ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2022

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. δ

Α3. γ

Α4. β

Α5. Λ Σ Λ Σ Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το i)

Στο πείραμα 1 είναι:

Στη Θ.Ι.: $\Sigma F = 0 \Rightarrow k \cdot \Delta l = m \cdot g \Rightarrow \Delta l = \frac{m \cdot g}{k}$

Η Θ.Φ.Μ. είναι η άνω ακραία θέση άρα $A_1 = \frac{m \cdot g}{k}$ (1)

Στο πείραμα 2 είναι:

Η Θ.Ι.Τ όταν ασκείται η δύναμη F είναι η Θ.Φ.Μ.

Θ.Ι.Τ.: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F - m \cdot g = k \cdot \Delta l' \Rightarrow \Delta l' = 0$

Οπότε η πρώτη θέση ισορροπίας είναι η ακραία θέση στη νέα α.α.τ. άρα $A_2 = \frac{m \cdot g}{k}$

Οπότε $A_1 = A_2$.

Β2. Σωστό το ii)

Στην 1η περίπτωση από εξίσωση Bernoulli:

$$p_{atm} + \rho \cdot g \cdot \left(H - \frac{5H}{6}\right) = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho \cdot {u_1}^2 \Rightarrow u_1 = \sqrt{\frac{g \cdot h}{3}} \text{ (1)}$$

$$\Pi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A \cdot u_1 \xrightarrow{(1)} V = A\sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}\Delta t_1 \text{ (2)}$$

Στη 2η περίπτωση από εξίσωση Bernoulli:

$$p_{atm} + \rho \cdot g \cdot \left(H - \frac{H}{3}\right) = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho \cdot {u_2}^2 \Rightarrow u_2 = 2\sqrt{\frac{g \cdot h}{3}} \text{ (3)}$$

$$\Pi' = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A \cdot u_1 + A \cdot u_2 \underset{(3)}{\overset{(1)}{\rightarrow}} V = A\left(3\sqrt{\frac{g \cdot H}{3}}\right)\Delta t_2 \text{ (4)}$$

Από τις σχέσεις (2) και (4) γνωρίζοντας ότι $V_1 = V_2$:

$$A\sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} \cdot \Delta t_1 = A \cdot 3\sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}$$

Β3. Σωστό το iii)

Δίνεται ${u_1}' = \frac{u_1}{5}$

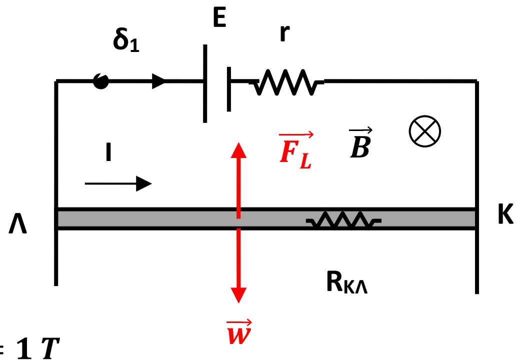
Ισχύει $u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot u_1$, οπότε $u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot u_1 = \frac{u_1}{5} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}$ (1)

Από Α.Δ.Ο. $m_1 \cdot u_1 = m_1 \cdot \frac{u_1}{5} + m_2 \cdot u_2' \Rightarrow u_2' = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{4}{5} \cdot u_1$ (2)

Το ζητούμενο κλάσμα από τις σχέσεις (1) και (2) είναι: $\Pi = \frac{\frac{1}{2}m_2 \cdot {u_2'}^2}{\frac{1}{2}m_1 \cdot {u_1}^2} = \frac{48}{50}$

οπότε το αντίστοιχο ποσοστό: $\Pi\% = \frac{48}{50} \cdot 100\% = 96\%$

ΘΕΜΑ Γ

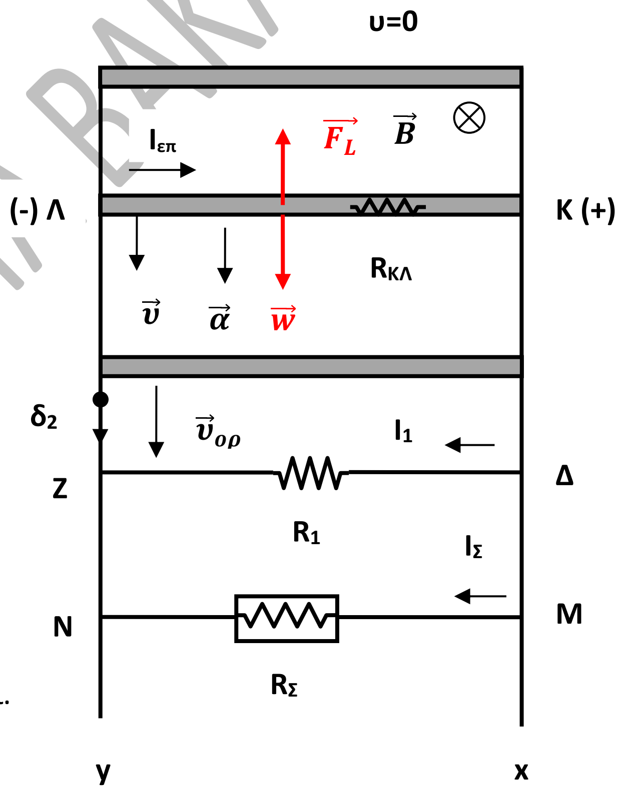


Γ1. Επειδή ο αγωγός ΚΛ αρχικά ισορροπεί, η δύναμη Laplace θα είναι αντίρροπη του βάρους.

Είναι: $I = \dfrac{E}{R_{KΛ} + r} = 3\ A \quad και:$

$\overrightarrow{\Sigma F} = 0 \ \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BIl = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{Il} \Rightarrow \boldsymbol{B = 1\ T}$

Με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού προκύπτει ότι η φορά της έντασης $\vec{B}$ είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Γ2. Ο αγωγός είναι αρχικά ακίνητος, άρα θα επιταχυνθεί. Κατά τη διάρκεια της κίνησης θα ισχύουν:

$E_{επ} = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = \left|\frac{BdA}{dt}\right| = \left|\frac{Bldy}{dt}\right| = Bυl\,,$

$I_{επ} = \dfrac{E_{επ}}{R_{ολ}} = \dfrac{BυL}{R_{ολ}} \quad και \quad F_L = BI_{επ}l = \dfrac{B^2υL^2}{R_{ολ}}$

Είναι:

$\Sigma F = mα \Rightarrow mg - F_L = mα \Rightarrow$

$mg - \dfrac{B^2υl^2}{R_{ολ}} = mα\ (1)$

Από τη σχέση (1) προκύπτει ότι όσο η ταχύτητα αυξάνεται, η επιτάχυνση του αγωγού μειώνεται. Η κίνηση είναι **επιταχυνόμενη με επιτάχυνση που μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί.**

Η ταχύτητα γίνεται σταθερή (οριακή) τη στιγμή που ισχύει α=0, οπότε από την (1):

$$mg = \frac{B^2υ_{ορ}l^2}{R_{ολ}} \Rightarrow υ_{ορ} = \frac{mgR_{ολ}}{B^2l^2} \quad (2)$$

Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της θερμικής συσκευής έχουμε:

$$P_κ = \frac{V_κ^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{V_κ^2}{P_κ} = 6\ \Omega$$

Για την ολική αντίσταση του κυκλώματος ισχύει:

$$R_{ολ} = \frac{R_1 R_Σ}{R_1 + R_Σ} + R_{ΚΛ} = 4\ Ω$$

Έτσι, από την (2) προκύπτει:

$$\boldsymbol{υ_{ορ} = 12\ m/s}$$

Γ3. Τη στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού είναι $υ = \frac{υ_{ορ}}{2} = 6\ m/s$, θα ισχύει:

$$F_L = \frac{B^2 υ L^2}{R_{ολ}} = 1{,}5\ N$$

Τότε, ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του αγωγού είναι:

$$\frac{dp}{dt} = ΣF = mg - F_L \Rightarrow \boldsymbol{\frac{dp}{dt} = 1{,}5\ Kg\frac{m}{s^2}}\ (\text{ή } \boldsymbol{N})$$

με φορά προς τα κάτω.

Γ4. Όταν ο αγωγός έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, η επαγωγική ΗΕΔ στα άκρα του είναι:

$$E_{επ} = B υ_{ορ} l = 12\ V$$

Οπότε, ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = 3\ A$$

και η πολική τάση στα άκρα του είναι:

$$V_π = E_{επ} - I_{επ} R_{ΚΛ} = 6\ V$$

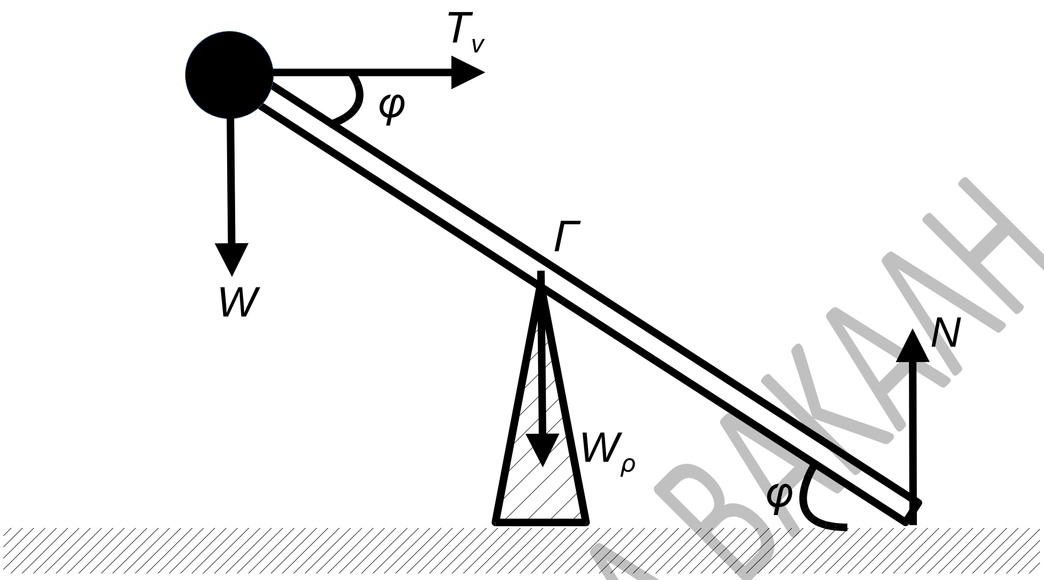
Άρα και η τάση στα άκρα της συσκευής είναι $V_{MN}=V_π=6\ V$ και επειδή ισχύει

$$\boldsymbol{V_{MN} = V_κ}\ ,$$

η θερμική συσκευή θα λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Από την ισορροπία των ροπών στην ράβδο έχουμε:

$$\Sigma\vec{\tau} = 0 \text{ ή } \overrightarrow{\tau_W} + \overrightarrow{\tau_{W\rho}} + \overrightarrow{\tau_{F\alpha\xi}} + \overrightarrow{\tau_N} + \overrightarrow{\tau_{T\upsilon}} = 0 \text{ ή}$$

$$mg\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{l}{2} + N\frac{l}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi - T_v\eta\mu\varphi\frac{l}{2} = 0 \text{ ή}$$

$$10 \cdot 0{,}6 + N \cdot 0{,}6 = 10{,}5 \cdot 0{,}8 \text{ ή}$$

$$\underline{N = 4N}$$

Δ2.

$$I_{cm,\rho} = \frac{1}{12}M_\rho l^2 = 1kgm^2$$

$$I_m = m(\frac{l^2}{4}) = 1kgm^2$$

$$I_{o\lambda} = I_{cm,\rho} + I_m = 2kgm^2$$

Μετά την κοπή του νήματος και εφόσον χαθεί η επαφή με το δάπεδο έχουμε:

$$\Sigma\vec{\tau} = I_{o\lambda}\alpha_{\gamma\omega\nu.} \text{ ή } \overrightarrow{\tau_W} + \overrightarrow{\tau_{W\rho}} + \overrightarrow{\tau_{F\alpha\xi}} = I_{o\lambda}\alpha_{\gamma\omega\nu} \text{ ή}$$

$$mg\frac{l}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi = I_{o\lambda}\alpha_{\gamma\omega\nu} \text{ ή } 10\cdot 1\cdot 0{,}6 = 2\alpha_{\gamma\omega\nu} \text{ ή}$$

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = 3\,rad/s^2$$

Για το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της ράβδου

$$\frac{dL_{(\rho)}}{dt} = \Sigma\tau_{(\rho)} = I_{cm,\rho}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} = 1\cdot 3 \text{ ή}$$

$$\underline{\frac{dL_{(\rho)}}{dt} = 3kg\frac{m^2}{s^2}}$$

Δ3.

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για το σύστημα σώμα – ράβδος

$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{o\lambda}$ ή $\frac{1}{2}I_{o\lambda}\omega^2 = mgh$ όπου $h = l\cdot\eta\mu\varphi = 1{,}6m$ επομένως

$\underline{\omega = 4\,rad/s}$

Η αρχική στροφορμή έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη με μέτρο:

$$L_{\alpha\rho\chi} = I_{o\lambda}\omega \rightarrow L_{\alpha\rho\chi} = 8\,kgm^2/s \;\odot$$

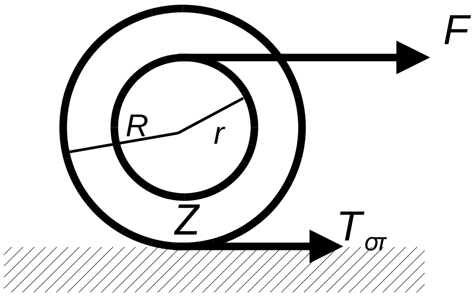
Η τελική στροφορμή έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα με μέτρο:

$L_{\tau\varepsilon\lambda} = I_{o\lambda}\frac{\omega}{2} \rightarrow L_{\tau\varepsilon\lambda} = 4\,kgm^2/s$ $\otimes$Θεωρούμε ως θετική την φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα οπότε:

$$\Delta\vec{L} = \overrightarrow{L_{\tau\varepsilon\lambda}} - \overrightarrow{L_{\alpha\rho\chi}} \text{ ή } \Delta L = 4 - (-8) \text{ ή } \underline{\Delta L = 12\,kgm^2/s} \;\otimes$$

με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Δ4.



Κύλιση χωρίς ολίσθηση:

$$u_Z = 0 \text{ ή } u_{cm} = \omega R$$

Επίσης:

$$\alpha_{cm} = \alpha_{\gamma\omega\nu} R \ (1)$$

Για την μεταφορική κίνηση της τροχαλίας έχουμε:

$$\Sigma F = M_T\, \alpha_{cm} \text{ ή } F + T_{\sigma\tau} = M_T \alpha_{cm} \ (2)$$

Για την στροφική κίνηση της τροχαλίας έχουμε:

$$\Sigma\tau = I_T \alpha_{\gamma\omega\nu} \text{ ή } F \cdot r - T_{\sigma\tau} \cdot R = \frac{1}{2} M_T R^2 \alpha_{\gamma\omega\nu}$$

Χρησιμοποιώντας την (1) έχουμε:

$$F \cdot r - T_{\sigma\tau} \cdot R = \frac{1}{2} M_T R \alpha_{cm} \text{ ή } \frac{F \cdot r}{R} - T_{\sigma\tau} = \frac{1}{2} M_T \alpha_{cm} \ (3)$$

Από τις (2) και (3) έχουμε:

$F\left(1 + \frac{r}{R}\right) = \frac{3}{2} M_T \alpha_{cm}$ ή $\underline{\alpha_{cm} = 2\, m/s^2}$ με φορά προς τα δεξιά.

Δ5.

Το κέντρο μάζας της τροχαλίας εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα οπότε:

$$x_{cm} = \frac{1}{2}a_{cm}t_1^2 = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 2^2 \text{ ή } x_{cm} = 4m$$

Λόγω της κύλισης χωρίς ολίσθηση

$$x_{cm} = \Delta\theta R \text{ ή } \Delta\theta = \frac{x_{cm}}{R}$$

Οπότε το έργο της F υπολογίζεται από:

$$W_F = W_{F(\mu\varepsilon\tau.)} + W_{F(\sigma\tau\rho.)} = F\cdot x_{cm} + \tau_F\Delta\Theta = F\cdot x_{cm} + F\cdot r\frac{x_{cm}}{R} \text{ ή}$$

$$W_F = 12\cdot 4 + 12\cdot\frac{0{,}3\cdot 4}{0{,}4} = 48 + 36 \text{ ή}$$

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