

**KYMATΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER****ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

**Α1.** Αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα x'Οx. Καθώς απομακρυνόμαστε από τη πηγή ενός κύματος.

- α. Η φάση ταλάντωσης μειώνεται.
- β. Η συχνότητα ταλάντωσης μειώνεται.
- γ. Το μήκος κύματος αυξάνεται.
- δ. Το πλάτος του κύματος αυξάνεται.

(5 μονάδες)

**Α2.** Σε γραμμικό ελαστικό μέσο διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα συχνότητας  $f$  και μήκους κύματος  $\lambda$ , με θετική ταχύτητα. Την χρονική στιγμή  $t = 0$  το υλικό σημείο  $M$  ( $x = +\lambda$ ) βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του, κινούμενο προς την ακραία αρνητική θέση της ταλάντωσής του. Η φάση του αρμονικού κύματος είναι :

- α.  $\varphi = 2\pi(ft - \frac{x}{\lambda} + \frac{1}{2})$
- β.  $\varphi = 2\pi(ft - \frac{x}{\lambda} + \frac{3}{2})$
- γ.  $\varphi = 2\pi(ft - \frac{x}{\lambda} + 1)$
- δ.  $\varphi = 2\pi(ft - \frac{x}{\lambda} + 2)$

(5 μονάδες)

**Α3.** Ηχητική πηγή παράγει ήχο συχνότητας  $f_s = 500\text{Hz}$ , ενώ ένας παρατηρητής Α ακούει ήχο συχνότητας  $f_A = 600\text{Hz}$ . Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι:

- α. Ο παρατηρητής απομακρύνεται από την ακίνητη πηγή.
- β. Η πηγή απομακρύνεται από τον ακίνητο παρατηρητή.
- γ. Πηγή και παρατηρητής πλησιάζουν ο ένας τον άλλο.
- δ. Πηγή και παρατηρητής απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο.

(5 μονάδες)

**Α4.** Ποιο από τα παρακάτω δεν χαρακτηρίζει ένα στάσιμο κύμα.

- α. Το πλάτος της ταλάντωσης κάθε σημείου εξαρτάται από τη θέση του σημείου .
- β. Δύο τυχαία σημεία έχουν ίδια φάση ή αντίθετη φάση .
- γ. Σημεία μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών έχουν κάθε στιγμή ίδια ταχύτητα και απομάκρυνση .
- δ. Η οριζόντια απόσταση δύο διαδοχικών κοιλιών είναι  $\lambda/2$

(5 μονάδες)

**A5.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις σωστές ή λανθασμένες:

- α. Η λειτουργία των ραντάρ μέτρησης της ταχύτητας των αυτοκινήτων, που χρησιμοποιεί η αστυνομία βασίζεται στο φαινόμενο Doppler.
- β. Στο στάσιμο κύμα η μέγιστη απόσταση δεσμού-διαδοχικής κοιλίας ισούται με  $\lambda/4$
- γ. Το φαινόμενο της συμβολής δύο κυμάτων εμφανίζεται σε κάθε περίπτωση που τα δύο κύματα διαδίδονται ταυτόχρονα στην ίδια περιοχή του ελαστικού μέσου.
- δ. Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται μόνο στα στερεά και κατά προσέγγιση στην ελεύθερη επιφάνεια των υγρών
- ε. Το μήκος κύματος ενός εγκάρσιου αρμονικού κύματος που διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων του μέσου που κάθε χρονική στιγμή απέχουν το ίδιο από τη θέση ισορροπίας τους και κινούνται με αντίθετη φορά.

( 5x1 μονάδες )

### **ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον ημιάξονα  $Ox$  διαδίδεται αρμονικό κύμα πλάτους  $A$ , προς τη θετική κατεύθυνση. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  το υλικό σημείο που βρίσκεται στην αρχή  $O$  του άξονα ξεκινά να ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα και η φάση της ταλάντωσής του μεταβάλλεται με ρυθμό  $4\pi$  rad/s. Στη χρονική διάρκεια του  $3^{ου}$  δευτερολέπτου το κύμα θέτει σε ταλάντωση όλα τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου που βρίσκονται μεταξύ των σημείων  $K$  ( $x_K=+1,6m$ ) και  $M$ , συμπεριλαμβανομένων των  $K$  και  $M$ . Αν τη χρονική στιγμή  $t_1$  που ξεκινά να ταλαντώνεται το σημείο  $M$  έχει ήδη ξεκινήσει να ταλαντώνεται και το σημείο  $K$ , τότε ο αριθμός των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου που διέρχονται από θέση απομάκρυνσης  $y=+A/2$  τη χρονική στιγμή  $t_1$  ισούται με :

- α. 8                      β. 4                      γ. 12

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση                      (1 Μονάδα)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.                      (5 Μονάδες)

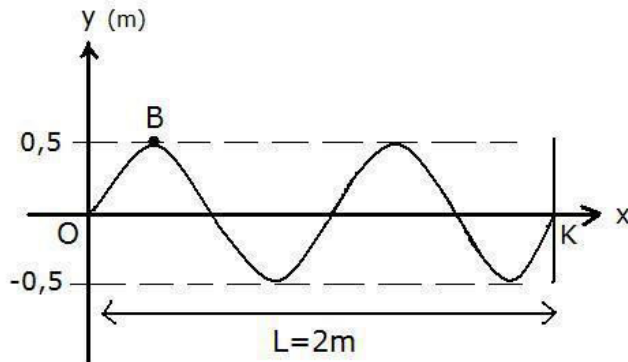
**B2.** Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  βρίσκονται στα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  και δημιουργούν στην επιφάνεια ενός υγρού κύματα με το ίδιο μήκος κύματος  $\lambda$ . Σημείο  $\Sigma$  της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή  $\Pi_1$  απόσταση  $r_1 = 2\lambda$  και από την πηγή  $\Pi_2$  απόσταση  $r_2$  ( $r_1 > r_2$ ), έτσι ώστε τα σημεία  $\Gamma, \Delta$  και  $\Sigma$  να σχηματίζουν ορθογώνιο τρίγωνο με  $\hat{\Sigma} = 90^\circ$ . Το σημείο  $\Sigma$  ανήκει στην πιο κοντινή στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος  $\Gamma\Delta$ , υπερβολή ακυρωτικής συμβολής. Η απόσταση μεταξύ των δύο πηγών ισούται με:

- α.  $1,5\lambda$                       β.  $5\lambda$                       γ.  $2,5\lambda$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (5 Μονάδες)

**B3.** Στο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος σε χορδή ΟΚ μήκους



$L=2\text{m}$  τη χρονική στιγμή  $t_1$  που η δυναμική ενέργεια των υλικών σημείων είναι το  $\frac{1}{4}$  της μέγιστης τιμής της. Η κινητική ενέργεια των σημείων μηδενίζεται για 1η φορά σε χρόνο  $\Delta t = \frac{1}{6}$  s μετά τη χρονική στιγμή  $t_1$ , στην οποία το σημείο B ανέρχεται.

Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι (θεωρούμε  $x=0$  αντιστοιχεί σε κοιλία):

α.  $y=0,5 \sin(2\pi x) \eta\mu(2\pi t)$

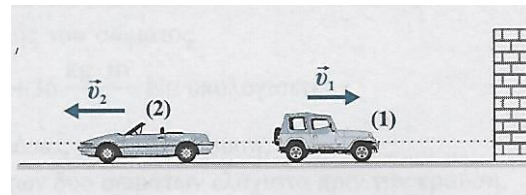
β.  $y= \sin(2\pi x) \eta\mu(2\pi t)$

γ.  $y= \sin(\pi x) \eta\mu(4\pi t)$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (6 Μονάδες)

**B4.** Το αυτοκίνητο (1) του διπλανού σχήματος κινείται προς έναν κατακόρυφο τοίχο, κάθετα προς αυτόν με ταχύτητα  $v_1$ , ενώ το αυτοκίνητο (2) κινείται στην ίδια ευθεία με το αυτοκίνητο (1) με ταχύτητα  $v_2$ , απομακρυνόμενο από τον τοίχο. Ο



οδηγός του αυτοκινήτου (1) χρησιμοποιεί συνεχώς την κόρνα του και ο οδηγός του αυτοκινήτου (2) αντιλαμβάνεται δύο ηχητικά κύματα με συχνότητες  $f_a$  και  $f_b$ , (το κύμα συχνότητας  $f_a$  προέρχεται από την κατευθείαν διάδοση του ηχητικού κύματος της κόρνας προς το αυτοκίνητο (2), ενώ το κύμα συχνότητας  $f_b$ , προέρχεται από την ανάκλαση του ηχητικού κύματος της κόρνας στον κατακόρυφο τοίχο). Το πηλίκο των δύο αυτών συχνοτήτων ισούται με  $\frac{f_a}{f_b} = 0,8$ , ενώ η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον

ακίνητο αέρα έχει μέτρο  $v_{\eta\chi}$ .

Το μέτρο της ταχύτητας του αυτοκινήτου (1) ισούται με:

α.  $\frac{v_{\eta\chi}}{25}$       β.  $\frac{v_{\eta\chi}}{15}$       γ.  $\frac{v_{\eta\chi}}{9}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (1 Μονάδα )

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (5 Μονάδες)

### **ΘΕΜΑ Γ**

Ένα τρένο κινείται σε ευθεία γραμμή με σταθερή ταχύτητα  $v_1$  πλησιάζοντας την αρχή μιας γέφυρας μήκους  $L = 120 \text{ m}$ . Σε απόσταση  $d = 420 \text{ m}$  από την αρχή της γέφυρας ο μηχανοδηγός ενεργοποιεί τη σφυρίχτρα του τρένου, η οποία εκπέμπει ηχητικά κύματα συχνότητας  $f_1 = 620 \text{ Hz}$ . Ένας ποδηλάτης που βλέπει το τρένο να έρχεται ξεκινά να κινείται από την αρχή της γέφυρας με σταθερή ταχύτητα  $v_2$  τη στιγμή που το τρένο αρχίζει να σφυρίζει, και κινείται πλάι στις γραμμές με σκοπό να φτάσει στο τέλος της γέφυρας όπου βρίσκεται ο σταθμός επιβίβασης. Κατά τη διάρκεια της κίνησής του ο ποδηλάτης αντιλαμβάνεται ότι η σφυρίχτρα του τρένου εκπέμπει κύματα συχνότητας  $f_2 = 660 \text{ Hz}$ , ενώ ο ακίνητος σταθμάρχης του σταθμού βλέπει το τρένο να έρχεται ακούγοντας τη σφυρίχτρα του τρένου να εκπέμπει κύματα συχνότητας  $f_3 = 680 \text{ Hz}$ .

**Γ1.** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του τρένου.

**Γ2.** Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των ηχητικών κυμάτων της σφυρίχτρας του τρένου που αντιλαμβάνεται ο σταθμάρχης.

**Γ3.** Να διερευνήσετε εάν ο ποδηλάτης θα προλάβει να φτάσει στο σταθμό πριν το τρένο.

**Γ4.** Αν αρχίσει και ο ποδηλάτης, καθώς κινείται με τη σταθερή ταχύτητα  $v_2$  να εκπέμπει ηχητικά κύματα με τη δική του σφυρίχτρα, έτσι ώστε να ειδοποιήσει το σταθμάρχη για να σταματήσει το τρένο., να υπολογίσετε ποια πρέπει να είναι η συχνότητα  $f_{\pi} < f_2$  της δικής του σφυρίχτρας ώστε ο σταθμάρχης να ακούει διακροτήματα συχνότητας  $f_{\delta} = 6 \text{ Hz}$ .

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον ακίνητο αέρα:  $v_{\eta\chi} = 340 \text{ m/s}$ .

( 6+6+6+7 μονάδες )

### **ΘΕΜΑ Δ**

Δύο σύγχρονες σημειακές πηγές αρμονικών κυμάτων  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$ , που απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d=1,7\text{m}$ , ταλαντώνονται με εξίσωση  $y = A\eta\mu 10\pi t$  (S.I) και δημιουργούν στην επιφάνεια ελαστικού μέσου εγκάρσια αρμονικά κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα  $2\text{m/s}$ .

**Δ1.** Να υπολογίσετε το λόγο των μέγιστων επιταχύνσεων, που αποκτούν μετά τη συμβολή των κυμάτων σε αυτά, δύο σημείων Μ και Λ, από τα οποία το Μ βρίσκεται στο μέσο της απόστασης των δύο πηγών και το Λ σημείο της επιφάνειας του μέσου και απέχει από την πηγή  $\Pi_1$  απόσταση  $r_1=1,6\text{m}$  και από την πηγή  $\Pi_2$   $r_2=0,8\text{m}$ .

**Δ2.** Να υπολογίσετε το λόγο της μέγιστης κινητικής ενέργειας δύο υλικών σημείων Μ και Ζ ίδιας μάζας, μετά την έναρξη της συμβολής σε αυτά, αν το σημείο Ζ βρίσκεται στην ευθεία των δύο πηγών, αλλά έξω από το τμήμα  $\Pi_1\Pi_2$  και πλησιέστερα στην πηγή  $\Pi_2$  και το Μ στο μέσο της απόστασης των δύο πηγών.

**Δ3.** Να βρείτε τον αριθμό των σημείων ενισχυτικής συμβολής μεταξύ του μέσου Μ και του σημείου Δ του τμήματος  $\Pi_1\Pi_2$  που απέχει από την πηγή  $\Pi_2$  απόσταση ίση με  $d_2=0,2m$ .

**Δ4.** Μεταβάλλουμε τη συχνότητα και των δύο πηγών, ώστε να παραμένουν σύγχρονες.

α. Να υπολογίσετε την ελάχιστη συχνότητα, ώστε το σημείο Δ να είναι σημείο ενισχυτικής συμβολής.

β. Να βρείτε τις πιθανές τιμές των συχνοτήτων των δύο πηγών, ώστε το σημείο Δ να είναι το πιο κοντινό στην πηγή  $\Pi_2$  σημείο ακυρωτικής συμβολής.

[6+6+6+(3+4)=25 μονάδες

## ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

### ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις 1 - 4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

1. Στα εγκάρσια κύματα, το μήκος κύματος  $\lambda$  είναι ίσο με την απόσταση

- α. μεταξύ δύο διαδοχικών πυκνωμάτων.
- β. μεταξύ μιας κορυφής και της επόμενης κοιλάδας.
- γ. που διανύει το κύμα σε μια περίοδο.
- δ. που διανύει το κύμα σε ένα δευτερόλεπτο.

Μονάδες 5

2. Αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου κατά τον άξονα  $x'x$  και περιγράφεται από την εξίσωση  $y = 4 \cdot \eta\mu\pi(2t - \frac{2x}{5})$  (S.I.)

- α. Η περίοδος του κύματος είναι 1s.
- β. Η φάση ενός σημείου του ελαστικού μέσου είναι ίση με  $t - \frac{x}{5}$  ακτίνια.
- γ. Το πλάτος ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου είναι ίσο με 4cm.
- δ. Το μήκος κύματος είναι ίσο με 0,5 m.

Μονάδες 5

3. Ένας παρατηρητής και μια ηχητική πηγή κινούνται στην ίδια ευθεία με σταθερές ταχύτητες μέτρου  $u_A$  και  $u_S$  αντίστοιχα. Η πηγή παράγει ήχο συχνότητας  $f_S$  και ο παρατηρητής τον αντιλαμβάνεται με συχνότητα  $f_A$ . Αν πηγή και παρατηρητής

- α) απομακρύνονται μεταξύ τους, ισχύει  $f_A > f_S$ .
- β) πλησιάζουν μεταξύ τους, ισχύει  $f_A > f_S$ .
- γ) απομακρύνονται με ταχύτητες ίδιου μέτρου, ισχύει  $f_A > f_S$ .
- δ) πλησιάζουν μεταξύ τους με ταχύτητες ίδιου μέτρου, ισχύει  $f_A < f_S$ .

Μονάδες 5

4. Πηγή ήχου και παρατηρητής κινούνται στην ίδια ευθεία. Όταν συμβαίνει φαινόμενο Doppler και ο παρατηρητής ακούει ήχο μεγαλύτερης συχνότητας από τη συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η πηγή,

- α) μεταβάλλεται η συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η πηγή κυμάτων.
- β) ο παρατηρητής και ηχητική πηγή κινούνται με την ίδια ταχύτητα.
- γ) η απόσταση μεταξύ παρατηρητή και πηγής ήχου μειώνεται.
- δ) η απόσταση μεταξύ παρατηρητή και πηγής ήχου αυξάνεται.

Μονάδες 5

5. Στην παρακάτω ερώτηση 5 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. Ένας παρατηρητής προχωρά με ταχύτητα σταθερού μέτρου  $u_A$  προς μια πηγή που εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας  $f_S$ . Αν ο ήχος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα  $u_{\eta\chi}$ , ως προς τον παρατηρητή διαδίδεται με ταχύτητα  $u_{\eta\chi} - u_A$ .

β. Το φαινόμενο Doppler αξιοποιείται για τη μέτρηση της ταχύτητας των αυτοκινήτων και των αεροπλάνων με το ραντάρ.

γ. Σύγχρονες πηγές ονομάζονται αυτές που δημιουργούν ταυτόχρονα μέγιστα και ελάχιστα.

δ. Η συχνότητα ταλάντωσης της πηγής ενός κύματος είναι ίση με τη συχνότητα ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου που διαδίδεται το κύμα.

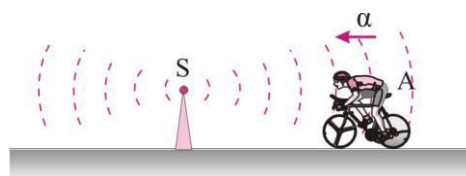
ε. Στο στάσιμο κύμα οι κοιλίες παραμένουν συνεχώς ακίνητες.

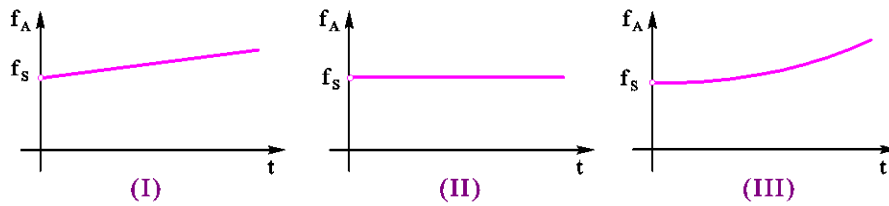
Μονάδες 5

## ΘΕΜΑ Β

Για τις παρακάτω ερωτήσεις να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ο ποδηλάτης Α του σχήματος πλησιάζει προς την ακίνητη ηχητική πηγή S με σταθερή επιτάχυνση μέτρου  $\alpha$ . Η πηγή εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας  $f_S$ . Η συχνότητα  $f_A$  που αντιλαμβάνεται ο ποδηλάτης σε σχέση το χρόνο καθώς αυτός πλησιάζει την πηγή δίνεται από το διάγραμμα





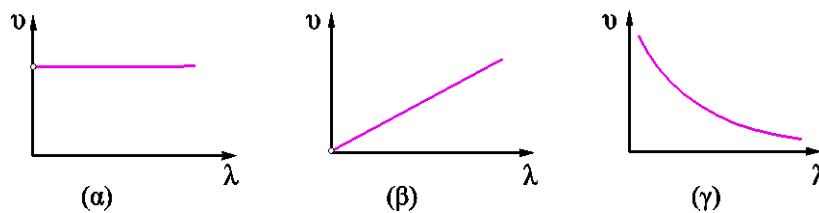
- α. (I)
- β. (II)
- γ. (III)

Μονάδες 2

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

2. Ηχητικά κύματα με διαφορετικά μήκη κύματος διαδίδονται σε ομογενές μέσο διάδοσης. Το διάγραμμα που παριστάνει τη σχέση: ταχύτητα διάδοσης κύματος- μήκος κύματος είναι το



Μονάδες 2

Δικαιολογήστε την απάντησή σας

Μονάδες 4

3. Δύο σύγχρονες σημειακές πηγές  $\Pi_1, \Pi_2$  που βρίσκονται στα σημεία A, B δημιουργούν στο ίδιο μέσο διάδοσης εγκάρσια κύματα, παράγοντας φαινόμενα συμβολής. Με M συμβολίζουμε το μέσον της απόστασης (AB) και N σημείο του ευθυγράμμου τμήματος AB που είναι το πλησιέστερο στο M σημείο στο οποίο συμβαίνει ενισχυτική συμβολή. Η απόσταση (MN) είναι ίση με

- α.  $\lambda/2$
- β.  $\lambda$
- γ.  $2\lambda$

Μονάδες 2

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

4. Ηχητική πηγή κινείται σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα  $v_s = v_{\eta\chi} / 40$  μεταξύ δύο ακίνητων παρατηρητών Α και Β. Η πηγή κατευθύνεται προς τον παρατηρητή Α και απομακρύνεται από τον παρατηρητή Β. Το μήκος κύματος  $\lambda_A$  που εκπέμπει η ηχητική πηγή προς την κατεύθυνση του παρατηρητή Α και το μήκος κύματος  $\lambda_B$  που εκπέμπει η ηχητική πηγή προς την κατεύθυνση του παρατηρητή Β συνδέονται με τη σχέση

α.  $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{39}{40}$

β.  $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{39}{41}$

γ.  $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{40}{41}$

**Μονάδες 2**

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

**Μονάδες 4**

### ΘΕΜΑ Γ

Αρμονικό εγκάρσιο κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση

$$y = 4 \cdot 10^{-2} \eta \mu 2\pi \left( t - \frac{x}{2} \right) \text{ (S.I.)}$$

διαδίδεται σε ομογενή ελαστική χορδή κατά τη θετική κατεύθυνση του ημιάξονα  $Ox$ . Τη χρονική στιγμή  $t=0$ , το σημείο  $O$  της θέσης  $x=0$  αρχίζει να ταλαντώνεται με θετική ταχύτητα.

α) Να υπολογίσετε τη συχνότητα, το μήκος κύματος και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

**Μονάδες 6**

β) Για το σημείο Α της χορδής, που βρίσκεται στη θέση  $x=4\text{m}$ , να βρείτε τη χρονική στιγμή που αρχίζει να ταλαντώνεται και να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας σε σχέση με το χρόνο για το χρονικό διάστημα  $0 \leq t \leq 4\text{s}$ .

**Μονάδες 6**

γ). Αν θεωρήσουμε ότι στο σημείο Α υπάρχει στοιχειώδης μάζα  $2 \cdot 10^{-3} \text{kg}$ , να υπολογίσετε την ενέργεια ταλάντωσής της και να σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες τη δυναμική ενέργεια της στοιχειώδους μάζας σε συνάρτηση με το χρόνο, για το χρονικό διάστημα  $0 \leq t \leq 4\text{s}$ .

**Μονάδες 6**

δ) Τη χρονική στιγμή  $t=4s$ , να βρείτε την οριζόντια απόσταση από το σημείο Ο εκείνου του σημείου το οποίο περνά από την απομάκρυνση  $2 \cdot 10^{-2} m$  με θετική ταχύτητα για  $1^{\eta}$  φορά.

**Μονάδες 7**

Δίνεται  $\pi^2=10$ .

#### **ΘΕΜΑ Δ**

Σε οριζόντια τεντωμένη χορδή μήκους  $L=1m$  που έχει τα δύο άκρα της Α,Β στερεωμένα ακλόνητα, δημιουργείται στάσιμο κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση

$$y = 2 \cdot 10^{-2} \sin 5\pi x \cdot \eta\mu 4\pi t \quad (S.I.)$$

Να υπολογίσετε:

α) το πλάτος ταλάντωσης και το μήκος κύματος των αρχικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα.

**Μονάδες 6**

β) τον αριθμό των κοιλιών και το συνολικό αριθμό δεσμών που δημιουργούνται στη χορδή.

**Μονάδες 6**

γ) το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Ν της χορδής που απέχει από το μέσον της Μ

$$d = \frac{1}{30} m.$$

**Μονάδες 6**

δ) την αμέσως μικρότερη συχνότητα στάσιμου που μπορεί να αποκατασταθεί στη χορδή καθώς και το νέο πλάτος ταλάντωσης που θα έχει το σημείο Ν, αν τα πλάτη των αρχικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα παρέμειναν ίδια.

**Μονάδες 7**

$$\text{Δίνεται: } \sin \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \sin \frac{11\pi}{30} = \frac{4}{10}$$

# ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

## Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

### **ΘΕΜΑ Α (Μονάδες 25)**

**A1.** Αν η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση μιας φθίνουσας ταλάντωσης είναι της μορφής  $F = -b \cdot v$ , τότε:

- α) η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται με το χρόνο.
- β) το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται γραμμικά με το χρόνο.
- γ) το ποσοστό μείωσης του πλάτους ανά περίοδο είναι σταθερό.
- δ) ανεξάρτητα από τον τρόπο μεταβολής του  $b$  η περίοδος αυξάνεται.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

**Μονάδες 5**

**A2.** Δίνεται ότι το πλάτος μιας εξαναγκασμένης μηχανικής ταλάντωσης με απόσβεση υπό την επίδραση μιας εξωτερικής περιοδικής δύναμης είναι μέγιστο. Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα της δύναμης αυτής το πλάτος ταλάντωσης θα:

- α) διπλασιαστεί.
- β) μειωθεί
- γ) τετραπλασιαστεί
- δ) παραμείνει το ίδιο

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 5**

**A3.** Όταν ένα αρμονικό κύμα αλλάζει μέσο διάδοσης:

- α) η ταχύτητα διάδοσης παραμένει σταθερή.
- β) η συχνότητα του παραμένει σταθερή.
- γ) το μήκος κύματος δε μεταβάλλεται.
- δ) μεταβάλλονται το μήκος κύματος και η συχνότητα του.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

**Μονάδες 5**

**A4.** Το πλάτος μιας φθίνουσας μηχανικής ταλάντωσης μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση  $A = A_0 e^{-\Lambda t}$ . Η σταθερά  $\Lambda$  εξαρτάται:

- α) από το αρχικό πλάτος της ταλάντωσης.
- β) μόνο από τη σταθερά απόσβεσης  $b$ .
- γ) από τη μάζα του ταλαντούμενου σώματος και την περίοδο ταλάντωσης.
- δ) από τη μάζα του ταλαντούμενου σώματος και τη σταθερά απόσβεσης  $b$ .

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

**Μονάδες 5**

**A5.** Ένα σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που έχουν μηδενική αρχική φάση, ίσα πλάτη και εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι ταλαντώσεις έχουν παραπλήσιες συχνότητες.

Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι η σωστή; Η συνισταμένη ταλάντωση:

- α) είναι απλή αρμονική.
- β) έχει πλάτος που μειώνεται εκθετικά με το χρόνο.
- γ) έχει πλάτος που παραμένει σταθερό κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης και ίσο με το άθροισμα των πλατών των δυο συνιστωσών ταλαντώσεων.
- δ) έχει συχνότητα που ισούται με τη μέση τιμή των συχνοτήτων των δύο συνιστωσών ταλαντώσεων.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 5**

### **ΘΕΜΑ Β (Μονάδες 25)**

**B1.** Ένα σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις με εξισώσεις  $y_1 = 5\eta\mu 1004\pi$  και  $y_2 = 5\eta\mu 1000\pi$  ( $y_1, y_2 \rightarrow \text{cm}, t \rightarrow \text{s}$ ). Οι δύο ταλαντώσεις έχουν ίδια διεύθυνση και ίδια θέση ισορροπίας. Η συχνότητα της συνισταμένης ταλάντωσης είναι ίση με:

- α) 2Hz      β) 1002Hz      γ) 501Hz      δ) 0.5Hz

‘Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)

**Να αιτιολογήσετε (Μονάδες 5)**

**B2.** Στο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  είναι κρεμασμένο μικρό σώμα μάζας  $m = 1\text{Kg}$ . Το σύστημα ελατήριο- σώμα εξαναγκάζεται να εκτελεί ταλάντωση πολύ μικρής απόσβεσης με τη βοήθεια ενός τροχού. Η απομάκρυνση του σώματος μεγιστοποιείται κάθε 0,01 s

**I.** Η συχνότητα του διεγέρτη ισούται με:

- α) 100Hz      β) 25Hz      γ) 50Hz

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή; (Μονάδες 2)

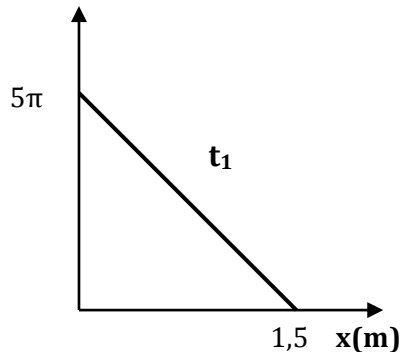
**Να αιτιολογήσετε (Μονάδες 4)**

**II.** Το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού; Να αιτιολογήσετε.  
(Μονάδες 1)

**(Μονάδες 7)**

**B3.** Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται για τη χρονική στιγμή  $t_1 = 0.5\text{s}$  η γραφική παράσταση της φάσης ενός αρμονικού κύματος που διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο, το οποίο ταυτίζεται με το θετικό ημιάξονα  $Ox$ . Η εξίσωση του υλικού σημείου  $O$  ( $x=0$ ) του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στο αριστερό άκρο είναι της μορφής  $y = 0,1\eta\mu\omega t$  και η διάδοση συμβαίνει στο θετικό ημιάξονα.

$\varphi$ (rad)



**I)** Ο ρυθμός μεταβολής της φάσης της ταλάντωσης (γωνιακή συχνότητα) του υλικού σημείου  $O$  ισούται με:

α)  $10\pi \text{ rad/s}$

β)  $20\pi \text{ rad/s}$

γ)  $40\pi \text{ rad/s}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 2)**

**Να αιτιολογήσετε** **(Μονάδες 3)**

**II)** Η εξίσωση του κύματος είναι η:

α)  $y = 0,1\eta\mu 2\pi\left(10t - \frac{1}{0,2}x\right)$  (S.I)    β)  $y = 0,1\eta\mu 2\pi\left(5t - \frac{1}{1,2}x\right)$  (S.I)

γ)  $y = 0,1\eta\mu 2\pi\left(5t - \frac{1}{0,6}x\right)$  (S.I)

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 2)**

**Να αιτιολογήσετε** **(Μονάδες 4)**

### **ΘΕΜΑ Γ (Μονάδες 25)**

Σώμα μάζας  $m = 0.2\text{kg}$  εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι χρονικές εξισώσεις των ταλαντώσεων αυτών είναι  $x_1 = 0,6\eta\mu 20t(\text{S.I})$  και  $x_2 = 0,4\eta\mu(20t + \pi)(\text{S.I})$ :

**Γ1)** Να βρείτε το πλάτος της συνιστάμενης ταλάντωσης.

**Μονάδες 6**

**Γ2)** Να υπολογίσετε την ενέργεια της συνιστάμενης ταλάντωσης.

**Μονάδες 7**

**Γ3)** Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της συνιστάμενης ταλάντωσης που δέχεται το μικρό σώμα.

**Μονάδες 7**

**Γ4)** Να βρείτε την απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος τη χρονική στιγμή  $t$ , αν εκείνη τη χρονική στιγμή εξαιτίας μόνο της ταλάντωσης  $x_1 = f(t)$  το σώμα βρίσκεται στη θέση  $x_1 = +0.3\text{m}$  και την ίδια στιγμή εξαιτίας μόνο της ταλάντωσης  $x_2 = f(t)$  το σώμα βρίσκεται στη θέση  $x_2 = -0.2\text{m}$

**Μονάδες 5**

### **ΘΕΜΑ Δ (Μονάδες 25)**

Εγκάρσιο αρμονικό κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση  $y = 20\eta\mu\pi(4t - 0,5x)$  ( $y \rightarrow \text{cm}, x \rightarrow \text{m}, t \rightarrow \text{s}$ ) διαδίδεται κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου το οποίο ταυτίζεται με τον άξονα  $x'Ox$

**Δ1)** να βρείτε την περίοδο του κύματος (**Μονάδες 2**) και το μήκος κύματος (**Μονάδες 2**)

**Μονάδες 4**

**Δ2)** να υπολογίσετε τη ταχύτητα διάδοσης του κύματος (**Μονάδες 2**) καθώς και τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των μορίων του ελαστικού μέσου. (**Μονάδες 2**)

**Μονάδες 4**

**Δ3)** να βρείτε ποια χρονική στιγμή το υλικό σημείο  $K$  που βρίσκεται στη θέση  $x = 16\text{m}$  ξεκινά να ταλαντώνεται (**Μονάδες 2**) και κατόπιν να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σε συνάρτηση με το χρόνο καθώς και να παρασταθεί γραφικά. (**Μονάδες 3**)

**Μονάδες 5**

**Δ4)** να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας (**Μονάδες 3**) και της επιτάχυνσης (**Μονάδες 2**) της ταλάντωσης ενός υλικού σημείου του ελαστικού μέσου τη χρονική στιγμή όπου η απομάκρυνση του από τη θέση ισορροπίας ισούται με  $y = +10\sqrt{3}\text{cm}$ .

**Μονάδες 5**

**Δ5)** να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t = 1,25s$  (**Μονάδες 4**) καθώς και το διάγραμμα φάσης σε συνάρτηση με τη θέση  $x$  του ελαστικού μέσου την ίδια χρονική στιγμή. (**Μονάδες 3**)

**Μονάδες 7**

**Καλή επιτυχία!**