

**ΦΥΣΙΚΗ**  
**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

Θέμα 1<sup>ο</sup>

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμίας 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. μια 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 σε όλα τα μέσα με την ίδια ταχύτητα.

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 δυο 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 δυο όμοιων κυμάτων στην επιφάνεια υγρού είναι ότι όλα τα σημεία της επιφάνειας είτε παραμένουν διαρκώς ακίνητα είτε ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.

Μονάδες 5

## Θέμα 2<sup>ο</sup>

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 δυο σφαιρών είναι:

α. 1

β.  $\frac{1}{3}$

γ.  $\frac{1}{2}$

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  $\theta_a$  τέτοια ώστε  $\eta\mu\theta_a = \frac{\sqrt{3}}{2}$ . Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι  $n_a = \sqrt{2}$ . 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

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  $y=+0,03\text{m}$ .

Μονάδες 7

Δίνεται  $\pi=3,14$ .

#### Θέμα 4<sup>ο</sup>

Συμπαγής και ομογενής σφαίρα μάζας  $m=10\text{Kg}$  και ακτίνας  $R=0,1\text{m}$  κυλίνεται 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  $v_0=8\text{m/s}$ . 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  $\frac{30}{\pi}$  περιστροφές.

Μονάδες 7

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

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

## Απαντήσεις

### Θέμα 1<sup>ο</sup>

1.  $\gamma$
2.  $\beta$
3.  $\delta$
4.  $\gamma$
5. α.  $\Lambda$ , β.  $\Sigma$ , γ.  $\Lambda$ , δ.  $\Sigma$ , ε.  $\Lambda$

### Θέμα 2<sup>ο</sup>

1. Σωστό το β.

#### Αιτιολόγηση

Επειδή η κρούση είναι μετωπική και ελαστική και η σφαίρα μάζας  $m_2$  είναι αρχικά ακίνητη, οι ταχύτητες των δύο σφαιρών μετά την κρούση δίνονται από τις σχέσεις:

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1, \quad v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

$$\text{Όμως: } v_1' = -v_2' \rightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 = -\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1 \rightarrow m_1 - m_2 = -2m_1 \rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

2. Σωστό το γ.

#### Αιτιολόγηση

Η κρίσιμη γωνία από το γυαλί στον αέρα υπολογίζεται από την σχέση:

$$\eta\mu\theta_{\text{crit}} = \frac{n_b}{n_a} \xrightarrow{\eta\mu\theta_a=1} \eta\mu\theta_{\text{crit}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \theta_{\text{crit}} = 45^\circ$$

Η γωνία πρόσπτωσης της μονοχρωματικής ακτινοβολίας στη διαχωριστική επιφάνεια

$$\text{γυαλιού - αέρα, είναι: } \eta\mu\theta_a = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta_a = 60^\circ$$

Επειδή  $\theta_a > \theta_{\text{crit}}$  θα γίνει ολική ανάκλαση.

3. Σωστό το γ.

#### Αιτιολόγηση

Η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής όταν πλησιάζει την ηχητική πηγή

$$\text{δίνεται από την σχέση: } f_A = \frac{v + v_A}{v} \cdot f_s,$$

ενώ η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής όταν απομακρύνεται από την

$$\text{ηχητική πηγή δίνεται από την σχέση: } f_A' = \frac{v - v_A}{v} \cdot f_s.$$

$$\text{Όμως: } f_A - f_A' = \frac{f_s}{10} \rightarrow \frac{v + v_A}{v} \cdot f_s - \frac{v - v_A}{v} \cdot f_s = \frac{f_s}{10} \rightarrow \frac{v_A}{v} = \frac{1}{20}.$$

4. Σωστό το γ.

### Αιτιολόγηση

Ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάβαση του σώματος από την ακραία θέση στη

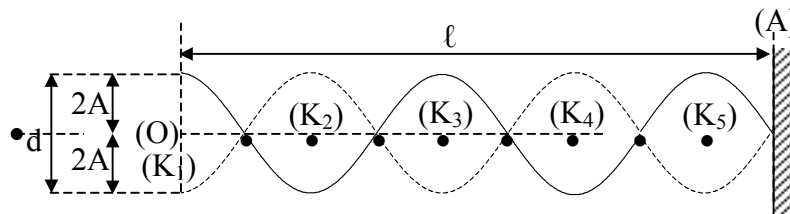
Θ.Ι. είναι  $t = \frac{T}{4}$ . Όμως  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Για το  $\Sigma_1$  ισχύει:  $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}}$  (1)

Για το  $\Sigma_2$  ισχύει:  $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_2}}$  (2)

Όμως  $k_2 = 2k_1 \xrightarrow{(1),(2)} T_1 > T_2 \rightarrow \frac{T_1}{4} > \frac{T_2}{4}$ .

Θέμα 3<sup>ο</sup>



α) Η απόσταση των ακραίων θέσεων είναι:

$$d = 4A \Rightarrow A = \frac{d}{4} = \frac{0,1}{4} \text{ m} \Rightarrow \boxed{A = 0,025 \text{ m}}$$

όπου A το πλάτος του καθενός από τα δυο κύματα η συμβολή των οποίων δίνει το στάσιμο κύμα.

Η απόσταση ανάμεσα σε μια κοιλία και τον πλησιέστερο δεσμό είναι:  $\frac{\lambda}{4}$

Επομένως:  $\frac{\lambda}{4} = 0,1 \text{ m} \rightarrow \lambda = 0,4 \text{ m}$

Το σημείο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές σε κάθε δευτερόλεπτο. Ο χρόνος μεταξύ δυο διαδοχικών διαβάσεων από τη θέση ισορροπίας είναι γνωστό ότι είναι  $\frac{T}{2}$ , όπου T η περίοδος της ταλάντωσης του.

Επομένως το σημείο εκτελεί 5 ταλαντώσεις σε κάθε δευτερόλεπτο.

Δηλαδή η συχνότητα της ταλάντωσης θα είναι:  $f = 5 \text{ Hz}$ .

Επομένως η περίοδος της ταλάντωσης, είναι:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 0,2 \text{ s}}$$

β) Αφού το άκρο Ο της χορδής είναι κοιλία και το άλλο άκρο της Α είναι δεσμός, ενώ πάνω στην χορδή δημιουργούνται συνολικά 5 κοιλίες και 5 δεσμοί, είναι:

$$L = 4\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} \rightarrow L = 0,9 \text{ m}$$

γ) Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι

$$y_{(x,t)} = 2A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right) \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

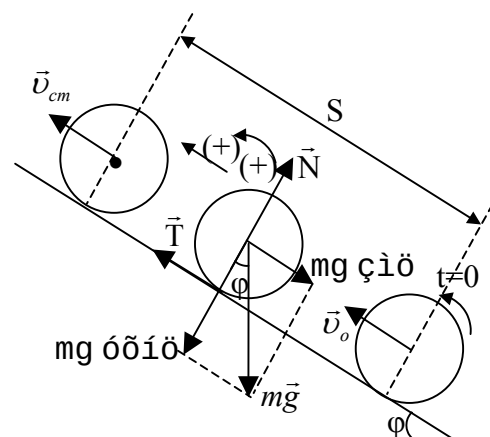
Άρα:

$$y_{(x,t)} = 2 \cdot 0,025 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{0,4}x\right) \cos\left(\frac{2\pi}{0,2}t\right) \Rightarrow y_{(x,t)} = 0,05 \sin(5\pi x) \cos(10\pi t).$$

δ) Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ε. για την ταλάντωση του σημείου του μέσου  $x=0$  που είναι κοιλία όταν η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας είναι  $y = +0,03 \text{ m}$  παίρνουμε

$$\begin{aligned} E_{\text{κι}} &= E + U \Rightarrow \frac{1}{2} m \dot{y}^2 + \frac{1}{2} (2A)^2 = \frac{1}{2} m \dot{y}^2 + \frac{1}{2} m \dot{y}^2 y^2 \Rightarrow \dot{y}^2 = \dot{y}^2 [(2A)^2 - y^2] \Rightarrow \\ &\Rightarrow v = \omega \sqrt{(2A)^2 - y^2} = 10\pi \sqrt{0,05^2 - 0,03^2} = 10\pi \cdot 0,04 \Rightarrow v = 0,4\pi \text{ m/s} \Rightarrow \\ &\quad v = 1,256 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

#### Θέμα 4<sup>ο</sup>



α) Επειδή κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει για την  $t=0$ :

$$v_0 = \omega_0 R \rightarrow \omega_0 = \frac{v_0}{R} \rightarrow \omega_0 = 80 \text{ rad/s}$$

β) Για τη μεταφορική κίνηση ισχύει:

$$\sum F_x = ma_{\text{cm}} \Rightarrow T - mg \sin \phi = ma_{\text{cm}} \quad (1)$$

Για την περιστροφική κίνηση ισχύει:

$$\sum \tau = I\alpha \Rightarrow -\tau = \frac{2}{5} m R^2 \alpha \Rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} -T &= \frac{2}{5} m R \alpha \\ a_{cm} &= \alpha R \end{aligned} \right\} \Rightarrow -T = \frac{2}{5} m a_{cm} \quad (2)$$

$$(1) (2) \Rightarrow -\frac{2}{5} m a_{cm} - mg \sin \theta = m a_{cm} \Rightarrow \frac{7}{5} m a_{cm} = -mg \sin \theta \Rightarrow$$

$$\boxed{a_{cm} = -\frac{5}{7} g \sin \theta}$$

$$a_{cm} = -\frac{50}{7} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \Rightarrow a_{cm} = -\frac{28m}{7 s^2} = -4 \frac{m}{s^2}$$

Άρα η κίνηση της σφαίρας είναι ομαλά επιβραδυνόμενη, με επιβράδυνση μέτρου  $a_{cm} = 4 \text{ m/s}^2$ .

$$\gamma) \left| \frac{dL}{dt} \right| = \Sigma \tau = TR = \frac{2}{5} m a_{cm} R = \frac{2}{5} 10 \cdot 4 \cdot 0.1 \Rightarrow \left| \frac{dL}{dt} \right| = 1,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\delta) \text{ Ισχύει } S = 2\pi R N = 2\pi R \frac{30}{\pi} \Rightarrow S = 2\pi 0,1 \frac{30}{\pi} m \Rightarrow \boxed{S = 6m},$$

άρα έχει διανύσει τότε απόσταση 6m.

Επειδή η κίνηση της σφαίρας είναι ομαλά επιβραδυνόμενη, ισχύουν οι σχέσεις:

$$v = v_0 - |a_{cm}| t \quad (3) \text{ και } S = v_0 t - \frac{1}{2} |a_{cm}| t^2 \quad (4)$$

$$(4) \rightarrow 6 = 8t - 2t^2 \rightarrow t^2 - 4t + 3 = 0 \rightarrow \begin{cases} t_1 = 1s \\ t_2 = 3s \end{cases}$$

$$(3) \xrightarrow{t_1=1s} v = 4 \text{ m/s} \quad (\text{ανεβαίνει})$$

$$(3) \xrightarrow{t_2=3s} v = -4 \text{ m/s} \quad (\text{κατεβαίνει})$$

Άρα το μέτρο της ταχύτητας είναι:  $v = 4 \text{ m/s}$ .