ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2013 ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ –ΕΣΠΕΡΙΝΑ

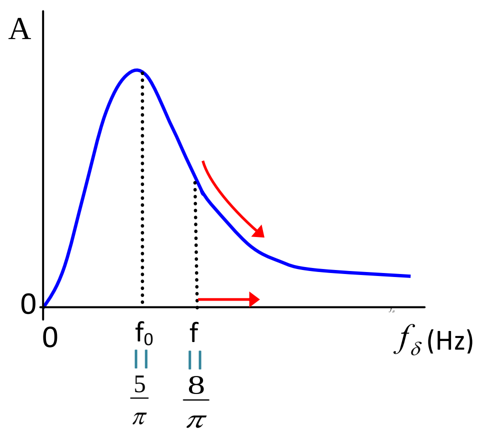
ΘΕΜΑ Α

Α.1. **δ**, Α.2. **γ**, Α.3.**β**, Α.4.**β**, Α.5. **Σ, Λ, Λ, Σ, Σ**

ΘΕΜΑ Β

Β.1. Σωστό είναι το (i).

Αιτιολόγηση: Είναι $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{1kgr}{100\,N/m}} = \dfrac{\pi}{5}$ sec. Άρα: $f_0 = \dfrac{5}{\pi}\,Hz$



Στο σχήμα φαίνεται το διάγραμμα του πλάτους της εξαναγκασμένης ταλάντωσης* σε συνάρτηση με τη συχνότητα του διεγέρτη. Παρατηρούμε ότι $f > f_0$ και ότι, αν αυξηθεί κι άλλο η f, το πλάτος θα μικρύνει.

Β.2.α. Σωστό είναι το (ii).

Β.2.β. Επειδή οι χορδές είναι από το ίδιο υλικό*, οι ταχύτητες διάδοσης των κυμάτων θα είναι ίσες, δηλαδή $\upsilon_1 = \upsilon_2$ και επομένως

$$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \overset{(\times 2\pi)}{\Leftrightarrow} \lambda_1\omega_1 = \lambda_2\omega_2 \Leftrightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \qquad (1)$$

Για τις μέγιστες επιταχύνσεις των ταλαντώσεων των υλικών σημείων των χορδών ισχύουν: $\alpha_{\max 1} = \omega_1^2 A_1$ και $\alpha_{\max 2} = \omega_2^2 A_2$, άρα:

$$\frac{\alpha_{\max 1}}{\alpha_{\max 2}} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

* Καλύτερα:«επειδή οι χορδές έχουν την ίδια γραμμική πυκνότητα και τείνονται (τεντώνονται) με την ίδια δύναμη».

Β.3.α. Σωστό είναι το (iii).

Β.3.β. Δίνεται $t_1 = t_2$, άρα: $\frac{d_1}{\upsilon_1}=\frac{d_2}{\upsilon_2} \Rightarrow \frac{d_1}{\upsilon_1}=\frac{\frac{3}{2}d_1}{\upsilon_2} \Leftrightarrow \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}=\frac{3}{2}$

Και επειδή $n_1=\frac{c}{\upsilon_1}$ και $n_2=\frac{c}{\upsilon_2}$, θα είναι $\frac{n_1}{n_2}=\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} \overset{(1)}{\Leftrightarrow} \frac{n_1}{n_2}=\frac{3}{2}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ.1. Είναι $U_E=\frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{C}=\frac{1}{2}\frac{10^{-12}\,Cb^2}{\frac{1}{36}\cdot 10^{-9}\,F}=18\cdot 10^{-3}\,J$ και επειδή

$$i_{\alpha\rho\chi}=\frac{E}{R+r}=\frac{20\,V}{10\,\Omega+0}=2\,A$$

θα είναι: $U_B=\frac{1}{2}Li_{\alpha\rho\chi}^2=\frac{1}{2}\left(9\cdot 10^{-3}\ H\right)\cdot(2\,\text{A})^2=18\cdot 10^{-3}\,J$

Γ.2. $T=2\pi\sqrt{LC}=2\pi\sqrt{\left(9\cdot 10^{-3}H\right)\left(\frac{1}{36}\cdot 10^{-9}F\right)}=10^{-6}\pi\ \text{sec}$

Γ.3. Έστω Q_2 το μέγιστο φορτίο του πυκνωτή κατά τη διάρκεια λειτουργίας του L-C, τότε (επειδή δεν έχουμε απώλειες ενέργειας):

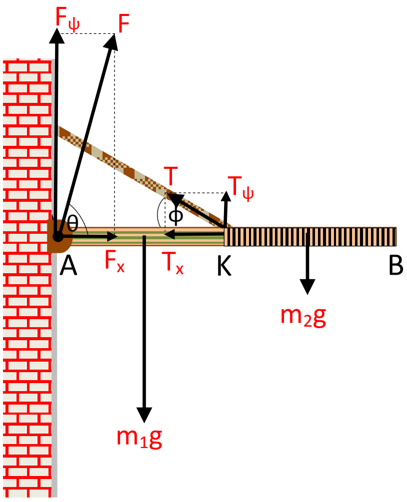
$$\frac{1}{2}\frac{Q_2^2}{C}=U_{E,\alpha\rho\chi}+U_{B,\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow Q_2^2=2C\left(U_{E,\alpha\rho\chi}+U_{B,\alpha\rho\chi}\right)=2\cdot\left(\frac{1}{36}\cdot 10^{-9}F\right)\left(36\cdot 10^{-3}J\right)$$

$$\Leftrightarrow Q_2=\sqrt{2}\cdot 10^{-6}\,Cb$$

Γ.4. Είναι $\left|\frac{dV_c}{dt}\right|=\left|\frac{d\left(q/C\right)}{dt}\right|=\left|\frac{1}{C}\frac{dq}{dt}\right|=\frac{i_{\alpha\rho\chi}}{C}=\frac{2\,A}{\frac{1}{36}\cdot 10^{-9}\,F}=72\cdot 10^{9}\,volt/s$

ΘΕΜΑ Δ

Δ.1. Πρέπει:



$$\Sigma\vec{\tau}_{(A)}=0 \Rightarrow T_\psi\frac{L}{2}-m_1g\frac{L}{4}-m_2g\frac{3L}{4}=0$$

$$\Rightarrow T_\psi=m_1g\frac{1}{2}+m_2g\frac{3}{2}$$

$$=5m_2g\frac{1}{2}+m_2g\frac{3}{2}$$

$$=4m_2g$$

$$=20\,N$$

Άρα $T=\dfrac{T_\psi}{\eta\mu30^0}=\dfrac{20\,N}{1/2}=40\,N$

Δ.2. Το μέτρο της αρχικής γωνιακής επιτάχυνσης της ράβδου θα το υπολογίσουμε από τη σχέση $\alpha_{\gamma\omega\nu}=\dfrac{\Sigma\tau_{(A)}}{I_{(A)}}$, όπου:

$$\Sigma\tau_{(A)}=m_1g\frac{L}{4}+m_2g\frac{3L}{4}$$

$$=5m_2g\frac{L}{4}+m_2g\frac{3L}{4}$$

$$=2m_2g$$

$$=10\,\mathrm{N}\cdot m \quad (S.I)$$

και

$$I_{(A)}=I_{(A),AK}+I_{(A),KB}=I_{c.m,AK}+I_{c.m,KB}+m_1\left(\frac{L}{4}\right)^2+m_2\left(\frac{3L}{4}\right)^2$$

$$=\frac{1}{12}m_1\left(\frac{L}{2}\right)^2+\frac{1}{12}m_2\left(\frac{L}{2}\right)^2+m_1\left(\frac{L}{4}\right)^2+m_2\left(\frac{3L}{4}\right)^2$$

$$=\frac{6}{12}m_2\left(\frac{L}{2}\right)^2+5m_2\left(\frac{L}{4}\right)^2+9m_2\left(\frac{L}{4}\right)^2$$

$$=\left(\frac{1}{8}+\frac{5}{16}+\frac{9}{16}\right)m_2L^2$$

$$=m_2L^2$$

$$=0,5\,kg\cdot m^2$$

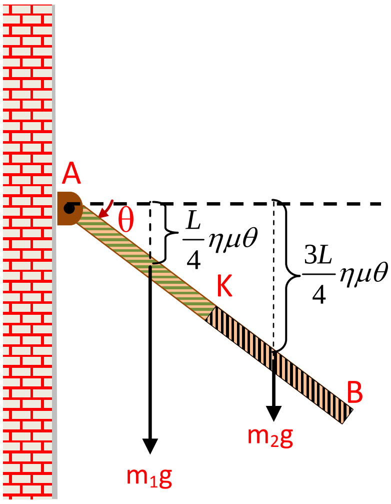
Άρα $\alpha_{\gamma\omega\nu}=\dfrac{\Sigma\tau_{(A)}}{I_{(A)}}=\dfrac{10\,N\cdot m}{0,5\,kg\cdot m^2}=20\,r/s^2$

Παρατήρηση: Επειδή

$$\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{\Sigma\tau_{(A)}}{I_{(A)}}=\frac{2m_2g}{m_2L^2}=\frac{2g}{L^2}=20\,r/s^2$$

η γωνιακή επιτάχυνση είναι ανεξάρτητη των μαζών.

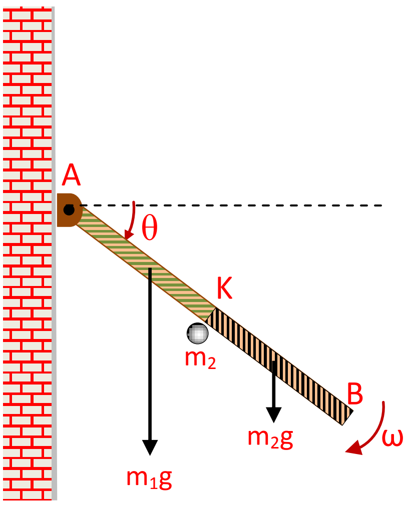
Δ.3. Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε για την κίνηση της ράβδου από την οριζόντια θέση ως τη θέση κατά την οποία έχει περιστραφεί κατά γωνία θ =30⁰:



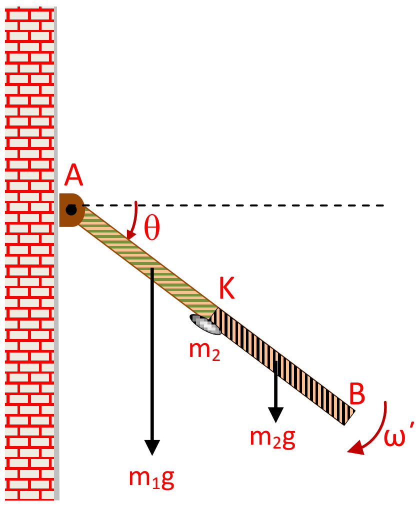
$$\frac{1}{2}I_{(A)}\omega^2 = W_{w_1} + W_{w_2} = m_1 g\frac{L}{4}\eta\mu\theta + m_2 g\frac{3L}{4}\eta\mu\theta$$
$$= 5m_2 g\frac{L}{4}\eta\mu\theta + 3m_2 g\frac{L}{4}\eta\mu\theta$$
$$= 8m_2 g\frac{L}{4}\eta\mu\theta$$
$$= 2m_2 gL\eta\mu\theta$$
$$= 10\eta\mu 30^0 \quad (S.I)$$
$$= 5\,J$$

Άρα: $\frac{1}{2}\cdot 0{,}5\omega^2 = 5 \qquad (S.I)$ ή $\omega = \sqrt{20}\ r/s$ και $\upsilon_B = \omega L = \underline{\sqrt{20}\ m/s}$

Δ.4. Αμέσως πριν την κρούση είναι $\omega = \sqrt{20}\ r/s$



Αμέσως πριν



Αμέσως μετά

Στην πλαστική κρούση ράβδου-σφαιριδίου ισχύει η αρχή διατήρησης της στροφορμής:

$$\vec{L}_{ολ.πριν} = \vec{L}_{ολ.μετά} \Rightarrow I_{(A)}\omega = \left[I_{(A)} + m\left(\frac{L}{2}\right)^2 \right]\omega'$$

$$\overset{(S.I)}{\Rightarrow} 0,5\sqrt{20} = \left[0,5 + 0,5\left(\frac{1}{2}\right)^2 \right]\omega'$$

$$\Rightarrow \omega' = 0,8\sqrt{20}\ r/s$$

Αμέσως πριν την κρούση το σύστημα ράβδος - σφαιρίδιο είχε κινητική ενέργεια ίση με τη στροφική κινητική ενέργεια της ράβδου:

$$K_{ολ.αρχ.} = \frac{1}{2} I_{(A)}\omega^2 = \frac{1}{2}(0,5\,kg \cdot m^2)\left(\sqrt{20}\,r/s\right)^2 = 5\,J$$

Αμέσως μετά την κρούση η κινητική ενέργεια του συστήματος (συσσωμάτωμα ράβδου-σφαιριδίου) είναι:

$$K_{ολ.τελ.} = \frac{1}{2}\left[I_{(A)} + m\left(\frac{L}{2}\right)^2 \right]\omega'^2 \overset{(S.I)}{=} \frac{1}{2}\left[0,5 + 0,5\left(\frac{1}{2}\right)^2 \right]\left(0,8\sqrt{20}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2}\left[\frac{1}{2} + \frac{1}{8}\right](0,64 \cdot 20)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{\cancel{5}}{8} \cdot \frac{64}{\cancel{100}} \cdot \cancel{20}$$

$$= 4\,J$$

Επομένως, η απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση είναι:

$$E_{απωλ} = K_{ολ.πριν} - K_{ολ.μετά} = 5\,J - 4\,J = 1\,J$$

Και το ζητούμενο ποσοστό απωλειών:

$$\Pi = \frac{E_{απωλ}}{E_{ολ.πριν}} 100\% = \frac{1}{5} 100\% = \underline{20\%}$$

Τάσος Τζανόπουλος