ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΘΕΤΙΚΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία: Κυριακή 26 Απριλίου 2015
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. δ

Α3. γ

Α4. δ

Α5.
- **α.** Λ
- **β.** Λ
- **γ.** Σ
- **δ.** Λ
- **ε.** Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση η γ.

Από το σχήμα 1 προκύπτει η εξίσωση φάσης $\varphi_1 = \frac{2\pi}{T}t_1 - \frac{2\pi}{\lambda}x$.

Για x=0 είναι $\varphi_1 = 10\pi$ rad, επομένως $10\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0{,}2s$.

Για x=20cm είναι $\varphi_1 = 0$, επομένως $0 = \frac{2\pi}{0{,}2} - \frac{2\pi}{\lambda}20 \Rightarrow \lambda = 4cm$.

Άρα $\upsilon_1 = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \upsilon_1 = \frac{4cm}{0{,}2s} \Rightarrow \upsilon_1 = 20cm/s$.

Διαφορετικά: $\upsilon_1 = \frac{x}{t_1} = \frac{20cm}{1s} = 20cm/s$.

Από το σχήμα 2 προκύπτει ότι $\upsilon_2=\frac{x}{t}\Rightarrow \upsilon_2=\frac{8cm}{24s}\Rightarrow \upsilon_2=\frac{1}{3}cm/s$.

Επομένως $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}=\frac{20cm/s}{\frac{1}{3}cm/s}\Rightarrow \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}=60$.

Β2. Σωστή απάντηση η α.

Έστω t_0 ο χρόνος που διαδίδεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε απόσταση ℓ στο κενό και t ο χρόνος που χρειάζεται η ίδια ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία για να διέλθει από το πλακίδιο πάχους ℓ.

Ισχύει $t_0=\frac{\ell}{c}$ και $t=\frac{\ell}{\upsilon}$. Τότε

$$\Delta t=t-t_0=\frac{\ell}{\upsilon}-\frac{\ell}{c}=\ell\left(\frac{1}{\frac{c}{n}}-\frac{1}{c}\right)=\frac{\ell}{c}(n-1)$$

$$\Rightarrow n-1=\frac{c}{\ell}\Delta t$$

$$\Rightarrow n=\frac{c}{\ell}\Delta t+1$$

$$\Rightarrow n=\frac{\Delta t\cdot c+\ell}{\ell}$$

Β3. Σωστή απάντηση η α.

Εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας μεταξύ της απομάκρυνσης x του ελατηρίου και της θέσης του φυσικού μήκους του, προκύπτει ότι:

$$\frac{1}{2}Kx^2=\frac{1}{2}M\upsilon_{cm}^2+\frac{1}{2}I\omega^2\Rightarrow Kx^2=M\upsilon_{cm}^2+\frac{1}{2}MR^2\omega^2\Rightarrow$$

$$\Rightarrow Kx^2=M\upsilon_{cm}^2+\frac{1}{2}M\upsilon_{cm}^2\Rightarrow$$

$$\Rightarrow Kx^2=\frac{3}{2}M\upsilon_{cm}^2\Rightarrow \upsilon_{cm}=x\sqrt{\frac{2K}{3M}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο είναι:

$$x = A\eta\mu(\omega t + \theta)$$

$$\text{Όπου } A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\sigma\upsilon\nu\varphi} \text{ με}$$

$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \sigma\upsilon\nu\frac{5\pi}{6} = \sigma\upsilon\nu\left(\pi - \frac{\pi}{6}\right) = -\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{Άρα } A = \sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2 + 2\cdot 10\sqrt{3}\cdot 10\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} = 10\text{cm}$$

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{A_2\eta\mu\varphi}{A_1 + A_2\sigma\upsilon\nu\varphi} = \frac{10\cdot\frac{1}{2}}{10\sqrt{3} + 10\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} = \frac{\sqrt{3}}{3},$$

άρα $\theta = \frac{\pi}{6}\text{rad}$.

Επομένως $x = 10\eta\mu\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (x σε cm και t σε sec)

Γ2. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{1}{60}\text{sec}$ το σώμα βρίσκεται στη θέση

$$x = 10\eta\mu\left(10\pi t_1 + \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow x = 10\eta\mu\left(10\pi\frac{1}{60} + \frac{\pi}{6}\right)$$

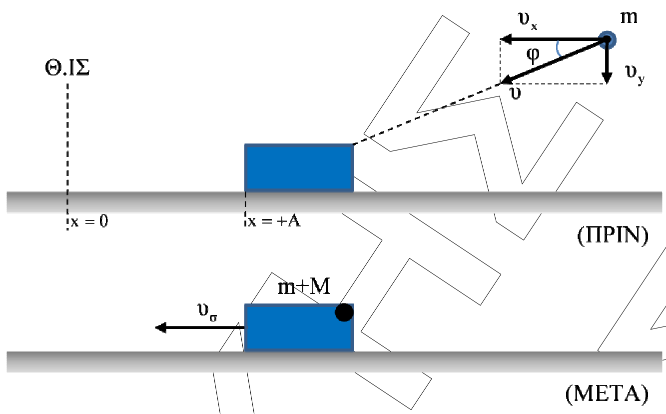
$$\Rightarrow x = 10\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x = 5\sqrt{3}\text{cm}$$

Άρα ο ζητούμενος λόγος θα είναι

$$\frac{K}{U} = \frac{E-U}{U} = \frac{\frac{1}{2}\cdot D\cdot A^2 - \frac{1}{2}\cdot D\cdot x^2}{\frac{1}{2}\cdot D\cdot x^2} = \frac{10^2 - \left(5\sqrt{3}\right)^2}{75} = \frac{25}{75} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{K}{U} = \frac{1}{3}$$

Γ3.



Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο. στον $x'x$ άξονα:

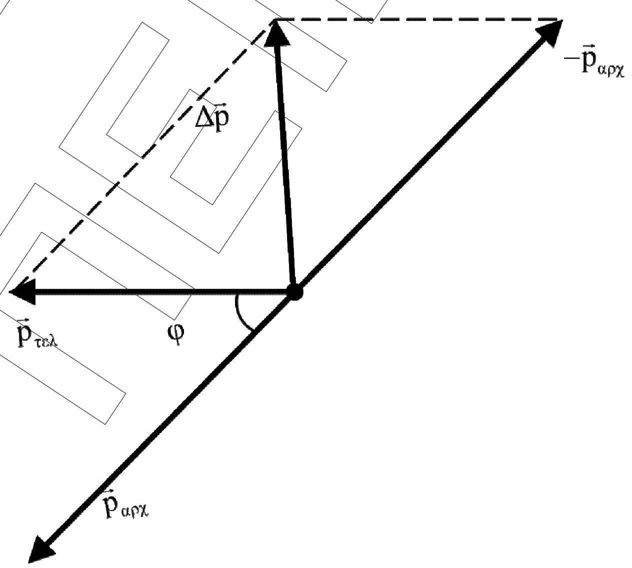
$$\vec{p}_{ολ,x'x(πριν)} = \vec{p}_{ολ,x'x(μετά)} \Rightarrow m\cdot υσυνφ = (M+m)\cdot υ_σ$$

$$\Rightarrow 8 = 4υ_σ \Rightarrow υ_σ = 2m/s$$

Θα υπολογίσουμε τη μεταβολή της ενέργειας της ταλάντωσης $ΔE_{ταλ.}$.
Όπου η $D = M\cdot ω^2$ είναι σταθερή πριν και μετά την κρούση.
Η θέση της κρούσης είναι μια τυχαία θέση της νέας ταλάντωσης, στην οποία η δυναμική ενέργεια ισούται με την ενέργεια της αρχικής ταλάντωσης.

$$\left.\begin{array}{l} K+U=E' \\ U=E \end{array}\right\} \Rightarrow K+E=E' \Leftrightarrow E'-E=K=\frac{1}{2}(m+M)υ_σ{}^2=8J$$

Γ4.



$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{p}_{\alpha\rho\chi} \Rightarrow \Delta\vec{p} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} + (-\vec{p}_{\alpha\rho\chi})$$

$$\Rightarrow |\Delta\vec{p}| = \sqrt{(m\upsilon_\sigma)^2 + (m\upsilon)^2 + 2m\upsilon_\sigma \cdot m\upsilon \cdot \sigma\upsilon\nu(\pi - \varphi)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\Delta\vec{p}| = \sqrt{4 + 100 - 32} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\Delta\vec{p}| = \sqrt{72} \Rightarrow |\Delta\vec{p}| = 6\sqrt{2}\text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ΘΕΜΑ Δ

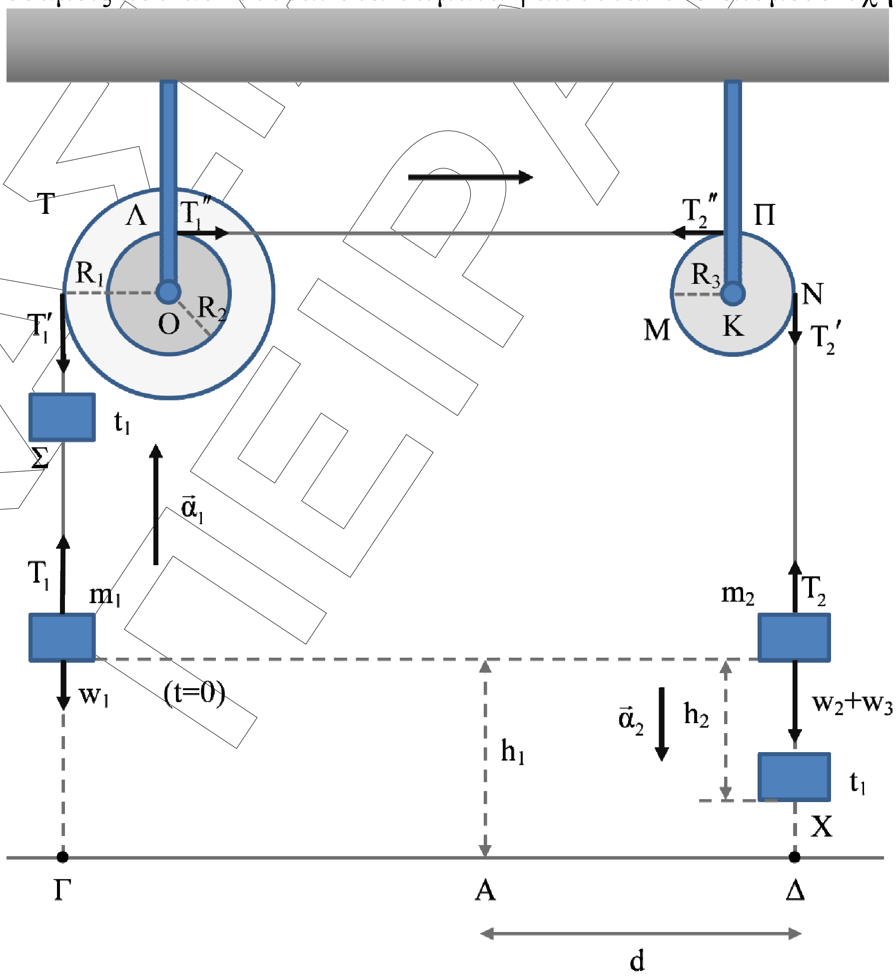
Δ1. Αφού το σύστημα ισορροπεί θα ισχύει:

$$\sum \vec{\tau}_{\varepsilon\xi} = 0 \Rightarrow w_1R_1 - w_2R_3 = 0 \Rightarrow m_1gR_1 - m_2gR_3 = 0$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{m_1R_1}{R_3} \Rightarrow m_2 = \frac{2\text{Kg}\cdot 0,2\text{m} - 1\text{Kg}\cdot 0,1\text{m}}{0,1\text{m}}$$

$$\Rightarrow m_2 = 4\text{Kg}$$

Δ2. Οι δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα φαίνονται στο επόμενο σχήμα:



i. Για τα σημεία Π και Λ των δύο τροχαλιών ισχύει κάθε στιγμή $\alpha_\Lambda = \alpha_\Pi \Leftrightarrow \alpha_{\gamma(\mathrm{T})}\cdot R_2 = \alpha_{\gamma(\Delta)}\cdot R_3$, δηλαδή $\alpha_{\gamma(\mathrm{T})} = \alpha_{\gamma(\Delta)} = \alpha_\gamma$, επομένως οι γωνιακές επιταχύνσεις της διπλής τροχαλία και του δίσκου είναι ίσες.

Για το σύστημα των σωμάτων εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της στροφικής με την μορφή:

$$\sum \vec{\tau}_{\varepsilon\xi} = I_{o\lambda}\cdot\vec{\alpha}_\gamma \Rightarrow$$

$$\left(w_2+w_3\right)R_3 - w_1R_1 = \left[\left(m_2+m_3\right)R_3^2 + \frac{1}{2}MR_3^2 + I_T + m_1R_1^2\right]\cdot\alpha_\gamma \quad (1)$$

Από την σχέση (1) με αντικατάσταση προκύπτει ότι $\alpha_\gamma = 10\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}^2}$. Η επιτάχυνση με την οποία κατέρχεται το σύστημα (m_2, m_3) είναι ίδια με την επιτάχυνση του σημείου Ν. Δηλαδή:

$$\alpha_N = \alpha_\gamma R_3 = \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},$$

όπου α_2 η επιτάχυνση των μαζών m_2, m_3.

ii. Για το σύστημα (m_2, m_3) ισχύει: $h_2 = \frac{1}{2}\alpha_2 t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h_2}{\alpha_2}} \Rightarrow t_1 = 2\mathrm{s}$

$$\frac{dK_{(T)}}{dt} = P_T = \sum \tau\cdot\omega = I_T\cdot\alpha_\gamma\cdot\alpha_\gamma\cdot t\,.$$

Με αντικατάσταση των τιμών τη στιγμή t=t_1=2s προκύπτει:

$$\frac{dK_{(T)}}{dt} = 28\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}$$

Δ3.

$$K_{o\lambda} = K_T + K_{\Delta\acute{\iota}\sigma\kappa o\upsilon} + K_{m_1} + K_{m_2+m_3} \Rightarrow$$

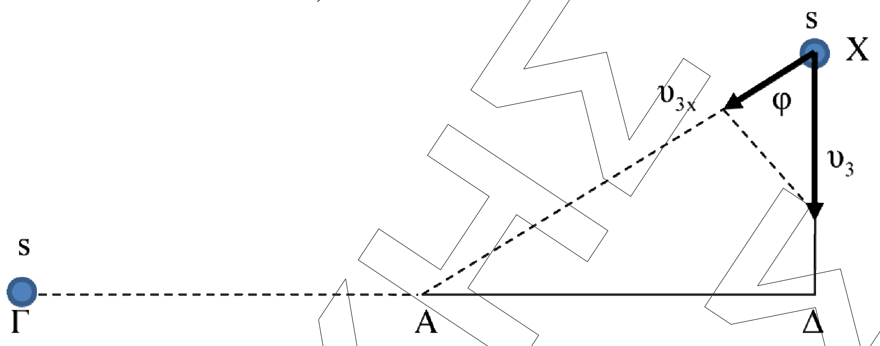
$$K_{o\lambda} = \frac{1}{2}I_T\omega^2 + \frac{1}{2}I_3\omega^2 + \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 + \frac{1}{2}\left(m_2+m_3\right)\upsilon_3^2 \Rightarrow$$

$$K_{o\lambda} = \frac{1}{2}I_T\left(\alpha_\gamma\cdot t\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}MR_3^2\left(\alpha_\gamma\cdot t\right)^2 + \frac{1}{2}m_1\left(\alpha_1\cdot t\right)^2 + \frac{1}{2}\left(m_2+m_3\right)\left(\alpha_2\cdot t\right)^2$$

όπου $\alpha_1 = \alpha_\gamma\cdot R_1 = 2\mathrm{m}/\mathrm{s}^2$ η επιτάχυνση της μάζας m_1.

Με αντικατάσταση των τιμών τη στιγμή t=t_1=2s, προκύπτει $K_{o\lambda} = 60\mathrm{J}$.

Δ4. Ο ανιχνευτής ήχου στο σημείο Α λαμβάνει δύο ήχους. Έναν από την πηγή στο σημείο Γ συχνότητας $f_{\Gamma\to A}$ και έναν από την πηγή της μάζας m_3, συχνότητας $f_{X\to A}$. Επειδή η ταχύτητα της μάζας m_3 καθώς κατέρχεται δεν βρίσκεται πάνω στην διεύθυνση πηγής – ανιχνευτή μας ενδιαφέρει η συνιστώσα $\upsilon_{3,x}$ της ταχύτητας. (Βλέπε σχήμα)



$$\upsilon_{3,x} = \upsilon_3 \sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow \upsilon_{3,x} = \alpha_2 \cdot t \cdot \frac{(\mathrm{X\Delta})}{(\mathrm{XA})} \Rightarrow \upsilon_{3,x} = \alpha_2 \cdot t \cdot \frac{(\mathrm{X\Delta})}{\sqrt{(\mathrm{X\Delta})^2 + (\mathrm{A\Delta})^2}} \quad (3)$$

Όμως $(\mathrm{X\Delta}) = h_1 - h_2 = 6\mathrm{m}$.

Με αντικατάσταση στην (3) προκύπτει: $\upsilon_{3,x} = 1,2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Έτσι:

$$f_{X\to A} = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{\upsilon_{\eta\chi} - \upsilon_{3,x}} f_2 \Rightarrow f_{X\to A} = \frac{(340\mathrm{m/s})}{(340\mathrm{m/s} - 1,2\mathrm{m/s})} f_2$$

$$\Rightarrow f_{X\to A} = \frac{340}{338,8} f_2 \ (\mathrm{SI}) \qquad (4)$$

$f_{\Gamma\to A} = f_1 = 3434\mathrm{Hz}$ διότι η πηγή στο Γ και ο ανιχνευτής στο Α είναι ακίνητοι.
Σύμφωνα με την αρχή της επαλληλίας $x = x_1 + x_2$, όπου:

$$x_1 = A\eta\mu\omega_1 t \ \kappa\alpha\iota \ x_2 = A\eta\mu\omega_2 t$$

Οπότε τελικά προκύπτει:

$$x = 2A\sigma\upsilon\nu\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t \cdot \eta\mu\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t$$

Άρα η συχνότητα του ήχου που ακούει εκείνη την στιγμή (t_1) είναι ίση με:

$$f_A = \frac{f_{X\to A} + f_{\Gamma\to A}}{2} \Rightarrow f_{X\to A} = 3400\mathrm{Hz}$$

Με αντικατάσταση στη (4) προκύπτει ότι $f_2 = 3388\mathrm{Hz}$.

Τα ερωτήματα **Δ1** και **Δ2** μπορεί επίσης να λυθούν:

- **Δ1:** Εφαρμόζοντας τη συνθήκη ισορροπίας σε κάθε σώμα χωριστά.
- **Δ2:** Εφαρμόζοντας τους νόμους της κίνησης σε κάθε σώμα χωριστά.

Οι απαντήσεις είναι ενδεικτικές. Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση είναι αποδεκτή.