ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)
ΔΕΥΤΕΡΑ 23 ΜΑΪΟΥ 2016
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
<u>ΦΥΣΙΚΗ</u>
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ (ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ)

(Ενδεικτικές Απαντήσεις)

<u>ΘΕΜΑ Α</u>

Α1 $\rightarrow$ β

Α2 $\rightarrow$ γ

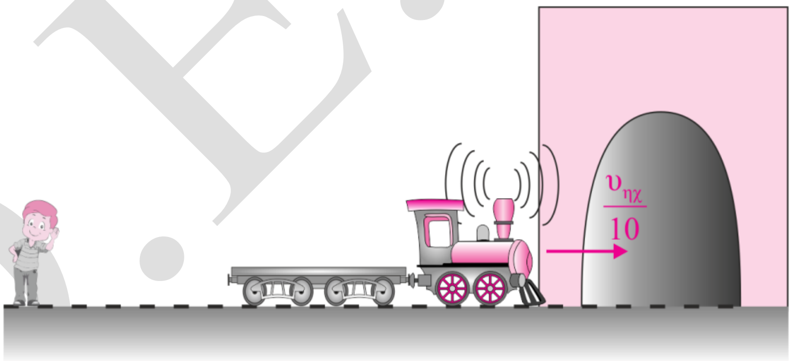
Α3 $\rightarrow$ β

Α4 $\rightarrow$ δ

Α5. **α** $\rightarrow$ Σωστό **β** $\rightarrow$ Λάθος **γ** $\rightarrow$ Σωστό **δ** $\rightarrow$ Λάθος **ε** $\rightarrow$ Λάθος

<u>ΘΕΜΑ Β</u>

Β1. Η σωστή απάντηση **είναι το iii.**



Ο ακίνητος παρατηρητής που βρίσκεται πάνω στις γραμμές και πίσω από το τρένο, ακούει από το τρένο ήχο συχνότητας f_1.

$$f_1 = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi} + \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{10}} \cdot f_s = \frac{\upsilon_{\eta\chi} \cdot f_s \cdot 10}{11 \cdot \upsilon_{\eta\chi}} = \frac{10}{11} \cdot f_s$$

Έστω υποθετικός παρατηρητής στο τούνελ. Αυτός αντιλαμβάνεται ήχο συχνότητας f_τ:

$$f_\tau = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi} - \upsilon_{\tau\rho}} f_s$$

Ο βράχος λειτουργεί ως δευτερογενής πηγή που εκπέμπει ήχο συχνότητας ίση με αυτή που αντιλαμβάνεται.

Άρα, $f_s' = f_\tau$

Ο ακίνητος παρατηρητής αντιλαμβάνεται ήχο από την ανάκλαση στο βράχο, συχνότητας:

$$f_2 = f_s' = f_\tau = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi} - \upsilon_{\tau\rho}} f_s = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi} - \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{10}} f_s = \frac{\upsilon_{\eta\chi} \cdot f_s \cdot 10}{9 \cdot \upsilon_{\eta\chi}} = \frac{10}{9} \cdot f_s$$

Άρα,

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{10}{11} f_s}{\frac{10}{9} f_s} = \frac{9}{11}$$

Β2. Η σωστή απάντηση **είναι το i.**

Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι:

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

Το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Μ είναι:

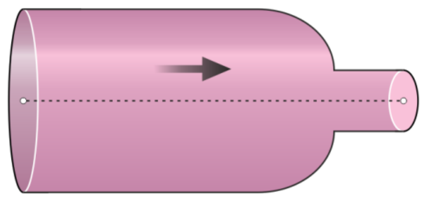
$$A_M = 2A \cdot \left|\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)\right| = 2A \cdot \left|\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi \frac{9\lambda}{8}}{\lambda}\right)\right| = 2A \cdot \left|\sigma\upsilon\nu\left(\frac{9\pi}{4}\right)\right| \Rightarrow$$

$$A_M = 2A \cdot \left|\sigma\upsilon\nu\left(2\pi + \frac{\pi}{4}\right)\right| = 2A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\pi}{4}\right) = 2\frac{A\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2}$$

Άρα, η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Μ της χορδής είναι:

$$\upsilon_{max,M} = \omega \cdot A_M = \frac{2\pi A\sqrt{2}}{T}$$

Β3. Η σωστή απάντηση **είναι το ii.**



Η κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου στο σημείο Α είναι:

$$\frac{K_A}{\Delta V} = \frac{\frac{1}{2} m\upsilon_A^2}{\Delta V} = \frac{1}{2}\rho\upsilon_A^2 = \Lambda \quad (1)$$

όπου Λ μια θετική σταθερά.

Εφαρμόζουμε την αρχή της συνέχειας για τα σημεία Α και Β:

$$A_A \cdot \upsilon_A = A_B \cdot \upsilon_B \Rightarrow 2A_B \cdot \upsilon_A = A_B \cdot \upsilon_B \Rightarrow \upsilon_B = 2\upsilon_A$$

Άρα, η κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου στο σημείο Β είναι:

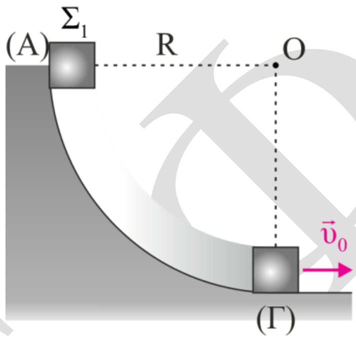
$$\frac{1}{2}\rho\upsilon_B^2 = \frac{1}{2}\rho(2\upsilon_A)^2 = 4\cdot\frac{1}{2}\rho\upsilon_A^2 = 4\Lambda \quad (2)$$

Εφαρμόζουμε εξίσωση Bernoulli κατά μήκος της ρευματικής γραμμής ΑΒ χρησιμοποιώντας τις (1), (2) προκύπτει:

$$p_A + \frac{1}{2}\rho\upsilon_A^2 = p_B + \frac{1}{2}\rho\upsilon_B^2 \Rightarrow p_A - p_B = \frac{1}{2}\rho\upsilon_B^2 - \frac{1}{2}\rho\upsilon_A^2 = 4\Lambda - \Lambda = 3\Lambda$$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

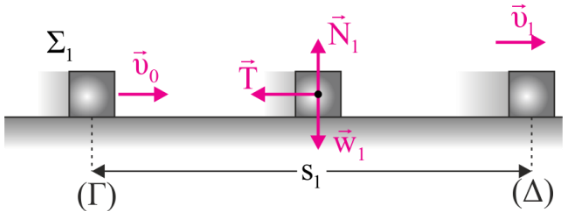
Γ1.



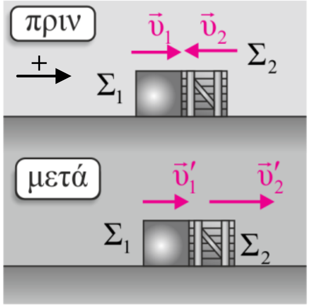
Εφαρμόζουμε Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας (ΑΔΜΕ) για το Σ_1 από τη θέση Α στη θέση Γ θεωρώντας $U_\Gamma = 0$.

$$K_A + U_A = K_\Gamma + U_\Gamma \Rightarrow 0 + m_1gR = \frac{1}{2}m_1\upsilon_0^2 + 0 \Rightarrow \upsilon_o = \sqrt{2gR} \Rightarrow \upsilon_o = 10m/s$$

Γ2.



Ισχύει
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = w_1 = m_1g$$
$$T = \mu N = \mu m_1 g$$



Εφαρμόζουμε Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας (ΘΜΚΕ) για το Σ_1 από τη θέση Γ στη θέση Δ για να βρούμε την ταχύτητα του σώματος Σ_1 ακριβώς πριν την κρούση με το σώμα Σ_2.

$$K_\Delta - K_\Gamma = W_{ολ} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}m_1\upsilon_0^2 = -T\cdot s_1 \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}m_1\upsilon_0^2 = -\mu\cdot m_1\cdot g\cdot s_1$$

$$\text{προκύπτει}\quad \upsilon_1 = \sqrt{\upsilon_0^2 - 2\mu g s_1} = 8m/s$$

Εφαρμόζοντας αρχή διατήρησης ορμής και διατήρηση μηχανικής ενέργειας για την ελαστική κρούση και υπολογίζουμε τις αλγεβρικές τιμές των ταχυτήτων των σωμάτων μετά την κρούση:

$$\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\cdot\upsilon_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}\cdot\upsilon_2 \Rightarrow \upsilon_1' = -\frac{2}{4}\cdot 8 + \frac{6}{4}\cdot(-4) = -10m/s$$

$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\cdot\upsilon_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\cdot\upsilon_2 \Rightarrow \upsilon_2' = \frac{2}{4}\cdot 8 + \frac{2}{4}\cdot(-4) = 2m/s$$

Τα μέτρα των ταχυτήτων είναι: $|\upsilon_1'| = 10\,m/s$ και $|\upsilon_2'| = 2\,m/s$.

Γ3. Η μεταβολή της ορμής για το σώμα Σ_2 (λαμβάνοντας θετική τη φορά προς τα δεξιά) είναι:

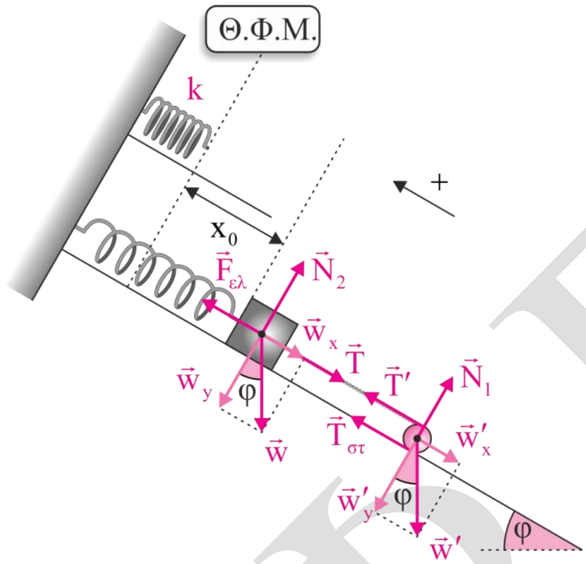
$$\Delta\vec{p}_2 = \vec{p}_{2τελ} - \vec{p}_{2αρχ} \Rightarrow \Delta p_2 = m_2\upsilon_2' - (-m_2\upsilon_2) = 6 + 12 = 18kg\cdot\frac{m}{s}$$

Άρα το μέτρο της μεταβολής είναι $|\Delta p_2| = 18kg\cdot\frac{m}{s}$ και επειδή $\Delta P_2 > 0$ η φορά είναι προς τα δεξιά.

Γ4. Το ποσοστό μεταβολής κινητικής ενέργειας για το Σ_1 κατά την κρούση δίνεται από την σχέση:

$$\Pi_1\% = \frac{K_{1,τελ} - K_{1,αρχ}}{K_{1,αρχ}}\cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2 - \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}\cdot 100\% = \frac{36}{64}\cdot 100\% = 56,25\%$$

ΘΕΜΑ Δ



Αρχικά για τα δύο σώματα που ισορροπούν, υπολογίζουμε:

$$w_x = m \cdot g \cdot ημφ = 5N$$

$$w'_x = M \cdot g \cdot ημφ = 10N$$

Δ1. Για το σώμα μάζας m που ισορροπεί ισχύει:

$$ΣF_x = 0 \Rightarrow F_{ελ} = w_x + T \Rightarrow kx_0 = w_x + T \quad (1)$$

Για τον κύλινδρο λόγω ισορροπίας ισχύει:

$$ΣF_x = 0 \Rightarrow T' + T_{στ} = w'_x \Rightarrow T' + T_{στ} = 10 \quad (2)$$

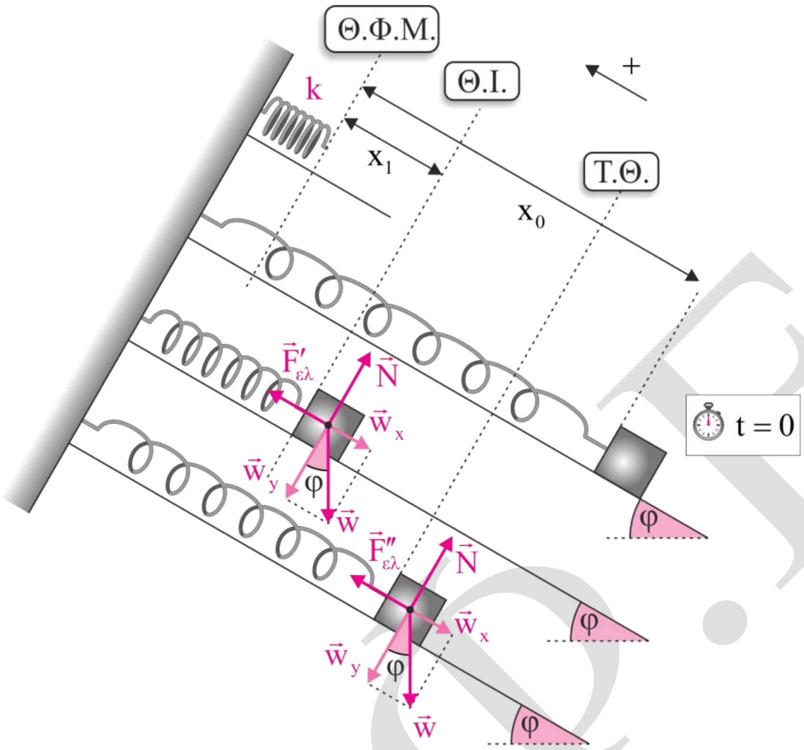
$$Στ = 0 \Rightarrow T'R - T_{στ}R = 0 \Rightarrow T' = T_{στ} \quad (3)$$

$T' = T$ αφού το νήμα είναι αβαρές.

Από (2), (3) έχουμε ότι: $2T_{στ} = 10 \Rightarrow T_{στ} = 5N = T$

Από την (1) προκύπτει ότι: $100x_0 = 5 + 5 \Rightarrow x_0 = 0{,}1m$

Δ2.



Τη χρονική στιγμή $t=0$ που κόβουμε το νήμα το σώμα βρίσκεται στην ακραία θέση της ταλάντωσής του.

Αρχικά βρίσκουμε τη νέα θέση ισορροπίας του σώματος

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F'_{ελ} = w_x \Rightarrow kx_1 = w_x \Rightarrow 100x_1 = 5 \Rightarrow x_1 = 0,05\text{m}$$

Οπότε το πλάτος της ταλάντωσης του είναι $A = x_0 - x_1 = 0,05\text{m}$.

Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς:

$$D = 100\frac{\text{N}}{\text{m}} \Rightarrow m\omega^2 = D \Rightarrow 1\omega^2 = 100 \Rightarrow \omega = 10\text{rad/s}$$

Από τις αρχικές συνθήκες υπολογίζουμε την αρχική φάση:

$$\left.\begin{matrix} t=0 \\ x=-A \\ \upsilon=0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow -A = A\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{3\pi}{2}\text{rad}$$

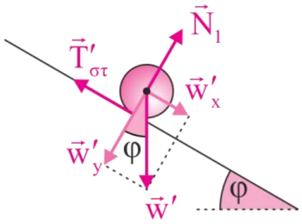
Η εξίσωση απομάκρυνσης είναι $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$

Οπότε, η δύναμη επαναφοράς είναι:

$$\Sigma F_{επ} = -D\cdot x \Rightarrow \Sigma F_{επ} = -DA\eta\mu\left(\omega t + \varphi_0\right) \Rightarrow \Sigma F_{επ} = -100\cdot 0,05\cdot \eta\mu\left(10t + \frac{3\pi}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\Sigma F_{επ} = -5\eta\mu\left(10t + \frac{3\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}$$

Δ3. Ο κύλινδρος από την χρονική στιγμή $t=0$ και μετά κάνει σύνθετη κίνηση.



Ισχύει

$$N=\frac{\Delta\theta}{2\pi}\Rightarrow\Delta\theta=N\cdot 2\pi=\frac{12}{\pi}\cdot 2\pi=24\text{rad}$$

Εφαρμόζουμε τον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής για την μεταφορική κίνηση του σώματος.

$$\Sigma\vec{F}_x=M\vec{\alpha}_{cm}\Rightarrow w'_x-T_{\sigma\tau}=M\alpha_{cm}\Rightarrow 10-T_{\sigma\tau}=2\alpha_{cm}\quad(4)$$

Εφαρμόζουμε Θεμελιώδη Νόμο Στροφικής Κίνησης για τη στροφική κίνηση.

$$\Sigma_\tau=I\alpha_\gamma\Rightarrow T_{\sigma\tau}R=\frac{1}{2}MR^2\frac{\alpha_{cm}}{R}\Rightarrow T_{\sigma\tau}=1\cdot\alpha_{cm}\quad(5)$$

$$(4)+(5)\Rightarrow 10=3\alpha_{cm}\Rightarrow\alpha_{cm}=\frac{10}{3}\text{m}/\text{s}^2$$

Επειδή ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς ολίσθηση, ισχύει:

$$\alpha_\gamma=\frac{\alpha_{cm}}{R}=\frac{100}{3}\text{rad}/\text{s}^2$$

$$\Delta\theta=\frac{1}{2}\alpha_\gamma t^2\Rightarrow 24=\frac{1}{2}\cdot\frac{100}{3}t^2\Rightarrow t^2=\frac{12\cdot 12}{100}\Rightarrow t=1{,}2\text{s}$$

$$\omega=\alpha_\gamma t=\frac{100}{3}\cdot 1{,}2=40\text{rad}/\text{s}$$

Οπότε η στροφορμή του είναι

$$L=I\omega=\frac{1}{2}MR^2\omega=\frac{1}{2}\cdot 2\cdot 0{,}01\cdot 40\Rightarrow L=0{,}4\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$$

Δ4. Βρίσκουμε τη γωνιακή ταχύτητα και την μεταφορική ταχύτητα τη χρονική στιγμή $t=3\text{s}$.

$$\omega = \alpha_\gamma \cdot t = \frac{100}{3} \cdot 3 = 100 \text{rad}/\text{s}$$

$$\upsilon_{cm} = \omega R = 10 \text{m}/\text{s}$$

Επομένως ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας τη χρονική στιγμή $t = 3\text{s}$ υπολογίζεται:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{dK_{\sigma\tau\rho}}{dt} + \frac{dK_{\mu\varepsilon\tau}}{dt} \Rightarrow \frac{dK}{dt} = \Sigma\tau \cdot \omega + \Sigma F_x \cdot \upsilon_{cm} \Rightarrow \frac{dK}{dt} = I\alpha_\gamma \omega + M\alpha_{cm}\upsilon_{cm} \Rightarrow$$

$$\frac{dK}{dt} = \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0{,}1^2 \cdot \frac{100}{3} \cdot 100 + 2 \cdot \frac{10}{3} \cdot 10\right)\frac{J}{s} \Rightarrow$$

$$\frac{dK}{dt} = \left(\frac{100}{3} + \frac{200}{3}\right)\frac{J}{s} = 100 \text{ J}/\text{s}$$