ΘΕΜΑ Α

A1. γ

A2. δ

A3. γ

A4. β

A5. α Λάθος

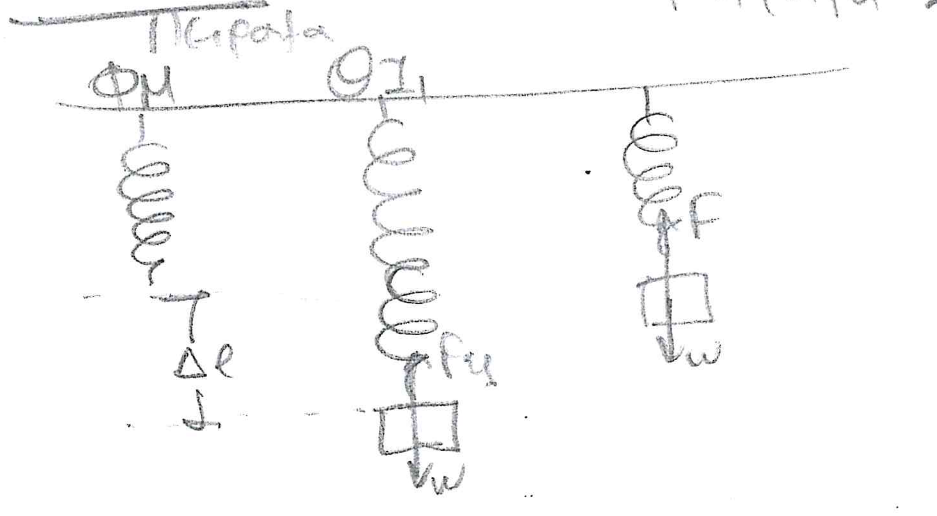
β. Σωστό

γ. Λάθος

δ. Σωστό

ε. Σωστό

ΘΕΜΑ Β

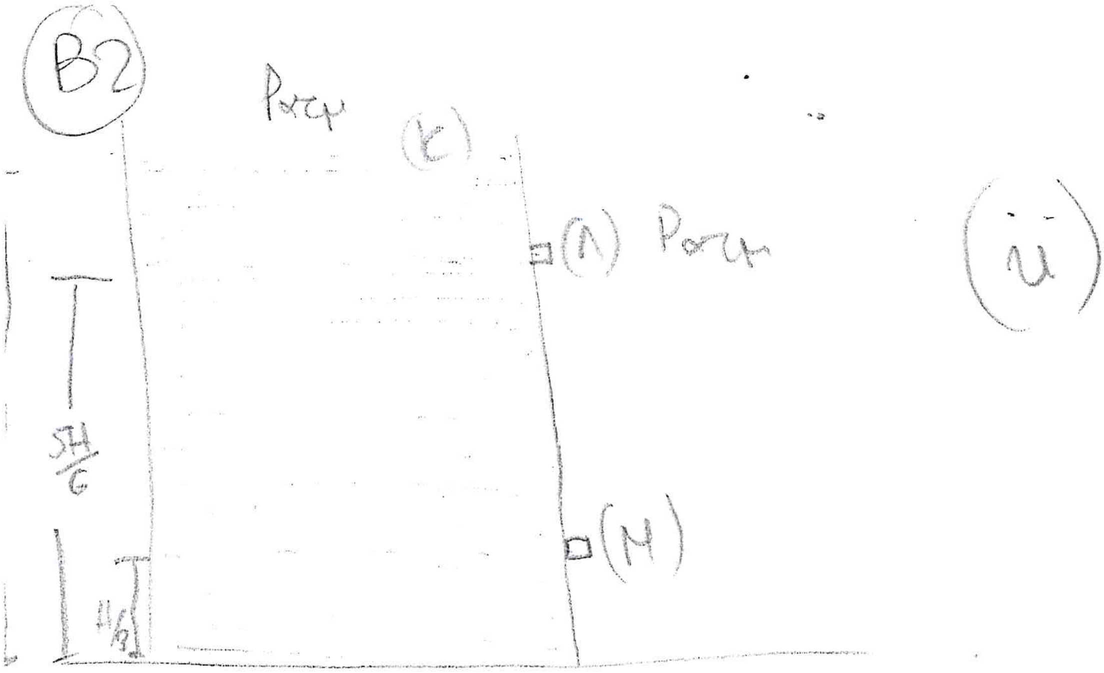


(ii)

Στη ΘΙ : $\Sigma F = 0 \rightarrow w = F_{ελ} \rightarrow mg = k\Delta l$

Πείραμα 1. $A_1 = \Delta l$

Πειραμα 2: Στο ΦΜ : $\Sigma F = 0$ γιατί $F_{ελ} = 0$ κ $\vec{F} = -\vec{w}$ άρα η Ν.Θ.Ι είναι στο ΦΜ κ το σώμα ξεκινάει από τη ΘΙ άρα



$$\Pi_{\alpha\rho\chi} = \frac{V}{\Delta t_1} \qquad \Pi_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{V}{\Delta t_2}$$

$$\Pi_{\alpha\rho\chi} = A \cdot \upsilon_1 \qquad \Pi_{\tau\varepsilon\lambda} = A\upsilon_1 + A\upsilon_2 = A(\upsilon_1 + \upsilon_2)$$

Bernoulli $(K) \to (\Lambda)$:

$$\cancel{P_K} + \rho g H + \cancel{\frac{\rho \upsilon_K^2}{2}}^{\to 0} = \cancel{P_\Lambda} + \rho g \frac{5H}{6} + \frac{\rho \upsilon_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$\rho g H - \frac{\rho g 5H}{6} = \frac{\rho \upsilon_1^2}{2} \Rightarrow \frac{gH}{6} = \frac{\upsilon_1^2}{2} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

Bernoulli $(K) \to (M)$:

$$\cancel{P_K} + \rho g H + \cancel{\frac{\rho \upsilon_K^2}{2}}^{\to 0} = \cancel{P_M} + \frac{\rho g H}{3} + \frac{\rho \upsilon_2^2}{2} \Rightarrow$$

$$\rho g H - \frac{\rho g H}{3} = \frac{\rho \upsilon_2^2}{2} \Rightarrow \frac{2gH}{3} = \frac{\upsilon_2^2}{2} \Rightarrow \upsilon_2 = 2\sqrt{\frac{gH}{3}}$$

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\frac{V}{\Pi_{\tau\varepsilon\lambda}}}{\frac{V}{\Pi_{\alpha\rho\chi}}} = \frac{\Pi_{\alpha\rho\chi}}{\Pi_{\tau\varepsilon\lambda}} = \frac{A\upsilon_1}{A(\upsilon_1+\upsilon_2)} = \frac{\sqrt{\frac{gH}{3}}}{\sqrt{\frac{gH}{3}} + 2\sqrt{\frac{gH}{3}}} = \frac{1}{3}$$

B3)

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= m_1 u_1 \\ P_1' &= m_1 u_1' = \frac{P_1}{5} \end{aligned}\right\} \rightarrow u_1' = \frac{u_1}{5}$$

$$\frac{\Delta K_1}{K_1}\cdot 100\% = \frac{K_1' - K_1}{K_1}\cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}m_1 u_1'^2 - \frac{1}{2}m_1 u_1^2}{\frac{1}{2}m_1 u_1^2}\cdot 100\% =$$

$$= \frac{\left(\frac{u_1}{5}\right)^2 - u_1^2}{u_1^2}\cdot 100\% = \frac{\frac{u_1^2}{25} - u_1^2}{u_1^2}\cdot 100\% = \frac{-\frac{24}{25}u_1^2}{u_1^2}\cdot 100\%$$

$$= -\frac{24}{25}\cdot 100\% = -96\%$$ άρα (iii)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. $I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{r + R_{κλ}} = \frac{9}{1+2} = 3A$

$F_L = mg \Rightarrow BIl = 0{,}3 \cdot 10 \Rightarrow B \cdot 3 \cdot 1 = 3 \Rightarrow B = 1T$

$P_Σ = V_Σ \cdot I_Σ \Rightarrow 6 = 6 I_Σ \Rightarrow I_Σ = 1A$

$V_Σ = I_Σ \cdot R_Σ \Rightarrow 6 = 1 \cdot R_Σ \Rightarrow R_Σ = 6Ω$

$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_Σ} \Rightarrow R_{ολ} = 2Ω$

Γ2. Επιταχύνεται λόγω βάρους. Στα άκρα του $V_{επ} = Bυl$ που αυξάνει, κυκλοφορεί $I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}}$ που αυξάνει, δέχεται $F_L = BI_{επ}l$ που αυξάνει. Θα έχει $υ_{ορ}$ ⇒ $F_L = mg \Rightarrow BI_{επ}l = mg \Rightarrow$

$B \cdot \frac{Bυ_{ορ} \cdot l}{R_{ολ}} \cdot l = mg \Rightarrow υ_{ορ} = \frac{mg R_{ολ}}{B^2 l^2} = \frac{3}{1}(R_{εξ} + R_{κλ}) = 3(2+2)$

$υ_{ορ} = 12 m/s$

Γ3. $\frac{ΔP}{Δt} = ΣF = mg - F_L = mg - \frac{B^2 l^2 υ}{R_{εξ} + R_{επ}} = 1{,}5N$

Γ4. $I_{επ} = \frac{Bυl}{R_{εξ} + R_{επ}} = \frac{1 \cdot 12 \cdot 1}{2+2} = 3A$ $V_Σ = I_{επ} \cdot R_{εξ} = 6V$ άρα

λειτουργεί κανονικά

ΘΕΜΑ Δ.

$\eta\mu\phi = 0{,}8$

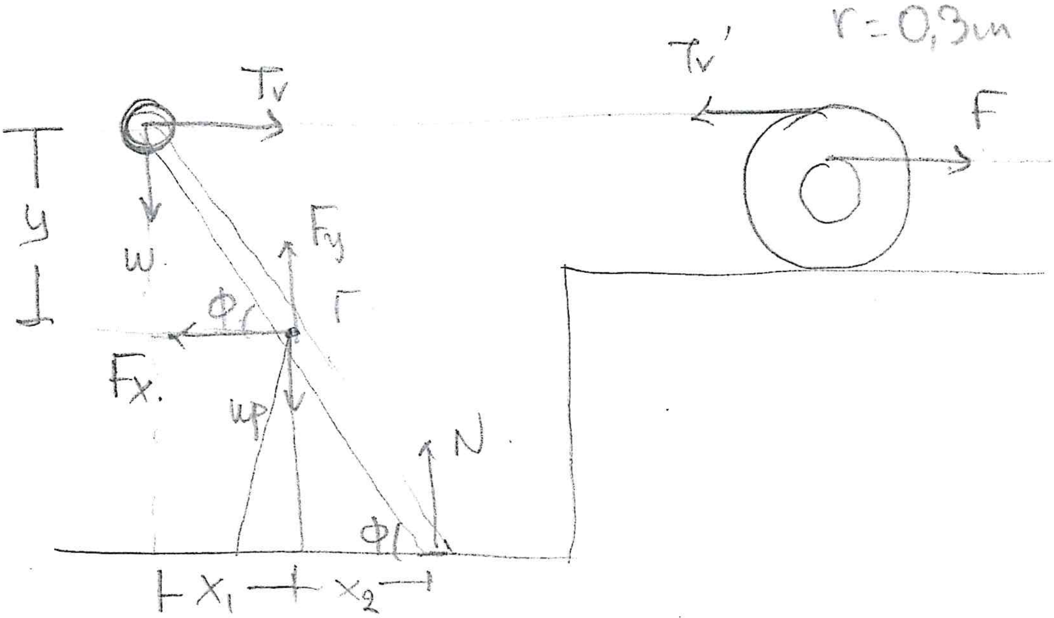
$\sigma\upsilon\nu\phi = 0{,}6$

Ράβδος: $M_\rho = 3kg$ $\ell = 2m$ $I_{cm(\rho)} = \dfrac{M_\rho \ell^2}{12}$

Σφαιρίδιο: $m = 1kg$

Τροχαλία: $M_T = 7kg$ $R = 0{,}4m$ $I_{cm(T)} = \dfrac{M_T R^2}{2}$

$r = 0{,}3m$



1) Για το σύστημα ράβδος - σφαιρίδιο έχουμε

$$\Sigma\tau_\Gamma = 0 \Rightarrow \vec{\tau}_w + \vec{\tau}_{T_\nu} + \vec{\tau}_N = 0 \Rightarrow$$

$$\tau_N + \tau_w = \tau_{T_\nu} \Rightarrow N \cdot x_2 + w \cdot x_1 = T_\nu \cdot y \quad (1)$$

$$\sigma\upsilon\nu\phi = \frac{x_2}{\ell/2} \Rightarrow x_2 = \frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi \quad (2)$$

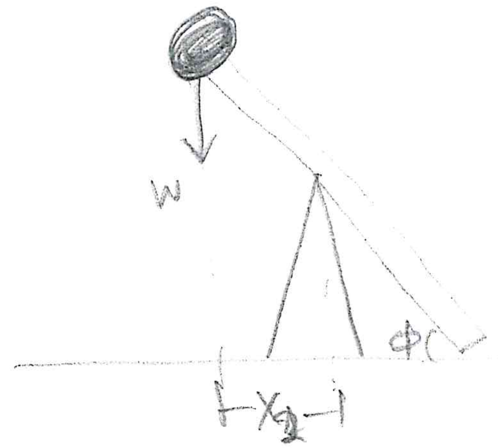
$$\sigma\upsilon\nu\phi = \frac{x_1}{\ell/2} \Rightarrow x_1 = \frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi \quad (3)$$

$$\eta\mu\phi = \frac{y}{\ell/2} \Rightarrow y = \frac{\ell}{2}\eta\mu\phi \quad (4)$$

$$(1),(2),(3),(4) \Rightarrow N \cdot \frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi + w \cdot \frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi = T_\nu \cdot \frac{\ell}{2}\eta\mu\phi \Rightarrow$$

$$N = \frac{T_\nu \cdot \eta\mu\phi - w\,\sigma\upsilon\nu\phi}{\sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{10{,}5 \cdot \frac{8}{10} - 10 \cdot \frac{6}{10}}{0{,}6} = \frac{8{,}4 - 6}{0{,}6} = 4N$$

Δ2)



Αφού χάνεται η επαφή με το δάπεδο 1: N=0

Για το σύστημα ράβδος - σφαιρίδιο έχουμε:

$$\Sigma \vec{\tau}_{ολ(Γ)} = I_{ολ(Γ)} \vec{a}_{γων}$$

$$I_{ολ(Γ)} = I_{cm(ρ)} + I_{σφ(Γ)} = \frac{M_ρ \cdot \ell^2}{12} + m \cdot \frac{\ell^2}{4} =$$

$$= \frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{12} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 2}{4} = 1 + 1 = 2\,kgm^2$$

Τη στιγμή που κόβεται το νήμα και μόλις έχει χαθεί η επαφή:

$$\Sigma \vec{\tau}_{ολ(Γ)} = \vec{\tau}_w \Rightarrow \Sigma \tau_{ολ} = \tau_w = w \cdot x_1 = w \cdot \frac{\ell}{2} συνφ \Rightarrow$$

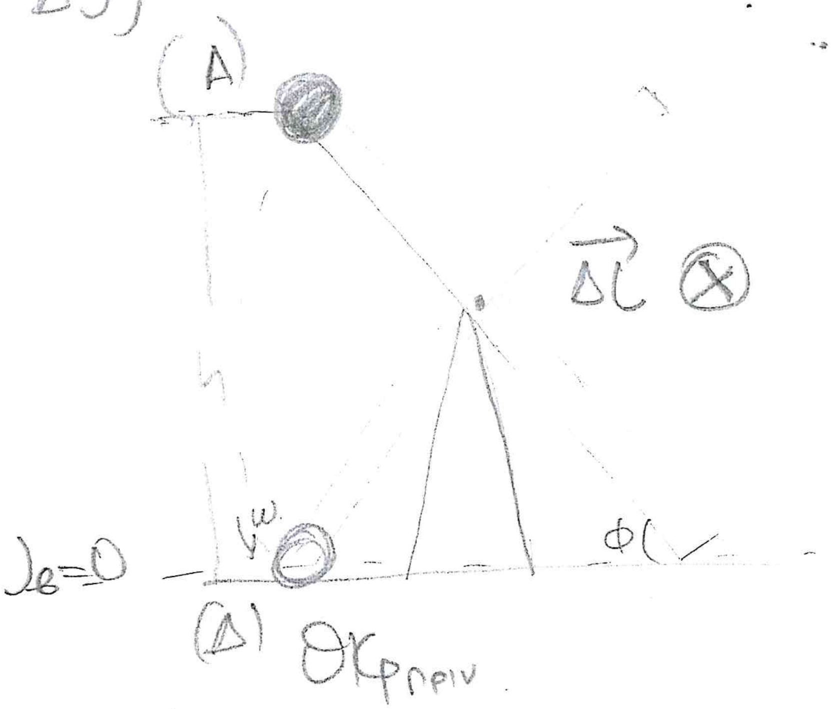
$$\Sigma \tau_{ολ(Γ)} = 10 \cdot \frac{6}{10} = 6\,Nm$$

Άρα $a_{γων} = \frac{\Sigma \tau_{ολ(Γ)}}{I_{ολ(Γ)}} = \frac{6}{2} = 3\,rad/s^2$

Για τη ράβδο τη στιγμή που χάνεται η επαφή:

$$\frac{\Delta L_ρ}{\Delta t} = \Sigma \tau_ρ = I_{cm(ρ)} a_{γων} = \frac{M_ρ \ell^2}{12} \cdot a_{γων} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{12} \cdot 3 = 3\,\frac{kgm^2}{s^2}$$

Δ3)



$ημφ = \frac{h}{\ell} \Rightarrow h = \ell\, ημφ = 2 \cdot \frac{8}{10} = 1{,}6m$

Για την κίνηση του συστήματος ράβδου - σφαιριδίου εφαρμόζουμε ΑΔΜΕ από θέση (Α) σε θέση (Δ).

$E_{μηχ(A)} = E_{μηχ(Δ)} \Rightarrow K_A + U_A = K_Δ + U_Δ$ (5) $\Rightarrow$

$K_A = 0$ (6) γιατί αρχικά συστημα ακινητο

$U_A = mgh + U_ρ$ (7)

$K_Δ = \frac{1}{2} I_{ολ(r)} \cdot ω^2$ (8)

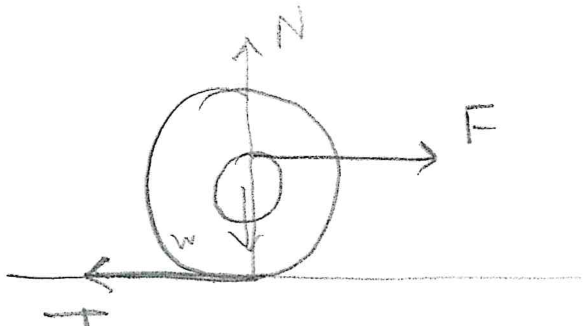
$U_Δ = 0 + U_ρ$ (9)

(5),(6),(7),(8),(9) $\Rightarrow mgh + U_ρ = \frac{1}{2} I_{ολ(r)} ω^2 + U_ρ \Rightarrow$

$mgh = \frac{1}{2} I_{ολ(r)} ω^2 \Rightarrow ω = \sqrt{\frac{2mgh}{I_{ολ(r)}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 1{,}6}{2}} =$

$ω = 4 rad/s$

Δ4.)



Για την τροχαλία:

Μεταφ: $\Sigma F_x = M_T \cdot a_{cm} \Rightarrow F - T_{\sigma\tau} = M_T a_{cm}$ (10)

Στροφ: $\Sigma \tau_{cm} = I_{cm(T)} \cdot a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \tau_F + \tau_{T\sigma\tau} = I_{cm(T)} \cdot a_{\gamma\omega\nu}$

$$F \cdot r + T_{\sigma\tau} \cdot R = \frac{M_T R^2}{2} \cdot \frac{a_{cm}}{R} \Rightarrow \frac{F \cdot r}{R} + T_{\sigma\tau} = \frac{M_T a_{cm}}{2} \quad (11)$$

$$(10),(11) \Rightarrow F + \frac{F \cdot r}{R} = M_T \cdot a_{cm} + \frac{M_T \cdot a_{cm}}{2} \Rightarrow$$

$$F + \frac{F \cdot r}{R} = \frac{3 M_T a_{cm}}{2} \Rightarrow \frac{7F}{4} = \frac{3 M_T \cdot a_{cm}}{2} \Rightarrow$$

$$a_{cm} = \frac{7F}{6M_T} = \frac{7 \cdot 12}{6 \cdot 7} = 2 m/s^2$$

Δ5.) $x_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 4 m$

$$\theta = \frac{x_{cm}}{R} = \frac{40}{4} = 10 rad.$$

$$W_{F o\lambda} = F \cdot x_{cm} + \tau_F \cdot \theta = F \cdot x_{cm} + F \cdot r \theta =$$

$$= 12\left(4 + \frac{3}{\ } \cdot 10\right) = 84 \text{ Joule.}$$

$$\vec{\Delta L}_{συσ} = \vec{L}_{συσ(τελ)} - \vec{L}_{συσ(αρχ)} \Rightarrow$$

$$\Delta L_{συσ} = -L_{συσ(τελ)} - (+L_{συσ(αρχ)}) =$$

$$= -I_{ολ(r)} \cdot \frac{\omega}{2} - I_{ολ(r)} \cdot \omega =$$

$$= -\frac{3}{2} I_{ολ(r)} \cdot \omega = -\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 4 = -12 \frac{kg\,m^2}{s}$$

Άρα το μέτρο της μεταβολής ΔL του συστήματος ράβδου-σφαιριδίου είναι $12\,kg\,m^2/s$ και φορά αντίρροπη της $L_{συσ(τελ)}$.