ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

(ΓΕΛ/ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ)

ΘΕΜΑ Α

Α1. (γ)

Α2. (α)

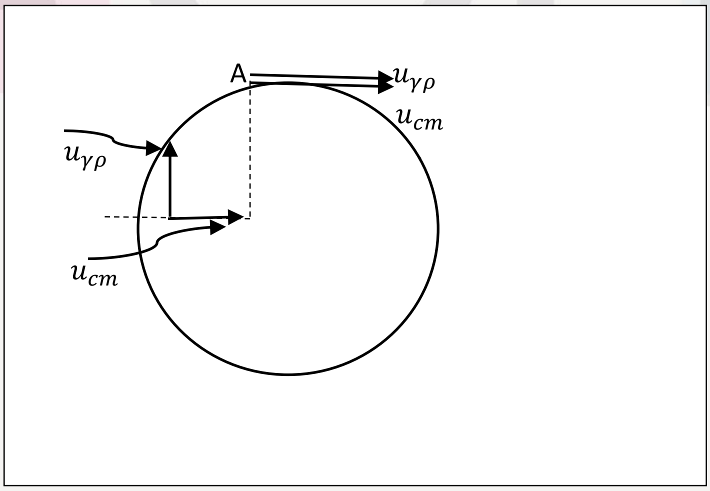
Α3. (γ)

Α4. (δ)

Α5. α) Σ β) Λ γ) Σ δ) Σ ε) Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1.



Για το σημείο Α ισχύει: $u_{cm} = u_{\gamma\rho}$ άρα $u_A = u_{cm} + u_{\gamma\rho} = 2u_{cm} = 2\omega R$

Για το σημείο Γ έχουμε ότι: $u_{\gamma\rho} = \omega \cdot \frac{R}{2} = \frac{u_{cm}}{2}$

Οπότε: $u_\Gamma = \sqrt{u_{cm}^2 + u_{\gamma\rho}^2} = \sqrt{u_{cm}^2 + \frac{u_{cm}^2}{4}} = \sqrt{\frac{5u_{cm}^2}{4}}$

Τελικά έχουμε: $\frac{u_Γ}{u_A} = \frac{\sqrt{\frac{5u_{cm}^2}{4}}}{2u_{cm}} = \frac{\sqrt{5}}{4}$ **Σωστό το (iii)**

Β2. Σωστό το (ii)

Για την πρώτη κρούση έχουμε, $u_2 = 0$, άρα:

$$u_2' = \frac{2m_1u_1}{(m_1+m_2)}$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του m_1 που μεταφέρθηκε στο m_2 είναι:

$$Π_1 = \frac{K_2'}{K_1} \cdot 100\% \Leftrightarrow Π_1 = \frac{\frac{1}{2}m_2\frac{4m_1^2u_1^2}{(m_1+m_2)^2}}{\frac{1}{2}m_1u_1^2} \cdot 100\% \Leftrightarrow Π_1 = \frac{4m_1m_2}{(m_1+m_2)^2} \cdot 100\%$$

Αν αντιστρέψουμε την διαδικασία, έχουμε ότι η ταχύτητα του m_1 μετά την κρούση, είναι:

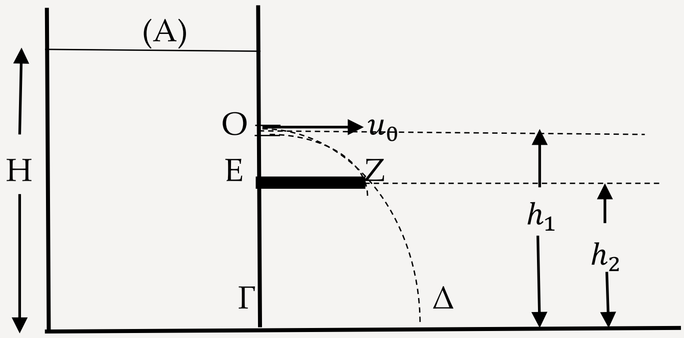
$$u_1' = \frac{2m_2u_2}{(m_1+m_2)}$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του m_2 που μεταφέρθηκε στο m_1 είναι:

$$Π_2 = \frac{K_1'}{K_2} \cdot 100\% \Leftrightarrow Π_2 = \frac{\frac{1}{2}m_1\frac{4m_2^2u_2^2}{(m_1+m_2)^2}}{\frac{1}{2}m_2u_2^2} \cdot 100\% \Leftrightarrow Π_2 = \frac{4m_1m_2}{(m_1+m_2)^2} \cdot 100\%$$

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι $Π_1 = Π_2$

Β3. Σωστό το (i)



Παίρνουμε την εξίσωση του Bernoulli από το σημείο (Α) στο (Ο)

$$P_A + \frac{1}{2}ϱu_A^2 + ϱgH = P_O + \frac{1}{2}ϱu_O^2 + ϱgh_1$$

Όμως $u_A = 0$ και $P_A = P_O = P_{atm}$ οπότε παίρνουμε:

$\varrho gH = \frac{1}{2}\varrho u_O^2 + \varrho g h_1 \Leftrightarrow gH = \frac{1}{2}u_O^2 + gh_1 \Leftrightarrow u_0 = \sqrt{2g(H-h_1)}$ (1)

Η φλέβα από το σημείο (O) εκτελεί οριζόντια βολή, οπότε ισχύει:

$x = u_0 t \Leftrightarrow t = \frac{x}{u_0}$

και $y = \frac{1}{2}gt^2 \Leftrightarrow y = \frac{1}{2}g\frac{x^2}{u_0^2} \Leftrightarrow y = \frac{1}{2}g\frac{x^2}{2g(H-h_1)} \Leftrightarrow y = \frac{x^2}{4(H-h_1)}$

Για x = S έχουμε $y = h_1$, άρα παίρνουμε:

$h_1 = \frac{S^2}{4(H-h_1)}$ (2)

Για $x = \frac{S}{2}$ έχουμε $y = h_1 - h_2$, άρα παίρνουμε:

$h_1 - h_2 = \frac{S^2}{16(H-h_1)}$ (3)

Διαιρώντας τις (2) και (3) παίρνουμε:

$\frac{h_1}{h_1-h_2} = \frac{\frac{S^2}{4(H-h_1)}}{\frac{S^2}{16(H-h_1)}} \Leftrightarrow \frac{h_1}{h_1-h_2} = 4 \Leftrightarrow h_1 = \frac{4}{3}h_2 \Leftrightarrow h_1 = \frac{4}{3}\cdot\frac{21H}{32} \Leftrightarrow h_1 = \frac{7}{8}H$

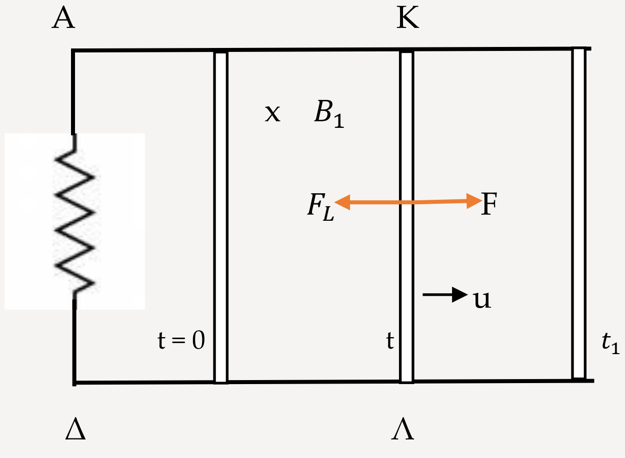
(1) => $u_0 = \sqrt{2g(H-h_1)} \Leftrightarrow u_0 = \sqrt{2g(H-\frac{7}{8}H)} \Leftrightarrow u_0 = \frac{\sqrt{gH}}{2}$

Η στάθμη του δοχείου δεν κατεβαίνει, άρα η παροχή της βρύσης είναι ίση με αυτή της οπής.

$\Pi = \Pi_{οπής} \Leftrightarrow \Pi = Au_0 \Leftrightarrow \Pi = A\frac{\sqrt{gH}}{2}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



Η ράβδος θα κάνει επιταχυνόμενη κίνηση, με την επιτάχυνσή της συνεχώς να μειώνεται λόγω της δύναμης Laplace, μέχρις ότου μηδενιστεί και αποκτήσει σταθερή ταχύτητα ίση με την οριακή ταχύτητα.

Αφού η ταχύτητα θα είναι σταθερή, ισχύει:

$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F = F_L \Leftrightarrow B_1 IL = F \Leftrightarrow B_1 \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} L = F \Leftrightarrow B_1 \frac{B_1 u_{o\rho} L}{R_1 + R_{K\Lambda}} L = F \Leftrightarrow$

$u_{o\rho} = \frac{F(R_1 + R_{K\Lambda})}{B_1^2 L^2} \Leftrightarrow u_{o\rho} = 4$ m/s

Γ2. Για να συνεχίσει να κινείται με σταθερή οριακή ταχύτητα θα πρέπει:

$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F' = F_L'$

Όπου $F_L' = B_3 IL \Leftrightarrow F_L' = B_3 \frac{B_3 u_{o\rho} L}{R_1 + R_{K\Lambda}} L \Leftrightarrow F_L' = 0{,}8$ N με φορά προς τα αριστερά, διότι σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz θα είναι αντίθετη της $u_{o\rho}$.

Άρα F' = 0,8 N με φορά προς τα δεξιά.

Γ3. Από τον νόμο του Neumman έχουμε:

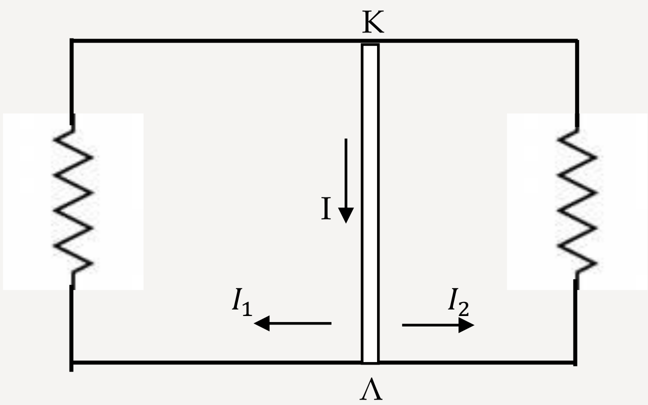
$Q = \frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}} = \frac{B_3 \Delta A}{R_{o\lambda}} = \frac{B_3 \Delta x L}{R_{o\lambda}} \Leftrightarrow \Delta x = \frac{Q R_{o\lambda}}{B_3 L} \Leftrightarrow \Delta x = 1$ m

$$\Delta x = u_{o\rho} \Delta t \Leftrightarrow \Delta t = 0{,}25 \text{ s}$$

Από τον νόμο του Joule παίρνουμε:

$$Q = I'^2 R_{o\lambda} \Delta t \Leftrightarrow Q = \left(\frac{B_3 u_{o\rho} L}{R_{o\lambda}}\right)^2 R_{o\lambda} \Delta t \Leftrightarrow Q = 0{,}8 \text{ J}$$

Γ4.



Η διαδρομή που ακολουθεί το ρεύμα είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα. Άρα, οι R_1 και R_2 συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα.

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow R_{1,2} = 1\ \Omega$$

$$\text{και } R_{o\lambda} = R_{1,2} + R_{K\Lambda} \Leftrightarrow R_{o\lambda} = 4\ \Omega$$

Η δύναμη Laplace, θα έχει τώρα μέτρο:

$$F_L^{'} = B_3 \frac{B_3 u_{o\rho} L}{R_{o\lambda}} \text{L} \Leftrightarrow u_{o\rho} = \frac{F^{'} R_{o\lambda}}{B_3^2 L^2} \Leftrightarrow u_{o\rho} = 3{,}2 \text{ m/s}$$

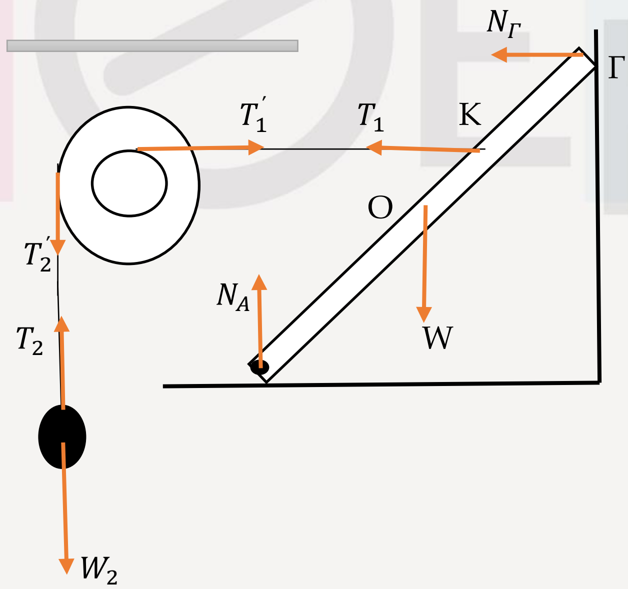
$$\text{Οπότε: } I_{\varepsilon\pi}^{'} = \frac{E_{\varepsilon\pi}^{''}}{R_{o\lambda}} = \frac{B_3 u_{o\rho} L}{R_{o\lambda}} = 0{,}8 \text{ A}$$

$$\text{Άρα: } V_{K\Lambda} = E_{\varepsilon\pi}^{''} - I_{\varepsilon\pi}^{'} R_{K\Lambda} \Leftrightarrow V_{K\Lambda} = 0{,}8 \text{ V}$$

Ενώ $V_1 = V_2$, οπότε: $I_1 = \frac{V_1}{R_1} \Leftrightarrow I_1 = 0{,}4$ A και $I_2 = \frac{V_2}{R_2} \Leftrightarrow I_2 = 0{,}4$ A

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Για τη στροφική ισορροπία του στερεού έχουμε:

$$\Sigma\tau = 0 \Leftrightarrow T_1^{'} \cdot \text{r} - T_2^{'} \cdot 2\text{r} = 0 \Leftrightarrow T_1^{'} \cdot \text{r} = T_2^{'} \cdot 2\text{r} \Leftrightarrow T_1^{'} = 2T_2^{'} \ (1)$$

Και από την μεταφορική ισορροπία του m_2 παίρνουμε:

$$\Sigma\text{F} = 0 \Leftrightarrow T_2 - w_2 = 0 \Leftrightarrow T_2 = m_2 \text{g} \Leftrightarrow T_2 = 30 \text{ N} = T_2^{'}$$

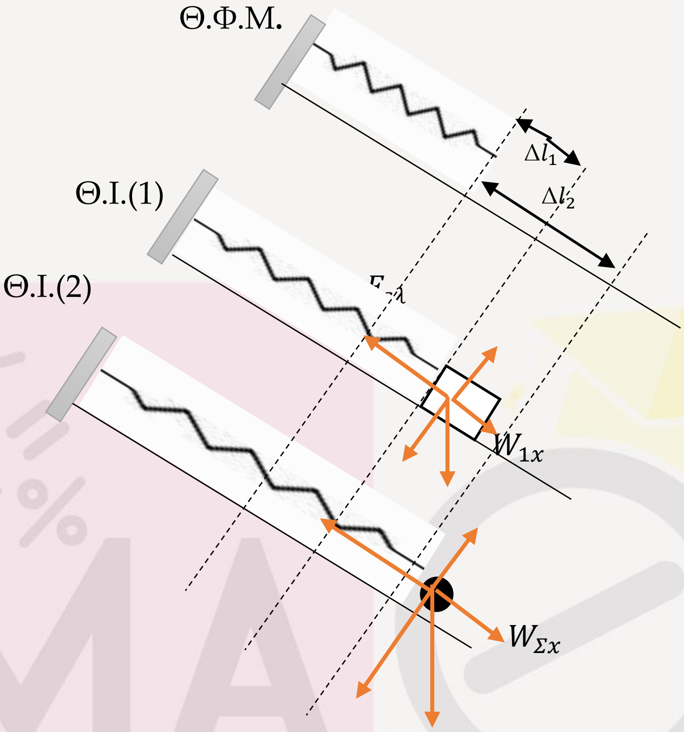
Οπότε παίρνουμε: $T_1^{'} = 60 \text{ N} = T_1$

Για τη στροφική ισορροπία της ράβδου ως προς το σημείο Α, έχουμε:

$$\Sigma\tau_{(A)} = 0 \Leftrightarrow T_1\cdot(\frac{l}{2} + \text{d})\text{ημ}45^0 + N_\Gamma\cdot \text{l}\cdot\text{ημ}45^0 - \text{W}\cdot\frac{l}{2}\cdot\text{συν}45^0 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow N_\Gamma\cdot \text{l} = \text{Mg}\cdot\frac{l}{2} - T_1\cdot(\frac{l}{2} + \frac{l}{6}) \Leftrightarrow N_\Gamma = \text{Mg}\cdot\frac{l}{2} - T_1\cdot\frac{4}{6} \Leftrightarrow N_\Gamma = 10\text{ N}$$

Δ2.



Για τη θέση ισορροπίας του σώματος m_1 έχουμε:

$\Sigma\text{F} = 0 \Leftrightarrow W_{1x} - F_{\varepsilon\lambda 1} = 0 \Leftrightarrow \text{K}\Delta l_1 = m_1\text{gημ}30^0 \Leftrightarrow \Delta l_1 = 0{,}05\text{ m}$

Για τη θέση ισορροπίας του συσσωματώματος έχουμε:

$\Sigma\text{F} = 0 \Leftrightarrow W_{\Sigma x} - F_{\varepsilon\lambda 2} = 0 \Leftrightarrow \text{K}\Delta l_2 = (m_1 + m_2)\text{gημ}30^0 \Leftrightarrow \Delta l_2 = 0{,}2\text{ m}$

Χρησιμοποιώντας την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας, παίρνουμε:

$\text{E} = \text{K} + \text{U} \Leftrightarrow \frac{1}{2}\text{K}A^2 = \frac{1}{2}m_\Sigma u_\Sigma^2 + \frac{1}{2}\text{K}x^2 \Leftrightarrow \text{K}A^2 = m_\Sigma u_\Sigma^2 + \text{K}(\Delta l_2 - \Delta l_1)^2 \Leftrightarrow \text{A} = 0{,}3\text{ m}$

Δ3. Υπολογίζουμε την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης.

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m_\Sigma}} \Leftrightarrow \omega = 5\text{ rad/s}$$

Για την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας έχουμε:

$$\text{x} = \text{Aημ}(\omega\text{t} + \varphi_0) \Leftrightarrow \text{x} = 0{,}3\text{ημ}(5\text{t} + \varphi_0)\text{ (S.I.)}$$

Για t = 0 έχουμε x = - 0,15 m.

$$- 0{,}15 = 0{,}3ημφ_0 \Leftrightarrow ημφ_0 = -\frac{1}{2} = ημ\frac{7π}{6}$$

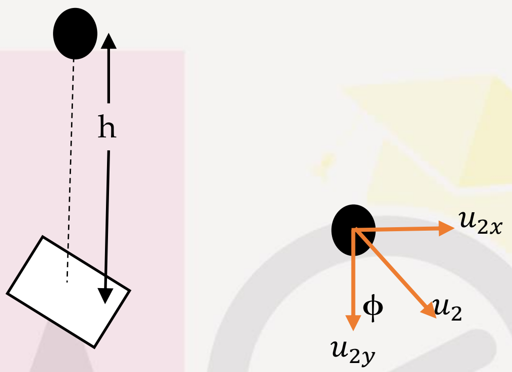
$$φ_0 = 2κπ + \frac{7π}{6} \rightarrow (κ=0)\ φ_0 = \frac{7π}{6}$$

$$ή\ \ φ_0 = 2κπ + π - \frac{7π}{6} \rightarrow (κ=1)\ φ_0 = \frac{11π}{6}$$

Όμως, για t = 0 έχουμε u > 0, όπου $συν\frac{7π}{6} < 0$ και $συν\frac{11π}{6} > 0$.

$$\text{Οπότε } φ_0 = \frac{11π}{6} \text{ και } x = 0{,}3ημ(5t + \frac{11π}{6}) \text{ (S.I.)}$$

Δ4.



Από Αρχή Διατήρησης της Ορμής για τα σώματα $Σ_2$ και συσσωμάτωμα έχουμε:

$\vec{P}_{αρχ} = \vec{P}_{τελ} \Leftrightarrow m_2 u_{2x} = (m_1+m_2)\, u_Σ \Leftrightarrow m_2 u_2 ημ30^0 = (m_1+m_2)\, u_Σ \Leftrightarrow u_2 = 2\sqrt{3}$ m/s

Το σώμα m_2 εκτελεί ελεύθερη πτώση.

$$u_2 = gt \Leftrightarrow t = \frac{\sqrt{3}}{5}\text{ s} \quad \text{και}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Leftrightarrow h = 0{,}6 \text{ m}$$

Δ5. Η θέση της μέγιστης επιμήκυνσης του ελατηρίου είναι η θετική ακραία θέση της ταλάντωσης.

$$\frac{|F_{ελ}|}{|F_{επ}|} = \frac{K(Δl_2+A)}{KA} = \frac{5}{3}$$

Βαγγέλης Γεωργακάκης