

ΘΕΜΑ Α

$A_1 \delta$ $A_2 \beta$ $A_3 \chi$ $A_4 \gamma$ $A_5 \alpha, \Lambda \beta, \Sigma \chi, \Lambda \delta, \Sigma \epsilon, \Lambda$

ΘΕΜΑ Β

B₁. Γνωστό το β

Με βάση τις εξισώσεις $x_1 = 0,2 \mu(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ (SI) και $x_2 = 0,3\sqrt{2} \mu(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (SI)

ΟΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΕΙΝΑΙ:

$$v_1 = 0,4\pi \sin(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ (SI) και}$$

$$v_2 = 0,6\sqrt{2}\pi \sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$$

Από αρχή επαλληλίας ισχύει:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \rightarrow v = 0,4\pi \sin(2\pi t + \frac{\pi}{2}) + 0,6\sqrt{2}\pi \sin(2\pi t + \frac{\pi}{4}) \xrightarrow{t=0}$$

$$v = 0,4\pi \sin \frac{\pi}{2} + 0,6\sqrt{2} \cdot \pi \sin \frac{\pi}{4} \rightarrow v = 0,6\pi \text{ m/s}$$

B₂. Γνωστό το χ

Ελαστική κρούση: $v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$

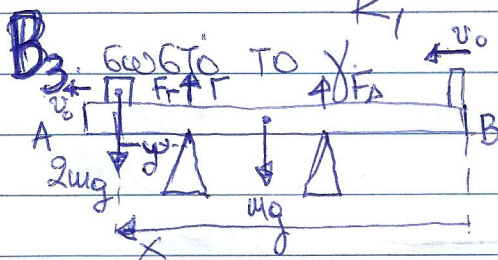
$$|v'_1| = |v'_2| \Leftrightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 \rightarrow m_1 - m_2 = 2m_1 \rightarrow m_2 = -m_1 \text{ απορρ.}$$

$$-\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 \Rightarrow -(m_1 - m_2) = 2m_1 \Rightarrow m_2 = 3m_1$$

πλαστική κρούση: $\Delta \Delta O: m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_k \Rightarrow v_k = \frac{v_1}{4}$

$$\epsilon_{\text{απωλ}} = K_1 - \epsilon_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (4m_1) \frac{v_1^2}{16} = \frac{3}{4} \left(\frac{1}{2} m_1 v_1^2 \right) = \frac{3}{4} K_1$$

$$\frac{\epsilon_{\text{απωλ}}}{K_1} = \frac{\frac{3}{4} K_1}{K_1} = \frac{3}{4}$$



Ισορροπεί η δοκός οριζόντια

$$\sum \tau(r) = 0 \Rightarrow \cancel{\tau_F} + \cancel{\tau_{F_\Delta}} + \tau_{2mg} + \tau_{mg} = 0$$

$$2mg\psi - mg\left(\frac{L}{2} - \frac{L}{3}\right) = 0 \Rightarrow \psi = \frac{L}{12}$$

$$x = \psi + \Gamma B = \psi + \left(L - \frac{L}{3}\right) = \frac{L}{12} + \frac{2L}{3} = \frac{3L}{4}$$

Το σώμα κάνει ΕΟΚ

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow t = \frac{3L}{4v_0}$$

ΘΕΜΑ Γ

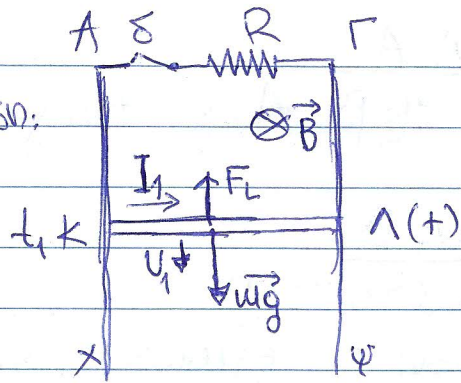
Γ1. Ο αγωγός στην αρχή είναι εκκρεστικό:

ΘΜΚΕ: $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{μγ}} \Rightarrow$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 - 0 = m g \Delta \psi \Rightarrow v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$|I_1| = \frac{|E_{\text{επ}}|}{R} = \frac{B v_1 l}{R} \rightarrow |I_1| = 0,125 \text{ A}$$

Η φορά του ρεύματος στον αγωγό είναι από το Κ στο Λ.



Γ2. Την στιγμή t_1 $F_L = B I_1 l = 1 \cdot 0,125 \cdot 0,5 = 0,0625 \text{ N}$

$$B = m g = 0,01 \cdot 10 = 0,1 \text{ N} \text{ άρα } B > F_L \Rightarrow$$

$$\Sigma F = B - F_L = m \cdot a \Rightarrow a = 0,0375 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ δηλ. ο αγωγός}$$

επιταχύνεται με μικρότερη επιτάχυνση από ότι στο προηγούμενο χρονικό διάστημα.

Γ3. $\Sigma F = m a \Rightarrow m g - F_L = m a \Rightarrow \dots a = g - \frac{B^2 l^2 v}{m R}$ (1)

Από τη σχέση (1) προκύπτει ότι καθώς αυξάνεται η ταχύτητα v το μέτρο της επιτάχυνσης a μειώνεται, οπότε κάποια στιγμή θα μηδενιστεί και ο αγωγός θα κινείται με σταθερή (οριακή) ταχύτητα.

Αρα: (1) $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow v_{\text{op}} = 16 \text{ m/s}$

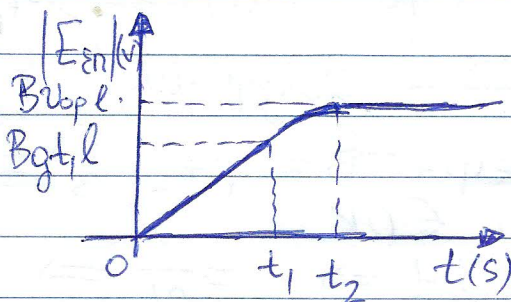
Γ4. $I_2 = \frac{E_{\text{επ}}(t_2)}{R_{\text{ολ}}} = 0,2 \text{ A}$ $P = I_2^2 R = 1,6 \text{ W}$ $\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F v_{\text{op}} = 0 \text{ J/s}$

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = - \frac{W_B}{\Delta t} = - \frac{B \cdot \Delta x}{\Delta t} = - m g v_{\text{op}} = -1,6 \text{ W}$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta K}{\Delta t} + \frac{\Delta U}{\Delta t} = -1,6 \text{ W}$$

Γ5.

$$|E_{\text{επ}}| = \begin{cases} B g l, & t_0 < t < t_1 \\ \text{αυξάνεται} & \\ \text{μτριοίμενο} & \\ \text{προς} & \\ B_{\text{op}} l = \frac{m g R}{B} & t_1 < t < t_2 \\ B g l, & t_2 < t \end{cases}$$



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. $V_{\Delta} = h \cdot A_{\Delta} = 10^{-3} \text{ m}^3$

Όταν γεμίσει πλήρως η μάζα του νερού είναι: $m_V = \rho_{\text{νερού}} \cdot V_{\Delta} = 1 \text{ Kg}$.
Το δοχείο ισορροπεί άρα: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\text{ελ}} = m_V \Rightarrow k \cdot \Delta l = m_V \cdot g \Rightarrow \Delta l = 0,1 \text{ m}$.

Δ2. Η στάθμη θα σταθεροποιηθεί όταν $\Pi_{\text{εισρχ}} = \Pi_{\text{εξρχ}} \Rightarrow$
 $\Pi = A u_B \Rightarrow u_B = \frac{\Pi}{A} \Rightarrow u_B = \frac{10^{-3}}{5 \cdot 10^{-4}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

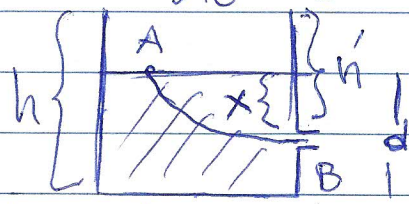
N. Bernoulli για τα σημεία A & B.

$$P_A + \frac{1}{2} \rho u_A^2 + \rho g x = P_B + \frac{1}{2} \rho u_B^2$$

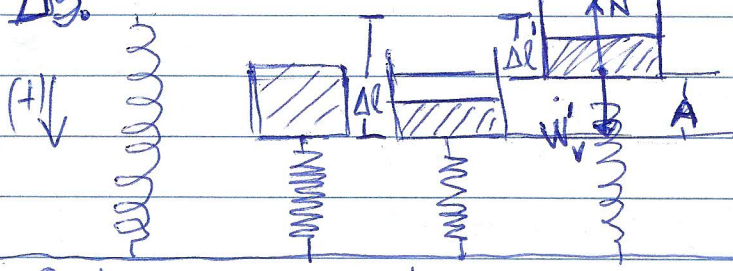
αλλά $P_A = P_B = P_{\text{ατμ}}$ και $u_A = 0$

οπότε $x = \frac{u_B^2}{2g} = 0,2 \text{ m}$

Άρα $d = h - h' + x \Rightarrow d = 0,4 \text{ m}$.



Δ3.



Θ.Ι: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\text{ελ}}' = m'g \Rightarrow$

$k \Delta l' = m'g \quad (1)$

όγκος νερού: $V = d \cdot A_{\Delta} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

μάζα νερού: $m' = \rho_{\text{νερού}} \cdot V = 0,4 \text{ Kg}$.

(1) $\Rightarrow \Delta l' = 0,04 \text{ m}$

Θ.Φ.Μ

Αυθαία
θέση
 $t_0 = 0$

Θ.Ι

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το δοχείο ήταν
στην θέση Α άρα: $A = \Delta l - \Delta l' = 0,06 \text{ m}$

και $\phi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

Επίσης $k = m' \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m'}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{100}{0,4}} = \sqrt{250} = 5\sqrt{10} \text{ rad/s}$

Άρα: $y = 0,06 \pi \mu (5\sqrt{10} t + \frac{\pi}{2}) \text{ (SI)}$

Δ4. Στην τυχαία θέση $\Sigma F = m' a \Rightarrow N - m'g = m' a \Rightarrow N = 4 + 0,4 a$

αλλά $a = -\omega^2 y = -250 y$ άρα $N = 4 - 100 y \text{ (SI)}$.

$N = 0 \Rightarrow y = 0,04 \text{ m}$ άρα η επαφή θα χαθεί στη Φ.Μ. του ελατηρίου

Τις φορές (μάλιστα) που χάνεται η επαφή πρέπει η Θ.Φ.Μ να είναι αυθαία θέση της.

$A = \Delta l''$ όμως $A = \Delta l - \Delta l'' \Rightarrow \Delta l'' = \Delta l - \Delta l'' \Rightarrow \Delta l'' = 0,05 \text{ m}$.

Συνδυάζοντας ισορροπίας: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\text{ελ}}'' = m''g \Rightarrow k \Delta l'' = m''g \Rightarrow m'' = 0,5 \text{ Kg}$.

$V'' = \frac{m''}{\rho} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \Rightarrow d' A_{\Delta} = 5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow d' = 0,5 \text{ m}$ αλλά $d = h - h'' + x \Rightarrow$
 $h'' = 0,7 \text{ m}$ δηλ 1cm πιο πάνω από την παλιά.