

ΠΕΜΠΤΗ 3 ΙΟΥΝΙΟΥ 2004
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

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 ω_1 και ω_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 2^ο

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. $\frac{1}{3}$ 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 θ_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

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. $\frac{1}{10}$ γ. $\frac{1}{20}$

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

4. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_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 Σ_1 και Σ_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 Σ_1 .
γ. σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με πρώτο το Σ_2 .

Μονάδες 2

Μονάδες 4

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΘΕΜΑ 3^ο

Ένα τεντωμένο οριζόντιο σχοινί OA μήκους L εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα x . Το άκρο του A είναι στερεωμένο ακλόνητα στη θέση $x = L$, ενώ το άκρο O 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 $0,1 \text{ m}$. Το συγκεκριμένο σημείο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του 10 φορές κάθε δευτερόλεπτο και απέχει κατά τον άξονα x απόσταση $0,1 \text{ m}$ 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 $y = +0,03 \text{ m}$.

Δίνεται $\pi = 3,14$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4^ο

Συμπαγής και ομογενής σφαίρα μάζας $m=10 \text{ kg}$ και ακτίνας $R=0,1 \text{ m}$ κυλίεται ευθύγραμμα χωρίς ολίσθηση ανερχόμενη κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου γωνίας φ 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: $I = \frac{2}{5} mR^2$

και η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Θέμα 1^ο:

1 - γ 2 - β 3 - δ 4 - γ
5 Λ Σ Λ Σ Λ

Θέμα 2^ο:

1. β



Από τη θεωρία των κρούσεων γνωρίζουμε ότι σε ελαστική μετωπική κρούση δύο σωμάτων που το ένα σώμα είναι ακίνητο, οι ταχύτητες των σωμάτων μετά την κρούση δίνονται από τις σχέσεις:

$$U'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} U_1 \quad \text{και} \quad U'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} U_1$$

Οι ταχύτητες των σωμάτων είναι αντίθετες με ίδιο μέτρο δηλαδή

$$U'_1 = -U'_2 \Rightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} U_1 = -\frac{2m_1}{m_1 + m_2} U_1 \Rightarrow m_1 - m_2 = -2m_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow 3m_1 = m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

Σωστή απάντηση η β

2. γ

Αρχικά υπολογίζουμε την κρίσιμη γωνία

$$n_a \eta_{\mu\theta_{crit}} = n_B \eta_{\mu 90}$$

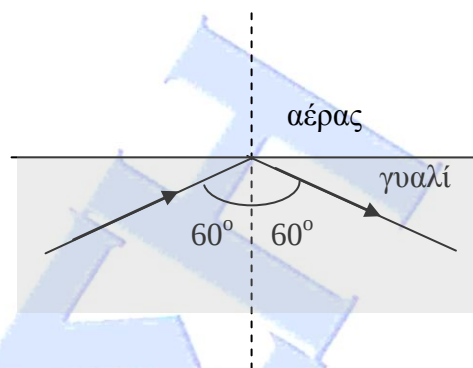
Όμως $n_B = 1$ και $\eta_{\mu 90} = 1$ οπότε

$$\eta_{\mu\theta_{crit}} = \frac{1}{n_a} \Rightarrow \eta_{\mu\theta_{crit}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_{crit} = 45^\circ$$

$$\text{Επειδή } \eta_{\mu\theta_a} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \theta_a = 60^\circ$$

Αφού $\theta_a > \theta_{crit}$ η ακτίνα θα υποστεί ολική ανάκλαση.

Σωστή απάντηση η γ



3. γ

α) Πλησιάζει ο παρατηρητής στην ηχητική πηγή

$$f_1 = f_s \frac{U + U_A}{U}$$



β) Απομακρύνεται ο παρατηρητής από την ηχητική πηγή $f_2 = f_s \frac{U - U_A}{U}$

$$\text{Όμως } f_1 - f_2 = \frac{f_s}{10} \Rightarrow f_s \frac{U + U_A}{U} - f_s \frac{U - U_A}{U} = \frac{f_s}{10} \Rightarrow$$

$$f_s \left(\frac{U + U_A}{U} - \frac{U - U_A}{U} \right) = \frac{f_s}{10} \Rightarrow \frac{2U_A}{U} = \frac{1}{10} \Rightarrow U_A = \frac{U}{20} \Rightarrow \frac{U_A}{U} = \frac{1}{20}$$

Σωστή απάντηση η γ

4. γ

Και τα δύο σώματα θα περάσουν από τη θέση ισορροπίας μετά από χρόνο ίσο με $\frac{T}{4}$.

Η διάρκεια κίνησης δεν εξαρτάται από το πλάτος απομάκρυνσης.

Όμως το σώμα που είναι δεμένο στο K_1 έχει περίοδο:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_1}} \text{ και αυτό που είναι δεμένο στο } K_2 = 2K_1 \text{ έχει}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_2}} \Rightarrow T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2K_1}}$$

Προφανώς $T_1 > T_2$ οπότε γρηγορότερα θα περάσει το Σ_2

Σωστή απάντηση η γ.

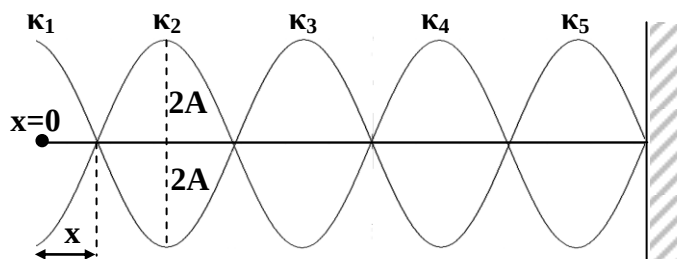
Θέμα 3^ο:

Επειδή σε χρόνο $t = 1s$ έχουμε 10 περάσματα από τη θέση ισορροπίας, και σε κάθε περίοδο περνά 2 φορές από θέση ισορροπίας, προφανώς έχουμε

$$5 \text{ περιόδους οπότε } 5T = 1s \Rightarrow T = \frac{1}{5}s$$

Η απόσταση του 1^{ου} δεσμού από την πρώτη

$$\text{κοιλιά (x = 0) είναι: } x = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4x \Rightarrow \lambda = 0,4m$$



Το μήκος του νήματος είναι: $L = 4 \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = 9 \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = 9 \frac{0,9}{4} = 0,9\text{m}$

Οι ακραίες θέσεις της κοιλιάς απέχουν 0,1m

Η απόσταση αυτή ισοδυναμεί με 4 A δηλαδή $0,1 = 4 A \Rightarrow A = \frac{0,1}{4} = 0,025\text{m}$

Η εξίσωση του στάσιμου είναι

$$y = 2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \eta\mu \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow y = 0,05 \sin \frac{2\pi x}{0,4} \eta\mu \frac{2\pi}{1/5} t \Rightarrow$$

$$y = 0,05 \sin 5\pi x \eta\mu 10\pi t \text{ (SI)}$$

Από διατήρηση ενέργειας ταλάντωσης :

$$K + U = U_{\max} \Rightarrow \frac{1}{2} m U^2 + \frac{1}{2} D y^2 = \frac{1}{2} D (2A)^2$$

Όμως $D = m \omega^2$ οπότε $\frac{1}{2} m U^2 + \frac{1}{2} m \omega^2 y^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 4A^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow U = \pm \omega \sqrt{4A^2 - y^2} \Rightarrow U = \pm \frac{2\pi}{T} \sqrt{4A^2 - y^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = \pm 10\pi \sqrt{0,05^2 - 0,03^2} = \pm 0,4\pi \text{m/s} = \pm 1,256 \text{m/s}$$

Θέμα 4^ο:

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

β) $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = B_y = mg \sin \varphi$

$\Sigma F_x = m a_{\text{cm}} \Rightarrow B_x - T = m a_{\text{cm}} \Rightarrow mg \eta\mu \varphi - T = m a_{\text{cm}} \quad (1)$

$\Sigma \tau = I \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow TR = \frac{2}{5} m R^2 \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow T = \frac{2}{5} m R \alpha_{\gamma\omega\nu}$

Όμως $a_{\text{cm}} = \alpha_{\gamma\omega\nu} R$ οπότε: $T = \frac{2}{5} m a_{\text{cm}} \quad (2)$

$(1) + (2) : mg \eta\mu \varphi = \frac{7}{5} m a_{\text{cm}} \Rightarrow a_{\text{cm}} = \frac{5g \eta\mu \varphi}{7} \Rightarrow a_{\text{cm}} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 0,56}{7} = 4 \text{m/s}^2$

$(2) \Rightarrow T = \frac{2}{5} m a_{\text{cm}} \Rightarrow T = \frac{2}{5} \cdot 10 \cdot 4 = 16 \text{N}$

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής είναι:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \Sigma \tau = T \cdot R \Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = 16 \cdot 0,1 = 1,6 \text{kg m}^2 / \text{s}^2$$

Η γωνιακή επιβράδυνση είναι $\alpha_{\gamma\omega\nu} =$

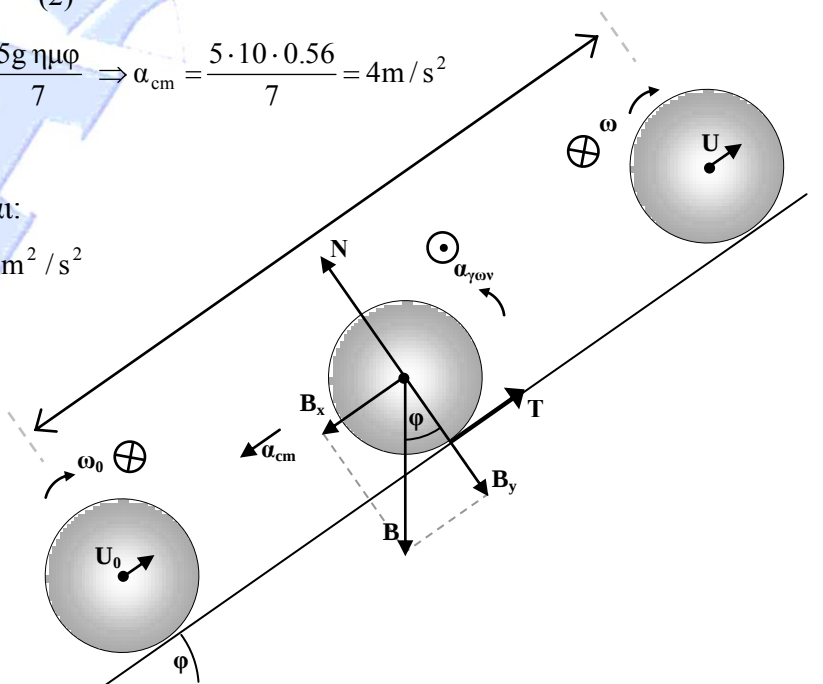
$$\frac{a_{\text{cm}}}{R} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{4}{0,1} = 40 \text{rad/s}^2$$

Η γωνία στροφής: $\theta = N 2\pi = 60 \text{rad}$

Όμως $\theta = \omega_0 t - \frac{1}{2} \alpha_{\gamma\omega\nu} t^2$

$$\Rightarrow 60 = 80t - 20t^2 \Rightarrow t^2 - 4t + 3 = 0$$

$$t = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 12}}{2} = \frac{4 \pm 2}{2} \begin{cases} 1 \text{sec} \\ 3 \text{sec} \end{cases}$$



Προφανώς επιλέγουμε την πρώτη φορά που περνά ανεβαίνοντας με θετική ταχύτητα δηλαδή $t = 1\text{s}$

Η ταχύτητα $U = U_0 - a_{cm} t \Rightarrow U = 8 - 4 \cdot 1 = 4 \text{ m/s}$

Β Λύση Ενεργειακά:

Το μήκος που διανύει όταν διαγράφει $N = 30$ στροφές είναι:

$$X = N 2\pi R \Rightarrow X = \frac{30}{\pi} 2\pi 0,1 = 6\text{m}$$

Η υψομετρική διαφορά είναι $h = x \eta \mu \phi \Rightarrow h = 6 \cdot 0,56 = 3,36\text{m}$

Διατήρηση μηχανικής ενέργειας

$$K_{αρχ} + U_{αρχ} = K_{τελ} + U_{τελ} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m U_0^2 + \frac{1}{2} I \omega_0^2 = \frac{1}{2} m U^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 + mgh \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m U_0^2 + \frac{1}{2} \frac{2}{5} m R^2 \omega_0^2 = \frac{1}{2} m U^2 + \frac{1}{2} \frac{2}{5} m R^2 \omega^2 + mgh$$

Όμως $U_0 = \omega_0 R$ και $U = \omega R$ οπότε

$$\frac{1}{2} U_0^2 + \frac{2}{10} U_0^2 = \frac{1}{2} U^2 + \frac{2}{10} U^2 + gh \Rightarrow \frac{7}{10} U_0^2 = \frac{7}{10} U^2 + gh$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_0^2 - \frac{10gh}{7}} \Rightarrow U = \sqrt{8^2 - \frac{10 \cdot 10 \cdot 3,36}{7}} = 4\text{m/s}$$