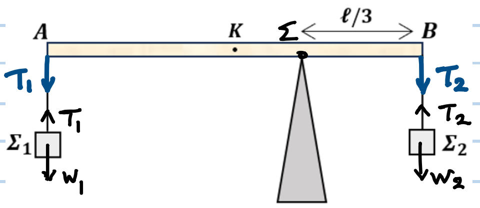
Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 7/10/2023

ΘΕΜΑ Α

Α1 – β Α2 – α Α3 – α Α4 – γ Α5 – Λ Λ Σ Λ Σ

ΘΕΜΑ Β

$\boxed{\text{Β1} - \gamma}$ Ισορροπία σωμάτων



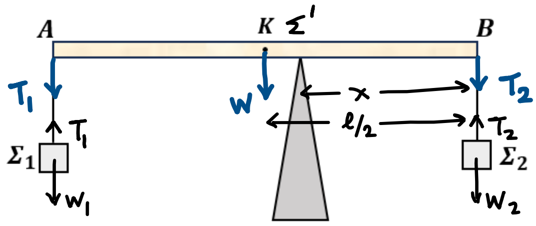
$\Sigma F_{1y} = 0 \Rightarrow T_1 = w_1$

$\Sigma F_{2y} = 0 \Rightarrow T_2 = w_2$

Ισορροπία δοκού: $\Sigma \tau_{(\Sigma)} = 0 \Rightarrow \tau_{T_1} - \tau_{T_2} \Rightarrow T_1 \frac{2\ell}{3} = T_2 \frac{\ell}{3}$

$\Rightarrow w_1 \frac{2\ell}{3} = w_2 \frac{\ell}{3} \Rightarrow w_2 = 2w_1$

Νέα ισορροπία δοκού $\Sigma \tau'_{(\Sigma')} = 0$



$\Rightarrow \tau_{T_1} + \tau_w - \tau_{T_2} = 0$

$\Rightarrow T_1(\ell - x) + w\left(\frac{\ell}{2} - x\right) - T_2 \cdot x = 0$

$\Rightarrow w_1(\ell - x) + w_1\left(\frac{\ell}{2} - x\right) - 2w_1 \cdot x = 0$

$\Rightarrow \ell - x + \frac{\ell}{2} - x - 2x = 0 \Rightarrow 4x = \frac{3\ell}{2} \Rightarrow \boxed{x = \frac{3\ell}{8}}$ (γ)

$\boxed{\text{Β2 Ι} - \alpha, \text{ ΙΙ} - \beta}$

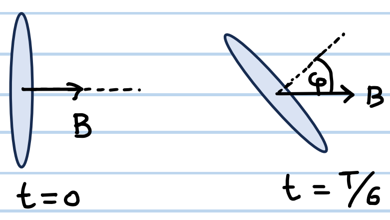
Ι) Οι δυνάμεις αποτελούν ζεύγος άρα $\tau = F \cdot d \Rightarrow 0{,}6F\ell = Fd \Rightarrow d = 0{,}6\ell$

Άρα $A\Delta = \frac{\ell}{4} + 0{,}6\ell = 0{,}25\ell + 0{,}6\ell \Rightarrow \boxed{A\Delta = 0{,}85\ell}$ (α)

ΙΙ) $\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow \underbrace{\tau_{F_1} - \tau_{F_2}}_{\tau\ \odot} - \underset{\otimes}{\tau_{F_3}} = 0 \Rightarrow \tau = \tau_{F_3} \Rightarrow 0{,}6F \cdot \ell = F_3 \cdot x$

$\Rightarrow 0{,}6F\ell = F_{3min} \cdot x_{max}$ όπου $x_{max} = \ell$ άρα $\boxed{F_{3min} = 0{,}6F}$ (β)

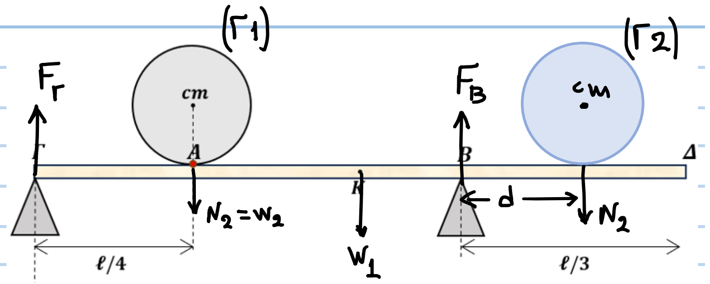
$\boxed{\text{Β3} - \alpha}$ Ισχύει $\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} \frac{T}{6} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$



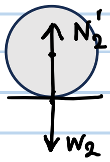
$\Phi_{αρχ} = BA$, $\Phi_{τελ} = BA\sigma\upsilon\nu\varphi = BA\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{3} = BA/2$

$\bar{\mathcal{E}}_{επ} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{|BA/2 - BA|}{T/6 - 0} \Rightarrow \boxed{\bar{\mathcal{E}}_{επ} = \frac{3BA}{T}}$ (α)

ΘΕΜΑ Γ



Γ1 Ο δίσκος δέχεται το βάρος του $\vec{w}_2$ και την κάθετη δύναμη $\vec{N}_2'$ από τη δοκό.



Ισχύει $\Sigma F_{2y} = 0 \Rightarrow N_2' = w_2 = m_2 g = 40\,N$

Στη δοκό ασκούνται οι δυνάμεις $\vec{F}_Γ$, $\vec{F}_B$ από τα στηρίγματα, το βάρος της $\vec{w}_1$ και μια κάθετη δύναμη $\vec{N}_2$ από τον δίσκο.

Ισχύει $\vec{N}_2 = -\vec{N}_2'$ δράση-αντίδραση άρα κατά μέτρο $N_2 = N_2' = 40N$

Ισορροπία δοκού: $\Sigma\tau_Γ = 0 \Rightarrow \tau_{F_B} - \tau_{w_1} - \tau_{N_2} = 0$

$\Rightarrow F_B \cdot \frac{2\ell}{3} - w_1 \frac{\ell}{2} - N_2 \frac{\ell}{4} = 0 \Rightarrow \frac{2}{3} F_B = \frac{w_1}{2} + \frac{N_2}{4}$, $w_1 = m_1 g = 60N$

$\Rightarrow \frac{2}{3} F_B = 30N + 10N \Rightarrow \boxed{F_B = 60N}$

Επίσης $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_B + F_Γ = w_1 + N_2 \Rightarrow 60N + F_Γ = 60N + 40N \Rightarrow \boxed{F_Γ = 40N}$

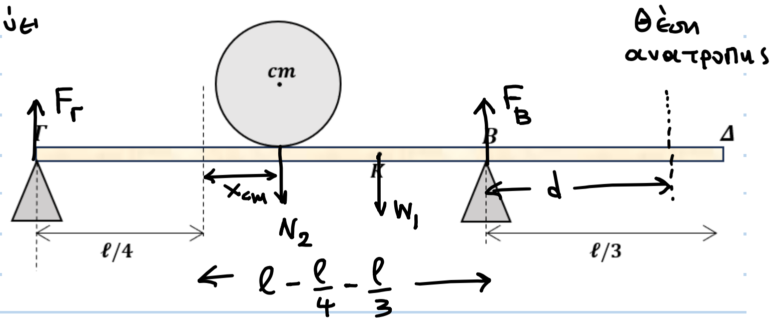
Γ2 Στο παραπάνω σχήμα έστω ότι ο δίσκος όταν ανατρέπεται η δοκός βρίσκεται σε θέση που απέχει d από το στήριγμα στο B.

Τότε $F_A = 0$ και $\tau_{F_A} = 0$. Οπότε $\Sigma\tau_B = 0 \Rightarrow \tau_{w_1} - \tau_{N_2} = 0$

$\Rightarrow w_1\left(\frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{3}\right) = N_2 \cdot d \Rightarrow w_1 \frac{\ell}{6} = N_2 d \Rightarrow 60 = 40d \Rightarrow d = 1{,}5m$

Επειδή $d = 1{,}5m < \frac{\ell}{3} = 2m$ η δοκός ανατρέπεται πριν ο δίσκος φτάσει στο άκρο Δ.

Γ3 Για την απόσταση που διανύει ο δίσκος μέχρι την ανατροπή της δοκού ισχύει:



$0 \leq x_{cm} \leq \ell - \frac{\ell}{4} - \frac{\ell}{3} + d$

$0 \leq x_{cm} \leq (6 - 1{,}5 - 2 + 1{,}5)\,m$

$0 \leq x_{cm} \leq 4m$

Στην τυχαία θέση που απέχει x από την αρχική ισχύει:

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_\Gamma + F_B = N_2 + w_1$ (1)

$\Sigma \tau_\Gamma = 0 \Rightarrow -\tau_{N_2} - \tau_{w_1} + \tau_{F_B} = 0 \Rightarrow F_B \frac{2\ell}{3} = N_2\left(\frac{\ell}{4} + x_{cm}\right) + w_1 \frac{\ell}{2}$

$\Rightarrow 4F_B = 40(1,5 + x_{cm}) + 180 \Rightarrow F_B = 10(1,5 + x_{cm}) + 45$

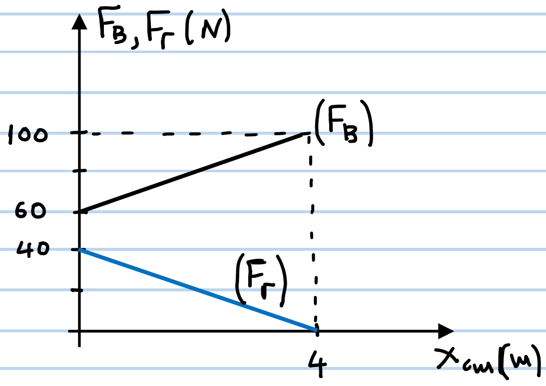
$\Rightarrow \boxed{F_B = 10x_{cm} + 60,\ SI}$

(1) $\Rightarrow F_\Gamma + 10x_{cm} + 60 = 40 + 60$

$\Rightarrow \boxed{F_\Gamma = 40 - 10x_{cm},\ SI}$

Για $x_{cm} = 0$, $F_B = 60N$, $F_\Gamma = 40N$

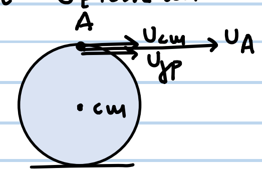
$x_{cm} = 4m$ $F_B = 100N$, $F_\Gamma = 0$



Γ4 Όταν ανατρέπεται η δοκός ο δίσκος έχει διανύσει απόσταση $x_{cm} = 4m$. Εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση οπότε ισχύει $x_{cm} = R\theta$

$\Rightarrow \theta = \frac{x_{cm}}{R} = \frac{4}{4/\pi} \Rightarrow \theta = \pi$ rad. Άρα η κουκίδα τη στιγμή της ανατροπής της δοκού έχει διαγράψει γωνία $\theta = \pi$ οπότε βρίσκεται στο ανώτερο σημείο. Ισχύει $\upsilon_{cm} = \upsilon_{\gamma\rho} = R\omega$

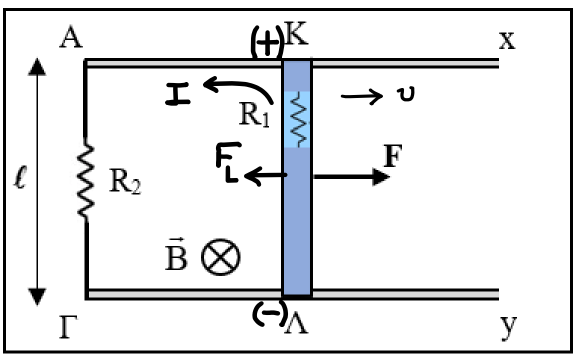
Άρα $\vec{\upsilon}_A = \vec{\upsilon}_{cm} + \vec{\upsilon}_{\gamma\rho} \Rightarrow \upsilon_A = \upsilon_{cm} + \upsilon_{\gamma\rho} = 2\upsilon_{cm} \Rightarrow \boxed{\upsilon_A = 1,2\ m/s}$

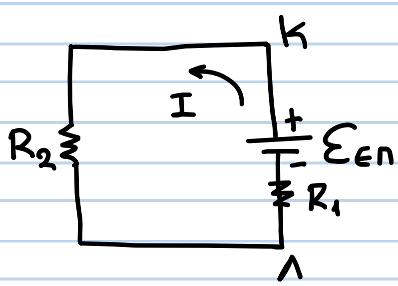


ΘΕΜΑ Δ

Δ1 Ο αγωγός λόγω της $\vec{F}$ κινείται προς τα δεξιά εντός του ΟΜΠ οπότε εμφανίζει ΗΕΔ από επαγωγή $E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell$, διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα $I = E_{\varepsilon\pi}/R_{o\lambda}$ οπότε δέχεται και $F_L = BI\ell$ αντίρροπη της $\vec{F}$.

Ο αγωγός επιταχύνεται οπότε αυξάνονται $\vec{\upsilon}$, $E_{\varepsilon\pi}$, I και $\vec{F_L}$





Η συνισταμένη δύναμη $\Sigma F = F - F_L$ μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί οπότε ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{u}_{op}$.

Ισχύει $\Sigma F = 0 \Rightarrow F - F_L = 0 \Rightarrow F = F_L \Rightarrow F = BI\ell \Rightarrow F = B\dfrac{E_{επ}}{R_{ολ}}\ell$

$$\Rightarrow F = B\frac{Bu_{op}\ell}{R_{ολ}}\ell \Rightarrow F = \frac{B^2\ell^2}{R_{ολ}}u_{op} \Rightarrow u_{op} = \frac{FR_{ολ}}{B^2\ell^2} \Rightarrow \boxed{u_{op} = 4\ m/s}$$

<u>Δ2</u> Όταν $u = \dfrac{u_{op}}{2} = 2\ m/s \rightarrow E_{επ} = Bu\ell = 2V \rightarrow I = \dfrac{E_{επ}}{R_{ολ}} = 4A$

$V_{KΛ} = IR_2 = 4 \cdot 0{,}3V \Rightarrow \boxed{V_{KΛ} = 1{,}2V}$ ή $V_{KΛ} = E_{επ} - IR_1 = 1{,}2V$.

<u>Δ3</u> Όταν $\alpha = 2\ m/s^2$ $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L = m\alpha \Rightarrow F_L = F - m\alpha = 6N$

$F_L = BI\ell \Rightarrow I = F_L / B\ell \Rightarrow \underline{\underline{I = 6A}}$

$$I = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \Rightarrow IR_{ολ} = Bu\ell \Rightarrow u = \frac{IR_{ολ}}{B\ell} \Rightarrow u = 3\ m/s.$$

α) $$\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{\Sigma F}}{dt} = \frac{+\Sigma F\,dx}{dt} = +\Sigma F \cdot u = +m \cdot \alpha \cdot u \Rightarrow \boxed{\frac{dK}{dt} = +6\ J/s}$$

β) $$I = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = \frac{Bu\ell}{R_{ολ}} \Rightarrow I = \frac{B\ell}{R_{ολ}} \cdot u \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{B\ell}{R_{ολ}}\frac{du}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{B\ell}{R_{ολ}} \cdot \alpha$$

οπότε $$\frac{dI}{dt} = \frac{1 \cdot 1}{0{,}5} \cdot 2\ A/s \Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = 4\ A/s}$$

<u>Δ4</u> Εφαρμογή ΘΜΚΕ από την εκκίνηση μέχρι να αποκτήσει u_{op}.

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F + W_{F_{L(1)}} \Rightarrow \frac{1}{2}mu_{op}^2 - 0 = F \cdot d + W_{F_{L(1)}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}1 \cdot 16\ J = 8 \cdot 2\ J + W_{F_{L(1)}} \Rightarrow W_{F_{L(1)}} = 8J - 16J \Rightarrow W_{F_{L(1)}} = -8J$$

Μετά την απόκτηση της $\vec{u}_{op}$ ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση άρα $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = F = 8N$

$$W_{F_{L(2)}} = -F_L \cdot (d' - d) = -8(4-2)J \Rightarrow W_{F_{L(2)}} = -16J$$

Άρα $W_{F_L} = W_{F_{L(1)}} + W_{F_{L(2)}} = -8J - 16J \Rightarrow \boxed{W_{F_L} = -24J}$

ή ΘΜΚΕ από $x=0\ (u=0)$ έως $x = d' = 4m$

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F + W_{F_L} \Rightarrow \frac{1}{2}mu_{op}^2 - 0 = F \cdot d' + W_{F_L}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}1 \cdot 16\ J = 8 \cdot 4\ J \Rightarrow \underline{W_{F_L} = -24J}$$