mu 2\pi(2,75-x/4) \quad 0 \leq x \leq 11 \text{ m (S.I.)}, \quad v = \frac{\pi}{16} \text{ συν} 2\pi(2,75-x/4) \quad 0 \leq x \leq 11 \text{ m (S.I.)},$$

$$\alpha = -\frac{\pi^2}{64} \eta\mu 2\pi(2,75-x/4) \quad 0 \leq x \leq 11 \text{ m (S.I.)}, \quad E = 0,019277 \mu\text{J}$$

30. Στο παραπάνω κύμα ένα σημείο K βρίσκεται στην θέση $x=6,5 \text{ m}$.

α) Να παραστήσετε γραφικά σε συνάρτηση με τον χρόνο την απομάκρυνση του σημείου K από την θέση ισορροπίας του.

β) Να παραστήσετε γραφικά σε συνάρτηση με τον χρόνο την φάση ταλάντωσης του σημείου K .

γ) Ένα σημείο Λ την χρονική στιγμή $t=24 \text{ s}$ έχει φάση 2π . Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των K και Λ .

δ) Το κύμα διαδίδεται από το Κ προς το Λ ή αντίστροφα;

Απ. $d=1,5 \text{ m}$. Από το Κ προς το Λ.

31. Ένας ταλαντωτής δημιουργεί σε ελαστικό μέσο αρμονικό κύμα. Ο ταλαντωτής έχει συχνότητα 100 Hz και στο δημιουργούμενο κύμα η οριζόντια απόσταση από μία κορυφή στην επόμενη κοιλία είναι 1 m . Το πλάτος του ταλαντωτή είναι $0,05 \text{ m}$. Η πηγή του κύματος είναι στο σημείο Ο του ελαστικού μέσου και την χρονική στιγμή $t=0 \text{ s}$ έχει απομάκρυνση $y_0 = 0 \text{ m}$ και φορά προς τα θετικά. Το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά του Ο, στον θετικό ημιάξονα Οχ.

α) Να γράψετε την εξίσωση του κύματος για $t_1 = 0,0625 \text{ s}$ και να παραστήσετε γραφικά το στιγμιότυπο αυτό του κύματος.

β) Σε αυτό το στιγμιότυπο να σχεδιάσετε την φορά των διανυσμάτων της ταχύτητας και της επιτάχυνσης των σημείων του μέσου στις θέσεις $x_1 = 2,25 \text{ m}$, $x_2 = 4 \text{ m}$ και $x_3 = 4,75 \text{ m}$.

γ) Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης και της επιτάχυνσης για $t_1 = 0,0625 \text{ s}$.

δ) Να παραστήσετε γραφικά την φάση ταλάντωσης των σημείων του ημιάξονα Οχ σε συνάρτηση με την συντεταγμένη τους x τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,0625 \text{ s}$.

ε) Υπολογίστε την ενέργεια ταλάντωσης που έχει στοιχειώδης μάζα $m=1 \text{ mg}$ του ελαστικού μέσου.

Απ. $y = 0,05 \sin 2\pi(6,25-x/2) \text{ } 0 \leq x \leq 11 \text{ m}$ (S.I.), $v = 10 \pi \sin 2\pi(6,25-x/2) \text{ } 0 \leq x \leq 11 \text{ m}$ (S.I.),
 $a = -2000\pi^2 \sin 2\pi(6,25-x/2) \text{ } 0 \leq x \leq 11 \text{ m}$ (S.I., $E=50\pi^2 \mu\text{J}$

32. Στο παραπάνω κύμα ένα σημείο Κ βρίσκεται στην θέση $x=198 \text{ m}$.

α) Να παραστήσετε γραφικά σε συνάρτηση με τον χρόνο την απομάκρυνση του σημείου Κ από την θέση ισορροπίας του.

β) Να παραστήσετε γραφικά σε συνάρτηση με τον χρόνο την φάση ταλάντωσης του σημείου Κ.

γ) Ένα σημείο Λ την χρονική στιγμή $t=1 \text{ s}$ έχει φάση 6π . Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των Κ και Λ.

δ) Το κύμα διαδίδεται από το Κ προς το Λ ή αντίστροφα;

Απ. $d=4 \text{ m}$. Από το Λ προς το Κ.