

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Ον/μο:.....

Γ' Λυκείου
09-10-11
Θετ-Τεχν. Κατ**Θέμα 1^ο:**

1. Διάμηκες αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου με $v=200\text{m/s}$. Η απόσταση μεταξύ ενός πυκνώματος και του μεθεπόμενου αραιώματος είναι 6m . Ένα υλικό σημείο του μέσου που ταλαντώνεται περνά από τη Θ.Ι. του κάθε:

- α. $0,02\text{s}$
- β. $0,01\text{s}$
- γ. $0,015\text{s}$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)

2. Κατά μήκος δύο ανεξάρτητων μεταξύ τους χορδών (1) και (2) διαδίδονται δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα. Οι χορδές είναι κατασκευασμένες από το ίδιο υλικό, έχουν το ίδιο πάχος και έχουν τετνωθεί με την ίδια δύναμη. Ισχύει για τα κύματα που διαδίδονται στις δύο χορδές: $\lambda_1=2\lambda_2$ και $A_1=2A_2$

- α. Η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων είναι ίδια.
- β. Κάθε σημείο της χορδής (1) εκτελεί διπλάσιες ταλαντώσεις σε κάθε sec σε σχέση με αυτές που εκτελεί κάθε σημείο της χορδής (2) στον ίδιο χρόνο.
- γ. Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων της χορδής (1) είναι διπλάσια από αυτή των σημείων της χορδής (2).
- δ. Η μέγιστη επιτάχυνση ταλάντωσης των σημείων της χορδής (2) είναι διπλάσια από αυτή των σημείων της χορδής (1).

Βάλτε (Σ) ή (Λ).

(Μονάδες 5)

3. Ένα σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο ταλαντώσεις $x_1 = 0,2\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{6}\right)$ (S.I.)

και $x_2 = 0,2\eta\mu\left(10t + \frac{5\pi}{6}\right)$ (S.I.) που εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Η εξίσωση της σύνθετης ταλάντωσης είναι:

α. $x = 0,4\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ (S.I.)

β. $x = 0,2\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{6}\right)$ (S.I.)

γ. $x = 0,2\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ (S.I.)

δ. $x = 0,4\eta\mu\left(10t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (S.I.)

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 5)

4. Σημειακό αντικείμενο εκτελεί ταυτόχρονα δύο α.α.τ. ίδιου πλάτους, στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια Θ.Ι. με μηδενική αρχική φάση και με παραπλήσιες συχνότητες. Το μέγιστο πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης είναι 0,8 m και επιτυγχάνεται κάθε 1s. Αν η εξίσωση της μιας συνιστώσας ταλάντωσης είναι $x_1 = A\eta\mu 200\pi t$ (S.I.) τότε η εξίσωση της άλλης είναι:

α. $x_2 = 0,4\eta\mu 198\pi t$

β. $x_2 = 0,8\eta\mu 202\pi t$

γ. $x_2 = 0,4\eta\mu 202\pi t$

δ. $x_2 = 0,4\eta\mu 200\pi t$

Βάλτε (Σ) ή (Λ).

(Μονάδες 5)

5. Τη στιγμή $t=0$ η αρχή Ο του άξονα συντεταγμένων αρχίζει α.α.τ. με εξίσωση $y = A\eta\mu\omega t$ και το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά. Την $t=1$ s το σημείο που βρίσκεται στη θέση $\chi=6$ m αποκτά για 5^η φορά μέγιστη θετική απομάκρυνση λόγω της α.α.τ. που εκτελεί ενώ την ίδια στιγμή η αρχή Ο έχει εκτελέσει 5 πλήρεις ταλαντώσεις. Το μήκος κύματος είναι:

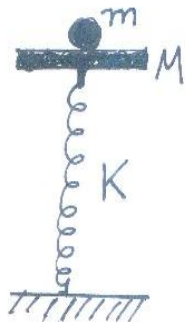
α. $\lambda=4$ m β. $\lambda=6$ m γ. $\lambda=8$ m

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση:

(Μονάδες 5)

Θέμα 2^ο:

1. Δίσκος μάζας M είναι στερεωμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K και ισορροπεί (όπως στο σχήμα). Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στο έδαφος. Στο δίσκο τοποθετούμε χωρίς αρχική ταχύτητα σώμα μάζας m . Το σύστημα εκτελεί α.α.τ.



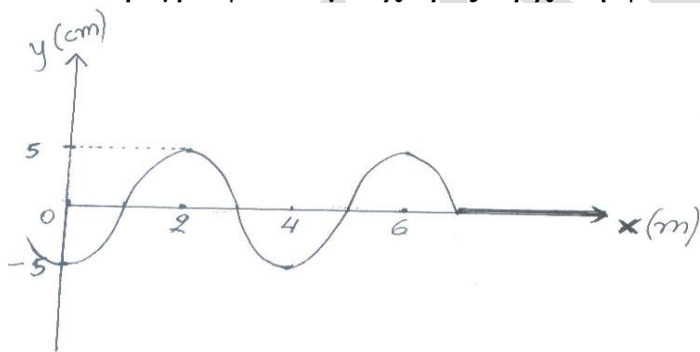
Η ενέργεια της ταλάντωσης είναι:

α. $\frac{1}{2} \frac{m^2 g^2}{\kappa}$ β. $\frac{1}{2} \frac{M^2 g^2}{\kappa}$ γ. $\frac{1}{2} \frac{(m+M)^2}{\kappa} g^2$

Κυκλώστε τη σωστή και αιτιολογήστε.

(Μονάδες 8)

2. Το στιγμιότυπο του σχήματος αναφέρεται στη χρονική στιγμή $t=0,35s$ και περιγράφει κύμα χωρίς αρχική φάση.



α. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι 20m/s.

β. Το σημείο με $x=3m$ έχει ταχύτητα ταλάντωσης $v = -0,5\pi \frac{m}{s}$.

γ. Το σημείο με $x=5m$ έχει φάση που είναι κατά $\frac{3\pi}{2}$ μεγαλύτερη από τη φάση του σημείου με $x=2m$.

δ. Μετά από 0,1s το σημείο με $x=2m$ θα έχει απομάκρυνση $y = -5cm$

ε. Η εξίσωση του κύματος είναι: $y = 0,05\eta\mu 2\pi(5t - 0,25x)$ στο (S.I.).

Βάλτε (Σ) ή (Λ) και αιτιολογήστε.

(Μονάδες 9)

3. Κατά τη σύνθεση δύο α.α.τ. με ίδιο πλάτος, διεύθυνση ταλάντωσης και θέση ισορροπίας η μία ταλάντωση έχει συχνότητα $f_1=34\text{Hz}$ και η σύνθετη ταλάντωση έχει συχνότητα $f=36\text{Hz}$. Άρα η συχνότητα της δεύτερης ταλάντωσης είναι:
- α. 2Hz β. 32Hz γ. 35Hz δ. 38Hz

Η περίοδος των διακροτημάτων είναι:

- α. 0,25s β. 0,5s γ. 0,75s δ. 1s

Επιλέξτε και αιτιολογήστε.

(Μονάδες 8)

Θέμα 3^ο:

Ένα σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ εξαρτάται από το κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k=100\frac{N}{m}$ του οποίου το πάνω άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σώμα ισορροπεί σε ύψος $h=1,75\text{m}$ από οριζόντιο δάπεδο. Τη χρονική στιγμή $t=0$ το σώμα διασπάται με έκρηξη σε 2 κομμάτια Α και Β που έχουν ίσες μάζες. Το κομμάτι Β αμέσως μετά την έκρηξη κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω και συναντά το δάπεδο τη χρονική στιγμή $t=0,5\text{s}$, ενώ το Α παραμένει δεμένο στο ελατήριο.

- α. Να βρείτε το μέτρο της ταχύτητας του κομματιού Α αμέσως μετά την έκρηξη
- β. Να υπολογίσετε το πλάτος και την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης του συστήματος μετά την έκρηξη.
- γ. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του κομματιού Α σε συνάρτηση με το χρόνο.
- δ. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του κομματιού Α τη στιγμή που απέχει από την Θ.Ι. του απόστασης $x=0,05\sqrt{2}\text{m}$.
- ε. Τη δύναμη επαναφοράς και τη δύναμη του ελατηρίου στη θέση όπου το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta l=0,05\text{m}$.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$ (+) φορά η προς τα κάτω.

(Μονάδες 25)

Θέμα 4^ο:

Αρμονικό κύμα περιόδου T διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$, προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα. Το υλικό σημείο του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στην αρχή O του άξονα ξεκινά να ταλαντώνεται από τη $\Theta.I.$ του τη χρονική στιγμή $t=0$ έχοντας μέγιστη θετική ταχύτητα. Η μικρότερη απόσταση μεταξύ των θέσεων ισορροπίας δύο υλικών σημείων του ελαστικού μέσου τα οποία την ίδια χρονική στιγμή έχουν μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης ισούται με $0,25m$. Τη χρονική στιγμή $t_1=1s$ η φάση της ταλάντωσης του σημείου $K(x_K=+1,375m)$ ισούται με $\varphi_{κ(t_1)} = 2,5\pi rad$.

α. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

β. Να βρείτε τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του υλικού σημείου O , αν τη χρονική στιγμή t_1 η απομάκρυνση του σημείου K από τη $\Theta.I.$ του ισούται με $+0,2m$.

γ. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπο του κύματος στο θετικό ημιάξονα Ox για τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$ και να

υπολογίσετε πόσα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου στον ημιάξονα αυτόν έχουν τη χρονική στιγμή t_2 την ίδια απομάκρυνση από τη $\Theta.I.$ τους με το σημείο που βρίσκεται στην αρχή O του άξονα.

δ. Να βρείτε την ταχύτητα ταλάντωσης και την απομάκρυνση από τη $\Theta.I.$ του, του σημείου K τη χρονική στιγμή που το σημείο $\Lambda(x_\Lambda=+2,625m)$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα.

(Μονάδες 25)

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

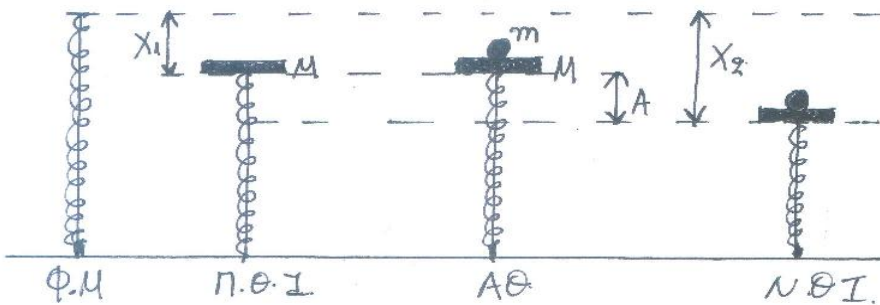
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 1^ο:

1. β,
 2. α. Σ β. Λ γ. Λ δ. Σ
 3. γ
 4. α. Σ β. Λ γ. Σ δ. Λ
 5. γ

Θέμα 2^ο:

1. α



- Για την Π.Θ.Ι. έχω: $\Sigma F=0 \Rightarrow Mg = \kappa x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{Mg}{\kappa}$ (1)
- Για την Ν.Θ.Ι. έχω: $\Sigma F=0 \Rightarrow (M+m)g = \kappa x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{(M+m)g}{\kappa}$ (2)

Επειδή το σώμα m τοποθετείται χωρίς αρχική ταχύτητα στο σώμα M συμπεραίνουμε ότι αυτή η θέση αποτελεί Α.Θ. για τη ν ταλάντωση που ακολουθεί. Άρα είναι: $A = x_2 - x_1 = \frac{(M+m)g}{\kappa} - \frac{Mg}{\kappa} = \frac{Mg}{\kappa} + \frac{mg}{\kappa} - \frac{Mg}{\kappa} \Rightarrow A = \frac{mg}{\kappa}$.

Οπότε: $E = \frac{1}{2} \kappa A^2 = \frac{1}{2} \kappa \cdot \frac{m^2 g^2}{\kappa^2} \Rightarrow E = \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2 g^2}{\kappa}$

2. Από το στιγμιότυπο συμπεραίνω ότι: $\lambda = 4m$, $t = T + \frac{3T}{4} \Rightarrow \dots T = 0,2s$, $f = 5Hz$

και $\omega = 10\pi$ rad/s.

α.Σ

Είναι $x = 7m$ την $t = 0,35s$ άρα $v = \frac{x}{t} \Rightarrow v = 20 \frac{m}{s}$.

β.Λ

Διότι ταλαντώνεται για χρόνο μιας περιόδου οπότε έχει ταχύτητα max θετική $(+0,5\pi)m/s$.

γ.Λ

Όσο απομακρυνόμαστε από την αρχή Ο τόσο μικρότερη η φάση των σημείων. Άρα $\varphi_{x=5} < \varphi_{x=2}$.

δ.Σ

Την $t=0,35s$ το σημείο $x=2m$ έχει απομάκρυνση $y=5cm$. Μετά από χρόνο $t=0,1s$ θα έχει πράγματι απομάκρυνση $y=-5cm$ διότι $t = \frac{T}{2}$.

ε.Σ

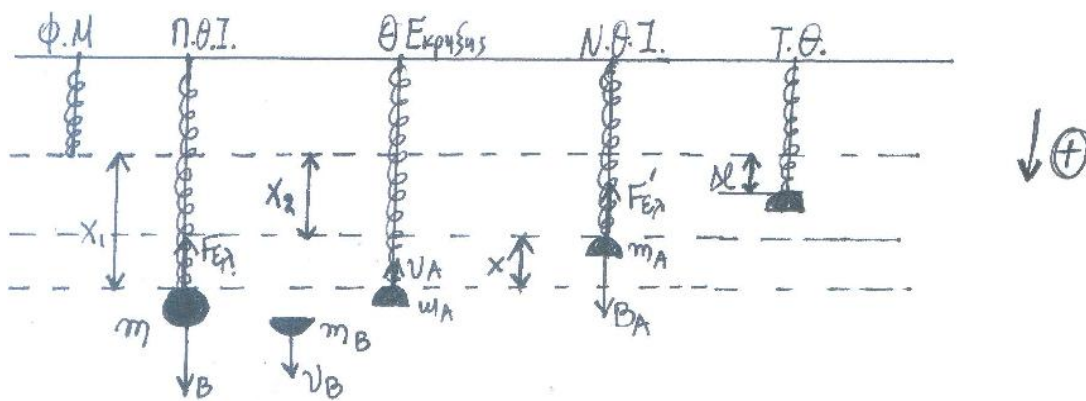
$$\text{Είναι } y = A\eta\mu 2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow y = 0,05\eta\mu 2\pi\left(5t - \frac{x}{4}\right) \Rightarrow y = 0,05\eta\mu 2\pi(5t - 0,25x) \text{ (S.I.)}$$

3. Αφού η σύνθεση δίνει ταλάντωση με συχνότητα λίγο μεγαλύτερη καταλαβαίνουμε ότι σχηματίζονται διακροτήματα. Είναι

$$f_{\text{συνθ}} = \frac{f_1 + f_2}{2} \Rightarrow \dots f_2 = 38Hz \text{ άρα σωστό το δ.}$$

$$\text{Και } T_\delta = \frac{1}{f_\delta} = \frac{1}{f_2 - f_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow T_\delta = 0,25s \text{ άρα σωστό το α.}$$

Θέμα 3^ο:



α. Το σώμα Β εκτελεί κατακόρυφη βολή προς τα κάτω με

$$h = v_B t + \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow v_B = 1m/s$$

Α.Δ.Ο. για την έκρηξη:

$$\vec{P}_{ολ(ΠΡΙΝ)} = \vec{P}_{ολ(ΜΕΤΑ)} \Rightarrow 0 = m_B v_B - m_A v_A \quad m_B = m_A \Rightarrow v_A = v_B \Rightarrow v_A = 1m/s.$$

β. Για τη Θ.Ι. του m (Θ.Ι. αρχ):

$$\vec{\Sigma F} = 0 \Rightarrow mg = Kx_1 \Rightarrow x_1 = \frac{mg}{K} \Rightarrow x_1 = 0,2m$$

Για τη Θ.Ι. του m_A (Θ.Ι._{τελ}):

$$\vec{\Sigma F} = 0 \Rightarrow m_A g = Kx_2 \Rightarrow x_2 = \frac{m_A g}{K} \Rightarrow x_2 = 0,1m$$

Στη θέση της έκρηξης που αποτελεί Τ.Θ. για την ταλάντωση που ακολουθεί είναι: $x = x_1 - x_2 \Rightarrow x = 0,1m$

Το πλάτος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_{οκ} = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}Dx^2 + \frac{1}{2}m_A D_A^2 \stackrel{D=K}{\Rightarrow} A = \sqrt{x^2 + \frac{m_A}{K}u_A^2} \Rightarrow A = 0,1\sqrt{2}m$$

Η κυκλική συχνότητα ω είναι ίση με:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m_A}} = \sqrt{\frac{K}{m_A}} \quad \text{P } \omega = 10 \text{ rad/s}$$

γ. Για $t=0$ είναι $x=+0,1m$ και $v_A < 0$.

$$\text{Είναι: } x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \stackrel{t=0}{\Rightarrow} 0,1 = 0,1\sqrt{2}\eta\mu(\omega \cdot 0 + \varphi_0) \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = \eta\mu\frac{\pi}{4}$$

Επειδή $v_A < 0$ πρέπει $\sin\varphi_0 < 0$ και άρα $\varphi_0 = \frac{3\pi}{4}$.

Άρα η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι: $x = 0,1\sqrt{2}\eta\mu\left(10t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (S.I.)

$$\delta. \left| \frac{dP}{dt} \right| = |\Sigma F| = |-Dx| = 5\sqrt{2} \frac{kgm/s}{s}$$

ε. $\Sigma F = -Dx = -100 \cdot (-0,05) \cdot N = +5N$ με φορά προς Θ.Ι. όπου

$$x = x_2 - \Delta l = 0,1 - 0,05 = 0,05m \quad \text{και} \quad F_{ελ} = \kappa \cdot \Delta l = 100 \cdot 0,05 = 5N \text{ με φορά προς το } \Phi.M.$$

Θέμα 4^ο:

α. Η μικρότερη απόσταση μεταξύ των θέσεων ισορροπίας δύο σημείων του ελαστικού μέσου τα οποία την ίδια χρονική στιγμή έχουν μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης ισούται με $\lambda/2$.

$$\text{Συνεπώς: } \frac{\lambda}{2} = 0,25m \quad \text{ή} \quad \lambda = 0,5m.$$

Η εξίσωση του κύματος είναι: $y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ και η εξίσωση της φάσης

του κύματος είναι η $\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$. Για το σημείο κ είναι $x_k = +1,375m$,

$t_1 = 1s$ και $\varphi_k(t_1) = 2,5\pi \text{ rad}$. Συνεπώς $\varphi_k(t_1) = 2\pi\left(\frac{t_1}{T} - \frac{x_k}{\lambda}\right) \Rightarrow T = 0,25s$. Άρα

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{ή} \quad v = 2m/s.$$

β. Η εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Κ είναι η $y_K = A\eta\mu\varphi_K$. Για $t=t_1=1\text{s}$

$$\text{είναι } y_{K(t_1)} = A\eta\mu\varphi_{K(t_1)} \Rightarrow A = \frac{0,2}{\eta\mu 2,5\pi} \text{ m ή } A = 0,2 \text{ m.}$$

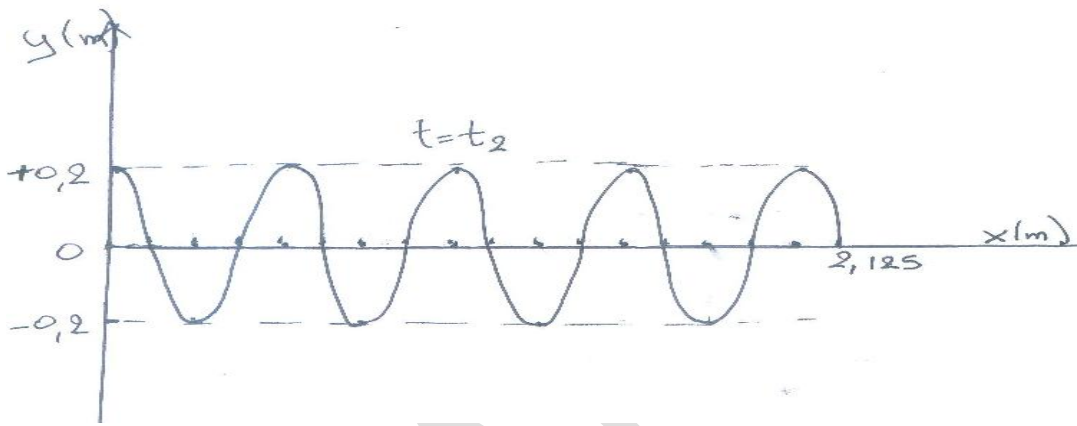
$$\text{Είναι } v_{\max} = \omega A \Rightarrow v_{\max} = 1,6\pi \text{ m/s.}$$

γ. Είναι $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$ ή $t_2 = 4T + \frac{T}{4}$. Το σημείο Ο ξεκινά να ταλαντώνεται τη $t=0$,

οπότε τη $t_2 = 4T + \frac{T}{4}$ το κύμα θα έχει διαδοθεί πέρα από το Ο κατά:

$$\Delta x = 4\lambda + \frac{\lambda}{4} \text{ ή } \Delta x = \frac{17\lambda}{4} = 2,125\text{m.}$$

Το στιγμιότυπο του κύματος φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σύμφωνα με το στιγμιότυπο άλλα 4 σημεία έχουν την ίδια στιγμή την ίδια απομάκρυνση από τη Θ.Ι. τους με αυτή του σημείου Ο.

δ. Η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων των δύο σημείων είναι $\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{\Delta x}{\lambda}$

όπου $\Delta x = x_\Lambda - x_K = 1,25\text{m}$. Συνεπώς $\Delta\varphi = 2\pi \frac{1,25}{0,5} \text{ rad}$ ή $\Delta\varphi = 5\pi \text{ rad}$. Άρα τα Κ, Λ

βρίσκονται σε αντίθεση φάσης, οπότε $y_K = 0$ και $v_K = -v_{\max}$.