ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)

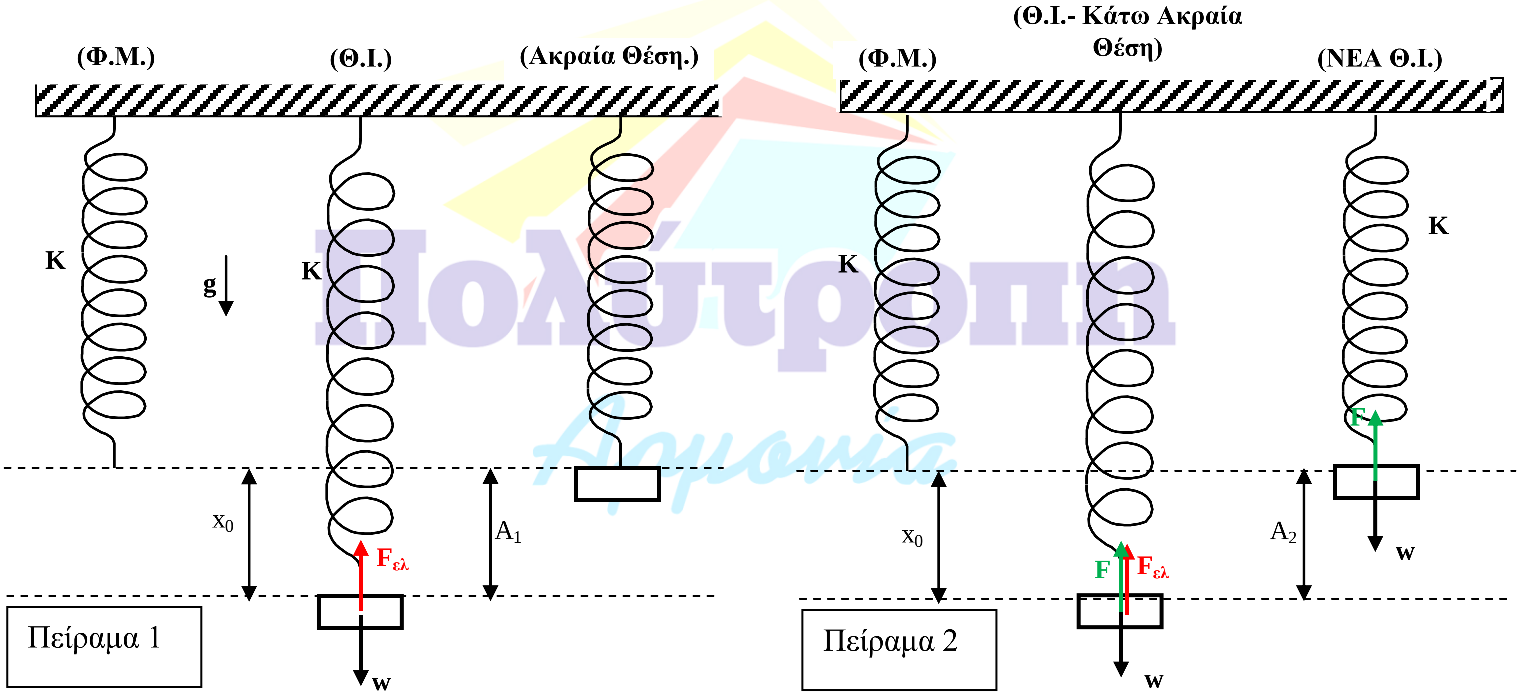
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. (γ) **Α2.** (δ) **Α3.** (γ) **Α4.** (β) **Α5. α. Λ β. Σ γ. Λ δ. Σ ε. Σ**

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το (i)



Στο πείραμα 1:

Εφόσον μετακινούμε το σώμα από τη Θέση Ισορροπίας του και το αφήνουμε ελεύθερο από τη θέση Φυσικού Μήκους, τότε για το πλάτος A_1 ισχύει: $A_1 = x_0$, όπου x_0 είναι η παραμόρφωση του ελατηρίου όταν αυτό ισορροπεί.

Στο πείραμα 2:

Στη Θ.Ι το σώμα δέχεται μία σταθερή δύναμη F. Αυτό σημαίνει πως στη θέση αυτή δεν ισορροπεί πλέον. Η Νέα Θέση Ισορροπίας (Ν.Θ.Ι) θα είναι όταν ΣF = 0.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F + F_{\varepsilon\lambda} - w = 0 \xRightarrow{F=w=mg} mg + F_{\varepsilon\lambda} - mg = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Rightarrow k \cdot x = 0 \Rightarrow x = 0$$

Το σύστημα θα ισορροπεί λοιπόν σε νέα θέση, εκεί που η παραμόρφωση του ελατηρίου θα είναι x = 0, δηλαδή στη Θέση Φυσικού Μήκους.

Επομένως, η «παλιά» θέση ισορροπίας, είναι η κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης. Άρα, το πλάτος της νέας ταλάντωσης $A_2 = x_0$.

Προκύπτει λοιπόν ότι $A_1=A_2$.

B2. Σωστό το (ii)

Όταν είναι μόνο η οπή 1 ανοιχτή, η παροχή από την οπή 1 είναι:

$$\Pi_1 = \frac{V}{\Delta t_1} \Rightarrow V = \Pi_1 \cdot \Delta t_1 \ (1)$$

Όταν είναι ανοιχτές και οι δύο οπές, η παροχή είναι:

$$\Pi_1 + \Pi_2 = \frac{V}{\Delta t_2} \Rightarrow V = (\Pi_1 + \Pi_2) \cdot \Delta t_2 \ (2)$$

Η ταχύτητα εκροής από την οπή 1, σύμφωνα με το θεώρημα του Torricelli είναι:

$$U_1 = \sqrt{2g(H - \frac{5H}{6})} \Rightarrow U_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}} \ (3)$$

Η παροχή από την οπή 1 θα είναι:

$$\Pi_1 = A \cdot U_1 \overset{(3)}{\Rightarrow} \Pi_1 = A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}} \ (4)$$

Η ταχύτητα εκροής από την οπή 2, σύμφωνα με το θεώρημα του Torricelli είναι:

$$U_2 = \sqrt{2g(H - \frac{H}{3})} \Rightarrow U_2 = 2 \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}} \ (5)$$

Η παροχή από την οπή 2 θα είναι:

$$\Pi_2 = A \cdot U_2 \overset{(5)}{\Rightarrow} \Pi_2 = 2A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}} \ (6)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις (2) και (1) έχουμε:

$$1 = \frac{(\Pi_1+\Pi_2)\cdot\Delta t_2}{\Pi_1\cdot\Delta t_1} \xRightarrow{(4)\&(6)} 1 = \frac{(A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}}+2A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}})\cdot\Delta t_2}{A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}}\cdot\Delta t_1} = \frac{3A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}}\cdot\Delta t_2}{A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}}\cdot\Delta t_1} \Rightarrow 1 = \frac{3\Delta t_2}{\Delta t_1} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}$$

Β3. <u>Σωστό το (iii)</u>

Η κρούση είναι κεντρική και ελαστική με το 2^{ο} σώμα αρχικά ακίνητο, οπότε για τις ταχύτητες των σωμάτων μετά την κρούση ισχύουν οι σχέσεις:

$$V_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot u_1 \ (1) \ \text{ και } \ V_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot u_1 \ (2)$$

Από το διάγραμμα καταλαβαίνουμε ότι η ορμή, άρα και ταχύτητα, του σώματος m_1 μετά την κρούση θα είναι:

$$P_{Μετά} = \frac{P_1}{5} \Rightarrow m_1 V_1 = \frac{m_1 u_1}{5} \Rightarrow V_1 = \frac{u_1}{5} \ (3)$$

$$(1) \overset{(3)}{\Rightarrow} \frac{u_1}{5} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot u_1 \Rightarrow 5m_1 - 5m_2 = m_1 + m_2 \Rightarrow 4m_1 = 6m_2 \Rightarrow m_2 = \frac{2}{3} m_1 \ (4)$$

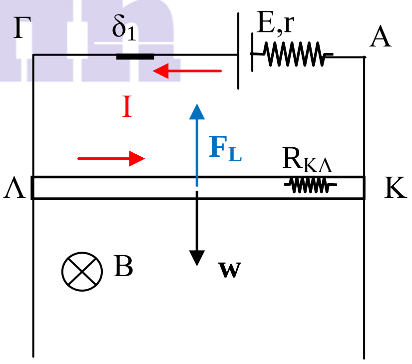
$$(2) \overset{(4)}{\Rightarrow} V_2 = \frac{2m_1}{m_1 + \frac{2}{3}m_1} \cdot u_1 \Rightarrow V_2 = \frac{6}{5} u_1 \ (5)$$

$$\Delta K_2\% = \frac{|\Delta K_2|}{K_{1,αρχ}} = \frac{\left| -\frac{1}{2} m_2 {V_2}^2 \right|}{\frac{1}{2} m_1 {u_1}^2} \cdot 100\% \xRightarrow{(4)\&(5)} \Delta K_2\% = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} m_1 \frac{36}{25} {u_1}^2}{\frac{1}{2} m_1 {u_1}^2} \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta K_2\% = \frac{2 \cdot 36}{3 \cdot 25} \cdot 100\% \Rightarrow \Delta K_2\% = 96\%$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



Ο ρευματοφόρος αγωγός ΚΛ ισορροπεί εντός του βαρυτικού πεδίου της Γης και του μαγνητικού πεδίου έντασης Β. Ο αγωγός δέχεται τη δύναμη του βάρους w η οποία είναι προς τα κάτω και μία δύναμη Laplace από το Ομογενές Μαγνητικό Πεδίο, της οποίας η φορά είναι προς τα επάνω (αντίθετη της φοράς της δύναμης του βάρους w) ώστε να εξουδετερώνει τη δύναμη του βάρους και έτσι ο αγωγός να ισορροπεί. Κατά συνέπεια, από τον κανόνα του δεξιού χερού, η φορά του μαγνητικού πεδίου πρέπει να είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα .

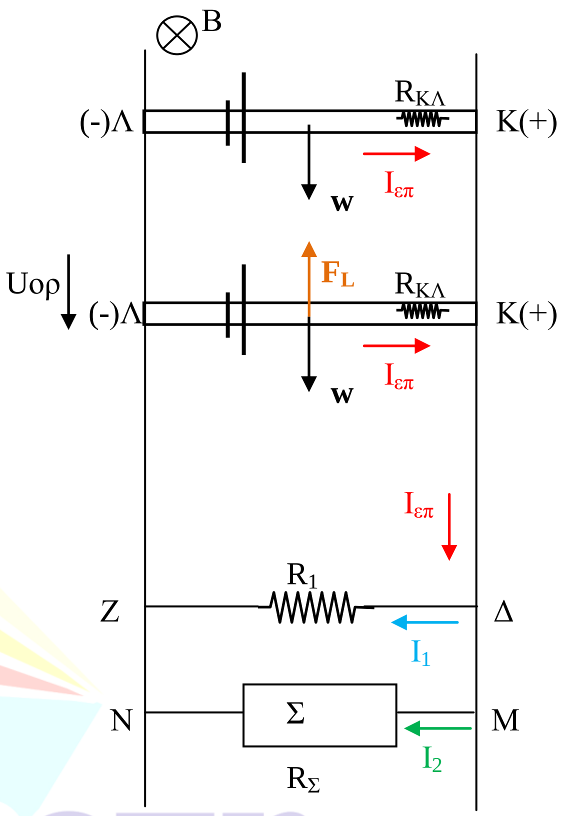
Για την ένταση του ρεύματος Ι, από το νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα έχουμε:

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{R_{ΚΛ} + r} \Rightarrow I = \frac{9}{2+1} A \Rightarrow I = 3A$$

Για το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου, από την ισορροπία του αγωγού έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow B \cdot I \cdot L = m \cdot g \Rightarrow B = \frac{m \cdot g}{I \cdot L} \Rightarrow B = \frac{0{,}3 \cdot 10}{3 \cdot 1} \Rightarrow B = 1\ T$$

Γ2. Όταν ανοίγει ο δ_1 και κλείνει ο δ_2 ο αγωγός δεν διαρρέεται από το ρεύμα της πηγής οπότε δεν δέχεται Laplace και εξαιτίας του βάρους αρχίσει να επιταχύνεται προς τα κάτω. Έτσι αναπτύσσεται στα άκρα του τάση από επαγωγή και ο αγωγός αρχίζει να διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα, οπότε εμφανίζεται και δύναμη Laplace, που αντιτίθεται στη κίνηση.



$$F_L = BIl = B\frac{B\upsilon l}{R_{o\lambda}} l = \frac{B^2 l^2 \upsilon}{R_{o\lambda}}:$$

Για την επιτάχυνση του αγωγού:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow mg - F_L = ma \Rightarrow a = g - \frac{F_L}{m} \Rightarrow a = g - \frac{B^2 l^2 \upsilon}{mR_{o\lambda}} \quad \textbf{(1)}$$

Από τη σχέση (1) καταλαβαίνουμε ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα θα μειώνεται η επιτάχυνση του αγωγού, μέχρι να γίνει μηδέν ,οπότε ο αγωγός θα κινείται με σταθερή ταχύτητα τη $\upsilon_{ορ}$

Η ωμική αντίσταση της συσκευής θα είναι ίση με : $R_\Sigma = \frac{V_\Sigma^{\,2}}{P_\Sigma} = 6\Omega$

Η $R_Σ$ και η R_1 συνδέονται παράλληλα και η ισοδύναμη αντίσταση θα είναι : $R_{1,\Sigma} = \frac{R_1 R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} = 2\Omega$ και η $R_{o\lambda} = R_{K\Lambda} + R_{1,\Sigma} = 4\Omega$

Για να βρούμε τη $\upsilon_{ορ}$: $\alpha = 0 \xrightarrow{(1)} g = \frac{B^2 l^2 \upsilon_{o\rho}}{mR_{o\lambda}} \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = 12\frac{m}{s}$

Γ3. Όταν $\upsilon = \dfrac{\upsilon_{op}}{2} = 6\dfrac{m}{s}$, τότε : $\dfrac{dP}{dt} = \Sigma F = mg - F_L = mg - \dfrac{B^2 l^2 \upsilon}{R_{o\lambda}} = 1{,}5kg\dfrac{m}{s^2}$

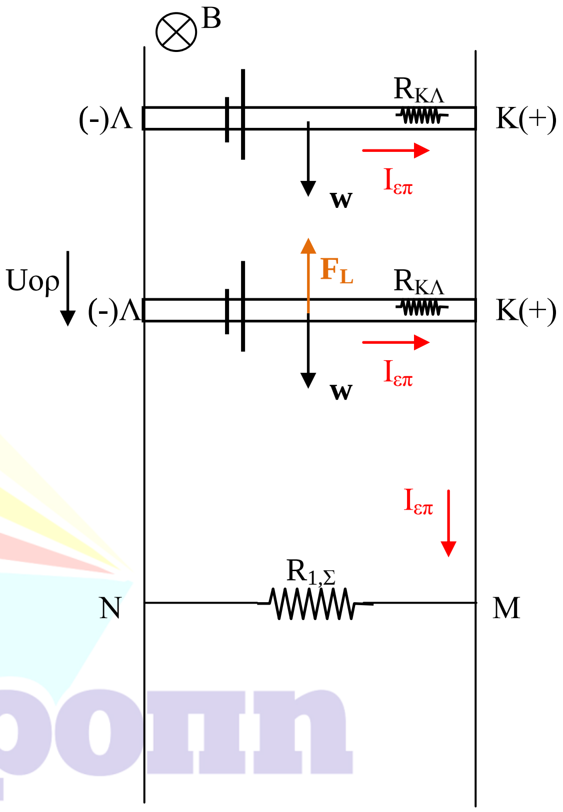
Γ.4 Όταν ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει τη υ_{op}=12 m/s, τότε:

$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon_{op} l = 12V$ και το ρεύμα που διαρρέεται το κύκλωμα θα είναι ίσο με

$$I_{ol} = \frac{E_{ep}}{R_{K\Lambda} + R_{1,\Sigma}} = 3A$$

Η τάση στην ισοδύναμη αντίσταση $R_{1,\Sigma}$ θα είναι ίση με $V_{MN} = I_{o\lambda} R_{1,\Sigma} = 6V$.

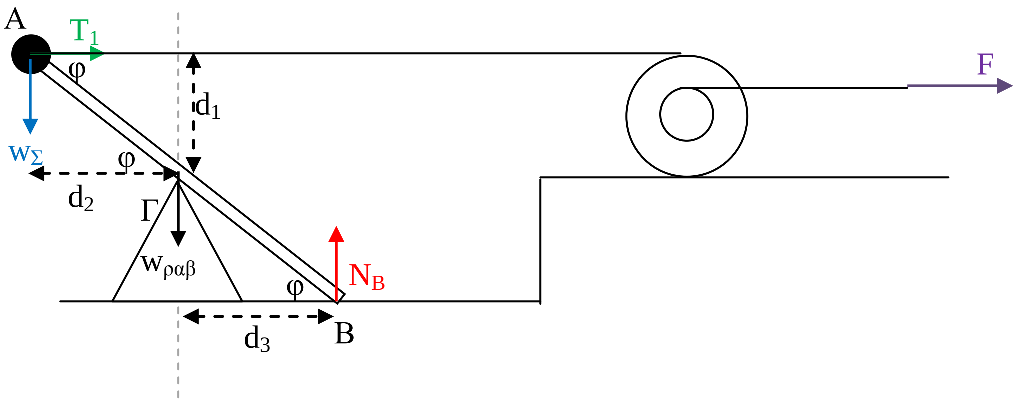
Έτσι η συσκευή θα λειτουργεί κανονικά όταν ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει τη υ_{op}.



ΘΕΜΑ Δ

Δ.1 Για τους μοχλοβραχίονες:

$$d_1 = \eta\mu\varphi \cdot \frac{l}{2} \qquad d_2 = \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot \frac{l}{2} \qquad d_3 = \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot \frac{l}{2}$$



Από την ισορροπία της ράβδου θα έχουμε :

$$\Sigma\tau_{(\Gamma)}=0\Rightarrow -\mathrm{T}_1\eta\mu\varphi\frac{l}{2}+mg\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{l}{2}+\mathrm{N}_\mathrm{B}\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{l}{2}=0\Rightarrow 0,6\mathrm{N}_\mathrm{B}=10,5.0,8-10.0,6\Rightarrow \mathrm{N}_\mathrm{B}=4\mathrm{N}$$

Δ.2 Θα πρέπει να βρούμε πρώτα την γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος ράβδου – σφαιριδίου :

$\Sigma\tau_{(\Gamma)}=\mathrm{I}_{o\lambda}.\alpha_{\gamma\omega\nu}$ **(1)**

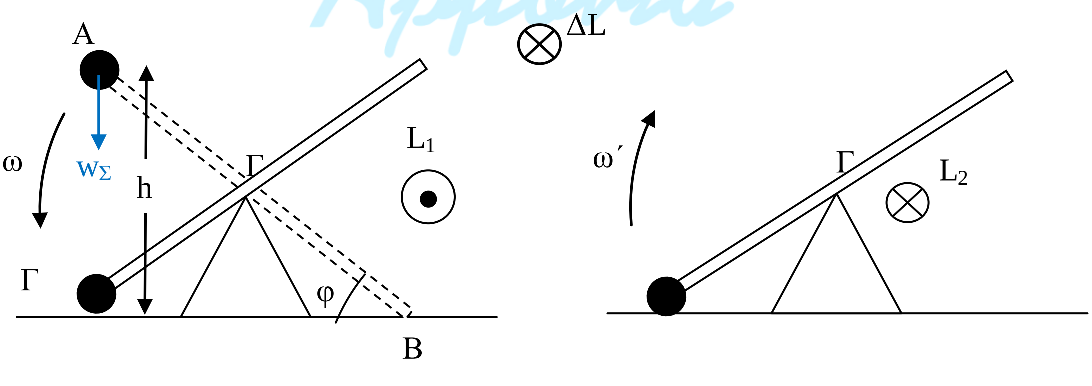
$\mathrm{I}_{o\lambda}=\mathrm{I}_{(cm)\rho}+\mathrm{I}_{\sigma\varphi\alpha\iota\rho}\Rightarrow \mathrm{I}_{o\lambda}=\frac{1}{12}\mathrm{M}_\rho l^2+m(\frac{l}{2})^2=1+1kgm^2=2kgm^2$ **(2)**

$\Sigma\tau_{(\Gamma)}=mg\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{l}{2}=6N.m$ **(3)**

Από την (1) : $\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{\Sigma\tau^{(\Gamma)}}{\mathrm{I}_{o\lambda}}\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu}=3\frac{r}{s^2}$, που είναι κοινή και για τη ράβδο και για το σφαιρίδιο.

Για τη ράβδο : $\frac{dL_{(\rho)}}{dt}=I_{cm(\rho)}\alpha_{\gamma\omega\nu}=3\frac{kgm^2}{s^2}$. *(Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου, δηλαδή η $\Sigma\tau_{(\rho)}$ έχει κατεύθυνση από τη σελίδα προς τον αναγνώστη)*

Δ.3 Εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας, για το σύστημα ράβδος- σφαιρίδιο, από την αρχική θέση του συστήματος μέχρι τη θέση που το σφαιρίδιο χτυπάει το έδαφος , θα βρούμε την γωνιακή ταχύτητα ω.



$$\underset{A\to\Gamma}{\mathrm{A\Delta ME}}\quad \mathrm{E}_{\mathrm{MHX(A)}}=\mathrm{E}_{\mathrm{MHX(\Gamma)}}\Rightarrow mgh=\frac{1}{2}I_{o\lambda}\omega^2\Rightarrow$$

$$\Rightarrow mgL\eta\mu\varphi=\frac{1}{2}I_{o\lambda}\omega^2\Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{2mgL\eta\mu\varphi}{I_{o\lambda}}}\Rightarrow \omega=4\frac{r}{s}$$

Μετά την κρούση με το έδαφος η νέα γωνιακή ταχύτητα θα είναι : $\omega' = -\frac{\omega}{2}$, επειδή αλλάζει η φορά περιστροφής.

Οπότε $\left|\Delta L\right| = \left|\mathrm{I}_{o\lambda}\omega' - \mathrm{I}_{o\lambda}\omega\right| = \frac{3}{2}\mathrm{I}_{o\lambda}\omega = 12\frac{kgm^2}{s}$

Το διάνυσμα $\Delta\vec{L}$ της μεταβολής της στροφορμής του συστήματος έχει κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς το τετράδιο $\otimes$

Δ.4 Για τη μεταφορική κίνηση της τροχαλίας θα έχουμε

$\Sigma F = M_{\mathrm{T}}\alpha_{cm} \Rightarrow F + T_s = M_{\mathrm{T}}\alpha_{cm} \Rightarrow 12 + T_s = 7\alpha_{cm}$ **(4)**

Για τη στροφική κίνηση :

$\Sigma\tau = \mathrm{I}_{cm(\mathrm{T})}\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow Fr - T_s R = \frac{1}{2}M_T R^2\frac{a_{cm}}{R} \Rightarrow 3,6 - 0,4T_s = 1,4a_{cm} \Rightarrow 9 - T_s 3,5a_{cm}$ **(5)**

(4)+(5) $\rightarrow 21 = 10,5a_{cm} \Rightarrow a_{cm} = 2\frac{m}{s^2}$

Δ.5 Τη χρονική στιγμή t_1=2 s θα βρούμε :

$\upsilon_{cm} = a_{cm}t_1 = 4\frac{m}{s}$

Από το Θ.Μ.Κ.Ε :

$$\frac{1}{2}\mathrm{M}_{\mathrm{T}}\upsilon_{cm}^2 + \frac{1}{2}\mathrm{I}_{cm(\mathrm{T})}\omega^2 - 0 = W_F + W_{T_s} \xrightarrow{W_{T_s}=0} \frac{1}{2}\mathrm{M}_{\mathrm{T}}\upsilon_{cm}^2 + \frac{1}{2}\frac{1}{2}\mathrm{M}_{\mathrm{T}}R^2\omega^2 = W_F \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{4}\mathrm{M}_{\mathrm{T}}\upsilon_{cm}^2 = W_F \Rightarrow W_F = 84J$$