Φυσική Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ΄ Λυκείου

Εν Δυνάμει ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

Θέμα Α

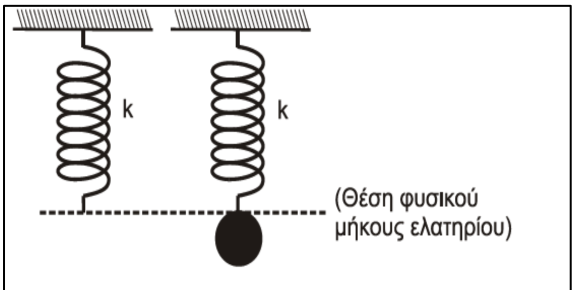
Α1 – δ , Α2 – γ , Α3 – α , Α4 – δ , Α5 α – Λ , β – Σ , γ – Σ , δ – Σ , ε – Λ

Θέμα Β

Β1. Σωστή απάντηση: (ii)

Στη Θ.Ι.: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w \Rightarrow k \cdot \ell = mg \Rightarrow \ell = \dfrac{mg}{k}$

Το σώμα αφήνεται από τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου, οπότε είναι ακραία θέση της ταλάντωσης και το πλάτος είναι ίσο με: $A = \ell$.

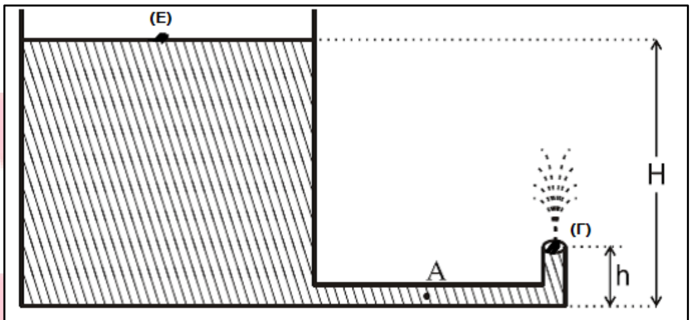


Σχήμα 1

Όταν το σώμα βρεθεί στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης, το ελατήριο έχει τη μέγιστη επιμήκυνση ($x_{\Theta\Phi\mathrm{M}} = 2A = 2\ell$), οπότε:

$$U_{\varepsilon\lambda(max)} = \frac{1}{2}k \cdot (2A)^2 \Rightarrow U_{\varepsilon\lambda(max)} = \frac{1}{2}k \cdot 4 \cdot A^2 \Rightarrow U_{\varepsilon\lambda(max)} = \frac{1}{2}k\frac{4m^2g^2}{k^2} \Rightarrow \boxed{U_{\varepsilon\lambda(max)} = \frac{2m^2g^2}{k}}$$

Β2. Σωστή απάντηση: (iii)



Σχήμα 2

Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli ανάμεσα στα σημεία Ε και Γ:

$$P_E + \frac{1}{2}\rho\upsilon_{\mathrm{E}}^2 + \rho g H = P_\Gamma + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \rho g h$$

$$\overset{\upsilon_{\mathrm{E}}=0}{\Rightarrow} \cancel{P_{atm}} + \rho g H = \cancel{P_{atm}} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \rho g h$$

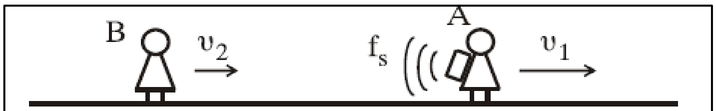
$$\Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{2g(H-h)} \Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{2g(5h-h)}$$

$$\Rightarrow \upsilon_\Gamma = 2\sqrt{2gh}$$

Ο σωλήνας έχει σταθερό εμβαδόν, οπότε από την εξίσωση της συνέχειας:

$$\Pi_{\mathrm{A}} = \Pi_\Gamma \Rightarrow \mathrm{A} \cdot \upsilon_{\mathrm{A}} = \mathrm{A} \cdot \upsilon_\Gamma \Rightarrow \upsilon_{\mathrm{A}} = \upsilon_\Gamma \overset{H=5h}{\Rightarrow} \boxed{\upsilon_A = 2\sqrt{2gh}}$$

Β3. Σωστή απάντηση: (ii)



Σχήμα 3

$$f_B = \frac{\upsilon_{\eta\chi} + \upsilon_2}{\upsilon_{\eta\chi} + \upsilon_1} f_s \Rightarrow f_B = \frac{\upsilon_{\eta\chi} + \dfrac{\upsilon_{\eta\chi}}{10}}{\upsilon_{\eta\chi} + \dfrac{\upsilon_{\eta\chi}}{5}} f_s \Rightarrow f_B = \frac{\dfrac{11\upsilon_{\eta\chi}}{10}}{\dfrac{6\upsilon_{\eta\chi}}{5}} f_s \Rightarrow \boxed{f_B = \frac{11}{12} f_s}$$

Θέμα Γ

Γ1. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα για την απευθείας μετάβαση της στοιχειώδους μάζας Δm του ελαστικού μέσου από την κάτω ακραία θέση ταλάντωσής της μέχρι την επάνω ακραία θέση ταλάντωσής της είναι $\Delta t = \frac{T}{2} = 0,4s \Rightarrow T = 0,8s$. Στο ίδιο χρονικό διάστημα το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση $\Delta x = \frac{\lambda}{2} = 0,04m \Rightarrow \lambda = 0,08m$. Η στοιχειώδης μάζα $\Delta m = 10^{-6} Kg$ του ελαστικού μέσου έχει ενέργεια ταλάντωσης $E_T = \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}\Delta m \cdot \omega^2 A^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2E_T}{\Delta m \cdot \omega^2}} \Rightarrow A = 0,4m$.

Γ2. Η εξίσωση του αρμονικού κύματος είναι:

$$y = A \cdot \eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \Rightarrow y = 0,4 \cdot \eta\mu(2,5\pi t - 25\pi x)\, S.I.$$

Το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 1,4s$ είναι $y = 0,4 \cdot \eta\mu(2,5\pi \cdot 1,4 - 25\pi x) \Rightarrow$

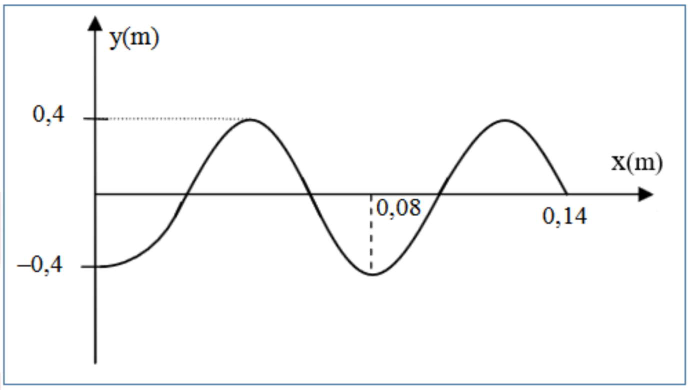
$y = 0,4 \cdot \eta\mu(3,5\pi - 25\pi x)\, S.I.$ και φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Για $x = 0 \rightarrow y = -0,4m$

Για $x = \frac{\lambda}{4} = 0,02m \rightarrow y = 0$

Για $\Phi = 0 \Rightarrow 3,5\pi - 25\pi x_{\tau\varepsilon\lambda} = 0$

$\Rightarrow x_{\tau\varepsilon\lambda} = 0,14m = \frac{7\lambda}{4}$



Γ3. Για την κινητική ενέργεια της στοιχειώδους μάζας Δm, όταν η απομάκρυνσή της από τη θέση ισορροπίας της είναι $y = 0,2m$ από την αρχή διατήρησης ενέργειας ταλάντωσης ισχύει:

$$E_T = K + U \Rightarrow K = E_T - U = E_T - \frac{1}{2}Dy^2 = E_T - \frac{1}{2}\Delta m \cdot \omega^2 y^2 \Rightarrow K = 3,75\pi^2 10^{-7} J$$

Γ4. Για τη διαφορά φάσης των δύο σημείων Ρ και Σ της χορδής έχουμε: $\Delta\Phi = \Phi_P - \Phi_\Sigma = \frac{3\pi}{2} rad$ (1)

Όταν η απομάκρυνση του σημείου Ρ από τη θέση ισορροπίας του είναι $y_P = 0,4m$ ισχύει:

$$y_P = A \cdot \eta\mu\Phi_P \Rightarrow 0,4 \cdot \eta\mu\Phi_P = 0,4 \Rightarrow \eta\mu\Phi_P = 1 \rightarrow \Phi_P = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2}$$

Από (1) $\Rightarrow \Phi_\Sigma = \Phi_P - \frac{3\pi}{2} = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2} - \frac{3\pi}{2} \Rightarrow \Phi_\Sigma = 2\kappa\pi - \pi$

Οπότε για την ταχύτητα του σημείου Σ ισχύει:

$$v_\Sigma = v_{max}\sigma\upsilon\nu\Phi_\Sigma = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu(2\kappa\pi - \pi) = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu(-\pi) = -\omega A \Rightarrow v_\Sigma = -\pi \frac{m}{s}$$

Θέμα Δ

Δ1. Για τον δίσκο από τον Θεμελιώδη Νόμο Μεταφορικής έχουμε:

$\Sigma F_y = m\alpha_{cm} \Rightarrow$

$mg - T_1 = m\alpha_{cm}$ (1)

Από τον Θεμελιώδη Νόμο της στροφικής ισχύει:

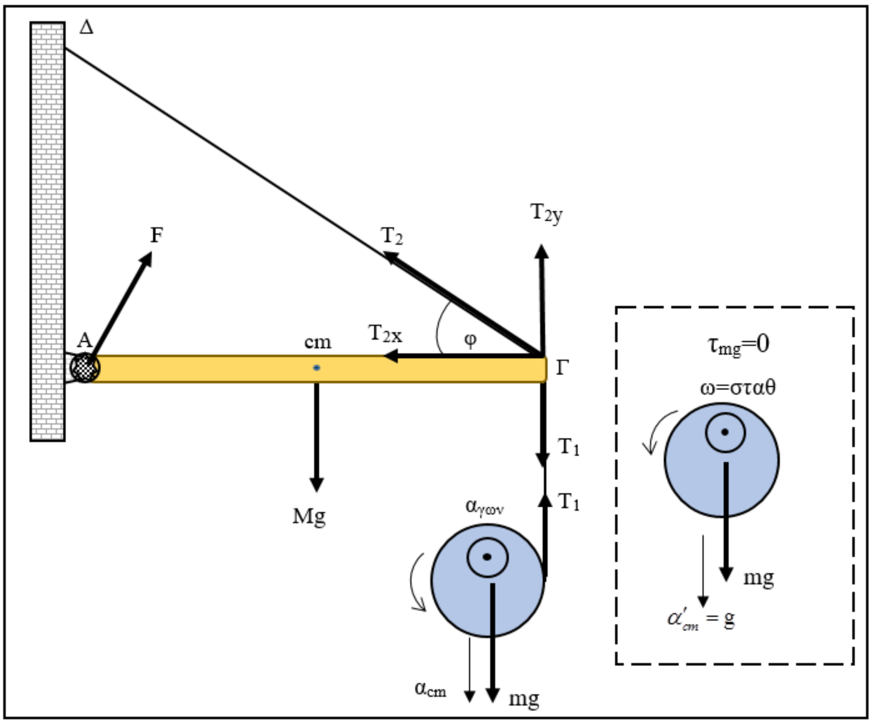
$\Sigma\tau = I_{cm}\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$

$\tau_{T_1} = I_{cm}\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$

$T_1 R = \frac{1}{2} mR^2 \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$

$T_1 = \frac{1}{2} mR\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$

όπου $\alpha_{cm} = R\alpha_{\gamma\omega\nu}$



(ο δίσκος κατεβαίνει όσο νήμα ξετυλίγεται από την περιφέρειά του, δηλαδή $y_{cm} = R\theta$ οπότε

$\frac{dy_{cm}}{dt} = R\frac{d\theta}{dt} \Rightarrow \upsilon_{cm} = R\omega \rightarrow \frac{d\upsilon_{cm}}{dt} = R\frac{d\omega}{dt} \Rightarrow \alpha_{cm} = R\alpha_{\gamma\omega\nu}$)

$T_1 = \frac{1}{2} m\alpha_{cm}$ (2). Από $(1)+(2) \Rightarrow \frac{3}{2} m\alpha_{cm} = mg \Rightarrow \alpha_{cm} = \frac{2g}{3} = \frac{20}{3}\frac{m}{s^2}$

Δ2. Από $(2) \Rightarrow T_1 = \frac{20}{3} N$

Από την ισορροπία της δοκού έχουμε: $\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow \tau_{T_{2y}} - \tau_{T_1} - \tau_{Mg} = 0 \Rightarrow$

$$T_{2y}\ell - T_1\ell - Mg\frac{\ell}{2} = 0 \Rightarrow T_{2y} = T_1 + \frac{Mg}{2} \Rightarrow T_{2y} = \frac{80}{3} N \Rightarrow T_2 \eta\mu\varphi = \frac{80}{3} N \Rightarrow T_2 = \frac{100}{3} N$$

Δ3. Η χρονική στιγμή t_1 που το κέντρο μάζας του δίσκου έχει κατέλθει κατακόρυφα κατά $y_{cm} = h_1 = 0,3m$ είναι: $y_{cm} = \frac{1}{2}\alpha_{cm} t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2y_{cm}}{\alpha_{cm}}} \Rightarrow t_1 = 0,3s$

Για την ταχύτητα του κέντρου μάζας του δίσκου έχουμε: $\upsilon_{cm} = \alpha_{cm} t_1 \Rightarrow \upsilon_{cm} = 2\frac{m}{s}$ και για τη γωνιακή ταχύτητα $\upsilon_{cm} = R\omega \Rightarrow \omega = \frac{\upsilon_{cm}}{R} = 20\frac{rad}{s}$. Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου όταν κοπεί το νήμα παραμένει σταθερή και ίση με $\omega = 20\frac{rad}{s}$ αφού ο δίσκος δέχεται μόνο τη δύναμη του βάρους και $\tau_{mg} = 0 \rightarrow \Sigma\tau_{(cm)} = 0$.

Το μέτρο της στροφορμής του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του, μετά από χρονικό διάστημα Δt από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα είναι $L = I_{cm}\omega = \frac{1}{2} mR^2\omega \Rightarrow L = 0,2\frac{Kg \cdot m^2}{s}$

Δ4. Αφού κοπεί το νήμα και μετά ο δίσκος εκτελεί σύνθετη κίνηση η οποία αποτελείται από μια ομαλή στροφική $\omega = 20\dfrac{rad}{s}$ αφού ο δίσκος δέχεται μόνο τη δύναμη του βάρους και $\tau_{mg} = 0 \rightarrow \Sigma\tau_{(cm)} = 0$ και μια ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση $\alpha'_{cm} = g$ και αρχική ταχύτητα $\upsilon_{cm} = 2\dfrac{m}{s}$. Η ταχύτητά του μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t' = 0{,}1s$ από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα θα είναι $\upsilon'_{cm} = \upsilon_{cm} + g\cdot\Delta t' = (2 + 10\cdot 0{,}1)\dfrac{m}{s} \Rightarrow \upsilon'_{cm} = 3\dfrac{m}{s}$.

Ο λόγος της κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφικής κίνησης προς την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής κίνησης του δίσκου θα είναι:

$$\frac{K_{\sigma\tau\rho\varphi}}{K_{\mu\tau\varphi}} = \frac{\frac{1}{2}I_{cm}\omega^2}{\frac{1}{2}m\upsilon'^2_{cm}} = \frac{\frac{1}{2}\frac{1}{2}mR^2\omega^2}{\frac{1}{2}m\upsilon'^2_{cm}} = \frac{1}{2}\frac{R^2\omega^2}{\upsilon'^2_{cm}} = \frac{1}{2}\frac{0{,}01\cdot 400}{9} \Rightarrow \frac{K_{\sigma\tau\rho\varphi}}{K_{\mu\tau\varphi}} = \frac{2}{9}$$