ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ, **Α2**. δ, **Α3**. γ, **Α4**. β

Α5. α-Λ, β-Σ, γ-Λ, δ-Σ, ε-Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. (i**)**

Στη Θ.Ι. του Σ είναι: $\Sigma\vec{F}=\vec{0}\Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}=w\Rightarrow\Delta l=\frac{mg}{k}$

Στο πείραμα 1 το σώμα ξεκινά τα ταλαντώνεται από τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου χωρίς ταχύτητα, οπότε αυτή η θέση είναι η ακραία θέση της Α.Α.Τ. και θα είναι $A_1=\Delta l=\frac{mg}{k}$.

Στο πείραμα 2 το σώμα ξεκινά τα ταλαντώνεται από την αρχική Θ.Ι. του, χωρίς ταχύτητα, οπότε αυτή η θέση είναι η ακραία θέση της Α.Α.Τ.

Η νέα θέση ισορροπίας του είναι η Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου, γιατί:

$\Sigma\vec{F}=\vec{0}\Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}+F-w=0\Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}+mg-mg=0\Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}=0$

Άρα $A_2=\Delta l=\frac{mg}{k}$.

Επομένως $A_1=A_2$

Β2. (ii**)**

Όταν είναι ανοικτή μόνο η οπή (1):

$$\left.\begin{aligned}&\text{Από Θ.Torricelli: } \upsilon_1=\sqrt{2g\frac{H}{6}}=\sqrt{\frac{gH}{3}}\\ &\Pi_1=A\upsilon_1\\ &\Pi_1=\frac{V}{\Delta t_1}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\Delta t_1=\frac{V}{A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}}}\quad[1]$$

Όταν είναι ανοικτές και οι δύο οπές:

$$\left.\begin{aligned}&\text{Από Θ.Torricelli: } \upsilon_2=\sqrt{2g\frac{2H}{3}}=2\sqrt{\frac{gH}{3}}\\ &\Pi_2=A\upsilon_1+A\upsilon_2\\ &\Pi_2=\frac{V}{\Delta t_2}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\Delta t_2=\frac{V}{A\cdot3\sqrt{\frac{gH}{3}}}\quad[2]$$

Διαιρώντας κατά μέλη [2]:[1] έχουμε:

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}=\frac{\dfrac{V}{A\cdot3\sqrt{\frac{gH}{3}}}}{\dfrac{V}{A\cdot\sqrt{\frac{gH}{3}}}}\Rightarrow\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}=\frac{1}{3}$$

Β3. (iii**)**

Κατά την κεντρική ελαστική κρούση της m_1 με την ακίνητη m_2, διατηρούνται η ορμή και η ενέργεια του συστήματός τους οπότε:

$$\upsilon_1'=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\upsilon_1\ [1]\ \text{και}\ \upsilon_2'=\frac{2m_1}{m_1+m_2}\upsilon_1\ [2]$$

Για τη σφαίρα m_1:

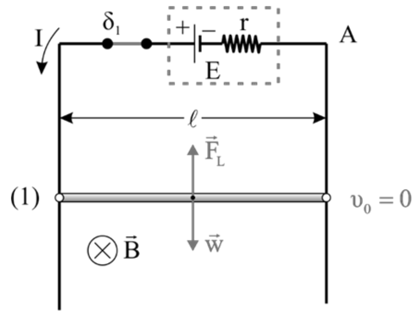
$$\left.\begin{array}{c} P_{1(\pi\rho\iota\nu)}=m_1\upsilon_1 \\ P_{1(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}=m_1\upsilon_1' \overset{[1]}{\Rightarrow} P_{1(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}=m_1\dfrac{m_1\text{-}m_2}{m_1+m_2}\upsilon_1 \\ P_{1(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}=\dfrac{P_{1(\pi\rho\iota\nu)}}{5} \end{array}\right\} \Rightarrow m_2=\frac{2m_1}{3} \text{ ή } m_1=\frac{3}{2}m_2 \text{ [3]}$$

Από [2] $\Rightarrow$ $\upsilon_2' = \frac{6}{5}\upsilon_1$ [4]

Το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\pi\% = \frac{K_{2(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}}{K_{1(\pi\rho\iota\nu)}}100\% = \frac{\frac{1}{2}m_2{\upsilon_2'}^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}100\% \xRightarrow{[3],[4]} \pi\% = 96\%$$

ΘΕΜΑ Γ



Γ1. Για να ισορροπεί ακίνητη η ράβδος πρέπει από 1ο Νόμο Νεύτωνα να ισχύει

$$\overrightarrow{\Sigma F} = \vec{0} \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BIl = mg \text{ (1)}$$

Σύμφωνα με τον κανόνα των 3 δακτύλων του δεξιού χεριού η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Από τον Νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I = 3A$$

Επομένως από τη σχέση (1) προκύπτει B = 1T.

Γ2. Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής βρίσκουμε την αντίστασή της:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = 6\Omega$$

Η συσκευή με τον αντιστάτη R_1 είναι συνδεδεμένη παράλληλα. Επομένως η ολική τους αντίσταση είναι:

$$\frac{1}{R_{\varepsilon\xi}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{K\Lambda}} \Rightarrow R_{\varepsilon\xi} = 2\Omega$$

Η τάση από επαγωγή στα άκρα του ΚΛ είναι:

$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{|d\Phi|}{dt} = \frac{BdA}{dt} = \frac{B\cdot dx\cdot l}{dt} = B\cdot\upsilon\cdot l \text{ (2)}$$

Η πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ είναι τέτοια ώστε στο άκρο Κ να εμφανίζεται ο θετικός πόλος.

Το κλειστό κύκλωμα που σχηματίζεται διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα του οποίου η ένταση είναι:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\cdot\upsilon\cdot l}{R_{K\Lambda}+R_{1,\Sigma}} \text{ (3)}$$

Ο κινούμενος αγωγός που πλέον διαρρέεται από ηλ. ρεύμα, δέχεται δύναμη Laplace αντίρροπη της κίνησης σε συμφωνία με τον κανόνα του Lenz(Α.Δ.Ε.) ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο (δλδ. την κίνηση), με μέτρο

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi}l = \frac{B^2l^2}{R_{K\Lambda}+R_{1,\Sigma}}\upsilon$$

Από τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα προκύπτει:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = m\vec{a} \Rightarrow w - F_L = ma \Rightarrow a = g - \frac{B^2l^2}{m(R_{K\Lambda}+R_{1,\Sigma})}\upsilon \text{ (4)}$$

Επομένως η κίνηση είναι ευθύγραμμη επιταχυνόμενη με το μέτρο της επιτάχυνσης να μειώνεται. Η ράβδος θα αποκτήσει την οριακή ταχύτητα όταν ΣF=0 ή α=0:

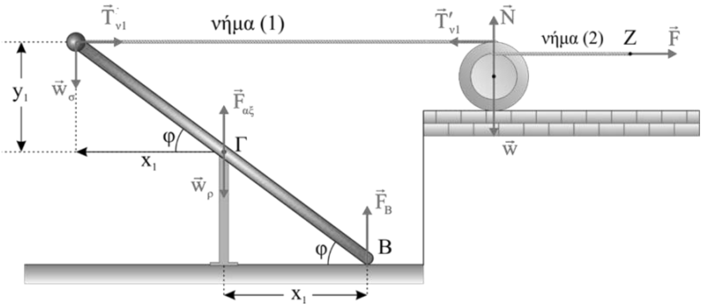
Από την τελευταία σχέση προκύπτει: $\upsilon_{o\rho} = 12\,{}^{m}/_{s}$

Γ3. Για $\upsilon = \frac{\upsilon_{o\rho}}{2} = 6\,{}^{m}/_{s}$, η (4) δίνει $\alpha = 5\,{}^{m}/_{s^2}$, οπότε $\frac{dP}{dt} = \Sigma F = m\alpha \Rightarrow \frac{dP}{dt} = 1{,}5kg\,{}^{m}/_{s^2}$.

Γ4. Από τη σχέση (2) έχουμε $E'_{επ}$=12V και από τη σχέση (3) έχουμε $I'_{επ}$=3A.
Επομένως η άκρη στα άκρα του αγωγού ΚΛ είναι $V_{ΚΛ} = E'_{επ} - I'_{επ} \cdot R_{ΚΛ} \Rightarrow V_{ΚΛ} = 6V$
Επειδή η τάση στα άκρα της συσκευής είναι ίδια με αυτή στα άκρα του αγωγού (παράλ. συνδ.) και μας δίνεται ότι η τάση κανονικής λειτουργίας της συσκευής είναι 6V, συμπεραίνουμε ότι λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

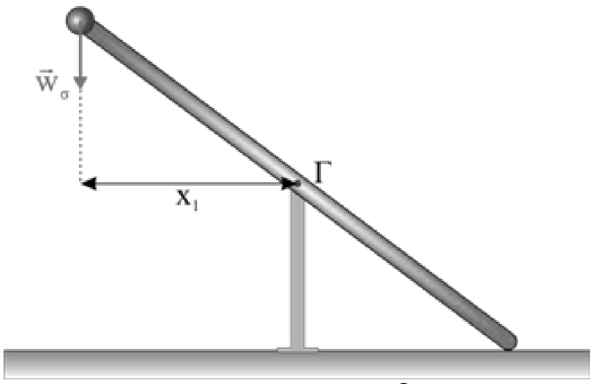


$$y_1 = \frac{l}{2}ημφ \Rightarrow y_1 = 0{,}8m$$
$$x_1 = \frac{l}{2}συνφ \Rightarrow x_1 = 0{,}6m$$

Από την ισορροπία του συστήματος ράβδος-Σ:

$$Στ_{(Γ)} = 0 \overset{\odot+}{\Longrightarrow} w_Σ x_1 - T_{ν1}y_1 + F_B x_1 = 0 \Rightarrow F_B = 4N$$

Δ2.



Υπολογίζουμε τη ροπή αδράνειας του συστήματος ως προς το Γ:

$$I_{συστ} = \frac{1}{12}M_ρ l^2 + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 \Rightarrow I_{συστ} = 2kg \cdot m^2$$

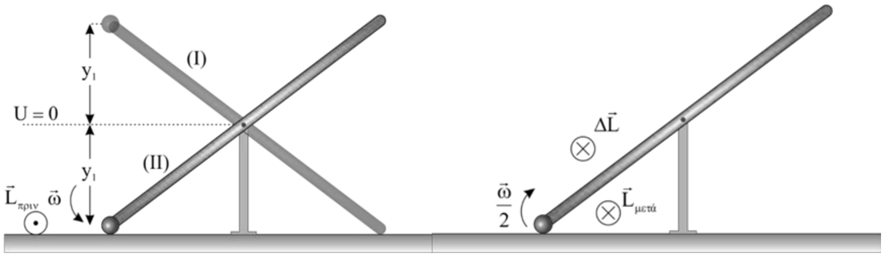
Εφαρμόζουμε τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης για το σύστημα ράβδος-Σ αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος:

$$Στ_{(Γ)} = I_{συστ}a_γ \overset{\odot+}{\Longrightarrow} w_Σ x_1 = I_{συστ}a_γ \Rightarrow a_γ = 3\,{}^{rad}/_{s^2}$$

Ο ζητούμενος ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου είναι:

$$\frac{dL_ρ}{dt} = I_ρ α_γ = \frac{1}{12}M_ρ l^2 α_γ \Rightarrow \frac{dL_ρ}{dt} = 3kg\,{}^{m^2}/_{s^2}$$

Δ3.



Επειδή στο σύστημα, μόνο η συντηρητική δύναμη του βάρους του Σ εκτελεί έργο από τη θέση (Ι) στη θέση (ΙΙ), ορίζοντας ως επίπεδο αναφοράς το οριζόντιο επίπεδο που περνάει από το σημείο Γ ισχύει:

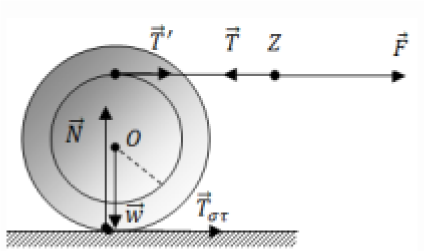
$$K_{(I)} + U_{(I)} = K_{(II)} + U_{(II)} \Rightarrow 0 + mgy_1 = \frac{1}{2} I_{\sigma\upsilon\sigma\tau}\omega^2 - mgy_1 \Rightarrow \omega = 4\,{}^{rad}/_{s}$$

Οπότε για τη μεταβολή της στροφορμής του συστήματος έχουμε:

$$\Delta\vec{L} = \vec{L}_{(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})} - \vec{L}_{(\pi\rho\iota\nu)} \overset{\otimes +}{\Longrightarrow} \Delta L = I_{\sigma\upsilon\sigma\tau}\frac{\omega}{2} - (-I_{\sigma\upsilon\sigma\tau}\omega) \Rightarrow \Delta L = +12kg\,{}^{m^2}/_{s}$$

άρα $|\Delta L| = 12kg\,{}^{m^2}/_{s}$, έχοντας φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Δ4.



$$\left.\begin{array}{r} \textit{Επειδή το νήμα είναι αβαρές}: T' = T\ (\mu\varepsilon\tau\rho\iota\kappa\acute{\alpha}) \\ \text{Λόγω δράσης} - \text{αντίδρασης: T = F (μετρικά)} \end{array}\right\} \Rightarrow T' = T = F$$

Επειδή η τροχαλία κ.χ.ο.: $\alpha_{cm} = a_{\gamma(T)}R$

Εφαρμόζουμε τον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής για την τροχαλία και στη μεταφορική και στη στροφική κίνηση:

$$\overrightarrow{\Sigma F_x} = M_T\vec{a}_{cm} \overset{(+)\rightarrow}{\Longrightarrow} T' + T_{\sigma\tau} = M_T\alpha_{cm} \Rightarrow T_{\sigma\tau} = M_T\alpha_{cm} - F$$

$$\Sigma\tau_{(o)} = I_{cm(T)}a_{\gamma(T)} \overset{\otimes +}{\Longrightarrow} T'r - T_{\sigma\tau}R = \frac{1}{2}M_T R^2 a_{\gamma(T)} \Rightarrow T_{\sigma\tau} = F\frac{r}{R} - \frac{M_T\alpha_{cm}}{2}$$

Εξισώνοντας τις παραπάνω σχέσεις, προκύπτει ότι: $\alpha_{cm} = 2\,{}^{m}/_{s^2}$ και $\alpha_{\gamma(T)} = 5\,{}^{rad}/_{s^2}$.

Δ5.

$$W_F^{t_0\rightarrow t_1} = +F\cdot\Delta x_{Z(t_0\rightarrow t_1)} = F\cdot\left(\Delta x_{cm(t_0\rightarrow t_1)} + l_{\nu\eta\mu(t_0\rightarrow t_1)}\right) = F\cdot\left(\Delta x_{cm(t_0\rightarrow t_1)} + r\Delta\theta_{0,1}\right) =$$

$$= F\cdot\left(\frac{1}{2}a_{cm}\Delta t_{0,1}^2 + r\frac{1}{2}a_{\gamma(T)}\Delta t_{0,1}^2\right) \Rightarrow W_F^{t_0\rightarrow t_1} = +84J$$