Λύσεις διαγωνίσματος φυσικής Γ΄ λυκείου 11/11/2023

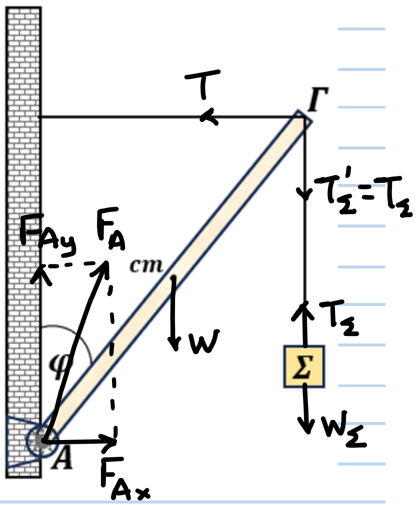
ΘΕΜΑ Α

Α1-β   Α2-α   Α3-α   Α4-β   Α5 Λ Σ Λ Σ Λ

ΘΕΜΑ Β

$\boxed{\text{Β1-β}}$ Ισορροπία σώματος Σ: $\Sigma F_{y(\Sigma)}=0$

$\Rightarrow T_\Sigma = w_\Sigma = w$



Ισορροπία δοκού:

Η δοκός δέχεται το βάρος της $\vec{w}$, την τάση $\vec{T}_\Sigma'$ από το κατακόρυφο νήμα, την τάση $\vec{T}$ από το οριζόντιο νήμα και τη δύναμη $\vec{F}_A$ από την άρθρωση

Ισχύουν: $\Sigma \vec{F}_x = \vec{0}$, $\Sigma \vec{F}_y = \vec{0}$ και $\Sigma \tau_A = 0$

$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow \tau_T - \tau_{T_\Sigma'} - \tau_w = 0 \Rightarrow T\ell\,\sigma\upsilon\nu\varphi = T_\Sigma'\ell\,\eta\mu\varphi + w\frac{\ell}{2}\eta\mu\varphi$

$\Rightarrow T\,\sigma\upsilon\nu\varphi = w\,\eta\mu\varphi + \frac{1}{2}w\,\eta\mu\varphi \Rightarrow T = \frac{3}{2}w\,\varepsilon\varphi\varphi$

Για να μην κόβεται το νήμα πρέπει $T \le T_{\theta\rho}$

$\Rightarrow \frac{3}{2}w\,\varepsilon\varphi\varphi \le \frac{3}{4}w \Rightarrow \varepsilon\varphi\varphi \le \frac{1}{2} \rightarrow \boxed{\varepsilon\varphi\varphi = \frac{1}{2}}$ (β)

$\boxed{\text{Β2-α}}$ Η τάση νήματος είναι η κεντρομόλος δύναμη για κάθε δακτύλιο, άρα $\Sigma F_R = m\alpha_\kappa \Rightarrow T = \frac{m\upsilon_1^2}{d}$, $\upsilon_1 = \omega_1 \cdot d$

$T = m d \omega_1^2$ όμως $T = T_{\theta\rho} = m d \omega_1^2$

Επειδή $\Sigma \tau_{\varepsilon\xi} = 0$ διατηρείται η στροφορμή του συστήματος

οπότε $\vec{L}_{o\lambda\,\alpha\rho\chi} = \vec{L}_{o\lambda\,\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow 2L_1 = 2L_2 \Rightarrow m\upsilon_1 d = m\upsilon_2\frac{\ell}{2}$

$\Rightarrow \omega_1 d \cdot d = \omega_2 \frac{\ell}{2}\frac{\ell}{2} \Rightarrow \omega_1 = \frac{\ell^2}{4d^2}\omega_2 \Rightarrow \omega_1 = 4\omega_2$

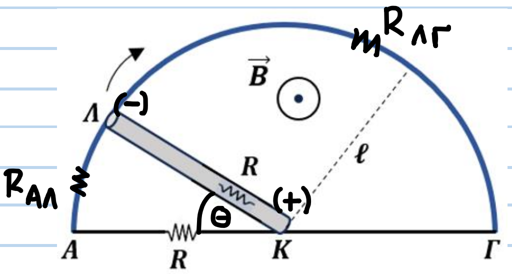
Οπότε $T_{\theta\rho} = m d \omega_1^2 = m\frac{\ell}{4}\cdot 16\omega_2^2 \Rightarrow \boxed{T_{\theta\rho} = 4m\ell\omega_2^2}$ (α)

$\boxed{\text{B3 I-α, II-β}}$

I) Ισχύει $\mathcal{E}_{επ} = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{B\,\Delta S}{\Delta t}$

Σε μια περίοδο $\Delta t = T$, $\Delta S = \pi \ell^2 \rightarrow \boxed{\mathcal{E}_{επ} = \dfrac{B\pi\ell^2}{T}}$ (α)

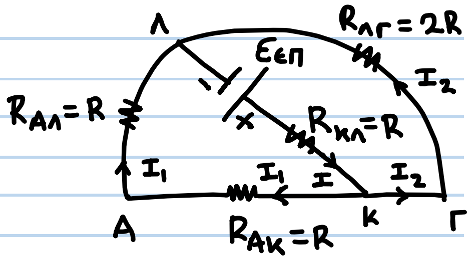
II) Τη χρονική στιγμή $t = T/6$



$\theta = \omega t = \dfrac{2\pi}{T}\dfrac{T}{6} \Rightarrow \theta = \dfrac{\pi}{3}$

Ισχύει $R_{ΑΓ} = \rho \dfrac{\ell_{ΑΓ}}{S} = \rho \dfrac{\pi \cdot \ell}{S} = 3R$

$R_{ΑΛ} = \rho \dfrac{\ell_{ΑΛ}}{S} = \rho \dfrac{\pi/3\,\ell}{S} = R$



$R_{ΛΓ} = \rho \dfrac{\ell_{ΛΓ}}{S} = \rho \dfrac{2\pi/3 \cdot \ell}{S} = 2R$

$R_1 = R_{ΑΛ} + R_{ΑΚ} = 2R$

$R_2 = R_{ΛΓ} = 2R$

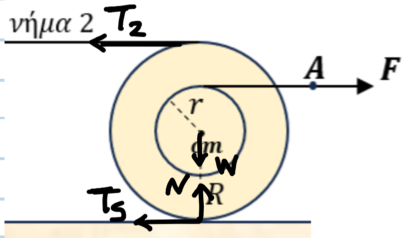
R_1, R_2 παράλληλες οπότε $R_{12} = \dfrac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = R$

$R_{ολ} = R_{12} + R_{ΚΛ} = 2R$ οπότε $I = \dfrac{\mathcal{E}_{επ}}{R_{ολ}} = \dfrac{B\pi\ell^2}{R \cdot T}$

$R_1 = R_2 \rightarrow V_{R_1} = V_{R_2} \Rightarrow I_1 = I_2 \rightarrow I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = I/2$

$V_{ΚΛ} = I_1 R_1 = \dfrac{I}{2} R \Rightarrow \boxed{V_{ΚΛ} = \dfrac{B\pi\ell^2}{2T}}$ (β)

Θέμα Γ



Γ1 Ο δίσκος δέχεται την τάση $\vec{T_2}$ τη δύναμη $\vec{F}$, το βάρος του $\vec{w} = m\vec{g}$ τη στατική τριβή από τη δοκό $\vec{T_s}$ και την κάθετη συνιστώσα $\vec{N}$ από τη δοκό.

Ισορροπία δίσκου

$\Sigma \vec{F}_{y(\delta)} = \vec{0} \Rightarrow N = W = mg$

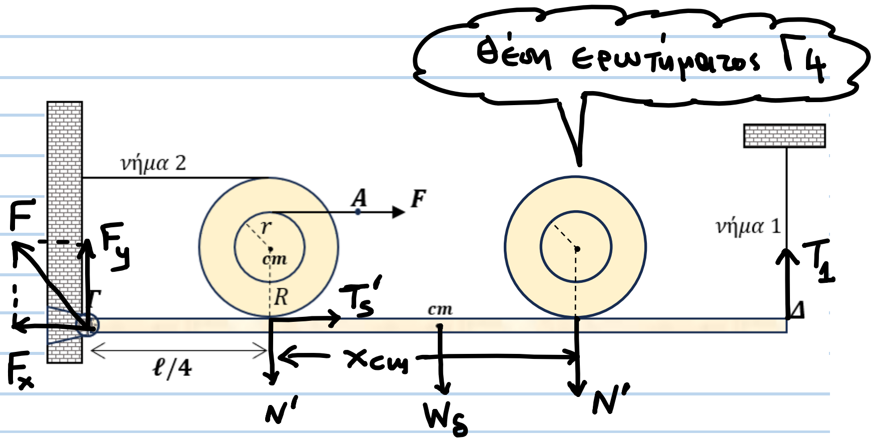
$\Sigma \vec{F}_{x(\delta)} = \vec{0} \Rightarrow F = T_2 + T_s \Rightarrow T_2 = F - T_s$ (1)

$\Sigma \tau_{cm(\delta)} = 0 \Rightarrow \tau_{T_2} - \tau_F - \tau_{T_s} = 0 \Rightarrow T_2 R - F \cdot r - T_s R = 0$

$\Rightarrow 0{,}8(F - T_s) - 0{,}4F - 0{,}8T_s = 0 \Rightarrow 0{,}4F = 1{,}6T_s$

$\Rightarrow F = 4T_s \Rightarrow \boxed{F = 40N}$ από (1) $\Rightarrow \boxed{T_2 = 30N}$

Γ2| Η δοκός δέχεται το βάρος της $\vec{W}_\delta$, την τάση $\vec{T}_1$ από το νήμα 1, τις αντιδράσεις T_s', N' από τον δίσκο και τη δύναμη $\vec{F}$ από την άρθρωση.



Ισορροπία δοκού

$\Sigma \tau_\Gamma = 0 \Rightarrow \tau_{T_1} - \tau_{N'} - \tau_{W_\delta} = 0 \Rightarrow T_1 \ell - N'\frac{\ell}{4} - W_\delta \frac{\ell}{2} = 0$

$\Rightarrow T_1 = \frac{N'}{4} + \frac{Mg}{2}$ όπου $N = N' = mg = 20N$ (κατά μέτρο)

$\Rightarrow T_1 = (5 + 25)N \Rightarrow \boxed{T_1 = 30N}$

Γ3| $\Sigma \vec{F}_{\delta,x} = \vec{0} \Rightarrow T_s' = F_x \Rightarrow \underline{\underline{F_x = 10N}}$, $T_s' = T_s = 10N$ (κατά μέτρο)

$\Sigma \vec{F}_{\delta,y} = \vec{0} \Rightarrow F_y + T_1 = N' + W_\delta \Rightarrow F_y = N' + Mg - T_1 \Rightarrow \underline{F_y = 40N}$

Ισχύει $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y \rightarrow$ μέτρο $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow \boxed{F = \sqrt{1700}\,N = 10\sqrt{17}\,N}$

Γ4| Έστω ότι ο δίσκος έχει διανύσει απόσταση x_{cm} όταν κόβεται το νήμα 1. Τότε $T_1 = T_{op1}$

$\Sigma \tau_\Gamma = 0 \Rightarrow \tau_{T_{1op}} - \tau_{N'}' - \tau_{W_\delta} = 0$

$\Rightarrow T_{1op}\ell - N'\left(\frac{\ell}{4} + x_{cm}\right) - Mg\frac{\ell}{2} = 0$

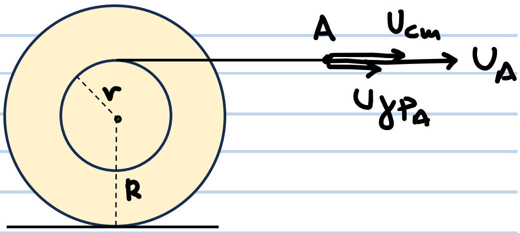
$\Rightarrow 40 \cdot 8 - 20(2 + x_{cm}) - 50 \cdot 4 = 0$

$\Rightarrow 320 - 40 - 20x_{cm} - 200 = 0$

$\Rightarrow 20x_{cm} = 80 \Rightarrow x_{cm} = 4m$

Ισχύει $x_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2x_{cm}}{a_{cm}}} \Rightarrow \boxed{t = 2\,sec}$

Για την ταχύτητα του σημείου Α του νήματος ισχύει $\vec{U}_A = \vec{U}_{cm} + \vec{U}_{γρA}$



$\Rightarrow U_A = U_{cm} + U_{γρA} = U_{cm} + r\omega = U_{cm} + \frac{R\omega}{2}$

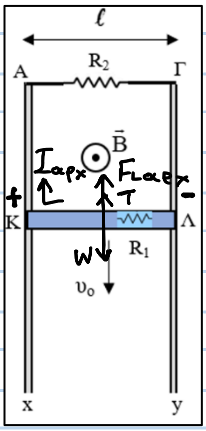
$\Rightarrow U_A = U_{cm} + \frac{U_{cm}}{2} \Rightarrow U_A = \frac{3}{2} U_{cm}$

όπου $U_{cm} = a_{cm} t = 4\,m/s \rightarrow \boxed{U_A = 6\,m/s}$

Θέμα Δ

Δ1 Ο αγωγός κινείται εντός ομπ οπότε εμφανίζει ΗΕΔ $E_{επ}$. Τη χρονική στιγμή $t=0$ έχει $U_0 \rightarrow E_{επ_{αρχ}} = BU_0 \ell = 4V$, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα $I_{αρχ} = \frac{E_{επ_{αρχ}}}{R_{ολ}} = 2A$ οπότε

(όπου $R_{ολ} = R_1 + R_2 = 2\Omega$)



δέχεται $F_{Lαρχ} = BI_{αρχ}\ell = 2N$. Ταυτόχρονα ασκούνται το βάρος του $\vec{W}$ και η τριβή $\vec{T}$ από τους οδηγούς.

α) Ισχύει: $\Sigma F_{y_{αρχ}} = m \cdot a \Rightarrow W - F_{Lαρχ} - T = ma$

$\Rightarrow a = \frac{mg - F_{Lαρχ} - T}{m} \Rightarrow \boxed{a = 5\,m/s^2 \downarrow}$

β) $V_{KΛ} = I_{αρχ} \cdot R_2 = 2 \cdot 1{,}5V \Rightarrow \boxed{V_{KΛ} = 3V}$ ή $V_{KΛ} = E_{επ_{αρχ}} - IR_1 = 3V$.

Δ2 Ο αγωγός επιταχύνεται οπότε η ταχύτητα, η ΗΕΔ $E_{επ}$, το ηλεκτρικό ρεύμα I και η δύναμη Laplace F_L αυξάνονται. Η συνισταμένη δύναμη $\Sigma F_y = W - F_L - T$ μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί οπότε ο αγωγός αποκτά την οριακή ταχύτητα U_{op}.

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow W - F_L - T = 0 \Rightarrow F_L = W - T \Rightarrow BI\ell = W - T$

$$\Rightarrow B\frac{\mathcal{E}_{\epsilon\pi}}{R_{o\lambda}}\ell = W - T \Rightarrow B\frac{Bv_{op}\ell}{R_{o\lambda}}\ell = W - T \Rightarrow \frac{B^2\ell^2}{R_{o\lambda}}v_{op} = mg - T$$

$$\Rightarrow v_{op} = \frac{(mg-T)R_{o\lambda}}{B^2\ell^2} \Rightarrow \boxed{v_{op} = 12\ m/s}$$

Δ3 α) Δίνεται $\frac{dQ_T}{dt} = 40\%\,\frac{dQ_{R_{o\lambda}}}{dt} \Rightarrow T\cdot v = 0{,}4\, I^2 R_{o\lambda}$

$$\Rightarrow T\cdot v = 0{,}4\,\frac{B^2v^2\ell^2}{R_{o\lambda}^2}R_{o\lambda} \Rightarrow T = 0{,}4\,\frac{B^2\ell^2}{R_{o\lambda}}\cdot v \Rightarrow v = 2{,}5\,\frac{T\cdot R_{o\lambda}}{B^2\ell^2} \Rightarrow \boxed{v = 10\ m/s}$$

β) $E_{MHX} = K + U \rightarrow \frac{dE_{MHX}}{dt} = \frac{dK}{dt} + \frac{dU}{dt}$

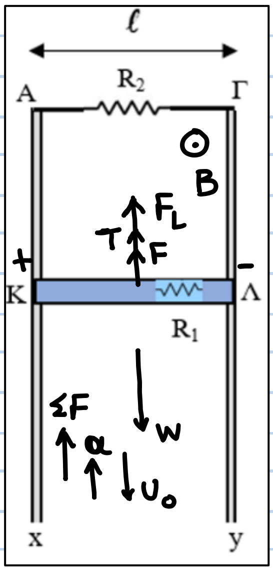
όπου $\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{\Sigma F}}{dt} = \Sigma F\frac{dy}{dt} = \Sigma F\cdot v = +1\cdot 10\ J/s = 10\ J/s$

όπου
$v = 10\,m/s$ $\quad I = \frac{\mathcal{E}_{\epsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{Bv\ell}{R_{o\lambda}} = \frac{10}{2}A \rightarrow F_L = BI\ell = 5N$, $\quad \Sigma F = mg - F_L - T = 1N$

και $\frac{dU}{dt} = -\frac{dW_w}{dt} = -\frac{+w\,dy}{dt} = -mg\cdot v = -80\,J/s.$

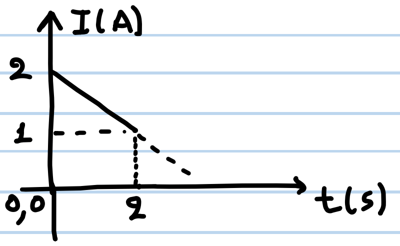
άρα $\frac{dE_{MHX}}{dt} = +10\,J/s - 80\,J/s \Rightarrow \boxed{\frac{dE_{MHX}}{dt} = -70\,J/s}$

Δ4 Ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση οπότε $v = v_0 - at \Rightarrow \underline{v = 4 - t\ \ SI}$



$\mathcal{E}_{\epsilon\pi} = Bv\ell \Rightarrow \underline{\mathcal{E}_{\epsilon\pi} = 4 - t,\ S.I}$

$I = \frac{\mathcal{E}_{\epsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow \underline{I = 2 - 0{,}5t\ \ S.I.}$



Το φορτίο είναι ίσο με το εμβαδόν στο διάγραμμα έντασης - χρόνου

$$\Delta q = \underset{0\rightarrow 2sec}{\text{Εμβαδόν}} = \frac{2+1}{2}\cdot 2\ C \Rightarrow \boxed{\Delta q = 3\,C}$$

Δ5 $\upsilon_0 = 4\,m/s \longrightarrow F_{Laplace} = 2N$, $T = 2N$, $w = mg = 8N$

Επειδή $W = 8N > F_{Laplace} + T = 4N$ και η $\Sigma\vec{F}$ είναι αντίρροπη του βάρους $\vec{w}$, η εξωτερική δύναμη $\vec{F}$ θα έχει φορά προς τα πάνω.

Ισχύει: $I = 2 - 0{,}5t$, $SI \rightarrow F_L = BI\ell \Rightarrow \underline{F_L = 2 - 0{,}5t \ S.I.}$

$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F + F_L + T - W = m\alpha \Rightarrow F + 2 - 0{,}5t + 2 - 8 = 0{,}8$

$\Rightarrow \underline{F = 4{,}8 + 0{,}5t\,,\ S.I.}$

Τη χρονική στιγμή $t = 2\,sec$:
- $\upsilon = 4 - t = (4-2)\,m/s \Rightarrow \upsilon = 2\,m/s$
- $F = 4{,}8 + 0{,}5t = (4{,}8 + 1)N \Rightarrow F = 5{,}8N$

$$P_F = \frac{dW_F}{dt} = -\frac{F \cdot dy}{dt} = -F \cdot \upsilon = -5{,}8 \cdot 2\,W \Rightarrow \boxed{P_F = -11{,}6\,W}$$