

Αναλυτικές λύσεις - Φυσική Κατεύθυνσης 2003

Απολυτήριες Εξετάσεις Γ' Λυκείου - Κανονικές

Οι λύσεις είναι γραμμένες βήμα προς βήμα, με έμφαση στη μεθοδολογία και όχι μόνο στο τελικό αποτέλεσμα.

ΘΕΜΑ 1ο

Ερώτηση	Απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
1	δ. 3 m/s	Για $y = A\eta\mu(\omega t - kx)$, ισχύει $u = \omega/k = 6\pi/2\pi = 3 \text{ m/s}$.
2	γ. 20 cm	Η διαφορά δρόμου είναι $ 6 - 2 = 4 \text{ m} = 2\lambda$, άρα έχουμε ενίσχυση. Το πλάτος είναι $2A = 20 \text{ cm}$.
3	δ. κρίσιμη γωνία	Όταν η διαθλώμενη ακτίνα κινείται πάνω στη διαχωριστική επιφάνεια, η γωνία πρόσπτωσης είναι η κρίσιμη.
4	β. 12 h	Ο ωροδείκτης ολοκληρώνει μία πλήρη περιστροφή σε 12 ώρες.

5. Συμπλήρωση κενών:

- α. περίοδος
- β. συμβολή
- γ. σύνθετη κίνηση
- δ. μεγαλύτερη
- ε. κοιλίες

ΘΕΜΑ 2ο

1. Ηλεκτρομαγνητικό κύμα

Δίνεται το ηλεκτρικό πεδίο:

$$E = 30 \text{ η}\mu[2\pi(6 \cdot 10^{10} t - 2 \cdot 10^2 x)]$$

Από την εξίσωση προκύπτουν:

$$f = 6 \cdot 10^{10} \text{ Hz}, \quad 1/\lambda = 2 \cdot 10^2 \text{ m}^{-1} \Rightarrow \lambda = 1/(2 \cdot 10^2) \text{ m}$$

$$u = \lambda f = (1/(2 \cdot 10^2)) \cdot 6 \cdot 10^{10} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = c_0$$

Άρα η κυματική μορφή είναι συμβατή με διάδοση στο κενό. Για ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο κενό ισχύει:

$$E_0 = c_0 B_0 \Rightarrow B_0 = E_0/c_0 = 30/(3 \cdot 10^8) = 10^{-7} \text{ T}$$

Η προτεινόμενη εξίσωση του μαγνητικού πεδίου έχει ίδιο φάση και πλάτος 10^{-7} T , επομένως είναι σωστή.

2. Περιστροφή πατινέρ

Σωστή επιλογή: β. συνεπυγμένα.

Επειδή δεν ασκείται εξωτερική ροπή, η στροφορμή διατηρείται:

$$L = I\omega = \text{σταθερή}$$

Όταν ο καλλιτέχνης μαζεύει τα χέρια, η ροπή αδράνειας I μειώνεται. Για να μείνει σταθερό το γινόμενο $I\omega$, η γωνιακή ταχύτητα ω αυξάνεται. Άρα περιστρέφεται πιο γρήγορα με συνεπυγμένα χέρια.

3. Κεντρική πλαστική κρούση όμοιων σφαιρών

Έστω ότι η σφαίρα Α έχει μάζα m και ταχύτητα u πριν την κρούση. Η σφαίρα Β είναι ίδια και αρχικά ακίνητη. Μετά την πλαστική κρούση δημιουργείται συσσωμάτωμα μάζας $2m$ με ταχύτητα V .

$$mu = 2mV \Rightarrow V = u/2$$

Η αρχική κινητική ενέργεια της Α είναι:

$$K_{\text{αρχ}} = 1/2 mu^2$$

Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:

$$K_{\text{τελ}} = 1/2 (2m)V^2 = m(u/2)^2 = 1/4 mu^2$$

$$K_{\text{τελ}} = 1/2 K_{\text{αρχ}}$$

Άρα η κινητική ενέργεια μετά την κρούση είναι ίση με το μισό της αρχικής κινητικής ενέργειας της σφαίρας Α.

4. Δύναμη στην απλή αρμονική ταλάντωση

Δίνεται:

$$x = A\eta\mu\omega t$$

Παραγωγίζουμε δύο φορές ως προς τον χρόνο:

$$v = dx/dt = A\omega\sigma\upsilon\nu\omega t$$

$$a = dv/dt = -A\omega^2\eta\mu\omega t$$

Επειδή $x = A\eta\mu\omega t$, έχουμε:

$$a = -\omega^2 x$$

Από τον 2ο νόμο του Νεύτωνα:

$$F = ma = -m\omega^2 x$$

ΘΕΜΑ 3ο - Ηλεκτρική ταλάντωση LC

Δίνονται:

$$C = 2 \cdot 10^{-5} \text{ F}, L = 0,05 \text{ H}, Q = 5 \cdot 10^{-7} \text{ C}, \pi = 3,14$$

1. Περίοδος ηλεκτρικής ταλάντωσης

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$LC = 0,05 \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 10^{-6}$$

$$\sqrt{LC} = 10^{-3} \text{ s}$$

$$T = 2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} = 6,28 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

2. Πλάτος έντασης ρεύματος

Η γωνιακή συχνότητα είναι:

$$\omega = 1/\sqrt{LC} = 1/10^{-3} = 10^3 \text{ rad/s}$$

Στο ιδανικό κύκλωμα LC ισχύει:

$$I_{\text{max}} = \omega Q$$

$$I_{\text{max}} = 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-7} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

3. Ένταση ρεύματος όταν $q = 3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

Από τη διατήρηση της ενέργειας:

$$q^2/(2C) + Li^2/2 = Q^2/(2C)$$

Ισοδύναμα:

$$i = \pm \omega \sqrt{Q^2 - q^2}$$

$$|i| = 10^3 \sqrt{(5 \cdot 10^{-7})^2 - (3 \cdot 10^{-7})^2}$$

$$|i| = 10^3 \sqrt{(25 \cdot 10^{-14} - 9 \cdot 10^{-14})} = 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-7}$$

$$|i| = 4 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

Το πρόσημο εξαρτάται από τη φορά του ρεύματος τη συγκεκριμένη στιγμή. Το μέτρο είναι $4 \cdot 10^{-4} \text{ A}$.

ΘΕΜΑ 4ο - Ράβδος, σφαιρίδιο και ελατήριο

Δίνονται: $L = 4 \text{ m}$, $M = 3 \text{ kg}$, $m_1 = 0,6 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $k = 100 \text{ N/m}$, $AG = 2,8 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A.1 Ροπή αδράνειας συστήματος ράβδου - σφαιριδίου m_1

Για τη ράβδο ως προς το άκρο A, με θεώρημα Steiner:

$$I_{\text{ράβδου,A}} = I_{\text{CM}} + M(L/2)^2$$

$$I_{\text{ράβδου,A}} = (1/12)ML^2 + M L^2/4 = (1/3)ML^2$$

$$I_{\text{ράβδου,A}} = (1/3) \cdot 3 \cdot 4^2 = 16 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Για το σφαιρίδιο m_1 στο άκρο Z:

$$I_{m_1} = m_1 L^2 = 0,6 \cdot 4^2 = 9,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{\text{ολ}} = 16 + 9,6 = 25,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

A.2 Τάση του νήματος ΔΓ

Η ράβδος ισορροπεί. Παίρνουμε ροπές ως προς το A. Η αντίδραση της άρθρωσης δεν δημιουργεί ροπή ως προς το A.

$$T \cdot AG = Mg \cdot (L/2) + m_1 g \cdot L$$

$$T \cdot 2,8 = 3 \cdot 10 \cdot 2 + 0,6 \cdot 10 \cdot 4$$

$$T \cdot 2,8 = 60 + 24 = 84$$

$$T = 84/2,8 = 30 \text{ N}$$

B.1 Χρόνος μέχρι την ψηλότερη θέση του m_2

Πριν κοπεί το νήμα, στο m_2 ασκούνται το βάρος, η τάση του νήματος και η δύναμη του ελατηρίου. Το νήμα τραβά το m_2 προς τα κάτω με $T = 30 \text{ N}$, άρα το ελατήριο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη από ό,τι στη νέα θέση ισορροπίας.

Μετά την κοπή, η νέα θέση ισορροπίας καθορίζεται μόνο από βάρος και ελατήριο. Η αρχική θέση απέχει από τη νέα θέση ισορροπίας κατά:

$$A = T/k = 30/100 = 0,30 \text{ m}$$

Το σώμα ξεκινά από ακραία χαμηλή θέση με μηδενική ταχύτητα. Η ψηλότερη θέση επιτυγχάνεται μετά από μισή περίοδο.

$$T_{\alpha\lambda} = 2\pi\sqrt{(m_2/k)} = 2\cdot 3,14\sqrt{(1/100)} = 0,628 \text{ s}$$

$$t = T_{\alpha\lambda}/2 = 0,314 \text{ s}$$

B.2 Ταχύτητα του σημείου Z στην κατακόρυφη θέση

Μετά την κοπή του νήματος, η ράβδος με το m_1 περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από το A. Εφαρμόζουμε διατήρηση μηχανικής ενέργειας από την οριζόντια μέχρι την κατακόρυφη θέση.

Η ράβδος χάνει δυναμική ενέργεια επειδή το κέντρο μάζας της κατεβαίνει κατά $L/2$, ενώ το m_1 κατεβαίνει κατά L .

$$\Delta U = Mg(L/2) + m_1gL$$

$$\Delta U = 3\cdot 10\cdot 2 + 0,6\cdot 10\cdot 4 = 84 \text{ J}$$

Αυτή γίνεται περιστροφική κινητική ενέργεια:

$$1/2 I_{\text{ολ}}\omega^2 = 84$$

$$1/2\cdot 25,6\cdot \omega^2 = 84$$

$$\omega^2 = 168/25,6 = 6,5625$$

$$\omega = 2,56 \text{ rad/s}$$

Το σημείο Z απέχει $L = 4 \text{ m}$ από τον άξονα περιστροφής, άρα:

$$v_Z = \omega L = 2,56\cdot 4 = 10,24 \text{ m/s}$$

Τελικό αποτέλεσμα: $v_Z \approx 10,25 \text{ m/s}$.

Συνοπτικός πίνακας τελικών αποτελεσμάτων

Θέμα	Τελικό αποτέλεσμα
1.1	δ
1.2	γ
1.3	δ
1.4	β
1.5	περίοδος, συμβολή, σύνθετη, μεγαλύτερη, κοιλίες
2.1	Η εξίσωση του B είναι σωστή
2.2	β . συνεπτυγμένα
2.3	$K_{\text{τελ}} = 1/2 K_{\text{αρχ}}$
2.4	$F = -m\omega^2x$
3.1	$T = 6,28\cdot 10^{-3} \text{ s}$
3.2	$I_{\text{max}} = 5\cdot 10^{-4} \text{ A}$
3.3	$ j = 4\cdot 10^{-4} \text{ A}$
4.A1	$I_{\text{ολ}} = 25,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
4.A2	$T = 30 \text{ N}$
4.B1	$t = 0,314 \text{ s}$
4.B2	$v_Z \approx 10,25 \text{ m/s}$