ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΟΜΟΓΕΝΩΝ 2013
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΘΕΜΑ Α

Α.1 γ
Α.2 β
Α.3 γ
Α.4 δ
Α.5 α—Σ , β—Λ, γ—Λ, δ—Σ, ε— Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. **Σωστή η απάντηση (β)**
Αιτιολόγηση:
Τη χρονική στιγμή t_1 η ενέργεια που έμεινε στο σύστημα είναι:

E $E_1 = E_o - \frac{15}{16}E_o \Rightarrow E_1 = \frac{1}{16}E_o$

$$\frac{1}{2}DA_1^2 = \frac{1}{16}\frac{1}{2}DA_o^2 \Rightarrow A_1 = \frac{A_o}{4}$$

Β2. Σωστή η απάντηση (α)
Αιτιολόγηση:
Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο. για τη πλαστική κρούση
$P_{αρχ} = P_{τελ} \Leftrightarrow m_1 υ_1 = (m_1 + m_2)υ_κ$
$\Leftrightarrow m_1 υ_1 = (m_1 + 3m_1)υ_κ \Leftrightarrow m_1υ_1 = 4m_1υ_κ$

από την οποία τελικά προκύπτει $υ_κ = \frac{υ_1}{4}$. Για την απώλεια της ενέργειας έχουμε:

$$E_{απωλ} = K_{αρχ} = K_{τελ} = \frac{1}{2}m_1υ_1^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)υ_k^2$$

$$E_{απωλ} = \frac{1}{2}m_1υ_1^2 - \frac{1}{2}4m_1(\frac{υ_1}{4})^2 = \frac{1}{2}m_1υ_1^2 - \frac{1}{4}\frac{1}{2}m_1υ_1^2$$

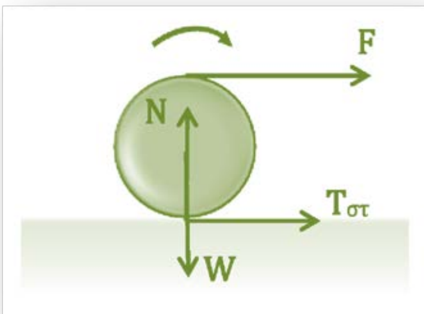
$$E_{απωλ} = K_1 - \frac{1}{4}K_1 = \frac{3}{4}K_1$$

Β3. α) Σωστή η απάντηση (ii)
Αιτιολόγηση:
Στο κυκλικό δακτύλιο παρατηρούμε οτι η μάζα του σώματος είναι κατανεμημένη στην περιφέρεια του ενώ στο δίσκο η μάζα είναι κατανεμημένη σε όλο το στερεό. Σύμφωνα με τον ορισμό της ροπής αδράνειας

$$\mathbf{I = m \cdot r^2}$$

συμπεραίνουμε οτι η ροπή αδράνειας του κυκλικού δακτυλίου είναι μεγαλύτερη από τη ροπή αδράνειας του δίσκου, δηλαδή $\mathbf{I_1 < I_2}$

β) Σωστή η απάντηση (iii)
Αιτιολόγηση:
Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη μεταφορική και στροφική κίνηση του σώματος έχουμε:



$$ΣF = Mα_{cm} \Rightarrow F + T_{στ} = Mα_{cm} \quad (1)$$

$$Στ = Iα_{γων} \Rightarrow FR - T_{στ}R = I\frac{α_{cm}}{R} \Rightarrow F - T_{στ} = I\frac{α_{cm}}{R^2} \quad (2)$$

αφού έχουμε κύλιση χωρίς ολίσθηση $(α_{cm} = α_{γων} \cdot R)$.
Προσθέτοντας τις σχέσεις (1) και (2) καταλήγουμε:

$$2F = M\alpha_{cm} + I\frac{\alpha_{cm}}{R^2} \Rightarrow 2FR^2 = MR^2\alpha_{cm} + I\alpha_{cm}$$

$$\Rightarrow \alpha_{cm} = \frac{2F \cdot R^2}{M \cdot R^2 + I}$$

Από το λόγο των επιταχύνσεων των κέντρων μάζας έχουμε:

$$\frac{\alpha_{cm(1)}}{\alpha_{cm(2)}} = \frac{\dfrac{2F \cdot R^2}{M \cdot R^2 + I_1}}{\dfrac{2F \cdot R^2}{M \cdot R^2 + I_2}} = \frac{M \cdot R^2 + I_2}{M \cdot R^2 + I_1} > 1$$

αφού $I_2 > I_1$ είναι και $M \cdot R^2 + I_2 > M \cdot R^2 + I_1$, έπομένως $\alpha_{cm(1)} > \alpha_{cm(2)}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Οι δυο ταλαντώσεις διαφέρουν κατά φάση $\Delta\varphi = \pi\ rad$

Από τη θεωρία της σύνθεσης ταλαντώσεων το ολικό πλάτος ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση

$A_{ολ} = |A_1 - A_2| = 0,05\ m$

Ενώ η φάση της συνισταμένης ταλάντωσης ακολουθεί τη φάση της συνιστώσας ταλάντωσης με το μεγαλύτερο πλάτος, δηλαδή 0 = 0. Έτσι η εξίσωση ταλάντωσης του άκρου Ο της χορδής γράφεται:

$y = 0,05 \cdot \eta\mu(50\pi t)$ (S.I.)

Γ2. Η εξίσωση του κύματος γράφεται:

$$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

Η γωνιακή συχνότητα ταλάντωσης είναι $\omega = 50\pi\ rad/s$ άρα $f = 25\ HZ$ ή $T = 1/25\ s$.

Ενώ για το μήκος κύματος έχουμε $\upsilon = \lambda \cdot f$ από την οποία προκύπτει $\lambda = \frac{2}{25} = 0,08\ m$.

Αντικαθιστώντας τις παραπάνω τιμές στην εξίσωση του κύματος προκύπτει:

$$y = 0,05\eta\mu 2\pi\left(25t - \frac{x}{0,08}\right) \Rightarrow y = 0,05\eta\mu\left(50\pi t - 25\pi x\right) \quad \textbf{(SI)}$$

Γ3. Η εξίσωση ταχύτητας ταλάντωσης του κύματος δίνεται από την σχέση

$$\upsilon = \omega A \sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

αντικαθιστώντας τα δεδομένα προκύπτει:

$\upsilon = 2,5\pi \cdot \sigma\upsilon\nu(50\pi \cdot t - 25\pi \cdot \chi)$ (S. I.) (Σχ. 1)

Τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,1s$ το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση $\chi_1 = \upsilon\, t_1 = 2 \cdot 0,1 = 0,2\ m$ δηλαδή το κύμα δεν έχει φτάσει στο σημείο x=0,4m, επομένως η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου είναι μηδενική, $\upsilon_1 = 0$.

Αντικαθιστώντας στη (Σχ. 1) $t_2 = 0,3\ s$ και $\chi = 0,4\ m$ προκύπτει:

$\upsilon_2 = 2,5\pi \cdot \sigma\upsilon\nu(50\pi \cdot 0,3 - 25\pi \cdot 0,4) = 2,5\pi \cdot \sigma\upsilon\nu(15\pi - 10\pi) = 2,5\pi \cdot \sigma\upsilon\nu(5\pi)$

$\boldsymbol{v_2} = -2,5\pi\ \boldsymbol{m/s}$

Γ4. Η διαφορά φάσης των σημείων Β και Γ είναι:

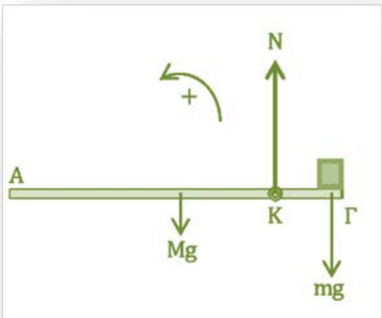
$$\Delta\varphi_{(B\Gamma)} = \omega\Delta t_{(B\Gamma)} \Rightarrow \Delta\varphi_{(B\Gamma)} = \frac{2\pi}{T}\frac{d}{\upsilon} \Rightarrow \Delta\varphi_{(B\Gamma)} = 2\pi\frac{d}{\lambda} = 2\pi\frac{\frac{3\lambda}{2}}{\lambda}$$

$\boldsymbol{\Delta\varphi_{(B\Gamma)} = 3\pi\ rad}$

Παρατηρούμε οτι η $\Delta\varphi$ είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του π έτσι σημεία Β και Γ βρίσκονται σε αντίθεση φάσης και κάθε χρονική στιγμή ισχύει $y_B = -y_Γ$. Όταν $y_Γ = +0{,}05\ m$ τότε $y_B = -0{,}05\ m$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία της ράβδου προκύπτει:



$$\Sigma\tau_{(K)}=0 \Rightarrow Mg\left(\frac{\ell}{2}-\frac{\ell}{6}\right)-mg\frac{\ell}{6}=0 \Rightarrow M=\frac{m}{2} \rightarrow \boldsymbol{M = 1{,}6\ kg}$$

$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow N - Mg - mg = 0 \Leftrightarrow N = (M+m)g$ ή $N = 48\ N$

Δ2. Εφαρμόζουμε Steiner για τη ράβδο:

$$I_\rho = I_{cm} + M\left(\frac{\ell}{2}-\frac{\ell}{6}\right)^2 = \frac{1}{12}M\ell^2 + \frac{1}{9}M\ell^2 = \frac{7}{36}M\ell^2 = 0{,}7 Kgm^2$$

Η ολική ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδος σώμα είναι:

$$I_{o\lambda} = I_\rho + m\left(\frac{\ell}{6}\right)^2 = \frac{7}{36}M\ell^2 + \frac{1}{36}m\ell^2 \Rightarrow I_{o\lambda} = 0{,}9 Kgm^2$$

Δ3. Αφαιρώντας το σώμα η μοναδική δύναμη που δίνει ροπή ως προς το σημείο Κ είναι το βάρος της ράβδου. Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης έχουμε:

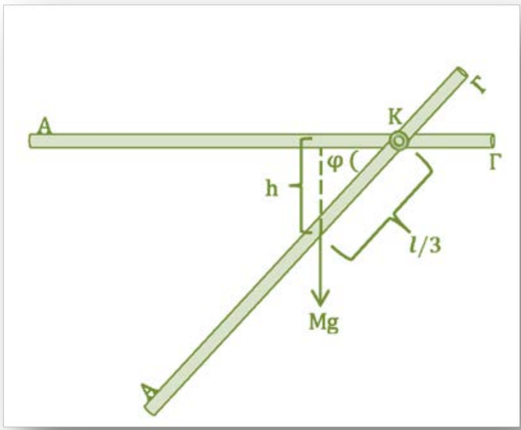
$$\Sigma\tau_{(K)} = I_\rho \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow Mg\left(\frac{\ell}{2}-\frac{\ell}{6}\right) = I_\rho \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{Mg\ell}{3I_\rho} = \frac{80}{7} rad/s^2$$

Δ4. Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για τη πτώση της ράβδου οπότε:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = \Sigma W_F \Rightarrow \frac{1}{2}I_\rho\omega^2 = Mgh \quad \text{όπου} \quad h = \frac{\ell}{3}\eta\mu\varphi$$

Λύνοντας ως προς ω έχουμε : ω=4rad/s

Η στροφορμή της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής της, τη στιγμή που σχηματίζει γωνία φ για πρώτη φορά είναι:



$L_\rho = I_\rho \cdot \omega = 0{,}7 \cdot 4 = 2{,}8\ Kgm^2/s$