

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ 2004**

**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ 1ο**

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

- 1.** Σε ιδανικό κύκλωμα ηλεκτρικών ταλαντώσεων LC στη διάρκεια μιας περιόδου η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή γίνεται ίση με την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου:
- α.** μία φορά.
  - β.** δύο φορές.
  - γ.** τέσσερις φορές.
  - δ.** έξι φορές.

**Μονάδες 5**

- 2.** Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα:
- α.** είναι διαμήκη.
  - β.** υπακούουν στην αρχή της επαλληλίας.
  - γ.** διαδίδονται σε όλα τα μέσα με την ίδια ταχύτητα.
  - δ.** δημιουργούνται από σταθερό μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο.

**Μονάδες 5**

- 3.** Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή. Αυξάνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα:
- α.** αυξάνεται συνεχώς.
  - β.** μειώνεται συνεχώς.
  - γ.** μένει σταθερό.
  - δ.** αυξάνεται αρχικά και μετά θα μειώνεται.

**Μονάδες 5**

- 4.** Σώμα συμμετέχει ταυτόχρονα σε δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που περιγράφονται από τις σχέσεις  $x_1 = A\eta\mu\omega_1 t$  και  $x_2 = A\eta\mu\omega_2 t$ , των οποίων οι συχνότητες  $\omega_1$  και  $\omega_2$  διαφέρουν λίγο μεταξύ τους. Η συνισταμένη ταλάντωση έχει:
- α.** συχνότητα  $2(\omega_1 - \omega_2)$ .
  - β.** συχνότητα  $\omega_1 + \omega_2$ .
  - γ.** πλάτος που μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών μηδέν και  $2A$ .
  - δ.** πλάτος που μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών μηδέν και  $A$ .

**Μονάδες 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.

- 5.**
- α.** Η ροπή αδράνειας εκφράζει την αδράνεια στη μεταφορική κίνηση.
  - β.** Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση το πλάτος παραμένει σταθερό με το χρόνο.
  - γ.** Με τα στάσιμα κύματα μεταφέρεται ενέργεια από το ένα σημείο του μέσου σε άλλο σημείο του ίδιου μέσου.
  - δ.** Έκκεντρη ονομάζεται η κρούση στην οποία οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των σωμάτων που συγκρούονται είναι παράλληλες.

- ε. Το αποτέλεσμα της συμβολής δύο όμοιων κυμάτων στην επιφάνεια υγρού είναι ότι όλα τα σημεία της επιφάνειας είτε παραμένουν διαρκώς ακίνητα είτε ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.

**Μονάδες 5**

### ΘΕΜΑ 2ο

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

1. Μια μικρή σφαίρα μάζας  $m_1$  συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη μικρή σφαίρα μάζας  $m_2$ . Μετά την κρούση οι σφαίρες κινούνται με αντίθετες ταχύτητες ίσων μέτρων. Ο λόγος των μαζών  $\frac{m_1}{m_2}$  των δύο σφαιρών είναι:

α. 1            β. 1/3            γ. 1/2

**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 4**

2. Μονοχρωματική ακτινοβολία που διαδίδεται στο γυαλί προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια του γυαλιού με τον αέρα, με γωνία πρόσπτωσης  $\theta_\alpha$  τέτοια ώστε  $\eta\mu\theta_\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$ . Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι  $n_\alpha = \sqrt{2}$ . Η

ακτινοβολία θα:

- α. διαθλαστεί και θα εξέλθει στον αέρα.  
β. κινηθεί παράλληλα προς τη διαχωριστική επιφάνεια.  
γ. ανακλαστεί ολικά από τη διαχωριστική επιφάνεια.

**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 4**

3. Ένας παρατηρητής κινείται με σταθερή ταχύτητα  $v_A$  προς ακίνητη σημειακή ηχητική πηγή. Οι συχνότητες που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής, πριν και αφού διέλθει από την ηχητική πηγή, διαφέρουν μεταξύ τους κατά  $\frac{f_s}{10}$ , όπου  $f_s$  η συχνότητα του ήχου που εκπέμπει η ηχητική πηγή. Αν  $v$  η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα, ο λόγος  $\frac{v_A}{v}$  είναι ίσος με:

α. 10            β. 1/10            γ. 1/20

**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 5**

4. Δύο σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με ίσες μάζες ισορροπούν κρεμασμένα από κατακόρυφα ιδανικά ελατήρια με σταθερές  $k_1$  και  $k_2$  αντίστοιχα, που συνδέονται με τη σχέση  $k_1 = \frac{k_2}{2}$ . Απομακρύνουμε τα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  από τη θέση ισορροπίας τους

κατακόρυφα προς τα κάτω κατά  $x$  και  $2x$  αντίστοιχα και τα αφήνουμε ελεύθερα την ίδια χρονική στιγμή, οπότε εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση. Τα σώματα διέρχονται για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας τους:

- α. ταυτόχρονα.  
β. σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με πρώτο το  $\Sigma_1$ .  
γ. σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με πρώτο το  $\Sigma_2$ .

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 2**

**Μονάδες 4**

### ΘΕΜΑ 3ο

Ένα τεντωμένο οριζόντιο σχοινί ΟΑ μήκους  $L$  εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα  $x$ . Το άκρο του Α είναι στερεωμένο ακλόνητα στη θέση  $x=L$ , ενώ το άκρο Ο που βρίσκεται στη θέση  $x=0$  είναι ελεύθερο, έτσι ώστε με κατάλληλη διαδικασία να δημιουργείται στάσιμο κύμα με 5 συνολικά κοιλίες. Στη θέση  $x=0$  εμφανίζεται κοιλία και το σημείο του μέσου στη θέση αυτή εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  το σημείο  $x=0$  βρίσκεται στη θέση μηδενικής απομάκρυνσης κινούμενο κατά τη θετική φορά. Η απόσταση των ακραίων θέσεων της ταλάντωσης αυτού του σημείου του μέσου είναι  $0,1$  m. Το συγκεκριμένο σημείο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές κάθε δευτερόλεπτο και απέχει κατά τον άξονα  $x$  απόσταση  $0,1$  m από τον πλησιέστερο δεσμό.

**α.** Να υπολογίσετε την περίοδο του κύματος.

**Μονάδες 6**

**β.** Να υπολογίσετε το μήκος  $L$ .

**Μονάδες 6**

**γ.** Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

**Μονάδες 6**

**δ.** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της ταλάντωσης του σημείου του μέσου  $x=0$  κατά τη χρονική στιγμή που η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας έχει τιμή  $y = +0,03$  m.

**Μονάδες 7**

Δίνεται  $\pi = 3,14$ .

### ΘΕΜΑ 4ο

Συμπαγής και ομογενής σφαίρα μάζας  $m=10$  kg και ακτίνας  $R=0,1$  m κυλιέται ευθύγραμμα χωρίς ολίσθηση ανερχόμενη κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου γωνίας  $\varphi$  με  $\eta\mu\varphi=0,56$ . Τη χρονική στιγμή  $t=0$  το κέντρο μάζας της σφαίρας έχει ταχύτητα με μέτρο  $v_0=8$  m/s. Να υπολογίσετε για τη σφαίρα:

**α.** το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής της τη χρονική στιγμή  $t=0$ .

**Μονάδες 6**

**β.** το μέτρο της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας της.

**Μονάδες 6**

**γ.** το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής κατά τη διάρκεια της κίνησής της.

**Μονάδες 6**

**δ.** το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας της καθώς ανεβαίνει, τη στιγμή που έχει διαγράψει  $30/\pi$  περιστροφές.

**Μονάδες 7**

Δίνονται: η ροπή αδράνειας της σφαίρας περί άξονα διερχόμενο από το κέντρο

της:  $I = \frac{2}{5} mR^2$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας:  $g=10$  m/s<sup>2</sup>.

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ 1ο

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

### ΘΕΜΑ 2ο

#### 1. Σωστή η (β)

$$\left. \begin{aligned} U_1' &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} U \\ U_2' &= \frac{2m_1}{m_1 + m_2} U \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{διαίρωντας κατά} \\ \text{μέλη τις δύο} \\ \text{σχέσεις} \\ \text{και επειδή ισχύει} \\ U_1' = -U_2' \text{ έχουμε:} \end{array} \quad \frac{2m_1}{m_1 + m_2} U = -1 \Rightarrow \frac{2m_1}{m_1 - m_2} = -1 \Rightarrow$$

$$\frac{2 \frac{m_1}{m_2}}{\frac{m_1}{m_2} - 1} = -1 \Rightarrow 2 \frac{m_1}{m_2} = -\frac{m_1}{m_2} + 1 \Rightarrow 3 \frac{m_1}{m_2} = 1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

#### 2. Σωστή η (γ)

επειδή

$$n_a \eta \mu \theta_{op} = 1 \Rightarrow \eta \mu \theta_{op} = \frac{1}{n_a} \Rightarrow \eta \mu \theta_{op} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2},$$

έχουμε

$$\theta_{op} = 45^\circ$$

ενώ

$$\eta \mu \theta_\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \theta_\alpha = 60^\circ$$

Άρα μεγαλύτερη από την κρίσιμη γωνία και γι' αυτό θα έχουμε ολική ανάκλαση.

#### 3. Σωστή η (γ)

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= \frac{U + U_A}{U} f_s \\ f_2 &= \frac{U - U_A}{U} f_s \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{αφαιρώντας κατά μέλη τις} \\ \text{δύο σχέσεις και επειδή ισχύει} \\ f_1 - f_2 = \frac{f_s}{10} \text{ έχουμε:} \end{array} \quad \left( \frac{U + U_A}{U} - \frac{U - U_A}{U} \right) \cdot f_s = \frac{f_s}{10} \Rightarrow$$

$$\frac{2U_A}{U} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{U_A}{U} = \frac{1}{20}$$

#### 4. Σωστή η (γ)

Επειδή  $T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\kappa_1}}$  και  $T_2 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\kappa_2}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{2\kappa_1}}$  έχουμε:

$$T_2 = \frac{T_1}{\sqrt{2}} < T_1$$

πρώτο θα περάσει το σώμα  $\Sigma_2$  από τη θέση ισορροπίας.

### ΘΕΜΑ 3ο

α. Το σημείο που βρίσκεται στη θέση  $x=0$  διέρχεται 10 φορές ανά sec από τη Θ.Ι. Επειδή σε κάθε ταλάντωση διέρχεται 2 φορές από τη Θ.Ι. συμπεραίνουμε ότι εκτελεί 5 ταλαντώσεις ανά sec, δηλ.

$$f=5 \text{ Hz} \quad \text{Άρα } T = \frac{1}{f} = 0,2 \text{ sec}$$

β.  $L = 4 \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} \Leftrightarrow L = \frac{9\lambda}{4} \Leftrightarrow L = 0,9m$

γ.  $2 \cdot 2A = 0,1 \Leftrightarrow A = 0,025m$  και  $\frac{\lambda}{4} = 0,1 \Leftrightarrow \lambda = 0,4m$

$$y = 2A \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \eta \mu \frac{2\pi}{T} \Leftrightarrow$$

$$y = 0,05 \cdot \sigma \nu \nu \frac{2\pi x}{0,4} \cdot \eta \mu \frac{2\pi}{0,2} \Leftrightarrow y = 0,05 \cdot \sigma \nu \nu 5\pi x \cdot \eta \mu 10\pi t \text{ στο S.I.}$$

δ. Για την ταλάντωση υλικού σημείου ισχύει:

$$E_{\text{TAA}} = U + K \Leftrightarrow \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} D y^2 + \frac{1}{2} m U^2 \Leftrightarrow$$

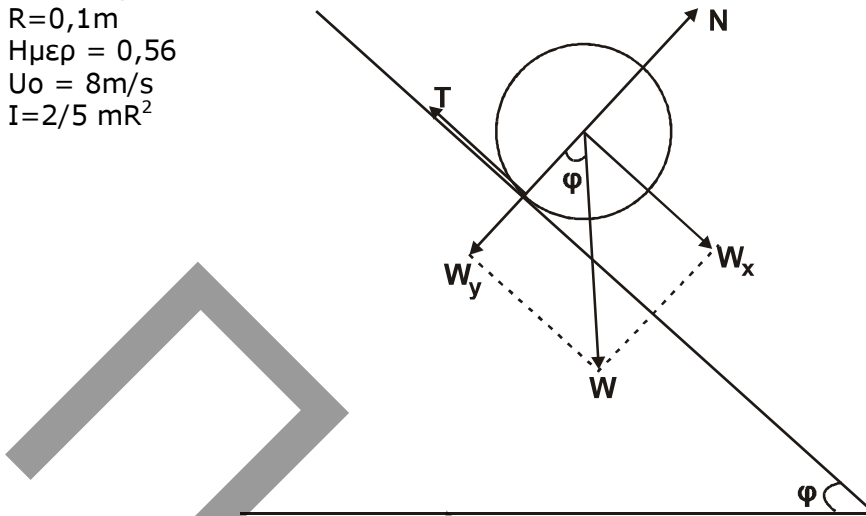
$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 y^2 + \frac{1}{2} m U^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow |U| = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$$

για το σημείο  $x=0 A=0,05$  άρα  $|U| = 0,4 \pi \text{ m/s.}$

### ΘΕΜΑ 4ο

$m = 10\text{kg}$   
 $R = 0,1\text{m}$   
 $\mu = 0,56$   
 $U_0 = 8\text{m/s}$   
 $I = \frac{2}{5} mR^2$



Αφού η σφαίρα εκτελεί ομαλά επιβραδυνόμενη στροφική κίνηση η ροπή της στατικής τριβής  $T$  θα αντιστέκεται στη περιστροφή της σφαίρας άρα η κατεύθυνση της θα είναι προς τα πάνω.

α.  $U_0 = \omega_0 R \Rightarrow \omega_0 = \frac{U_0}{R} \Rightarrow \omega_0 = \frac{8}{0,1} \Rightarrow \omega_0 = 80\text{rad/s}$

β. Εφαρμόζουμε τον θεμελιώδη νόμο της Μηχανικής για την μεταφορική και περιστροφική κίνηση της σφαίρας στον άξονα κίνησης

$$\Sigma F_x = ma_{cm} \Rightarrow T - W_x = -ma_{cm} \Rightarrow T - mg\eta\mu\phi = -ma_{cm} \quad (1)$$

$$\Sigma \tau = I\alpha \Rightarrow T \cdot R = \frac{2}{5} mR^2 a \Rightarrow T \cdot R = \frac{2}{5} mR^2 \frac{a_{cm}}{R} \Rightarrow$$

$$T \cdot R = \frac{2}{5} mRa_{cm} \Rightarrow T = \frac{2}{5} ma_{cm} \quad (2)$$

Αντικαθιστώ την (2) στην (1):  $(1) \Rightarrow \frac{2}{5} ma_{cm} - mg\eta\mu\phi = -ma_{cm} \Rightarrow$

$$\Rightarrow +mg\eta\mu\phi = \frac{7}{5} ma_{cm} \Rightarrow \frac{7}{5} ma_{cm} = mg\eta\mu\theta \Rightarrow a_{cm} = \frac{5g\eta\mu\phi}{7}$$

$$a_{cm} = 4\text{m/s}^2$$

γ.  $\frac{\Delta L}{\Delta t} = \Sigma \tau = T \cdot R \quad (3)$

Από την (2) έχω:  $T = \frac{2}{5} ma_{cm} \Rightarrow T = \frac{2}{5} \cdot 10 \cdot 4 \Rightarrow T = 16\text{N}$

Άρα η (3) γίνεται:  $\frac{\Delta L}{\Delta t} = T \cdot R \Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = 16 \cdot 0,1 \Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = 1,6\text{kgm}^2/\text{s}^2$

δ. Βρίσκω την κινητική ενέργεια της σφαίρας

$$K = K_{\mu\epsilon\tau} + K_{\pi\epsilon\rho} \Rightarrow K = \frac{1}{2}mU^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow$$

$$K = \frac{1}{2}mU^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5}mR^2\omega^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2}mU^2 + \frac{1}{5}mU^2 \Rightarrow$$

$$K = \frac{7}{10}mU^2 \quad (4)$$

$$\text{Η σφαίρα διανύει διάστημα } S = N \cdot 2\pi R \Rightarrow S = \frac{30}{\pi} \cdot 2\pi \cdot 0,1 \Rightarrow S = 6m$$

Εφαρμόζουμε θεώρημα έργου ενέργειας για τη σφαίρα:

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{W_x} + W_{W_y} + W_T + W_N$$

$$\stackrel{(4)}{\Rightarrow} \frac{7}{10}mU_{cm}^2 - \frac{7}{10}mU_o^2 = -mg\eta\mu\phi S \Rightarrow$$

$$\frac{7}{10}mU_{cm}^2 = \frac{7}{10}mU_o^2 - mg\eta\mu\phi S \Rightarrow$$

$$U_{cm}^2 = \frac{10}{7} \cdot \frac{7}{10}U_o^2 - \frac{10}{7}g\eta\mu\phi S \Rightarrow$$

$$U_{cm}^2 = U_o^2 - \frac{10}{7}g\eta\mu\phi S \Rightarrow$$

$$U_{cm}^2 = 64 - \frac{10}{7} \cdot 10 \cdot 0,56 \cdot 6 \Rightarrow$$

$$U_{cm}^2 = 64 - 48 \Rightarrow$$

$$U_{cm}^2 = 16 \Rightarrow U_{cm} = 4m/s$$

Σημείωση: το δ) ερώτημα επιδέχεται και άλλη λύση.

Από το γεγονός ότι η σφαίρα κάνει ομαλά επιβραδυνόμενη στροφική κίνηση θα ισχύει για κάθε θέση ότι

$$\omega^2 = \omega_o^2 - 2a \cdot \phi \Rightarrow \omega^2 = 80^2 - 2 \cdot 40 \frac{30}{\alpha} \cdot 2\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega^2 = 80^2 - 80 \cdot 60 \Rightarrow \omega^2 = 80 \cdot 20 \Rightarrow \omega = 40rad/s$$

$$\text{Άρα } U = \omega R \Rightarrow U = 40 \cdot 0,1 \Rightarrow U = 4m/s$$