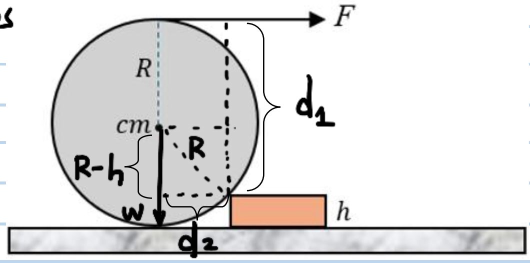
Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 4/10/2025

ΘΕΜΑ Α

A1-β A2-β A3-α A4-α A5 ΣΛΛΛΣ

ΘΕΜΑ Β

B1-β Για να υπερπηδήσει ο τροχός το σκαλοπάτι πρέπει: $\tau_F > \tau_w$



$\Rightarrow F d_1 > w \cdot d_2$

$\Rightarrow F > w \dfrac{d_2}{d_1}$

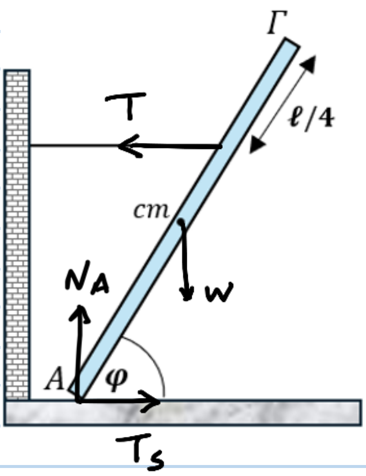
όπου $d_2^2 + (R-h)^2 = R^2 \Rightarrow d_2^2 + \left(R - \frac{R}{5}\right)^2 = R^2$

$\Rightarrow d_2^2 + \dfrac{16R^2}{25} = R^2 \Rightarrow d_2^2 = R^2 - \dfrac{16}{25}R^2 \Rightarrow d_2^2 = \dfrac{9}{25}R^2 \Rightarrow d_2 = \dfrac{3}{5}R = 0,6R$

$d_1 = 2R - h = 2R - R/5 = 1,8R$

$\Rightarrow F > w \dfrac{0,6R}{1,8R} \Rightarrow \boxed{F > \dfrac{w}{3}}$ (β)

B2-α Στην οριακή ισορροπία της δοκού ισχύει $T_s = T_{s\,max} = \mu_s N_A$



$\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow \tau_T - \tau_w = 0 \Rightarrow T\dfrac{3\ell}{4}\eta\mu\varphi = w\dfrac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi$

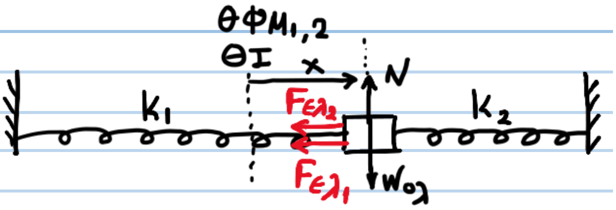
$T = \dfrac{2}{3} w \dfrac{\sigma\upsilon\nu\varphi}{\eta\mu\varphi} \Rightarrow T = \dfrac{2}{3} w \dfrac{0,6}{0,8} \Rightarrow T = \dfrac{w}{2}$

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_s = T = \dfrac{w}{2}$

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N_A = w$

και $T_s = \mu_s N_A \Rightarrow \mu_s = \dfrac{T_s}{N_A} = \dfrac{w/2}{w} \Rightarrow \boxed{\mu_s = \dfrac{1}{2}}$ (α)

Β3 Ι) Σε μια τυχαία θέση του άξονα της ταλάντωσης του συσσωματώματος έχουμε:



$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{και} \quad \Sigma F_x = -F_{ελ_1} - F_{ελ_2} = -k_1 x - k_2 x$$

$$\left.\begin{aligned} &\Rightarrow \Sigma F_x = -(k_1+k_2)\cdot x \\ &\Sigma F_x = -Dx \end{aligned}\right\} \Rightarrow \boxed{D = k_1 + k_2 = 2k}$$

$\boxed{\text{ΙΙ} - β}$ Τα σώματα συγκρούονται στη $ΘΦΜ_{1,2} - ΘΙ$ της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελούν. Ισχύουν:

$$D_1 = k_1 = m_1 \omega_1^2 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{k_1/m_1} = \sqrt{k/m}, \text{ αντίστοιχα } \omega_2 = \sqrt{k_2/m_2} = \sqrt{2k/m}$$

Για το συσσωμάτωμα: $D = 2k = m_{ολ}\,\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{2k/m_{ολ}} = \sqrt{4k/3m}$

Η πλαστική κρούση των σωμάτων συμβαίνει στη $ΘΦΜ_{1,2} - ΘΙ$ της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελούν τα σώματα πριν και μετά την κρούση. Ισχύει:

$$ΑΔΟ: \vec{P}_{ολ\,πριν} = \vec{P}_{ολ\,μετά} \Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_{κοιν} \quad \overset{+}{\rightarrow}$$

$$\Rightarrow P_1 - P_2 = P_κ \Rightarrow m_1 υ_{1max} - m_2 υ_{2max} = -m_{ολ} υ_{max}$$

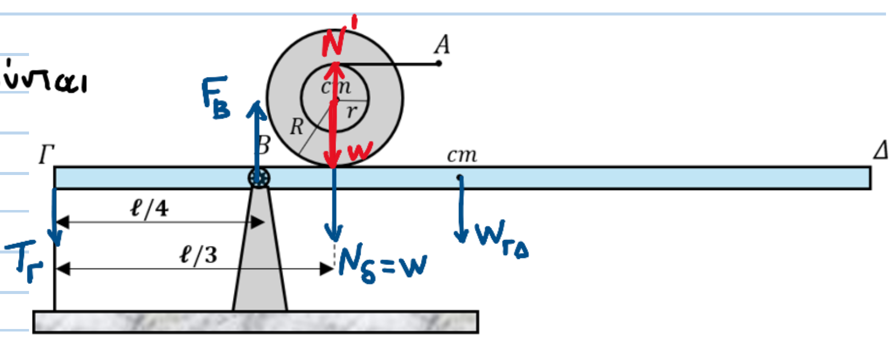
$$\Rightarrow m_1 \omega_1 A_1 - m_2 \omega_2 A_2 = -m_{ολ}\,\omega A'$$

$$\Rightarrow m\sqrt{k/m}\,A - \frac{m}{2}\sqrt{2k/m}\cdot 2\sqrt{2}A = -\frac{3}{2}\sqrt{4k/3m}\cdot A'$$

$$\Rightarrow m\sqrt{k/m}\cdot A - 2m\sqrt{k/m}\cdot A = -\frac{3}{\sqrt{3}}\sqrt{k/m}\,A' \Rightarrow A - 2A = -\frac{3}{\sqrt{3}}A' \Rightarrow \boxed{A' = \frac{\sqrt{3}}{3}A} \; (β)$$

ΘΕΜΑ Γ

$\boxed{\text{Γ1}}$ Στον δίσκο ασκούνται το βάρος του $\vec{w}$ και η κάθετη δύναμη $\vec{N}'$ από τη δοκό. Ισχύει



$$\Sigma F_{y(m)} = 0 \Rightarrow N' = w = mg = 60\,N.$$

Στη δοκό ασκούνται το βάρος της $\vec{w}_{ΓΔ}$, η τάση νήματος $\vec{T}_Γ$, η δύναμη $\vec{F}_B$ από την άρθρωση και η δύναμη $\vec{N}_δ$ από τον δίσκο αντίδραση της N'. Οπότε κατά μέτρο $N_\delta = N' = 60\,N$

Ισορροπία δοκού.

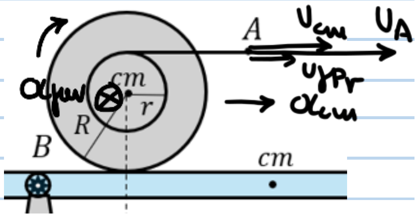
$$\Sigma\tau_B = 0 \Rightarrow \tau_{T_\Gamma} - \tau_{N_\delta} - \tau_{w_{\Gamma\Delta}} = 0$$

$$\Rightarrow T_\Gamma \frac{\ell}{4} = N_\delta\left(\ell/3 - \ell/4\right) + w_{\Gamma\Delta}\left(\frac{\ell}{2}-\frac{\ell}{4}\right)$$

$$\Rightarrow T_\Gamma\frac{\ell}{4} = N_\delta \frac{\ell}{12} + w_{\Gamma\Delta}\frac{\ell}{4} \Rightarrow T_\Gamma = \frac{1}{3} N_\delta + w_{\Gamma\Delta} \Rightarrow \boxed{T_\Gamma = 100N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_B = T_\Gamma + N_\delta + w_{\Gamma\Delta} \Rightarrow \boxed{F_B = 240N}$$

Γ2 Ο δίσκος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει οπότε ισχύει: $\alpha_{cm} = R\,\alpha_{\gamma\omega\nu}$



$$\Rightarrow \alpha_{cm} = 0,4\cdot 0,75\, m/s^2 \Rightarrow \alpha_{cm} = 0,3\, m/s^2$$

Τη χρονική στιγμή $t = 2sec$ έχουμε:

$$v_{cm} = \alpha_{cm}t = 0,3\cdot 2\, m/s \Rightarrow v_{cm} = 0,6\,m/s$$

και $v_{cm} = R\omega \Rightarrow \omega = \frac{v_{cm}}{R} = 1,5\,rad/s$

$$x'_{cm} = \frac{1}{2} \alpha_{cm} t^2 = \frac{1}{2}\, 0,3\cdot 4\, m \Rightarrow x'_{cm} = 0,6\,m$$

α) Για το σημείο Α του νήματος έχουμε:

$$\vec{v}_A = \vec{v}_{cm} + \vec{v}_{\gamma\rho}\Rightarrow v_A = v_{cm}+v_{\gamma\rho} = (0,6+0,3)\,m/s \Rightarrow \boxed{v_A = 0,9\,m/s}$$

όπου $v_{\gamma\rho} = r\cdot\omega = 0,2\cdot 1,5\, m/s = 0,3\, m/s$

β) Ισχύει $x'_{cm} = R\theta \Rightarrow \theta = \frac{x'_{cm}}{R} = \frac{0,6}{0,4}\, rad \Rightarrow \theta = 1,5\,rad$

Για το ξετύλιγμα του νήματος έχουμε: $\ell_{\nu\eta\mu} = r\theta = 0,2\cdot1,5\,m \Rightarrow \boxed{\ell_{\nu\eta\mu}=0,3\,m}$

Γ3 Τη χρονική στιγμή $t = 2sec$ ο δίσκος απέχει από την άρθρωση απόσταση $\frac{\ell}{3}-\frac{\ell}{4}+x'_{cm} = \frac{\ell}{12}+x'_{cm}$. Ισχύει:

$$\Sigma\tau'_B = 0 \Rightarrow \tau_{T_{\theta\rho}} - \tau_{N'_\delta} - \tau_{w_{\Gamma\Delta}} = 0$$

$$\Rightarrow T_{\theta\rho}\frac{\ell}{4} = N'_\delta\left(\frac{\ell}{12}+x'_{cm}\right) + w_{\Gamma\Delta}\left(\ell/2-\ell/4\right)$$

$$\Rightarrow 0,3\cdot T_{\theta\rho} = \left[60(0,1+0,6)+80\cdot0,3\right]N$$

$$\Rightarrow 0,3\cdot T_{\theta\rho} = 66\,N \Rightarrow \boxed{T_{\theta\rho}=220\,N}$$

Γ4 Για την κίνηση του δίσκου μέχρι να κοπεί το νήμα ισχύει $0 \le x_{cm} \le x_{cm}' \Rightarrow 0 \le x_{cm} \le 0,6\,m$

Για τη δοκό έχουμε:

$\Sigma\tau_B = 0 \Rightarrow \tau_{T_\Gamma} - \tau_{N_\delta} - \tau_{w_{\Gamma\Delta}} = 0$

$\Rightarrow T_\Gamma \frac{\ell}{4} = N_\delta\left(\ell/12 + x_{cm}\right) + w_{\Gamma\Delta}\left(\frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{4}\right)$

$\Rightarrow 0,3\,T_\Gamma = 60\,(0,1 + x_{cm}) + 24 \Rightarrow \underline{T_\Gamma = 100 + 200\,x_{cm}}$ SI

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_B = T_\Gamma + N_\delta + w_{\Gamma\Delta}$

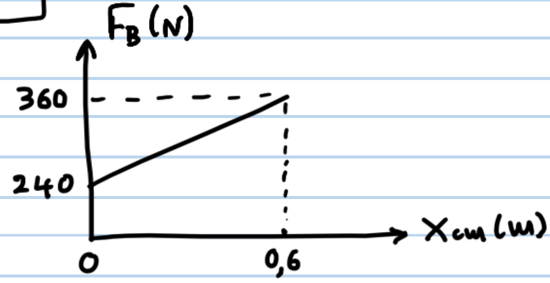
$\Rightarrow F_B = 100 + 200\,x_{cm} + 60 + 80$

$\Rightarrow \boxed{F_B = 240 + 200\,x_{cm} \text{ SI}}$

με $0 \le x_{cm} \le 0,6\,m$

Για $x_{cm} = 0$, $F_B = 240\,N$

$x_{cm} = 0,6\,m$, $F_B = 360\,N$



ΘΕΜΑ Δ

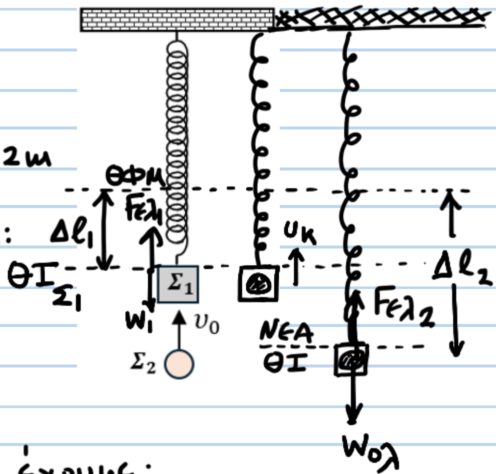
Δ1 Στη $ΘΙ_{Σ_1}$ ισχύει: $\Sigma F_1 = 0$

$\Rightarrow F_{ελ_1} = w_1 \Rightarrow k\Delta\ell_1 = m_1 g \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{m_1 g}{k} = 0,2\,m$

Στη ΝΕΑ ΘΙ για το συσσωμάτωμα ισχύει:

$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ_2} = w_{ολ} \Rightarrow k\Delta\ell_2 = (m_1 + m_2)g$

$\Rightarrow \Delta\ell_2 = \frac{(m_1+m_2)g}{k} = 0,4\,m = A$



Για την ααт του συσσωματώματος έχουμε:

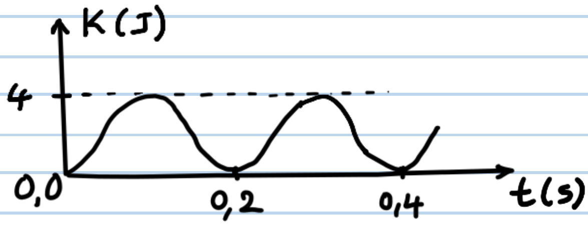
$y = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \xrightarrow[y=+A]{t=0} +A = A\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = 1 = \eta\mu\frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad

$D = k = m_{ολ}\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}} = 5$ rad/s , $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,4\pi$ sec

Για την κινητική ενέργεια έχουμε: $K = \frac{1}{2}m_{ολ}\upsilon^2 = \frac{1}{2}m_{ολ}\upsilon_{max}^2\,\sigma\upsilon\nu^2(\omega t + \varphi_0)$

$K_{max} = E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m_{ολ}\upsilon_{max}^2 = 4\,J$

άρα $\boxed{K = 4\,\sigma\upsilon\nu^2\left(5t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ SI}}$



Δ2 α) Από την ενέργεια ταλάντωσης του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση έχουμε:

$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m_{ολ}υ_κ^2 + \frac{1}{2}ky^2$ όπου $|y| = Δl_2 - Δl_1 = 0,2m$

$\Rightarrow υ_κ = +\sqrt{\frac{k}{m_{ολ}}}\cdot\sqrt{A^2 - y^2} \Rightarrow \boxed{υ_κ = \sqrt{3}\ m/s}$

β) Στην κρούση ΑΔΟ: $\vec{P}_{πριν} = \vec{P}_{μετα} \Rightarrow \vec{P}_1 = \vec{P}_κ$

$\Rightarrow m_1 υ_0 = m_{ολ} υ_κ \Rightarrow υ_0 = \frac{(m_1 + m_2)υ_κ}{m_1} \Rightarrow υ_0 = 2\sqrt{3}\ m/s$

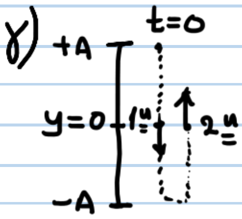
$K_{πριν} = \frac{1}{2}m_1 υ_0^2 = 6J$, $K_{μετά} = \frac{1}{2}m_{ολ}υ_κ^2 = 3J$

Από την Αρχή Διατήρησης Ενέργειας στην κρούση έχουμε:

$E_{ολ\,πριν} = E_{ολ\,μετα} \Rightarrow K_{πριν} = K_{μετα} + E_{απωλειών}$

$\Rightarrow E_{απωλειών} = K_{πριν} - K_{μετά} \Rightarrow \boxed{E_{απωλειών} = 3J}$

γ)



Το συσσωμάτωμα δεύτερη φορά διέρχεται από τη ΝΕΑ ΘΙ ανεβαίνοντας τη χρονική στιγμή

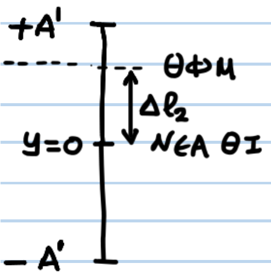
$t = \frac{3T}{4} = \frac{3\cdot 0,4π}{4} sec \Rightarrow \boxed{t = 0,3π\ sec}$

δ) Το μέγιστο μέτρο της δύναμης του ελατηρίου ασκείται όταν το συσσωμάτωμα βρίσκεται στην κάτω ακραία θέση.

Τότε: $Δl_{max} = Δl_2 + A = 0,8m \rightarrow F_{ελ\,max} = k\cdot Δl_{max} \Rightarrow \boxed{F_{ελ\,max} = 40N}$

Δ3 Όταν το σώμα $Σ_2$ έχει ταχύτητα $υ_0$ ισχύει $A = Δl_2$ δηλαδή η άνω ακραία θέση της ααт είναι η ΘΦΜ.

Στην περίπτωση που το $Σ_2$ έχει ταχύτητα $υ > υ_0$ το συσσω-μάτωμα θα έχει $υ_κ' > υ_κ = \sqrt{3}\ m/s$ και πλάτος ααт $A' > A = 0,4m$ οπότε η άνω ακραία βρίσκεται πάνω από τη ΘΦΜ.



Από το έργο της δύναμης ελατηρίου έχουμε:

$W_{F_{ελ}}^{+A'\to -A'} = -ΔU_{ελ} = U_{ελ(+A')} - U_{ελ(-A')} = \frac{1}{2}k(A' - Δl_2)^2 - \frac{1}{2}k(A' + Δl_2)^2$

$W_{F_{ελ}}^{+A'\to -A'} = \cancel{\frac{1}{2}kA'^2} + \cancel{\frac{1}{2}kΔl_2^2} - kA'Δl_2 - \cancel{\frac{1}{2}kA'^2} - \cancel{\frac{1}{2}kΔl_2^2} - kA'Δl_2$

$$\Rightarrow W_{F_{ελ}}^{+A' \to -A'} = -2KA'\Delta\ell_2 \Rightarrow -24 = -2 \cdot 50 \cdot A' \cdot 0{,}4 \Rightarrow \underline{A' = 0{,}6\,m}$$

Από Δ2,α $\rightarrow$ $v_κ' = \sqrt{\dfrac{K}{m_{ολ}}}\sqrt{A'^2 - y^2} \Rightarrow v_κ' = 5\sqrt{\dfrac{32}{100}}\,m/s \Rightarrow \underline{v_κ' = 2\sqrt{2}\,m/s}$

Από ΑΔΟ: $\vec{P}'_{πριν} = \vec{P}'_{μετά} \Rightarrow \vec{P}' = \vec{P}_κ'$

$$\Rightarrow P' = P_κ' \Rightarrow m_1 v = m_{ολ} v_κ' \Rightarrow v = \frac{m_{ολ} v_κ'}{m_1} \Rightarrow \boxed{v = 4\sqrt{2}\,m/s}$$