ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. δ

Α3. γ

Α4. β

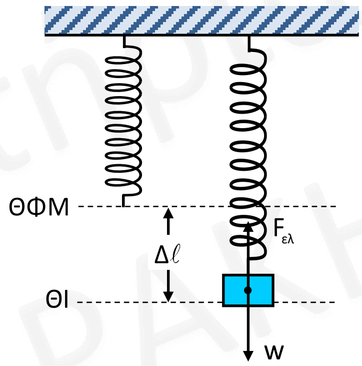
Α5. α) Λ, β) Σ, γ) Λ, δ) Σ, ε) Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1.

α) Σωστή απάντηση το (i)

β) *Πείραμα 1*

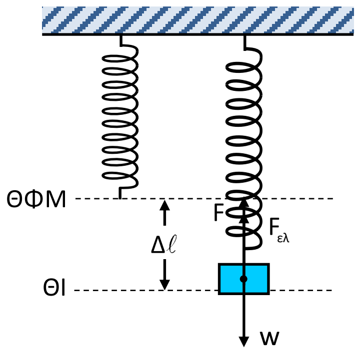


Στη ΘΙ: $ΣF = 0 \Rightarrow F_{ελ} = W \Rightarrow kΔl = mg \Rightarrow Δl = \frac{mg}{k}$

Αφήνουμε το σώμα ελεύθερο από τη ΘΦΜ. Το σύστημα ελατήριο-σώμα διεγείρεται και κάνει ΑΑΤ με αφετηρία ακραία θέση (υ=0).

Άρα: $A_1 = \frac{mg}{k}$

Πείραμα 2



Στο σώμα ενεργεί η σταθερή δύναμη F. Η ΘΙ τώρα είναι η ΘΦΜ του ελατηρίου διότι εκεί:

$ΣF = 0 \Rightarrow F + F_{ελ} - W = 0 \Rightarrow mg + F_{ελ} - mg = 0 \Rightarrow F_{ελ} = 0$

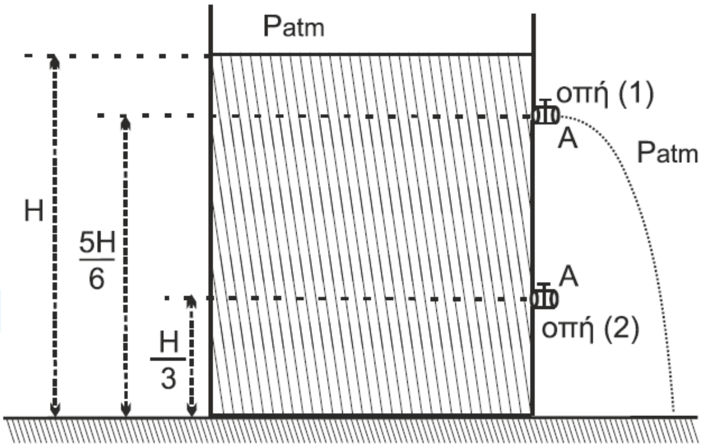
Άρα και εδώ το σώμα κάνει ΑΑΤ με αφετηρία ακραία θέση (υ=0).

Επομένως: $A_2 = Δl = A_1$

Β2.

α) Σωστή απάντηση είναι το (ii).

β) Η οπή (1) ανοιχτή:



Σχήμα 2

Θεώρημα Torricelli: $\upsilon_1 = \sqrt{2g\left(H - \frac{5H}{6}\right)} = \sqrt{2g\frac{H}{6}} = \sqrt{\frac{gH}{3}}$

Και $V = \Pi_1 \Delta t_1 = A\upsilon_1 \Delta t_1$

Οι οπές (1) και (2) ανοιχτές:

Θεώρημα Torricelli: $\upsilon_2 = \sqrt{2g\left(H - \frac{H}{3}\right)} = \sqrt{2g\frac{2H}{3}} = \sqrt{\frac{4gH}{3}} = 2\sqrt{\frac{gH}{3}}$

Και $V = (\Pi_1 + \Pi_2)\Delta t_2$

Όπου $\Pi_2 = A\upsilon_2$

Άρα:

$\Pi_1 \Delta t_1 = (\Pi_1 + \Pi_2)\Delta t_2$

$A\upsilon_1 \Delta t_1 = A(\upsilon_1 + \upsilon_2)\Delta t_2$

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_1 + \upsilon_2} = \frac{\sqrt{\frac{gH}{3}}}{\sqrt{\frac{gH}{3}} + 2\sqrt{\frac{gH}{3}}} = \frac{\sqrt{\frac{gH}{3}}}{3\sqrt{\frac{gH}{3}}} = \frac{1}{3}$$

Β3.

α) Σωστή απάντηση είναι το iii)

β) Επειδή η κρούση είναι κεντρική και ελαστική, διατηρούνται τόσο η Ορμή όσο και η Κινητική Ενέργεια του συστήματος. Επειδή το σώμα 2 είναι αρχικά ακίνητο τόσο η ορμή όσο και η κινητική του ενέργεια αρχικά θα είναι μηδενικές.

Από Α.Δ.Ο.

$$p_1 + p_2 = p_1^{'} + p_2^{'} \Rightarrow p_1 + 0 = p_1^{'} + p_2^{'} \Rightarrow p_1 = \frac{1}{5}p_1 + p_2^{'} \Rightarrow p_2^{'} = \frac{4}{5}p_1 \quad \textbf{(1)}$$

Από Α.Δ.Κ.Ε.

$$\Delta K_1 = -\Delta K_2 \Rightarrow K_1 + K_2 = K_1^{'} + K_2^{'} \Rightarrow K_1 - K_1^{'} = K_2^{'} \quad \textbf{(2)}$$

Γνωρίζουμε ότι η ορμή και η κινητική ενέργεια συνδέονται με τη σχέση:

$$K = \frac{1}{2}mu^2 \Rightarrow K = \frac{m^2u^2}{2m} \Rightarrow K = \frac{p^2}{2m} \quad \textbf{(3)}$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάζεται από τη σφαίρα 1 στη σφαίρα 2 ισούται με:

$\pi\% = \dfrac{\left|K_1^{'} - K_1\right|}{K_1}100$ **(4)** καθώς από τη σχέση **(2)** συμπεραίνουμε πως όλη η απώλεια κινητικής ενέργειας του σώματος 1 ισούται κατά μέτρο με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του 2.

Από **(3)** και **(4)**

$$\pi\% = \frac{\left|\dfrac{p_1^2}{2m_1} - \dfrac{p_1^{'2}}{2m_1}\right|}{\dfrac{p_1^2}{2m_1}}100 = \frac{\left|\dfrac{p_1^2}{2m_1} - \dfrac{\frac{1}{25}p_1^2}{2m_1}\right|}{\dfrac{p_1^2}{2m_1}}100 = \frac{\left|\dfrac{p_1^2}{2m_1} - \dfrac{\frac{1}{25}p_1^2}{2m_1}\right|}{\dfrac{p_1^2}{2m_1}}100$$

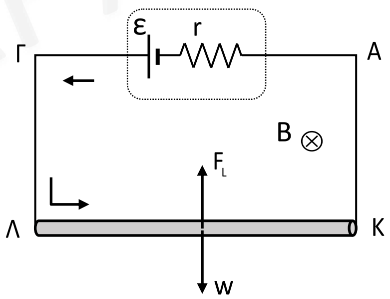
$$\pi\% = \left(1 - \frac{1}{25}\right)100 = \frac{24}{25}100 = 96\%$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. $I = \dfrac{E}{R_{K\Lambda} + r} = \dfrac{9}{2+1} = 3A$

Ο αγωγός είναι ακίνητος:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = W \Rightarrow BIl = mg \Rightarrow B \cdot 3 \cdot 1 = 0{,}3 \cdot 10 \Rightarrow B = 1T$$



Σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Γ2. Από τις ενδείξεις κανονικής λειτουργίας της συσκευής Σ παίρνουμε:

$$I_\kappa = \frac{P_\kappa}{V_\kappa} = \frac{6}{6} = 1A$$

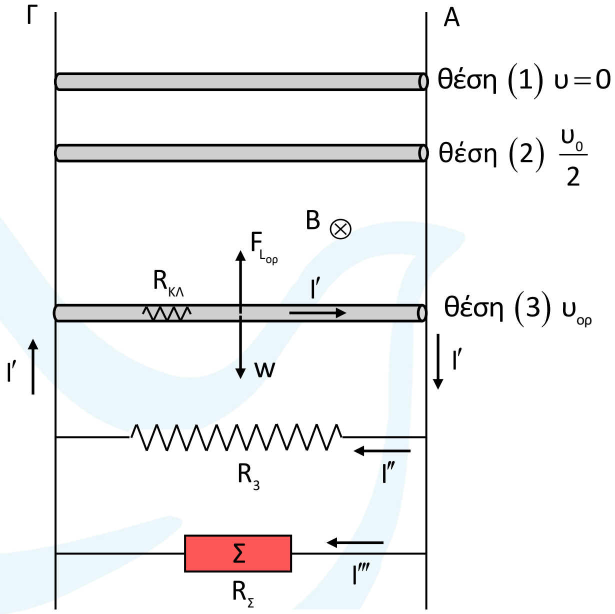
Και βρίσκουμε την αντίσταση της συσκευής Σ:

$$R_\Sigma = \frac{V_\kappa}{I_\kappa} = \frac{6}{1} = 6\Omega$$

Από την κίνηση του αγωγού μέσα στο μαγνητικό πεδίο:

$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B\frac{\Delta S}{\Delta t} = B\ell\frac{\Delta x}{\Delta t} = B\ell\upsilon$$

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\ell\upsilon}{R_{o\lambda}}$$



Ο αγωγός αποκτά επιτάχυνση:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{mg - F_L}{m} = \frac{mg - BI\ell}{m}$$

Η κίνηση είναι ευθύγραμμη επιταχυνόμενη με το ρυθμό αύξησης της ταχύτητας (επιτάχυνση) να μειώνεται.

Άρα: $\upsilon = \upsilon_{op}$

Όταν α=0

$$mg = BI'\ell \Rightarrow I' = \frac{mg}{B\ell} = 3A$$

Η συσκευή με την R_1 συνδέονται παράλληλα και σε σειρά με την $R_{K\Lambda}$:

$$R_{o\lambda} = R_{K\Lambda} + \frac{R_1 \cdot R_\Sigma}{R_1 + R_\Sigma} = 2 + \frac{3\cdot 6}{3+6} = 2+2 = 4\Omega$$

$$I' = \frac{B\ell\upsilon_{op}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow \upsilon_{op} = 12m/s$$

Γ3. $\upsilon_1 = \frac{\upsilon_{op}}{2} = 6m/s$

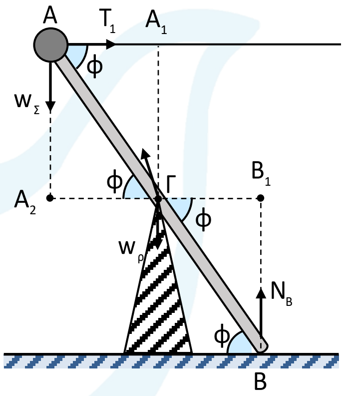
$$I_1 = \frac{B\ell u_{op}}{R_{o\lambda\iota\kappa\acute{\eta}}} = \frac{6}{4} = 1{,}5A$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \Sigma\vec{F} \Rightarrow \frac{dp}{dt} = mg - F_L \Rightarrow \frac{dp}{dt} = mg - BI_1\ell = 3 - 1{,}5 = 1{,}5N$$

Γ4. $V_{\pi} = I'R_{1,\Sigma} = 3\cdot 2 = 6V$

$V_{\Sigma} = V_{\pi} = 6V$ επομένως λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Το σύστημα ράβδος σφαιρίδιο ισορροπεί. Επομένως:

$\Sigma\tau_{(\Gamma)} = 0 \Rightarrow N_B(\Gamma B_1) + W_\Sigma(\Gamma A_2) - T_1(\Gamma A_1) = 0$ άρα

$N_B\dfrac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi = T_1\dfrac{\ell}{2}\eta\mu\varphi - mg\dfrac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi$ άρα

$N_B\cdot 0{,}6 = 10{,}5\cdot 0{,}8 - 10\cdot 0{,}6$

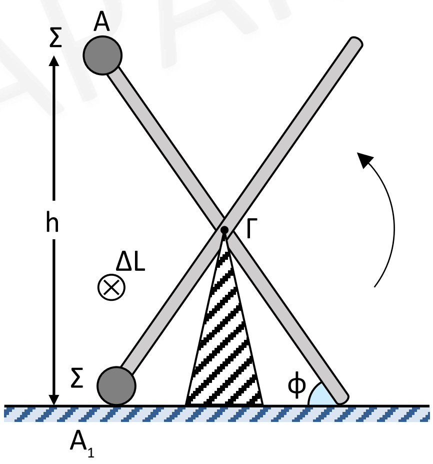
$N_B\cdot 0{,}6 = 10{,}5\cdot 0{,}8 - 10\cdot 0{,}6 \Rightarrow N_B = 4N$

Δ2. $I_{o\lambda} = I_{cm(\rho)} + m\left(\dfrac{\ell}{2}\right)^2 = \dfrac{1}{12}M_\rho\cdot\ell^2 + m\left(\dfrac{\ell^2}{4}\right) = \dfrac{1}{12}\cdot 3\cdot 4 + 1\cdot\dfrac{4}{4} = 1 + 1 = 2kgm^2$

$\Sigma\tau_{(\Gamma)} = I_{o\lambda}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow W_\Sigma(\Gamma A_2) = I_{o\lambda}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow mg(\Gamma A_2) = I_{o\lambda}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}$ άρα

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{mg\cdot\dfrac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi}{I_{o\lambda}} = \frac{1\cdot 10\cdot\dfrac{2}{2}0{,}6}{2} = 3rad/s^2$$

$$\frac{dL_\rho}{dt} = I_{cm(\rho)}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{1}{12}M_\rho\cdot\ell^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{1}{12}\cdot 3\cdot 4\cdot 3 = 3kgm^2/s^2$$



Δ3. Κατά την κίνηση του συστήματος ράβδος-σώμα η μηχανική ενέργεια διατηρείται:

$U_{\Sigma,\alpha\rho\chi} + U_{\rho,\alpha\rho\chi} + K_{o\lambda,\alpha\rho\chi} = U_{\Sigma,\tau\varepsilon\lambda} + U_{\rho,\tau\varepsilon\lambda} + K_{o\lambda,\tau\varepsilon\lambda}$

$U_{\Sigma,\alpha\rho\chi} + U_{\rho,\alpha\rho\chi} + 0 = 0 + U_{\rho,\tau\varepsilon\lambda} + K_{o\lambda,\tau\varepsilon\lambda}$

Η δυναμική ενέργεια της ράβδου δε μεταβάλλεται:

$U_{\rho,\alpha\rho\chi} = U_{\rho,\tau\varepsilon\lambda}$

$mgh = \dfrac{1}{2}I_{o\lambda}\omega^2 \Rightarrow mg\ell\eta\mu\varphi = \dfrac{1}{2}I_{o\lambda}\omega^2 \Rightarrow$

$1\cdot 10\cdot 2\cdot 0{,}8 = \dfrac{1}{2}2\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = 16 \Rightarrow \omega = \sqrt{16} = 4rad/s$

- Το ίδιο μπορούμε να βρούμε χρησιμοποιώντας ΘΜΚΕ μεταξύ αρχικής και τελικής κατάστασης.

Η μεταβολή της στροφορμής υπολογίζεται ως εξής:

$$\Delta\vec{L}=\vec{L_M}-\vec{L_{\pi\rho\iota\nu}}\Rightarrow \Delta L=-I_{o\lambda}\frac{\omega}{2}-I_{o\lambda}\omega\Rightarrow$$

$$\Delta L=-\frac{3}{2}I_{o\lambda}\omega=-\frac{3}{2}\cdot 2\cdot 4=-12\frac{kg\cdot m^2}{s}$$

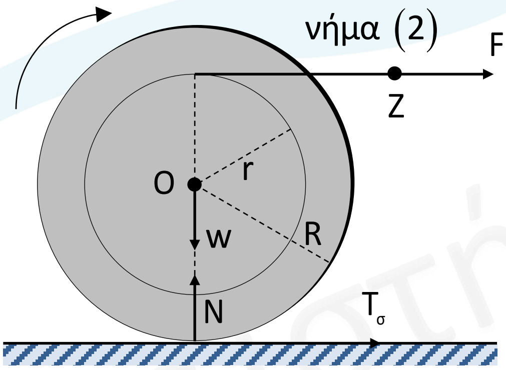
Άρα η μεταβολή της στροφορμής έχει μέτρο:

$$\left|\Delta L\right|=12\frac{kg\cdot m^2}{s}$$

Και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Δ4. Η τροχαλία εκτελεί σύνθετη κίνηση χωρίς να ολισθαίνει:

$$\alpha_{cm}=\alpha_{\gamma\omega\nu}R\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{\alpha_{cm}}{R}$$



Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο της μεταφορικής κίνησης:

$$\Sigma F_x=M_T\alpha_{cm}\Rightarrow F+T_\sigma=M_T\alpha_{cm}\Rightarrow 12+T_\sigma=7\alpha_{cm}$$

Και το θεμελιώδη νόμο της περιστροφικής κίνησης:

$$\Sigma\tau_{(O)}=I_{cm(T)}\alpha_{\gamma\omega\nu}\Rightarrow Fr-T_\sigma R=\frac{1}{2}M_T R^2\frac{\alpha_{cm}}{R}\Rightarrow$$

$$12\cdot 0{,}3-T_\sigma\cdot 0{,}4=\frac{1}{2}\cdot 7\cdot 0{,}4\alpha_{cm}\Rightarrow$$

$$36-4T_\sigma=14\alpha_{cm}\Rightarrow 18-2T_\sigma=7\alpha_{cm}$$

Επομένως:

$$12+T_\sigma=18-2T_\sigma\Rightarrow 3T_\sigma=6\Rightarrow T_\sigma=2N$$

και

$$12+2=7\alpha_{cm} \Rightarrow \alpha_{cm}=2m/s^2$$

Δ5. Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. (xx’) για το χρονικό διάστημα 0-2s:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda}-K_{\alpha\rho\chi}=W_F+W_{T\sigma}$$

Το συνολικό έργο της στατικής τριβής είναι $W_{T\sigma}=0$

Και από τη κύλιση χωρίς ολίσθηση έχουμε:

$$\upsilon_{cm}=\omega\cdot R$$

Αντικαθιστώντας:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda}-0=W_F+0$$

$$W_F=\frac{1}{2}\cdot M_T\cdot u_{cm}^2+\frac{1}{2}\cdot I_{cm(T)}\cdot\omega^2$$

$$W_F=K_{\tau\varepsilon\lambda}=\frac{1}{2}\cdot M_T\cdot u_{cm}^2+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot M_T\cdot R^2\cdot\omega^2$$

$$W_F=\frac{M_T}{2}\cdot u_{cm}^2+\frac{M_T}{4}\cdot u_{cm}^2=\frac{3\cdot M_T}{4}\cdot u_{cm}^2=84J$$

Εναλλακτικά:

Το έργο της δύναμης F στο χρονικό διάστημα 0-2s, είναι:

$$W_F=W_{\pi\varepsilon\rho}+W_{\mu\varepsilon\tau}=F\cdot\Delta x_{cm}+F\cdot r\cdot\Delta\theta \quad \textbf{(1)}$$

Υπολογίζουμε για το παραπάνω χρονικό διάστημα τη μετατόπιση του κέντρου μάζας

$$\Delta x_{cm}=\frac{1}{2}\cdot\alpha_{cm}\cdot t^2=\frac{1}{2}\cdot 2\cdot 2^2=4m$$

Και τη μεταβολή της γωνίας περιστροφής

$$\Delta\theta=\frac{\Delta x_{cm}}{R}=\frac{4}{0,4}=10rad$$

Αντικαθιστώντας στην **(1)** έχουμε:

$$W_F=12\cdot 4+12\cdot 0,3\cdot 10=84J$$