

Αναλυτικές λύσεις Φυσικής Κατεύθυνσης 2015

Πανελλαδικές Εξετάσεις Γ' Ημερησίου ΓΕΛ και ΕΠΑΛ (Ομάδα Β')

Θέμα Α

A1-A4

Ερώτηση	Σωστή απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
A1	α	Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα της μόνιμης ταλάντωσης είναι η συχνότητα του διεγέρτη.
A2	β	Τα ραδιοκύματα έχουν τη μικρότερη συχνότητα από τις δοθείσες περιοχές του Η/Μ φάσματος.
A3	α	Σε κεντρική ελαστική κρούση ίσων μαζών, όταν η μία είναι αρχικά ακίνητη, οι ταχύτητες ανταλλάσσονται. Άρα μεταβιβάζεται όλη η κινητική ενέργεια.
A4	δ	Για σταθερό άξονα: $K=L^2/(2I)$. Αν L διπλασιαστεί, η K τετραπλασιάζεται.

A5

- α) Λάθος. Με απόσβεση $F=-bv$ η γωνιακή συχνότητα γίνεται μικρότερη από την ιδιογωνιακή, άρα η περίοδος δεν μειώνεται.
- β) Σωστό. Για το φως χρησιμοποιείται σχετικιστική σχέση Doppler, διαφορετική από του ήχου.
- γ) Σωστό. Ανάκλαση και διάθλαση εμφανίζονται σε μηχανικά και ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
- δ) Λάθος. Η σύνθεση δύο ΑΑΤ ίδιας διεύθυνσης με λίγο διαφορετικές συχνότητες δίνει διακροτήματα, όχι απλή αρμονική ταλάντωση.
- ε) Σωστό. Η ροπή ζεύγους είναι ανεξάρτητη από το σημείο υπολογισμού.

Θέμα Β

B1

Σωστή απάντηση: iii) $\Delta L\rho/\Delta t = 2MgL/5$.

Αρχικά η ράβδος είναι οριζόντια. Οι ροπές των βαρών ως προς τον άξονα έχουν μέτρα:

$$\tau_{\rho} = Mg \cdot L/2, \quad \tau_{\sigma\phi} = (M/2)g \cdot L$$

$$\tau_{ολ} = MgL/2 + MgL/2 = MgL$$

Η συνολική ροπή αδράνειας του συστήματος είναι:

$$I_{ολ} = (1/3)ML^2 + (M/2)L^2 = (5/6)ML^2$$

Άρα η αρχική γωνιακή επιτάχυνση:

$$\alpha = \tau_{ολ}/I_{ολ} = MgL / [(5/6)ML^2] = 6g/(5L)$$

Ζητείται ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου, όχι όλου του συστήματος:

$$\Delta L_{ρ}/\Delta t = I_{ρ} \alpha = (1/3)ML^2 \cdot 6g/(5L) = 2MgL/5$$

B2

Σωστή απάντηση: iii) $A' = A$.

Το πλάτος σημείου στη θέση x σε στάσιμο κύμα είναι:

$$A' = |2A \sin(2\pi x/\lambda)|$$

Οι δεσμοί ικανοποιούν $\sin(2\pi x/\lambda)=0$, άρα βρίσκονται στις θέσεις:

$$x = (2n+1)\lambda/4$$

Ο τρίτος δεσμός δεξιά του $x=0$ είναι στη θέση $x=5\lambda/4$. Το σημείο M απέχει $\lambda/12$ δεξιά από αυτόν:

$$x_M = 5\lambda/4 + \lambda/12 = 16\lambda/12 = 4\lambda/3$$

$$A' = |2A \sin(2\pi \cdot 4/3)| = |2A \sin(8\pi/3)| = |2A \sin(2\pi/3)| = A$$

B3

Σωστή απάντηση: i) $A \leq (m_1+m_2)g\mu\theta$.

Για να μη χαθεί η επαφή, η δύναμη επαφής που δέχεται το Σ_2 από το Σ_1 πρέπει να παραμένει μη αρνητική.

Θετική φορά παίρνουμε προς τα πάνω στο κεκλιμένο. Για το Σ_2 :

$$N - m_2g\mu\theta = m_2a \Rightarrow N = m_2(a + g\mu\theta)$$

Άρα πρέπει $N \geq 0$, δηλαδή:

$$a \geq -g\mu\theta$$

Το σύστημα εκτελεί ΑΑΤ με:

$$\omega^2 = k/(m_1+m_2)$$

Η πιο δυσμενής θέση είναι εκεί όπου η επιτάχυνση έχει μέγιστο μέτρο προς τα κάτω:

$$a_{\min} = -\omega^2 A = -kA/(m_1+m_2)$$

Επομένως:

$$-kA/(m_1+m_2) \geq -g\mu\theta \Rightarrow kA \leq (m_1+m_2)g\mu\theta$$

Στις επιλογές αντιστοιχεί η ι. Το αυστηρό “<” εξασφαλίζει ότι δεν μηδενίζεται οριακά η επαφή.

Θέμα Γ

Δίνεται: $UE = 8 \cdot 10^{-2} (1-i^2)$ στο S.I. Άρα η ολική ενέργεια είναι $E = 8 \cdot 10^{-2}$ J και το μέγιστο ρεύμα είναι $I = 1$ A.

Γ1

Αρχικά ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος σε $V = 40$ V, οπότε:

$$E = (1/2)CV^2$$

$$8 \cdot 10^{-2} = (1/2)C \cdot 40^2 \Rightarrow C = 10^{-4} \text{ F}$$

Στη μέγιστη ένταση όλη η ενέργεια είναι μαγνητική:

$$E = (1/2)LI^2$$

$$8 \cdot 10^{-2} = (1/2)L \cdot 1^2 \Rightarrow L = 0,16 \text{ H}$$

Η περίοδος είναι:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{0,16 \cdot 10^{-4}} = 8\pi \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Γ2

Στο $t=0$ ο πυκνωτής έχει μέγιστο φορτίο, άρα:

$$q = Q\sin(\omega t), \quad UE = E\sin^2(\omega t)$$

Για $t=T/12$:

$$\omega t = (2\pi/T)(T/12) = \pi/6$$

$$UE = 8 \cdot 10^{-2} \cdot \sin^2(\pi/6) = 8 \cdot 10^{-2} \cdot 3/4 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

Γ3

Όταν $UE = 3UB$, τότε:

$$E = UE + UB = 4UB \Rightarrow UE = 3E/4 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

$$UE = q^2/(2C) \Rightarrow q = \sqrt{(2CUE)} = \sqrt{(2 \cdot 10^{-4} \cdot 6 \cdot 10^{-2})} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

Από την εξίσωση του κυκλώματος LC:

$$L \cdot di/dt + q/C = 0 \Rightarrow |di/dt| = |q|/(LC)$$

$$|di/dt| = (2\sqrt{3} \cdot 10^{-3})/(0,16 \cdot 10^{-4}) = 125\sqrt{3} \text{ A/s}$$

Γ4

Το μέγιστο φορτίο είναι:

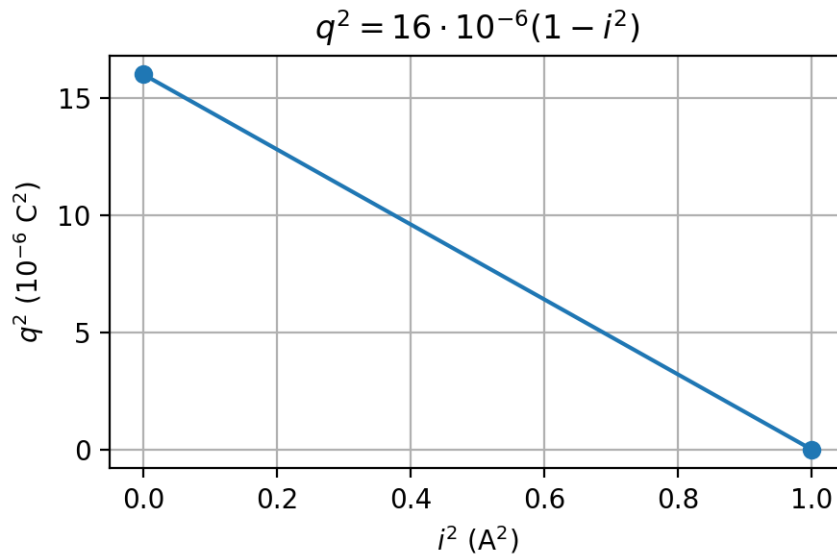
$$Q = CV = 10^{-4} \cdot 40 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

Για αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση:

$$q^2/Q^2 + i^2/I^2 = 1$$

$$q^2 = Q^2(1 - i^2/I^2) = 16 \cdot 10^{-6}(1 - i^2), \text{ με } 0 \leq i^2 \leq 1$$

Η γραφική παράσταση είναι ευθεία με σημεία τομής $(0, 16 \cdot 10^{-6})$ και $(1, 0)$.



Θέμα Δ

Δεδομένα: $R=1,6 \text{ m}$, $r=R/8=0,2 \text{ m}$, $m=1,4 \text{ kg}$, $I_{cm}=(2/5)mr^2$, $g=10 \text{ m/s}^2$. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του κέντρου μάζας είναι:

$$\rho = R - r = 1,6 - 0,2 = 1,4 \text{ m}$$

Δ1

Η σφαίρα κυλίνεται χωρίς ολίσθηση. Στην εφαπτομενική διεύθυνση:

$$mg\sin\varphi - T_S = ma$$

Η τριβή προκαλεί τη στροφική επιτάχυνση:

$$T_S r = I_{cm} \alpha, \quad a = \alpha r$$

$$T_S = I_{cm} \cdot a / r^2 = (2/5)ma$$

Άρα:

$$mg\sin\varphi - (2/5)ma = ma$$

$$mg\sin\varphi = (7/5)ma \Rightarrow a = (5/7)g\sin\varphi$$

$$T_S = (2/5)m \cdot (5/7)g\sin\varphi = (2/7)mg\sin\varphi$$

Η στατική τριβή έχει φορά αντίθετη από τη μεταφορική κίνηση πάνω στην εφαπτομένη.

Δ2

Από διατήρηση μηχανικής ενέργειας από το Α μέχρι το σημείο Γ:

$$mgr \cdot \eta \mu \varphi = (1/2)mv^2 + (1/2)I_{cm}\omega^2$$

$$mgr \cdot \eta \mu \varphi = (1/2)mv^2 + (1/5)mv^2 = (7/10)mv^2$$

$$v^2 = (10/7)gr \cdot \eta \mu \varphi$$

Για $\varphi=30^\circ$:

$$v^2 = (10/7) \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot 1/2 = 10 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Στην ακτινική διεύθυνση προς το κέντρο Ο:

$$N - mg \eta \mu \varphi = mv^2/\rho$$

$$N = m(v^2/\rho + g \eta \mu \varphi)$$

$$N = 1,4(10/1,4 + 10 \cdot 1/2) = 1,4(50/7 + 5) = 17 \text{ N}$$

Δ3

Στο κατώτατο σημείο Δ η σφαίρα έχει ταχύτητα $u=6 \text{ m/s}$. Η αρχική κινητική ενέργεια κύλισης είναι:

$$K_D = (1/2)mu^2 + (1/2)I_{cm}\omega^2 = (7/10)mu^2$$

$$K_D = (7/10) \cdot 1,4 \cdot 36 = 35,28 \text{ J}$$

Από το Δ μέχρι το Ε το κέντρο μάζας ανεβαίνει κατά $\rho=1,4 \text{ m}$, άρα:

$$K_E = K_D - mgr = 35,28 - 1,4 \cdot 10 \cdot 1,4 = 15,68 \text{ J}$$

$$(7/10)mv_E^2 = 15,68 \Rightarrow v_E^2 = 16 \Rightarrow v_E = 4 \text{ m/s}$$

Στο Ε η ταχύτητα είναι κατακόρυφη προς τα πάνω. Μετά την απώλεια επαφής, η σφαίρα εκτελεί κατακόρυφη βολή. Το επιπλέον ύψος του κέντρου μάζας είναι:

$$h = v_E^2/(2g) = 16/20 = 0,8 \text{ m}$$

Άρα το μέγιστο ύψος του κέντρου μάζας από την επιφάνεια του εδάφους είναι $0,8 \text{ m}$.

Αν η εκφώνηση ερμηνευτεί ως ύψος του ανώτερου σημείου της σφαίρας και όχι του κέντρου μάζας, τότε προστίθεται $r=0,2 \text{ m}$ και προκύπτει $1,0 \text{ m}$.

Δ4

Αμέσως μετά την απώλεια επαφής στο Ε, η σφαίρα έχει ταχύτητα $v_E=4 \text{ m/s}$ προς τα πάνω. Μόνη εξωτερική δύναμη είναι το βάρος.

Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας είναι η ισχύς του βάρους:

$$dK/dt = P_B = B \cdot v = -mgv_E$$

$$dK/dt = -1,4 \cdot 10 \cdot 4 = -56 \text{ W}$$

Το βάρος διέρχεται από το κέντρο μάζας, άρα η ροπή του ως προς το κέντρο μάζας είναι μηδέν. Επομένως:

$$dL/dt = \tau_{\text{ext}} = 0$$

Η στροφορμή λόγω ιδιοπεριστροφής παραμένει σταθερή αμέσως μετά την απώλεια επαφής.