

## ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

### ΛΥΣΕΙΣ

#### ΘΕΜΑ 1°

**Οδηγία:** Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ερωτήσεις 1-4 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται σε απόσταση 2m σε χρόνο πέντε περιόδων. Το μήκος κύματος λ του κύματος είναι ίσο με:

- α)  $\lambda = 0,4\text{m}$                           γ)  $\lambda = 10\text{m}$   
β)  $\lambda = 2,5\text{m}$                           δ)  $\lambda = 0,1\text{m}$

(Μονάδες 5)

2. Ένα σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις (1) και (2), ίδιας συχνότητας, στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι χρονικές εξισώσεις της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας είναι:  $x_1 = 0,2\eta\mu(10t)$  και  $x_2 = 0,3\eta\mu(10t + \pi)$  αντίστοιχα. Η αρχική φάση της συνισταμένης ταλάντωσης είναι ίση με:

- α) 0 rad                          γ)  $\pi$  rad  
β)  $\frac{\pi}{2}$  rad                          δ)  $\frac{\pi}{4}$  rad

(Μονάδες 5)

3. Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα μήκους κύματος λ διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα x'Οx. Δύο σημεία του μέσου τα οποία ταλαντώνονται έχουν διαφορά φάσης ( $\pi/4$ ) rad. Οι θέσεις των σημείων αυτών απέχουν μεταξύ τους κατά:

- α)  $\lambda/4$                           γ)  $\lambda/8$   
β)  $\lambda/2$                                   δ)  $3\lambda/4$

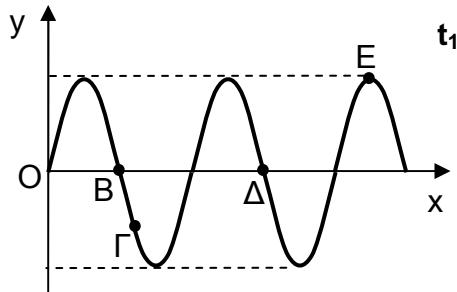
(Μονάδες 5)

4. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  βρίσκονται στην επιφάνεια ενός υγρού και παράγουν πανομοιότυπα κύματα πλάτους A, τα οποία έχουν μήκος κύματος λ. Τα κύματα συμβάλουν σε ένα σημείο Λ της επιφάνειας του υγρού. Μετά την έναρξη της συμβολής στο σημείο Λ, το σημείο αυτό παραμένει ακίνητο όταν η διαφορά των αποστάσεων  $\Delta r$  του από τις δύο πηγές είναι:

- α)  $\frac{3\lambda}{4}$                           β)  $\frac{7\lambda}{3}$                           γ)  $2\lambda$                           δ)  $\frac{3\lambda}{2}$

(Μονάδες 5)

5. Θεωρούμε οριζόντια ελαστική χορδή με αρχή το σημείο Ο η οποία ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα O<sub>x</sub>. Στο σημείο Ο βρίσκεται πηγή δημιουργίας αρμονικών κυμάτων μήκους κύματος λ. Η εξίσωση της απομάκρυνσης της πηγής είναι της μορφής  $y = A \eta m \left( \frac{2\pi}{T} t \right)$ .



Στο διάγραμμα φαίνεται το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t_1$ . Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

- α) Μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1$  το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση  $5\lambda/2$ .
- β) Τα σημεία B και Δ ταλαντώνονται με διαφορά φάσης  $\Delta\phi = \pi$  rad.
- γ) Η φάση της ταλάντωσης του σημείου Γ είναι μεγαλύτερη από τη φάση της ταλάντωσης του σημείου E τη χρονική στιγμή  $t_1$ .
- δ) Το σημείο Δ τη χρονική στιγμή  $t_1$  κινείται προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα γ'γ' με ταχύτητα μέγιστου μέτρου.
- ε) Το σημείο E άρχισε να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή  $t_2 = t_1 - T/2$ .

(Μονάδες 5)

- 1. α
- 2. γ
- 3. γ
- 4. δ
- 5. α) Σ β) Λ γ) Σ δ) Σ ε) Λ

## ΘΕΜΑ 2°

1. Ένα σώμα ταλαντώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η κίνησή του παρουσιάζει διακροτήματα περίοδου  $T_\delta$ . Ανάμεσα σε τρεις διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους το σώμα επιτυγχάνει 12 πλήρεις ταλαντώσεις. Ο λόγος της περιόδου του διακροτήματος  $T_\delta$  προς την περίοδο της ταλάντωσης  $T_{ταλ}$  είναι:

$$\alpha) \frac{T_\delta}{T_{ταλ}} = 4 \quad \beta) \frac{T_\delta}{T_{ταλ}} = 6 \quad \gamma) \frac{T_\delta}{T_{ταλ}} = 24$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 3)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 5)

**Σωστή απάντηση η: β**

Οι τρεις διαδοχικοί μηδενισμοί συμβαίνουν σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 2T_\delta = 12T_{\text{ταλ. Έτσι}}$

$$2T_\delta = 12T_{\text{ταλ.}} \text{ ή } \frac{T_\delta}{T_{\text{ταλ.}}} = 6$$

2. Δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους και ίδιου μήκους κύματος  $\lambda = 0,4\text{m}$  διαδίδονται με αντίθετη φορά κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου που ταυτίζεται με τον άξονα  $x\text{-}Ox$ . Από τη συμβολή των δύο κυμάτων δημιουργείται στο ελαστικό μέσο στάσιμο κύμα με κοιλία στη θέση  $O(x = 0)$ . Ο αριθμός των δεσμών μεταξύ των σημείων  $Z(\text{με } x_z = 0,8\text{m})$  και  $\Theta(\text{με } x_\Theta = -0,4\text{m})$  ισούται με:

- α) 5      β) 6      γ) 7

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 3)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 5)

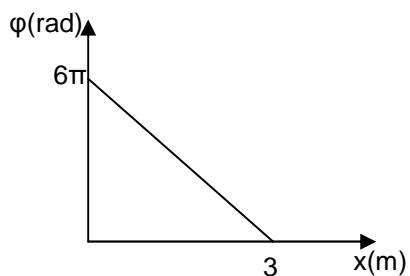
**Σωστή απάντηση η: β**

Για τα ζητούμενα ισχύει:  $-0,4 \leq x_\delta \leq 0,8$  ή  $-0,4 \leq (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \leq 0,8$  ή  $-5 \leq 2k \leq 7$  ή  $-2,5 \leq k \leq 3,5$ .

Επομένως τα σημεία είναι 6 ( $k = -2, -1, 0, 1, 2, 3$ )

3. Θεωρούμε οριζόντιο γραμμικό ελαστικό μέσο με αρχή το σημείο  $O$  το οποίο ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα  $Ox$ . Στο σημείο  $O$  βρίσκεται πηγή δημιουργίας αρμονικού κύματος που εκτελεί ταλάντωση με εξίσωση απομάκρυνσης της μορφής:  $y = A \cdot \eta m(\pi t)$  (S.I.). Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται η φάση  $\varphi$  του αρμονικού κύματος σε συνάρτηση με την απόσταση  $x$  από την πηγή τη χρονική στιγμή  $t_1$ . Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος ισούται με:

- α)  $\frac{3}{2}\text{m/s}$     β)  $1\text{m/s}$     γ)  $\frac{1}{2}\text{m/s}$



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 3)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 6)

### **Σωστή απάντηση η: γ**

Είναι  $\omega = \pi \text{ rad/s}$ .

Έτσι προκύπτει:  $T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{ή} \quad T = 2s$

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα η φάση

- του σημείου  $x = 0$  τη χρονική στιγμή  $t_1$  είναι  $\phi = 6\pi \text{ rad}$ .

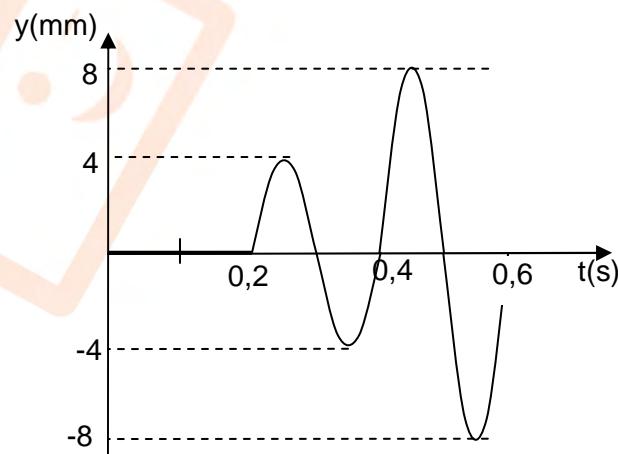
Έτσι  $\phi = 6\pi \text{ rad} \quad \text{ή} \quad 2\pi \frac{t_1}{T} = 6\pi \text{ rad} \quad \text{ή} \quad t_1 = 6s$ .

- του σημείου  $x = 3m$  τη χρονική στιγμή  $t_1$  είναι  $\phi = 0 \text{ rad}$ .

Έτσι  $\phi = 0 \text{ rad} \quad \text{ή} \quad 2\pi \left( \frac{6}{T} - \frac{3}{\lambda} \right) = 0 \text{ rad} \quad \text{ή} \quad \frac{\lambda}{T} = \frac{3}{6} \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad u = \frac{1}{2} \text{ m/s}$ .

### **ΘΕΜΑ 3°**

Στα σημεία Κ, Λ της επιφάνειας ήρεμου υγρού βρίσκονται δύο πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  αντίστοιχα. Οι πηγές αρχίζουν την χρονική στιγμή  $t = 0$  να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση  $y = A\eta(\omega t)$ . Τα κύματα που δημιουργούνται είναι εγκάρσια και διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού χωρίς μεταβολή του πλάτους τους. Ένα υλικό σημείο  $\Sigma$  της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή  $\Pi_1$  απόσταση  $r_1 = 1m$  και από την πηγή  $\Pi_2$  απόσταση  $r_2$ , με  $r_2 > r_1$ . Στο διάγραμμα του σχήματος παριστάνεται γραφικά η απομάκρυνση του υλικού σημείου  $\Sigma$  από την θέση ισορροπίας του, σε συνάρτηση με τον χρόνο.



α) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των δύο κυμάτων.

(Μονάδες 6)

β) Να δικαιολογήσετε ότι στο σημείο Σ έχουμε ενισχυτική συμβολή των δύο κυμάτων.

(Μονάδες 6)

γ) Να υπολογίσετε την απόσταση  $r_2$  του υλικού σημείου Σ από την πηγή  $\Pi_2$ .

(Μονάδες 6)

δ) Η υπερβολή ενισχυτικής συμβολής πάνω στην οποία βρίσκεται το υλικό σημείο Σ τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα ( $\Pi_1\Pi_2$ ) στο σημείο M. Αν τα σημεία  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d = 1,5m$ , πόσο απέχει το σημείο M από το  $\Pi_1$ ;

(Μονάδες 7)

### Λύση

α) Από το διάγραμμα προκύπτει πως το σημείο Σ αρχίζει να ταλαντώνεται την  $t_1 = 0,2s$  ενώ την  $t_2 = 0,4s$  φθάνει σε αυτό το δεύτερο κύμα.

Ακόμα  $A = 4mm$  και  $T = 0,2s$

$$\text{Έτσι } u = \frac{r_1}{t_1} \text{ ή } u = 5m/s$$

Επομένως  $\lambda = uT$  ή  $\lambda = 1m$

β) Παρατηρούμε πως το σημείο Σ μετά την  $t_2 = 0,4s$  ταλαντώνεται με πλάτος  $A' = 8mm = 2A$ . Άρα στο σημείο Σ έχουμε ενισχυτική συμβολή.

γ) Είναι  $r_2 = ut_2$  ή  $r_2 = 2m$

δ) Το Σ βρίσκεται στην υπερβολή ενισχυτικής συμβολής με  $N = \frac{r_2 - r_1}{\lambda}$  ή  $N = 1$

Άρα για το ζητούμενο σημείο ισχύει:  $d - x - x = \lambda$  ή  $x = 0,25m$ .

### ΘΕΜΑ 4°

Σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα O<sub>x</sub>, διαδίδεται προς τη θετική κατεύθυνση ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους A = 0,1m το οποίο παράγεται από μία πηγή κυμάτων που βρίσκεται στην αρχή O(x = 0) του ημιάξονα. Η πηγή του κύματος τη χρονική στιγμή t = 0 ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση χωρίς αρχική φάση. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι u = 2m/s Τη χρονική στιγμή t<sub>1</sub> = 4s η φάση της ταλάντωσης της πηγής είναι  $\Phi_{P,1} = 8\pi$  rad. Την ίδια χρονική στιγμή, η φάση ενός σημείου K του μέσου είναι  $\Phi_{K,1} = 6\pi$  rad.

α) Να υπολογίσετε τη συχνότητα και το μήκος κύματος του κύματος.

(Μονάδες 6)

β) Να υπολογίσετε το πλήθος των σημείων του μέσου τα οποία τη χρονική στιγμή t<sub>1</sub> είναι ακίνητα.

(Μονάδες 6)

γ) Να υπολογίσετε το διάστημα που έχει διανύσει το σημείο Κ λόγω της ταλάντωσης του από τη χρονική στιγμή  $t = 0$  έως τη χρονική στιγμή  $t_2 = 5,5\text{s}$ .

(Μονάδες 7)

δ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σημείου Κ την χρονική στιγμή  $t$  κατά την οποία η απομάκρυνση ενός σημείου  $\Lambda(x_\Lambda = 2,5\text{m})$  από τη θέση ισορροπίας του είναι  $y = + 0,1\text{m}$ .

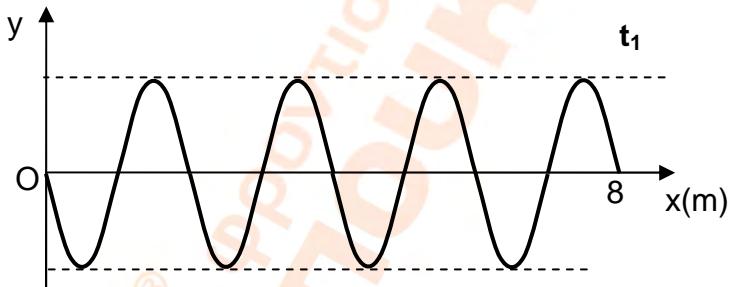
(Μονάδες 6)

### Λύση

α) Ισχύει:  $\Phi_{\Pi,1} = 2\pi f t_1$  ή  $f = \frac{\Phi_{\Pi,1}}{2\pi t_1} = \frac{\Phi_{\Pi,1}}{2\pi t_1}$  ή  $f = 1\text{Hz}$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής προκύπτει:  $\lambda = \frac{u}{f}$  ή  $\lambda = 2\text{m}$

β) Μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1$  το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση  $x_1 = ut_1 = 8\text{m}$  ( $= 4\lambda$ ).



Τα ακίνητα σημεία είναι εκείνα τα οποία τη χρονική στιγμή  $t_1$  βρίσκονται σε ακραία θέση της ταλάντωσης τους.

Από το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t_1$  φαίνεται πως τα ακίνητα σημεία είναι οχτώ.

γ) Είναι:  $\Phi_{K,1} = 2\pi \left( ft_1 - \frac{x_K}{\lambda} \right)$  ή  $x_K = \lambda \left( ft_1 - \frac{\Phi_{K,1}}{2\pi} \right)$  ή  $x_K = 2\text{m}$

Το σημείο Κ αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή  $t_K$  για την οποία ισχύει:  $t_K = \frac{x_K}{u}$  ή  $t_K = 1\text{s}$

Μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_2$  έχει εκτελέσει:

$$N = f(t_2 - t_K) \text{ ή } N = 4,5 \text{ ταλαντώσεις}$$

Για το ζητούμενο διάστημα ισχύει:  $s = N \cdot A$  ή  $s = 1,8\text{m}$

**δ) Αφού**  $x_L > x_K$  με  $d = x_L - x_K = 0,5m$ , το σημείο K αρχίζει να ταλαντώνεται νωρίτερα από το σημείο L. Η χρονική διαφορά των ταλαντώσεων

$$\text{των δύο σημείων είναι } \Delta t = \frac{\Delta\phi}{\omega} = \frac{\frac{\lambda}{2\pi}}{\frac{d}{u}} = \frac{d}{u} = 0,25s (=T/4).$$

Επομένως όταν το σημείο L βρίσκεται στην ακραία θετική θέση της ταλάντωσης του ( $y = + 0,1m$ ) το σημείο K διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενο προς την αρνητική κατεύθυνση

Είναι  $u_K = -\omega A$  ή  $u_K = -2\pi f A = -0,2\pi m/s$

**Σας ευχόμαστε επιτυχία!!!**