

Επιλεγμένα θέματα στη Φυσική κατεύθυνσης για τους υποψήφιους μαθητές της Τεχνολογικής & Θετικής κατεύθυνσης της Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου.

### > ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Α, Β βρίσκονται στην ήρεμη επιφάνεια υγρού και τη στιγμή  $t = 0$  αρχίζουν να ταλαντώνονται προς τη θετική φορά. Τα παραγόμενα αρμονικά κύματα διαδίδονται με ταχύτητα  $u = 10 \text{ m/sec}$  και σε χρόνο  $2 \text{ sec}$  η κάθε πηγή εκτελεί δέκα πλήρεις ταλαντώσεις. Σημείο Μ της επιφάνειας του υγρού απέχει από τις πηγές αποστάσεις  $x_1 = 6 \text{ m}$  και  $x_2 = 10 \text{ m}$  αντίστοιχα. Η απόσταση ανάμεσα στην μέγιστη θετική και μέγιστη αρνητική απομάκρυνση του σημείου Μ μετά την συμβολή των δύο κυμάτων είναι  $1,6 \text{ m}$ .

- Ποια η εξίσωση της απομάκρυνση για κάθε πηγή.
- Ποια η μεταβολή της φάσης ταλάντωσης της πηγής Α στο χρονικό διάστημα  $\Delta t = t_2 - t_1$  όπου  $t_1$  η χρονική στιγμή που το σημείο Μ ξεκινά την ταλάντωσή του και  $t_2$  η χρονική στιγμή που τα κύματα συμβάλλουν στη θέση Μ.
- Να παραστήσετε γραφικά το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Μ σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Ποιο το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου Μ μετά την συμβολή των κυμάτων κατά τη στιγμή που το μέτρο της επιτάχυνσης είναι  $400 \text{ m/sec}^2$ . Δίνεται  $\pi^2 = 10$ .

### > ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

Δύο αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους ταλάντωσης, ίδιας συχνότητας  $f = 10 \text{ Hz}$  διαδίδονται πάνω σε μια χορδή ΟΑ με ταχύτητα  $u = 50 \text{ m/sec}$  και με αντίθετη φορά. Το μήκος της χορδής  $OA = L = 15 \text{ m}$  και τα άκρα της είναι μόνιμα στερεωμένα.

- Το πλήθος των δεσμών που δημιουργούνται πάνω στη χορδή είναι:
  - 5,
  - 6,
  - 7.
 Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- Η πλησιέστερη απόσταση υλικού σημείου Μ της χορδής από το άκρο Ο ( $x = 0$ ) που η ενέργεια ταλάντωσης του είναι ίση με το 50% της ενέργειας μιας κοιλίας του στάσιμου είναι:
  - $\frac{1}{2} \text{ m}$ ,
  - $\frac{5}{8} \text{ m}$ ,
  - $\frac{7}{8} \text{ m}$ .
 Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 1<sup>ΟΥ</sup> ΘΕΜΑΤΟΣ

- Η εξίσωση που δίνει την απομάκρυνση της κάθε πηγής είναι:  $y = A \sin \omega t$   
 Ισχύει  $f = \frac{N}{t} = \frac{10}{2} = 5 \text{ Hz}$   
 Άρα  $\omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rad/sec}$ .

Μετά την συμβολή των κυμάτων το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Μ είναι:

$$A' = 2A \sin 2\pi \frac{x_2 - x_1}{2\lambda} = 2A \sin 2\pi \frac{10 - 6}{4} = 2A$$

$$\text{με } \lambda = \frac{u}{f} = 2 \text{ m}$$

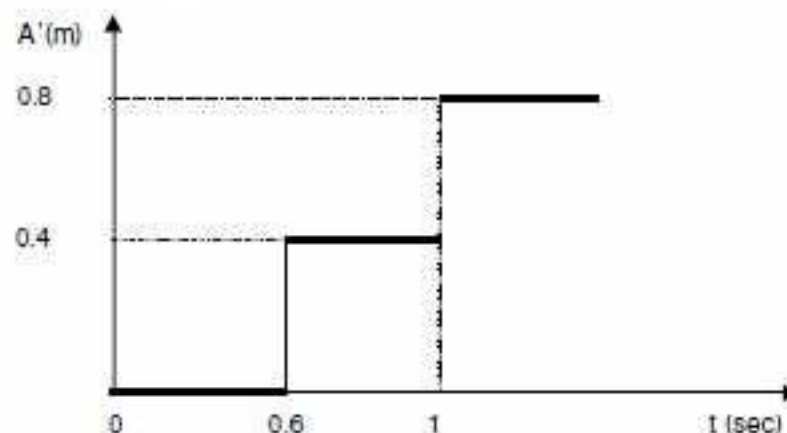
Επομένως  $2A' = 4A = 1,6 \text{ m}$ , άρα  $A = 0,4 \text{ m}$ .  
 Έτσι  $y = 0,4 \sin 10\pi t$ .

- Η φάση ταλάντωσης της πηγής Α είναι  $\phi = \omega t = 10\pi t$   
 Το σημείο Μ ξεκινάει ταλάντωση τη χρονική στιγμή  $t_1$  που φτάνει το κύμα από την κοντινότερη πηγή.  
 Οπότε τη στιγμή  $t_1 = x_1/u = 0,6 \text{ sec}$  η φάση της πηγής είναι  $\phi_1 = 10\pi t_1 = 6\pi \text{ rad}$

Τα κύματα συμβάλλουν την χρονική στιγμή  $t_2$  που στο σημείο Μ φτάνει το κύμα και από τη δεύτερη πηγή.  
 Οπότε τη στιγμή  $t_2 = x_2/u = 1 \text{ sec}$  η φάση της πηγής είναι  $\phi_2 = 10\pi t_2 = 10\pi \text{ rad}$ .  
 Άρα η μεταβολή της φάσης είναι  $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = 4\pi \text{ rad}$ .

- Όταν  $0 \leq t < 0,6 \text{ sec}$  το Μ είναι ακίνητο γιατί δεν έχει φτάσει ακόμη κανένα από τα δυο κύματα, οπότε  $A = 0$   
 Όταν  $0,6 \text{ sec} \leq t < 1 \text{ sec}$  τότε το σημείο Μ κάνει απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος  $A = 0,4 \text{ m}$ .

Όταν  $t \geq 1 \text{ sec}$  τότε στο σημείο Μ συμβάλλουν τα κύματα και από τις δυο πηγές οπότε το σημείο Μ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος  $A' = 2A = 0,8 \text{ m}$ .



- Για το μέτρο της επιτάχυνσης ισχύει  $a = \omega^2 y$ , άρα  $y = \frac{a}{\omega^2} = 0,4 \text{ m}$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης ενέργειας ταλάντωσης  
 $K + U = E_{ολ}$

$$\frac{1}{2} m u^2 + \frac{1}{2} D x^2 = \frac{1}{2} D A'^2$$

$$\text{όμως } D = m \omega^2$$

$$\text{Τελικά } u = \sqrt{\omega^2 (A'^2 - y^2)} = 4\pi\sqrt{3} \text{ m/sec}$$

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 2<sup>ΟΥ</sup> ΘΕΜΑΤΟΣ

- Μήκος κύματος  $\lambda = \frac{u}{f} = 5 \text{ m}$ .

Τα άκρα της χορδής είναι δεσμοί.

$$\text{Άρα } \kappa \frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \kappa = \frac{2L}{\lambda} \Rightarrow \kappa = 6$$

Άρα πάνω στη χορδή σχηματίζονται 7 δεσμοί. Σωστή απάντηση η 3.

$$B) E_M = \frac{1}{2} D A'^2$$

$$E_{\text{κοιλίας}} = \frac{1}{2} D (2A)^2$$

$$\text{Όμως } E_M = \frac{1}{2} E_{\text{κοιλίας}} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2} D A'^2 = \frac{1}{4} D 4A^2 \Leftrightarrow$$

$$A' = A\sqrt{2}$$

$$\text{Όμως } A' = 2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} = A\sqrt{2}$$

$$\text{Άρα } \sin \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \sin \frac{\pi}{4}$$

$$\text{Άρα } \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{4} \Leftrightarrow$$

$$8x = \lambda \Leftrightarrow$$

$$x = \frac{\lambda}{8} = \frac{5}{8} \text{ m}$$

Σωστή απάντηση η 2.