ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

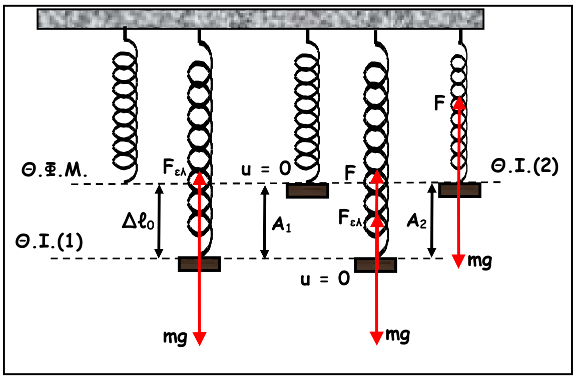
ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

Β1 . α) Σωστή απάντηση είναι η i.

Το σώμα Σ θα κάνει ΑΑΤ με D = k και πλάτος $A_1 = \Delta\ell_0$ όπου $\Delta\ell_0$ η αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου.



Εφαρμόζοντας συνθήκη ισορροπίας στη Θ.Ι.(1) παίρνουμε:

$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = m\,g \rightarrow k\,\Delta\ell_0 = m\,g \rightarrow$

$\boldsymbol{\Delta\ell_0 = = \dfrac{mg}{k} = A_1}$.

Όταν ασκηθεί η δύναμη F το σώμα εκτελεί ΑΑΤ με D = k, ακραία θέση την αρχική θέση ισορροπίας του σώματος Σ και θέση ισορροπίας τη θέση όπου:

$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F + F_{\varepsilon\lambda} = mg \rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = mg - F = 0$ δηλαδή την θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. **Άρα $A_2 = \Delta\ell_0 = A_1$.**

Β2. α) Σωστή απάντηση είναι η ii.

Εφαρμόζουμε Bernoulli κατά μήκος μιας ρευματικής γραμμής από την επιφάνεια του υγρού έως τα σημεία που βρίσκονται οι οπές και βρίσκουμε τις ταχύτητες εκροής:

$$p_{atm} + \rho g(H - \frac{5H}{6}) + 0 = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho \upsilon_1^2 \rightarrow \upsilon_1^2 = 2g\frac{H}{6} \rightarrow \boldsymbol{\upsilon_1 = \sqrt{\frac{gh}{3}}}$$

$$p_{atm} + \rho g(H - \frac{H}{3}) + 0 = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho \upsilon_2^2 \rightarrow \upsilon_2^2 = 2g\frac{2H}{3} \rightarrow \boldsymbol{\upsilon_2 = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}}$$

Αν Π_1 η παροχή της οπής (1) και Π_2 η παροχή της οπής (2) ισχύει:

$\Pi_1 = A\upsilon_1 \rightarrow \dfrac{V}{\Delta t_1} = A\upsilon_1 \rightarrow \Delta t_1 = \dfrac{V}{A\upsilon_1}$.

$\Pi_1 + \Pi_2 = A\upsilon_1 + A\upsilon_2 \rightarrow \dfrac{V}{\Delta t_2} = A(\upsilon_1 + \upsilon_2) \rightarrow \Delta t_2 = \dfrac{V}{A(\upsilon_1+\upsilon_2)}$.

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\dfrac{V}{A(\upsilon_1+\upsilon_2)}}{\dfrac{V}{A\upsilon_1}} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_1+\upsilon_2} = \frac{\sqrt{\dfrac{gh}{3}}}{\sqrt{\dfrac{gh}{3}}+2\sqrt{\dfrac{gh}{3}}} = \frac{\sqrt{\dfrac{gh}{3}}}{\sqrt{\dfrac{gh}{3}}(1+2)} \rightarrow \mathbf{\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}}$$

Β3. α) Σωστή απάντηση είναι η iii.

Από το διάγραμμα που μας δίνεται και επειδή η κρούση είναι κεντρική και ελαστική παίρνουμε:

$$p_1' = \frac{p_1}{5} \rightarrow m\upsilon_1' = \frac{m_1\upsilon_1}{5} \rightarrow \upsilon_1' = \frac{\upsilon_1}{5} \rightarrow \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\upsilon_1 = \frac{\upsilon_1}{5} \rightarrow \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2} = \frac{1}{5} \rightarrow$$

$5m_1 - 5m_2 = m_1 + m_2 \rightarrow 4m_1 = 6m_2 \rightarrow m_2 = \dfrac{2}{3}m_1$.

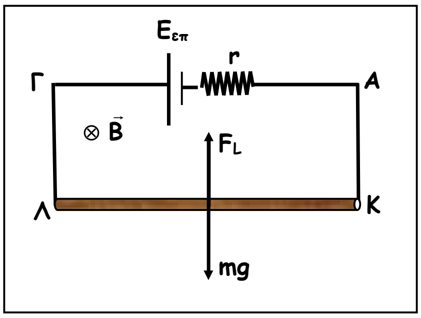
$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}\upsilon_1 = \frac{2m_1}{m_1+\frac{2}{3}m_1}\upsilon_1 = \frac{2m_1}{\frac{5}{3}m_1}\upsilon_1 \rightarrow \mathbf{\upsilon_2' = \frac{6\upsilon_1}{5}}.$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας μάζας m_1 που μεταφέρεται στη σφαίρα μάζας m_2 είναι:

$$\frac{\Delta K_2}{K_1^{\alpha\rho\chi}} = \frac{\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2} = \frac{\frac{2}{3}m_1\frac{36}{25}\upsilon_1^2}{m_1\upsilon_1^2} = \frac{72}{75} = 0{,}96 \quad \text{ή} \quad 0{,}96\ 100\% = \mathbf{96\%}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Για να ισορροπεί ο αγωγός ΚΛ θα πρέπει η ένταση του μαγνητικού πεδίου **να έχει φορά από τον αναγνώστη στη σελίδα** και μέτρο:



$F_L = mg \rightarrow BI\ell = mg \rightarrow B = \dfrac{mg}{I\ell}$ (1)

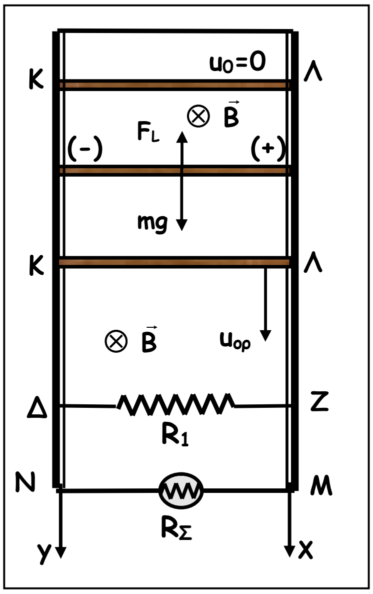
Όμως $I = \dfrac{E}{R_{K\Lambda}+r} \rightarrow I = 3\ A$ άρα $\mathbf{B = \dfrac{3}{3} = 1T}$.

Γ2. Όταν ανοίξουμε το διακόπτη δ_1, κλείνοντας ταυτόχρονα το διακόπτη δ_2, επειδή ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται μεταβάλλεται η μαγνητική ροή μέσα από την επιφάνεια που ορίζει με την κίνηση του οπότε σύμφωνα με το νόμο του Faraday, θα αναπτυχθεί σ' αυτόν ΗΕΔ από επαγωγή η οποία υπολογίζεται ως εξής:

$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{|d\Phi|}{dt} \rightarrow E_{\varepsilon\pi} = \frac{|\Phi_{\tau\varepsilon\lambda} - \Phi_{\alpha\rho\chi}|}{dt} \rightarrow E_{\varepsilon\pi} = \frac{B\,(S_{\tau\varepsilon\lambda} - S_{\alpha\rho\chi})}{dt} \rightarrow E_{\varepsilon\pi} = \frac{B\,dS}{dt} \xrightarrow{dS\,=\,L\,dx}$$

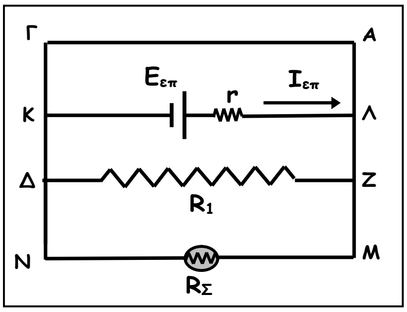
$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{B\,L\,dx}{dt} \xrightarrow{\upsilon\,=\,\frac{dx}{dt}} \mathbf{E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon L \quad (1).}$$

Λόγω της τάσης αυτής ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα $I_{\varepsilon\pi}$, οπότε **δέχεται δύναμη Laplace με φορά αντίθετη από τη φορά της κίνησης του (κανόνας του Lenz).**



Αρχικά ο αγωγός κάνει επιταχυνόμενη κίνηση. Η ταχύτητά του αυξάνεται, άρα η ΗΕΔ από επαγωγή, που εμφανίζεται στα άκρα του, αυξάνεται και η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα αυξάνεται. Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό επίσης αυξάνεται. Όσο η F_L είναι μικρότερη από το βάρος του, ο αγωγός κάνει επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση που συνεχώς μειώνεται. Κάποια στιγμή η δύναμη Laplace γίνεται ίση κατά μέτρο με το βάρος ($\Sigma F = 0$). Τότε επειδή $\alpha = \frac{\Sigma F}{m} = 0$ στη συνέχεια ο αγωγός κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα $\upsilon = \upsilon_{o\rho}$ το μέτρο της οποίας υπολογίζεται ως εξής:

$$\Sigma F = 0 \rightarrow F_L = mg \rightarrow B\,I_{\varepsilon\pi}\,\ell = mg \rightarrow I_{\varepsilon\pi} = \frac{mg}{Bl} \rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 3A\,.$$



Αν R_Σ η ωμική αντίσταση και I_Σ η ένταση του ρεύματος κανονικής λειτουργίας της συσκευής, τότε έχουμε:

$$P_\Sigma = V_\Sigma\,I_\Sigma \rightarrow I_\Sigma = \frac{P_\Sigma}{V_\Sigma} \rightarrow \mathbf{I_\Sigma = 1A} \quad \text{και}$$

$$R_\Sigma = \frac{V_\Sigma}{I_\Sigma} \rightarrow \mathbf{R_\Sigma = 6\ \Omega}.$$

Η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι: $R_{o\lambda} = \frac{R_1 R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} + R_{K\Lambda} = \frac{3\ 6}{3+6} + 2\ \Omega = 4\ \Omega.$

Άρα από το νόμο του Ohm παίρνουμε: $I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\upsilon_{o\rho} l}{R_{o\lambda}} \rightarrow \mathbf{\upsilon_{o\rho} = 12\ m/s.}$

Γ3) Όταν $\upsilon = \frac{\upsilon_{o\rho}}{2} = 6\ m/s$ θα είναι $E_{\varepsilon\pi(2)} = 6\ V$, $I_{\varepsilon\pi(2)} = \frac{E_{\varepsilon\pi(2)}}{R_{o\lambda}} = 1{,}5\ A$ και $F_{L(2)} = 1{,}5N$ άρα:

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = mg - F_{L(2)} \rightarrow \mathbf{\frac{dp}{dt} = 1{,}5\ N.}$$

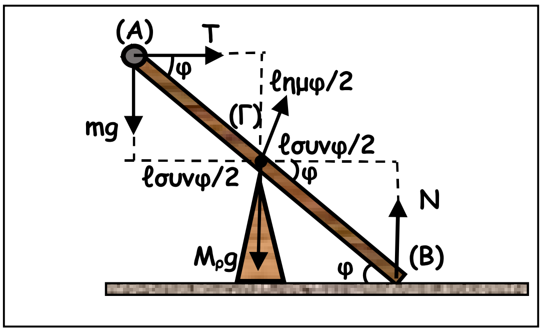
Γ4) Όταν ο αγωγός κινείται με την οριακή του ταχύτητα, η διαφορά δυναμικού στα άκρα του είναι:

$V_{ΚΛ} = E_{επ(3)} - I_{επ(3)} R_{ΚΛ} = 12 - 3\ 2 = 12 - 6 \rightarrow V_{ΚΛ} = 6$ V.

Επειδή $V_{ΚΛ} = V_Σ = 6V$ η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά.

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

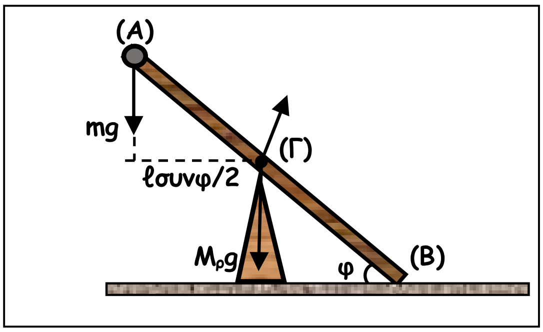
Δ1) Επειδή το σύστημα ράβδος – σφαιρίδιο m ισορροπεί ισχύει: $Στ_{(Γ)} = 0 \rightarrow$



$mg\frac{\ell}{2}συνφ + N\frac{\ell}{2}συνφ - T\frac{\ell}{2}ημφ = 0 \rightarrow 0{,}6N = 8{,}4 - 6 \rightarrow$ **$N = 4$ N.**

Δ2) Η ροπή αδράνειας $I_{συστ.}$ του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής του είναι:

$I_{συστ.} = \frac{1}{12} M_ρ \ell^2 + m\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 \rightarrow I_{συστ.} = \frac{1}{12} 3\ 4 + 1 \rightarrow$ **$I_{συστ.} = 2$ Kg m^2.**



Η γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος τη χρονική που κόβεται το νήμα είναι:

$Στ_{(Γ)} = I_{συστ.}\, α_γ \rightarrow mg\frac{\ell}{2}συνφ = I_{συστ.}\, α_γ \rightarrow$ **$α_γ = \frac{6}{2} = 3$ rad/s^2.**

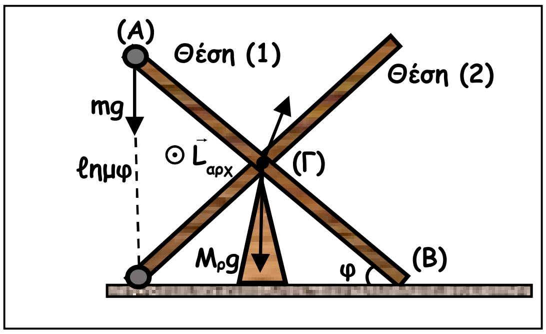
Άρα ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος είναι:

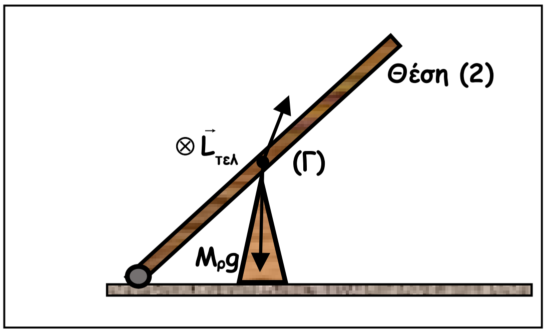
$\frac{dL_ρ}{dt} = I_{cm(ρ)}\, α_γ = \frac{1}{12} M_ρ \ell^2 α_γ \rightarrow$ **$\frac{dL_ρ}{dt} = 3$ Nm.**

Δ3) Εφαρμόζουμε ΑΔΜΕ από τη θέση (1) στη θέση (2) για να υπολογίσουμε την γωνιακή ταχύτητα ω του συστήματος λίγο πριν το σφαιρίδιο Σ χτυπήσει το οριζόντιο δάπεδο.

$$E_{\mu\eta\chi}^{(1)} = E_{\mu\eta\chi}^{(2)} \rightarrow K_{(1)} + U_{(1)} = K_{(2)} + U_{(2)} \rightarrow 0 + mg\,\ell\eta\mu\varphi = \frac{1}{2} I_{\sigma\upsilon\sigma\tau}\,\omega^2 + 0 \rightarrow$$

$$16 = \frac{1}{2} 2\,\omega^2 \rightarrow \boldsymbol{\omega = \sqrt{16} = 4\ rad/s}$$



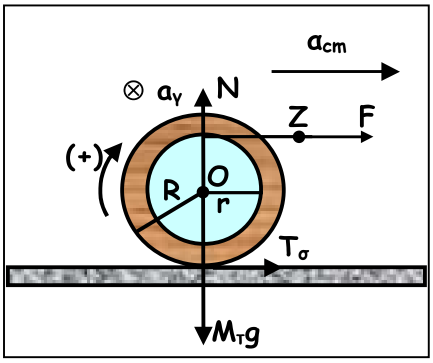


Θεωρώντας θετική φορά από τον αναγνώστη στη σελίδα η μεταβολή της στροφορμής του συστήματος είναι:

$$\Delta\vec{L} = \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{L}_{\alpha\rho\chi} \rightarrow \Delta L = I_{\sigma\upsilon\sigma\tau}\frac{\omega}{2} - (-I_{\sigma\upsilon\sigma\tau}\,\omega) = 4 + 8 \rightarrow \boldsymbol{\Delta L = 12\ Kgm^2/s.}$$

Δ4) Η τροχαλία εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κύλιση χωρίς ολίσθηση. Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη μεταφορική κίνηση της τροχαλίας έχουμε:

$$\Sigma \vec{F}_x = M_T\,\vec{a}_{cm} \rightarrow F + T_\sigma = M_T\,a_{cm} \quad (1)$$



Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

$$\Sigma\tau_{(O)} = I_{cm(T)}\,a_\gamma \rightarrow F\,r - T_\sigma R = \frac{1}{2} M_T R^2 a_\gamma \quad (2)$$

Επειδή η τροχαλία κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει:

$$a_{cm} = a_\gamma R \rightarrow a_\gamma = \frac{a_{cm}}{R} \quad (3)$$

Η σχέση (2) λόγω της σχέσης (3) γίνεται:

$$F\,r - T_\sigma R = \frac{1}{2} M_T R^2 \frac{a_{cm}}{R} = \frac{1}{2} M_T R\,a_{cm} \quad (4)$$

Από (1) και (4) παίρνουμε:

$$F\,r - (M_T\,a_{cm} - F)R = \frac{1}{2} M_T R\,a_{cm} \rightarrow F\,r - M_T\,a_{cm}R + F\,R = \frac{1}{2} M_T R\,a_{cm} \rightarrow$$

$F\,R + F\,r\,M_T = a_{cm}R + \frac{1}{2}\,M_T\,R\,a_{cm} \rightarrow F\,(R + r) = \frac{3}{2}\,M_T\,R\,a_{cm} = \rightarrow 8{,}4 = 4{,}2\,a_{cm} \rightarrow$

$a_{cm} = 2\ m/s^2$ και $a_\gamma = \frac{a_{cm}}{R} = 5\ rad/s^2$.

Δ5) Το έργο της δύναμης F είναι:

$W_F^{μεταφορικής} = F\,\Delta x_{cm} = F\,\frac{1}{2}a_{cm}\,t_1^2 = 12\,\frac{1}{2}\,2\,4 \rightarrow W_F^{μεταφορικής} = 48\ J.$

$W_F^{περιστροφικής} = \tau_F\,\Delta\theta = F\,r\,\Delta\theta = F\,r\,\frac{1}{2}a_\gamma\,t_1^2 = 12\,0{,}3\,\frac{1}{2}\,5\,4 \rightarrow W_F^{περιστροφικής} = 36\ J.$

$W_F = W_F^{μεταφορικής} + W_F^{περιστροφικής} = 84\ J.$

ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΕ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΤΩΝ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ

«ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ» ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΔΕΜΕΝΕΟΠΟΥΛΟΣ Γ. - ΗΜΕΛΛΟΣ Μ. - ΚΟΥΣΗΣ Γ.

www.floropoulos.gr