ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

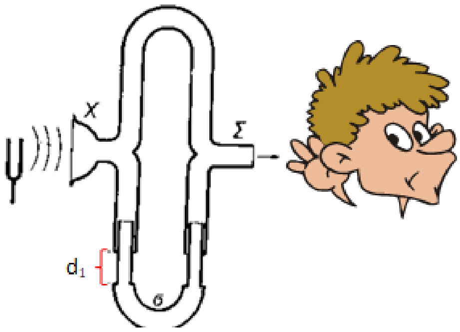
4ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2) – ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

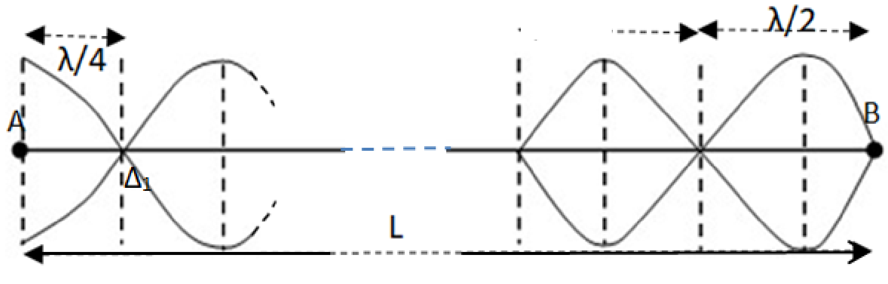
Α1. δ
Α2. γ
Α3. β
Α4. α
Α5. α-Λ β-Σ γ-Λ δ-Λ ε-Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Η σωστή επιλογή είναι η **β.**
Μέγιστη ένταση ήχου σημαίνει αποστάσεις που διαφέρουν μεταξύ τους ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος, λ.
$r_2 - r_1 = \kappa \cdot \lambda \Rightarrow 2d_1 = \kappa \cdot \lambda$.
Για την αμέσως επόμενη θέση, ισχύει:
$r_2' - r_1 = (\kappa+1)\lambda \Rightarrow 2d_2 = (\kappa+1)\cdot\lambda$
Με αφαίρεση κατά μέλη των δύο σχέσεων
παίρνουμε $2(d_2 - d_1) = \lambda \Rightarrow 2L = \dfrac{\upsilon}{f} \Rightarrow \upsilon = 2Lf$.
Άρα, σωστή είναι η σχέση **β.**



Β2. Η σωστή επιλογή είναι η **β.**
Σε ένα στάσιμο κύμα, δύο διαδοχικοί δεσμοί, απέχουν μεταξύ τους λ/2. Έτσι, αφού το ελεύθερο άκρο είναι κοιλία, για το μήκος της χορδής L ισχύει:



$L = \dfrac{\lambda}{4} + \kappa \cdot \dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow L = (2\kappa+1)\cdot\dfrac{\lambda}{4}$, όπου κ ακέραιος

Όμως, $\lambda = \dfrac{\upsilon}{f}$, άρα

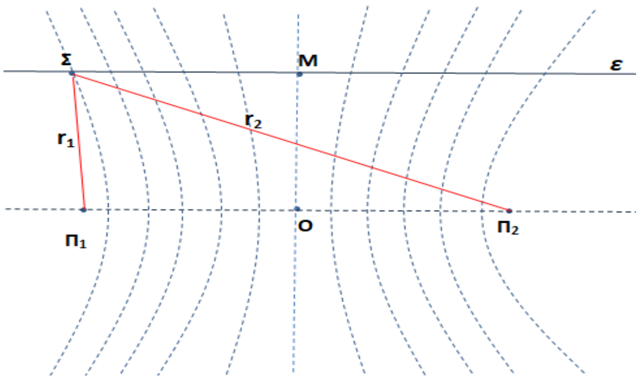
$L = (2\kappa+1)\cdot\dfrac{\upsilon}{4f} \Rightarrow f = (2\kappa+1)\cdot\dfrac{\upsilon}{4L}$

δηλαδή η συχνότητα ταλάντωσης της χορδής πρέπει να είναι περιττό πολλαπλάσιο της θεμελιώδους συχνότητας $f_o = \dfrac{\upsilon}{4L}$.

Άρα, σωστή είναι η επιλογή **β.**

Β3. Η σωστή επιλογή είναι η **β.**

Έστω ότι η μεσοκάθετος του ευθυγράμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ τέμνει την ευθεία ε στο σημείο Μ και το σημείο Σ είναι σημείο τομής της υπερβολής ενίσχυσης που διέρχεται πλησιέστερα στην πηγή Π_1 με την ευθεία ε.



Αφού για το σημείο Σ έχουμε ενισχυτική συμβολή ισχύει $|r_2 - r_1| = \kappa \cdot \lambda$, όπου κ ο μέγιστος ακέραιος αριθμός για τον οποίο έχουμε υπερβολή ενίσχυσης. Στην περίπτωση αυτή το πλήθος των σημείων της ενισχυτικής συμβολής που βρίσκονται πάνω στην ευθεία ε είναι 2κ+1.

Όμως σε κάθε τρίγωνο, κάθε πλευρά είναι μεγαλύτερη από την διαφορά των άλλων δύο.

$$|r_2 - r_1| < (\Pi_1\Pi_2) \Rightarrow \kappa \cdot \lambda < (\Pi_1\Pi_2) \Rightarrow \kappa < \frac{(\Pi_1\Pi_2)}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\kappa < \frac{(\Pi_1\Pi_2)}{\upsilon} \cdot f$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει ότι η αύξηση της συχνότητας f , προκαλεί αύξηση του ακέραιου αριθμού κ, άρα και του πλήθους των σημείων που έχουν ενισχυτική συμβολή.

Άρα, σωστή είναι η επιλογή **β.**

Β4. Η σωστή επιλογή είναι η **α.**

Τη στιγμή που το σημείο Λ βρίσκεται στη θέση μέγιστης θετικής απομάκρυνσης, έχουμε

$$y_\Lambda = A\eta\mu\varphi_\Lambda = A \Rightarrow \eta\mu\varphi_\Lambda = 1 \Rightarrow \varphi_\Lambda = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2}$$

Η διαφορά φάσης τους είναι $\varphi_K - \varphi_\Lambda = \omega t + \frac{2\pi}{3} - \omega t - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6}$, άρα η φάση του Κ

είναι $\varphi_K = \varphi_\Lambda + \frac{\pi}{6} = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} = 2\kappa\pi + \frac{2\pi}{3}$.

Η απομάκρυνση του σημείου Κ είναι

$y_K = A\eta\mu(2\kappa\pi + \frac{2\pi}{3}) = +\frac{A\sqrt{3}}{2}$, άρα θετική.

Η ταχύτητά του είναι

$\upsilon_K = \omega A \sigma\upsilon\nu\varphi_K = \omega A \sigma\upsilon\nu(2\kappa\pi + \frac{2\pi}{3}) = -\frac{\omega A}{2}$, άρα αρνητική.

Άρα, σωστή είναι η επιλογή **α.**

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η συχνότητα ταλάντωσης κάθε σημείου του μέσου είναι

$f = \frac{\upsilon}{\lambda} = \frac{0,4m/s}{0,8m} \Rightarrow f = 0,5Hz$ και το πλάτος ταλάντωσης κυμαίνεται από 0 ως 2Α=0,1m.

Έτσι, οι ταχύτητες ταλάντωσης κυμαίνονται από 0 μέχρι

$$\upsilon_{max} = \omega \cdot 2A = 2\pi f \cdot 2A = 2\pi\frac{\upsilon}{\lambda} \cdot 2A \Rightarrow \upsilon_{max} = 0,1\pi\frac{m}{s}$$

Γ2. Σημεία διαρκώς ακίνητα σημαίνει διαφορά αποστάσεων περιττό πολλαπλάσιο του λ/2.

$r_2 - r_1 = (2\kappa+1)\cdot\frac{\lambda}{2} \Rightarrow r_2 - r_1 = (2\kappa+1)\cdot 0,4m$, όπου κ=ακέραιος

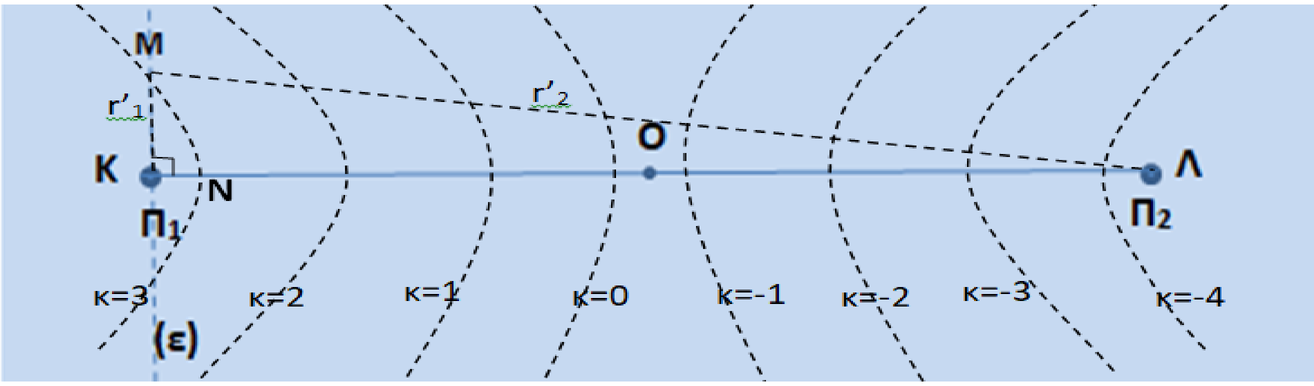
$$|r_2 - r_1| \le \text{ΚΛ} \Rightarrow |r_2 - r_1| \le 3m \Rightarrow |(2\kappa+1)\cdot 0,4| \le 3 \Rightarrow -3 \le (2\kappa+1)\cdot 0,4 \le 3$$

$$\Rightarrow -7,5 \le 2\kappa+1 \le +7,5 \Rightarrow -4,25 \le \kappa \le 3,25 \Rightarrow \kappa = \{-4,-3,-2,-1,0,1,2,3\}$$

Άρα, σε 8 σημεία πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ τα κύματα συμβάλλουν σε αντίθεση φάσης.

Το πλησιέστερο στο Κ σημείο Ν, είναι για κ=3, αφού $r_2 > r_1$, άρα

$$r_2 - r_1 = (2\cdot 3+1)\cdot 0,4m = 2,8m \Rightarrow 3m - r_1 - r_1 + 2,8m \Rightarrow r_1 = 0,1m$$



Γ3. Το πλησιέστερο στο Κ σημείο Μ της (ε), βρίσκεται στην υπερβολή με κ=3.

$$r_2' - r_1' = (2\cdot 3+1)\cdot 0,4m = 2,8m \Rightarrow r_2' = r_1' + 2,8m$$

Εφαρμόζουμε το πυθαγόρειο θεώρημα στο τρίγωνο ΚΜΛ και έχουμε

$$r'^2_1 + (3m)^2 = r'^2_2 \Rightarrow r'^2_1 + 9 = r'^2_1 + 5,6\cdot r'_1 + 7,84 \Rightarrow 5,6\cdot r'_1 = 9 - 7,84 \Rightarrow r'_1 \approx 0,21m$$

Γ4. Στο σημείο Ο τα κύματα φτάνουν ταυτόχρονα τη χρονική στιγμή

$$t_O = \frac{L/2}{\upsilon} = \frac{1,5}{0,4}s = 3,75s$$

Έτσι στο Ο έχουμε ενισχυτική συμβολή με πλάτος 2Α . Τη χρονική στιγμή t=4s το σημείο Ο έχει ταλαντωθεί για χρονικό διάστημα Δt=4s-3,75s=0,25s.

Άρα, από t=0 έως t_o=3,75s, $y_{(O)}$=0m

Για t>3,75s

$$y = 2A\cdot\eta\mu\omega(t-3,75)(SI) \Rightarrow y = 0,1\cdot\eta\mu\pi(t-3,75)(SI)$$

Για t=4s η απομάκρυνσή του είναι

$$y = 0,1\cdot\eta\mu\pi(4-3,75)(SI) \Rightarrow y = 0,1\cdot\eta\mu\frac{\pi}{4} \Rightarrow y = 0,05\sqrt{2}m$$

και η ταχύτητα ταλάντωσής του

$$\upsilon_{(O)} = 2A\cdot\omega\cdot\sigma\upsilon\nu\pi(t-3,75) = 0,1\cdot\pi\cdot\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{4}m/s \Rightarrow \upsilon_{(O)} = \frac{\pi\sqrt{2}}{20}m/s$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η ταχύτητα διάδοσης είναι: $\upsilon = \dfrac{(\mathrm{B\Gamma})}{\Delta t} = 3\dfrac{m}{s}$

Δύο διαδοχικές διελεύσεις από τη θέση ισορροπίας αντιστοιχούν σε μισή περίοδο, οπότε $\dfrac{T}{2} = 1s \Rightarrow T = 2s$ και f=0,5Hz. Το μήκος κύματος είναι

$$\lambda = \frac{\upsilon}{f} = \frac{3m/s}{0,5Hz} \Rightarrow \lambda = 6m$$

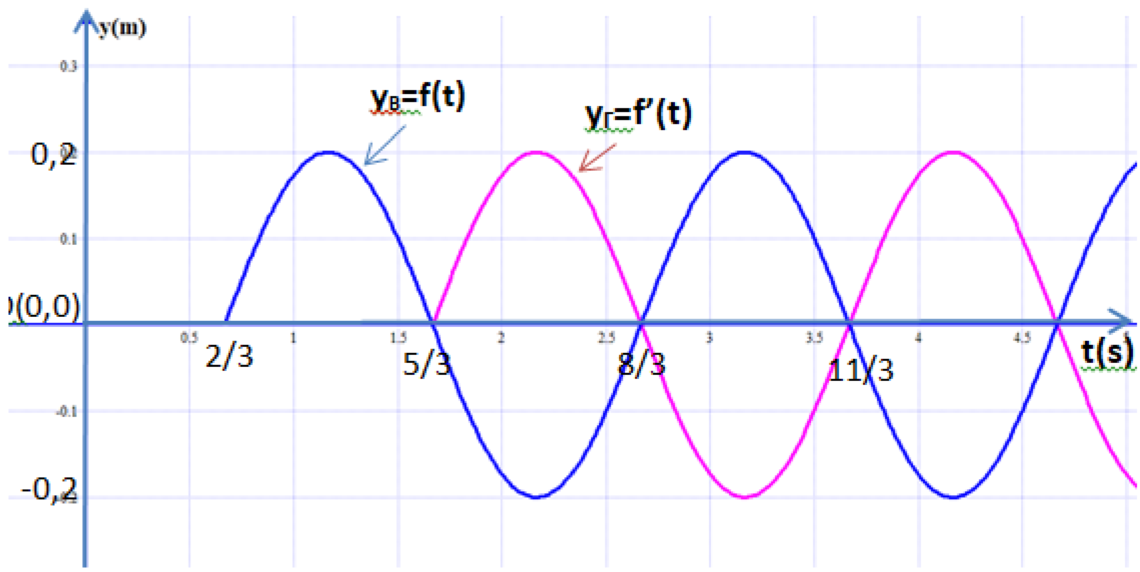
Δ2. Τα σημεία Β και Γ απέχουν μεταξύ τους 3m που αντιστοιχεί σε μισό μήκος κύματος, οπότε βρίσκονται σε αντίθεση φάσης. Άρα, αφού η μπάλα Β είναι σε κορυφή (y_B=+0,2m), η μπάλα Γ είναι σε κοιλάδα (y_Γ = -0,2m).

Δ3. Οι εξισώσεις που περιγράφουν την απομάκρυνση κάθε σημείου από τη θέση ισορροπίας θέσης είναι:

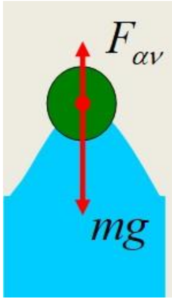
$$y_B = A \cdot \eta\mu 2\pi\left(ft - \frac{x_B}{\lambda}\right) = 0,2 \cdot \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{2}{6}\right) \Rightarrow y_B = 0,2 \cdot \eta\mu\left(\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)(SI) \text{ για } t \geq \frac{2}{3}s$$

$$y_\Gamma = 0,2 \cdot \ \eta\mu\left(\pi t - \frac{5\pi}{3}\right)(SI) \text{ , για } t \geq \frac{5}{3}s$$

Το κύμα φτάνει στο σημείο Β τη χρονική στιγμή $t_{oB} = \dfrac{x_B}{\upsilon} = \dfrac{2m}{3m/s} = \dfrac{2}{3}s$, ενώ στο σημείο Γ φτάνει τη χρονική στιγμή $t_{o\Gamma} = \dfrac{x_\Gamma}{\upsilon} = \dfrac{5m}{3m/s} = \dfrac{5}{3}s$



Δ4. Η δύναμη επαναφοράς κάθε μπάλας είναι ίση με $\sum F = -m\omega^2 y$



και δημιουργείται από τη δύναμη που δέχεται από το νερό, F_ν και το βάρος της. $\sum F = F_\nu - mg$, οπότε

$$-m\omega^2 y = F_\nu - mg \Rightarrow F_\nu = mg - m\omega^2 y$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει ότι το μέτρο της δύναμης από το νερό μεγιστοποιείται όταν $y = -A$, δηλαδή σε κοιλάδα και ελαχιστοποιείται όταν $y = +A$, δηλαδή σε όρος.

$$F_{\nu(\max)} = mg - m\omega^2\left(-A\right) = m(g + 4\pi^2 f^2 A) \Rightarrow F_{\nu(\max)} = 0,12kg(10 + 4\cdot\ 10\cdot\ \frac{1}{4}\cdot\ \frac{2}{10})\frac{m}{s^2} \Rightarrow F_{\nu(\max)} = 1,44N$$

$$F_{\nu(\min)} = mg - m\omega^2 A = m(g - 4\pi^2 f^2 A) = 0,12kg(10 - 4\cdot\ 10\cdot\ \frac{1}{4}\cdot\ \frac{2}{10})\frac{m}{s^2} \Rightarrow F_{\nu(\min)} = 0,96N$$

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών.

Τα θέματα επιμελήθηκαν οι **Ιωάννης Κυριακόπουλος** και **Πρόδρομος Κορκίζογλου, φυσικοί.**

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον **Αντώνιο Παλόγο,** φυσικό