ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022
ΚΟΨΙΔΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΠΑΛΛΑΣ ΔΗΜΟΣ, ΧΑΣΙΑΚΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ **Α2.** δ **Α3.** γ **Α4.** β

Α5. α) **Λ** β) **Σ** γ) **Λ** δ) **Σ** ε) **Σ**

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση είναι η **i.**

Στη θέση ισορροπίας η επιμήκυνση ισούται με d, η οποία υπολογίζεται ότι είναι:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = W \Leftrightarrow kd = mg \Leftrightarrow d = \frac{mg}{k}$$

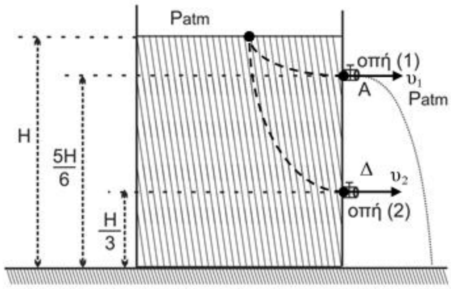
Στο πρώτο πείραμα το πλάτος A_1 ισούται με την απόσταση από την αρχική θέση ισορροπίας έως το άκρο, που είναι στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Άρα:

$$A_1 = d = \frac{mg}{k}.$$

Στο δεύτερο πείραμα, η αρχική θέση ισορροπίας μετατρέπεται σε άκρο της ταλάντωσης (εφόσον η ταχύτητα είναι ίση με μηδέν), ενώ η θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου ταυτίζεται με τη νέα θέση ισορροπίας της ταλάντωσης, διότι στη θέση αυτή ισχύει:

$\Sigma F = F - mg = 0$. Άρα πάλι $A_2 = d = \frac{mg}{k}$. Συνεπώς $A_1 = A_2$.

Β2. Σωστή απάντηση είναι η **ii.**



Τα εμβαδά των οπών είναι ίσα: $A_1 = A_2 = A$.

Όταν είναι ανοικτή μόνο η οπή (1), το νερό ρέει από αυτήν με ταχύτητα υ_1 και ισχύει:

$$A\upsilon_1 = \frac{V}{\Delta t_1} \Leftrightarrow \Delta t_1 = \frac{V}{A\upsilon_1} \qquad (1)$$

Όταν ανοίξουμε και την οπή (2), το νερό ρέει από αυτήν με ταχύτητα υ_2. Υπολογίζουμε τις ταχύτητες από το θεώρημα Torricelli (το οποίο εφόσον υπάρχει στο σχολικό βιβλίο, έστω και ως εφαρμογή, πρέπει να γίνεται δεκτό και χωρίς να αποδεικνύεται από εξίσωση συνέχειας και την Bernoulli):

$\upsilon_1 = \sqrt{2g(H - \frac{5H}{6})} = \sqrt{\frac{gH}{3}}$ και $\upsilon_2 = \sqrt{2g(H - \frac{H}{3})} = 2\sqrt{\frac{gH}{3}}$. Επομένως $\upsilon_2 = 2\upsilon_1$.

Ισχύει: $A\upsilon_1 + A\upsilon_2 = \frac{V}{\Delta t_2} \Leftrightarrow A\upsilon_1 + 2A\upsilon_1 = \frac{V}{\Delta t_2} \Leftrightarrow 3A\upsilon_1 = \frac{V}{\Delta t_2} \Leftrightarrow \Delta t_2 = \frac{V}{3A\upsilon_1} \qquad (2)$

Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}$.

Β3. . Σωστή απάντηση είναι η **iii.**

$p_1 = m\upsilon_1$ και $\frac{p_1}{5} = m\upsilon_1'$. Άρα $\upsilon_1' = \frac{\upsilon_1}{5}$.

Η αρχική κινητική ενέργεια της σφαίρας m_1 είναι: $K_1 = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2$.

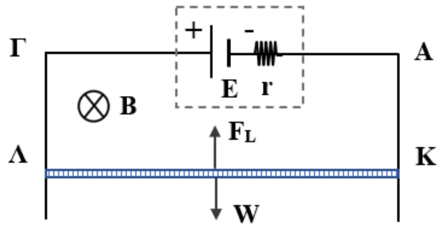
Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας της σφαίρας m_1 είναι:

$$\Delta K_1 = K_1' - K_1 = \frac{1}{2}m_1\frac{\upsilon_1^2}{25} - \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 = -\frac{24}{25}\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 = -\frac{24}{25}K_1.$$

Επειδή η κρούση είναι ελαστική, η συνολική κινητική ενέργεια δεν μεταβάλλεται. Άρα η κινητική ενέργεια K_2' της σφαίρας m_2 μετά την κρούση ισούται με την απόλυτη τιμή της μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας m_1. Άρα $K_2' = |\Delta K_1| = \left|-\frac{24}{25}K_1\right| = \frac{24}{25}K_1$. Επομένως: $\frac{K_2'}{K_1} = \frac{24}{25} = \frac{96}{100} = 96\%$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Εφόσον ο αγωγός ισορροπεί, πρέπει η συνισταμένη δύναμη να είναι ίση με μηδέν. Άρα πρέπει η δύναμη Laplace να είναι αντίθετη του βάρους, άρα να έχει φορά προς τα επάνω. Η συμβατική φορά του ρεύματος είναι από το άκρο Λ προς το άκρο Κ του αγωγού. Με κανόνα τριών δαχτύλων του δεξιού χεριού βρίσκουμε ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στο επίπεδο του σχήματος και έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Υπολογίζουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου:



$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_L - mg = 0 \Leftrightarrow BIL = mg \Leftrightarrow B\frac{E}{R_{K\Lambda}+r}L = mg \Leftrightarrow B = \frac{mg(R_{K\Lambda}+r)}{EL} \Leftrightarrow$$

$$B = \frac{3\cdot 3}{9\cdot 1} \Leftrightarrow B = 1\,T$$

Γ2. Καθώς ο αγωγός αφήνεται να κινηθεί από τη θέση 1, λόγω του βάρους η ταχύτητά του θα αυξάνεται. Άρα θα εμφανιστεί τάση από επαγωγή $E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon L$ η οποία συνεχώς θα αυξάνεται. Άρα ο αγωγός θα διαρρέεται από ολοένα αυξανόμενο ρεύμα, το οποίο σύμφωνα με τον κανόνα Lenz θα έχει τέτοια φορά, η οποία θα αντιτίθεται στη μείωση της μαγνητικής ροής του πλαισίου ΚΛΝΜ. Άρα το ρεύμα θα έχει συμβατική φορά από το Λ στο Κ και η δύναμη Laplace θα έχει φορά προς τα επάνω, ενώ το μέτρο της θα αυξάνεται έως ότου γίνει ίσο με το μέτρο του βάρους. Άρα ο αγωγός θα επιταχύνεται προς τα κάτω με μειούμενη επιτάχυνση, εώς ότου η επιτάχυνση μηδενιστεί. Από το σημείο αυτό και μετά, ο αγωγός θα κινείται με σταθερή ταχύτητα.

Για να έχουμε οριακή ταχύτητα πρέπει όπως είπαμε η επιτάχυνση να είναι μηδενική άρα και η συνισταμένη δύναμη στον αγωγό να είναι και αυτή μηδέν.

$$\Sigma F = 0$$

$$mg = BI\ell$$

$$mg = B\frac{\upsilon_{o\rho}B\ell}{R_{O\Lambda}}\ell$$

$$\upsilon_{o\rho} = \frac{mgR_{O\Lambda}}{B^2\ell^2} \qquad (1)$$

Αρχικά από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής βρίσκουμε

$$P_\kappa = V_\kappa I_\kappa$$

$$I_\kappa = 1\ \mathrm{A}$$

Και η αντίσταση της συσκευής θα είναι

$$R_\Sigma = \frac{V_\kappa}{I_\kappa}$$

$$R_\Sigma = 6\ \Omega$$

Η ολική αντίσταση του κυκλώματος θα είναι

$$R_{\mathrm{O}\Lambda} = \frac{R_\Sigma R_1}{R_\Sigma + R_1} + R_{\mathrm{K}\Lambda}$$

$$R_{\mathrm{O}\Lambda} = 4\ \Omega$$

Έτσι η οριακή ταχύτητα από την (1) θα είναι

$$\upsilon_{\mathrm{o}\rho} = \frac{0{,}3 \cdot 10 \cdot 4}{1^2 \cdot 1^2}\ \mathrm{m/s}$$

$$\upsilon_{o\rho} = 12\ \mathrm{m/s}$$

Γ3. Το επαγωγικό ρεύμα που θα διαρρέει τον αγωγό ΚΛ θα είναι

$$i_{\varepsilon\pi} = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{\mathrm{O}\Lambda}}$$

$$i_{\varepsilon\pi} = \frac{\upsilon B\ell}{R_{\mathrm{O}\Lambda}}$$

Και η δύναμη Laplace

$$F_L = B i_{\varepsilon\pi}\ell$$

$$F_L = \frac{B^2\ell^2}{R_{\mathrm{O}\Lambda}}\upsilon$$

$$F_L = \frac{B^2\ell^2}{R_{\mathrm{O}\Lambda}}\frac{\upsilon_{\mathrm{o}\rho}}{2}$$

$$F_L = \frac{mg}{2}$$

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του θα είναι

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F$$

$$\frac{dp}{dt} = mg - F_L$$

$$\frac{dp}{dt} = mg - \frac{mg}{2}$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{mg}{2}$$

$$\frac{dp}{dt} = 1{,}5\ \mathrm{kg \cdot m/s^2}$$

Γ4. Όταν ο αγωγός αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα τότε

$$i_{\varepsilon\pi} = \frac{\upsilon_{\mathrm{o}\rho} B\ell}{R_{\mathrm{O}\Lambda}}$$

$$i_{\varepsilon\pi} = \frac{12 \cdot 1 \cdot 1}{4}\ \mathrm{A}$$

$$i_{\varepsilon\pi} = 3\ \mathrm{A}$$

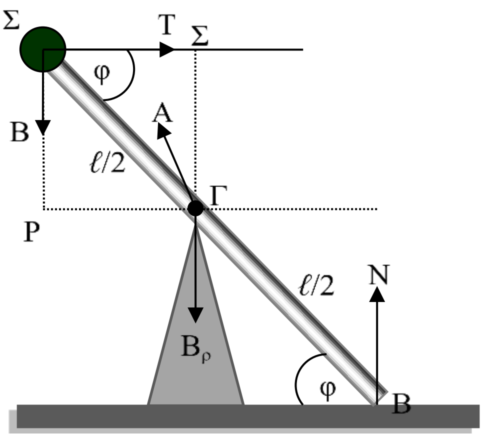
Η τάση στα άκρα του συστήματος των R_1 και R_Σ θα είναι

$$V_{Z\Delta} = i_{\varepsilon\pi} R_{1\Sigma}$$
$$V_{Z\Delta} = 3 \cdot 2 \text{ V}$$
$$V_{Z\Delta} = 6 \text{ V}$$

Επειδή η τάση στα άκρα της συσκευής είναι όση και η τάση κανονικής της λειτουργίας σημαίνει ότι λειτουργεί κανονικά

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Για ράβδο – σφαιρίδιο που ισορροπεί

$$\Sigma\vec{\tau}_{(\Gamma)} = 0 \Rightarrow T \cdot (\Gamma\Sigma) - B \cdot (\Gamma P) + B_\rho \cdot 0 + A \cdot 0 - N \cdot (\Gamma\Theta) = 0 \Rightarrow$$

$$T \cdot \frac{l}{2}\,\eta\mu\varphi - B \cdot \frac{l}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi - N \cdot \frac{l}{2}\,\sigma\upsilon\nu\varphi = 0 \Rightarrow$$

$$T \cdot \eta\mu\varphi - B \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = N \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow N = 4\ N$$

Δ2. Για το στερεό ράβδο – σφαιρίδιο η ροπή αδράνειας ως προς το Γ είναι

$$I_{O\Lambda(\Gamma)} = I_\rho + \text{m} \cdot \frac{l^2}{4} = \frac{1}{12}\text{M}_\rho\, l^2 + \text{m}\,\frac{l^2}{4} \Rightarrow \text{I}_{O\Lambda(\Gamma)} = 2\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

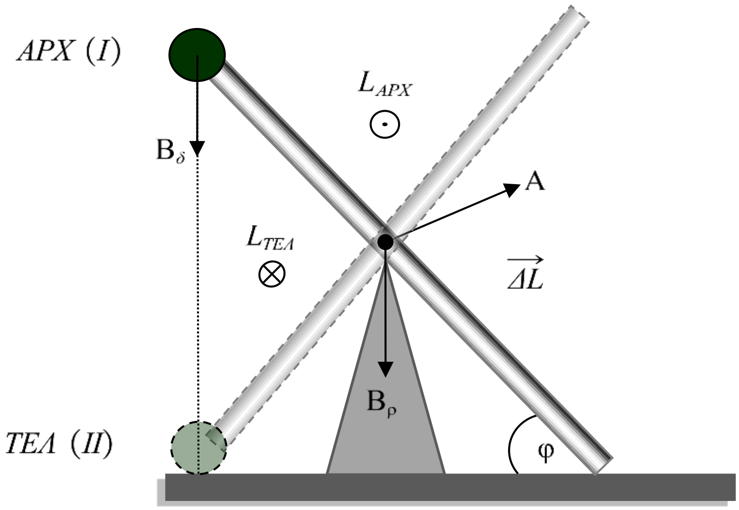
$$\Sigma\vec{\tau}_{(\Gamma)} = \text{I}_{O\Lambda(\Gamma)} \cdot \vec{\alpha}_\gamma \Rightarrow B_\sigma \cdot (\Gamma\text{B}) = \text{I}_{O\Lambda(\Gamma)} \cdot \alpha_\gamma \Rightarrow$$

$$B_\sigma \cdot \frac{l}{2}\,\sigma\upsilon\nu\varphi = \text{I}_{O\Lambda(\Gamma)} \cdot \alpha_\gamma \Rightarrow \alpha_\gamma = 3\ r/s^2$$

Για τη ράβδο

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \Sigma\tau_{(\Gamma)} = \text{I}_{O\Lambda(\Gamma)} \cdot \alpha_\gamma = 1 \cdot 3 = 3\ \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

Δ3.



Για ράβδο – σφαιρίδιο

$$ΘΜΚΕ\ (I \to II)\ K_{II} - K_I = W_{B_σ} \Rightarrow$$

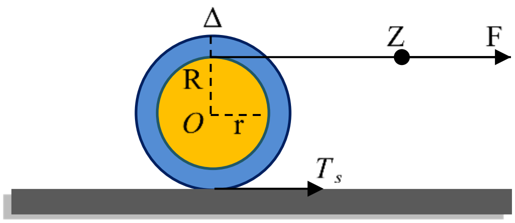
$$\frac{1}{2}\, I_{ΟΛ(Γ)} \cdot \omega^2 = mgh - 0 \Rightarrow \frac{1}{2}\, I_{ΟΛ(Γ)} \cdot \omega^2 = mgl\etaμ\varphi \Rightarrow \omega = 4\ r/s$$

Θεωρώντας θετική φορά προς τα μέσα

$$\overrightarrow{ΔL} = \overrightarrow{ΔL_{ΤΕΛ}} - \overrightarrow{ΔL_{ΑΡΧ}} \Rightarrow ΔL = I_{ΟΛ(Γ)}\ \frac{\omega}{2} + I_{ΟΛ(Γ)}\ \omega = 12\ Kgr \cdot m^2/s$$

Με φορά προς τα μέσα.

Δ4.



Για την τροχαλία

$$Σ\vec{F} = M_T\ \overrightarrow{a_{cm}} \Rightarrow F + T_s = M_T\ a_{cm} \Rightarrow T_s = M_T a_{cm} - F\ (1)$$

$$a_{cm} = a_\gamma \cdot R\ (2)$$

$$Σ\vec{\tau}_{(O)} = I_{(O)} \cdot \overrightarrow{\alpha_\gamma} \overset{(2)}{\Rightarrow} F \cdot r - T_s \cdot R = \frac{1}{2} M_T \cdot R^2\ \frac{a_{cm}}{R} \overset{(1)}{\Rightarrow}$$

$$F \cdot r - (M_T\ a_{cm} - F) \cdot R = \frac{1}{2} M_T \cdot R^2\ \frac{a_{cm}}{R} \Rightarrow a_{cm} = 2\ m/s^2$$

Δ5. Η επιτάχυνση του σημείου Ζ είναι

$$\overrightarrow{\alpha_z} = \overrightarrow{a_{cm}} + \overrightarrow{a_{\gamma\rho}} \Rightarrow \alpha_Z = \alpha_{cm} + a_\gamma \cdot r = a_{cm} + \frac{a_{cm}}{R} \cdot r \Rightarrow a_z = 3,5\ m/s^2$$

$$ΔX_Z = \frac{1}{2}\alpha_Z \cdot t^2 \Rightarrow ΔX_Z = 7\ m$$

$$W_F = F \cdot ΔX_Z \Rightarrow W_F = 84\ J$$