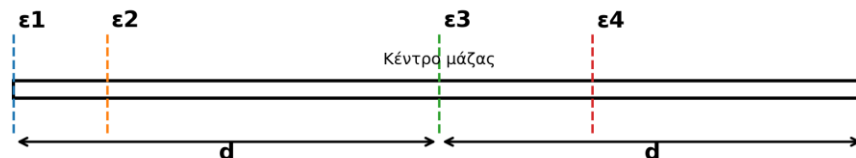


ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ - ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ 2011

ΘΕΜΑ Α

Ερώτημα	Απάντηση	Αιτιολόγηση
A1	α	Η σύνθεση δύο ΑΑΤ ίδιας συχνότητας, ίδιας διεύθυνσης και ίδιας θέσης ισορροπίας δίνει νέα ΑΑΤ ίδιας διεύθυνσης και ίδιας συχνότητας.
A2	α	Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια: τα διανύσματα E και B είναι κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης.
A3	δ	Σε πλαστική κρούση η ορμή διατηρείται, όχι όμως η κινητική ενέργεια. Η τελική κινητική ενέργεια είναι μικρότερη.
A4	γ	Για παράλληλους άξονες ισχύει $I = I_{cm} + M r^2$. Η μικρότερη ροπή αδράνειας αντιστοιχεί στον άξονα που περνά από το κέντρο μάζας, δηλαδή στον ε3.



Σχήμα Α4: ο άξονας ε3 περνά από το κέντρο μάζας, άρα δίνει την ελάχιστη ροπή αδράνειας.

A5 - Σωστό / Λάθος

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Η ενέργεια της ΑΑΤ παραμένει σταθερή: $E = 1/2 D A^2$.
β	Σωστό	Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα της ταλάντωσης γίνεται ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη.
γ	Σωστό	Το κέντρο μάζας μπορεί να βρίσκεται έξω από το υλικό σώμα, π.χ. σε δακτύλιο.
δ	Λάθος	Αν $\Sigma \tau_{ext} = 0$, τότε η ολική στροφορμή διατηρείται σταθερή.
ε	Λάθος	Σε μονωμένο σύστημα η ορμή διατηρείται σε κάθε κρούση, και στην ανελαστική.

ΘΕΜΑ Β

B1 - Κύκλωμα LC και αλλαγή πηνίου

Σωστή επιλογή: α. $I_{\max,1} / I_{\max,2} = \sqrt{2}$.

Στο αρχικό κύκλωμα L_1C : $q = Q \sin(\omega t)$, $i = -\omega Q \cos(\omega t)$, $T = 2\pi/\omega$.

Για $t_1 = 5T/8 \Rightarrow \omega t_1 = 5\pi/4 \Rightarrow |q_1| = Q/\sqrt{2}$.

Η μέγιστη ένταση στο αρχικό κύκλωμα είναι: $I_{\max,1} = \omega Q = Q/\sqrt{L_1C}$.

Με τη μεταφορά στη θέση Γ, στο νέο κύκλωμα L_2C διαθέσιμη είναι η ηλεκτρική ενέργεια του πυκνωτή: $E_2 = q_1^2/(2C) = Q^2/(4C)$.

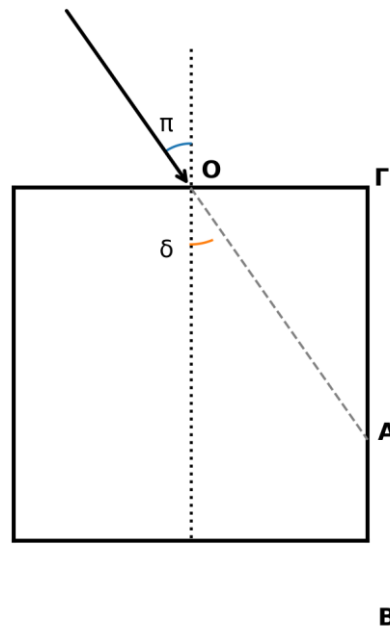
Άρα: $1/2 L_2 I_{\max,2}^2 = Q^2/(4C) \Rightarrow I_{\max,2} = Q/\sqrt{2L_2C}$.

Επειδή $L_1 = L_2$: $I_{\max,1} / I_{\max,2} = [Q/\sqrt{LC}] / [Q/\sqrt{2LC}] = \sqrt{2}$.

Σχόλιο: Το κρίσιμο σημείο είναι ότι τη στιγμή αλλαγής του διακόπτη το νέο κύκλωμα ξεκινά με φορτίο $|q_1| = Q/\sqrt{2}$ στον πυκνωτή.

B2 - Διάθλαση

Διάθλαση στην επιφάνεια υγρού - αέρα



Σχήμα B2: οι αποστάσεις OA και OB μετρούνται πάνω στις αντίστοιχες ευθείες μέχρι το δεξί τοίχωμα.

Σωστή επιλογή: γ. Ο λόγος OA/OB παραμένει σταθερός.

Αν το οριζόντιο πλάτος από το O μέχρι το δεξί τοίχωμα είναι ℓ , τότε:

$OA = \ell/\eta\mu\pi$, $OB = \ell/\eta\mu\delta$.

Άρα: $OA/OB = \eta_{\mu\delta}/\eta_{\mu\pi}$.

Από τον νόμο του Snell: $n_{\text{αέρα}} \eta_{\mu\pi} = n_{\text{υγρού}} \eta_{\mu\delta} \Rightarrow \eta_{\mu\delta}/\eta_{\mu\pi} = n_{\text{αέρα}}/n_{\text{υγρού}} = \text{σταθερό}$.

Επομένως, όταν αυξάνεται η γωνία πρόσπτωσης π , ο λόγος OA/OB δεν μεταβάλλεται.

B3 - Τροχαλία με δύναμη ή κρεμασμένο σώμα

Σωστή επιλογή: β. $\alpha_{\omega\omega,1} > \alpha_{\omega\omega,2}$.

1η περίπτωση: ασκούμε απευθείας δύναμη F στο νήμα. Η τάση του νήματος είναι $T_1 = F$.

$$\Sigma \tau = I \alpha_{\omega\omega,1} \Rightarrow F R = I \alpha_{\omega\omega,1} \Rightarrow \alpha_{\omega\omega,1} = F R / I.$$

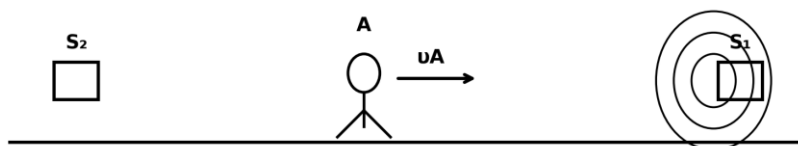
2η περίπτωση: κρεμάμε σώμα βάρους $w = F$. Τότε το σώμα επιταχύνεται προς τα κάτω, άρα:

$$mg - T_2 = ma \Rightarrow T_2 = mg - ma < mg = F.$$

Στην τροχαλία: $T_2 R = I \alpha_{\omega\omega,2}$. Επειδή $T_2 < F$, προκύπτει $\alpha_{\omega\omega,2} < \alpha_{\omega\omega,1}$.

Σχόλιο: Η παγίδα είναι ότι στο δεύτερο σενάριο η τάση δεν είναι ίση με το βάρος. Το σώμα επιταχύνεται, άρα “κρατάει” μέρος του βάρους του για τη δική του μεταφορική κίνηση.

ΘΕΜΑ Γ - Φαινόμενο Doppler και διακροτήματα



Σχήμα Γ: ο παρατηρητής κινείται προς την πηγή S_1 και απομακρύνεται από την S_2 .

Γ1 - Ταχύτητα παρατηρητή

Για ακίνητη πηγή και παρατηρητή που κινείται προς την πηγή: $f_A = f_1 (u_{\text{ηχ}} + u_A)/u_{\text{ηχ}}$.

$$100,5 = 100 \cdot (340 + u_A)/340$$

$$100,5/100 = (340 + u_A)/340 \Rightarrow 1,005 = 1 + u_A/340$$

$$u_A = 0,005 \cdot 340 = 1,7 \text{ m/s}.$$

Απάντηση: $u_A = 1,7 \text{ m/s}$.

Γ2 - Χρόνος μεταξύ μηδενισμών έντασης για κινούμενο παρατηρητή

Από την S_1 ο παρατηρητής ακούει: $f_1' = 100,5 \text{ Hz}$.

Από την S_2 ο παρατηρητής απομακρύνεται, άρα: $f_2' = f_2 (u_{\text{ηχ}} - u_A)/u_{\text{ηχ}} = 100 \cdot (340 - 1,7)/340 = 99,5 \text{ Hz}$.

Η συχνότητα διακροτημάτων είναι: $f\delta = |f_1' - f_2'| = |100,5 - 99,5| = 1 \text{ Hz}$.

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της έντασης είναι: $\Delta t_1 = 1/f\delta = 1 \text{ s}$.

Απάντηση: $\Delta t_1 = 1 \text{ s}$.

Γ3 - Χρόνος μεταξύ μηδενισμών έντασης για ακίνητο παρατηρητή

Ο παρατηρητής είναι ακίνητος. Άρα ακούει τις πραγματικές συχνότητες: $f_1 = 100 \text{ Hz}$ και $f_2' = 100,5 \text{ Hz}$.

$f\delta = |100,5 - 100| = 0,5 \text{ Hz}$.

$\Delta t_2 = 1/f\delta = 1/0,5 = 2 \text{ s}$.

Απάντηση: $\Delta t_2 = 2 \text{ s}$.

Γ4 - Πλήθος ταλαντώσεων τυμπάνου

Στην περίπτωση του ακίνητου παρατηρητή, η συχνότητα της γρήγορης ταλάντωσης είναι η μέση συχνότητα:

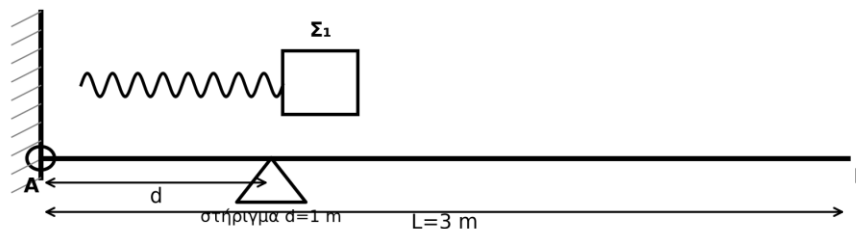
$f_m = (f_1 + f_2')/2 = (100 + 100,5)/2 = 100,25 \text{ Hz}$.

Μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών περνά χρόνος $\Delta t_2 = 2 \text{ s}$.

$N = f_m \cdot \Delta t_2 = 100,25 \cdot 2 = 200,5 \text{ ταλαντώσεις}$.

Απάντηση: $N = 200,5 \text{ ταλαντώσεις}$.

ΘΕΜΑ Δ - Σανίδα, ελατήριο, ταλάντωση και ελαστική κρούση



Σχήμα Δ: η σανίδα, η άρθρωση A , το στήριγμα σε απόσταση d και το σώμα Σ_1 .

Δ1 - Πλάτος ταλάντωσης του Σ_1

Αρχικά το ελατήριο έχει φυσικό μήκος, άρα η θέση $x = 0$ είναι θέση ισορροπίας της ΑΑΤ.

Δίνεται: $k = 100 \text{ N/m}$, $m_1 = 1 \text{ kg} \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m_1} = \sqrt{100} = 10 \text{ rad/s}$.

Η δύναμη $F = 40 \text{ N}$ δρα μέχρι το σώμα να μετατοπιστεί κατά $s = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$.

Με Θ.Μ.Κ.Ε. μέχρι τη στιγμή που παύει η F :

$$W_F - \Delta U_{\text{ελ}} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$Fs - \frac{1}{2} k s^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$40 \cdot 0,05 - \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot (0,05)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot v^2$$

$$2 - 0,125 = \frac{1}{2} v^2 \Rightarrow v^2 = 3,75.$$

$$\text{Για την AAT: } A^2 = x^2 + v^2/\omega^2 = (0,05)^2 + 3,75/100 = 0,0025 + 0,0375 = 0,04.$$

$$A = 0,20 \text{ m.}$$

Απάντηση: $A = 0,20 \text{ m.}$

Δ2 - Δύναμη από τον τοίχο στη σανίδα και γραφική παράσταση

Θεωρούμε την απομάκρυνση x του Σ_1 από τη θέση ισορροπίας, θετική προς το Γ.

Η θέση του Σ_1 από τον τοίχο είναι $d + x$.

Για τη σανίδα: βάρος σανίδας $Mg = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ N}$ στο $L/2 = 1,5 \text{ m}$ από το Α.

Το σώμα Σ_1 ασκεί στη σανίδα κατακόρυφη δύναμη $m_1g = 10 \text{ N}$ στη θέση $d + x$.

Αν N είναι η δύναμη του στηρίγματος και F_A η κατακόρυφη δύναμη του τοίχου στη σανίδα, τότε από ροπές ως προς το Α:

$$Nd - Mg(L/2) - m_1g(d+x) = 0$$

$$N = [4 \cdot 1,5 + 10(1+x)]/1 = 16 + 10x.$$

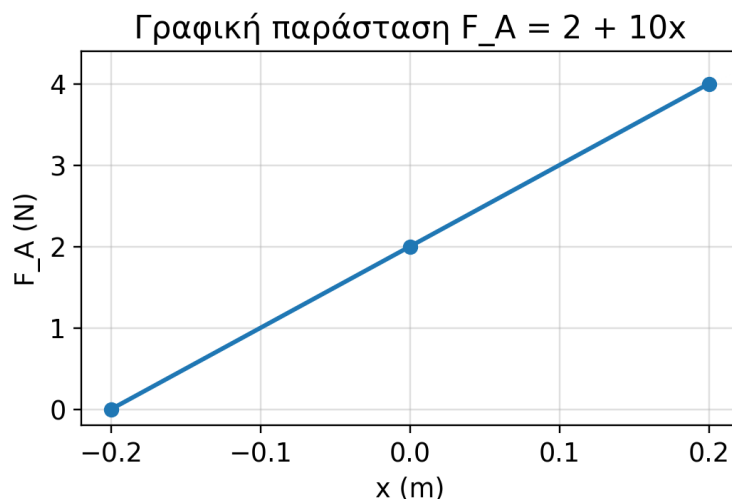
Από ισορροπία στον κατακόρυφο άξονα:

$$F_A + N - Mg - m_1g = 0$$

$$F_A = 14 - N = 14 - (16 + 10x) = -2 - 10x.$$

Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι η δύναμη του τοίχου έχει φορά προς τα κάτω. Το μέτρο της είναι: $|F_A| = 2 + 10x$, για $-0,20 \text{ m} \leq x \leq 0,20 \text{ m}$.

Τελική σχέση μέτρου: $F_A = 2 + 10x$ (SI), με x σε m και F_A σε N.



Γραφική παράσταση Δ2: ευθεία από το $(-0,20, 0)$ μέχρι το $(0,20, 4)$.

Δ3 - Απομάκρυνση στην οποία γίνεται η κρούση για μέγιστο πλάτος

Πριν την κρούση το Σ_1 εκτελεί ΑΑΤ με πλάτος $A = 0,20$ m.

Στη θέση x_1 η ταχύτητα του Σ_1 είναι: $v_1^2 = \omega^2(A^2 - x_1^2)$.

Το Σ_2 κινείται από το Γ προς τα αριστερά, άρα $v_2 = -2\sqrt{3}$ m/s.

Η κρούση είναι κεντρική και ελαστική μεταξύ ίσων μαζών $m_1 = m_2$. Σε τέτοια κρούση οι ταχύτητες ανταλλάσσονται.

Άρα αμέσως μετά την κρούση το Σ_1 αποκτά ταχύτητα $v_1' = v_2 = -2\sqrt{3}$ m/s.

Το νέο πλάτος του Σ_1 μετά την κρούση είναι:

$$A'^2 = x_1^2 + v_1'^2 / \omega^2 = x_1^2 + (2\sqrt{3})^2 / 10^2 = x_1^2 + 12/100 = x_1^2 + 0,12.$$

Για να γίνει το A' μέγιστο, πρέπει το x_1 να είναι μέγιστο. Επειδή $x_1 \geq 0$ και το αρχικό πλάτος είναι 0,20 m, έχουμε $x_{1,max} = 0,20$ m.

Απάντηση: $x_1 = 0,20$ m.

Σχόλιο: Η σύγκρουση γίνεται στο δεξιό ακραίο σημείο της αρχικής ταλάντωσης του Σ_1 . Εκεί η v_1 πριν την κρούση είναι μηδενική.

Δ4 - Χρόνος μέχρι τη δεύτερη κρούση

Στην πρώτη κρούση, επειδή $x_1 = A = 0,20$ m, η ταχύτητα του Σ_1 πριν την κρούση είναι 0.

Μετά την κρούση: το Σ_1 έχει $v_1' = -2\sqrt{3}$ m/s, ενώ το Σ_2 παίρνει την ταχύτητα 0 και μένει στη θέση $x = 0,20$ m.

Το νέο πλάτος του Σ_1 : $A' = \sqrt{(0,20)^2 + 12/100} = \sqrt{0,16} = 0,40$ m.

Θέτουμε μετά την κρούση: $x = 0,40 \sin(10t + \varphi)$.

Για $t = 0$: $x = 0,20 \Rightarrow 0,40 \sin \varphi = 0,20 \Rightarrow \sin \varphi = 1/2$.

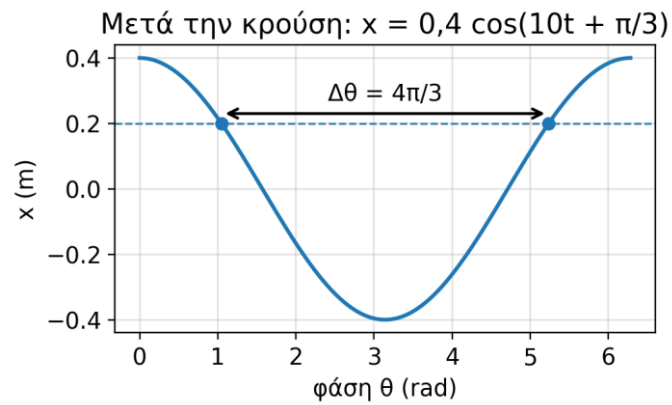
Επίσης $v(0) = -A'\omega \eta\mu\varphi = -0,40 \cdot 10 \cdot \eta\mu\varphi = -4\eta\mu\varphi = -2\sqrt{3} \Rightarrow \eta\mu\varphi = \sqrt{3}/2$.

Άρα $\varphi = \pi/3$.

Θέλουμε την επόμενη στιγμή όπου $x = 0,20$, δηλαδή $\sin(10t + \pi/3) = 1/2$.

Η επόμενη λύση μετά το $\pi/3$ είναι $5\pi/3$, άρα:

$10t + \pi/3 = 5\pi/3 \Rightarrow 10t = 4\pi/3 \Rightarrow t = 2\pi/15 \text{ s}$.



Σχήμα φάσης Δ4: από $\varphi = \pi/3$ μέχρι $\varphi = 5\pi/3$ μεσολαβεί $\Delta\varphi = 4\pi/3$.

Απάντηση: $t = 2\pi/15 \text{ s} \approx 0,419 \text{ s}$.

Τέλος λύσεων.