ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2013

Ενδεικτικές Απαντήσεις

Φυσική

κατεύθυνσης

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. γ

Α3. δ

Α4. γ

Α5. **α.** ΣΩΣΤΟ **β.** ΛΑΘΟΣ **γ.** ΣΩΣΤΟ **δ.** ΛΑΘΟΣ **ε.** ΣΩΣΤΟ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση είναι η **ii.**

$E_0 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{C^2 \cdot V_C{}^2}{C} = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{J}$ και $E_1 = \frac{1}{2}LI_1^2 = 2 \cdot 10^{-3}\,\text{J}$ άρα η ενέργεια μειώθηκε κατά $2 \cdot 10^{-3}$ J.

Β2. Σωστή απάντηση είναι η **iii.**

Από τις συχνότητες έχουμε ότι $f_2 = 3f_1 \Leftrightarrow \frac{\upsilon}{\lambda_2} = 3\frac{\upsilon}{\lambda_1} \Leftrightarrow \lambda_1 = 3\lambda_2 \Leftrightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{3}$. Για τα σημεία σε απόσβεση ισχύει ότι $r_1 - r_2 = (2N+1)\frac{\lambda_2}{2} \Leftrightarrow x - (d - x) = (2N+1)\frac{\lambda_2}{2} \Leftrightarrow x = \dfrac{(2N+1)\frac{\lambda_2}{2} + d}{2}$ και πρέπει

$$0 < x < d \Leftrightarrow 0 < \frac{(2N+1)\frac{\lambda_2}{2} + d}{2} < d \Leftrightarrow -2d < (2N+1)\lambda_2 < 2d \Leftrightarrow -2d < (2N+1)\frac{\lambda_1}{3} < 2d \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow -2 \cdot 2\lambda_1 < (2N+1)\frac{\lambda_1}{3} < 2 \cdot 2\lambda_1 \Leftrightarrow -13 < 2N < 11 \Leftrightarrow -6{,}5 < N < 5{,}5$. Οι ακέραιες τιμές του Ν είναι $N = -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$ άρα με την αλλαγή της συχνότητας έχουμε 12 υπερβολές απόσβεσης.

Β3. Σωστή απάντηση είναι η **ii.**

$\Sigma\tau_{\varepsilon\xi} = 0 \Leftrightarrow L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\varepsilon\lambda} \Leftrightarrow I_1 \cdot \omega_1 = (I_1 + I_2)\omega \Leftrightarrow I_1 \cdot \omega_1 = \left(I_1 + \frac{I_1}{4}\right)\omega \Leftrightarrow \omega = \frac{4}{5}\omega_1$ και η μεταβολή της στροφορμής του δίσκου Δ_1 είναι ίση με

$\Delta L_1 = L_{1,\tau\varepsilon\lambda} - L_{1,\alpha\rho\chi} = I_1 \cdot \omega - I_1 \cdot \omega_1 = I_1\left(\frac{4}{5}\omega_1 - \omega_1\right) = -\frac{I_1\omega_1}{5} = -\frac{L_1}{5}$. Το μέτρο της μεταβολής είναι ίσο με

$|\Delta L_1| = \frac{L_1}{5}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Για την κίνηση του σώματος Σ_1 ισχύει ότι $\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow N_1 = m_1 \cdot g$ και το μέτρο της τριβής ολίσθησης που δέχεται είναι ίσο με $T_1 = \mu N_1 = 5m_1\,(1)$. Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου-ενέργειας για την κίνησή του και έχουμε $\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}m_1\upsilon_0^2 = W_{W_1} + W_{N_1} + W_{T_1} \Leftrightarrow \upsilon_1^2 - \upsilon_0^2 = -10\,(2)$. Από την ελαστική κρούση έχουμε $\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Leftrightarrow -\sqrt{10} = \frac{-m_1}{3m_1}\upsilon_1 \Leftrightarrow \upsilon_1 = 3\sqrt{10}\frac{m}{s}$ άρα $(2) \Rightarrow \upsilon_0 = 10\frac{m}{s}$.

Γ2. Από την ελαστική κρούση έχουμε $\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Leftrightarrow \upsilon_2' = 2\sqrt{10}\frac{m}{s}$ και το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρθηκε από το Σ_1 στο σώμα Σ_2 κατά την κρούση είναι $\frac{K_2'}{K_1}100\% = \frac{\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}\cdot 100\% = \frac{800}{9}\%$.

Γ3. Για την κίνηση του Σ_1 μέχρι την κρούση του με το Σ_2 ισχύει ότι $\Sigma F_x = m_1\alpha_1 \Leftrightarrow -T_1 = m_1\alpha_1 \Leftrightarrow \alpha_1 = -5\frac{m}{s^2}$ οπότε $\upsilon_1 = \upsilon_0 - |\alpha_1|\Delta t_1 \Leftrightarrow \Delta t_1 = 0,08s$. Μετά την κρούση με το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα υ_1' αντίθετη της αρχικής και επιβραδύνεται με $\alpha_1' = -5\frac{m}{s^2}$ μέχρι που τελικά σταματάει σε χρονικό διάστημα Δt_2 για το οποίο έχουμε: $0 = \upsilon_1' - |\alpha_2|\Delta t_2 \Leftrightarrow \Delta t_1 = 0,64s$. Ο συνολικός χρόνος κίνησης είναι $\Delta t_{ολ} = \Delta t_1 + \Delta t_1 = 0,72s$.

Γ4. Για την κίνηση του Σ_2 ισχύει ότι $\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow N_2 = m_2 \cdot g = 10N$ και το μέτρο της τριβής ολίσθησης που δέχεται είναι ίσο με $T_2 = \mu N_2 = 5N$. Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου-ενέργειας για την κίνησή του μέχρι να σταματήσει στιγμιαία, οπότε έχουμε και τη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου: $0 - \frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 = W_{W_2} + W_{N_2} + W_{T_2} + W_{F_{ελ}} \Leftrightarrow -\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 = 0 + 0 - T_2\cdot\Delta x_2 + U_{αρχ} - U_{τελ} \Leftrightarrow$

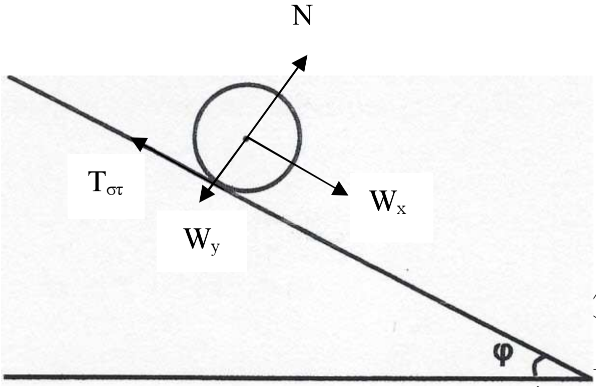
$-\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 = 0 + 0 - T_2\cdot\Delta x_2 + 0 - \frac{1}{2}k\cdot\Delta x_2^2 \Leftrightarrow 21\cdot\Delta x_2^2 + 2\Delta x_2 - 8 = 0$. Η διακρίνουσα της δευτεροβάθμιας εξίσωσης είναι $\Delta = 2^2 - 4\cdot 21\cdot(-8) = 676$ και η λύση της είναι $\Delta x_2 = \frac{-2 \pm 26}{42}$. Η δεκτή λύση είναι η $\Delta x_2 = \frac{4}{7}m$.

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2013

Ενδεικτικές Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Για την μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου ισχύει ότι

$\Sigma Fx = M\cdot\alpha_{cm} \Leftrightarrow W_x - T_{\sigma\tau} = M\cdot\alpha_{cm} \Leftrightarrow M\cdot g\cdot \eta\mu\phi - T_{\sigma\tau} = M\cdot\alpha_{cm}\ (1)$.

Για τη στροφική κίνηση του κυλίνδρου ισχύει ότι

$$\Sigma\tau = I_{cm}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T_{\sigma\tau}\cdot R = \frac{1}{2}M\cdot R^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T_{\sigma\tau} = \frac{1}{2}M\cdot\left(R\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\right) \Leftrightarrow T_{\sigma\tau} = \frac{1}{2}M\cdot\alpha_{cm}\ (2).$$

$$(1),(2) \Rightarrow Mg\eta\mu\phi - \frac{M\alpha_{cm}}{2} = M\alpha_{cm} \Leftrightarrow \alpha_{cm} = \frac{2}{3}\cdot g\cdot\eta\mu\phi\,.$$

Δ2.

Σε όγκο $\pi R^2 h$ έχουμε μάζα M

Σε όγκο $\pi r^2 h$ έχουμε μάζα m.

Οπότε ισχύει η αναλογία $\dfrac{\pi R^2 h}{\pi r^2 h} = \dfrac{M}{m} \Leftrightarrow m = M\dfrac{r^2}{R^2}$. Η ροπή αδράνειας του κοίλου κυλίνδρου είναι

$$I_{\kappa o i\lambda} = I - I_m = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2 - \frac{1}{2}\cdot m\cdot r^2 = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2 - \frac{1}{2}\cdot\left(M\frac{r^2}{R^2}\right)\cdot r^2 = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2 - \frac{1}{2}MR^2\frac{r^4}{R^4} \Leftrightarrow$$

$$I_{\kappa o i\lambda} = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2\left(1 - \frac{r^4}{R^4}\right).$$

Δ3.

Ο κοίλος κύλινδρος εκτελεί σύνθετη κίνηση χωρίς ολίσθηση ενώ το κυλινδρικό τμήμα εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση. Για τη μεταφορική κίνηση όλου του στερεού ισχύει ότι $\Sigma F_x = M\cdot\alpha'_{cm} \Leftrightarrow Mg\eta\mu\phi - T'_{\sigma\tau} = M\cdot\alpha'_{cm}\ (3)$.

Για τη στροφική κίνηση του κοίλου κυλίνδρου ισχύει ότι

$$\Sigma\tau = I_{\kappa o i\lambda}\cdot\alpha'_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T'_{\sigma\tau}\cdot R = I_{\kappa o i\lambda}\cdot\alpha'_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T'_{\sigma\tau}\cdot R = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2\left(1 - \frac{r^4}{R^4}\right)\cdot\alpha'_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow$$

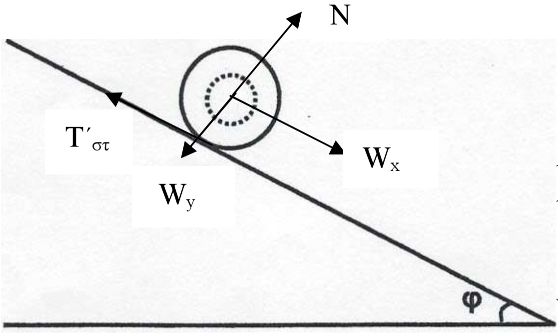
$\Leftrightarrow T'_{\sigma\tau} = \dfrac{1}{2}\cdot M\left(1 - \dfrac{r^4}{R^4}\right)\cdot\left(\alpha'_{\gamma\omega\nu}\cdot R\right)$ και επειδή έχουμε κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει ότι

$\alpha'_{cm} = \alpha'_{\gamma\omega\nu}\cdot R$ άρα $\Leftrightarrow T'_{\sigma\tau} = \dfrac{1}{2}\cdot M\left(1 - \dfrac{r^4}{R^4}\right)\cdot\alpha'_{cm}\ (4)$.

$$\Leftrightarrow T'_{\sigma\tau} = \frac{1}{2}\cdot M\left(1-\frac{r^4}{R^4}\right)\cdot \alpha'_{cm}\ (4)$$

Τελικά έχουμε $(3),(4) \Rightarrow \alpha'_{cm} = \dfrac{2g\eta\mu\varphi}{3-\dfrac{r^4}{R^4}}$.

Δ4.



Κάθε χρονική στιγμή ο λόγος της μεταφορικής προς τη στροφική κινητική ενέργεια του συστήματος είναι $\dfrac{K_{\mu\varepsilon\tau}}{K_{\sigma\tau\rho}} = \dfrac{\frac{1}{2}\cdot M\cdot \upsilon_{cm}^2}{\frac{1}{2}\cdot I_{\kappa o\iota\lambda}\cdot \omega^2} = \dfrac{M\cdot \upsilon_{cm}^2}{I_{\kappa o\iota\lambda}\cdot \omega^2}$ και επειδή έχουμε κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει $\upsilon_{cm} = \omega\cdot R$ οπότε $\dfrac{K_{\mu\varepsilon\tau}}{K_{\sigma\tau\rho}} = \dfrac{M\cdot\omega^2\cdot R^2}{I_{\kappa o\iota\lambda}\cdot\omega^2} = \dfrac{M\cdot R^2}{I_{\kappa o\iota\lambda}}$. Για $r=\dfrac{R}{2}$ η ροπή αδράνειας του κοίλου γίνεται

$$I_{\kappa o\iota\lambda} = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2\left(1-\frac{\left(\frac{R}{2}\right)^4}{R^4}\right) = \frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2\left(1-\frac{1}{16}\right) = \frac{15}{16}\cdot\frac{1}{2}\cdot M\cdot R^2$$ και αντικαθιστώντας έχουμε

$$\frac{K_{\mu\varepsilon\tau}}{K_{\sigma\tau\rho}} = \frac{M\cdot R^2}{\frac{15}{16}\cdot\frac{1}{2}MR^2} = \frac{32}{15}.$$

Επιμέλεια: Χ. Κατεβάτης – Ε. Μανουσάκη – Ε. Ροκκά

ΣΧΟΛΙΟ

✓ Τα θέματα ήταν δύσκολα και απαιτητικά χωρίς να έχουν την απαιτούμενη διαβάθμιση. Απευθύνονταν σε καλά προετοιμασμένους μαθητές. Απαιτούσαν και πολύ καλή γνώση της Φυσικής της Α' Λυκείου.