

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

Ημερομηνία: Κυριακή 26 Απριλίου 2015
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1. γ
A2. δ
A3. γ
A4. δ
A5. α. Λ
β. Λ
γ. Σ
δ. Λ
ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. 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 $x=20\text{cm}$ είναι $\varphi_1=0$, επομένως $0 = \frac{2\pi}{0,2} - \frac{2\pi}{\lambda}20 \Rightarrow \lambda=4\text{cm}$.

Άρα $v_1 = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v_1 = \frac{4\text{cm}}{0,2s} \Rightarrow v_1=20\text{cm/s}$.

Διαφορετικά: $v_1 = \frac{x}{t_1} = \frac{20\text{cm}}{1s} = 20\text{cm/s}$.

$$\text{Από το σχήμα 2 προκύπτει ότι } v_2 = \frac{x}{t} \Rightarrow v_2 = \frac{8\text{cm}}{24\text{s}} \Rightarrow v_2 = \frac{1}{3}\text{cm/s}.$$

$$\text{Επομένως } \frac{v_1}{v_2} = \frac{20\text{cm/s}}{\frac{1}{3}\text{cm/s}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 60.$$

B2. 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 $t = \frac{\ell}{v}$. Τότε

$$\begin{aligned} \Delta t = t - t_0 &= \frac{\ell}{v} - \frac{\ell}{c} = \ell \left(\frac{1}{\frac{c}{n}} - \frac{1}{c} \right) = \frac{\ell}{c} (n - 1) \\ \Rightarrow n - 1 &= \frac{c}{\ell} \Delta t \\ \Rightarrow n &= \frac{c}{\ell} \Delta t + 1 \\ \Rightarrow n &= \frac{\Delta t \cdot c + \ell}{\ell} \end{aligned}$$

B3. 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:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} Kx^2 &= \frac{1}{2} Mv_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 \Rightarrow Kx^2 = Mv_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2} MR^2\omega^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow Kx^2 &= Mv_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2} Mv_{\text{cm}}^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow Kx^2 &= \frac{3}{2} Mv_{\text{cm}}^2 \Rightarrow v_{\text{cm}} = x \sqrt{\frac{2K}{3M}} \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Γ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

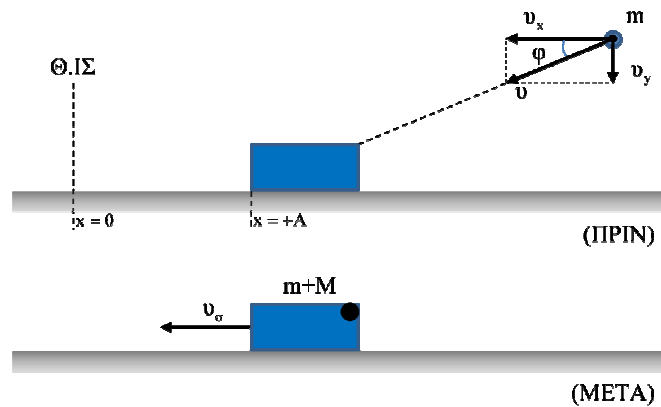
$$\Rightarrow x = 10 \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x = 5\sqrt{3}\text{cm}$$

Άρα ο ζητούμενος λόγος θα είναι

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

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

Γ3.



Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο. στον $x'x$ άξονα:

$$\vec{p}_{ολ,x'x}(πριν) = \vec{p}_{ολ,x'x}(μετά) \Rightarrow m \cdot v \cos \varphi = (M + m) \cdot v_{\sigma}$$

$$\Rightarrow 8 = 4v_{\sigma} \Rightarrow v_{\sigma} = 2 \text{ m/s}$$

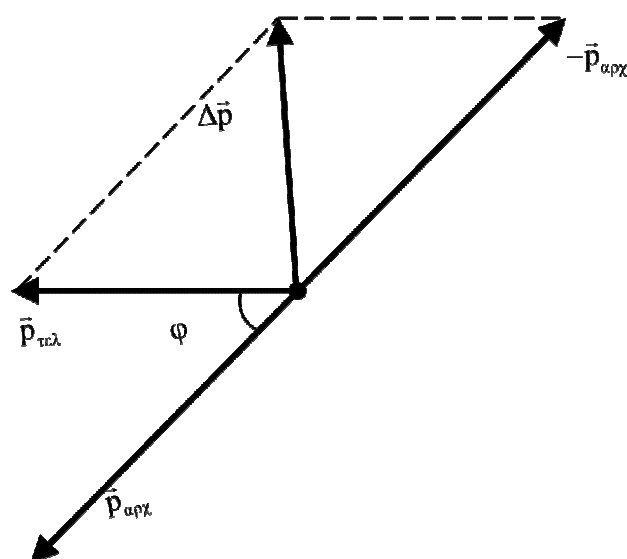
Θα υπολογίσουμε τη μεταβολή της ενέργειας της ταλάντωσης $\Delta E_{ταλ.}$.

Όπου η $D = M \cdot \omega^2$ 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.

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

Γ4.



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2015

Β ΦΑΣΗ

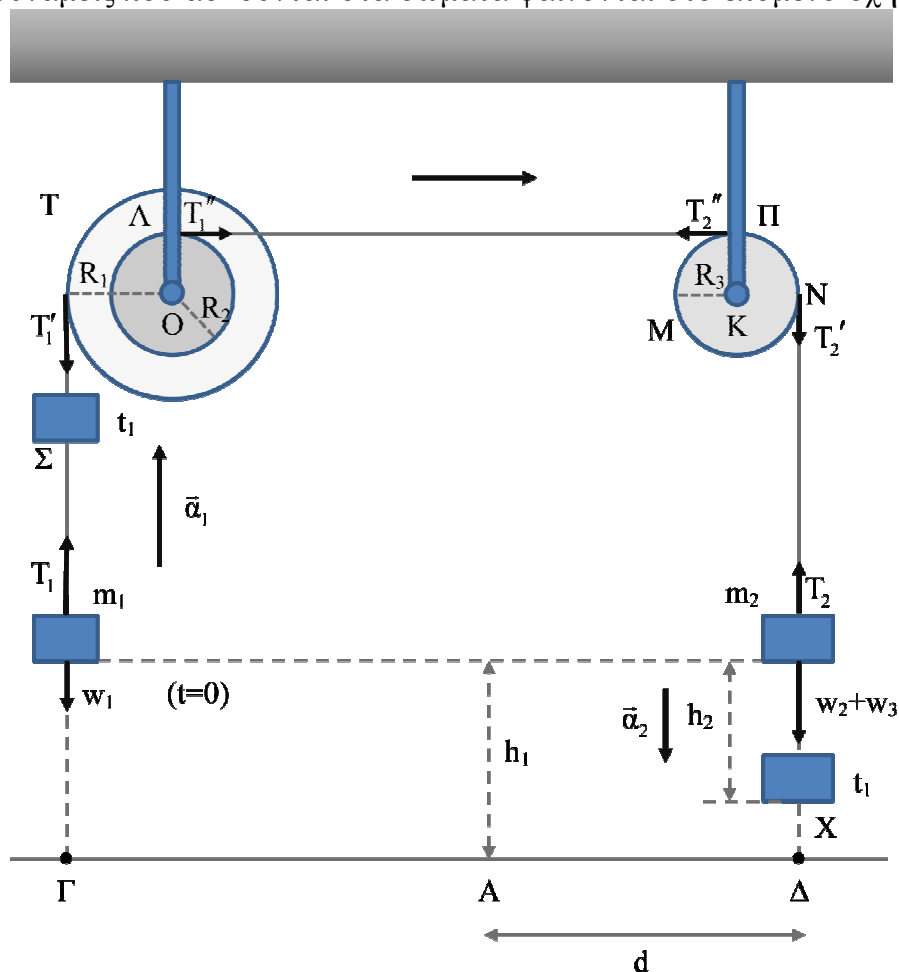
$$\begin{aligned}\Delta \vec{p} &= \vec{p}_{\tau\epsilon\lambda} - \vec{p}_{\alpha\rho\chi} \Rightarrow \Delta \vec{p} = \vec{p}_{\tau\epsilon\lambda} + (-\vec{p}_{\alpha\rho\chi}) \\ &\Rightarrow |\Delta \vec{p}| = \sqrt{(mv_{\sigma})^2 + (mv)^2 + 2mv_{\sigma} \cdot mv \cdot \cos v(\pi - \varphi)} \Rightarrow \\ &\Rightarrow |\Delta \vec{p}| = \sqrt{4+100-32} \Rightarrow \\ &\Rightarrow |\Delta \vec{p}| = \sqrt{72} \Rightarrow |\Delta \vec{p}| = 6\sqrt{2}\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Αφού το σύστημα ισορροπεί θα ισχύει:

$$\begin{aligned}\sum \vec{\tau}_{\varepsilon_5} = 0 &\Rightarrow w_1 R_1 - w_2 R_3 = 0 \Rightarrow m_1 g R_1 - m_2 g R_3 = 0 \\ &\Rightarrow m_2 = \frac{m_1 R_1}{R_3} \Rightarrow m_2 = \frac{2 \text{Kg} \cdot 0,2 \text{m} - 1 \text{Kg} \cdot 0,1 \text{m}}{0,1 \text{m}} \\ &\Rightarrow m_2 = 4 \text{Kg}\end{aligned}$$

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



- i. Για τα σημεία Π και Λ των δύο τροχαλιών ισχύει κάθε στιγμή $\alpha_{\Lambda} = \alpha_{\Pi} \Leftrightarrow \alpha_{\gamma(T)} \cdot R_2 = \alpha_{\gamma(\Delta)} \cdot R_3$, δηλαδή $\alpha_{\gamma(T)} = \alpha_{\gamma(\Delta)} = \alpha_{\gamma}$, επομένως οι γωνιακές επιταχύνσεις της διπλής τροχαλίας και του δίσκου είναι ίσες.
Για το σύστημα των σωμάτων εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της στροφικής με την μορφή:

$$\sum \vec{\tau}_{\varepsilon\xi} = I_{\text{ολ}} \cdot \vec{\alpha}_{\gamma} \Rightarrow (w_2 + w_3)R_3 - w_1R_1 = \left[(m_2 + m_3)R_3^2 + \frac{1}{2}MR_3^2 + I_T + m_1R_1^2 \right] \cdot \alpha_{\gamma} \quad (1)$$

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

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

όπου α_2 η επιτάχυνση των μαζών m_2, m_3 .

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

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

Με αντικατάσταση των τιμών τη στιγμή $t=t_1=2\text{s}$ προκύπτει:

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

Δ3.

$$K_{\text{ολ}} = K_T + K_{\text{Δίσκου}} + K_{m_1} + K_{m_2+m_3} \Rightarrow$$

$$K_{\text{ολ}} = \frac{1}{2}I_T\omega^2 + \frac{1}{2}I_3\omega^2 + \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}(m_2 + m_3)v_3^2 \Rightarrow$$

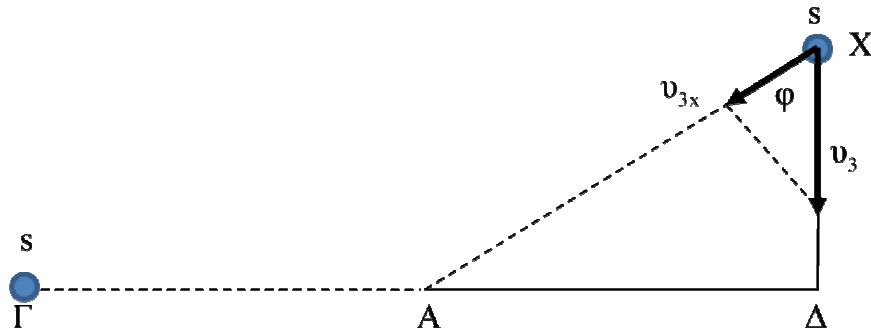
$$K_{\text{ολ}} = \frac{1}{2}I_T(\alpha_{\gamma} \cdot t)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}MR_3^2(\alpha_{\gamma} \cdot t)^2 + \frac{1}{2}m_1(\alpha_1 \cdot t)^2 + \frac{1}{2}(m_2 + m_3)(\alpha_2 \cdot t)^2$$

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

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

- Δ4. Ο ανιχνευτής ήχου στο σημείο Α λαμβάνει δύο ήχους. Έναν από την πηγή στο σημείο Γ συχνότητας $f_{\Gamma \rightarrow A}$ και έναν από την πηγή της μάζας m_3 , συχνότητας $f_{X \rightarrow A}$. Επειδή η ταχύτητα της μάζας m_3 καθώς

κατέρχεται δεν βρίσκεται πάνω στην διεύθυνση πηγής – ανιχνευτή μας ενδιαφέρει η συνιστώσα $v_{3,x}$ της ταχύτητας. (Βλέπε σχήμα)



$$v_{3,x} = v_3 \sin \varphi \Rightarrow v_{3,x} = \alpha_2 \cdot t \cdot \frac{(X\Delta)}{(XA)} \Rightarrow v_{3,x} = \alpha_2 \cdot t \cdot \frac{(X\Delta)}{\sqrt{(X\Delta)^2 + (A\Delta)^2}} \quad (3)$$

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

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

Έτσι:

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

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

$f_{\Gamma \rightarrow A} = f_1 = 3434\text{Hz}$ 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:

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

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

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

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.

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