ΦΥΣΙΚΗ Ο.Π. ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ 2017

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ

Α2. γ

Α3. α

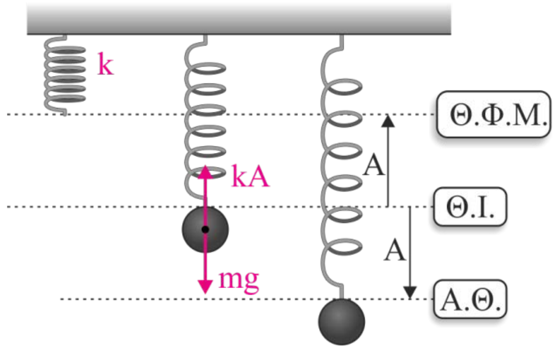
Α4. δ

Α5.

- ***α.*** Λάθος
- ***β.*** Σωστό
- ***γ.*** Σωστό
- ***δ.*** Σωστό
- ***ε.*** Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1.



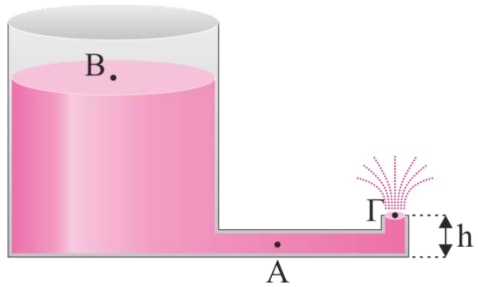
Σωστή απάντηση η (ii)

$$\Theta.\text{I.}: \Sigma F_y = 0 \Rightarrow mg = k \cdot A \Rightarrow A = \frac{mg}{k} \ (1)$$

Η δυναμική ενέργεια ελατηρίου μετράται με αφετηρία την θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Επομένως, η μέγιστη τιμή της βρίσκεται στην κάτω ακραία θέση.

$$U_{\varepsilon\lambda,(\max)} = \frac{1}{2}k\left(2A\right)^2 \overset{(1)}{=\!=} \frac{1}{2}k \cdot \left(2 \cdot \frac{mg}{k}\right)^2 \Rightarrow U_{\varepsilon\lambda,(\max)} = \frac{2m^2g^2}{k}$$

Β2.



Σωστή απάντηση είναι η (iii)

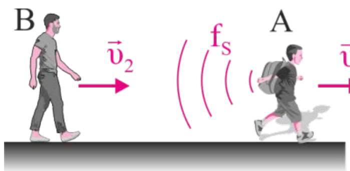
Εξίσωση Bernoulli $B \rightarrow \Gamma$:

$$\left.\begin{array}{l} p_B+\rho\cdot g\cdot H=\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot\upsilon_\Gamma^2+p_\Gamma+\rho gh \\ p_B=p_\Gamma=p_0, H=5\cdot h \end{array}\right\}\Rightarrow p_0+\rho\cdot g\cdot 5\cdot h=\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot\upsilon_\Gamma^2+p_0\Rightarrow\upsilon_\Gamma=\sqrt{8gh}=2\sqrt{2gh}\quad(1)$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση της συνέχειας μεταξύ των σημείων Α και Γ προκύπτει ότι:

$$\Pi_A=\Pi_\Gamma\Rightarrow A_A\cdot\upsilon_A=A_\Gamma\cdot\upsilon_\Gamma\overset{A_A=A_\Gamma}{\Rightarrow}\upsilon_A=\upsilon_\Gamma=2\sqrt{2gh}$$

Β3.



Σωστή απάντηση είναι η (ii)

Ο παρατηρητής (Β) αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας :

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

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα για την απευθείας μετάβαση της στοιχειώδους μάζας από τη μία ακραία θέση στην άλλη ισούται με:

$$\Delta t=\frac{T}{2}\quad\Rightarrow\quad T=2\Delta t\quad\overset{\Delta t=0,4s}{\Rightarrow}\quad T=0,8s\quad(1)$$

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος ισούται με:

$$\upsilon_\delta=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0,04}{0,4}\quad\Rightarrow\quad\upsilon_\delta=0,1m/s\ (2)$$

Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο της κυματικής, προκύπτει:

$$\upsilon_\delta=\lambda f\quad\Rightarrow\quad\lambda=\frac{\upsilon_\delta}{f}\overset{f=1/T}{=}\upsilon_\delta T\quad\overset{(1),(2)}{\Rightarrow}\quad\lambda=0,08m\quad(3)$$

Για την ενέργεια της ταλάντωσης που εκτελεί η στοιχειώσης μάζα Δm, ισχύει:

$$E_T=\frac{1}{2}DA^2\quad\overset{D=\Delta m\omega^2}{\Rightarrow}\quad E_T=\frac{1}{2}\Delta m\omega^2A^2\quad\overset{\omega=2\pi/T}{\Rightarrow}\quad A=\sqrt{\frac{E_TT^2}{\Delta m2\pi^2}}\quad\Rightarrow\quad A=0,4m\quad(4)$$

Γ2. Η εξίσωση του αρμονικού κύματος δίνεται από σχέση:

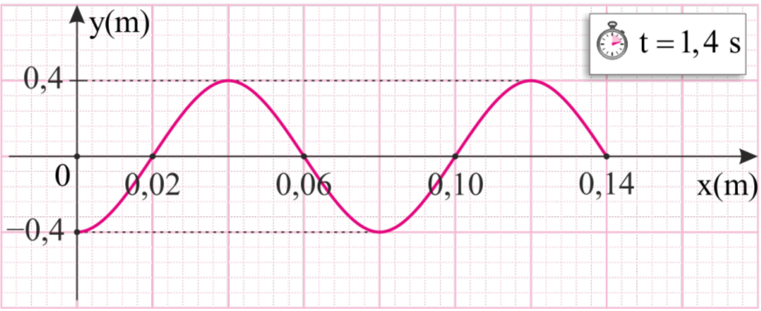
$$y=A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\quad\overset{(1),(3),(4)}{\Rightarrow}\quad y=0,4\eta\mu\left(2,5\pi t-25\pi x\right)(S.I.)\ \ (4)$$

Συγκρίνοντας το χρόνο $t_1=1,4s$ με την περίοδο έχουμε:

$$\frac{t_1}{T}=\frac{1,4}{0,8}=\frac{7}{4}=1+\frac{3}{4}\Rightarrow t_1=\left(1+\frac{3}{4}\right)T$$

Άρα το κύμα θα έχει διαδοθεί μέχρι τη θέση $x_1 = \left(1+\frac{3}{4}\right)\cdot\lambda = 0{,}14\text{m}$

Η εξίσωση του στιγμιοτύπου θα είναι $y = 0{,}4\eta\mu\left(3{,}5\pi - 25\pi x\right)\ (\text{S.I.})$ με $0 \le x \le 0{,}14\text{m}$



Γ3. Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ε.Τ. για την α.α.τ που εκτελεί η στοιχειώδης μάζας Δm, προκύπτει:

$$E_T = K + U_T \;\Rightarrow\; K = E_T - U_T \;\Rightarrow\; K = E_T - \frac{1}{2}Dy^2 \;\overset{D=\Delta m\omega^2}{\Rightarrow}$$

$$K = E_T - \frac{1}{2}\Delta m\omega^2 y^2 \;\overset{\omega=2\pi/T}{\Rightarrow}\; K = \frac{15}{4}\pi^2\cdot 10^{-7}\ \text{J}$$

Γ4. Για την απομάκρυνση του σημείου Ρ, ισχύει:

$$y_P = A\eta\mu\left(\varphi_P\right) \;\overset{\substack{y_P=0{,}4\text{m}\\ A=0{,}4\text{m}}}{\Rightarrow}\; \eta\mu\left(\varphi_P\right) = 1 \quad (5)$$

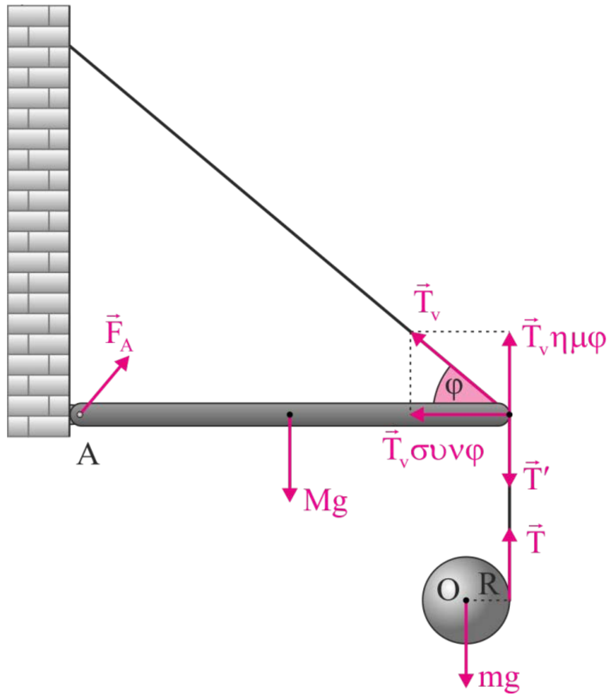
Για την ταχύτητα του σημείου Σ, ισχύει:

$$\upsilon_\Sigma = \omega A\sigma\upsilon\nu\left(\varphi_\Sigma\right) \;\overset{\varphi_\Sigma=\varphi_P-\frac{3\pi}{2}}{\Rightarrow}\; \upsilon_\Sigma = \omega A\sigma\upsilon\nu\left(\varphi_P - \frac{3\pi}{2}\right) = -\omega A\eta\mu\left(\varphi_P\right) \;\overset{(5)}{\Rightarrow}$$

$$\upsilon_\Sigma = -\omega A \;\overset{\omega=2\pi/T}{\Rightarrow}\; \upsilon_\Sigma = -\pi\ \text{m/s}$$

ΘΕΜΑ Δ

Αρχικά σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα.



Δ1. Ο δίσκος εκτελεί σύνθετη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο μεταφορικής κίνησης και το θεμελιώδη νόμο στροφικής έχουμε:

$$\Sigma F_y = m \cdot \alpha_{cm} \Rightarrow mg - T = m\alpha_{cm} \quad (1)$$

$$\Sigma \tau_o = I_{cm} \cdot \alpha_\gamma \Rightarrow T \cdot R = I_{cm} \cdot \alpha_\gamma \Rightarrow T \cdot R = \frac{I_{cm} \cdot \alpha_{cm}}{R} \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει ότι $\alpha_{cm} = \frac{20}{3} m/s^2$ και $T = \frac{20}{3} N$

Δ2. Από τις δυνάμεις που δέχεται η ράβδος ζητάμε την T_v. Επειδή η ράβδος ισορροπεί έχουμε:

$$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow Mg\frac{\ell}{2} + T'\ell - T_v \cdot ημφ \cdot \ell = 0 \Rightarrow T_v = \frac{100}{3} N$$

Δ3. Βρίσκω το χρόνο t όταν ο δίσκος έχει κατέβει κατά $h = 0,3m$.

$$h = \frac{1}{2}\alpha_{cm} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{\alpha_{cm}}} \Rightarrow t = 0,3s.$$

Ο δίσκος εκτελεί σύνθετη επιταχυνόμενη κίνηση. Επομένως, η γωνιακή ταχύτητα του, στη θέση αυτή, θα έχει μέτρο:

$$\omega = \alpha_\gamma \cdot t \Rightarrow \omega = \frac{\alpha_{cm}}{R} \cdot t \Rightarrow \omega = 20 rad/s$$

και μεταφορική ταχύτητα μέτρου

$$\upsilon_{cm} = \omega \cdot R \Rightarrow \upsilon_{cm} = 2m/s.$$

Άρα, η στροφορμή του δίσκου έχει μέτρο

$$L = I_{cm} \cdot \omega \Rightarrow L = \frac{1}{2} m \cdot R^2 \cdot \omega \Rightarrow L = 0,2 kg\frac{m^2}{s}$$

Δ4. Μετά από χρόνο $\Delta t' = 0{,}1\text{s}$ που κόβεται το νήμα η κίνηση του δίσκου είναι σύνθετη ομαλά επιταχυνόμενη μεταφορική με νέα επιτάχυνση που βρίσκεται με εφαρμογή του $2^{ου}$ νόμου του Νεύτωνα, αφού στο δίσκο ασκείται μόνο το βάρος του:

$$\Sigma F_y = m\alpha'_{cm} \Rightarrow mg = m\alpha'_{cm} \Rightarrow \alpha'_{cm} = g = 10\text{m/s}^2 .$$

Η γωνιακή ταχύτητα $\omega = 20\text{rad/s}$ του δίσκου διατηρείται σταθερή μετά το κόψιμο του νήματος, ενώ η μεταφορική ταχύτητα μεταβάλλεται στο προηγούμενο χρονικό διάστημα και έχει μέτρο

$$\upsilon' = \upsilon_{cm} + gt \Rightarrow \upsilon' = 3\text{m/s} .$$

Οπότε, ο λόγος της κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφής προς την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής του δίσκου είναι:

$$\frac{K_\Pi}{K_M} = \frac{\frac{1}{2}I_{cm}\omega^2}{\frac{1}{2}m\left(\upsilon'\right)^2} \Rightarrow \frac{K_\Pi}{K_M} = \frac{\frac{1}{2}mR^2\omega^2}{m\left(\upsilon'\right)^2} \Rightarrow \frac{K_\Pi}{K_M} = \frac{2}{9}$$