

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ
ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΘΕΜΑ Α**A1. γ****A2. δ****A3. γ****A4. β****A5. α) Λάθος β) Σωστό γ) Λάθος δ) Σωστό ε) Σωστό****ΘΕΜΑ Β****B1. α) i****β) Πείραμα 1**

$$\Theta.Ι.: \Sigma F=0 \Rightarrow mg-F_{ελ}=0 \Rightarrow mg=\Delta K \ell \Rightarrow \Delta \ell = \frac{mg}{K}$$

$$\Theta.Φ.Μ. = \text{ακραία θέση, άρα } A_1 = \Delta \ell = \frac{mg}{K} \quad (1)$$

Πείραμα 2

Αλλάζει η $\Theta.Ι.$

$$\Theta.Ι._{(2)}: \Sigma F=0 \Rightarrow F+F_{ελ}-W=0 \Rightarrow mg+F_{ελ}-mg=0 \Rightarrow F_{ελ}=0$$

Άρα η $\Theta.Ι._{(2)}$ είναι η $\Theta.Φ.Μ.$ Η αρχική $\Theta.Ι.$ αποτελεί ακραία θέση της ταλάντωσης οπότε $A_2 = \Delta \ell \quad (2)$

$$(1), (2) \Rightarrow A_1 = A_2$$

B2. α) ii**β) Εξίσωση Bernoulli από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στην οπή (1):**

$$P_{\text{ατμ}} + \rho g(H - \frac{5H}{6}) = P_{\text{ατμ}} + \frac{1}{2} \rho u_1^2 \Rightarrow u_1 = \sqrt{2g \frac{H}{6}} \Rightarrow u_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

$$\text{Παροχή } \Pi_1 = A u_1 = A \sqrt{\frac{gH}{3}} \quad (1)$$

Εξίσωση Bernoulli από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στην οπή (2):

$$P_{\text{ατμ}} + \rho g(H - \frac{H}{3}) = P_{\text{ατμ}} + \frac{1}{2} \rho u_2^2 \Rightarrow u_2 = \sqrt{2g \frac{2H}{3}} \Rightarrow u_2 = \sqrt{\frac{4gH}{3}}$$

$$\text{Παροχή } \Pi_2 = A \sqrt{\frac{4gH}{3}} \quad (2)$$

$$\text{Στην 2}^{\text{η}} \text{ περίπτωση } \Pi = \Pi_1 + \Pi_2 = A \sqrt{\frac{gH}{3}} + 2A \sqrt{\frac{gH}{3}} \Rightarrow \Pi = 3A \sqrt{\frac{gH}{3}} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \Pi = 3\Pi_1 \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \Pi_1 &= \frac{V}{\Delta t_1} \\ \Pi &= \frac{V}{\Delta t_2} \end{aligned} \right\} \stackrel{(3)}{\Rightarrow} \frac{V}{\Delta t_2} = 3 \frac{V}{\Delta t_1} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}$$

B3. α) iii

β) Από τη διατήρηση της ορμής $p'_1 = \frac{p_1}{5}$ επειδή $p_2=0$:

$$p_1 = \frac{p_1}{5} + p'_2 \Rightarrow p'_2 = \frac{4p_1}{5} \quad (1)$$

$$u'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 \Rightarrow \frac{u_1}{5} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 \Rightarrow m_1 + m_2 = 5m_1 - 5m_2 \Rightarrow 6m_2 = 4m_1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2} \quad (2)$$

$$\eta\% = \frac{K'_2}{K_1} 100\% \Rightarrow \eta\% = \frac{\frac{p'^2_2}{2m_2}}{\frac{p^2_1}{2m_1}} 100\% \Rightarrow \eta\% = \frac{p'^2_2}{p^2_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} 100\% \xrightarrow{(1)} \eta\% = \frac{16}{25} \cdot \frac{3}{2} 100\% \xrightarrow{(2)}$$

Άρα $\eta\% = 96\%$.

ΘΕΜΑ Γ

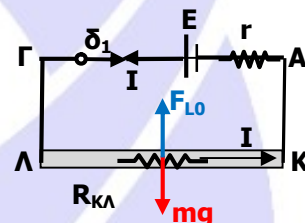
Γ1. Από την ισορροπία του αγωγού ΚΛ η F_{L0} πρέπει να έχει φορά προς τα επάνω, άρα η κατεύθυνση της έντασης $\vec{B}$ θα είναι $\otimes$:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = F_{L0} \Rightarrow B = \frac{mg}{I\ell} \quad (1)$$

Από τον Ν. Ohm στο κύκλωμα ΑΓΛΚΑ:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ΚΛ}} + r} = \frac{9}{3} = 3\text{A} \quad (2)$$

$$\text{Από (2)} \xrightarrow{(1)} B = \frac{3}{3 \cdot 1} = 1\text{T} \Rightarrow B = 1\text{T} \quad (3).$$



Γ2. Μετά το άνοιγμα του διακόπτη δ_1 και το κλείσιμο του διακόπτη δ_2 ο αγωγός ΚΛ αρχικά κινείται με την επίδραση του βάρους του προς τα κάτω με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται στα άκρα του $E_{\text{επ}} = Bv\ell$ με πολικότητα (+) στο άκρο Κ και (-) στο άκρο Λ. Ο ρευματοφόρος αγωγός ΚΛ σύμφωνα με τον κανόνα του Leinz δέχεται την επίδραση δύναμης Laplace με φορά προς τα πάνω. Επειδή ο αγωγός επιταχύνεται η ταχύτητά του αυξάνεται, άρα αυξάνεται η $E_{\text{επ}}$ και αντίστοιχα το επαγωγικό ρεύμα I που αυτή δημιουργεί. Επομένως αυξάνεται το μέτρο της δύναμης Laplace ($F_L = BI\ell$). Επομένως, από το 2^ο νόμο του Newton:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow mg - F_L = ma \Rightarrow a = \frac{mg - BI\ell}{m} \quad (4).$$

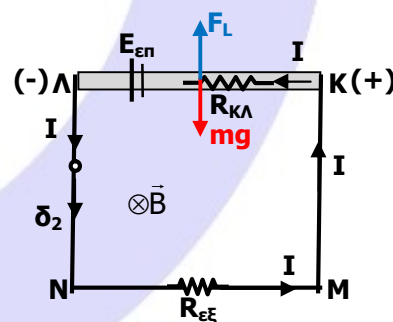
Από τη σχέση (4) επειδή η ένταση του ρεύματος αυξάνεται το μέτρο της επιτάχυνσης ελαττώνεται και ο αγωγός ΚΛ εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση ελαττούμενου μέτρου.

Η ταχύτητα του αγωγού γίνεται οριακή, όταν $a=0$. Από τη σχέση (4):

$$I_{\text{op}} = \frac{mg}{B\ell} \Rightarrow \frac{Bv_{\text{op}}\ell}{B\ell} = \frac{mg}{B\ell} \Rightarrow v_{\text{op}} = \frac{mgR_{\text{ολ}}}{B^2\ell^2} \quad (5).$$

Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της θερμικής συσκευής Σ:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{36}{6} = 6\Omega \quad (6).$$



Οι αντιστάσεις R_Σ και R_1 είναι συνδεδεμένες παράλληλα:

$$R_{\varepsilon\xi} = \frac{R_\Sigma R_1}{R_\Sigma + R_1} = \frac{6 \cdot 3}{9} = 2\Omega \quad (7).$$

$$R_{O\Lambda} = R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda} \xrightarrow{(6)} R_{O\Lambda} = 4\Omega \quad (8).$$

$$\text{Από (5)} \xrightarrow{(8)} \xrightarrow{(3)} u_{op} = 12\text{m/s.} \quad (9)$$

$$\mathbf{Γ3.} \text{ Ο ζητούμενος ρυθμός είναι: } \frac{dp}{dt} = \Sigma F \Rightarrow \frac{dp}{dt} = mg - F_L \Rightarrow \frac{dp}{dt} = mg - BI\ell \quad (10)$$

Από τον Νόμο του Ohm στο κύκλωμα ΚΛΝΜΚ:

$$I = \frac{E_{\varepsilon\eta}}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} \Rightarrow I = \frac{Bu\ell}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} \xrightarrow{(6)} I = \frac{u}{4} \quad (\text{S.I}) \quad (11)$$

$$\text{Από (10)} \xrightarrow{(11)} \frac{dp}{dt} = mg - B \frac{u_{op}}{4} \ell \Rightarrow \frac{dp}{dt} = mg - B \frac{u_{op}}{8} \ell \xrightarrow{(9)} \frac{dp}{dt} = 1,5\text{N}$$

$$\mathbf{Γ4.} \text{ Από τη σχέση (11): } I_{op} = \frac{u_{op}}{4} = 3\text{A.}$$

$$I_{K,\Lambda} = \frac{V_\Sigma}{R_\Sigma} \xrightarrow{(6)} I_{K,\Lambda} = 1\text{A}$$

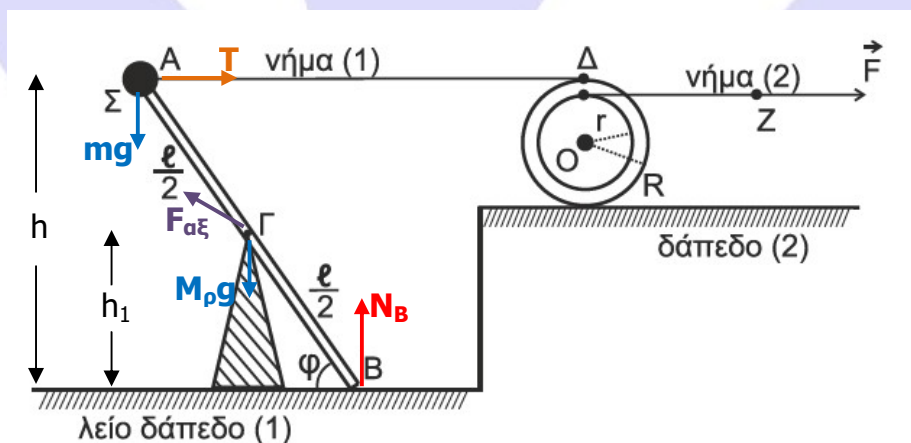
$$V_{K\Lambda} = E - IR_{K\Lambda} = 12 - 6 = 6\text{V}$$

$$I_\Sigma = \frac{V_{K\Lambda}}{R_\Sigma} = \frac{6}{6} = 1\text{A}$$

$I_\Sigma = I_K$ άρα λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Θεωρώντας ως θετική φορά για τις ροπές την αντί-ωρολογιακή, από την ισορροπία του συστήματος ράβδος – σώμα Σ έχουμε:

$$\Sigma \tau_{(r)} = 0 \Rightarrow mg \frac{\ell}{2} \sin \varphi + N_B \frac{\ell}{2} \sin \varphi - T_1 \frac{\ell}{2} \eta \mu \varphi = 0 \Rightarrow mg \frac{\ell}{2} 0,6 + N_B \frac{\ell}{2} 0,6 - 10,5 \frac{\ell}{2} 0,8 = 0 \Rightarrow$$

$$N_B = \frac{8,4 - 6}{0,6} = \frac{2,4}{0,6} = 4\text{N}.$$

Δ2. Η ροπή αδρανείας του συστήματος ράβδος – σώμα Σ είναι :

$$I_{\text{συσ}} = I_p + m\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 = \frac{1}{12}M_p\ell^2 + \frac{m\ell^2}{4} \Rightarrow I_{\text{συσ}} = \frac{1}{12}3 \cdot 4 + \frac{1 \cdot 4}{4} \Rightarrow I_{\text{συσ}} = 2\text{kgm}^2 \quad (1)$$

Από το θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης για το σύστημα ράβδος – σώμα Σ έχουμε:

$$\frac{dL_{\text{συσ}}}{dt} = \Sigma \tau_{\varepsilon(\Gamma)} \Rightarrow mg\frac{\ell}{2} \sin\varphi = I_{\text{συσ}} a_{\gamma\omega\nu}^{(1)} \Rightarrow a_{\gamma\omega\nu} = \frac{6}{2} = 3\text{rad/s}^2 \quad (2)$$

$$\frac{dL}{dt}_{\text{ράβδου}} = I_p a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \frac{dL}{dt}_{\text{ράβδου}} = 3\text{kgm}^2/\text{s}^2$$

Δ3. Όταν το σύστημα ράβδος – σώμα Σ αρχίζει να στρέφεται περί τον άξονα στο σημείο Γ η μηχανική του ενέργεια διατηρείται διότι η μοναδική δύναμη που εκτελεί έργο είναι η συντηρητική δύναμη του σώματος Σ.

Θεωρώντας ότι η δυναμική βαρυτική ενέργεια είναι μηδέν στο λείο δάπεδο (1),

ΑΔΜΕ:

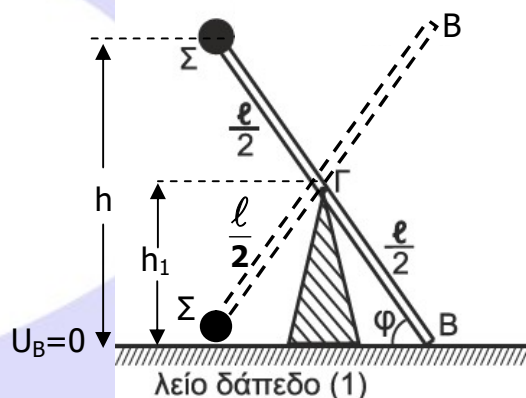
$$K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}} \Rightarrow mgh + M_p g h_1 = \frac{1}{2} I_{\text{συσ}} \omega^2 + M_p g h_1 \xRightarrow{h = \ell \sin\varphi}^{(1)}$$

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

$$L_{\text{αρχ}} = I_{\text{συσ}} \omega = 8\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s} \odot.$$

$$L_{\text{τελ}} = \frac{I_{\text{συσ}} \omega}{2} = 4\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s} \otimes.$$

$$\Delta \vec{L} = \vec{L}_{\text{τελ}} - \vec{L}_{\text{αρχ}} \xRightarrow{\text{Υ.Τ.Μ}} |\Delta \vec{L}| = |4 - (-8)| = 12\text{kgm}^2/\text{s} \otimes$$



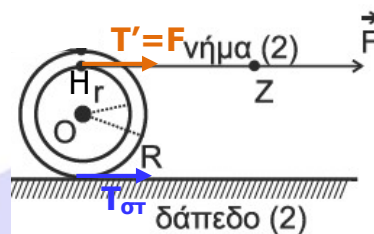
Δ4. Επειδή η τροχαλία κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη μεταφορική κίνηση έχουμε:

$$\Sigma F_x = M_{\text{τρ}} a_{\text{cm}} \Rightarrow F + T_{\text{στ}} = M_{\text{τρ}} a_{\text{cm}} \quad (3)$$

Αντίστοιχα από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη στροφική κίνηση και θετική φορά για τις ροπές την ωρολογιακή έχουμε:

$$\Sigma \tau = I a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow Fr - T_{\text{στ}} R = \frac{1}{2} M_{\text{τρ}} R^2 \frac{a_{\text{cm}}}{R} \Rightarrow \frac{Fr}{R} - T_{\text{στ}} = \frac{I}{2} M_{\text{τρ}} a_{\text{cm}} \quad (4)$$

$$\text{Από (3)+(4): } F\left(1 + \frac{r}{R}\right) = \frac{3}{2} M_{\text{τρ}} a_{\text{cm}} \Rightarrow a_{\text{cm}} = \frac{2F(R+r)}{3MR} = \frac{2 \cdot 12(0,7)}{3 \cdot 7 \cdot 0,4} \Rightarrow a_{\text{cm}} = 2\text{m/s}^2 \quad (5)$$



$$\mathbf{\Delta 5.} \quad u_z = u_{\text{cm}} + u_{\varepsilon} = u_{\text{cm}} \omega r = u_{\text{cm}} + \frac{u_{\text{cm}}}{R} r = u_{\text{cm}} + \frac{3}{4} u_{\text{cm}} \Rightarrow u_z = \frac{7}{4} u_{\text{cm}} \Rightarrow \frac{du_z}{dt} = \frac{7}{4} \frac{du_{\text{cm}}}{dt} \Rightarrow$$

$$a_z = \frac{7}{4} a_{\text{cm}} \xRightarrow{(5)} a_z = \frac{7}{2} \text{m/s}^2 \quad (6)$$

$$x_z = \frac{1}{2} a_z t_1^2 \xRightarrow{(6)} x_z = 7\text{m} \quad (7)$$

$$W_F = F x_z \xRightarrow{(7)} W_F = 12 \cdot 7 = 84\text{J}$$

2ος ΤΡΟΠΟΣ

$$x_z = x_{cm} + \hat{S}_H \Rightarrow x_z = x_{cm} + \hat{\theta}r \Rightarrow x_z = x_{cm} + \frac{x_{cm}}{R}r \Rightarrow x_z = x_{cm}\left(1 + \frac{r}{R}\right)$$

$$\Rightarrow x_z = \frac{7}{4}x_{cm} \Rightarrow x_z = \frac{7}{4} \frac{1}{2} a_{cm} t_1^2 \stackrel{(5)}{\Rightarrow} x_z = 7m$$

$$W_F = F \cdot x_z \Rightarrow W_F = 12 \cdot 7 \Rightarrow W_F = 84J.$$

Επιμέλεια

Ξ. Στεργιάδης – Μ. Κοκολίνης – Τ. Μαριάτος

