

**ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**3<sup>ο</sup> ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΚΥΜΑΤΑ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER - ΘΕΜΑΤΑ**

**ΘΕΜΑ Α**

Στις προτάσεις **A1α** έως **A4β** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

**A1α.** Ένα αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ομογενές ελαστικό μέσο στην κατεύθυνση του άξονα  $x'x$ . Η απόλυτη τιμή της διαφοράς φάσης της ταλάντωσης δύο σημείων του ελαστικού μέσου στα οποία έχει φτάσει το κύμα εξαρτάται από

- α. το χρόνο ταλάντωσης των σημείων.
- β. την απόσταση των θέσεων ισορροπίας των δύο σημείων.
- γ. την κατεύθυνση διάδοσης του κύματος.
- δ. την αρχική φάση της ταλάντωσης του σημείου που βρίσκεται στη θέση  $x = 0$ .

(Μονάδες 3)

**A1β.** Σε ένα αρμονικό κύμα που διαδίδεται σε ένα ομογενές ελαστικό μέσο η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι

- α. ανάλογη με το μήκος κύματος του κύματος.
- β. αντιστρόφως ανάλογη της συχνότητας του κύματος.
- γ. αντιστρόφως ανάλογη του μήκους κύματος του κύματος.
- δ. ανεξάρτητη από τη συχνότητα και το μήκος κύματος του κύματος.

(Μονάδες 2)

**A2α.** Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων ταλαντώνονται χωρίς αρχική φάση και δημιουργούν στην επιφάνεια ενός υγρού δύο όμοια αρμονικά κύματα που έχουν ταχύτητα διάδοσης  $v$ , πλάτος  $A$  και μήκος κύματος  $\lambda$ . Ένα σημείο του υγρού απέχει από τις δύο πηγές αποστάσεις  $d_1$  και  $d_2$  αντίστοιχα για τις οποίες ισχύει η σχέση  $d_1 - d_2 = N\lambda$ . Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου υπολογίζεται από τη σχέση

α.  $\frac{4\pi v A}{\lambda}$       β.  $\frac{2\pi v A}{\lambda}$       γ.  $\frac{\pi v A}{\lambda}$       δ.  $\frac{\pi v A}{2\lambda}$

(Μονάδες 3)

**A2β.** Δύο σύγχρονες πηγές ταλαντώνονται και δημιουργούν στην επιφάνεια ενός υγρού δύο όμοια αρμονικά κύματα με πλάτος ταλάντωσης  $A$  και γωνιακή συχνότητα  $\omega$ . Τα σημεία του υγρού που ταλαντώνονται λόγω συμβολής έχουν

- α. πλάτος ταλάντωσης που παίρνει τιμές από  $A$  έως  $2A$ .
- β. μέγιστη επιτάχυνση ταλάντωσης που παίρνει τιμές από  $0$  έως  $4\omega^2 A$ .
- γ. μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης που παίρνει τιμές από  $0$  έως  $2\omega A^2$ .
- δ. την ίδια περίοδο.

(Μονάδες 2)

**A3α.** Κατά μήκος μιας χορδής έχει δημιουργηθεί ένα στάσιμο κύμα. Το πλάτος της ταλάντωσης των υλικών σημείων της χορδής

α. είναι ίδιο για όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών.

β. εξαρτάται από τη χρονική στιγμή.

γ. εξαρτάται από τη θέση των υλικών σημείων.

δ. είναι ίδιο για όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που έχουν την ίδια φάση.

(Μονάδες 3)

**A3β.** Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που ταλαντώνονται

α. έχουν κάθε χρονική στιγμή την ίδια φορά κίνησης.

β. ακινητοποιούνται στιγμιαία ταυτόχρονα.

γ. έχουν συχνότητα ταλάντωσης που εξαρτάται από τη θέση τους.

δ. έχουν την ίδια ταχύτητα όταν διέρχονται από την θέση ισορροπίας τους.

(Μονάδες 2)

**A4α.** Ένας παρατηρητής κατευθύνεται με διαρκώς μειούμενη ταχύτητα προς μία ακίνητη ηχητική πηγή που εκπέμπει ήχο με συχνότητα  $f_s$ . Ο παρατηρητής σταματά πριν την πηγή. Η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι αρχικά

α. μεγαλύτερη από την  $f_s$  και συνεχώς αυξάνεται μέχρι μία σταθερή τιμή.

β. μικρότερη από την  $f_s$  και συνεχώς αυξάνεται μέχρι μία σταθερή τιμή.

γ. μεγαλύτερη της  $f_s$  και συνεχώς μειώνεται μέχρι μία σταθερή τιμή.

δ. μικρότερη από την  $f_s$  και συνεχώς μειώνεται μέχρι μία σταθερή τιμή

(Μονάδες 3)

**A4β.** Μία ηχητική πηγή απομακρύνεται από ακίνητο παρατηρητή με ταχύτητα  $v_s$  και εκπέμπει ήχο με περίοδο  $T_s$ . Η περίοδος του ήχου,  $T_A$ , που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής δίνεται από τη σχέση

α. 
$$T_A = \frac{v_{\eta\chi} + v_s}{v_{\eta\chi}} T_s$$

β. 
$$T_A = \frac{v_{\eta\chi} - v_s}{v_{\eta\chi}} T_s$$

γ. 
$$T_A = \frac{v_{\eta\chi}}{v_{\eta\chi} + v_s} T_s$$

δ. 
$$T_A = \frac{v_{\eta\chi}}{v_{\eta\chi} - v_s} T_s$$

(Μονάδες 2)

**A5.** Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.

α. Τα εγκάρσια μηχανικά κύματα διαδίδονται στα υγρά, στα στερεά και στα αέρια.

β. Η ταχύτητα διάδοσης ενός ηχητικού κύματος εξαρτάται από το πόσο ισχυρή είναι η διαταραχή που το προκάλεσε.

γ. Ένα σύνθετο κύμα μπορεί να θεωρηθεί αποτέλεσμα της επαλληλίας ενός αριθμού αρμονικών κυμάτων με επιλεγμένα πλάτη και μήκη κύματος.

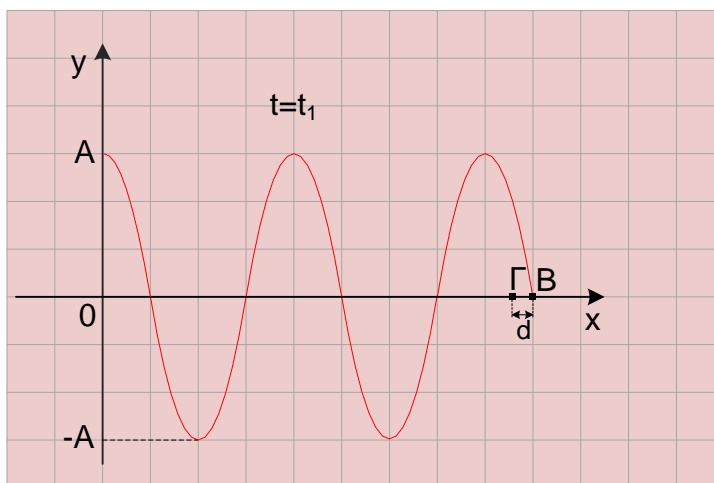
δ. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Η διαφορά φάσης της ταλάντωσης δύο διαδοχικών κοιλιών του μέσου είναι  $2\pi \text{ rad}$ .

ε. Το φαινόμενο Doppler ισχύει για κάθε μορφή κύμανσης, όπως το φως.

(Μονάδες 5)

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Στο διάγραμμα δίνεται το στιγμιότυπο ενός εγκάρσιου αρμονικού κύματος που διαδίδεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα  $x'x$  τη χρονική στιγμή  $t_1$ . Ένα υλικό σημείο  $\Gamma$  του ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται το κύμα απέχει από το σημείο  $B$  απόσταση  $d = \frac{\lambda}{12}$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος. Η φάση του σημείου  $\Gamma$  τη χρονική στιγμή  $t_2 = t_1 + \frac{T}{6}$  είναι



α.  $\frac{\pi}{2}$

β.  $\frac{\pi}{3}$

γ.  $\frac{2\pi}{3}$

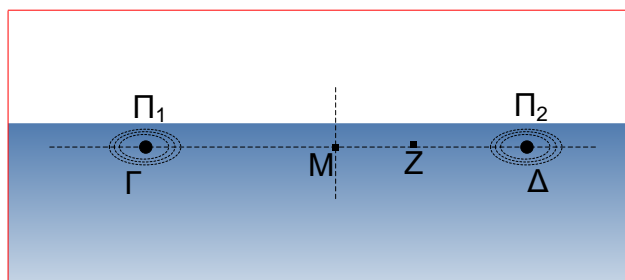
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B2.** Δύο σύγχρονες πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  που βρίσκονται στα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  αντίστοιχα της επιφάνειας υγρού παράγουν πανομοιότυπα εγκάρσια αρμονικά κύματα με ίδιο πλάτος  $A$  και ίσες περιόδους  $T$ . Ένα υλικό σημείο  $Z$  της επιφάνειας του υγρού βρίσκεται επάνω στο ευθύγραμμο τμήμα  $\Gamma\Delta$  δεξιά της μεσοκαθέτου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η διαφορά φάσης της ταλάντωσης του σημείου  $Z$  λόγω των δύο κυμάτων είναι  $\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \text{ rad}$ .



Αντικαθιστούμε το υγρό και επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα με τις ίδιες πηγές να ταλαντώνονται με την ίδια περίοδο και το ίδιο πλάτος. Οι χρονικές στιγμές  $t_1$  και  $t_2$  κατά τις οποίες αρχίζει να ταλαντώνεται το σημείο Z λόγω του κάθε κύματος ξεχωριστά συνδέονται με τη σχέση

$$t_1 - t_2 = \frac{3T}{4} . \text{ Αν με } A_1', A_2' \text{ συμβολίσουμε τα πλάτη ταλάντωσης του σημείου Z στο πρώτο και το}$$

δεύτερο πείραμα αντίστοιχα, τότε αυτά συνδέονται με τη σχέση

α.  $\frac{A_1'}{A_2'} = 2$

β.  $\frac{A_1'}{A_2'} = \sqrt{2}$

γ.  $\frac{A_1'}{A_2'} = \sqrt{3}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B3.** Κατά μήκος μιας χορδής έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα με εξίσωση  $y = 2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}\eta\mu\frac{2\pi t}{T}$  .

Δύο σημεία Β και Γ της χορδής έχουν τη χρονική στιγμή  $t_1$  ταχύτητες  $v_B = \omega A\sqrt{2}$  και  $v_\Gamma = \omega A\sqrt{3}$  .

Εάν τη χρονική στιγμή  $t_1$  η απομάκρυνση του σημείου Β είναι  $y_B = \sqrt{\frac{2}{3}} \times 10^{-2} \text{ m}$  , την ίδια χρονική στιγμή η απομάκρυνση του σημείου Γ είναι

α.  $y_\Gamma = \sqrt{2} \text{ cm}$

β.  $y_\Gamma = 1 \text{ cm}$

γ.  $y_\Gamma = \sqrt{3} \text{ cm}$

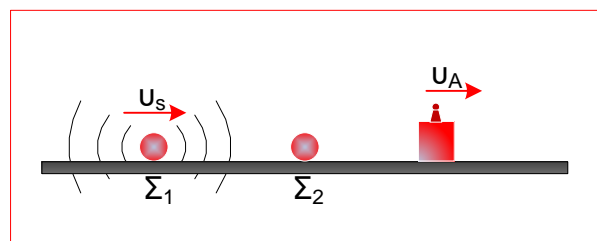
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

**B4.** Σώμα  $\Sigma_1$ , μάζας  $m_1$ , έχει ενσωματωμένη ηχητική πηγή που εκπέμπει ήχο με συχνότητα  $f_s$  και κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα  $u_s$  . Στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και στην ίδια



κατεύθυνση με αυτήν στην οποία κινείται η πηγή, κινείται ανιχνευτής ήχων απομακρυνόμενος από την πηγή με σταθερή ταχύτητα  $u_A$ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα  $\Sigma_1$  συγκρούεται κε-

ντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$ , μάζας  $m_2 = \frac{m_1}{4}$ , χωρίς να καταστραφεί η ηχητική πηγή.

Τα μήκη κύματος που καταγράφει ο ανιχνευτής ελάχιστα πριν από την κρούση και αμέσως μετά την κρούση  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  αντίστοιχα συνδέονται με τη σχέση

α.  $\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{v_s}{5f_s}$

β.  $\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{3v_s}{5f_s}$

γ.  $\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{2v_s}{5f_s}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 5)

### ΘΕΜΑ Γ

Ένα τεντωμένο σχοινί OB, μήκους  $L=0,45\text{ m}$ , εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα  $x'x$ . Με κατάλληλη διαδικασία δημιουργούμε στάσιμο κύμα κατά μήκος του σχοινοῦ. Το άκρο B είναι ακλόνητα στερεωμένο, ενώ στο άκρο O εμφανίζεται κοιλία που αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση τη χρονική στιγμή  $t_0=0\text{ s}$  χωρίς αρχική φάση. Το υλικό σημείο Γ του σχοινοῦ που βρίσκεται στη θέση  $x_\Gamma=0,025\text{ m}$  είναι το πλησιέστερο σημείο στο άκρο O του σχοινοῦ που ταλαντώνεται με μέγιστη ταχύτητα  $v_{\Gamma(\max)}$  η οποία συνδέεται με τη μέγιστη ταχύτητα  $v_{O(\max)}$  του σημείου O με τη σχέση  $v_{\Gamma(\max)} = \frac{\sqrt{2}}{2}v_{O(\max)}$ . Το σημείο Γ κατά την ταλάντωσή του μεγιστοποιεί το μέτρο της ορμής του 40 φορές ανά δευτερόλεπτο και όταν η απομάκρυνσή του είναι  $y_{\Gamma_1}=0,05\text{ m}$  έχει ταχύτητα μέτρου  $v_{\Gamma_1}=2\pi\text{ m/s}$ .

Γ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος  $\lambda$  και την περίοδο  $T$  των κυμάτων που δημιούργησαν το κύμα.

(Μονάδες 5)

Γ2. Να βρείτε το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Γ.

(Μονάδες 5)

Γ3. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος και να υπολογίσετε τον αριθμό των κοιλιών μεταξύ των σημείων Γ και B.

(Μονάδες 5)

Γ4. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t_1 = \frac{5T}{4}$ .

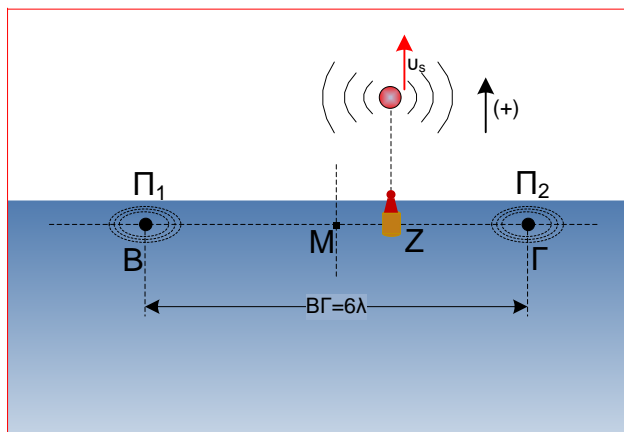
(Μονάδες 5)

Γ5. Να προσδιορίσετε το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σημείου O.

(Μονάδες 5)

## ΘΕΜΑ Δ

Στις θέσεις Β και Γ της επιφάνειας ενός υγρού δύο σύγχρονες σημειακές πηγές  $\Pi_1, \Pi_2$  ξεκινούν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή  $t=0s$  σύμφωνα με τις εξισώσεις  $y_1 = y_2 = A\eta\mu\omega t$ . Η απόσταση των δύο πηγών είναι  $(B\Gamma) = 6\lambda$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος των κυμάτων που παράγουν οι πηγές. Σε ένα σημείο Ζ της ευθείας που ενώνει τις δύο πηγές βρίσκεται ένας φελλός αμελητέων διαστάσεων στον οποίο είναι ενσωματωμένος ανιχνευτής ηχητικών κυμάτων. Η απόσταση του φελλού από την πηγή  $\Pi_1$  είναι  $(BZ) = 8m$ . Το σημείο Ζ είναι το δεύτερο



πλησιέστερο σημείο στο μέσον Μ του ευθύγραμμου τμήματος ΒΓ που ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος. Μετά τη συμβολή των δύο κυμάτων στον φελλό ισχύουν τα παρακάτω:

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της κινητικής ενέργειας του φελλού

είναι  $\Delta t = \frac{1}{10} s$  και ο φελλός διανύει διάστημα  $s = 0,8 m$  σε χρονικό διάστημα 10 περιόδων.

Στην κατακόρυφο που συμπίπτει με τη διεύθυνση ταλάντωσης του φελλού κινείται απομακρυνόμενη από αυτόν με ταχύτητα  $v_s = 5 m/s$  μια ηχητική πηγή που εκπέμπει ήχο συχνότητας  $f_s = 690 Hz$ .

**Δ1.** Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και την περίοδο των κυμάτων .

(Μονάδες 5)

**Δ2.** Να γράψετε τις εξισώσεις ταλάντωσης του φελλού λόγω του κάθε κύματος ξεχωριστά και την εξίσωση της απομάκρυνσής του λόγω της συμβολής των κυμάτων.

(Μονάδες 5)

**Δ3.** Να σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες την απομάκρυνση του φελλού σε σχέση με το χρόνο για το χρονικό διάστημα  $0 \leq t \leq 1 s$ .

(Μονάδες 5)

**Δ4.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα του ήχου που καταγράφει ο ανιχνευτής τη χρονική στιγμή  $t_1 = 0,6 s$  και τη συχνότητα που καταγράφει τη χρονική στιγμή  $t_2 = 1 s$ .

(Μονάδες 5)

**Δ5.** Αυξάνουμε τη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών κατά 25%, χωρίς να μεταβάλλουμε το πλάτος ταλάντωσής τους. Αν οι πηγές άρχισαν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή  $t=0s$ , να υπολογίσετε τη συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής τη χρονική στιγμή  $t_3 = 1,2 s$ .

(Μονάδες 5)

Δίνονται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα  $v_{\eta\chi} = 340 m/s$  και  $\pi = 3,14$ .

---- ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ----

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Το διαγώνισμα επιμελήθηκε ο Παπαθεοδώρου Χαράλαμπος - Φυσικός

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον Παλόγο Αντώνιο, Φυσικό.