

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ' ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
2013 ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

Θέμα Α

A1→δ	A5 α→Σ
A2→γ	β→Λ
A3→β	γ→Λ
A2→β	δ→Σ
	ε→Σ (N·m·s=Kg·m/s ² ·m·s= Kg·m ² /s)

Θέμα Β

B1. α) είναι το **i**

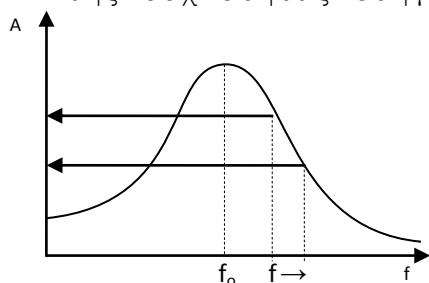
β) Για τον απλό αρμονικό ταλαντωτή

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{100N/m}{1Kg}} = \frac{10}{2\pi} Hz = \frac{5}{\pi} Hz$$

Αφού $f = \frac{8}{\pi} Hz > f_o$ από το διάγραμμα της καμπύλης συντονισμού

προκύπτει ότι αύξηση

της συχνότητας οδηγεί σε συνεχή μείωση του πλάτους.



B2. α) Είναι το **iii**

β) Αφού το σημείο 0 είναι κοιλία που για $t = 0s$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας με θετική ταχύτητα η εξίσωση του στασίμου κύματος είναι $y = 2As \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \text{ ή } (2\pi \frac{t}{T})$.

Από το στιγμιότυπο του στασίμου κύματος τη χρονική στιγμή

$$t = \frac{T}{8} :$$

$$y = 2As \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \text{ ή } (2\pi \frac{t}{T}) = 2As \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \text{ ή } (\frac{\pi}{4}) = 2As \sin(2\pi \frac{x}{\lambda}) \frac{\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2} \sin(2\pi \frac{x}{\lambda})$$

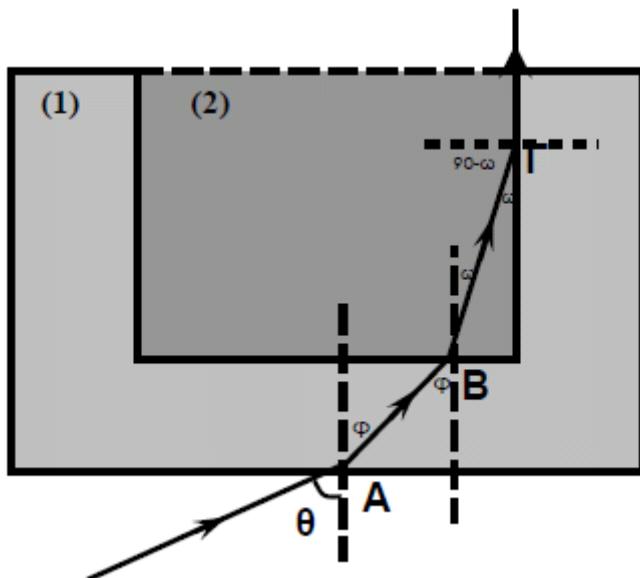
Από το στιγμιότυπο του στασίμου κύματος για $x=0$ είναι

$$y = 0,1\sqrt{2} m \text{ οπότε}$$

$$0,1\sqrt{2} = A\sqrt{2} \sin 0 \Rightarrow A = 0,1m$$

$$A_B = 2A \left| \sin(2\pi \frac{x_B}{\lambda}) \right| = 2 \cdot 0,1 \left| \sin(2\pi \frac{8}{\lambda}) \right| = 0,2 \left| \sin \frac{\pi}{4} \right| = 0,2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,1\sqrt{2} m$$

B3.α) είναι το ii



β) Αέρας → υλικό 1 Snell: $n_{\alpha \text{ερ}} n_{\mu\theta} = n_1 n_{\mu\phi} \Rightarrow n_{\mu\theta} = n_1 n_{\mu\phi}$ (1)

$$\text{Υλικό 1} \rightarrow \text{υλικό 2 Snell: } n_1 n_{\mu\phi} = n_2 n_{\mu\omega} \Rightarrow n_{\mu\theta} = n_2 n_{\mu\omega} \Rightarrow \\ \Rightarrow n_{\mu\omega} = \frac{n_{\mu\theta}}{n_2} \quad (2)$$

Η γωνία προσπτώσεως για την μετάβαση στο Γ από το υλικό 2 στο υλικό 1 είναι $90^\circ - \omega$

Αφού κινείται παράλληλα στην διαχωριστική επιφάνεια αυτή είναι η κρίσιμη (օριακή) γωνία οπότε έχουμε $\theta_{\text{crit}} = 90^\circ - \omega$ δημοσ.

$$n_{\mu\theta_{\text{crit}}} = \frac{n_{\text{αραιού}}}{n_{\text{πυκνού}}} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_{\mu}(90^\circ - \omega) = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \sin \omega = \frac{n_1}{n_2} \quad (3)$$

Για κάθε γωνία ω :

$$\begin{aligned} n_{\mu}^2 \omega + \sin^2 \omega &= 1 \stackrel{2,3}{\Rightarrow} \frac{n_{\mu}^2 \theta}{n_2^2} + \frac{n_1^2}{n_2^2} = 1 \Rightarrow n_{\mu}^2 \theta + n_1^2 = n_2^2 \Rightarrow n_{\mu}^2 \theta = n_2^2 - n_1^2 \\ \Rightarrow n_{\mu}\theta &= \sqrt{n_2^2 - n_1^2} \quad \text{αφού } 0^\circ < \theta < 90^\circ \quad n_{\mu}\theta > 0 \end{aligned}$$

Θέμα Γ

Γ1.

Για τον ήχο που φτάνει στο τρένο (2): Η πηγή πλησιάζει τον παρατηρητή - τρένο (2) με ταχύτητα μέτρου u_1 ενώ και ο παρατηρητής πλησιάζει την πηγή με ταχύτητα μέτρου u_2

οπότε «αντιλαμβάνεται» ήχο συχνότητας $f_A = \frac{U+U_2 \cdot f_s}{U-U_1}$ (I).

Ο ήχος αυτός χωρίς να αλλάξει συχνότητα ανακλάται οπότε για τον ήχο που ανιχνεύει το τρένο (1): Η πηγή πλησιάζει τον παρατηρητή - τρένο (1) με ταχύτητα μέτρου u_2 ενώ και ο παρατηρητής πλησιάζει την πηγή με ταχύτητα μέτρου u_1

$$\text{οπότε «αντιλαμβάνεται» ήχο συχνότητας } f_1 = \frac{U+U_1 \cdot f_A}{U-U_2} \stackrel{(I)}{\Rightarrow}$$

$$f_1 = \frac{(U+U_2) \cdot (U+U_1)}{(U-U_2) \cdot (U-U_1)} \cdot f_s$$

Γ2.

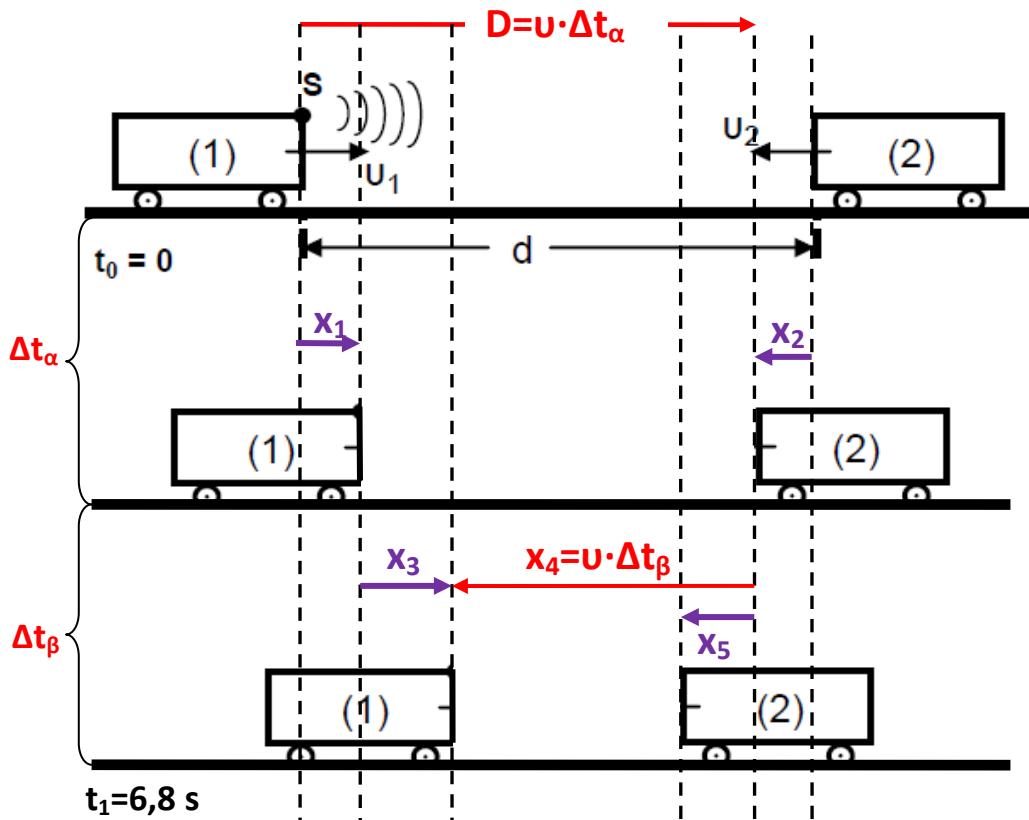
$$\Delta t_\alpha + \Delta t_\beta = t_1 = 6,8 \text{ s} \text{ και } \Delta t_\beta = t_1 - \Delta t_\alpha$$

Δt_α : Ο χρόνος για να φτάσει ο ήχος από το τρένο (1) στο (2)

Σε αυτό τον χρόνο το τρένο (1) έχει μετατοπιστεί κατά $x_1 = u_1 \cdot \Delta t_\alpha$ και το τρένο (2) έχει μετατοπιστεί κατά $x_2 = u_2 \cdot \Delta t_\alpha = u_1 \cdot \Delta t_\alpha$ ενώ ο ήχος έχει διανύσει $D = u \cdot \Delta t_\alpha$ και ισχύει:

$$d = D + x_2 \Rightarrow d = u \cdot \Delta t_\alpha + u_1 \cdot \Delta t_\alpha \Rightarrow d = 360 \cdot \Delta t_\alpha \text{ (S.I.) (I)}$$

Δt_β : Ο χρόνος για να φτάσει ο ήχος από το τρένο (2) στο (1)



Σε αυτό τον χρόνο το τρένο (1) έχει μετατοπιστεί κατά $x_3 = u_1 \cdot \Delta t_\beta$

ενώ ο ήχος έχει διανύσει $x_4 = u \cdot \Delta t_\beta$ και ισχύει:

$$d = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \Rightarrow d = u_1 \cdot \Delta t_\alpha + u_1 \cdot \Delta t_\alpha + u_1 \cdot \Delta t_\beta + u \cdot \Delta t_\beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = u_1 \cdot (\Delta t_\alpha + \Delta t_\beta) + u_1 \cdot \Delta t_\alpha + u \cdot (\Delta t_\beta - \Delta t_\alpha)$$

$$\Rightarrow d = 20 \cdot 6,8 + 20 \cdot \Delta t_\alpha + 340 \cdot (6,8 - \Delta t_\alpha) \Rightarrow d = 2448 - 320 \cdot \Delta t_\alpha \text{ (SI) (II)}$$

$$\text{Από (I) και (II)} \quad 360 \cdot \Delta t_\alpha = 2448 - 320 \cdot \Delta t_\alpha \Rightarrow \Delta t_\alpha = \frac{2448}{680} \Rightarrow$$

$$\Delta t_\alpha = 3,6 \text{ s} \text{ και } \Delta t_\beta = 3,2 \text{ s}$$

$$(I) \Rightarrow d = 360 \cdot 3,6 \Rightarrow d = 1296 \text{ m}$$

Γ3.

Εφαρμογή των αριθμητικών δεδομένων

$$f_1 = \frac{340+20}{340-20} \cdot \frac{340+20}{340-20} \cdot f_s = \frac{360}{320} \cdot \frac{360}{320} \cdot f_s = \frac{9}{8} \cdot \frac{9}{8} \cdot f_s = \frac{81}{64} f_s \quad (I)$$

Υπολογισμός του χρόνου που ο ανιχνευτής του τρένου (1) καταγράφει τον ανακλώμενο ήχο.

Ο αριθμός των μεγίστων N_s που εκπέμπει η συσκευή είναι ίδιος με τον αριθμό των μεγίστων N_1 που ανιχνεύει οπότε

$$N_s = N_1 \Rightarrow f_s \cdot \Delta t_s = f_1 \cdot \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{f_s}{f_1} \cdot \Delta t_s \stackrel{(I)}{=} \frac{f_s}{\frac{81}{64} f_s} \cdot \Delta t_s = \frac{64}{81} \cdot \Delta t_s = \frac{64}{81} \cdot 0,81s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t_1 = 0,64s.$$

Ετσι η χρονική στιγμή t_2 που η συσκευή ανιχνευσης των ανακλώμενων κυμάτων σταματά να καταγράψει τον ανακλώμενο ήχο είναι

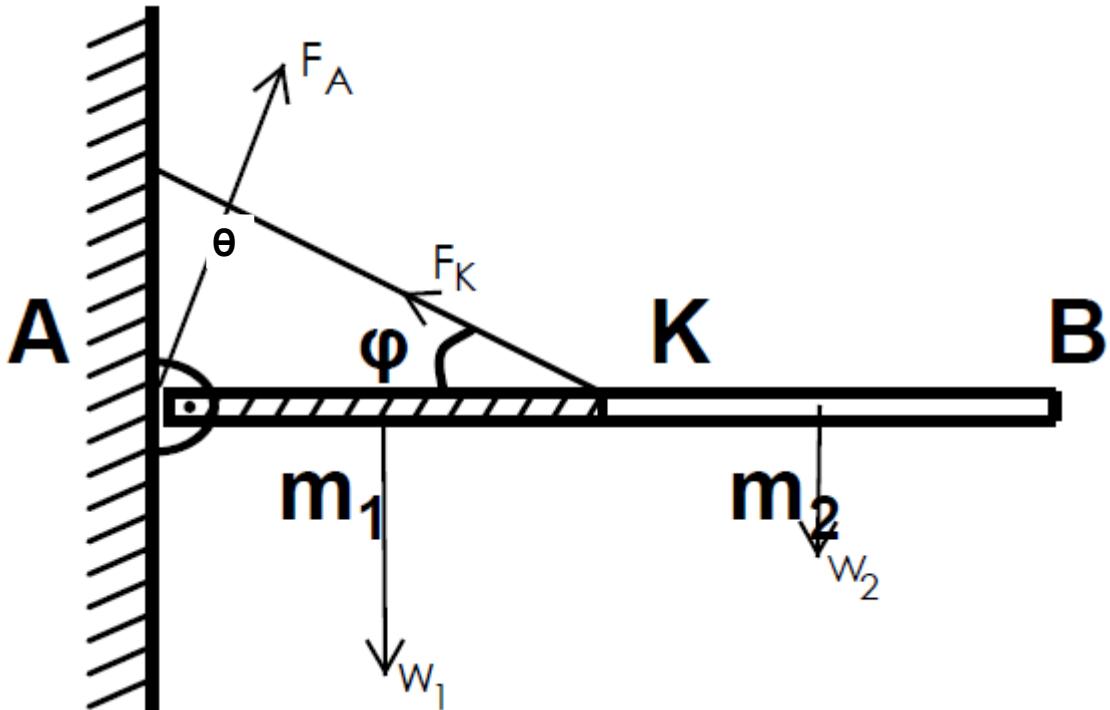
$$t_2 = t_1 + \Delta t_1 = 6,8s + 0,64s \Rightarrow \textcolor{red}{t_2 = 7,44s}$$

Θέμα Δ

Δ1. Επειδή η δοκός ισορροπεί το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών των δυνάμεων ως προς το σημείο

$$A \text{ είναι μηδέν: } \Sigma \tau(A) = 0 \Rightarrow \tau_{FA} + \tau_{w1} + \tau_{FK} + \tau_{w2} = 0 \Rightarrow 0 - w_1 \frac{L}{4} + F_{Ky} \frac{L}{2} - w_2 \frac{3L}{4} = 0 \Rightarrow$$

$$- 5m_2 g \frac{1}{4} + F_K \eta \mu 30^\circ \frac{1}{2} - m_2 g \frac{3}{4} = 0 \Rightarrow F_K = \frac{4m_2 g}{\eta \mu 30^\circ} \Rightarrow F_K = 40 \text{ N}$$



$$\text{Επίσης και } \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} - F_{Kx} = 0 \\ F_{Ay} - w_1 - w_2 + F_{Ky} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} = F_K \sigma u v 30^\circ \\ F_{Ay} = w_2 + w_1 - F_K \eta \mu 30^\circ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} = 40 \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} \\ F_{Ay} = (6 \cdot 0,5 \cdot 10 - 40 \frac{1}{2}) \text{ N} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} = 20\sqrt{3} \text{ N} \\ F_{Ay} = 10 \text{ N} \end{cases} \text{ αρα}$$

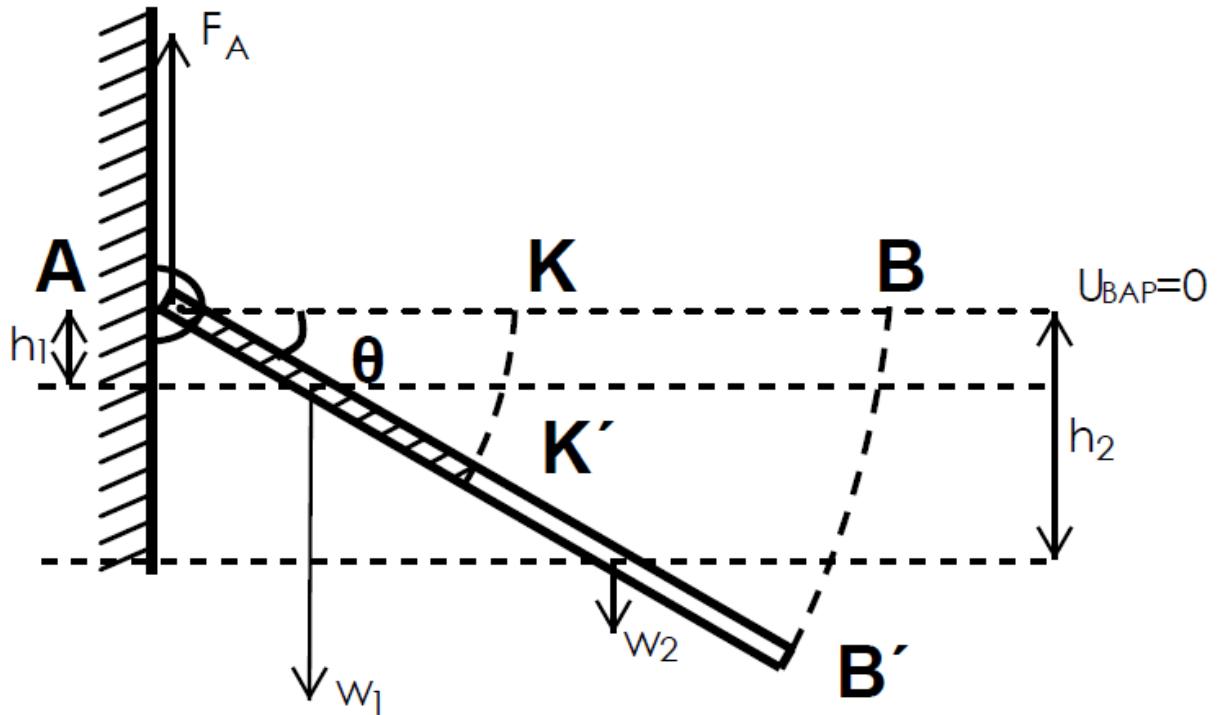
$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 - F_{Ay}^2} = \sqrt{1300} \text{ N} = 10\sqrt{13} \text{ N} \quad \mu \varepsilon \quad \epsilon \varphi \theta = \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \frac{10}{20\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

Δ2. Υπολογισμός της ροπής αδράνειας της δοκού ως προς τον άξονα περιστροφής της A

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

$$= \frac{1}{12} 5m_2 \frac{L^2}{4} + 5m_2 \frac{L^2}{16} + \frac{1}{12} m_2 \frac{L^2}{4} + m_2 \frac{9L^2}{16} = \frac{48m_2 L^2}{48} = m_2 L^2 = 0,5 \text{ Kg} (1 \text{ m})^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_A = 0,5 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$



Από το θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης για την περιστροφική κίνηση μετά το κόψιμο του σκοινιού:

$$\Sigma \tau (A) = I_A \cdot \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow \tau_{FA} + \tau_{w1} + \tau_{w2} = I_A \cdot \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow$$

$$0 + w_1 \frac{L}{4} \sigma u n \theta + w_2 \frac{3L}{4} \sigma u n \theta = m_2 L^2 \cdot \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5m_2 g \frac{1}{4} \sigma u n \theta + m_2 g \frac{3}{4} \sigma u n \theta = m_2 L \cdot \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow \alpha_{\gamma \omega v} = \frac{2g \sigma u n \theta}{L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\gamma \omega v} = 20 \sigma u n \theta \text{ (S.I.)} \quad (0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}) .$$

Δ3.

Αφού η ράβδος στρέφεται χωρίς τριβές θεωρώντας επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας την οριζόντια θέση από την διατήρηση της μηχανικής ενέργειας της δοκού έχουμε:

$$E_{MHX,APX} = E_{MHX(\theta)} \Rightarrow K_{APX} + U_{1,APX} + U_{2,APX} = K_{(\theta)} + U_{(\theta)} + U_{(\theta)} \Rightarrow$$

$$0 + 0 + 0 = \frac{1}{2} I_A \omega^2 - m_1 g h_1 - m_2 g h_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m_2 L^2 \omega^2 = 5m_2 g \frac{L}{4} \eta \mu \theta + m_2 g \frac{3L}{4} \eta \mu \theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{4g\eta\mu\theta}{L}} = \sqrt{40\eta\mu\theta} \Rightarrow \omega = 2\sqrt{10\eta\mu\theta} \text{ (S.I.)}$$

οπότε για την γραμμική ταχύτητα του άκρου B' έχουμε

$$v_B = \omega \cdot L \Rightarrow v_{B'} = 2\sqrt{10\eta\mu\theta} \text{ (S.I.)} \quad (0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}) .$$

Δ4.

Επειδή στο σύστημα δοκός - σώμα μάζας $m = m_2$ δεν ασκούνται εξωτερικές ροπές η στροφορμή του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής του A διατηρείται.

Υπολογισμός της ροπής αδράνειας του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής του A.

$$I_{\Sigma Y \Sigma} = I_A + I_{m(A)} = m_2 L^2 + m_2 \left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{5m_2 L^2}{4}$$

$$L_{\text{ΠΡΙΝ}} = L_{\text{ΜΕΤΑ}} \Rightarrow I_A \cdot \omega = I_{\Sigma Y \Sigma} \cdot \omega' \Rightarrow m_2 L^2 \cdot \omega = \frac{5m_2 L^2}{4} \cdot \omega' \Rightarrow \omega' = \frac{4\omega}{5}.$$

$$\frac{K' - K}{K} \cdot 100 = \frac{\frac{1}{2} I_{\Sigma Y \Sigma} \omega'^2 - \frac{1}{2} I_A \omega^2}{\frac{1}{2} I_A \omega^2} \cdot 100 =$$

$$= \frac{\frac{5m_2 L^2}{4} \left(\frac{4\omega}{5}\right)^2 - m_2 L^2 \omega^2}{m_2 L^2 \omega^2} \cdot 100 =$$

$$= \frac{\frac{4}{5} m_2 L^2 - m_2 L^2 \omega^2}{m_2 L^2 \omega^2} \cdot 100 = \frac{-\frac{1}{5} m_2 L^2 \omega^2}{m_2 L^2 \omega^2} \cdot 100 = -20\%$$

Άρα το ποσοστό απώλειας της κινητικής ενέργειας κατά την κρούση είναι **20%**.