ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ ΤΡΙΤΗ 11/6/2013

Θέμα Α

A1→**δ**
A2→**γ**
A3→**β**
A2→**β**

A5 α→**Σ**
β→**Λ**
γ→**Λ**
δ→**Σ**
ε→**Σ** ($N\cdot m\cdot s = Kg\cdot m/s^2 \cdot m\cdot s = Kg\cdot m^2/s$)

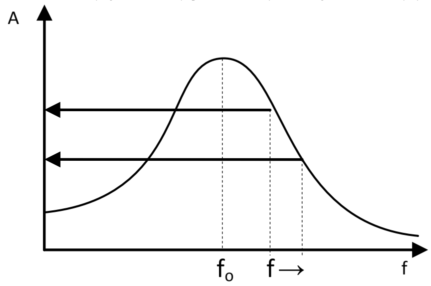
Θέμα Β

Β1. 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.



Β2. α) Είναι το **iii**

β) Αφού το σημείο O είναι κοιλία που για t = 0s διέρχεται από τη θέση ισορροπίας με θετική ταχύτητα η εξίσωση του στασίμου κύματος είναι $y=2A\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{x}{\lambda})\eta\mu(2\pi\frac{t}{T})$.

Από το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{8}$:

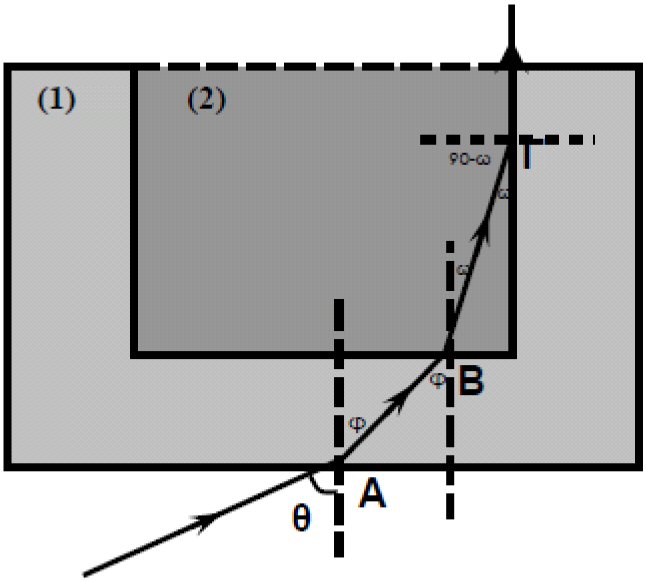
$$y=2A\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{x}{\lambda})\eta\mu(2\pi\frac{t}{T}\frac{T}{8}) = 2A\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{x}{\lambda})\eta\mu(\frac{\pi}{4}) = 2A\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{x}{\lambda})\frac{\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2}\sigma\upsilon\nu(2\pi\frac{x}{\lambda})$$

Από το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος για x=0 είναι $y=0,1\sqrt{2}m$ οπότε

$$0,1\sqrt{2} = A\sqrt{2}\sigma\upsilon\nu 0 \Rightarrow A = 0,1m$$

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

Β3.α) είναι το **ii**



β) Αέρας → υλικό 1 Snell: $n_{αερ}ημθ = n_1ημφ \Rightarrow ημθ = n_1ημφ$ **(1)**

Υλικό 1 → υλικό 2 Snell: $n_1ημφ = n_2ημω \overset{(1)}{\Longrightarrow} ημθ=n_2ημω\Rightarrow$

$$\Rightarrow ημω=\frac{ημθ}{n_2} \quad \textbf{(2)}$$

Η γωνία προσπτώσεως για την μετάβαση στο Γ από το υλικό 2 στο υλικό 1 είναι 90^o-ω

Αφού κινείται παράλληλα στην διαχωριστική επιφάνεια αυτή είναι η κρίσιμη (οριακή) γωνία οπότε έχουμε $θ_{crit} = 90^o-ω$ όμως

$$ημθ_{crit}=\frac{n_{αραιού}}{n_{πυκνού}}=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow ημ(90^o-ω)=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow συνω=\frac{n_1}{n_2} \quad \textbf{(3)}$$

Για κάθε γωνία ω:

$$ημ^2ω+συν^2ω=1\overset{2,3}{\Longrightarrow}\frac{ημ^2θ}{n_2^2}+\frac{n_1^2}{n_2^2}=1\Rightarrow ημ^2θ+n_1^2=n_2^2\Rightarrow ημ^2θ=n_2^2-n_1^2$$

$$\Rightarrow ημθ=\sqrt{n_2^2-n_1^2}$$ αφού $0^o < θ < 90^o$ ημθ>0

Θέμα Γ

Γ1.

Για τον ήχο που φτάνει στο τρένο (2): Η **πηγή** πλησιάζει τον **παρατηρητή – τρένο (2)** με ταχύτητα μέτρου **$υ_1$** ενώ και ο παρατηρητής πλησιάζει την **πηγή** με ταχύτητα μέτρου **$υ_2$**

οπότε «αντιλαμβάνεται» ήχο συχνότητας $f_A=\frac{υ+υ_2}{υ-υ_1}\cdot f_s$ (Ι).

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 $υ_2$ ενώ και ο παρατηρητής πλησιάζει την πηγή με ταχύτητα μέτρου $υ_1$

οπότε «αντιλαμβάνεται» ήχο συχνότητας $f_1=\frac{υ+υ_1}{υ-υ_2}\cdot f_A \overset{(Ι)}{\Longrightarrow}$

$$f_1=\frac{(υ+υ_2)}{(υ-υ_2)}\cdot\frac{(υ+υ_1)}{(υ-υ_1)}\cdot f_s$$

Γ2.

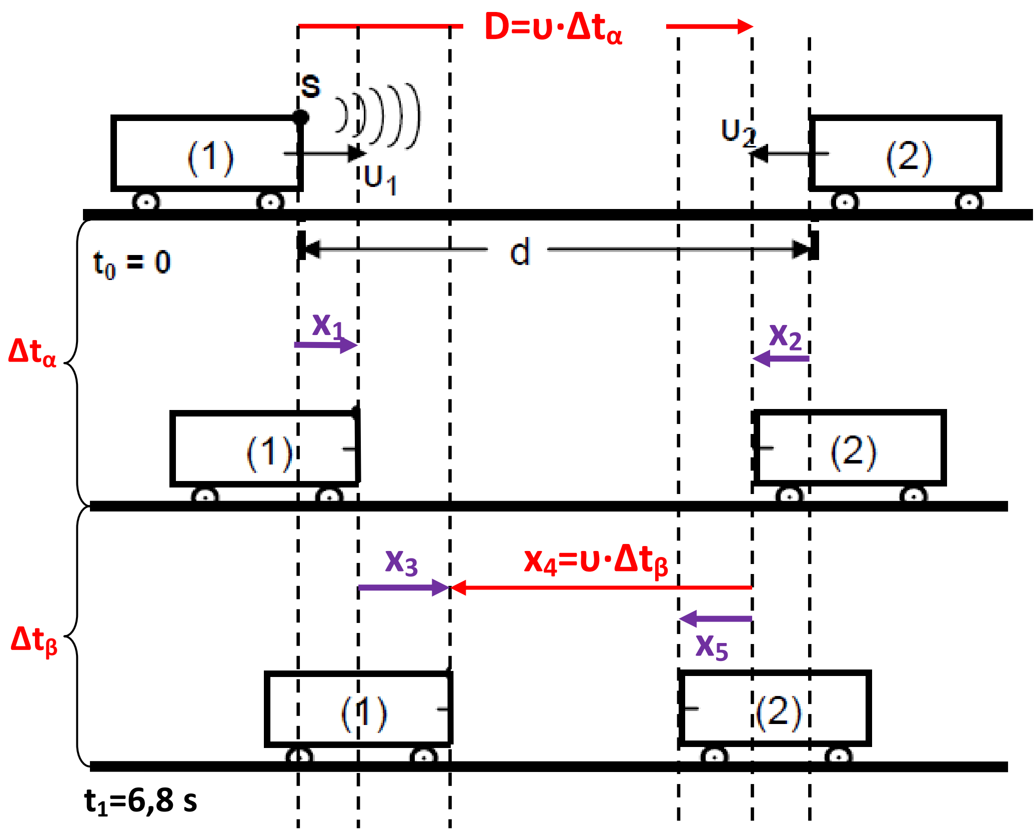
$\Delta t_\alpha + \Delta t_\beta = t_1 = 6{,}8s$ και $\Delta t_\beta = t_1 - \Delta t_\alpha$

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 $\mathbf{x_1=\upsilon_1\cdot\Delta t_\alpha}$ και το τρένο (2) έχει μετατοπιστεί κατά $\mathbf{x_2=\upsilon_2\cdot\Delta t_\alpha=\upsilon_1\cdot\Delta t_\alpha}$ ενώ ο ήχος έχει διανύσει $\mathbf{D=\upsilon\cdot\Delta t_\alpha}$ και ισχύει:

$d = D + x_2 \Rightarrow d = \upsilon\cdot\Delta t_\alpha + \upsilon_1\cdot\Delta t_\alpha \Rightarrow \mathbf{d = 360\cdot\Delta t_\alpha}$ **(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 $\mathbf{x_3=\upsilon_1\cdot\Delta t_\beta}$ ενώ ο ήχος έχει διανύσει $\mathbf{x_4=\upsilon\cdot\Delta t_\beta}$ και ισχύει:

$d=x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \Rightarrow d=\upsilon_1\cdot\Delta t_\alpha + \upsilon_1\cdot\Delta t_\alpha + \upsilon_1\cdot\Delta t_\beta + \upsilon\cdot\Delta t_\beta \Rightarrow$

$\Rightarrow d=\upsilon_1\cdot(\Delta t_\alpha + \Delta t_\beta) + \upsilon_1\cdot\Delta t_\alpha + \upsilon\cdot(t_1-\Delta t_\alpha)$

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

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

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

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

Γ3.
Εφαρμογή των αριθμητικών δεδομένων

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

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

$$N_S = N_1 \Rightarrow f_S\cdot\Delta t_S = f_1\cdot\Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{f_S}{f_1}\cdot\Delta t_S \overset{(I)}{=} \frac{\frac{81}{64}f_S}{f_S}\cdot\Delta t_S = \frac{81}{64}\cdot\Delta t_S = \frac{81}{64}\cdot 0{,}64s \Rightarrow$$

$\Rightarrow \Delta t_1 = 0{,}81s$

Έτσι η χρονική στιγμή t_2 που η συσκευή ανίχνευσης των ανακλώμενων κυμάτων σταματά να καταγράφει τον ανακλώμενο ήχο είναι

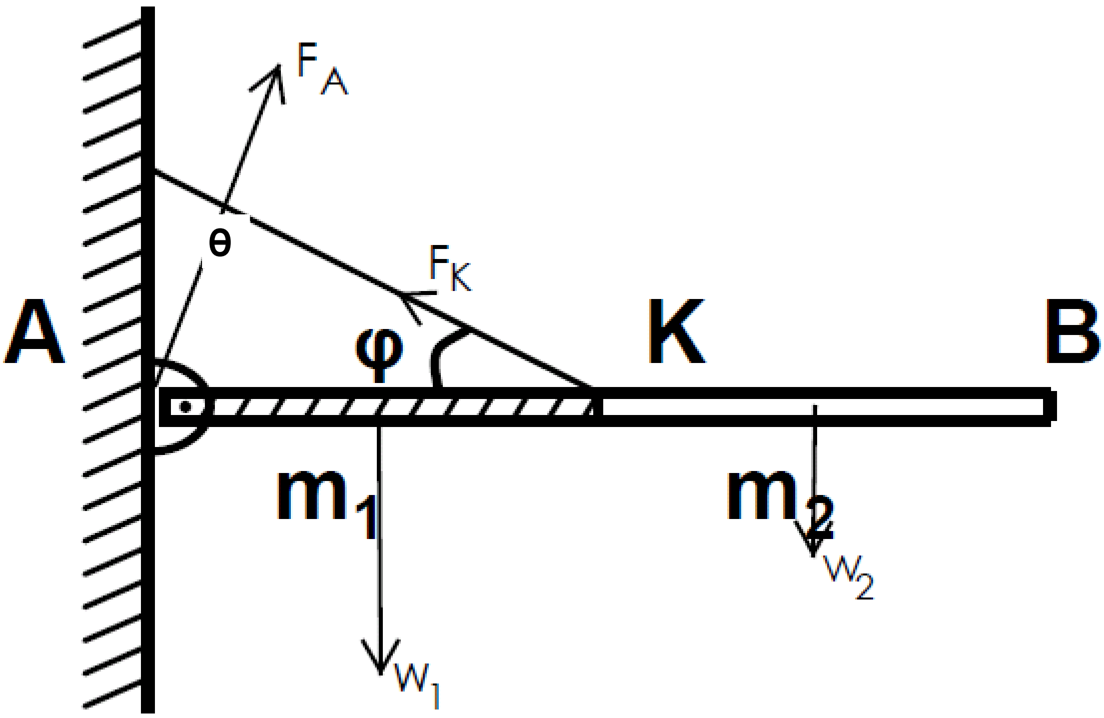
$t_2 = t_1 + \Delta t_1 = 6{,}8s + 0{,}64s \Rightarrow$ **$t_2 = 7{,}44s$**

Θέμα Δ

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

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

$$-5m_2g\frac{1}{4} + F_K \eta\mu 30^\circ \frac{1}{2} - m_2g\frac{3}{4} = 0 \Rightarrow F_K = \frac{4m_2g}{\eta\mu 30^0} \Rightarrow \mathbf{F_K = 40N}$$



Επίσης και $\begin{cases}\Sigma F_x = 0\\ \Sigma F_y = 0\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}F_{Ax} - F_{Kx} = 0\\ F_{Ay} - w_1 - w_2 + F_{Ky} = 0\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}F_{Ax} = F_K\sigma\upsilon\nu 30^o\\ F_{Ay} = w_2 + w_1 - F_K\eta\mu 30^o\end{cases}$

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

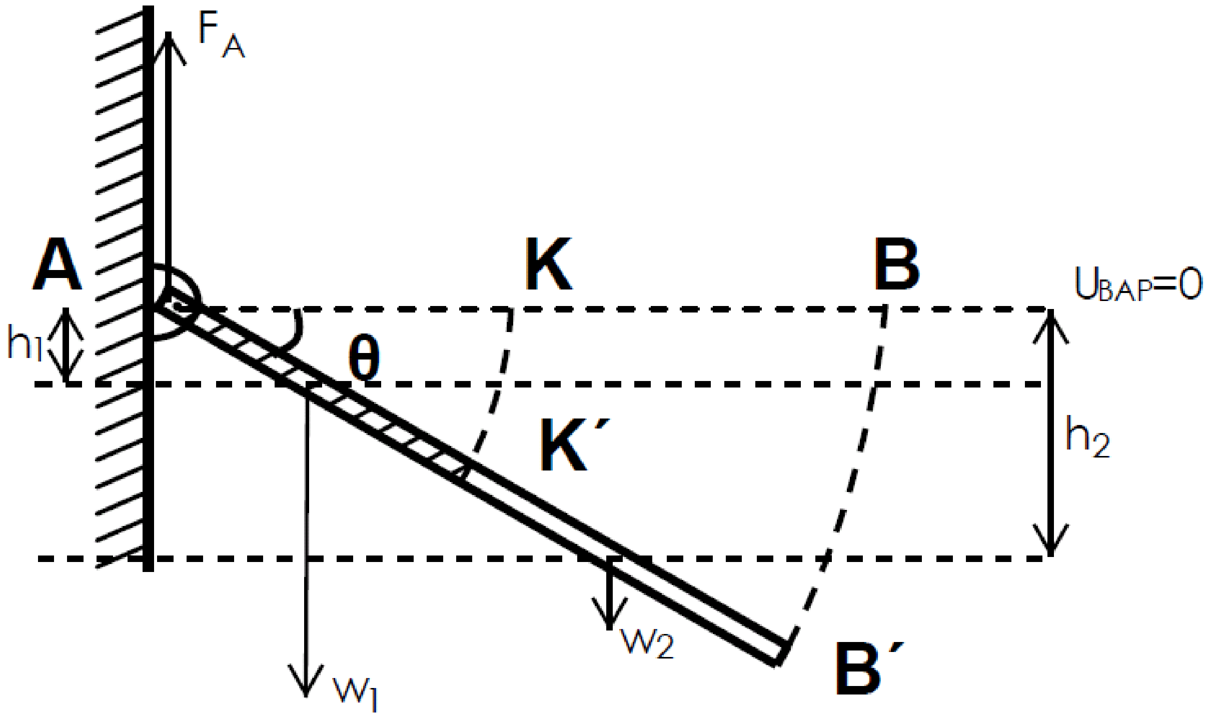
$$F_A = \sqrt{F_{AX}{}^2 - F_{Ay}{}^2} = \sqrt{1300}N = 10\sqrt{13}N \quad \text{με} \quad \varepsilon\varphi\theta = \frac{F_{Ay}}{F_{AX}} = \frac{10}{20\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

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

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

$$= \frac{1}{12}5m_2\frac{L^2}{4} + 5m_2\frac{L^2}{16} + \frac{1}{12}m_2\frac{L^2}{4} + m_2\frac{9L^2}{16} = \frac{48m_2L^2}{48} = m_2L^2 = 0,5Kg(1m)^2 \Rightarrow$$

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



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

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

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

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

$\Rightarrow$ **$\alpha_{\gamma\omega\nu} = 20\sigma\upsilon\nu\theta$ (S.I.)** $(0 \leq \theta < \frac{\pi}{2})$.

Δ3.

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

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

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

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

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

οπότε για την γραμμική ταχύτητα του άκρου Β΄ έχουμε

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

Δ4.

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

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

$$I_{ΣΥΣ} = I_A + I_{m(A)} = m_2L^2 + m_2\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{5m_2L^2}{4}$$

$$L_{ΠΡΙΝ} = L_{ΜΕΤΑ} \Rightarrow I_A\cdot\omega = I_{ΣΥΣ}\cdot\omega' \Rightarrow m_2L^2\cdot\omega = \frac{5m_2L^2}{4}\cdot\omega' \Rightarrow \omega' = \frac{4\omega}{5}.$$

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

$$= \frac{\frac{5m_2L^2}{4}\left(\frac{4\omega}{5}\right)^2 - m_2L^2\omega^2}{m_2L^2\omega^2}100 =$$

$$= \frac{\frac{4}{5}m_2L^2 - m_2L^2\omega^2}{m_2L^2\omega^2}100 = \frac{-\frac{1}{5}m_2L^2\omega^2}{m_2L^2\omega^2}100 = -20\%$$

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