ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

Α1. Σωστή είναι η επιλογή γ.

Α2. Σωστή είναι η επιλογή δ.

Α3. Σωστή είναι η επιλογή γ.

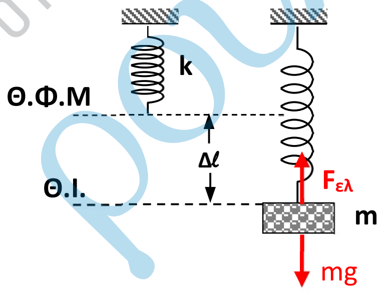
Α4. Σωστή είναι η επιλογή β.

Α5. Λ, Σ, Λ, Σ, Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. *Σωστή είναι η επιλογή (i)*

Πείραμα 1: Στην θέση ισορροπίας (Θ.Ι.):



$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \text{ ή } F\varepsilon\lambda = mg \text{ ή } \Delta l = \frac{mg}{k}$$

Αφού το σώμα αφήνεται ελεύθερο από την θέση φυσικού μήκους (Θ.Φ.Μ) του ελατηρίου χωρίς αρχική ταχύτητα η Θ.Φ.Μ είναι ακραία θέση της απλής αρμονικής ταλάντωσης (Α.Α.Τ), οπότε $A_1 = \Delta l$.

Άρα:

$$A_1 = \frac{mg}{k} \quad (1)$$

Πείραμα 2: Στη νέα θέση ισορροπίας (Ν.Θ.Ι):

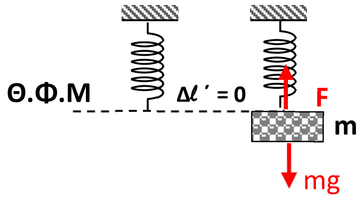
$$\Sigma\vec{F} = \vec{0}$$

$$F - w = K\Delta l' \text{ ή}$$

$$mg - mg = K\Delta l' \text{ ή}$$

$$\Delta l' = 0$$

(Η Ν.Θ.Ι ταυτίζεται με την Θ.Φ.Μ του ελατηρίου)



Στην αρχική θέση: $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$$k\Delta l = mg$$

$$\Delta l = \frac{mg}{k}$$

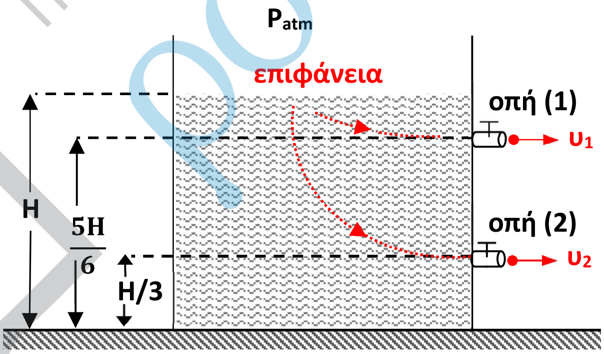
Αφού το σώμα αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα βρίσκεται στην ακραία θέση της Α.Α.Τ. Άρα:

$$A_2 = \Delta l' - \Delta l$$

$$A_2 = \frac{mg}{k} \ (2)$$

Άρα από (1) , (2) : $A_1 = A_2$

Β2 . *Σωστή είναι η επιλογή (ii)*



Όταν είναι ανοιχτή μόνο η οπή (1):

Bernoulli (επιφ. →1):

$$p_{atm} + 0 + \rho g\left(H - \frac{5H}{6}\right) = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho u_1^2 \text{ ή}$$

$$u_1 = \sqrt{2g\left(H - \frac{5H}{6}\right)} \rightarrow u_1 = \sqrt{2g\frac{H}{6}} \text{ ή}$$

$$u_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}} \text{. Άρα } \Pi_1 = A \cdot u_1 \rightarrow \Pi_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A\sqrt{\frac{gH}{3}} \ (1)$$

Όταν είναι ανοιχτές και οι δύο οπές:

Bernoulli (επιφ. →2) : $p_{atm} + 0 + \rho g\left(H - \frac{H}{3}\right) = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho u_2^2$ ή

$$u_2 = \sqrt{2g\left(H - \frac{H}{3}\right)} \rightarrow u_2 = \sqrt{2g\frac{2H}{3}} \text{ ή}$$

$$u_2 = 2\sqrt{\frac{gH}{3}}$$

Όμως ισχύει ότι: $\Pi_2 = A \cdot u_2$ ή $\Pi_2 = 2A\sqrt{\frac{gH}{3}}$ (2)

Η συνολική παροχή από τις δύο οπές είναι:

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t_2} \; (3)$$

Από τις σχέσεις (1), (2) και (3) έχουμε:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t_2} = 3A\sqrt{\frac{gH}{3}} \; (4)$$

Από τις (1) και (4) $\rightarrow \dfrac{\frac{\Delta V}{\Delta t_1}}{\frac{\Delta V}{\Delta t_2}} = \dfrac{A\sqrt{\frac{gH}{3}}}{3A\sqrt{\frac{gH}{3}}} \rightarrow \boldsymbol{\dfrac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \dfrac{1}{3}}$

Β3. *Σωστή είναι η επιλογή (iii)*

Η ταχύτητα της μάζας m_1 μετά την κρούση είναι:

$$u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}u_2 \xRightarrow{u_2=0}$$

$$u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 \xRightarrow{\cdot m_1}$$

$$m_1 u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}m_1 u_1 \text{ ή}$$

$$p_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}p_1 \text{ ή}$$

$$\frac{p_1}{5} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}p_1 \text{ ή } m_1 + m_2 = 5(m_1 - m_2) \text{ ή } m_2 = \frac{2}{3}m_1 \; (1)$$

Έτσι το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάστηκε από τη σφαίρα μάζας m_1 στη σφαίρα μάζας m_2 κατά την κρούση είναι:

$$\Pi\% = \frac{\Delta K_2}{K_1} \cdot 100\% \text{ ή}$$

$$\Pi\% = \frac{\frac{1}{2}m_2 {u_2'}^2}{\frac{1}{2}m_1 u_1^2} \cdot 100\% \text{ ή}$$

$$\Pi\% = \frac{m_2\left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}u_1\right)^2}{m_1u_1^2}\cdot 100\% \ \text{ή}$$

$$\Pi\% = \frac{4m_1^2m_2}{m_1(m_1+m_2)^2}\cdot 100\% \ \text{ή}$$

$$\Pi\% = \frac{4m_1m_2}{(m_1+m_2)^2}\cdot 100\% \xrightarrow{(1)}$$

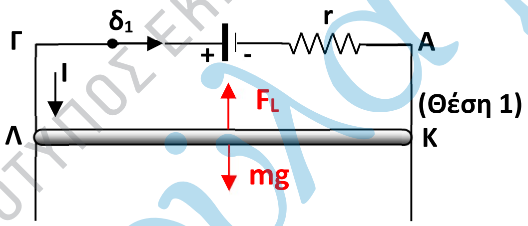
$$\Pi\% = \frac{4m_1\frac{2}{3}m_1}{\left(m_1+\frac{2}{3}m_1\right)^2}\cdot 100\% \ \text{ή}$$

$$\Pi\% = \frac{24}{25}\cdot 100\% \ \text{ή}$$

$$\boldsymbol{\Pi\% = 96\%.}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται σε ισορροπία (θέση 1) άρα η η/μ δύναμη Laplace που δέχεται θα είναι αντίθετη του βάρους όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα είναι:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow F_L - w = 0 \Rightarrow B\cdot I\cdot l = m\cdot g \ \text{ή}$$

$$B\cdot\frac{E}{r+R_{K\Lambda}}\cdot l = m\cdot g \ \text{ή} \ B = \frac{mg(r+R_{K\Lambda})}{E\cdot l} \ \text{ή}$$

$$\boldsymbol{B = 1\,Tesla}$$

Με κατεύθυνση από τον αναγνώστη στην σελίδα $\vec{B}$ $\otimes$ σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δαχτύλων του δεξιού χεριού.

Γ2. Η κίνηση είναι **επιταχυνόμενη με το μέτρο της επιτάχυνσης να μειώνεται** εξαιτίας του αυξανόμενου επαγωγικού ρεύματος που δημιουργεί αυξανόμενη δύναμη Laplace αντίρροπη της ταχύτητας.

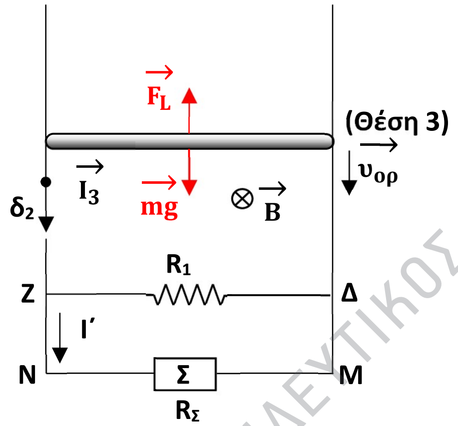
Πιο συγκεκριμένα:

$$\vec{\alpha} = \frac{\Sigma\vec{F}}{m} \ \text{ή} \ \alpha = \frac{m\cdot g - F_L}{m} = \frac{m\cdot g - B\cdot I_{\varepsilon\pi}\cdot l}{m} \xRightarrow{I_{\varepsilon\pi}=\frac{E}{R_{o\lambda}}=\frac{Bul}{R_{o\lambda}}}$$

$$\alpha = g - \frac{B^2 l^2 u}{R_{o\lambda} \cdot m} \neq \sigma\tau\alpha\theta.$$

Επειδή το μέτρο της ταχύτητας υ αυξάνεται το μέτρο της επιτάχυνσης α μειώνεται.

Η ράβδος αποκτά την οριακή της ταχύτητα στην θέση (3):



$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow F_L' - m \cdot g = 0 \text{ ή } B \cdot \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{O\Lambda}} \cdot I_3 = m \cdot g \text{ ή}$$

$$\frac{B^2 l^2 u_{o\rho}}{R_{K\Lambda} + \dfrac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma}} = m \cdot g \text{ ή } u_{o\rho} = \frac{mg\left(R_{K\Lambda} + \dfrac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma}\right)}{B^2 l^2} \quad (1)$$

Προσοχή! Ο υποψήφιος πρέπει να αποδείξει την σχέση της επαγωγικής τάσης χρησιμοποιώντας τον νόμο του Faraday:

$$E_{\varepsilon\pi} = N\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = Bl\frac{\Delta x}{\Delta t} = Bul.$$

Για την αντίσταση της θερμικής συσκευή:

$$P_\Sigma = \frac{V_\Sigma^2}{R_\Sigma} \text{ ή } R_\Sigma = \frac{V_\Sigma^2}{P_\Sigma} \text{ ή } R_\Sigma = 6\,\Omega.$$

Από την σχέση (1) η σταθερή οριακή ταχύτητα είναι:

$$u_{o\rho} = \frac{mg\left(R_{K\Lambda} + \dfrac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma}\right)}{B^2 l^2} \text{ ή}$$

$$\boldsymbol{u_{o\rho} = 12\ m/s}.$$

Γ3. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του αγωγού στη θέση 2 είναι:

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F \ \text{ή}\ \frac{dp}{dt} = w - F_L \ \text{ή}\ \frac{dp}{dt} = m \cdot g - B \cdot I_2 \cdot l \ \text{ή}$$

$$\frac{dp}{dt} = m \cdot g - B \cdot \frac{B \cdot \frac{u_{o\rho}}{2} \cdot l}{R_{O\Lambda}} \cdot l \ \text{ή}$$

$$\frac{dp}{dt} = m \cdot g - \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot u_{o\rho}}{2\,R_{O\Lambda}} \ \text{ή}\ \boldsymbol{\frac{dp}{dt} = 1,5\,Kg \cdot m/s}$$

Γ4. Το ρεύμα κανονικής λειτουργίας της συσκευής είναι:

$$P_\Sigma = V_\Sigma \cdot I_\Sigma \ \text{ή}\ I_\Sigma = \frac{P_\Sigma}{V_\Sigma} \ \text{ή}\ I_\Sigma = 1\,A \ (1)$$

Όταν η $u = u_{o\rho}$, το ρεύμα που διαρρέει την συσκευή είναι:

$$I' = \frac{V_\pi}{R_\Sigma} = \frac{E - I_3 \cdot R_{K\Lambda}}{R_\Sigma} \ \text{ή}$$

$$I' = \frac{E - \frac{E}{R_{O\Lambda}} \cdot R_{K\Lambda}}{R_\Sigma} = \frac{E\left(1 - \frac{R_{K\Lambda}}{R_{O\Lambda}}\right)}{R_\Sigma} \ \text{ή}$$

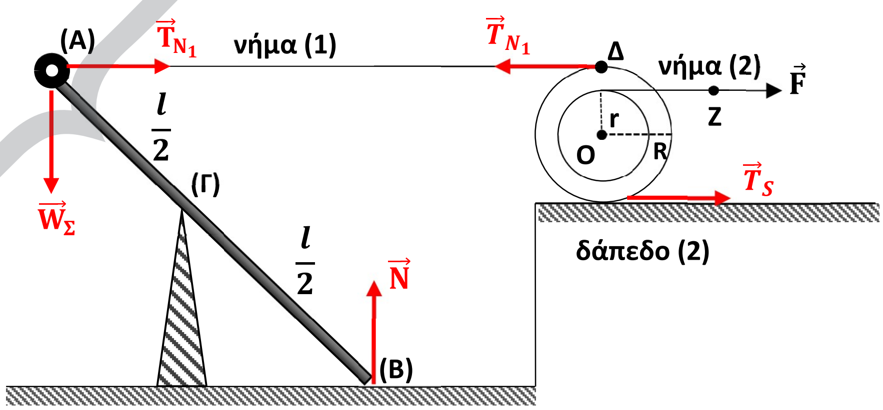
$$I' = \frac{B \cdot u_{o\rho} \cdot l \cdot \left(1 - \frac{R_{K\Lambda}}{R_{O\Lambda}}\right)}{R_\Sigma} \ \text{ή}\ I' = \frac{1 \cdot 12 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{2}{4}\right)}{6} \ \text{ή}$$

$$I' = 1\,A$$

Άρα επειδή $I' = I_\Sigma$ η συσκευή λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις σε όλα τα σώματα:



Για την ισορροπία της ράβδου:

$$\Sigma\vec{\tau}_{\Gamma}=\vec{0}\ \Rightarrow$$

$$w_{\Sigma}\cdot\frac{l}{2}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi+N\cdot\frac{l}{2}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi-T_{N_1}\cdot\frac{l}{2}\cdot\eta\mu\varphi=0\ \ \text{ή}$$

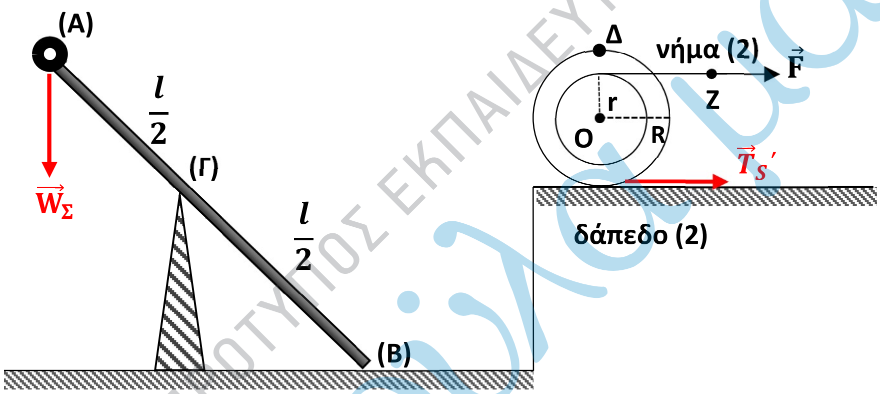
$$w_{\Sigma}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi+N\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi-T_{N_1}\cdot\eta\mu\varphi=0\ \ \text{ή}$$

$$N=\frac{T_{N_1}\cdot\eta\mu\varphi-w_{\Sigma}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi}{\sigma\upsilon\nu\varphi}\ \ \text{ή}\ \ \boldsymbol{N=4\,N}.$$

Δ2. Για τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της ράβδου:

$$\left.\frac{dL}{dt}\right|_{(\Gamma)}=\Sigma\tau_{(\Gamma)}=I_{\rho}\cdot a_{\gamma}\ \ \text{ή}\ \ \left.\frac{dL}{dt}\right|_{(\Gamma)}=\frac{1}{12}\cdot M_{\rho}\cdot l^2\cdot a_{\gamma}\quad(1)$$

Μετά την κοπή του νήματος, υπολογίζουμε την γωνιακή επιτάχυνση του συστήμτος:



$$\Sigma\vec{\tau}_{\Gamma}=I_{O\Lambda}\cdot\vec{a}_{\gamma}\ \ \text{ή}$$

$$\Sigma\tau=\left[I_{\rho}+m\cdot\left(\frac{l}{2}\right)^2\right]\cdot a_{\gamma}\ \ \text{ή}$$

$$mg\cdot\frac{l}{2}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi=\left(\frac{1}{12}M_{\rho}\cdot l^2+m\cdot\frac{l^2}{4}\right)\cdot a_{\gamma}\ \ \text{ή}$$

$$\frac{mg}{2}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi=\left(\frac{1}{12}M_{\rho}\cdot l+m\cdot\frac{l}{4}\right)\cdot a_{\gamma}\ \ \text{ή}$$

$$a_{\gamma}=3\,rad/s^2$$

Έτσι από την σχέση (1) έχουμε:

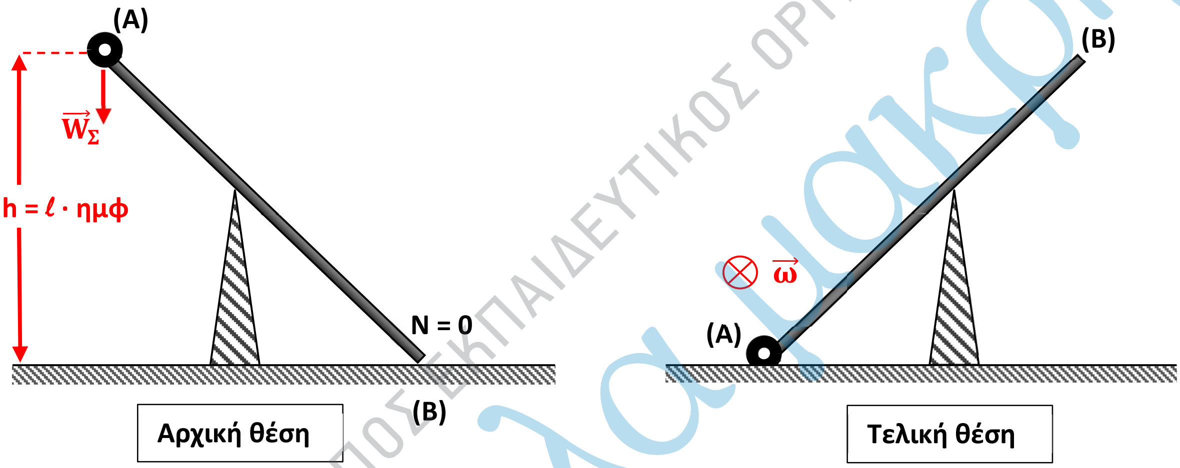
$$\left.\frac{dL}{dt}\right|_{(\Gamma)}=\frac{1}{12}\cdot M_{\rho}\cdot l^2\cdot a_{\gamma}\ \ \text{ή}\ \ \left.\boldsymbol{\frac{dL}{dt}}\right|_{(\Gamma)}=\boldsymbol{3\,Kg\cdot m^2/s^2}$$

Δ3. Υπολογίζουμε το μέτρο της μεταβολής της στροφορμής του συστήματος πριν και μετά την κρούση του σφαιριδίου με το επίπεδο (ορίζουμε ως θετική, την στροφορμή του συστήματος πριν την κρούση).

$$\Delta\vec{L} = \vec{L}_{μετά} - \vec{L}_{πριν} \quad ή \quad \Delta L = -I_{OΛ}\cdot\frac{\omega}{2} - I_{OΛ}\cdot\omega \quad ή$$

$$\Delta L = -\frac{3\,I_{OΛ}\cdot\omega}{2} \quad ή \quad |\Delta L| = \frac{3\,I_{OΛ}\cdot\omega}{2} \qquad (1)$$

Για το σύστημα εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας (Α.Δ.Μ.Ε) από την αρχική θέση μόλις κόβεται το νήμα μέχρι λίγο πριν την κρούση του σφαιριδίου με το επίπεδο.



$$E_{αρχ} = E_{τελ} \quad ή$$

$$K_{αρχ} + U_{αρ} = K_{τελ} + U_{τελ} \quad ή$$

$$0 + m\cdot g\cdot l\cdot ημφ = \frac{1}{2}I_{OΛ}\cdot\omega^2 + 0 \quad ή$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2mglημφ}{I_{OΛ}}} \quad ή \quad \omega = 4\,rad/s$$

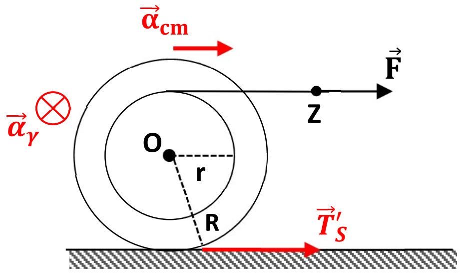
Όπου: $I_{OΛ} = \frac{1}{12}M_{\rho}\cdot l^2 + m\cdot\frac{l^2}{4} = 2\,kg\cdot m^2$.

Έτσι από την σχέση (1) έχουμε:

$$|\Delta L| = \frac{3\,I_{OΛ}\cdot\omega}{2} \quad ή \quad \boldsymbol{|\Delta L| = 12\,Kg\cdot m/s}$$

Η κατεύθυνση της μεταβολής της στροφορμής είναι κάθετη στο επίπεδο με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Δ4. Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που δέχεται η τροχαλία στην διεύθυνση κίνησης:



Για την μεταφορική κίνηση της τροχαλίας εφαρμόζουμε τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής στην διεύθυνση της κίνησης (Θ.Ν.Μ):

$$\Sigma\vec{F} = M_\tau \cdot \vec{a}_{cm} \;\; ή \;\; F + T_s{}' = M_\tau \cdot a_{cm} \;\; (1)$$

Για την περιστροφική κίνηση της τροχαλίας εφαρμόζουμε τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης (Θ.Ν.Σ.Κ):

$$\Sigma\vec{\tau}_o = I_T \cdot \vec{a}_\gamma \Rightarrow F \cdot r - T_s{}' \cdot R = \frac{1}{2} \cdot M_\tau \cdot R^2 \cdot \frac{a_{cm}}{R} \xRightarrow{\frac{R}{r}=\frac{0,4}{0,3}=\frac{4}{3} ή\, r=\frac{3}{4}R}$$

$$F \cdot \frac{3}{4}R - T_s{}' \cdot R = \frac{1}{2}M_\tau \cdot R^2 \cdot \frac{a_{cm}}{R} \;\; ή$$

$$\frac{3}{4}F - T_s{}' = \frac{1}{2}M_\tau \cdot a_{cm} \;\; (2)$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις σχέσεις $(1), (2)$ έχουμε:

$$\frac{7}{4}F = \frac{3}{2}M_\tau \cdot a_{cm} \;\; ή \;\; a_{cm} = \frac{14F}{12M_\tau} \;\; ή \;\; \boldsymbol{a_{cm} = 2\, m/s^2}$$

Δ5. Ο τροχός κυλάει χωρίς να ολισθαίνει και η δύναμη $\vec{F}$ έχει μεταφορικό και περιστροφικό ρόλο. Συνεπώς, το ζητούμενο έργο της δύναμης $\vec{F}$ είναι:

$$W_F = W_{F_{\mu\varepsilon\tau}} + W_{F_{\pi\varepsilon\rho}} \;\; ή$$

$$W_F = F \cdot s_{cm} + T_F \cdot \theta \;\; ή$$

$$W_F = F \cdot s_{cm} + F \cdot r \cdot \theta \;\; ή$$

$$W_F = F \cdot s_{cm} + F \cdot \frac{3}{4}R \cdot \theta \xRightarrow{s_{cm}=R\cdot\theta}$$

$$W_F = F \cdot s_{cm} + F \cdot \frac{3}{4} \cdot s_{cm} = \frac{7}{4}F \cdot s_{cm} \xRightarrow{s_{cm}=\frac{1}{2}a_{cm}t^2}$$

$$W_F = \frac{7}{4}F \cdot \left(\frac{1}{2}a_{cm} \cdot t^2\right) \;\; ή$$

$$\boldsymbol{W_F = 84J}$$

Τομέας Φυσικής στα φροντιστήρια
«ρούλα μακρή»