

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022**

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ ,

A2. δ ,

A3. γ ,

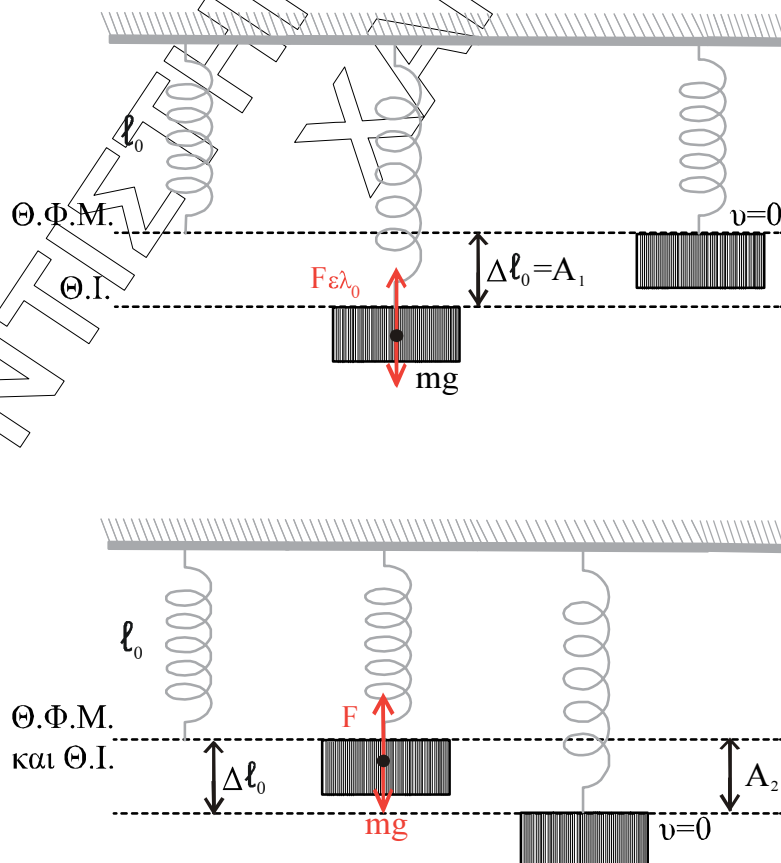
A4. β ,

A5. α) Λάθος β) Σωστό γ) Λάθος δ) Σωστό ε) Σωστό

ΘΕΜΑ Β

B1.

Σωστή η (I)



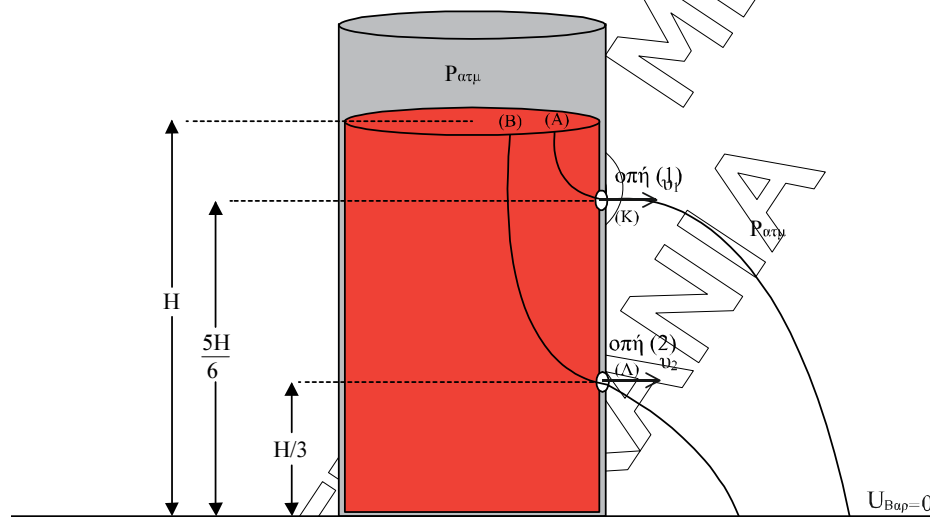
Στο πείραμα 1 έχουμε στη Θ.Ι. του $m: F_{ελ_0} = m \cdot g \Rightarrow K \cdot \Delta l_0 = m \cdot g \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{m \cdot g}{K}$.

Επειδή στη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου το m έχει $v = 0$, εκεί θα είναι και η ακραία θέση της Α.Α.Τ. Άρα: $A_1 = \Delta l_0 = \frac{m \cdot g}{K}$ (1)

Στο πείραμα 2 έχουμε στη Θ.Ι. του $m: F = m \cdot g$ άρα η Θ.Ι. ταυτίζεται με την Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου, άρα η αρχική θέση του m είναι η κάτω ακραία θέση της Α.Α.Τ. του. Οπότε πάλι $A_2 = \Delta l_0 = \frac{m \cdot g}{K}$. Λόγω λοιπόν της (1) ισχύει $A_1 = A_2$.

B2

Σωστή η (ii)



Με ανοικτή την οπή 1 μόνο, εφαρμόζουμε εξίσωση Bernoulli με επίπεδο $v_{βαρ} = 0$ το έδαφος στη ρευματική γραμμή (A) \rightarrow (K) και στα σημεία (A) και (K) αυτής:

$$P_A + \rho \cdot g \cdot H + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_A^2 = P_K + \rho \cdot g \cdot \frac{5H}{6} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 \quad \begin{matrix} v_A=0 \\ \text{αφού } A_A \gg A \end{matrix}$$

$$\Rightarrow P_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot H + 0 = P_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot \frac{5H}{6} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\rho \cdot g \cdot H}{6} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}$$

$$\text{Η παροχή εξόδου του νερού θα είναι : } \Pi_1 = A \cdot v_1 \Rightarrow \frac{V}{\Delta t_1} = A \cdot v_1 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{V}{A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}} \quad (1)$$

Με ανοικτές και τις δύο οπές, η ταχύτητα v_1 παραμένει ίδια. Όμοια με εξίσωση Bernoulli από το (B) στο (Λ) παίρνουμε:

$$\rho \cdot g \cdot H = \rho \cdot g \cdot \frac{H}{3} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 \Rightarrow \frac{2}{3} \rho \cdot g \cdot H = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 \Rightarrow v_2 = 2\sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}$$

Έτσι η παροχή και από τις δύο οπές εξόδου του νερού θα είναι:

$$\begin{aligned} \Pi_1 + \Pi_2 &= \frac{V}{\Delta t_2} \Rightarrow A \cdot v_1 + A \cdot v_2 = \frac{V}{\Delta t_2} \Rightarrow A \cdot \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} + A \cdot 2\sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} = \frac{V}{\Delta t_2} \Rightarrow \\ \Rightarrow 3A \cdot \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} &= \frac{V}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{V}{3A \cdot \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}} \quad (2). \end{aligned}$$

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\frac{V}{3A \cdot \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}}}{\frac{V}{A \cdot \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}}} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}.$$

B3

Σωστή η iii

Αφού η κρούση είναι κεντρική ελαστική θα δίνει η αρχή διατήρησης της ορμής:

$$\vec{P}_{ολ} = \vec{P}_{ολ} \Rightarrow \vec{P}'_1 = \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2$$

λίγο πριν λίγο μετά

Με θετική φορά διανυσμάτων προς τα δεξιά έχουμε:

$$P_1 = \frac{P_1}{5} + P'_2 \Rightarrow P'_2 = \frac{4}{5} P_1 \quad (1)$$

Από τις σχέσεις $P = m \cdot v$ και $k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ έχουμε:

$$v = \frac{P}{m} \quad \text{και} \quad k = \frac{1}{2} m \cdot \frac{P^2}{m^2} \Rightarrow k = \frac{P^2}{2m} \quad (2).$$

Το ζητούμενο ποσοστό θα είναι:

$$\Pi\% = \frac{k'_2}{k_1} \cdot 100\% \stackrel{(2)}{\Rightarrow} \Pi\% = \frac{\frac{P_2'^2}{2m_2}}{\frac{P_1^2}{2m_1}} \cdot 100\% \stackrel{(1)}{\Rightarrow}$$

$$\Rightarrow \Pi\% = \frac{m_1 \cdot \frac{16}{25} \cdot \cancel{P_1}}{m_2 \cdot \cancel{P_1}} \cdot 100\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{16}{25} 100\% = 64 \cdot \frac{m_1}{m_2} \% \quad (3)$$

Από τύπους κεντρικής ελαστικής κρούσης για την v_1' του m_1 μετά την κρούση, έχουμε:

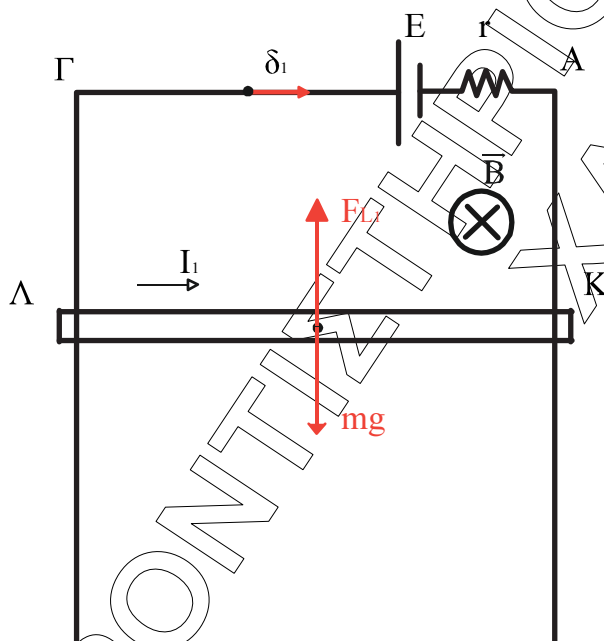
$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 \xRightarrow[v_1 = \frac{P_1}{m_1}]{v_1' = \frac{P_1'}{m_1}} \frac{\cancel{P_1}}{5 \cancel{m_1}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{\cancel{P_1}}{\cancel{m_1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 + m_2 = 5m_1 - 5m_2 \Rightarrow 6m_2 = 4m_1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}$$

$$H(3) \Rightarrow \Pi\% = \frac{3}{2} \cdot 64\% = \boxed{96\%}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



Η φορά του \vec{B} θα πρέπει να είναι από τον αναγνώστη προς το σχήμα ώστε να δέχεται ο ΚΛ δύναμη \vec{F}_{L_1} προς τα πάνω και να ισορροπεί.

$$\text{Άρα } F_{L_1} = m \cdot g \Rightarrow B \cdot I_1 \cdot l = m \cdot g .$$

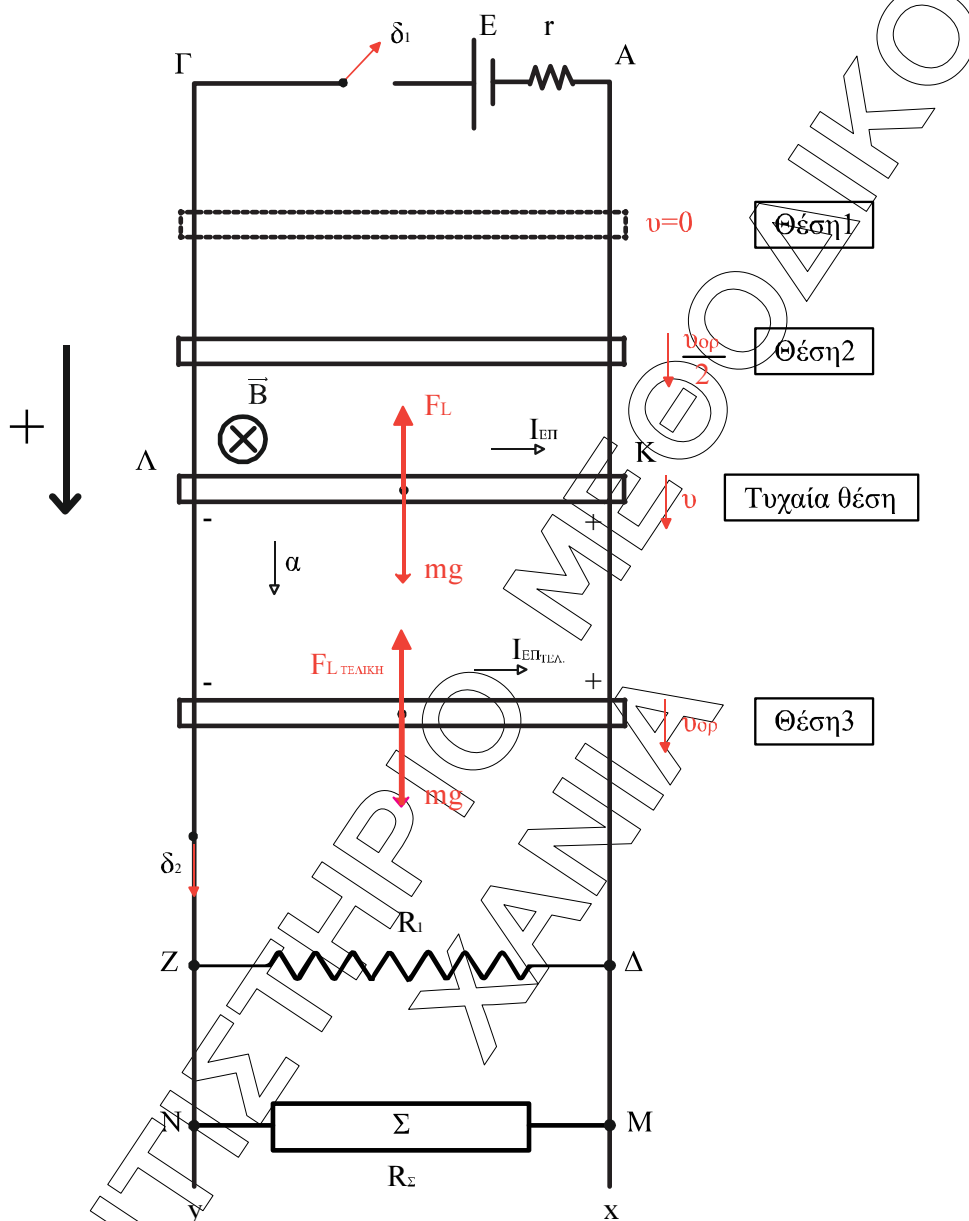
Από τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα έχουμε:

$$I_1 = \frac{E}{r + R_{\text{ΚΛ}}} = \frac{9}{3} = 3\text{A} .$$

Έτσι

$$B \cdot I_1 \cdot l = m \cdot g \Rightarrow B = \frac{m \cdot g}{I_1 \cdot l} = \frac{3}{3 \cdot 1} = 1 \text{ Tesla} .$$

Γ2.



Από τα κανονικά στοιχεία λειτουργίας της συσκευής παίρνουμε:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{6^2}{6} = 6\Omega$$

Έτσι η $R_{\text{ολ}}$ του κυκλώματος θα είναι:

$$R_{\text{ολ}} = \frac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} + R_{\text{κλ}} \Rightarrow R_{\text{ολ}} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} + 2 = 4\Omega$$

Στην τυχαία θέση και στα άκρα του κινούμενου αγωγού αναπτύσσεται $E_{\text{επ}}$ μέτρου $|E_{\text{επ}}| = B \cdot v \cdot \ell$ αφού η μαγνητική ροή στην επιφάνεια ΛKMN μειώνεται

$$\text{με στιγμιαίο ρυθμό } \frac{d\Phi}{dt} = -B \cdot \frac{dy}{dt} \cdot \ell = -B \cdot v \cdot \ell$$

Έτσι στο κύκλωμα τότε θα έχουμε ρεύμα με μέτρο έντασης $|I_{\epsilon\pi}| = \frac{|E_{\epsilon\pi}|}{R_{\sigma\lambda}}$

Στον ΚΛ τότε δημιουργείται \vec{F}_L μέτρου $|F_L| = B \cdot |I_{\epsilon\pi}| \cdot \ell \Rightarrow |F_L| = \frac{B \cdot \ell^2 \cdot v}{R_{\sigma\lambda}}$.

Από θεμελιώδη νόμο μηχανικής για τον ΚΛ έχουμε:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow mg - |F_L| = ma \Rightarrow \alpha = g - \frac{B^2 \cdot \ell^2 \cdot v}{m \cdot R_{\sigma\lambda}} \quad (1).$$

Από τη σχέση αυτή βλέπουμε ότι η \vec{v} αυξάνεται κατά μέτρο, άρα το μέτρο της \vec{a} μειώνεται, επομένως ο αγωγός εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με συνεχώς ελαττούμενη επιτάχυνση. Κάποια στιγμή, στη θέση 3, η \vec{a} μηδενίζεται και τότε μηδενίζεται και η $\Sigma \vec{F}$ οπότε εκείνη τη στιγμή ο αγωγός αποκτά την v_{op} .

$$\text{Δηλαδή } 0 = g - \frac{B^2 \cdot \ell^2 \cdot v_{op}}{m \cdot R_{\sigma\lambda}} \Rightarrow v_{op} = \frac{m \cdot g \cdot R_{\sigma\lambda}}{B^2 \cdot \ell^2} = \frac{3 \cdot 4}{1 \cdot 1} = 12 \text{ m/s} \Rightarrow \boxed{v_{op} = 12 \text{ m/s}}$$

Εξήγηση για τη φορά της $\vec{F}_{LAPLACE}$ κατά την κάθοδο του αγωγού:

Ο αγωγός αρχικά δεν έχει ταχύτητα, οπότε κινείται με φορά προς τα κάτω δεχόμενος τη δύναμη του βάρους.

Επειδή μειώνεται η μαγνητική ροή που περνά από την επιφάνεια ΛΚΜΝ σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να αντιστέκεται στο αίτιο που το προκαλεί, επομένως η $F_{LAPLACE}$ θα αντιστέκεται στην κίνηση του αγωγού.

$$\Gamma 3. \quad \frac{dP}{dt} = \Sigma F = m \cdot a \xrightarrow{(1)} \frac{dP}{dt} = m \cdot g - \frac{B^2 \ell^2 \cdot v_{op/2}}{R_{\sigma\lambda}} = 3 - \frac{1 \cdot 1 \cdot 6}{4} = 3 - \frac{3}{2} = \boxed{1,5 \text{ Kg m/s}^2}$$

$\Gamma 4.$ Όταν $v = v_{op}$ έχουμε για την

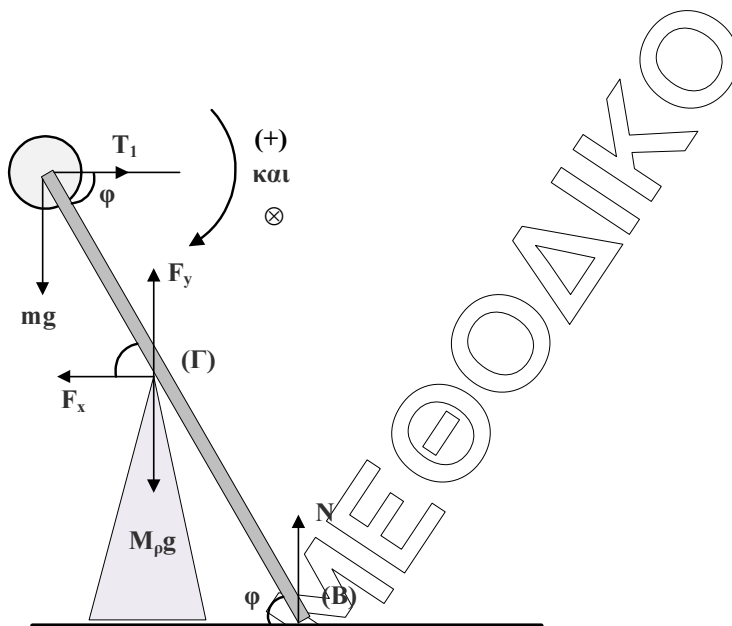
$$V_{\text{πολ}} = V_{\text{ΚΛ}} = |E_{\epsilon\pi}| - |I_{\epsilon\pi}| \cdot R_{\text{ΚΛ}} = B \cdot v_{op} \cdot \ell - \frac{B \cdot v_{op} \cdot \ell}{R_{\sigma\lambda}} \cdot R_{\text{ΚΛ}} =$$

$$= 1 \cdot 12 - \frac{1 \cdot 12 \cdot 1}{4} \cdot 2 = 12 - 6 = \boxed{6 \text{ Volt}} = V_{\text{ΜΝ}}$$

Άρα λειτουργεί κανονικά η συσκευή.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Η ράβδος ισορροπεί στροφικά ως προς το σημείο (Γ).

Άρα έχουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma \tau_{(\Gamma)} = 0 &\Rightarrow T_1 \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \eta\mu\varphi - m \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sigma\upsilon\eta\varphi - N \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sigma\upsilon\eta\varphi = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow T_1 \cdot \eta\mu\varphi - m \cdot g \cdot \sigma\upsilon\eta\varphi = N \cdot \sigma\upsilon\eta\varphi \Rightarrow N = \frac{T_1 \cdot \eta\mu\varphi}{\sigma\upsilon\eta\varphi} - m \cdot g \Rightarrow \\ &\Rightarrow N = \frac{10,5 \cdot 0,8}{0,6} - 10 = \frac{10,5 \cdot 8}{6} - 10 = 4 \text{ N.} \end{aligned}$$

Δ2.

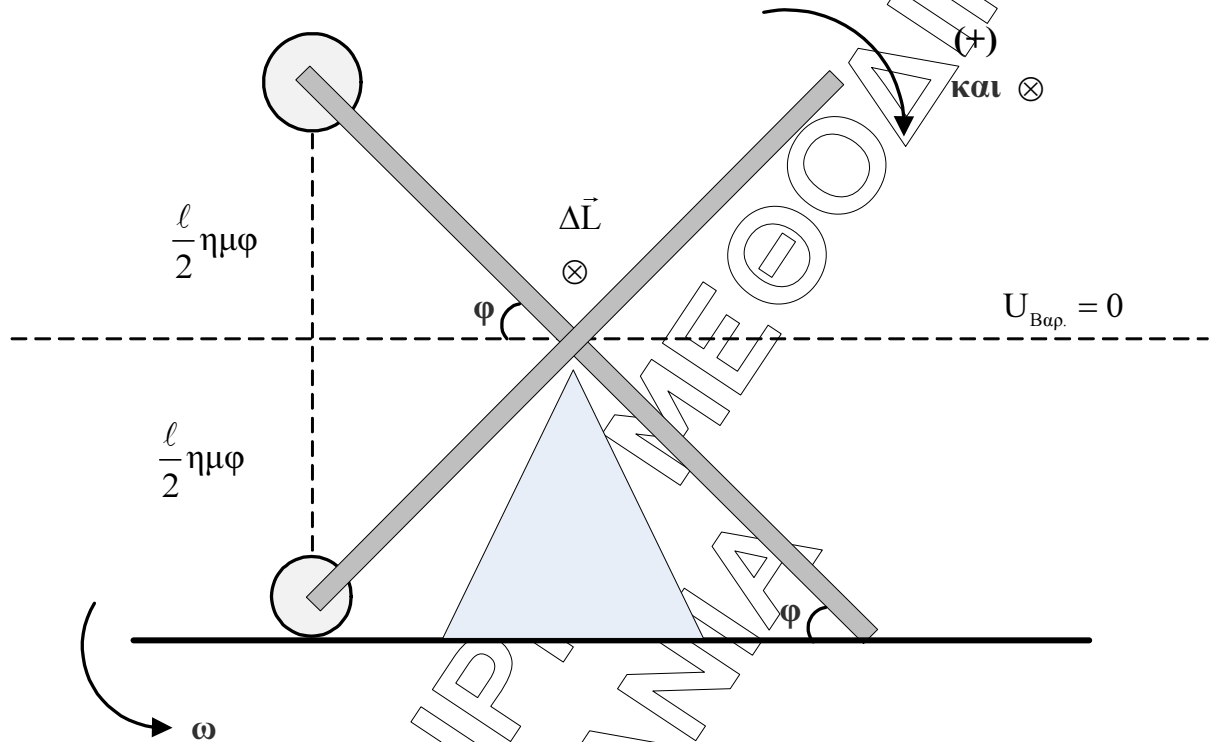
Μετά το κόψιμο του νήματος η $T_1 = 0$ και αφού χάνεται και η επαφή στο Β της ράβδου με το δάπεδο και $N = 0$. Έτσι από ΘΝΣΚ για το σύστημα ράβδος– m έχουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma \tau = I_{\text{ολ}} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} &\Rightarrow -m \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sigma\upsilon\eta\varphi = -I_{\text{ολ}} \cdot |\alpha_{\gamma\omega\nu}| \Rightarrow \\ &\Rightarrow m \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sigma\upsilon\eta\varphi = \left(\frac{1}{12} M_{\rho} \cdot \ell^2 + \frac{m \cdot \ell^2}{4} \right) \cdot |\alpha_{\gamma\omega\nu}| \Rightarrow \\ &\Rightarrow |\alpha_{\gamma\omega\nu}| = \frac{10 \cdot 0,6}{\frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 4 + \frac{1 \cdot 4}{4}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ rad/s}^2 \end{aligned}$$

Από γενικευμένο θεμελιώδη νόμο για τη ράβδο παίρνουμε:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \Sigma \vec{\tau} = I_p \cdot \vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \frac{dL}{dt} = -\frac{1}{12} \cdot M_p \cdot \ell^2 \cdot |\alpha_{\gamma\omega\nu}| = -\frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 4 \cdot 3 = \boxed{-3 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2}$$

Δ3.



Εφαρμογή ΑΔΕ για το σύστημα ράβδου- m από την αρχική θέση μέχρι λίγο πριν το m χτυπήσει στο έδαφος:

$$E_{\text{ολ.αρχ.}} + E_{\text{προσφερόμενη}} = E_{\text{ολ.τελ.}} + E_{\text{απολειπών}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m \cdot g \left(\frac{l}{2} \right) \cdot \eta\mu\varphi = K_{\text{ολ.}} - m \cdot g \left(\frac{l}{2} \right) \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow 2 \cdot m \cdot g \cdot \frac{l}{2} \cdot \eta\mu\varphi = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{ολ.}} \cdot \omega^2 \Rightarrow$$

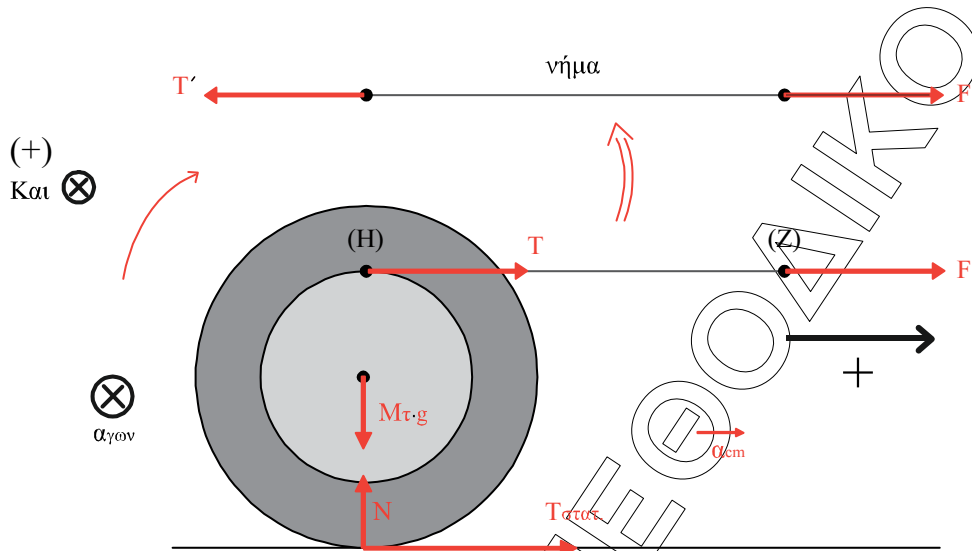
$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot l \cdot \eta\mu\varphi}{I_{\text{ολ.}}} \Rightarrow \omega^2 = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot l \cdot \eta\mu\varphi}{\frac{1}{12} M_p \cdot \ell^2 + \frac{m \cdot \ell^2}{4}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,8}{\frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 4 + \frac{1 \cdot 4}{4}} = \frac{40 \cdot 0,8}{2} = 16 \text{ rad}^2 / \text{s}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = 4 \text{ rad/s}$$

$$\Delta \vec{L} = \Delta \vec{L}_{\text{ολ.}} = \vec{L}_{\text{ολ.τελ.}} - \vec{L}_{\text{ολ.αρχ.}} \Rightarrow \Delta L_{\text{ολ.}} = I_{\text{ολ.}} \cdot \frac{\omega}{2} - (-I_{\text{ολ.}} \cdot \omega) = \frac{3}{2} I_{\text{ολ.}} \cdot \omega = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 12 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}$$

με διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο περιστροφής της ράβδου και φοράς από τον αναγνώστη προς το σχήμα.

Δ4.



Το νήμα είναι άμαζο άρα ισχύει γι αυτό: $\sum \vec{F}_{\text{νήματος}} = m_{\text{νήμα}} \cdot \vec{a} \Rightarrow F - T' = 0 \Rightarrow F = T'$.
 Λόγω δράσης-αντίδρασης $T = T'$ άρα $T = F$ όπου F , T' , T τα μέτρα των δυνάμεων \vec{F} , \vec{T} και \vec{T}' .

Από Β' νόμο Νεύτωνα για την τροχαλία έχουμε
 $T + T_{\text{στατ}} = M_{\tau} \cdot \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow F + T_{\text{στατ}} = M_{\tau} \cdot \alpha_{\text{cm}}$ (1)

Από θεμελιώδη νόμο στροφικής κίνησης έχουμε:

$$\Sigma \tau = I_{\tau} \cdot \alpha_{\text{γων}} \Rightarrow T \cdot r - T_{\text{στατ}} \cdot R = \frac{1}{2} M_{\tau} \cdot R^2 \cdot \alpha_{\text{γων}} \xrightarrow{T=F}$$

$$\Rightarrow F \cdot r - T_{\text{στατ}} \cdot R = \frac{1}{2} M_{\tau} \cdot R \cdot R \cdot \alpha_{\text{γων}} \xrightarrow{\alpha_{\text{cm}} = \alpha_{\text{γων}} R}$$

$$\Rightarrow F \cdot r - T_{\text{στατ}} \cdot R = \frac{1}{2} M_{\tau} \cdot R \cdot \alpha_{\text{cm}} \quad (2)$$

Η (1) $\Rightarrow T_{\text{στατ}} = M_{\tau} \cdot \alpha_{\text{cm}} - F$ οπότε για τη (2) έχουμε:

$$F \cdot r - M_{\tau} \cdot \alpha_{\text{cm}} \cdot R + F \cdot R = \frac{1}{2} M_{\tau} \cdot R \cdot \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F(R+r) = \frac{3}{2} M_{\tau} \cdot R \cdot \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\text{cm}} = \frac{2F(R+r)}{3M_{\tau} \cdot R} = \frac{24 \cdot 0,7}{3 \cdot 7 \cdot 0,4} = 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \boxed{\alpha_{\text{cm}} = 2 \text{ m/s}^2}$$

Δ5.

$$W_F = F \cdot \Delta x_Z \cdot \cos 0^\circ.$$

Το σημείο (Z) που είναι το σημείο εφαρμογής της \vec{F} κινείται με ταχύτητα

$v_Z = v_{cm} + v_{\gamma\alpha\mu\mu\eta}$ όπου Η το σημείο της τροχαλίας ακτίνας r που ακουμπά το νήμα, αφού το νήμα δε γλιστρά στην περιφέρεια της τροχαλίας.

Άρα:

$$v_Z = v_{cm} + \omega \cdot r \Rightarrow \frac{dv_Z}{dt} = \frac{dv_{cm}}{dt} + \frac{d\omega}{dt} \cdot r \Rightarrow \alpha_Z = \alpha_{cm} + \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot r \Rightarrow \alpha_Z = \alpha_{cm} + \frac{\alpha_{cm}}{R} \cdot r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_Z = 2 + \frac{2}{0,4} \cdot 0,3 = 2 + 1,5 = 3,5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Άρα: } \Delta x_Z = \frac{1}{2} \cdot \alpha_Z \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot 4 = 7 \text{ m}.$$

$$\text{Έτσι : } W_F = 12 \cdot 7 = 84 \text{ Joule}.$$