

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ - ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ 2007

Αναλυτικές λύσεις

ΘΕΜΑ 1ο

Ερώτηση	Σωστή απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
1	α	Αφού $q = Q\sin(\omega t)$, η ένταση είναι $i = dq/dt = -Q\omega\cos(\omega t)$.
2	δ	Στη φθίνουσα ταλάντωση η ενέργεια του ταλαντούμενου συστήματος μειώνεται και μεταφέρεται στο περιβάλλον.
3	γ	Στο ηλεκτρομαγνητικό κύμα τα διανύσματα E και B είναι κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης και μεταξύ τους.
4	δ	Σε ελαστική κρούση διατηρείται η ορμή και η ολική κινητική/μηχανική ενέργεια, όχι όμως αναγκαστικά η κινητική ενέργεια κάθε σώματος χωριστά.

1.5 Σωστό - Λάθος

Πρόταση	Απάντηση	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Κατά τη διάδοση κύματος μεταφέρεται ενέργεια και ορμή, όχι ύλη.
β	Σωστό	Το ορατό φως είναι το τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ανιχνεύεται από το ανθρώπινο μάτι.
γ	Σωστό	Σε στάσιμο κύμα τα σημεία ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς δεσμούς ταλαντώνονται με την ίδια φάση.
δ	Λάθος	Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από τον άξονα περιστροφής και την κατανομή της μάζας.
ε	Σωστό	Ισχύει $f = 1/T$, άρα περίοδος και συχνότητα είναι αντίστροφα μεγέθη.

ΘΕΜΑ 2ο

2.1 Φαινόμενο Doppler - κινούμενη πηγή

Η πηγή S κινείται προς τον παρατηρητή A . Άρα μπροστά από την πηγή τα μέτωπα κύματος πυκνώνουν, ενώ πίσω από την πηγή αραιώνουν.

Για ακίνητους παρατηρητές και κινούμενη πηγή ισχύει: $\lambda_1 = (u - u_S)/f$ και $\lambda_2 = (u + u_S)/f$.

Προσθέτοντας τις δύο σχέσεις παίρνουμε: $\lambda_1 + \lambda_2 = 2u/f$.

Το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στον ήχο που εκπέμπει η πηγή, όταν δεν ληφθεί υπόψη η κίνησή της ως προς το μέσο, είναι $\lambda = u/f$.

Άρα: $\lambda = (\lambda_1 + \lambda_2)/2$.

Σωστή απάντηση: α.

2.2 Πλαστική κρούση αυτοκινήτων

Πριν την κρούση κινείται μόνο το αυτοκίνητο Β, μάζας m , με ταχύτητα u . Το αυτοκίνητο Α μάζας M είναι ακίνητο.

Από διατήρηση της ορμής στην πλαστική κρούση: $mu = (m + M)V$, άρα $V = mu/(m + M)$.

Αρχική κινητική ενέργεια: $K_{\text{πριν}} = 1/2 mu^2$.

Τελική κινητική ενέργεια του συσσωματώματος: $K_{\text{μετά}} = 1/2 (m + M)V^2 = 1/2 \cdot m^2 u^2 / (m + M)$.

Άρα $K_{\text{μετά}}/K_{\text{πριν}} = m/(m + M)$.

Δίνεται ότι $K_{\text{μετά}} = K_{\text{πριν}}/3$, οπότε $m/(m + M) = 1/3 \Rightarrow 3m = m + M \Rightarrow M = 2m \Rightarrow m/M = 1/2$.

Σωστή απάντηση: β.

2.3 Φαινομενική θέση του Ήλιου από το νερό

Η ακτίνα φωτός περνά από τον αέρα στο νερό. Επειδή $n_{\text{νερού}} > n_{\text{αέρα}}$, κατά την είσοδο στο νερό η ακτίνα διαθλάται προς την κάθετη.

Ο κολυμβητής προεκτείνει ευθύγραμμα μέσα στον αέρα την ακτίνα που φτάνει στο μάτι του. Επειδή η ακτίνα στο νερό είναι πιο κοντά στην κάθετη, η προέκταση δείχνει τον Ήλιο πιο κοντά στο ζενίθ.

Άρα ο Ήλιος φαίνεται πιο ψηλά από την πραγματική του θέση.

Σωστή απάντηση: α.

ΘΕΜΑ 3ο

Δίνεται η εξίσωση στάσιμου κύματος: $y = 10 \sin(\pi x/4) \cdot \eta \mu(20\pi t)$, με x, y σε cm και t σε s.

3.α Μέγιστο πλάτος, συχνότητα, μήκος κύματος

Η γενική μορφή στάσιμου κύματος είναι $y = 2A \sin(kx) \eta \mu(\omega t)$.

Από τη δοσμένη εξίσωση έχουμε $2A = 10$ cm, άρα το μέγιστο πλάτος είναι $A_{\text{max}} = 10$ cm. Το πλάτος κάθε επιμέρους κύματος είναι $A = 5$ cm.

Επίσης $\omega = 20\pi$ rad/s, άρα $f = \omega/(2\pi) = 10$ Hz.

Ακόμη $k = \pi/4$ cm⁻¹ και $k = 2\pi/\lambda$, άρα $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/(\pi/4) = 8$ cm.

Απάντηση: $A_{\text{max}} = 10$ cm, $f = 10$ Hz, $\lambda = 8$ cm.

3.β Εξισώσεις των δύο κυμάτων

Αφού το στάσιμο γράφεται ως $y = 2A \sin(kx) \eta \mu(\omega t)$, προκύπτει από τη συμβολή δύο ίσων αντίθετα διαδιδόμενων κυμάτων:

$$y_1 = A\eta\mu(\omega t - kx) \text{ και } y_2 = A\eta\mu(\omega t + kx).$$

$$\text{Με } A = 5 \text{ cm, } \omega = 20\pi \text{ rad/s και } k = \pi/4 \text{ cm}^{-1}:$$

$$y_1 = 5\eta\mu(20\pi t - \pi x/4) \text{ και } y_2 = 5\eta\mu(20\pi t + \pi x/4).$$

3.γ Ταχύτητα σημείου για $x = 3 \text{ cm}$ και $t = 0,1 \text{ s}$

Η ταχύτητα ταλάντωσης ενός σημείου της χορδής είναι $u = dy/dt$.

$$\text{Άρα } u = 10\sigma\upsilon\nu(\pi x/4) \cdot 20\pi\sigma\upsilon\nu(20\pi t) = 200\pi\sigma\upsilon\nu(\pi x/4)\sigma\upsilon\nu(20\pi t) \text{ cm/s.}$$

$$\text{Για } x = 3 \text{ cm: } \sigma\upsilon\nu(3\pi/4) = -\sqrt{2}/2.$$

$$\text{Για } t = 0,1 \text{ s: } \sigma\upsilon\nu(20\pi \cdot 0,1) = \sigma\upsilon\nu(2\pi) = 1.$$

$$\text{Επομένως } u = 200\pi \cdot (-\sqrt{2}/2) \cdot 1 = -100\pi\sqrt{2} \text{ cm/s.}$$

Με $\pi = 3,14$: $u \approx -444 \text{ cm/s}$. Το αρνητικό πρόσημο δείχνει φορά προς την αρνητική φορά του άξονα y .

3.δ Θέσεις κοιλιών μεταξύ $x_A = 3 \text{ cm}$ και $x_B = 9 \text{ cm}$

Οι κοιλίες εμφανίζονται όπου το πλάτος είναι μέγιστο, δηλαδή όπου $|\sigma\upsilon\nu(\pi x/4)| = 1$.

$$\text{Άρα } \pi x/4 = n\pi \Rightarrow x = 4n \text{ cm, με } n \text{ ακέραιο.}$$

Στο διάστημα από 3 cm έως 9 cm οι δυνατές τιμές είναι $x = 4 \text{ cm}$ και $x = 8 \text{ cm}$.

Απάντηση: κοιλίες στις θέσεις $x = 4 \text{ cm}$ και $x = 8 \text{ cm}$.

ΘΕΜΑ 4ο

$$\text{Δίνονται: } L = 0,3 \text{ m, } M = 1,2 \text{ kg, } m = 0,4 \text{ kg, } I = (1/3)ML^2, g = 10 \text{ m/s}^2.$$

4.α Γωνιακή επιτάχυνση τη στιγμή που αφήνεται η ράβδος

Στην αρχική οριζόντια θέση η ροπή του βάρους ως προς το άκρο A είναι $\tau = Mg \cdot L/2$.

Από τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης: $\Sigma \tau = I\alpha_{\text{γων}}$.

$$\text{Άρα } \alpha_{\text{γων}} = (MgL/2)/[(1/3)ML^2] = 3g/(2L).$$

$$\text{Με } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ και } L = 0,3 \text{ m: } \alpha_{\text{γων}} = 30/0,6 = 50 \text{ rad/s}^2.$$

Απάντηση: $\alpha_{\text{γων}} = 50 \text{ rad/s}^2$.

4.β Στροφορμή της ράβδου στην κατακόρυφη θέση

Από την οριζόντια στην κατακόρυφη θέση το κέντρο μάζας της ράβδου κατεβαίνει κατά $L/2$.

$$\text{Με διατήρηση της μηχανικής ενέργειας: } MgL/2 = 1/2 I\omega^2.$$

$$\text{Επειδή } I = (1/3)ML^2, \text{ έχουμε } MgL/2 = 1/2 \cdot (1/3)ML^2\omega^2 \Rightarrow gL/2 = L^2\omega^2/6 \Rightarrow \omega^2 = 3g/L.$$

$$\text{Άρα } \omega^2 = 3 \cdot 10/0,3 = 100 \text{ και } \omega = 10 \text{ rad/s.}$$

$$\text{Η στροφορμή είναι } L_{\text{στροφ}} = I\omega = (1/3)ML^2\omega.$$

$$I = (1/3) \cdot 1,2 \cdot (0,3)^2 = 0,036 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

$$\text{Άρα } L_{\text{στροφ}} = 0,036 \cdot 10 = 0,36 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s.}$$

Απάντηση: $L_{\text{στροφ}} = 0,36 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s.}$

4.γ Ταχύτητα του σώματος Σ αμέσως μετά την κρούση

Κατά την ακαριαία κρούση διατηρείται η στροφορμή του συστήματος ως προς τον άξονα Α, επειδή η εξωτερική ώθηση του άξονα έχει μηδενική ροπή ως προς Α.

Πριν την κρούση: $L_{\text{πριν}} = I\omega$.

Μετά την κρούση: $L_{\text{μετά}} = I(\omega/5) + m\omega L$.

Άρα $I\omega = I\omega/5 + m\omega L \Rightarrow m\omega L = 4I\omega/5$.

Με $I\omega = 0,36 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$: $m\omega L = 4\cdot 0,36/5 = 0,288$.

Επειδή $mL = 0,4\cdot 0,3 = 0,12$, έχουμε $\omega = 0,288/0,12 = 2,4 \text{ m/s}$.

Απάντηση: $\omega = 2,4 \text{ m/s}$.

4.δ Ποσοστό κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμότητα

Κινητική ενέργεια αμέσως πριν την κρούση: $K_{\text{πριν}} = 1/2 I\omega^2 = 1/2 \cdot 0,036 \cdot 10^2 = 1,8 \text{ J}$.

Κινητική ενέργεια της ράβδου αμέσως μετά: $K_r = 1/2 I(\omega/5)^2 = 1/2 \cdot 0,036 \cdot 2^2 = 0,072 \text{ J}$.

Κινητική ενέργεια του σώματος Σ αμέσως μετά: $K_S = 1/2 m\omega^2 = 1/2 \cdot 0,4 \cdot (2,4)^2 = 1,152 \text{ J}$.

Συνολική κινητική ενέργεια μετά: $K_{\text{μετά}} = 0,072 + 1,152 = 1,224 \text{ J}$.

Απώλεια κινητικής ενέργειας: $\Delta K = K_{\text{πριν}} - K_{\text{μετά}} = 1,8 - 1,224 = 0,576 \text{ J}$.

Ποσοστό απώλειας: $(\Delta K/K_{\text{πριν}}) \cdot 100\% = (0,576/1,8) \cdot 100\% = 32\%$.

Απάντηση: το 32% της αρχικής κινητικής ενέργειας μετατράπηκε σε θερμική/εσωτερική ενέργεια κατά την κρούση.