στάσιμο κύμα με κοιλία στη θέση Ο (x = 0).

α. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που δημιουργείται.

1\. β. Εξετάστε αν στα σημεία Α ($x_A = 0{,}8$ m), Β ($x_B = +0{,}5$ m), Γ ($x_\Gamma = +0{,}25$ m) σχηματίζεται δεσμός ή κοιλία.

γ. Ποια είναι η απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του σημείου Α τη χρονική στιγμή $t = 1/8$ s;

δ. Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας του σημείου Α, όταν η απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του είναι ίση με +0,1 m.

ε. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της ταχύτητας του σημείου Γ.

(Απ. α. $y = 0{,}2$συν$5\pi x \cdot$ ημ$2\pi t$, β. Α: κοιλία, Β: δεσμός, Γ: ενδιάμεσου πλάτους, γ. $0{,}1\sqrt{2}$ m **δ.** $0{,}2\pi\sqrt{3}$ m/s **ε.** $\upsilon_\Gamma = 0{,}2\pi\sqrt{2}$ **συν$(2\pi t + \pi)$)**

$$y_1 = 0{,}1 \cdot \eta\mu 2\pi (t - 2{,}5x)$$
$$y_2 = 0{,}1 \cdot \eta\mu 2\pi (t + 2{,}5x)$$

Από εξισώσεις κυμάτων $\boxed{A = 0{,}1 \text{ m}}$

$2\pi t = 2\pi \frac{t}{T} \Rightarrow \boxed{T = 1 \text{ s}}$

$2\pi \cdot 2{,}5x = 2\pi \frac{x}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{2{,}5} \Rightarrow \boxed{\lambda = 0{,}4 \text{ m}}$

α. Εξίσωση στάσιμου κύματος

$$y = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu\left(2\pi \frac{x}{\lambda}\right) \cdot \eta\mu\left(2\pi \frac{t}{T}\right) \Rightarrow$$
$$y = 2 \cdot 0{,}1 \cdot \sigma\upsilon\nu\left(2\pi \frac{x}{0{,}4}\right) \cdot \eta\mu\left(2\pi \frac{t}{1}\right) \Rightarrow$$
$$\boxed{y = 0{,}2 \cdot \sigma\upsilon\nu 5\pi x \cdot \eta\mu 2\pi t}$$

β. $x_A = 0{,}8\,m$
$x_B = 0{,}5\,m$
$x_Γ = 0{,}25\,m$

Πλάτος του Α

$A_A = 0{,}2 \cdot συν 5π \cdot 0{,}8$
$A_A = 0{,}2 \cdot συν 4π$
$A_A = 0{,}2 \cdot 1$
$A_A = 0{,}2\,m$ κοιλία

Πλάτος του Β

$A_B = 0{,}2 συν 5π \cdot 0{,}5 \Rightarrow A_B = 0{,}2 συν 2{,}5π \Rightarrow$
$A_B = 0$ δεσμός

Πλάτος του Γ

$A_Γ = 0{,}2\, συν 5π \cdot 0{,}25 \Rightarrow A_Γ = 0{,}2 συν \frac{5π}{4} \Rightarrow$
$\Rightarrow A_Γ = 0{,}2 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \Rightarrow A_Γ = -0{,}1\sqrt{2}\,m$

γ. $y_A = ?$
την $t = \frac{1}{8}$ sec

Εξίσωση ΑΑΤ του σημείου Α

$$\boxed{y_A = 0{,}2 \cdot ημ 2π t} \xrightarrow{t = 1/8}$$

$$y_A = 0{,}2\, ημ\, 2π \frac{1}{8} = 0{,}2 \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.1\sqrt{2}\,m$$

δ. $υ_A = ;$ όταν $y_A = 0{,}1\,m$

ΑΔΕΤ για την ΑΑΤ του σημείου Α στην απομάκρυνση $y_A = 0.1\,m$

$$E = K + U_Δ \Rightarrow \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} m υ^2 + \frac{1}{2} D y^2 \Rightarrow$$

$$\cancel{\frac{1}{2}} \cancel{m} ω^2 A^2 = \cancel{\frac{1}{2}} \cancel{m} υ^2 + \cancel{\frac{1}{2}} \cancel{m} ω^2 y^2 \Rightarrow$$

$\omega^2 A^2 = v^2 + \omega^2 y^2 \Rightarrow v^2 = \omega^2 A^2 - \omega^2 y^2 \Rightarrow$

$v^2 = \omega^2 (A^2 - y^2) \Rightarrow v^2 = 4\pi^2 (0,04 - 0,01) \Rightarrow$
$v^2 = 4\pi^2 0,03 \Rightarrow v^2 = 0,12\pi^2 \Rightarrow v = \sqrt{0,12}\,\pi$ m/s

ε) $v = f(t)$ του σημείου Γ

$y_Γ = -0,1\sqrt{2} \cdot ημ2πt$
$y_Γ = 0,1\sqrt{2} \cdot ημ(2πt + π)$

$v_Γ = ω \cdot A \cdot συν(2πt + π)$
$v_Γ = 2π \cdot 0,1\sqrt{2} \cdot συν(2πt + π)$
$v_Γ = 0,2π\sqrt{2} \cdot συν(2πt + π)$

2.

Σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα x΄Ox έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση:

$$y = 20συν\frac{π}{40}x \cdot ημ4πt \text{ (x, y σε cm και t σε s)}$$

α. Πόσες κοιλίες υπάρχουν μεταξύ των σημείων O (x = 0) και B (x_B = +2 m.

β. Πόσοι δεσμοί υπάρχουν στο ευθύγραμμο τμήμα OB;

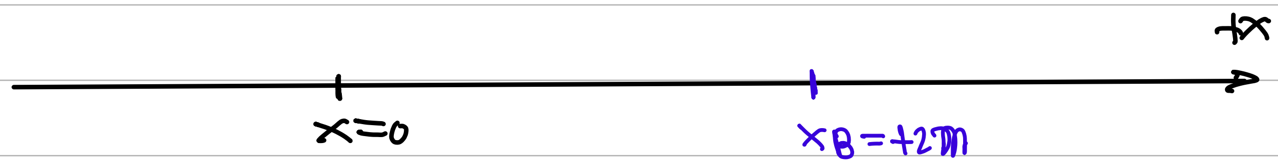
γ. Πόση είναι η απόσταση ανάμεσα στην 1η κοιλία (σημείο Α) και στη 2η κοιλία (σημείο Γ) τη χρονική στιγμή που το σημείο Α βρίσκεται στη θέση της μέγιστης θετικής του απομάκρυνσης.

δ. Πόσο πρέπει να μεταβάλλουμε τη συχνότητα της πηγής έτσι ώστε το σημείο Β να γίνει ο 3ος δεσμός μετά το σημείο Ο;

ε. Αν διπλασιάσουμε την αρχική συχνότητα, να διερευνήσετε αν τα σημεία Α και Γ εξακολουθούν να είναι κοιλίες.

(Απ. α. 4 κοιλίες, β. 5 δεσμοί, γ. $0,4\sqrt{2}$ m **δ. μείωση κατά 1 Hz, ε. είναι και πάλι κοιλίες)**

$y = 20\,συν\frac{π}{40}x \cdot ημ4πt$ (x,y cm t→s)



$y = 20\,\sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{40}x \cdot \eta\mu\, 4\pi t$

$y = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu 2\pi \frac{x}{\lambda} \cdot \eta\mu \frac{2\pi}{T} t$

$2\pi \frac{\cancel{x}}{\lambda} = \frac{\pi \cancel{x}}{40} \iff \lambda = 2 \cdot 40 = 0{,}8m$

$2\pi \frac{\cancel{t}}{T} = 4\pi \cancel{t} \iff T = \frac{2}{4} s = \frac{1}{2} s$

$2A = 20 \iff A = 10\ cm = 0{,}1m$

α) Ν=; κοιλίες μεταξύ $x=0$ και $x_B = +2m$

Θέσεις κοιλιών

$x = k \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x = k \cdot \frac{0{,}8}{2} \Rightarrow x = 0{,}4k$

Θέλουμε $0 \le 0{,}4k \le 2 \Rightarrow 0 \le k \le \frac{2}{0.4} \Rightarrow$

$0 \le k \le 5$ άρα $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5$.

β. Αριθμός δεσμών

$x = (2k+1) \frac{\lambda}{4}$ θέσεις δεσμών

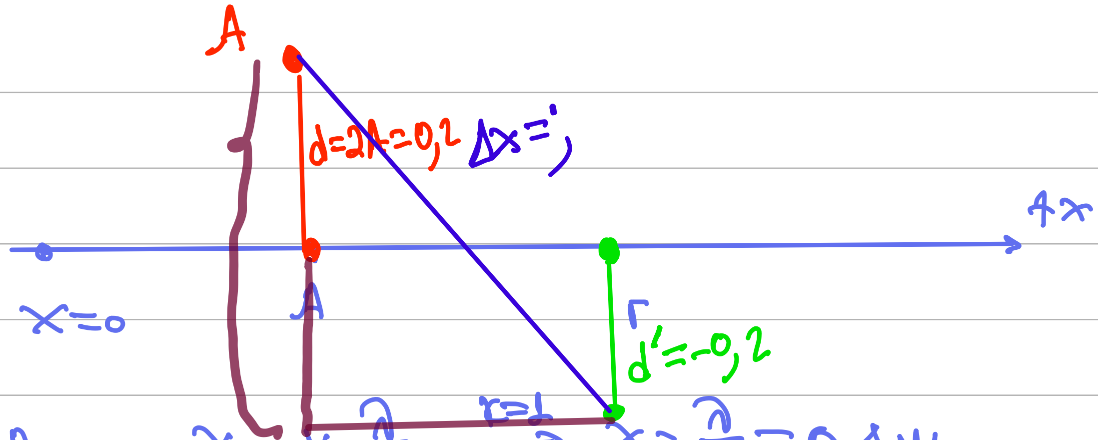
$x = (2k+1) \frac{0{,}8}{4} \Rightarrow x = 0{,}2(2k+1) \Rightarrow x = 0{,}4k + 0{,}2$

$0 \le x \le 2 \Rightarrow 0 \le 0{,}4k + 0{,}2 \le 2 \Rightarrow -0{,}2 \le 0{,}4k \le 1{,}8 \Rightarrow$

$-\frac{0{,}2}{0{,}4} \le k \le \frac{1{,}8}{0{,}4} \Rightarrow -0{,}5 \le k \le 4{,}5$

$k = 0, 1, 2, 3, 4$

γ)



κοιλία Α $\quad x = k\frac{\lambda}{2} \xrightarrow{k=1} x = \frac{\lambda}{2} = 0.4\,m$

κοιλία Γ $\quad x = k\frac{\lambda}{2} \xrightarrow{k=2} x = 2\frac{\lambda}{2} = 0.8\,m$

$$\Delta x^2 = 0,4^2 + 0,4^2 \Rightarrow \Delta x^2 = 2\cdot 0,4^2 \Rightarrow \Delta x = 0,4\sqrt{2}\,m$$

δ) $f' = ;$ ώστε το Β να είναι 3ος δεσμός

θέσεις δεσμών. $\quad x = (2k+1)\frac{\lambda'}{4} \xrightarrow[x_B=2]{\text{για } k=2} 2 = 5\frac{\lambda'}{4} \Rightarrow$

$\lambda' = 8/5\,m \Rightarrow \lambda' = 1,6\,m$

η ταχύτητα δεν αλλάζει άρα $υ_δ = \lambda'\cdot f' \Rightarrow$

$f' = \frac{υ_δ}{\lambda'} \Rightarrow f' = \frac{\lambda\cdot f}{\lambda'} \Rightarrow f' = \frac{0,8\cdot 2}{1,6} \Rightarrow \boxed{f' = 1\,Hz}$

Άρα πρέπει να μειώσουμε την συχνότητα κατά $f - f' = 2 - 1 = 1\,Hz$

ε) Αν $f'' = 4\,Hz$ τότε $υ'' = υ \Rightarrow \lambda''\cdot f'' = \lambda\cdot f$

$\lambda''\cdot 4 = 0,8\cdot 2 \Rightarrow \boxed{\lambda'' = 0.4\,m}$

Σημείο Α $\quad x_A = 0.4\,m$

Πλάτος του Α

$A_A = 2A\,συν\,2\pi\frac{x}{\lambda} = 0,2\,συν\,2\pi\frac{0.4}{0.4} = 0.2$

Άρα παραμένει κοιλία

3. Σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα x΄Ox δημιουργείται στάσιμο κύμα. Στην αρχή Ο μέτρησης των αποστάσεων ($x = 0$) σχηματίζεται κοιλία. Το σημείο Ο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές σε χρόνο 1 s, ενώ και οι δύο ακραίες θέσεις της ταλάντωσής του απέχουν 0,4 m. Η πλησιέστερη κοιλία στο σημείο Ο (στο θετικό ημιάξονα) απέχει από το σημείο αυτό οριζόντια απόσταση 0,2 m.

α. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

β. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος μεταξύ των σημείων Ο ($x = 0$) και Δ ($x_Δ = 0,7$ m) όταν το σημείο Ο βρίσκεται στη θέση της μέγιστης θετικής απομάκρυνσης.

γ. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος μεταξύ των σημείων Ο ($x = 0$) και Δ ($x_Δ = 0,7$ m) τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,75$ s.

δ. Πόσα σημεία του ευθύγραμμου τμήματος ΟΔ απέχουν τη χρονική στιγμή t_1 απόσταση 0,1 m από τη θέση ισορροπίας τους;

(Απ. α. $y = 0,2συν5πx \cdot ημ10πt$, δ. 7 σημεία)

Το $x=0$ διερχ. 10 φορ. από Θ.Ι. σε 1 sec

⇓

$N = 5$ ταλ.

άρα $f = \frac{N}{Δt} = 5Hz$

$Δx = 0.4m$ απέχουν οι δύο ακρ. θέσεις του $x=0$

Απόσταση του $x=0$ μέχρι επόμ. κοιλ. 0,2m

$x = 0$ +x

$f = 5Hz$

$T = \frac{1}{5} = 0.2s$

$2A + 2A = 0.4$

$A = 0.1m$

$x = κ\frac{λ}{2} \xRightarrow{κ=1} x = 0.2$

$0,2 = 1\frac{λ}{2} \Rightarrow λ = 0.4m$

α. Εξίσωση στάσιμου κύματος

$y = 2A \cdot συν2π\frac{x}{λ} \cdot ημ2π\frac{t}{T} \Rightarrow y = 0,2 \cdot συν2π\frac{x}{0.4} \cdot ημ2π\frac{t}{0.2}$

$\boxed{y = 0,2συν5πx \cdot ημ10πt}$

β. Σχεδιάζω το μεταξύ $x=0$ και $x_Δ=0,7\ m$ όταν το [0] βρίσκεται στην $y=+2A$.

Θέσεις δεσμών: $x_Δ=(2k+1)\frac{λ}{4}=(2k+1)\frac{0,4}{4}=(2k+1)0,1 \Rightarrow$

$x_Δ=0,2k+0,1$.

$k=0 \quad x_Δ=0.1$

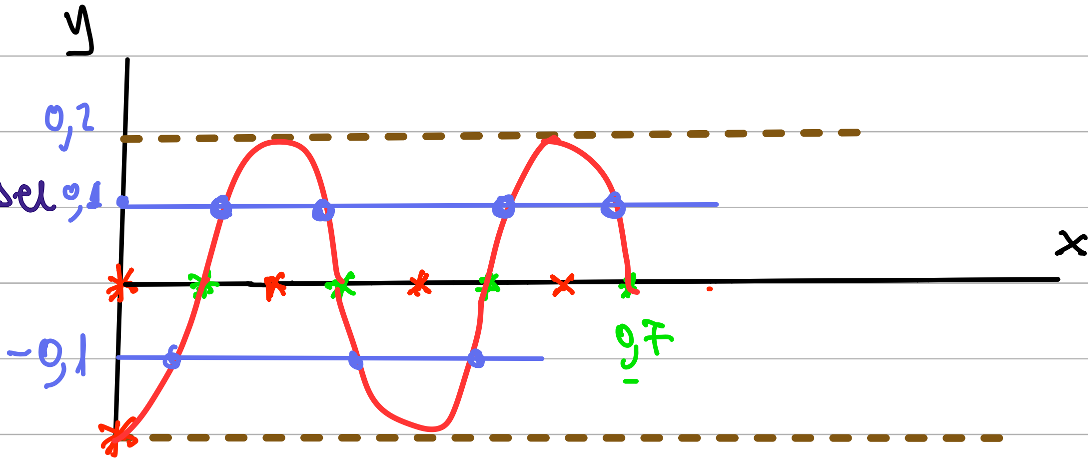
$k=1 \quad x_Δ=0.3$

$k=2 \quad x_Δ=0.5$

$k=3 \quad x_Δ=0.7$

● ΔΕΣΜΟΙ

Υ. Σχεδιάζω την $t=0,75\ sec$

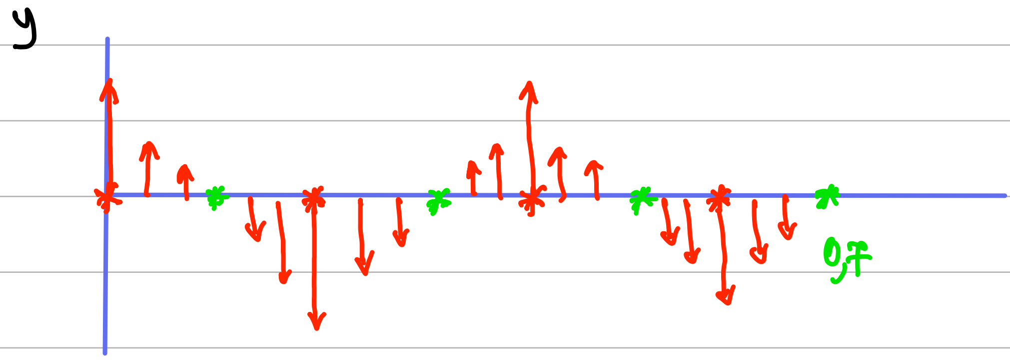


Θα υπολογίσω την απομάκρυνση του $x=0$ την $t=0.75\ sec$

$$y_{(0)}=0,2\cdot συν 5π\cdot 0\cdot ημ 10π\cdot t \Rightarrow$$

$$y_{(0)}=0,2\cdot ημ 10π\cdot 0,75=-0.2$$

Στιγμιότυπο την $t=0.8$ sec



θα βρώ την $t=0.8$ sec την απομάκρυνση του $x=0$

$y_{(0)} = 0{,}2 \cdot συν 5\pi \cdot 0 \cdot ημ 10\pi \cdot 0{,}8 = 0$

Εξίσωση ταχύτητας του σημείου $x=0$

$y_{(0)} = 0{,}2\ ημ 10\pi t$

$$\upsilon_{(0)} = \omega\, 0{,}2 \cdot συν 10\pi t \overset{t=0.8}{=\!=} 10\pi \cdot 0{,}2 \cdot συν \cancel{10}\overset{1}{\pi} \cdot 0.8 = 2\pi\ m/s$$

4. Σε χορδή μήκους L, η οποία έχει τα δύο άκρα της ακλόνητα στερεωμένα, δημιουργείται στάσιμο κύμα με 6 συνολικά δεσμούς που προέρχεται από τη συμβολή δύο τρεχόντων κυμάτων με μήκος κύματος $\lambda = 0{,}4$ m και ταχύτητα διάδοσης $\upsilon = 2$ m/s.

α. Ποιο είναι το μήκος L της χορδής;

β. Ποια είναι η χρονική διάρκεια μεταξύ δύο διαδοχικών μεγιστοποιήσεων της δυναμικής ενέργειας παραμόρφωσης της χορδής;

γ. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος μια χρονική στιγμή που η πλησιέστερη κοιλία στο αριστερό άκρο της χορδής βρίσκεται στη θέση της μέγιστης θετικής απομάκρυνσης.

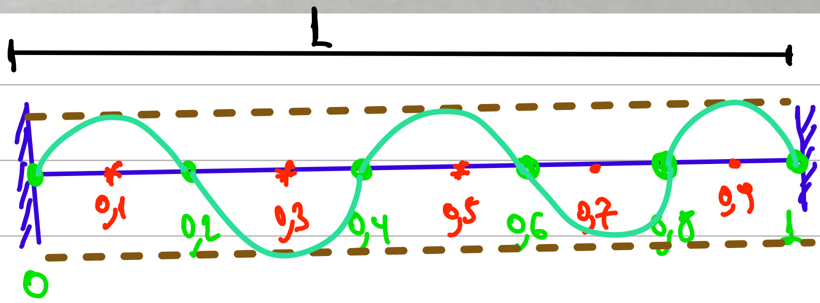
δ. Μεταβάλλοντας τη συχνότητα των δύο τρεχόντων κυμάτων καταφέρνουμε ώστε στη χορδή να δημιουργείται στάσιμο κύμα με 4 συνολικά σημεία ακίνητα. Ποιο είναι το ποσοστό μεταβολής της συχνότητας των τρεχόντων κυμάτων;

(Απ. α. 1 m. γ. 0,1 s, δ. -40%)

6 δεσμοί

$\lambda = 0.4$ m

$\upsilon = 2$ m/s



Γνωρίζουμε με Δεσμός − επόμ. δεσμός $= \frac{\lambda}{2}$

α) $L = ;$

Άρα $L = 5\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = 5\cdot\frac{0,4}{2} = 1\ m$

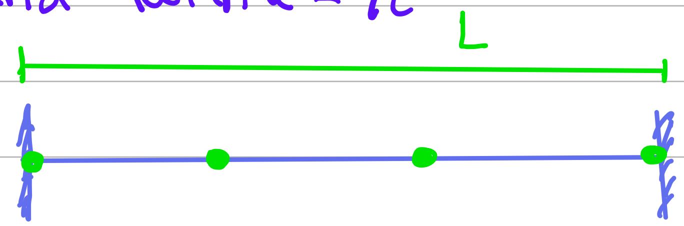
β) $\Delta t = ;$ $\Delta t = \frac{T}{2} = 0,1\ sec$

$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0,4}{2} \Rightarrow \boxed{T = 0.2s}$ $f = \frac{1}{0.2} \Rightarrow \boxed{f = 5Hz}$

γ) Δεσμός − κοιλία $= \frac{\lambda}{4}$

κοιλία − κοιλία $= \lambda/2$

δ.



$L = \frac{3\lambda'}{2} \Rightarrow 1 = \frac{3\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = \frac{2}{3} m$

$\upsilon = \lambda' f' \Rightarrow 2 = \frac{2}{3} f' \Rightarrow \underline{f' = 3Hz}$

$\alpha\% = \frac{f'-f}{f} = \frac{3-5}{5} = -\frac{2}{5} = -0,4 = 40\%$

<u>Σχόλιο</u>

κοιλία − επομ. κοιλία $= \lambda/2$

<u>εξήγηση</u>

θέση κοιλίας $x = \kappa\frac{\lambda}{2}$

θέση επόμενης $x' = (\kappa+1)\frac{\lambda}{2}$

$\Delta x = x' - x = (\kappa+1)\frac{\lambda}{2} - \kappa\frac{\lambda}{2}$

$\Delta x = \frac{\lambda}{2}$

Δεσμός − επομ. κοιλία

θέση δεσμού $x = (2\kappa+1)\frac{\lambda}{4}$

Θέση επόμενης κοιλίας $x' = (k+1)\frac{\lambda}{2}$

$$\Delta x = x' - x = (k+1)\frac{\lambda}{2} - (2k+1)\frac{\lambda}{4} = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} - k\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4} \Rightarrow$$

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

5 [redacted]. *(Υπουργείου)* Δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα πλάτους Α και μήκους κύματος λ διαδίδονται με αντίθετες κατευθύνσεις σε γραμμικό ελαστικό μέσο το οποίο ταυτίζεται με τον οριζόντιο άξονα x΄Ox. Το κάθε κύμα αναγκάζει το σημείο O (x = 0) σε ταλάντωση της μορφής y = Αημωt. Τα κύματα συμβάλλουν και δημιουργούν στάσιμο κύμα με εξίσωση y = 0,4συν(10πx)ημ(40πt).

α. Να γράψετε τις εξισώσεις των κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο.

β. Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας του υλικού σημείου Δ ($x_Δ > 0$) της χορδής σε συνάρτηση με το χρόνο, αν το Δ είναι κοιλία και μεταξύ του O και του Δ παρεμβάλλονται τρεις δεσμοί.

γ. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του τμήματος ΟΔ της χορδής, τη χρονική στιγμή t = 0.

δ. Να εξετάσετε αν το σημείο Δ και το υλικό σημείο Γ ($x_Γ$ = 0,125 m) βρίσκονται σε συμφωνία ή αντίθεση φάσης.

(Απ. α. $y_1 = 0{,}2ημ2π(20t - 5x)$, $y_2 = 0{,}2ημ2π(20t + 5x)$, β. $υ_Δ = -16πσυν(40πt)$, δ. συμφωνία φάσης)

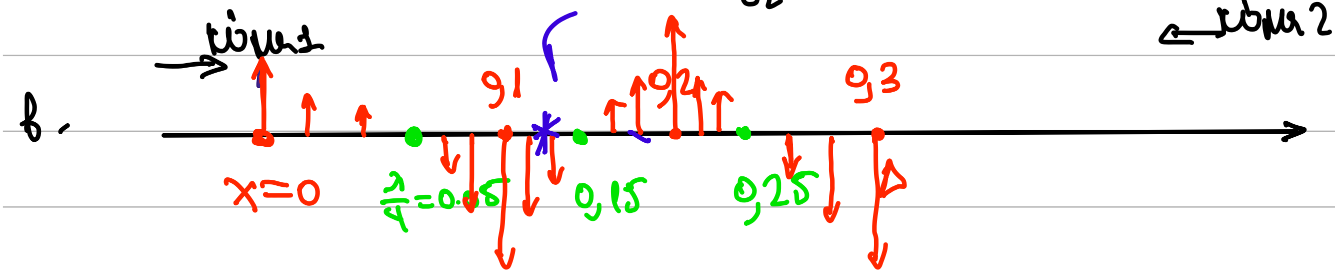
$$\left.\begin{aligned} y &= 0.4\,συν(10πx)\,ημ(40πt) \\ y &= 2A\,συν 2π\frac{x}{\lambda}\cdot ημ 2π\frac{t}{T} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} &A = 0.2 \\ &\lambda = 0.2\,m \\ &T = 0{,}05\,sec \end{aligned}$$

α. Εξισώσεις κυμάτων

$$y_1 = Aημ2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \rightarrow y_1 = 0.2ημ2π(20t - 5x)$$

$$y_2 = 0.2ημ2π(20t + 5x)$$

β.



$$y_Δ = 0{,}4\cdot συν10π\cdot 0{,}3\cdot ημ40πt \Rightarrow$$

$$y_Δ = 0{,}4\cdot \underbrace{\cancel{συν3π}}_{-1}\cdot ημ40πt \Rightarrow y_Δ = -0{,}4ημ40πt$$

$$y_Δ = 0{,}4ημ(40πt + π)$$

$v_\Delta = \omega \cdot 0,4 \cdot συν(40\pi t + \pi) \Rightarrow$

$v_\Delta = 40\pi \cdot 0,4 \cdot συν(40\pi t + \pi) \Rightarrow$

$v_\Delta = 16\pi \cdot συν(40\pi t + \pi).$

γ) $y = f(x)$ για $t=0$

$x_Γ = 0,125\ m$

$\Delta\varphi_{Γ,\Delta} = ;$

[redacted] Δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα με το ίδιο πλάτος και την ίδια συχνότητα διαδίδονται με αντίθετες κατευθύνσεις σε γραμμικό ελαστικό μέσο το οποίο ταυτίζεται με τον οριζόντιο άξονα x΄Ox. Τα κύματα συμβάλλουν και δημιουργούν στάσιμο κύμα στο σημείο O (x = 0). Η ελάχιστη οριζόντια απόσταση μεταξύ δύο κοιλιών που βρίσκονται σε αντίθεση φάσης είναι ίση με 1 m. Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου K ($x_K = +2/3$ m) είναι ίσο με 0,15 m ενώ ο χρόνος που απαιτείται ώστε να μηδενιστεί η ταχύτητα του σημείου K μετά τη χρονική στιγμή t = 0 είναι ίσος με 0,15 s.

6.

α. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

β. Ποια είναι η ταχύτητα του σημείου K τη χρονική στιγμή που το σημείο O διέρχεται από τη θέση ισορροπίας με θετική ταχύτητα;

γ. Να φτιάξετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος μεταξύ του σημείου Λ ($x_Λ$ = -4 m) και του σημείου N (x_N = +1,5 m) τη χρονική στιγμή t_1 = 1,05 s.

δ. Πόση θα έπρεπε να ήταν η συχνότητα των αρχικών κυμάτων έτσι ώστε το σημείο K να ήταν η τρίτη κοιλία μετά το σημείο O;

(Απ. α. $y = 0,3συν\pi x \cdot ημ\frac{\pi t}{0,3}$**, β. -0,5 π m/s, δ. 7,5 Hz)**

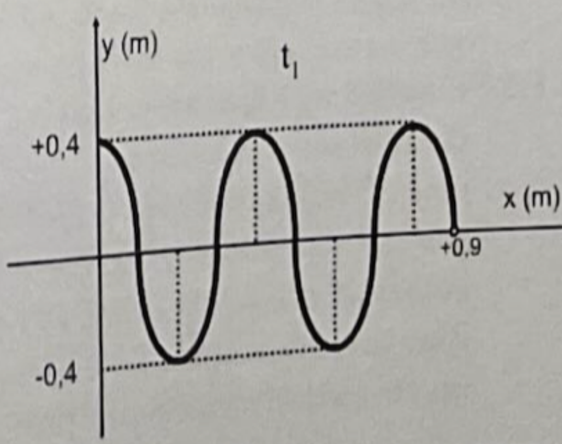
→ ΟΤΑΝ ΔΙΝΕΤΑΙ ΤΟ ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ

[redacted]. Στάσιμο κύμα της μορφής

7.

$$y = 2Aσυν\frac{2\pi x}{\lambda}ημ\frac{2\pi t}{T}$$

δημιουργείται σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα Ox. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο του



κύματος μια χρονική στιγμή που όλα τα ταλαντούμενα σημεία του μέσου έχουν μέγιστη δυναμική ενέργεια. Τα κύματα που συμβάλλουν για να δώσουν το στάσιμο κύμα διαδίδονται με ταχύτητα $\upsilon = 4$ m/s.

α. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

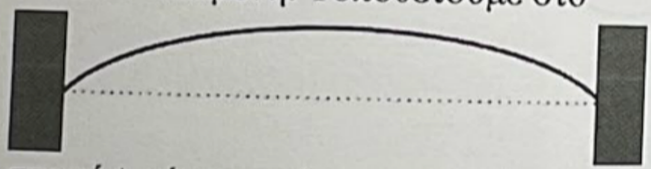
β. Να κάνετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 1$ s μεταξύ του σημείου Ο και του σημείου Κ ($x_K = +0,9$ m).

γ. Ποιο είναι το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου Δ ($x_\Delta = +0,15$ m);

δ. Ποιος είναι ο αριθμός των δεσμών στο ευθύγραμμο τμήμα που ορίζεται από τα σημεία Κ και Λ ($x_\Lambda = 2$ m);

(Απ. α. $y = 0,4$συν$5\pi x \cdot$ ημ$20\pi t$, γ. $4\pi\sqrt{2}$ m/s, δ. 6 σημεία)

[redacted]. 8. Έστω μια χορδή μήκους $L = 2$ m η οποία είναι τεντωμένη. Τοποθετούμε στο μέσον της μια πηγή, η οποία θέτει σε ταλάντωση τη χορδή με συχνότητα $f_o = 2$ Hz. Μόλις αποκατασταθεί μόνιμη κατάσταση η μορφή της χορδής, κάποια στιγμή t_o είναι αυτή του παρακάτω σχήματος.



α. Με ποια ταχύτητα διαδίδονται τα κύματα πάνω στη χορδή;

β. Αυξάνουμε τη συχνότητα της πηγής στη τιμή $f' = 3$ Hz. Να εξετασθεί αν πάνω στη χορδή σχηματίζεται στάσιμο κύμα.

γ. Αυξάνουμε ξανά τη συχνότητα. Ποια είναι η επόμενη συχνότητα f_1 για την οποία θα δημιουργηθεί ξανά στάσιμο κύμα πάνω στη χορδή;

δ. Ποιες τελικά συχνότητες ήχου μπορούν να παραχθούν από την παραπάνω χορδή;

(Απ. α. 8 m/s, β. όχι, γ. 4 Hz, δ. $f = 2N$, $N = 1, 2, 3, \ldots$)