

---

## Διαγώνισμα Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου

### Κύματα - Φαινόμενο Doppler

Σύνολο Σελίδων: έξι (6) - Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

Κυριακή 3 Δεκέμβρη 2017

Βαθμολογία 

--	--	--	--	--	--

 %

Όνοματεπώνυμο:

---

### Θέμα Α

Στις ημιτελείς προτάσεις Α.1 - Α.4 να γράψετε στο τετράδιο σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά. **[4 × 5 = 20 μονάδες]**

**Α.1.** Η συχνότητα ταλάντωσης μιας πηγής, που παράγει εγκάρσιο αρμονικό κύμα σε ένα ελαστικό μέσο, διπλασιάζεται χωρίς να μεταβληθεί το πλάτος της ταλάντωσης. Τότε:

- (α) η ταχύτητα διάδοσης του κύματος διπλασιάζεται.
- (β) το μήκος κύματος του αρμονικού κύματος διπλασιάζεται.
- (γ) το μήκος κύματος του αρμονικού κύματος υποδιπλασιάζεται.
- (δ) η ενέργεια ταλάντωσης ενός σημείου του ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται το κύμα διπλασιάζεται.

**A.2.** Σε ένα παρατηρητή φτάνουν στην μονάδα του χρόνου περισσότερα μέγιστα από όσα παράγει στον ίδιο χρόνο μια ηχητική πηγή, όταν,

- (α) δεν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ τους
- (β) η μεταξύ τους απόσταση αυξάνεται.
- (γ) η πηγή απομακρύνεται από τον ακίνητο παρατηρητή.
- (δ) ο παρατηρητής πλησιάζει προς την ακίνητη πηγή.

**A.3.** Σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο διαδίδονται ταυτόχρονα δύο κύματα με ίδιο πλάτος, ίδια συχνότητα και αντίθετες ταχύτητες. Δύο σημεία Μ και Ν βρίσκονται εκατέρωθεν ενός σημείου Λ που παραμένει συνεχώς ακίνητο. Τα σημεία απέχουν απόσταση  $\frac{\lambda}{3}$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος. Οι ταλαντώσεις των σημείων Μ και Ν :

- (α) βρίσκονται σε συμφωνία φάσης.
- (β) βρίσκονται σε αντίθεση φάσης.
- (γ) έχουν διαφορά φάσης  $\Delta\phi = \frac{\pi}{3}$ .
- (δ) έχουν διαφορά φάσης  $\Delta\phi = \frac{2\pi}{3}$

**A.4.** Μια πηγή  $S$  βρίσκεται μεταξύ δύο ακίνητων παρατηρητών Α και Β. Η πηγή πλησιάζει προς τον Α ενώ απομακρύνεται από τον Β. Το μήκος κύματος που εκπέμπει η πηγή είναι  $\lambda_S$  και ο ήχος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα  $v_{\eta\chi}$ .

- (α) Ο παρατηρητής Α αντιλαμβάνεται ήχο με μήκος κύματος  $\lambda_A > \lambda_S$
- (β) Ο παρατηρητής Β αντιλαμβάνεται ήχο με μήκος κύματος  $\lambda_B < \lambda_S$
- (γ) Ο παρατηρητής Β αντιλαμβάνεται ήχο που διαδίδεται με ταχύτητα ίση με την  $v_{\eta\chi}$ .
- (δ) Ο παρατηρητής Β αντιλαμβάνεται ήχο που έχει συχνότητα μεγαλύτερη από την  $f_S$ .

**A.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. **[5 × 1 = 5 μονάδες]**

- (α) Σε κάθε εγκάρσιο κύμα δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα.
- (β) Σε ένα στάσιμο κύμα, που έχει δημιουργηθεί σε ένα ελαστικό μέσο, η απόσταση δύο διαδοχικών κοιλιών είναι ίση με ένα μήκος κύματος  $\lambda$ .
- (γ) Το πλάτος της ταλάντωσης είναι ίδιο για κάθε σημείο μιας χορδής στην οποία δημιουργείται στάσιμο κύμα.
- (δ) Το φαινόμενο Doppler αξιοποιείται από τους γιατρούς για την παρακολούθηση της ροής του αίματος.
- (ε) Ένα σύνθετο κύμα μπορούμε να το θεωρήσουμε ως αποτέλεσμα της επαλληλίας ενός αριθμού αρμονικών κυμάτων με επιλεγμένα πλάτη και μήκη κύματος.

## Θέμα Β

**B.1.** Κατά μήκος μιας χορδής μήκους  $L$  έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Τα άκρα της χορδής είναι ακλόνητα στερεωμένα και στην χορδή υπάρχει μόνο ένα σημείο που ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος.

Για να δημιουργηθούν στην ίδια χορδή τέσσερα συνολικά σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος θα πρέπει να μειώσουμε την περίοδο των τρεχόντων κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κατά:

(α) 25%

(β) 75%

(γ) 50%

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[ 2+6 = 8 μονάδες]**

**B.2.** Σε σημεία Κ και Λ μιας επιφάνειας ενός υγρού βρίσκονται δύο σύγχρονες πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  οι οποίες ταλαντώνονται με εξίσωση της μορφής  $y = A\eta\mu(\omega t)$  και παράγουν κύματα με μήκος κύματος  $\lambda$ . Σημείο Ζ της επιφάνειας του υγρού απέχει από τις πηγές αποστάσεις  $d_1$  και  $d_2$  και έχει

μέγιστη τιμή για την ταχύτητα ταλάντωσης ίση με  $v_{max} = \omega A\sqrt{3}$ . Η διαφορά φάσης των δύο ταλαντώσεων που εκτελεί ταυτόχρονα το σημείο Z μετά την συμβολή μπορεί να είναι ίση με :

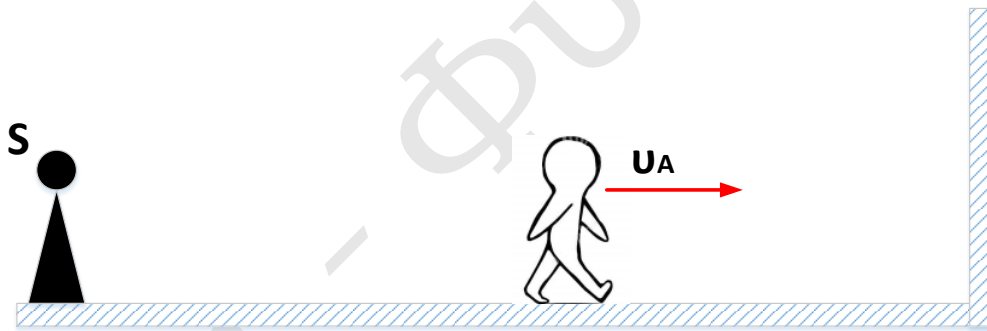
(α)  $\frac{\pi}{3}$

(β)  $\frac{\pi}{6}$

(γ)  $\frac{\pi}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+6= 8 μονάδες]**

**B.3.** Ο παρατηρητής του σχήματος απομακρύνεται από την ακίνητη ηχητική πηγή **S** με ταχύτητα  $v_A$ . Η διαφορά των συχνοτήτων των ήχων που ακούει ο παρατηρητής απευθείας και από ανάκλαση ισούται με το 3% της συχνότητας που η πηγή εκπέμπει. Ο παρατηρητής κινείται με ταχύτητα :



(α)  $\frac{1,5}{100} v_{\eta\chi}$

(β)  $\frac{3}{100} v_{\eta\chi}$

(γ)  $\frac{6}{100} v_{\eta\chi}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+7=9 μονάδες]**

## Θέμα Γ

Κατά μήκος ελαστικού μέσου που ταυτίζεται με τον άξονα  $x'Ox$  διαδίδεται αρμονικό κύμα προς την αρνητική κατεύθυνση. Ένα υλικό σημείο του μέσου με στοιχειώδη μάζα  $\Delta m = 0,002kg$  που βρίσκεται στην θέση O

( $x = 0$ ), ξεκινά την ταλάντωση του από την θέση ισορροπίας του την χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  με ενέργεια ταλάντωσης  $E_0 = 4\pi^2 \cdot 10^{-5} J$ . κινούμενο προς τα πάνω. Ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς μηδενισμούς της ταχύτητας ταλάντωσης για το σημείο Ο είναι  $\Delta t = 0,2s$  και στο ίδιο χρονικό διάστημα το κύμα έχει διαδοθεί κατά  $\Delta x = 0,4m$ .

- Γ.1** Να υπολογίσετε την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου καθώς και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.
- Γ.2** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης ενός σημείου Μ την στιγμή που η απομάκρυνση του από την θέση ισορροπίας είναι  $y = 2cm$
- Γ.3** Να γράψετε την συνάρτηση της φάσης ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου σε τυχαία χρονική στιγμή και να σχεδιάσετε το διάγραμμα  $\phi = f(x)$  την χρονική στιγμή  $t_1 > 0$  για την οποία το σημείο Ο φτάνει για τρίτη φορά σε ακραία θέση της ταλάντωσης.
- Γ.4** Να σχεδιάσετε το τμήμα στιγμιοτύπου του κύματος την χρονική στιγμή  $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$ , ανάμεσα στο σημείο που το κύμα φτάνει εκείνη την στιγμή και το σημείο Ζ ( $x_z = +0,4m$ ).
- Γ.5** Αν το σημείο Μ διέρχεται από την θέση  $y = 2cm$  με θετική ταχύτητα σε μια χρονική στιγμή, να βρεθεί την ίδια χρονική στιγμή η ταχύτητα ταλάντωσης ενός σημείου Λ το οποίο προηγείται φασικά από το Μ κατά  $\frac{5\pi}{3} rad$ .

**[4+4+5+6+6 μονάδες]**

## Θέμα Δ

Δύο σύγχρονες πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  βρίσκονται σε σημεία Κ και Λ αντίστοιχα της επιφάνειας ενός υγρού με  $(ΚΛ) = 4,75m$ . Οι πηγές την  $t = 0$  ξεκινούν από την ηρεμία να εκτελούν εγκάρσια προς την επιφάνεια ταλάντωση με ταχύτητα φοράς προς τα πάνω και μέτρου  $8\pi cm/s$ , ενώ κάθε πηγή εκτελεί

120 ταλαντώσεις το λεπτό. Τα παραγόμενα από τις πηγές κύματα διαδίδονται με ταχύτητα  $v = 2 \text{ m/s}$  Ένα σημείο  $\Sigma$  της επιφάνειας του υγρού εκτελεί εξαιτίας του κύματος που παράγει η  $\Pi_1$  ταλάντωση με εξίσωση:

$$y_1 = A\eta\mu(\omega t - 3\pi) \quad (1)$$

ενώ μετά την συμβολή των δύο κυμάτων θα εκτελεί ταλάντωση με εξίσωση της μορφής:

$$y = A'\eta\mu\left(\omega t - \frac{13\pi}{4}\right) \quad (2)$$

- Δ.1** Να βρείτε την εξίσωση ταλάντωσης  $y_2 = f(t)$  του σημείου  $\Sigma$  εξαιτίας του κύματος που προέρχεται από την  $\Pi_2$ .
- Δ.2** Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης  $A'$  του σημείου  $\Sigma$  μετά την συμβολή των κυμάτων σε αυτό και να σχεδιάσετε το διάγραμμα του πλάτους ταλάντωσης του  $\Sigma$  σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- Δ.3** Η υπερβολή συμβολής που διέρχεται από το σημείο  $\Sigma$  τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα (ΚΛ) σε σημείο Δ. Να υπολογίσετε την διαφορά φάσης των ταλαντώσεων του  $\Sigma$  και Δ μετά την συμβολή των κυμάτων σε αυτά.
- Δ.4** Να υπολογίσετε το πλήθος των σημείων του ευθυγράμμου τμήματος (ΔΛ) στα οποία τα δύο κύματα θα συμβάλλουν ενισχυτικά.
- Δ.5** Μεταβάλλουμε την συχνότητα των δύο πηγών έτσι ώστε να παραμένουν σύγχρονες. Να βρεθεί η ελάχιστη μεταβολή της συχνότητας των δύο πηγών, ώστε το σημείο  $\Sigma$  να παραμένει ακίνητο μετά την συμβολή των δύο κυμάτων σε αυτό.

**[5+5+5+5+5 μονάδες]**

**Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός**

**Το πιο ακατανόητο πράγμα στον κόσμο είναι ότι ο κόσμος είναι κατανοητός**  
**Άλμπερτ Αϊνσταϊν**

**Καλή Επιτυχία!**