

Αναλυτικές λύσεις - Φυσική Κατεύθυνσης 2004

Απολυτήριες Εξετάσεις Γ' Τάξης Ημερήσιου Ενιαίου Λυκείου

ΘΕΜΑ 1ο

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Ερώτηση	Απάντηση	Σχόλιο
1	γ	Σε LC κύκλωμα $U_E = U_B$ όταν $q^2/(2C) = Li^2/2$. Σε μία περίοδο αυτό συμβαίνει τέσσερις φορές.
2	β	Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα υπακούουν στην αρχή της επαλληλίας.
3	δ	Αν η συχνότητα του διεγέρτη ξεκινά μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα και αυξάνεται, το πλάτος αυξάνεται μέχρι τον συντονισμό και μετά μειώνεται.
4	γ	Στα διακροτήματα το πλάτος της συνισταμένης μεταβάλλεται από 0 έως $2A$.

Σωστό - Λάθος

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Η ροπή αδράνειας εκφράζει την αδράνεια στη στροφική κίνηση, όχι στη μεταφορική.
β	Σωστό	Στη μόνιμη κατάσταση εξαναγκασμένης ταλάντωσης, για δεδομένη συχνότητα διεγέρτη, το πλάτος είναι σταθερό με τον χρόνο.
γ	Λάθος	Στα στάσιμα κύματα δεν έχουμε μεταφορά ενέργειας από σημείο σε σημείο του μέσου.
δ	Σωστό	Στην έκκεντρη κρούση οι ταχύτητες των κέντρων μάζας είναι παράλληλες, όχι πάνω στην ίδια ευθεία κρούσης.
ε	Λάθος	Στη συμβολή υπάρχουν και σημεία με ενδιάμεσο πλάτος, όχι μόνο ακίνητα σημεία ή σημεία μέγιστου πλάτους.

ΘΕΜΑ 2ο

1. Ελαστική μετωπική κρούση

Σωστή απάντηση: β. $m_1/m_2 = 1/3$.

Για ελαστική μετωπική κρούση σώματος μάζας m_1 με ταχύτητα u πάνω σε ακίνητο σώμα μάζας m_2 :

$$v_1 = [(m_1 - m_2)/(m_1 + m_2)]u, \quad v_2 = [2m_1/(m_1 + m_2)]u$$

Μετά την κρούση οι σφαίρες κινούνται με αντίθετες ταχύτητες ίσων μέτρων, άρα $v_1 < 0$ και $|v_1| = v_2$.

$$(m_2 - m_1)/(m_1 + m_2) \cdot u = 2m_1/(m_1 + m_2) \cdot u$$

$$m_2 - m_1 = 2m_1 \Rightarrow m_2 = 3m_1 \Rightarrow m_1/m_2 = 1/3$$

2. Ολική ανάκλαση

Σωστή απάντηση: γ. Η ακτινοβολία θα ανακλαστεί ολικά.

Η ακτινοβολία περνά από γυαλί προς αέρα. Για την κρίσιμη γωνία ισχύει:

$$\sin \theta_{\text{crit}} = n_{\text{αέρα}}/n_{\text{γυαλιού}} = 1/\sqrt{2}$$

Δίνεται $\sin \theta = \sqrt{3}/2$. Επειδή $\sqrt{3}/2 > 1/\sqrt{2}$, η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη. Άρα έχουμε ολική ανάκλαση.

3. Φαινόμενο Doppler

Σωστή απάντηση: γ. $u_A/u = 1/20$.

Πριν περάσει από την πηγή, ο παρατηρητής πλησιάζει την ακίνητη πηγή:

$$f_1 = f_s \cdot (u + u_A)/u$$

Αφού περάσει από την πηγή, απομακρύνεται:

$$f_2 = f_s \cdot (u - u_A)/u$$

Η διαφορά των συχνοτήτων είναι:

$$f_1 - f_2 = f_s[(u + u_A)/u - (u - u_A)/u] = f_s \cdot 2u_A/u$$

$$f_s \cdot 2u_A/u = f_s/10 \Rightarrow 2u_A/u = 1/10 \Rightarrow u_A/u = 1/20$$

4. Κατακόρυφα ελατήρια

Σωστή απάντηση: γ. Πρώτο διέρχεται από τη Θ.Ι. το Σ2.

Κάθε σώμα αφήνεται από ακραία θέση της ταλάντωσής του. Ο χρόνος για να περάσει πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας είναι $T/4$, ανεξάρτητα από το πλάτος.

$$T = 2\pi\sqrt{(m/k)}$$

Δίνεται $k_1 = k_2/2$, άρα $k_2 > k_1$. Επομένως:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{(m/k_2)} < T_1 = 2\pi\sqrt{(m/k_1)}$$

Άρα $T_2/4 < T_1/4$, οπότε πρώτο περνά από τη θέση ισορροπίας το Σ2. Το γεγονός ότι οι απομακρύνσεις είναι x και $2x$ δεν αλλάζει τον χρόνο αυτό.

ΘΕΜΑ 3ο - Στάσιμο κύμα

Δεδομένα: στο $x = 0$ υπάρχει κοιλία, στο $x = L$ υπάρχει δεσμός, συνολικά υπάρχουν 5 κοιλίες. Η απόσταση των ακραίων θέσεων της ταλάντωσης στο $x = 0$ είναι 0,1 m, άρα το πλάτος της κοιλίας είναι 0,05 m.

α. Περίοδος

Το σημείο $x = 0$ περνά από τη θέση ισορροπίας 10 φορές ανά δευτερόλεπτο. Σε μία πλήρη ταλάντωση περνά δύο φορές από τη θέση ισορροπίας.

$$2f = 10 \Rightarrow f = 5 \text{ Hz}$$

$$T = 1/f = 1/5 = 0,2 \text{ s}$$

Άρα: $T = 0,2 \text{ s}$.

β. Μήκος L

Σε στάσιμο κύμα με κοιλία στο ελεύθερο άκρο $x = 0$, ο πλησιέστερος δεσμός βρίσκεται σε απόσταση $\lambda/4$.

$$\lambda/4 = 0,1 \Rightarrow \lambda = 0,4 \text{ m}$$

Με 5 συνολικά κοιλίες και δεσμό στο άκρο A, το μήκος του σχοινιού είναι:

$$L = 9\lambda/4 = 9 \cdot 0,4/4 = 0,9 \text{ m}$$

Άρα: $L = 0,9 \text{ m}$.

γ. Εξίσωση στάσιμου κύματος

Επειδή στο $x = 0$ υπάρχει κοιλία, η χωρική εξάρτηση γράφεται με συνημίτονο. Τη στιγμή $t = 0$ το σημείο $x = 0$ έχει μηδενική απομάκρυνση και κινείται προς τη θετική φορά, άρα η χρονική εξάρτηση είναι ημίτονο με θετικό πρόσημο.

$$\text{Ακοιλίας} = 0,05 \text{ m}, \quad \omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rad/s}, \quad k = 2\pi/\lambda = 5\pi \text{ rad/m}$$

$$y = 0,05 \cos(5\pi x) \sin(10\pi t) \quad (\text{S.I.})$$

Με $\pi = 3,14$ μπορεί επίσης να γραφεί: $y = 0,05 \cos(15,7x) \sin(31,4t)$.

δ. Ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου $x = 0$

Για το σημείο $x = 0$ το πλάτος είναι $A = 0,05 \text{ m}$ και η γωνιακή συχνότητα $\omega = 10\pi = 31,4 \text{ rad/s}$. Σε Α.Α.Τ.:

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

$$|v| = 31,4 \sqrt{(0,05^2 - 0,03^2)} = 31,4 \sqrt{(0,0025 - 0,0009)}$$

$$|v| = 31,4 \cdot 0,04 = 1,256 \text{ m/s}$$

Άρα: $|v| = 1,256 \text{ m/s}$.

ΘΕΜΑ 4ο - Κύλιση σφαίρας σε κεκλιμένο επίπεδο

Δεδομένα: $m = 10 \text{ kg}$, $R = 0,1 \text{ m}$, $u_0 = 8 \text{ m/s}$, $\eta\mu\phi = 0,56$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $I = (2/5)mR^2$. Η σφαίρα κυλίνεται χωρίς ολίσθηση.

α. Αρχική γωνιακή ταχύτητα

Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει $u = \omega R$.

$$\omega_0 = u_0/R = 8/0,1 = 80 \text{ rad/s}$$

Άρα: $\omega_0 = 80 \text{ rad/s}$.

β. Επιτάχυνση κέντρου μάζας

Για κύλιση χωρίς ολίσθηση σε κεκλιμένο επίπεδο:

$$a = -g \sin\phi / [1 + I/(mR^2)]$$

Επειδή $I/(mR^2) = 2/5$:

$$a = -10 \cdot 0,56 / (1 + 2/5) = -5,6 / 1,4 = -4 \text{ m/s}^2$$

Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι η επιτάχυνση είναι αντίθετη από την αρχική κίνηση. Άρα το μέτρο είναι $|a| = 4 \text{ m/s}^2$.

γ. Ρυθμός μεταβολής στροφορμής

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής ως προς το κέντρο μάζας ισούται με τη συνισταμένη ροπή ως προς το κέντρο μάζας. Η μόνη δύναμη που έχει ροπή ως προς το κέντρο μάζας είναι η στατική τριβή.

Υπολογίζουμε πρώτα την τριβή από τη μεταφορική κίνηση, με θετική φορά προς τα πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow T - mg \sin\phi = ma$$

$$T - 10 \cdot 10 \cdot 0,56 = 10 \cdot (-4)$$

$$T - 56 = -40 \Rightarrow T = 16 \text{ N}$$

Άρα η ροπή της τριβής ως προς το κέντρο μάζας είναι:

$$\tau = TR = 16 \cdot 0,1 = 1,6 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Επομένως: $|dL/dt| = 1,6 \text{ N}\cdot\text{m}$.

δ. Ταχύτητα μετά από 30/π περιστροφές

Αν η σφαίρα κάνει $N = 30/\pi$ περιστροφές, τότε η γωνία που έχει διαγράψει είναι:

$$\theta = N \cdot 2\pi = (30/\pi) \cdot 2\pi = 60 \text{ rad}$$

Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση η μετατόπιση του κέντρου μάζας είναι:

$$s = R\theta = 0,1 \cdot 60 = 6 \text{ m}$$

Με σταθερή επιτάχυνση $a = -4 \text{ m/s}^2$:

$$v^2 = v_0^2 + 2as = 8^2 + 2 \cdot (-4) \cdot 6 = 64 - 48 = 16$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

Άρα η ταχύτητα του κέντρου μάζας είναι $v = 4 \text{ m/s}$.

Συνοπτικός πίνακας απαντήσεων

Ενότητα	Απάντηση
Θέμα 1	1γ, 2β, 3δ, 4γ, 5: αΛ, βΣ, γΛ, δΣ, εΛ
Θέμα 2	1β, 2γ, 3γ, 4γ
Θέμα 3	$T=0,2 \text{ s}$, $L=0,9 \text{ m}$, $y=0,05\cos(5\pi x)\sin(10\pi t)$, $ v =1,256 \text{ m/s}$
Θέμα 4	$\omega_0=80 \text{ rad/s}$, $ a =4 \text{ m/s}^2$, $ dL/dt =1,6 \text{ N}\cdot\text{m}$, $v=4 \text{ m/s}$