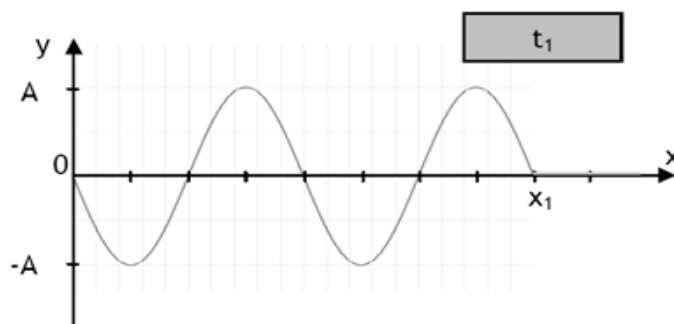


Φυσική Γ Λυκείου

Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης



3^ο ΣΕΤ Ασκήσεων

Μηχανικά Κύματα

Αρμονικό Κύμα - Φάση

Οκτώβρης - 2011

Διδάσκων: Καραδημητρίου Μιχάλης

<http://perifysikhs.wordpress.com>

Θέματα τύπου Β

Β.1 Δύο μηχανικά κύματα ίδιας συχνότητας διαδίδονται σε ελαστική χορδή. Αν λ_1 και λ_2 τα μήκη κύματος αυτών των κυμάτων ισχύει:

α) $\lambda_1 < \lambda_2$

β) $\lambda_1 > \lambda_2$

γ) $\lambda_1 = \lambda_2$

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Β.2 Η γραφική παράσταση της φάσης σε συνάρτηση με το χρόνο, για ένα σημείο (διαφορετικό της πηγής Ο) ενός ελαστικού γραμμικού μέσου στο οποίο διαδίδεται ένα εγκάρσιο γραμμικό αρμονικό κύμα, κατά τη θετική φορά, είναι μία ευθεία:

α) αύξουσα.

β) φθίνουσα.

γ) παράλληλη στον άξονα t .

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Β.3 Η γραφική παράσταση της φάσης των διαφόρων σημείων ενός γραμμικού ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται, προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα x , ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα, σε συνάρτηση με την απόστασή τους x από την πηγή Ο, κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, είναι μία ευθεία:

α) παράλληλη στον άξονα x .

β) φθίνουσα.

γ) αύξουσα.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Β.4 Σε γραμμικό ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό εγκάρσιο κύμα προς τη θετική κατεύθυνση. Αν λ το μήκος κύματος και T η περίοδος αυτού του κύματος, τότε η διαφορά φάσης $\Delta\phi$ μεταξύ δύο χρονικών στιγμών t_1 και t_2 με $t_2 > t_1$, ενός σημείου του μέσου το οποίο ξεκινά να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t' < t_1$, δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha) \Delta\phi = 2\pi \frac{t_2 - t_1}{T} .$$

$$\beta) \Delta\phi = \pi \frac{t_2 - t_1}{T} .$$

$$\gamma) \Delta\phi = 2\pi \frac{t_2 - t_1}{\lambda} .$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

B.5 Σε γραμμικό ελαστικό μέσο διαδίδεται αρμονικό εγκάρσιο κύμα προς τη θετική κατεύθυνση.

Αν λ το μήκος κύματος και T η περίοδος αυτού του κύματος, τότε η διαφορά

φάσης $\Delta\phi$ την ίδια χρονική στιγμή μεταξύ δύο σημείων του μέσου τα οποία έχουν ξεκινήσει

να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t' < t_1$ και που απέχουν απόσταση Δx δίνεται από την σχέση:

$$\alpha) \Delta\phi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda} .$$

$$\beta) \Delta\phi = \pi \frac{\Delta x}{\lambda} .$$

$$\gamma) \Delta\phi = \pi \frac{\Delta x}{2T} .$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

B.6 Δύο αρμονικά εγκάρσια κύματα διαδίδονται σε ελαστική χορδή κατά την θετική κατεύθυνση.

Αν είναι γνωστό ότι το πλάτος και το μήκος του δεύτερου κύματος είναι διπλάσια του

πρώτου ($A_2 = 2A_1$, $\lambda_2 = 2\lambda_1$), τότε για τα μέτρα των μέγιστων επιταχύνσεων ταλάντωσης των μορίων της ελαστικής χορδής θα ισχύει:

$$\alpha) \frac{a_{\max 1}}{a_{\max 2}} = 2$$

$$\beta) \frac{a_{\max 1}}{a_{\max 2}} = 4$$

$$\gamma) \frac{a_{\max 1}}{a_{\max 2}} = \frac{1}{2}$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

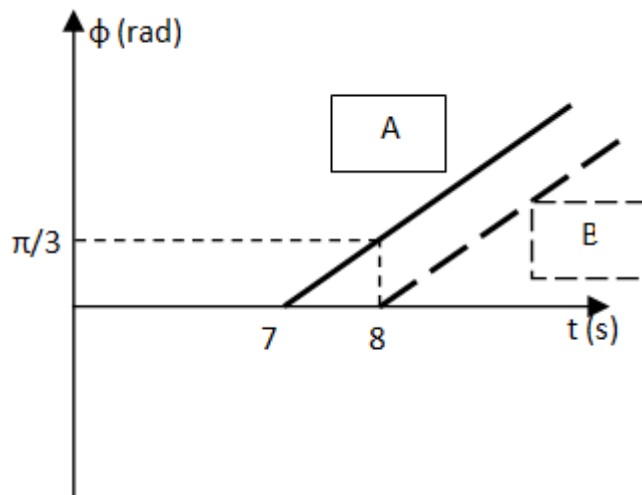
B.7 Οι διπλανές γραφικές παραστάσεις αναφέρονται στη μεταβολή της φάσης σε συνάρτηση με το χρόνο δύο σημείων Α και Β ενός γραμμικού ελαστικού ομογενούς μέσου στο οποίο διαδίδεται αρμονικό εγκάρσιο κύμα.

Αν τα σημεία Α και Β θεωρηθούν υλικά σημεία ίδιας μάζας, για την κινητική ενέργεια ταλάντωσης Κ την χρονική στιγμή $t = 8s$, θα ισχύει:

α) $K_A < K_B$.

β) $K_A = K_B$.

γ) $K_A > K_B$.



Δίνονται: $\sigma \nu \nu 0 = 1$, $\sigma \nu \nu \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

B.8 Η παρακάτω γραφική παράσταση αναφέρεται στη μεταβολή της φάσης ϕ σε συνάρτηση με την απόσταση x από την πηγή γραμμικού αρμονικού κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 14s$.

A) Η περίοδος του κύματος είναι ίση με:

α) $1s$.

β) $2s$.

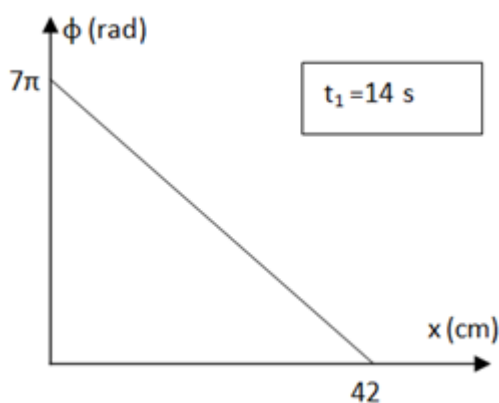
γ) $4s$.

B) Το μήκος του κύματος είναι ίσο με:

α) $10cm$.

β) $12cm$.

γ) $14cm$.



Να θεωρήσετε ότι η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x_0 = 0$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας της με θετική ταχύτητα.

Θέματα τύπου Γ

Γ.1 Το σημείο Ο αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, που περιγράφεται από την εξίσωση $y = A\eta\mu\omega t$. Το κύμα που δημιουργεί, διαδίδεται κατά μήκος ομογενούς γραμμικού ελαστικού μέσου και κατά τη θετική φορά.

Αν είναι γνωστό ότι:

- 1) το σημείο Ο περνάει από τη θέση ισορροπίας του 30 φορές το λεπτό,
 - 2) η ολική ενέργεια ταλάντωσης της πηγής Ο είναι $2 \cdot 10^{-4} J$,
 - 3) κάθε στοιχειώδες τμήμα του ελαστικού μέσου θεωρείται υλικό σημείο μάζας $m = 1g$ και
 - 4) το κύμα φτάνει στο σημείο Σ, που απέχει από το Ο απόσταση $4m$, τη χρονική στιγμή $t = 2s$,
- να υπολογίσετε:

- α) την περίοδο του κύματος.
- β) το πλάτος του κύματος.
- γ) την ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος.
- δ) Να γράψετε την εξίσωση αυτού του κύματος.

Δίνεται $\pi^2 = 10$.

Γ.2 Εγκάρσιο γραμμικό κύμα που διαδίδεται σε ένα ομογενές ελαστικό μέσον και κατά την θετική κατεύθυνση έχει εξίσωση $y = 4 \cdot 10^{-2} \cdot \eta\mu(\pi t - 5\pi x)$, (S.I.). Η πηγή Ο δημιουργίας αυτού του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0$ του άξονα $x'x$. Θεωρούμε ότι ένα σημείο Σ του ελαστικού μέσου βρίσκεται σε απόσταση $d = 0,3m$ από το Ο.

α) Να υπολογισθούν το πλάτος A , η περίοδος T και το μήκος λ του κύματος.

β) Αν η πηγή του κύματος αρχίζει να ταλαντώνεται τη στιγμή $t = 0$:

1) Ποιά χρονική στιγμή φτάνει το κύμα στο σημείο Σ;

2) Να βρεθεί η φάση και η απομάκρυνση του Σ τη στιγμή $t_1 = 2s$.

γ) Να γραφεί η εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο.

δ) Να βρεθεί η απόσταση κατά τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος ενός ελαχίστου (κοιλιάδας) και του μεθεπόμενου μεγίστου (όρους).

Γ.3 Η φάση γραμμικού αρμονικού κύματος που διαδίδεται σε ομογενές ελαστικό μέσο με

πλάτος $A = 0,4\text{m}$, δίνεται από τη σχέση:
$$\varphi = \left(5\pi t - \frac{5\pi x}{3}\right) \quad (\text{S.I.})$$
 Κάποια χρονική στιγμή t_1 η φάση ενός σημείου Κ με απόσταση από την πηγή $x_K = 3,9\text{m}$, είναι ίση με $2,5 \cdot \pi \text{ rad}$.

α) Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 .

β) Μέχρι που θα έχει διαδοθεί το κύμα εκείνη τη στιγμή;

γ) Αν τα στοιχειώδη τμήματα του ελαστικού μέσου θεωρηθούν υλικά σημεία

μάζας $m = 2 \cdot 10^{-3}\text{kg}$ το καθένα, πόση είναι η ολική ενέργεια ταλάντωσης καθενός από αυτά;

δ) Να παρασταθεί το στιγμιότυπο του κύματος $y = f(x)$ τη χρονική στιγμή t_1 και να υπολογίσετε την απευθείας απόσταση μεταξύ του σημείου Κ και ενός άλλου σημείου Λ με $x_\Lambda = 3,6\text{m}$ τότε.

Γ.4 Οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις αναφέρονται στην ταλάντωση δύο σημείων Α και Β ενός ομογενούς γραμμικού ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα προς τη θετική κατεύθυνση με ταχύτητα $u = 2\text{m/s}$.

α) Να υπολογίσετε το πλάτος A του κύματος.

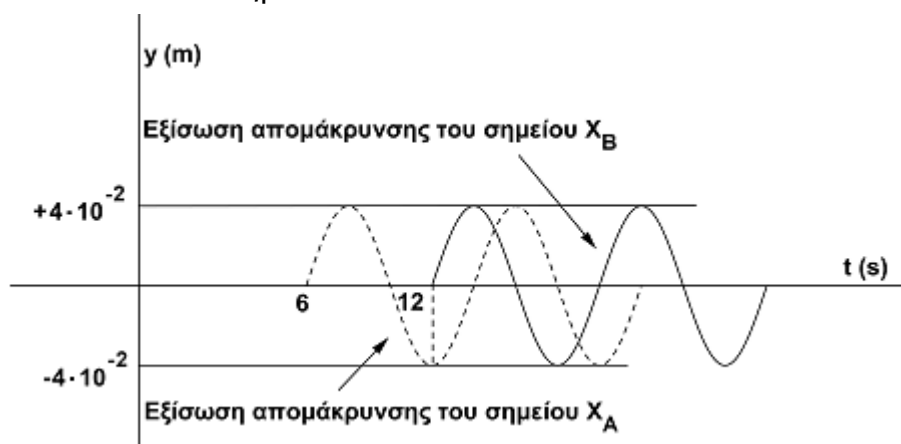
β) Να προσδιορίσετε τις θέσεις x_A και x_B των σημείων Α και Β.

γ) Να βρείτε το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του σημείου Α.

δ) Ποια είναι η φάση του σημείου Α την χρονική στιγμή $t_1 = 12\text{s}$;

Δίνεται: $\pi^2 = 10$. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στην

θέση $x_0 = 0$ και τη χρονική στιγμή $t = 0$ ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας της με θετική ταχύτητα.



Θέματα τύπου Δ - Προβλήματα

Δ.1 Εγκάρσιο γραμμικό κύμα που διαδίδεται σε ένα ελαστικό ομογενές μέσον κατά την θετική κατεύθυνση και έχει εξίσωση: $y = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \eta\mu(2\pi t - 10\pi x)$, (S.I.). Η πηγή Ο παραγωγής αυτού του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0$ του ημιάξονα Ox και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας της με θετική ταχύτητα.

α) Να υπολογισθούν το πλάτος A , η περίοδος T , το μήκος λ και η ταχύτητα διάδοσης v του κύματος.

β) Να γραφεί η εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης και της φάσης ενός σημείου Σ που απέχει $x_\Sigma = 0,4m$ από το Ο σε συνάρτηση με το χρόνο και να γίνουν οι γραφικές τους παραστάσεις.

γ) Αν το Σ θεωρηθεί υλικό σημείο με μάζα $m = 10^{-3}Kg$ να εκφραστεί η κινητική του ενέργεια σε συνάρτηση με το χρόνο.

δ) Πόσο απέχουν μεταξύ τους δύο σημεία Μ και Ν που έχουν την ίδια χρονική στιγμή

φάσεις $\phi_M = \frac{2\pi}{3}rad$ και $\phi_N = \frac{\pi}{2}rad$;

ε) Να παρασταθεί το στιγμιότυπο του κύματος $y = f(x)$ τη χρονική στιγμή $t = 2,75s$.

Δ.2 Μια πηγή Ο αρχίζει να εκτελεί, τη χρονική στιγμή $t = 0$, απλή αρμονική ταλάντωση. Το παραγόμενο από την πηγή γραμμικό αρμονικό κύμα, διαδίδεται σε ελαστικό ομογενές μέσο, προς τη θετική φορά $x'x$. Τα σημεία του μέσου ταλαντώνονται εξαιτίας του κύματος και έχουν

εξίσωση επιτάχυνσης:

$$a = -\pi^2 \cdot 10^{-4} \eta\mu 2\pi \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{4} \right) \quad (S.I.).$$

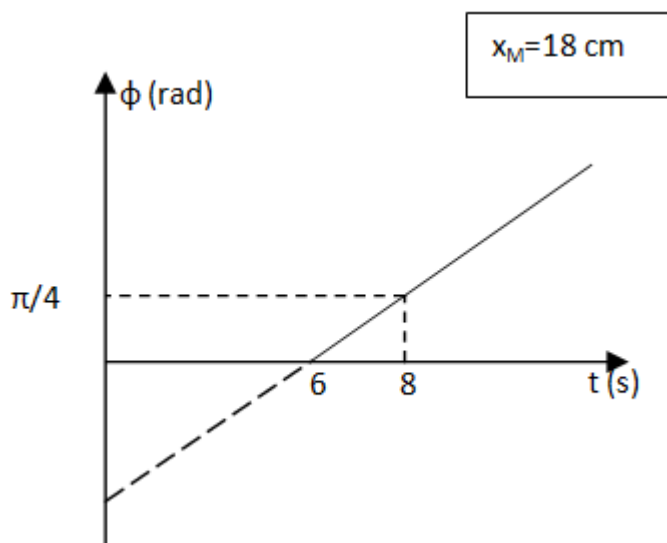
α) Να υπολογίσετε τη γωνιακή συχνότητα του κύματος.

β) Να βρείτε την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των μορίων του ελαστικού μέσου και την ταχύτητα διάδοσης αυτού του κύματος.

γ) Πότε θα βρίσκεται για 1η φορά στην ανώτερη θέση της ταλάντωσής του ένα σημείο Κ που βρίσκεται σε απόσταση $x_K = 10m$ από την πηγή Ο;

δ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης ενός άλλου σημείου Λ που βρίσκεται σε απόσταση $x_\Lambda = 13m$ από την πηγή Ο, κάποια στιγμή που το Κ θα βρίσκεται στην ανώτερη θέση της ταλάντωσής του.

Δ.3 Η διπλανή γραφική παράσταση αναφέρεται στη μεταβολή της φάσης ϕ σε συνάρτηση με το χρόνο ενός σημείου Μ ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους $A = 10\text{cm}$ προς τη θετική κατεύθυνση. Το σημείο Μ απέχει από την πηγή Ο παραγωγής κυμάτων απόσταση $x_M = 18\text{cm}$ και μπορεί να θεωρηθεί υλικό σημείο μάζας $m = 2 \cdot 10^{-3}\text{kg}$. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x_0 = 0$ και ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με $u > 0$.



α) Να υπολογίσετε την περίοδο και το μήκος του κύματος.

β) Να γραφεί η εξίσωση του κύματος.

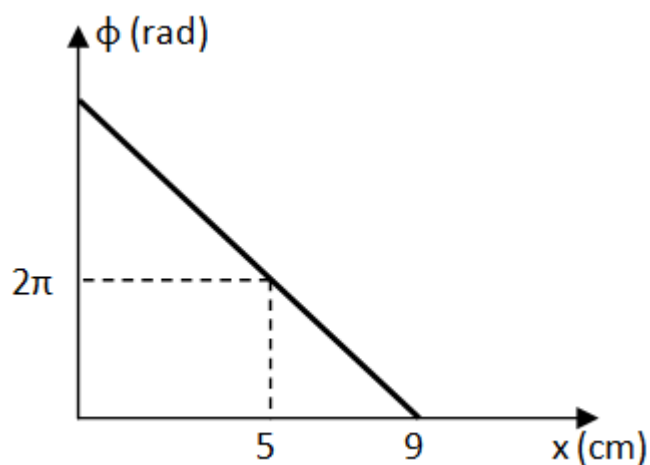
γ) Να παρασταθεί γραφικά η εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Μ καθώς και

ενός άλλου σημείου Ν, που βρίσκεται δεξιά του Μ και απέχει από αυτό απόσταση $d = \frac{\lambda}{2}$, από τη θέση ισορροπίας τους σε συνάρτηση με το χρόνο σε κοινό διάγραμμα.

δ) Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης του σημείου Μ τη χρονική στιγμή $t = 8\text{s}$.

Δ.4 Η παρακάτω γραφική παράσταση αναφέρεται στη μεταβολή της φάσης ϕ σε συνάρτηση με την απόσταση x από την πηγή γραμμικού αρμονικού κύματος, που διαδίδεται σε ομογενές ελαστικό μέσο κατά τη θετική κατεύθυνση $x'x$, πλάτους $A = 2\text{cm}$ κάποια χρονική στιγμή t_1 .

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $u = 0,5\text{cm/s}$.



α) Να υπολογίσετε την περίοδο και το μήκος του κύματος.

β) Να γραφεί η εξίσωση του κύματος.

γ) Να προσδιοριστεί η χρονική στιγμή t_1 .

δ) Να γίνει η γραφική παράσταση 1) της ταχύτητας ταλάντωσης των διαφόρων σημείων του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με τη θέση τους x τη χρονική στιγμή t_1 και 2) της φάσης σε

συνάρτηση με το χρόνο για το σημείο Μ με $x_M = 5\text{cm}$.

Σημείωση: Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x_0 = 0$ και τη χρονική στιγμή $t = 0$, ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας της με θετική ταχύτητα.

Δ.5 Γραμμικό αρμονικό εγκάρσιο κύμα με πλάτος $A = 4 \cdot 10^{-3}\text{m}$ και περίοδο $T = 2\text{s}$, διαδίδεται σε ομογενές ελαστικό μέσο με ταχύτητα $u = 2\text{cm/s}$. Η πηγή παραγωγής αυτού του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0$, αρχή του ημιάξονα Ox και τη χρονική στιγμή $t = 0$ ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας της με σταθερή ταχύτητα. Κάθε μόριο του ελαστικού μέσου μπορεί να θεωρηθεί υλικό σημείο μάζας $m = 1 \cdot 10^{-3}\text{kg}$.

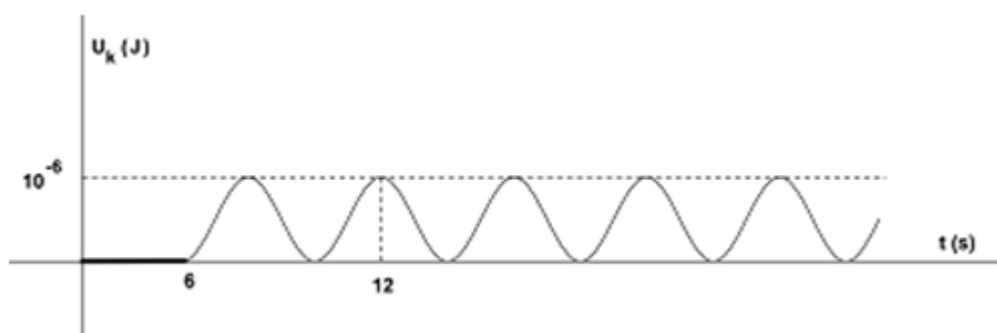
α) Να γράψετε την εξίσωση αυτού του κύματος.

β) Να υπολογίσετε τη φάση του σημείου Σ που βρίσκεται στη θέση $x_\Sigma = 3\text{cm}$ την στιγμή $t_1 = 4,5\text{s}$.

γ) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος την χρονική στιγμή t_1 καθώς και τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$.

δ) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας των διαφόρων σημείων του ελαστικού μέσου τη χρονική στιγμή t_1 σε συνάρτηση με την απόστασή τους x από το σημείο Ο τη χρονική στιγμή t_1 .

Δ.6 Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης ενός μορίου Κ ενός ομογενούς ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται γραμμικό αρμονικό εγκάρσιο κύμα σε συνάρτηση με το χρόνο. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $u = 2\text{m/s}$ και έχει μηδενική αρχική φάση. Κάθε μικρό τμήμα του σχοινιού μπορεί να θεωρηθεί υλικό σημείο μάζας $m = 2 \cdot 10^{-3}\text{kg}$.



α) Πόσο απέχει από την πηγή του κύματος το σημείο Κ στο οποίο αναφέρεται η παραπάνω γραφική παράσταση;

β) Να βρείτε το πλάτος και το μήκος κύματος αυτού του κύματος.

γ) Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

δ) Να κάνετε τη γραφική παράσταση της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης σε συνάρτηση με το χρόνο και για ένα άλλο μόριο Μ του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση $x = 16m$.

Να θεωρήσετε: $\pi^2 \simeq 10$.