αξία

ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ 2022

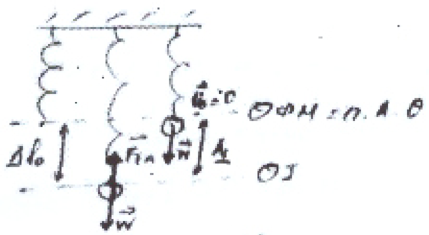
ΘΕΜΑ Α

$A_1 \rightarrow \gamma$ $A_2 \rightarrow \delta$ $A_3 \rightarrow \gamma$ $A_4 \rightarrow \beta$ A_5 Λ, Σ, Λ, Σ, Σ

ΘΕΜΑ Β

$B_1 \rightarrow i$

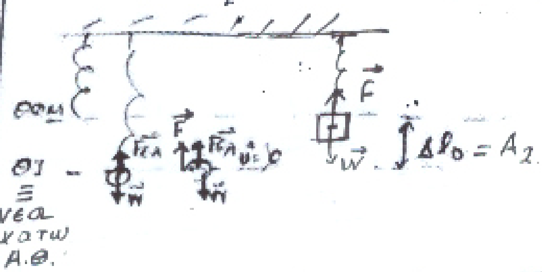
ΠΕΙΡΑΜΑ 1



Θ.Ι: $\Sigma\vec{F}=0 \Rightarrow \vec{F}_{\varepsilon\lambda}+\vec{w}=0 \Rightarrow$
$F_{\varepsilon\lambda}=w \Rightarrow k\Delta\ell_0 = mg \Rightarrow$
$\Delta\ell_0 = mg/k$

Αφού αφήνεται από τη ΘΦΜ ξεκινά α.ο.τ από π.Α.Θ άρα $\boxed{A_1 = \Delta\ell_0}$

ΠΕΙΡΑΜΑ 2



• Αρχική θέση ισορροπίας: $\Sigma\vec{F}=0 \Rightarrow \vec{F}_{\varepsilon\lambda}+\vec{w}=0$
$\Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}=w \Rightarrow k\Delta\ell_0 = mg \Rightarrow \Delta\ell_0 = mg/k \Rightarrow A_1 = mg/k$

• Θέση ισορροπίας ταλάντωσης παρουσία $\vec{F}$ ταυτίζεται με τη Θ.Φ.Μ. γιατί
$\Sigma\vec{F}=0 \Rightarrow \vec{F}_{\varepsilon\lambda}+\vec{F}+\vec{W}=0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}+F=W \xRightarrow{F=W}$
$F_{\varepsilon\lambda}=0$

• Άρα: $\boxed{A_2 = \Delta\ell_0}$

Άρα: $\boxed{A_1 = A_2}$

Β τρόπος: Στο πείραμα 1 το σώμα ξεκινά α.ο.τ από π.ΑΘ που ταυτίζεται με τη ΘΦΜ άρα $|\Sigma\vec{F}| = k\cdot A \Rightarrow mg = kA_1$ (1)

Στο πείραμα 2 το σώμα ξεκινά α.ο.τ από Κ.ΑΘ που ταυτίζεται με την αρχική θέση ισορροπίας άρα $|\Sigma\vec{F}| = kA_2 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = kA_2 \Rightarrow mg = kA_2$ (2)

(1),(2) $\Rightarrow \boxed{A_1 = A_2}$

αξία

B2 → ii

Όταν είναι ανοιχτή μόνο η οπή (1):

Εξ Ber από ελεύθερη επιφάνεια $(P_{atm}, v_{επ}=0) \to$ οπή (1) (P_{atm}, v_1):

$$P_{atm} + 0 + \rho g H = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g \frac{5H}{6} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

$$\left.\begin{array}{l} \Pi_{εξ} = A \cdot v_1 \\ \Pi_{εξ} = \dfrac{\Delta V}{\Delta t_1} \end{array}\right\} A \cdot v_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t_1} \Rightarrow \boxed{\Delta V = A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}} \cdot \Delta t_1} \ (1)$$

Όταν είναι ανοιχτές και οι 2 οπές

Εξ Ber από ελεύθερη επιφ $(P_{atm}, v_{επ}=0) \to$ οπή (1) (P_{atm}, v_1)

$$P_{atm} + 0 + \rho g H = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g \frac{5H}{6} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

Εξ Ber από ελεύθερη επιφ $(P_{atm}, v_{επ}=0) \to$ οπή (2) (P_{atm}, v_2)

$$P_{atm} + 0 + \rho g H = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g \cdot \frac{H}{3} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{4gH}{3}} = 2\sqrt{\frac{gH}{3}}$$

$$\Pi'_{εξ} = \Pi_{o1} + \Pi_{o2} = A \cdot v_1 + A \cdot v_2 = A(v_1 + v_2) = A\left(\sqrt{gH/3} + 2\sqrt{gH/3}\right) = 3A\sqrt{gH/3}$$

$$\Pi'_{εξ} = \frac{\Delta V'}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta V = \Pi'_{εξ} \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \boxed{\Delta V' = 3A\sqrt{\frac{gH}{3}} \cdot \Delta t_2} \ (2)$$

από εκφ $\Delta V = \Delta V' \Rightarrow A\sqrt{\frac{gH}{3}} \cdot \Delta t_1 = 3A\sqrt{\frac{gH}{3}} \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_1 = 3\Delta t_2 \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}}$

B3 → iii

$$\frac{\Delta K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{K_2' - K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{K_2'}{K_1} \cdot 100\% = \frac{\frac{P_2'^2}{2m_2}}{\frac{P_1^2}{2m_1}} \cdot 100\% = \frac{P_2'^2 \, m_1}{P_1^2 \, m_2} \cdot 100\% \quad (1)$$

ΑΔΟ: $\vec{P_1} + \vec{P_2} = \vec{P_1}' + \vec{P_2}' \Rightarrow P_1 + 0 = \frac{P_1}{5} + P_2' \Rightarrow P_2' = \frac{4}{5}P_1 \quad (2)$

$$P_1' = \frac{P_1}{5} \Rightarrow v_1' = \frac{v_1}{5} \xrightarrow[\kappa\rho]{\kappa + \varepsilon\lambda} \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 = \frac{v_1}{5} \Rightarrow 5m_1 - 5m_2 = m_1 + m_2 \Rightarrow$$

$$4m_1 = 6m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2} \quad (3)$$

$$(1) \xrightarrow[(3)]{(2)} \frac{\Delta K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{(4/5 P_1)^2}{P_1^2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 100\% = \frac{16 \cdot 3}{25 \cdot 2} \cdot 100\% = \frac{48}{50} \cdot 100\% = 96\%$$

αξία

β τρόπος)

Κεντ + Ελ κρ: $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_2$ (1) , $v_2' = \frac{2 m_1 v_1}{m_1 + m_2}$ (2)

Από δεδ. $p_1' = \frac{p_1}{5} \Rightarrow v_1' = \frac{v_1}{5} \overset{(1)}{\Rightarrow} \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow m_1 = \frac{3}{2} m_2$ (3)

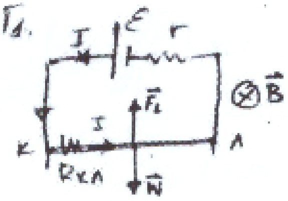
(2) $\overset{(3)}{\Rightarrow} v_2' = \frac{2 \cdot \frac{3}{2} m_2 \cdot v_1}{\frac{3}{2} m_2 + m_2} = \frac{3 m_2 \cdot v_1}{\frac{5}{2} m_2} = \frac{6}{5} v_1$

$Π\% = \frac{\Delta K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{K_2' - K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{K_2'}{K_1} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} m_2 \cdot v_2'^2}{\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2} \cdot 100\%$

$= \frac{m_2 \cdot (\frac{6}{5} v_1)^2}{\frac{3}{2} m_2 \quad v_1^2} \cdot 100\% = \frac{2}{3} \cdot \frac{36}{25} \cdot 100\% = 2 \cdot 12 \cdot 4\ \% = 96\ \%$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



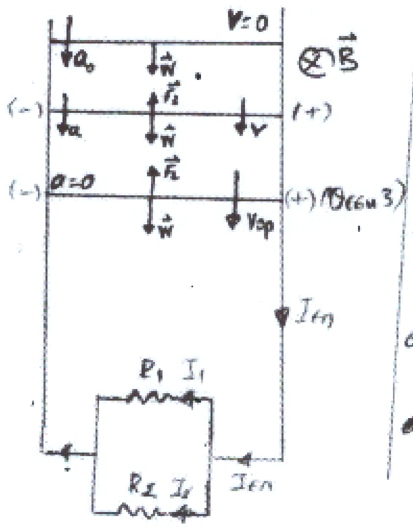
Η πηγή Ε στέλνει σταθερό ρεύμα $I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{R_{KΛ} + r} = \frac{9}{3} = 3A$

Ο ΚΛ ισορροπεί ελεύθερος δεχόμενος το βάρος του $\vec{w}$ & την $\vec{F}_{Λαπ}$. Αφού $\Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{Λαπ} = -\vec{w}$ (1)

Άρα η $\vec{F}_{Λαπ}$ είναι κατακόρυφη προς τα πάνω & από κανόνα τριών δακτύλων προκύπτει το $\vec{B}$ ⊗

(1): $|F_{Λαπ}| = w \Rightarrow B I l = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{Il} \Rightarrow \boxed{B = 1T}$

Γ2.



Λόγω του βάρους ο αρχικά ακίνητος αγωγός (ΚΛ) αρχίζει να επιταχύνεται προς τα κάτω.

Λόγω της κίνησης του η ροή στο πλαίσιο ΚΛΜΝΚ μειώνεται οπότε αναπτύσσεται ΗΕΔ $E_{επ}$ στα άκρα του μέτρου $|E_{επ}| = |\frac{d\Phi}{dt}| = B \cdot \frac{dS}{dt} = B l \frac{dx}{dt} \Rightarrow \boxed{E_{επ} = B l \cdot v}$ (1)

Το κλειστό κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα μέτρου επαγωγής $I = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \Rightarrow \boxed{I = \frac{B v l}{R_{ολ}}}$ (2) με φορά ↻ ώστε

• ο αγωγός ΚΛ να δέχεται $\vec{F}_{Λαπ}$ μέτρου

$F_{Λαπ} = B I_{επ} \ell \Rightarrow \boxed{F_{Λαπ} = \frac{B v \ell}{R_{ολ}} \ (3)}$ αντίρροπη της ταχύτητας (κ. Lenz)

Άρα $\Sigma \vec{F}_{επ} = \vec{F}_{Λαπ} + \vec{w} \xrightarrow{+\downarrow} \Sigma F = -F_{Λαπ} + w \Rightarrow \boxed{\Sigma F = -\frac{B v \ell}{R_{ολ}} + mg}$ (4)

όσο $v\uparrow \sim \Sigma F \downarrow$. άρα ο κλ κάνει επιταχυνόμενη κίνηση προς τα κάτω με μειούμενη επιτάχυνση μέχρι $\Sigma F = 0$. Τότε αποκτά την οριακή του ταχύτητα. (θέση 3)

Από τεχ. $P_{ΣΥΣ} = \frac{V_{ΣΥΣ}^2}{R_{ΣΥΣ}} \Rightarrow 6 = \frac{6^2}{R_{ΣΥΣ}} \Rightarrow R_{ΣΥΣ} = 6\Omega$

Οι $R_1, R_{ΣΥΣ}$ είναι συνδεδεμένοι παράλληλα άρα $R_{εξ} = \frac{R_1 \cdot R_{ΣΥΣ}}{R_1 + R_{ΣΥΣ}} = \frac{3 \cdot 6}{3+6} = 2\Omega$

$R_{ολ} = R_{εξ} + R_{κλ} = 4\Omega$.

Άρα $v = v_{op}$ όταν $\Sigma F = 0 \xrightarrow{(4)} -B\frac{v_{op}\ell}{R_{ολ}} + mg = 0 \Rightarrow v_{op} = \frac{mg \cdot R_{ολ}}{B\ell} \Rightarrow \boxed{v_{op} = 12\ m/s}$

Γ3 $\frac{d\vec{p}}{dt} = \Sigma \vec{F} \overset{(4)}{=} -\frac{Bv\ell}{R_{ολ}} + mg \overset{v = v_{op}/2}{=} -\frac{B\ell}{R_{ολ}} \cdot \frac{v_{op}}{2} + mg = -\frac{mg}{2} + mg = \frac{mg}{2} \Rightarrow$

$\boxed{\frac{d\vec{p}}{dt} = 1{,}5N}$

Γ4. Όταν $v = v_{op}$ $\quad V_{ΣΥΣ} = V_1 = V_{κλ} = E_{επ} - I_{επ} \cdot R_{κλ}$

όπου (2) $I_{επ} = \frac{B v_{op} \ell}{R_{ολ}} = \frac{12}{4} = 3A$

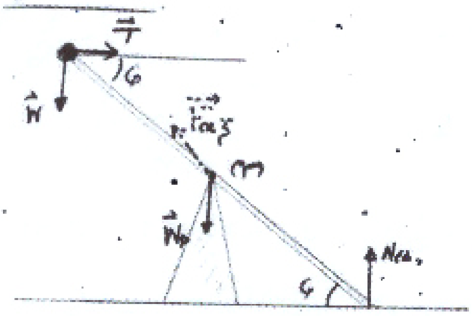
(1) $E_{επ} = B v_{op} \ell = 12V$

άρα $V_{ΣΥΣ} = 12 - 3 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{V_{ΣΥΣ} = 6V = V_{κανονικής\ λειτουργίας}}$

άρα λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Αφού η ράβδος και το σφαιρίδιο ισορροπούν μεταφορικά & στροφικά ισχύει $\Sigma\vec{\tau}_{(\Gamma)}=0$ ως προς κάθε σημείο.

$\Sigma\vec{\tau}_{(\Gamma)}=0 \Rightarrow \vec{\tau}_{T(\Gamma)}+\vec{\tau}_{W(\Gamma)}+\vec{\tau}_{N_{εδ}(\Gamma)}+\vec{\tau}_{W_ρ(\Gamma)}^{\,0}+\vec{\tau}_{F_{αξ}(\Gamma)}^{\,0}$

$=0 \overset{+}{\Rightarrow} T\cdot\frac{\ell}{2}\,ημφ - w\frac{\ell}{2}συνφ - N_{εδ}\cdot\frac{\ell}{2}\cdot συνφ = 0$

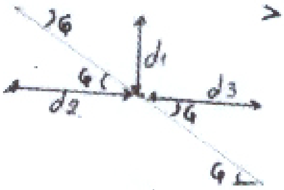
$\Rightarrow T\cdot ημφ = w\cdot συνφ + N_{εδ}\cdot συνφ$

$\Rightarrow \boxed{N_{εδ}=4N}$

Παρ/ση μοχλοβραχίονας τάσης: $d_1 = \ell/2 \cdot ημφ$

βάρους w: $d_2 = \ell/2\, συνφ$

$N_{εδ}$: $d_3 = \ell/2\, συνφ$



Δ2. Κόβοντας το νήμα το σύστημα Σ-ράβδος αρχίζει να στρέφεται ↻ με μέτρο $α_γ$: ΘΝΣΓ: $\Sigma\tau_{(\Gamma)} = I_{ολ(\Gamma)}\cdot α_γ \Rightarrow \tau_{W(\Gamma)} = I_{ολ(\Gamma)}\cdot α_γ \Rightarrow$

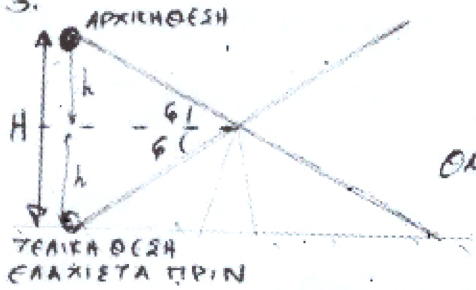
$α_γ = \frac{\tau_{W(\Gamma)}}{I_{ολ(\Gamma)}}$

όπου $I_{ολ(\Gamma)} = I_{ρ(\Gamma)} + I_{m(\Gamma)} = \frac{M_ρ \ell^2}{12} + m\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 = 2\,kgm^2$

άρα $α_γ = \frac{w\,\ell/2\,συνφ}{I_{ολ(\Gamma)}} = 3\,r/s^2$

$\frac{d\vec{L}_{ρ(\Gamma)}}{dt} = I_{ρ(\Gamma)}\cdot α_γ = \frac{M_ρ L^2}{12}\cdot α_γ \Rightarrow \boxed{\frac{dL_{ρ(\Gamma)}}{dt} = 3\,Nm}$ (ή $kg\,m^2/s^2$)

Δ3.



$ημφ = h/(\ell/2) \Rightarrow h = \ell/2 \cdot ημφ$

$H = 2h = \ell\cdot ημφ$

ΘΜΚΕ για σύστημα ράβδου-Σ από αρχική σε τελική θέση: $K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{ολ} \Rightarrow$

αξία

$\Rightarrow \frac{1}{2} J_{ολ(Γ)}\,\omega^2 - 0 = mgH \Rightarrow \frac{1}{2} J_{ολ(Γ)}\,\omega^2 = mg\,\ell\,ημφ \Rightarrow$

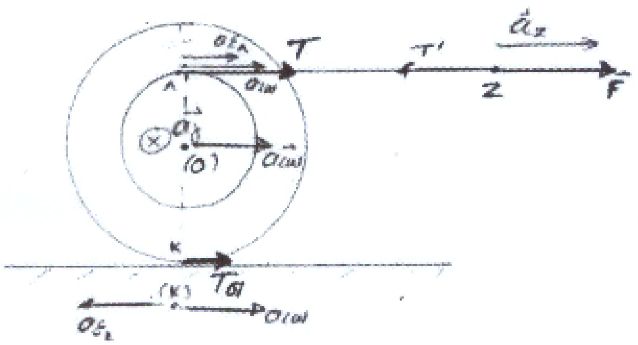
$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2mg\ell\,ημφ}{J_{ολ(Γ)}}} \Rightarrow \omega = 4\,r/s$ ⊙

Μετά την κρούση $\omega' = \omega/2 = 2\,r/s$ ⊗

$\Delta\vec{L}_{(Γ)} = \vec{L}'_{(Γ)} - \vec{L}_{(Γ)} \xrightarrow{⊗(+)} J_{ολ(Γ)}\cdot\omega' - J_{ολ(Γ)}(-\omega) = J_{ολ(Γ)}\cdot(\omega+\omega') \Rightarrow$

$\boxed{\Delta\vec{L}_{(Γ)} = 12\,kg\,m^2/s}$ ⊗

Δ4.



• Κ.Χ.Ο.: $\vec{a}_{ολ} = \vec{a}_{παν} \Rightarrow \vec{a}_{cm} + \vec{a}_{ε_K} = 0 \Rightarrow$

$\boxed{a_{cm} = a_γ R} \Rightarrow v_{cm} = \omega R,\ x_{cm} = R\theta$

. αβαρές ιδανικό νήμα:

• $\vec{a}_Λ = \vec{a}_Z \Rightarrow \vec{a}_{cm} + \vec{a}_{ε_Λ} = \vec{a}_Z \Rightarrow$

$a_{cm} + a_γ r = a_Z \Rightarrow a_Z = a_{cm} + \frac{a_{cm}}{R} r$

$\Rightarrow a_Z = a_{cm}\left(1+\frac{r}{R}\right) \Rightarrow \boxed{a_Z = \frac{7}{4} a_{cm}} \Rightarrow$

$v_Z = 7/4\, v_{cm}$, $x_Z = 7/4\, x_{cm}$

• $\Sigma\vec{F}_{(Z)} = 0 \Rightarrow F = T'$

• $T = T'$ άρα $\boxed{T = F}$

2ος ΝΝ: $\Sigma F_x = M a_{cm} \Rightarrow T + T_{στ} = M a_{cm}$ (1)

ΘΝΣΚ: $\Sigma\tau_{(O)} = I_{cm} a_γ \Rightarrow T\cdot r - T_{στ}\cdot R = \frac{MR^2}{2} a_γ \Rightarrow T\cdot r - T_{στ}\cdot R = \frac{M}{2} R a_{cm}$ (2)

(1)·R + (2): $T\cdot R + \cancel{T_{στ} R} + T\cdot r - \cancel{T_{στ}\cdot R} = MRa_{cm} + \frac{MR}{2} a_{cm} \Rightarrow$

$T(R+r) = \frac{3}{2} MRa_{cm} \Rightarrow a_{cm} = \frac{2}{3}\frac{T(R+r)}{MR} \Rightarrow \boxed{a_{cm} = 2\,m/s^2}$

Δ5. $x_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} t^2 = 9m$

• $W_F = (W_F)_{μετ} + W_{τ_F} = F\,x_{cm} + F\,r\,\theta = F\,x_{cm} + F\,r\,\frac{x_{cm}}{R} = F\,x_{cm}\left(1+\frac{r}{R}\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{W_F = 84J}$

β τρόπος $W_F = F \cdot x_2 = F \cdot \frac{\ell}{4} \cdot x\epsilon\omega = 84J$