ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2015

Ενδεικτικές Απαντήσεις

Φυσική

θετικής & τεχνολογικής κατεύθυνσης

ΘΕΜΑ Α

Α1. α

Α2. β

Α3. α

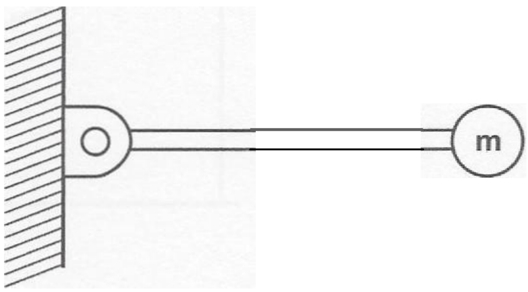
Α4. δ

Α5.

α) ΛΑΘΟΣ
β) ΣΩΣΤΟ
γ) ΣΩΣΤΟ
δ) ΛΑΘΟΣ
ε) ΣΩΣΤΟ

ΘΕΜΑ Β

Β1.



Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου είναι ίσος με:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t}_{(\rho)} = \Sigma\tau_{(\rho)} = I_{(\rho)} \cdot \alpha\gamma = \frac{1}{3}M\ell^2 \cdot \alpha\gamma \quad \textbf{(1)}$$

Για το σύστημα των δύο σωμάτων ο νόμος του Νεύτωνα στη στροφική κίνηση γράφεται ως εξής:

$$\Sigma\tau=\left(\frac{1}{3}\cdot M\ell^2+m\ell^2\right)\cdot\alpha\gamma \Rightarrow Mg\frac{\ell}{2}+mg\ell=\left(\frac{1}{3}\cdot M\ell^2+m\ell^2\right)\cdot\alpha\gamma \Rightarrow$$

$$\alpha\gamma=\frac{Mg\frac{\ell}{2}+mg\ell}{\frac{1}{3}\cdot M\ell^2+m\ell^2}=\frac{Mg\frac{\ell}{2}+\frac{mg\ell}{2}}{\frac{1}{3}\cdot M\ell^2+\frac{M}{2}\ell^2}=\frac{Mg\ell}{\frac{5M\ell^2}{6}}=\frac{6g}{5\ell} \qquad \textbf{(2)}$$

Από τις σχέσεις (1), (2) έχουμε:

$$\left(\frac{\Delta L}{\Delta t}\right)_{(\rho)}=\frac{1}{3}M\ell^2\cdot\frac{6g}{5\ell}=\frac{6Mg\ell}{15}\Rightarrow\left(\frac{\Delta L}{\Delta t}\right)_{(\rho)}=\frac{2Mg\ell}{5}$$

<u>Σωστό το iii.</u>

B2.

Το σημείο Μ του ελαστικού μέσου βρίσκεται στη θέση:

$$x=\lambda+\frac{\lambda}{4}+\frac{\lambda}{12}=\frac{16\lambda}{12}=\frac{4\lambda}{3}.$$

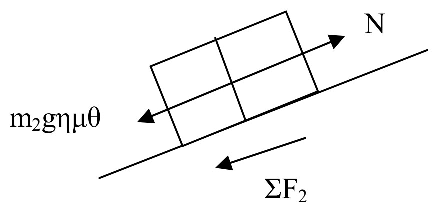
Άρα το πλάτος ταλάντωσης του συγκεκριμένου σημείου είναι:

$$A'=\left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}\right|=\left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{8\pi}{3}\right|=\left|2A\left(-\frac{1}{2}\right)\right|=A$$

<u>Σωστή είναι η απάντηση iii.</u>

B3.

Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα μάζας m_2 είναι:



Πάνω από την Θ.Ι. η συνισταμένη των δυνάμεων στο σώμα m_2 είναι:

$$\Sigma\vec{F}_2=\vec{N}+\vec{B}_2\Rightarrow -D_2\cdot x=N-m_2g\eta\mu\theta\Rightarrow N=m_2g\eta\mu\theta-D_2x$$

Για να μην αποχωριστεί πρέπει:

$$N > 0 \Rightarrow m_2 g\eta\mu\theta - D_2 A > 0 \Rightarrow D_2 A < m_2 g\eta\mu\theta \quad \textbf{(1)}$$

Βρίσκουμε τη σταθερά επαναφοράς του σώματος m_2

$$\frac{k}{D_2} = \frac{(m_1+m_2)\omega^2}{m_2\cdot\omega^2} \Rightarrow D_2 = \frac{m_2}{m_1+m_2}\cdot k \quad \textbf{(2)}$$

Από τις σχέσεις **(1)** και **(2)** παίρνουμε ότι:

$$\frac{m_2 kA}{m_1+m_2} < m_2 g\eta\mu\theta \Rightarrow kA < (m_1+m_2)g\eta\mu\theta.$$

Σωστή είναι η απάντηση (i)

ΘΕΜΑ Γ

Από τη σύγκριση των σχέσεων παίρνουμε:

α)

$$\left.\begin{aligned} U_E &= 8\cdot10^{-2} - 8\cdot10^{-2} i^2 \quad (\text{S.I.}) \\ U_E &= E_{O\Lambda} - \frac{1}{2}Li^2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$E_{O\Lambda} = 8\cdot10^{-2}\,J$$

$$\frac{L}{2} = 8\cdot10^{-2} \Rightarrow L = 16\cdot10^{-2}\,H$$

Από την ολική ενέργεια βρίσκουμε την χωρητικότητα και από εκεί τη περίοδο της ηλεκτρικής ταλάντωσης

$$E_{O\Lambda} = \frac{1}{2}CV_{max}^2 \Rightarrow C = \frac{2E_{O\Lambda}}{V_{max}^2} = \frac{2\cdot8\cdot10^{-2}}{16\cdot10^2} = 10^{-4}\,F$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{16\cdot10^{-2}\cdot10^{-4}}\,\text{sec}$$

$$T = 2\pi\sqrt{16\cdot10^{-6}} = 2\pi\cdot4\cdot10^{-3} = 8\pi\cdot10^{-3}\,\text{sec}$$

β) Η χρονική στιγμή που μας δίνει η άσκηση είναι:

$$t = \frac{T}{12} = \frac{8\pi\cdot10^{-3}}{126} = \frac{2\pi}{3}\cdot10^{-3}\,\text{sec}$$

Η χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος είναι:

$$i = -I\eta\mu\omega t$$

Η γωνιακή συχνότητα της ηλεκτρικής ταλάντωσης είναι:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{8\pi\cdot10^{-3}} = \frac{10^3}{4}\,r/s$$

Το μέγιστο φορτίο του πυκνωτή είναι:

$$Q = C \cdot V_{MAX} = 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10 = 4 \cdot 10^{-3} C$$

Η μέγιστη ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα είναι:

$$I = \omega \cdot Q = \frac{10^3}{4} \cdot 4 \cdot 10^{-3} A = 1A$$

Επομένως η ένταση του ρεύματος τη στιγμή που μας ζητάει η άσκηση είναι:

$$i = -1\eta\mu\left(\frac{10^3}{4} \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot 10^{-3}\right) = -1\eta\mu\frac{2\pi}{12}$$

$$i = -1\eta\mu\frac{\pi}{6} = -1 \cdot \frac{1}{2} = -0{,}5A$$

Άρα η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή είναι:

$$U_E = \left(8 \cdot 10^{-2} - 8 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{4}\right) J = 6 \cdot 10^{-2} J$$

γ) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{\Delta i}{\Delta t} = -\omega^2 q$$

Από την ενεργειακή σχέση που μας δίνει η άσκηση συμπεραίνουμε ότι το φορτίο του πυκνωτή είναι ίσο με:

$$\left.\begin{array}{l} E_{O\Lambda} = U_E + U_B \\ U_B = \dfrac{U_E}{3} \end{array}\right\} \Rightarrow E_{O\Lambda} = U_E + \frac{U_E}{3} \Rightarrow E_{O\Lambda} = \frac{4}{3}U_E \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q^2 = \frac{3}{4}Q^2 \Rightarrow q = \frac{\pm\sqrt{3}}{2}Q = \pm\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-3} C = \pm 2\sqrt{3} \cdot 10^{-3} C$$

Άρα η απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι:

$$\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right| = +\omega^2 q = \left(\frac{10^3}{4}\right)^2 \cdot 2\sqrt{3} \cdot 10^{-3} A/s = 125\sqrt{3} A/s$$

δ) Από την αρχή διατήρησης ενέργειας ταλάντωσης έχουμε ότι:

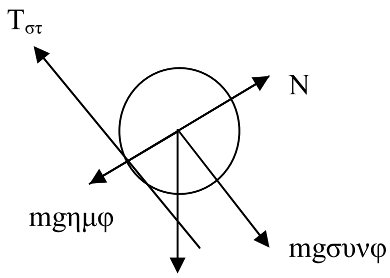
$$\text{Α.Δ.Ε.Τ.} \; E = U_E + U_B \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 \Rightarrow \frac{q^2}{C} = \frac{Q^2}{C} - L \cdot i^2 \Rightarrow$$

$$q^2 = Q^2 - LC \cdot i^2 = q^2 = \left(4 \cdot 10^{-3}\right)^2 - 16 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} \cdot i^2 \Rightarrow$$

$$q^2 = 16 \cdot 10^{-6} - 16 \cdot 10^{-6} i^2$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

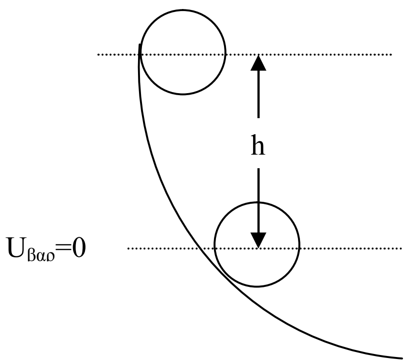


Εφαρμόζουμε τους νόμους του Νεύτωνα για τη μεταφορική και περιστροφική κίνηση του στερεού. Από την επίλυση των εξισώσεων (1) και (2)

$$\Sigma F = m\alpha_{cm} \Rightarrow mg\sigma\upsilon\nu\phi - T_{\sigma\tau} = ma_{cm}(1)$$

$$\Sigma\tau = I\alpha_{\gamma} \Rightarrow T_{\sigma\tau}r = I\alpha_{\gamma} \Rightarrow ma_{cm} = \frac{5}{2}T_{\sigma\tau}(2)$$

$$(1),(2): mg\sigma\upsilon\nu\phi - T_{\sigma\tau} = \frac{5}{2}T_{\sigma\tau} \Rightarrow T_{\sigma\tau} = \frac{2}{7}mg\eta\mu\phi \Rightarrow T_{\sigma\tau} = 4\sigma\upsilon\nu\phi(S.I.)$$



Δ2. Εφαρμόζουμε διατήρηση της μηχανικής ενέργειας από τη θέση Α στη θέση Γ:

Α.Δ.Ε. $(A \rightarrow \Gamma)\ \ U_A + K_A = U_\Gamma + K_\Gamma \Rightarrow mgh = K_{\Pi(\Gamma)} + K_{M(\Gamma)}$

Υπολογίζω το πηλίκο της κινητικής ενέργειας της περιστροφής προς την κινητική ενέργεια της μεταφοράς. Η σχέση που προκύπτει μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σημείο της ημικυκλικής τροχιάς του σώματος.

$$\frac{K_\Pi}{K_M} = \frac{\frac{1}{2}I\cdot\omega^2}{\frac{1}{2}m\cdot U_m{}^2} = \frac{\frac{2}{5}m\cdot r^2\cdot\omega^2}{m\cdot U_m{}^2} = \frac{2}{5} = 0,4 \Rightarrow K_\Pi = 0,4K_M$$

$$mgh = 1,4 \Rightarrow mgh = 1,4 \cdot \frac{1}{2} m u^2{}_{cm} \Rightarrow gh = 0,7 \cdot u^2{}_{cm} \Rightarrow u^2{}_{cm} = \frac{g \cdot h}{0,7}$$

Από το ημίτονο της γωνίας φ υπολογίζουμε την κατακόρυφη μετατόπιση του κέντρου μάζας του σώματος.

$$\eta\mu\phi = \frac{h}{R-r} \Rightarrow h = \eta\mu\phi(R-r) = 0,7m$$

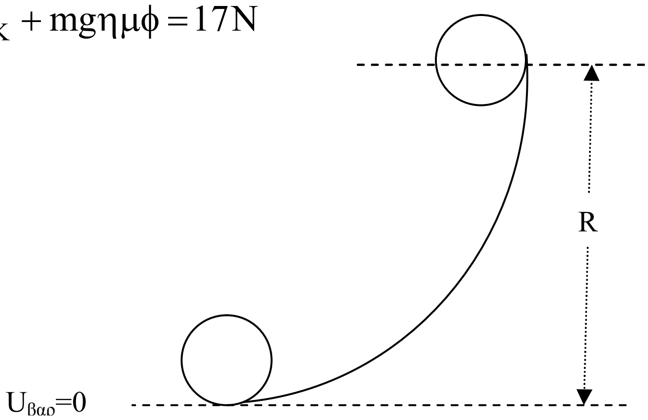
Άρα $u^2{}_{cm} = \frac{g \cdot h}{0,7} = 10(m/s)^2$

Βρίσκουμε την κεντρομόλο δύναμη που ασκείται στο σώμα στη θέση Γ.

$$F_K = \frac{mu^2}{R-r} = 10N$$

Η κάθετη αντίδραση που ασκείται στο σώμα είναι το άθροισμα της κεντρομόλου δύναμης και της συνιστώσας του βάρους που ασκείται στην ακτινική διεύθυνση.

$$N = F_K + mg\eta\mu\phi = 17N$$



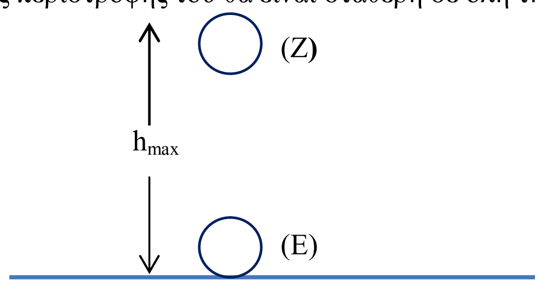
Δ3. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από τη θέση Δ στη θέση Ε:

Α.Δ.Μ.Ε. $(\Delta \rightarrow E)$

$$mgr + 1,4K_{M(\Delta)} = mgR + 1,4K_{M(E)} \Rightarrow mgr + 1,4 \cdot \frac{1}{2} mu_{\Delta}{}^2 = mgR + 1,4 \cdot \frac{1}{2} mu_E{}^2 \Rightarrow$$

$$u_E = 4m/sec$$

Εφαρμόζουμε τη διατήρηση της ενέργειας από τη θέση Ε μέχρι το ανώτερο σημείο Ζ στο οποίο φτάνει το σώμα πάνω από το έδαφος. Στη διάρκεια της κίνησης του σώματος στον αέρα, επειδή σε αυτό ασκείται μόνο η δύναμη της βαρύτητας, και επειδή η δύναμη αυτή δεν δίνει ροπή στο σώμα η κινητική ενέργεια της περιστροφής του θα είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.



$$U_E + K_E = U_Z + K_Z \Rightarrow K_{M(E)} + K_{\Pi(E)} = mgh_{MAX} + K_{M(Z)} + K_{\Pi(Z)} \Rightarrow$$

$$h_{MAX} = \frac{u^2_E}{2g} = 0,8m$$

Πάνω από την επιφάνεια του εδάφους

Δ4. Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος στην περίπτωση που αυτό εκτελεί σύνθετη κίνηση δίνεται από το παρακάτω άθροισμα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική ροπή που ασκείται στο σώμα είναι μηδενική:

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot u_{cm} + \Sigma\tau \cdot \omega = \Sigma F \cdot u_{cm} = -mg \cdot u_E = -56Watt$$

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του σώματος είναι μηδενικός διότι το βάρος δεν δίνει ροπή στην περίπτωση αυτή:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \Sigma\tau = 0$$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Χ. ΚΑΤΕΒΑΤΗΣ – Ε. ΜΑΝΟΥΣΑΚΗ – Ε. ΡΟΚΚΑ