ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΤΗΣ 29^{Ης} ΜΑΙΟΥ 2015

ΘΕΜΑ Α

$A1 \to \alpha, A2 \to \beta, A3 \to \alpha, A4 \to \delta,$
$A5\ \alpha \to \Lambda, \beta \to \Sigma, \gamma \to \Sigma, \delta \to \Lambda, \varepsilon \to \Sigma$

ΘΕΜΑ Β

Β1.

$$\frac{dL}{dt} = I_\rho \cdot a_{\gamma\omega\nu}\ (1)$$

όπου $\alpha_{\gamma\omega\nu}$ η γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος.

$$Είναι\ \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{\Sigma\tau}{I_{o\lambda}} = \frac{Mg\frac{L}{2} + mgL}{\frac{1}{3}ML^2 + ml^2} = \cdots = \frac{6g}{5L}\ (2)$$

$$(1) \overset{(2)}{\Rightarrow} \frac{dL}{dt} = \frac{1}{3}ML^2\frac{6g}{5L} = \frac{2}{5}MgL \Rightarrow \boxed{\frac{dL}{dt} = \frac{2}{5}MgL}$$

Σωστή η (ιιι).

Β2.

$$A' = 2A \cdot \left|\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right|\ (1)$$

$$x_M = (2 \cdot 2 + 1)\frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{12} \Rightarrow \cdots\ x_M = \frac{8\lambda}{3}\ (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow A' = 2A \cdot \left|\sigma\upsilon\nu\frac{16\pi}{3}\right| = 2A\frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{A' = A}$$

Σωστή η (ιι)

Β3.

Έστω $F_{1,2}$ η δύναμη επαφής που ασκεί το m_1 στο m_2 και $F_{2,1}$ η αντίδρασή της, δηλαδή η δύναμη που ασκεί το m_1 στο m_2. Για να μη χαθεί η επαφή μεταξύ των σωμάτων πρέπει, για τα μέτρα των μεταξύ τους δυνάμεων αλληλεπίδρασης, να ισχύει $F_{1,2} > 0$ και $F_{2,1} > 0$ (1).
Αφού εκτελούν α.α.τ., για το m_2 είναι:

$$\Sigma F_2 = -D_2 \cdot x \Rightarrow F_{1,2} - m_2 g\eta\mu\varphi = -D_2 \cdot x\ (2)$$

$$D_2 = m_2 \cdot \omega^2 = m_2 \cdot \frac{k}{m_1 + m_2}\ (3)$$

$$(2), (3) \Rightarrow F_{1,2} - m_2 g\eta\mu\varphi = -m_2 \cdot \frac{k}{m_1 + m_2}x \Rightarrow$$

$F_{1,2} = m_2 g\eta\mu\varphi - m_2 \cdot \dfrac{k}{m_1+m_2} x$ (4)

$(4) \overset{(1)}{\Rightarrow} (m_1+m_2) g\eta\mu\varphi > kx$

Για $x = A$ είναι:

$kA < (m_1+m_2) g\eta\mu\varphi$

Σωστή η (ι).

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Είναι $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (1)

$E = U_E + U_B \Leftrightarrow U_E = E - U_B \Leftrightarrow U_E = E - \dfrac{1}{2}Li^2$ (2)

Δίνεται ότι: $U_E = 8\cdot 10^{-2} - 8\cdot 10^{-2}\cdot i^2$ (3)

Αντιστοιχίζοντας τις (2) και (3) προκύπτει:

$\boxed{E = 8\cdot 10^{-2} J}$ $\kappa\alpha\iota$ $\dfrac{1}{2}L = 8\cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{L = 16\cdot 10^{-2} H}$

Αλλά είναι και $E = \dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C} \xrightarrow{Q=CV} E = \dfrac{1}{2}\dfrac{C\cdot V^2}{C} = \dfrac{1}{2}CV^2 \Rightarrow C = \dfrac{2E}{V^2} \Rightarrow \boxed{C = 10^{-4} F}$

Επομένως, από (1) είναι:

$T = 2\pi\sqrt{16\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-4}} = 2\pi\cdot 4\sqrt{10^{-6}} \Rightarrow \boxed{T = 8\pi\cdot 10^{-3} s}$

Γ2.

$U_E = E\cdot \sigma\upsilon\nu^2\omega t = E\cdot\left[\sigma\upsilon\nu\left(\dfrac{2\pi}{T}t\right)\right]^2 = E\cdot\left[\sigma\upsilon\nu\left(\dfrac{2\pi}{T}\cdot\dfrac{T}{12}\right)\right]^2 = E\cdot\left(\sigma\upsilon\nu\dfrac{\pi}{6}\right)^2 \Rightarrow$

$U_E = E\left(\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = E\dfrac{3}{4} = \dfrac{3\cdot 8\cdot 10^2}{4} J \Rightarrow \boxed{U_E = 6\cdot 10^{-2} J}$

Γ3.

$\left|\dfrac{di}{dt}\right| = \dfrac{V_L}{L} \xrightarrow{V_L=V_C} \left|\dfrac{di}{dt}\right| = \dfrac{V_C}{L} = \dfrac{Q\cdot\sigma\upsilon\nu\omega t}{C\cdot L} = \dfrac{q}{LC}$

Αρκεί να υπολογίσουμε το φορτίο q του πυκνωτή.

$\Delta\acute{\iota}\nu\varepsilon\tau\alpha\iota\ \acute{o}\tau\iota$: $U_E = 3U_B \Leftrightarrow U_E = \dfrac{3}{4}E \Rightarrow \dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{q^2}{C} = \dfrac{3}{4}\cdot\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{Q^2}{C} \Rightarrow q = \dfrac{\sqrt{3}}{2}Q$

με $Q = CV = 10^{-4}\cdot 40 \Rightarrow \boxed{Q = 4\cdot 10^{-3} C}$

Με αντικαταστάσεις καταλήγουμε στο

$\boxed{\dfrac{di}{dt} = 125\sqrt{3}\ \dfrac{A}{s}}$

Γ4.

Από τη σχέση $E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2 \Rightarrow q^2 = 2CE - LCi^2 \Rightarrow$

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

Η γραφική της παράσταση φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

θεμελιώδης νόμος της μηχανικής για τη μεταφορική κίνηση:

$mg\sigma\upsilon\nu\varphi - T_s = m\alpha_{cm}$ (1)

θεμελιώδης νόμος της μηχανικής για τη στροφική κίνηση:

$\tau_{T_s} = I_{cm} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow T_s \cdot r = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2 \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu}$ (2)

συνθήκη κύλισης χωρίς ολίσθηση:

$$\alpha_{cm} = a_{\gamma\omega\nu} \cdot r \ (3)$$

$(2),(3) \Rightarrow T_s = \frac{2}{5} \cdot m \cdot \alpha_{cm} \overset{(1)}{\Rightarrow} T_s = \frac{2}{5} \cdot (mg\sigma\upsilon\nu\varphi - T_s) \Rightarrow \cdots \Rightarrow T_s = \frac{2}{7} mg\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow$

$\boxed{T_s = 4 \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi}$ (4)

Δ2.

Η συνισταμένη των δυνάμεων κατά τη διεύθυνση της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το κέντρο μάζας της σφαίρας είναι η κεντρομόλος δύναμη, οπότε έχουμε:

$$N - mg\eta\mu\varphi = m\frac{\upsilon_{cm}^2}{R-r} \ (5)$$

Αρκεί να υπολογίσουμε την ταχύτητα υ_{cm}.

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ από τη θέση που το αφήσαμε μέχρι τη θέση Γ:

$$W_{mg} + W_N + W_{T_s} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Rightarrow$$

$$mg(R-r)\eta\mu\varphi = \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2 + \frac{1}{2}m\upsilon_{cm}^2 \Rightarrow$$

$$mg(R-r)\eta\mu\varphi = \frac{1}{2}\frac{2}{5}mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}m\upsilon_{cm}^2 \xRightarrow{\upsilon_{cm}=\omega r}$$

$$mg(R-r)\eta\mu\varphi = \frac{7}{10}m\upsilon_{cm}^2 \Rightarrow$$

$$\frac{\upsilon_{cm}^2}{R-r} = \frac{10}{7}g\eta\mu\varphi \ (6)$$

$$(5),(6) \Rightarrow N = \frac{17}{7}mg\eta\mu\varphi \Rightarrow \boxed{N = 17N}$$

Δ3.

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ από τη θέση που το εκτοξεύσαμε μέχρι τη θέση μέγιστου ύψους:

$$-mg(h-r) = \frac{1}{2}I_{cm}\omega_E^2 - \left(\frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2\right) \ (7)$$

Αρκεί να υπολογίσουμε την ω_E.

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ από τη θέση που το εκτοξεύσαμε μέχρι τη θέση Ε:

$$-mg(R-r) = \left(\frac{1}{2}m\upsilon_E^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega_E^2\right) - \left(\frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2\right) \Rightarrow \cdots$$

$$-mg(R-r) = \frac{7}{10}mr^2\omega_E^2 - \frac{7}{10}m\upsilon^2 \Rightarrow \cdots \Rightarrow \boxed{\omega_E = 20\frac{rad}{s}}$$

Έτσι από $(7) \Rightarrow\ h = 2m.$

Άρα από το έδαφος απέχει: $h_1 = h - R = 2m - 0{,}8m \Rightarrow \boxed{h_1 = 1{,}2m}$

Δ4.

$$\frac{dL}{dt} = \Sigma\tau = 0$$

$$\frac{dK}{dt} = -mg\upsilon_E = -56\frac{J}{s}$$