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 φ_1=10π rad, επομένως $10\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T=0{,}2s$.

Για x=20cm είναι φ_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. <u>Σωστή απάντηση η **α.**</u>

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. <u>Σωστή απάντηση η **α.**</u>

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:

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

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

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

Άρα $A=\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2+10^2+2\cdot10\sqrt{3}\cdot10\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}=10\text{cm}$

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

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

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

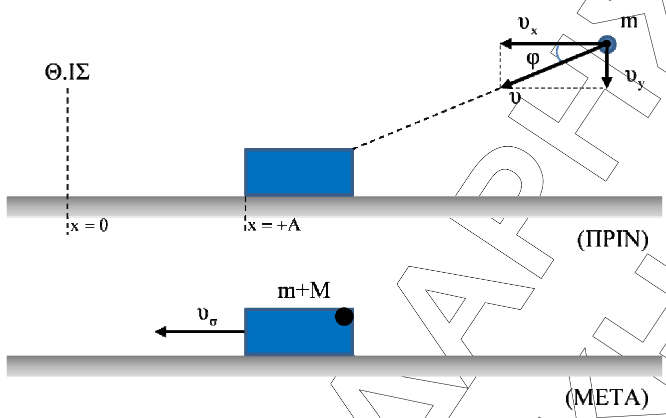
$$\Rightarrow x=10\frac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow x=5\sqrt{3}\text{cm}$$

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:

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

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

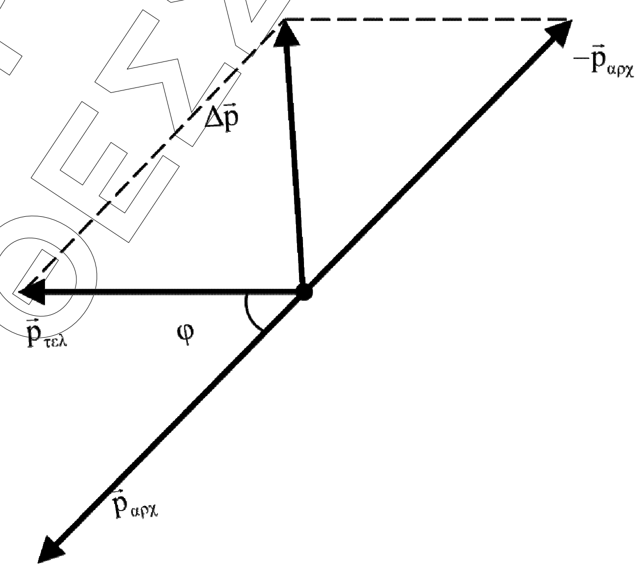
Θα υπολογίσουμε τη μεταβολή της ενέργειας της ταλάντωσης $ΔΕ_{ταλ.}$.

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.

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

Γ4.



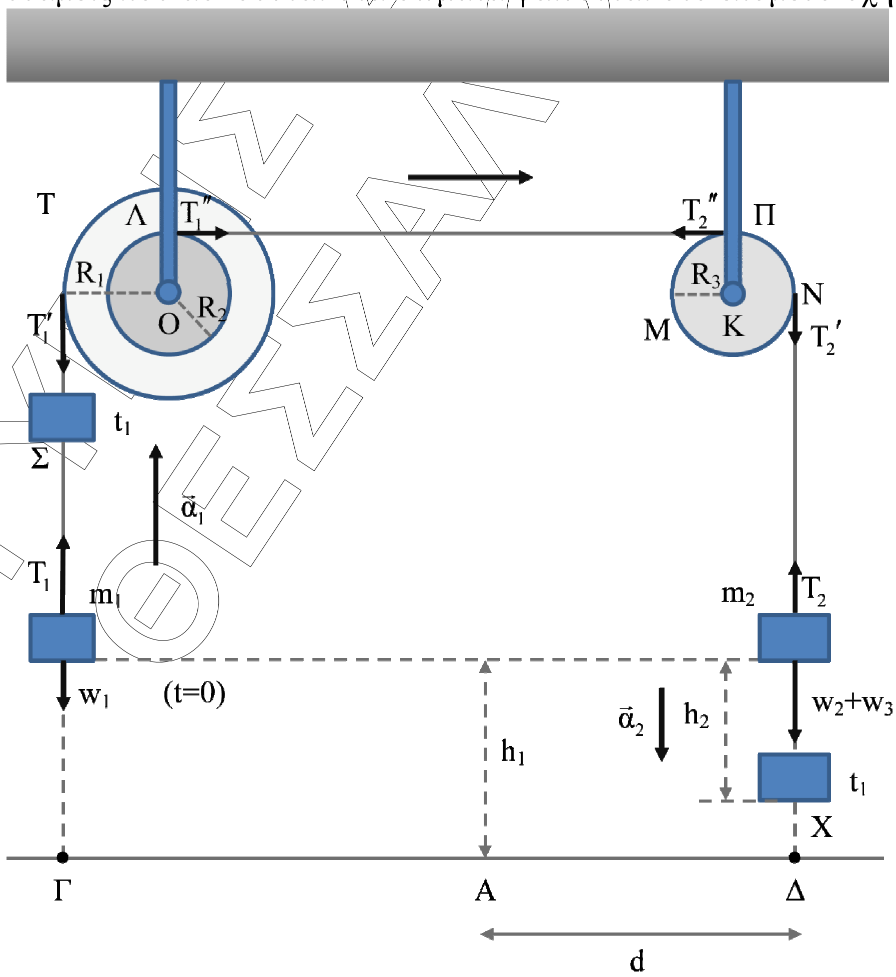
$$\Delta\vec{p}=\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}-\vec{p}_{\alpha\rho\chi}\Rightarrow\Delta\vec{p}=\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}+(-\vec{p}_{\alpha\rho\chi})$$
$$\Rightarrow|\Delta\vec{p}|=\sqrt{(m\upsilon_\sigma)^2+(m\upsilon)^2+2m\upsilon_\sigma\cdot m\upsilon\cdot\sigma\upsilon\nu(\pi-\varphi)}\Rightarrow$$
$$\Rightarrow|\Delta\vec{p}|=\sqrt{4+100-32}\Rightarrow$$
$$\Rightarrow|\Delta\vec{p}|=\sqrt{72}\Rightarrow|\Delta\vec{p}|=6\sqrt{2}\text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Αφού το σύστημα ισορροπεί θα ισχύει:

$$\sum\vec{\tau}_{\varepsilon\xi}=0\Rightarrow w_1R_1-w_2R_3=0\Rightarrow m_1gR_1-m_2gR_3=0$$
$$\Rightarrow m_2=\frac{m_1R_1}{R_3}\Rightarrow m_2=\frac{2\text{Kg}\cdot0,2\text{m}-1\text{Kg}\cdot0,1\text{m}}{0,1\text{m}}$$
$$\Rightarrow m_2=4\text{Kg}$$

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:

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

$$(w_2 + w_3)R_3 - w_1 R_1 = \left[(m_2 + m_3)R_3^2 + \frac{1}{2}MR_3^2 + I_T + m_1 R_1^2\right] \cdot \alpha_\gamma \quad (1)$$

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

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

όπου α_2 η επιτάχυνση των μαζών m_2, m_3.

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

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

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

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

Δ3.

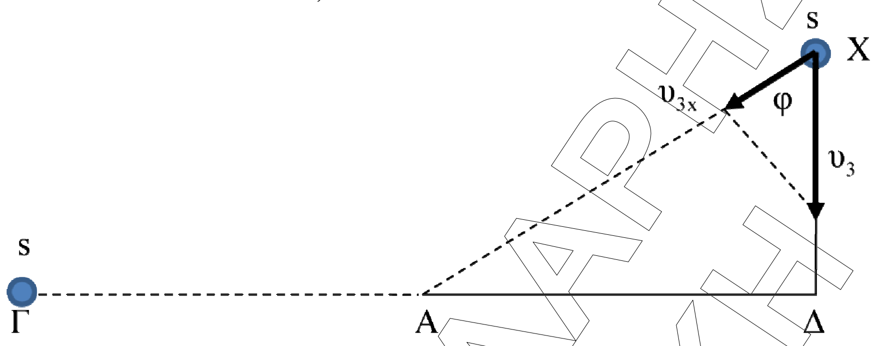
$$K_{o\lambda} = K_T + K_{\Delta\acute{\iota}\sigma\kappa o\upsilon} + K_{m_1} + K_{m_2+m_3} \Rightarrow$$

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

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

όπου $\alpha_1 = \alpha_\gamma \cdot R_1 = 2m/s^2$ η επιτάχυνση της μάζας m_1.
Με αντικατάσταση των τιμών τη στιγμή t=t_1=2s, προκύπτει $K_{o\lambda} = 60J$.

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)



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

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

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

Έτσι:

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

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

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

$$x_1 = A\eta\mu\omega_1 t \text{ και } x_2 = A\eta\mu\omega_2 t$$

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:

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

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

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.

<u>Οι απαντήσεις είναι ενδεικτικές. Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση είναι αποδεκτή</u>.