



Πανελλαδικές Εξετάσεις 2020 στη Φυσική

ΝΕΟ Σύστημα – Απαντήσεις Θεμάτων

ΘΕΜΑ Α

A1. γ A2. α A3. γ/δ A4. δ A5. α. Σ β. Λ γ. Σ δ. Σ ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. α) Σωστή απάντηση είναι η **iii**.

β) $v_A = v_{cm} + v_\varepsilon = v_{cm} + v_{cm} = 2 \cdot v_{cm}$

$$v_\Gamma = \sqrt{v_{cm}^2 + v_\varepsilon^2} = \sqrt{v_{cm}^2 + \left(\omega \cdot \frac{R}{2}\right)^2} = \sqrt{v_{cm}^2 + \left(\frac{v_{cm}}{2}\right)^2} = \sqrt{v_{cm}^2 + \frac{v_{cm}^2}{4}} = \sqrt{\frac{5 \cdot v_{cm}^2}{4}} = \frac{\sqrt{5} \cdot v_{cm}}{2}$$

$$\frac{v_\Gamma}{v_A} = \frac{\frac{\sqrt{5} \cdot v_{cm}}{2}}{2 \cdot v_{cm}} = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

B2. α) Σωστή απάντηση είναι η **ii**.

β) Στην πρώτη περίπτωση ισχύει:

$$v'_2 = \frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_2 = \frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

Το ποσοστό Π_1 είναι:

$$\begin{aligned} \Pi_1 \% &= \frac{K'_2}{K_1} \cdot 100 = \frac{\frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2'^2}{\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2} \cdot 100 = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{v_2'^2}{v_1^2} \cdot 100 = \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{2 \cdot m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{1}{v_1}\right)^2 \cdot 100 = \\ &= \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2}\right)^2 \cdot 100 = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{4 \cdot m_1^2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100 = \frac{4 \cdot m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100 \% \end{aligned}$$

Στη δεύτερη περίπτωση ισχύει:

$$v'_1 = \frac{2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_2 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 = \frac{2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_2$$

Το ποσοστό Π_2 είναι:

$$\begin{aligned} \Pi_2 \% &= \frac{K'_1}{K_2} \cdot 100 = \frac{\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1'^2}{\frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2} \cdot 100 = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{v_1'^2}{v_2^2} \cdot 100 = \frac{m_1}{m_2} \cdot \left(\frac{2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{1}{v_2}\right)^2 \cdot 100 = \\ &= \frac{m_1}{m_2} \cdot \left(\frac{2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 \cdot 100 = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{4 \cdot m_2^2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100 = \frac{4 \cdot m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100 \% \end{aligned}$$

Επομένως $\Pi_1 = \Pi_2$.



B3. α) Σωστή απάντηση είναι η **i**.

β) Το μήκος EZ είναι:

$$(EZ) = \frac{S}{2} \Rightarrow v \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (h_1 - h_2)}{g}} = \frac{v}{2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} \Rightarrow \frac{2 \cdot (h_1 - h_2)}{g} = \frac{1}{4} \cdot \frac{2 \cdot h_1}{g} \Rightarrow$$

$$h_1 - h_2 = \frac{h_1}{4} \Rightarrow 4 \cdot h_1 - 4 \cdot h_2 = h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{4 \cdot h_2}{3} \Rightarrow h_1 = \frac{4}{3} \cdot \frac{21 \cdot H}{32} \Rightarrow h_1 = \frac{7 \cdot H}{8}$$

Εφαρμόζουμε εξίσωση Bernoulli κατά μήκος μιας ρευματικής γραμμής από ένα σημείο της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού μέχρι το O:

$$\cancel{P_{\text{atm}}} + \rho \cdot g \cdot H = \cancel{P_{\text{atm}}} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 \Rightarrow g \cdot H = \frac{1}{2} \cdot v^2 + g \cdot \frac{7 \cdot H}{8} \Rightarrow$$

$$g \cdot H = \frac{1}{2} \cdot v^2 + g \cdot \frac{7 \cdot H}{8} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot v^2 = \frac{g \cdot H}{8} \Rightarrow v^2 = \frac{g \cdot H}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{g \cdot H}}{2}$$

Για τις παροχές της βρύσης και της οπής ισχύει:

$$\Pi = \Pi_0 \Rightarrow \Pi = A \cdot v \Rightarrow \Pi = A \cdot \frac{\sqrt{g \cdot H}}{2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ο αγωγός, εξαιτίας της δύναμης F, θα αρχίσει να επιταχύνεται προς τα δεξιά. Ταυτόχρονα θα αρχίσει να αναπτύσσεται δύναμη Laplace εξαιτίας του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Η δύναμη Laplace, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, θα έχει φορά προς τα αριστερά και θα αυξάνεται το μέτρο της, άρα το μέτρο της επιτάχυνσης θα ελαττώνεται. Κάποια στιγμή οι δύο δυνάμεις θα γίνουν αντίθετες και ο αγωγός ΚΛ θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F - F_L = 0 \Rightarrow F = B_1 \cdot I \cdot L \Rightarrow F = B_1 \cdot \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} \cdot L \Rightarrow F = B_1 \cdot \frac{B_3 \cdot v_{\text{op}} \cdot L}{R_1 + R_{\text{ΚΛ}}} \cdot L \Rightarrow$$

$$0,8 = 1 \cdot \frac{1 \cdot v_{\text{op}} \cdot 1}{2 + 3} \cdot 1 \Rightarrow 0,8 = \frac{v_{\text{op}}}{5} \Rightarrow v_{\text{op}} = 4 \text{ m/s}$$

Γ2. Υπολογίζουμε το επαγωγικό ρεύμα. Ισχύει:

$$I' = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{B_3 \cdot v_{\text{op}} \cdot L}{R_1 + R_{\text{ΚΛ}}} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1}{2 + 3} = 0,8 \text{ A}$$

Θα πρέπει να ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F' = F'_L \Rightarrow F' = B_3 \cdot I' \cdot L \Rightarrow F' = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \Rightarrow F' = 0,8 \text{ N}$$

Η F' θα έχει το ίδιο μέτρο με την F, όπως επίσης και την ίδια κατεύθυνση (προς τα δεξιά). Αυτό που θα αλλάξει είναι η φορά του επαγωγικού ρεύματος ώστε η δύναμη Laplace και πάλι να αντιτίθεται στην κίνηση του αγωγού (κατεύθυνση προς τα αριστερά).

Γ3. Από νόμο του Neumann προκύπτει:

$$q_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}} \Rightarrow q_{\text{επ}} = \frac{B_3 \cdot \Delta S}{R_{\text{ολ}}} \Rightarrow q_{\text{επ}} = \frac{B_3 \cdot L \cdot \Delta x}{R_1 + R_{\text{ΚΛ}}} \Rightarrow 0,2 = \frac{1 \cdot 1 \cdot \Delta x}{2 + 3} \Rightarrow \Delta x = 1 \text{ m}$$

Η κίνηση του αγωγού σε αυτό το χρονικό διάστημα είναι ευθύγραμμη ομαλή. Το χρονικό διάστημα της κίνησής του είναι:

$$v_{\text{op}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_{\text{op}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta t = 0,25 \text{ s}$$

Από τον νόμο του Joule προκύπτει:



$$Q = I^2 \cdot R_{ολ} \cdot \Delta t = I^2 \cdot (R_1 + R_{κλ}) \cdot \Delta t = 0,8^2 \cdot (2 + 3) \cdot 0,25 = 0,64 \cdot 5 \cdot 0,25 = 0,8 \text{ J}$$

Γ4. Η νέα ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$R'_{ολ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_{κλ} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} + 3 = \frac{4}{4} + 3 = 1 + 3 = 4 \Omega$$

Ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F' - F''_L = 0 \Rightarrow F''_L = 0,8 \Rightarrow B_3 \cdot I'' \cdot L = 0,8 \Rightarrow 1 \cdot \frac{E''_{επ}}{R'_{ολ}} \cdot 1 = 0,8 \Rightarrow$$

$$\frac{B_3 \cdot v'_{op} \cdot L}{4} = 0,8 \Rightarrow 1 \cdot v'_{op} \cdot 1 = 3,2 \Rightarrow v'_{op} = 3,2 \text{ m/s}$$

Η επαγωγική τάση είναι:

$$E''_{επ} = B_3 \cdot v'_{op} \cdot L = 1 \cdot 3,2 \cdot 1 = 3,2 \text{ V}$$

Το επαγωγικό ρεύμα είναι:

$$I'' = \frac{E''_{επ}}{R'_{ολ}} = \frac{3,2}{4} = 0,8 \text{ A}$$

Η τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ είναι:

$$V_{κλ} = E''_{επ} - I'' \cdot r = 3,2 - 0,8 \cdot 3 = 3,2 - 2,4 = 0,8 \text{ V}$$

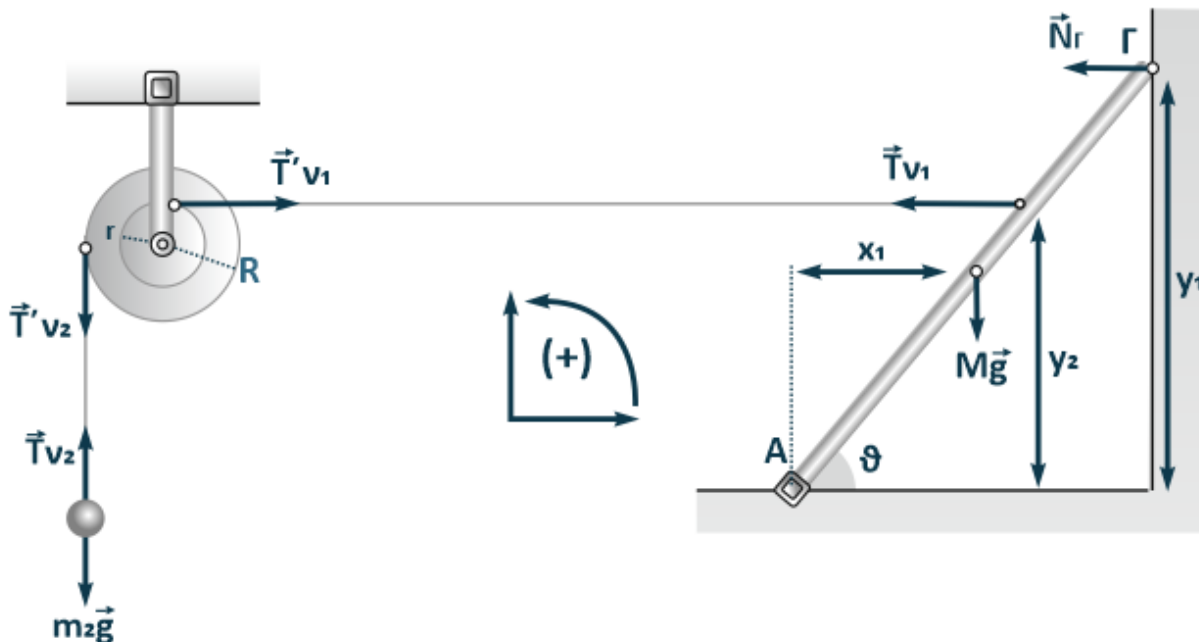
Για τον αντιστάτη R_1 ισχύει:

$$V_1 = V_{κλ} \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = V_{κλ} \Rightarrow I_1 = \frac{V_{κλ}}{R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{0,8}{2} \Rightarrow I_1 = 0,4 \text{ A}$$

Για τον αντιστάτη R_2 ισχύει:

$$V_2 = V_{κλ} \Rightarrow I_2 \cdot R_2 = V_{κλ} \Rightarrow I_2 = \frac{V_{κλ}}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{0,8}{2} \Rightarrow I_2 = 0,4 \text{ A}$$

ΘΕΜΑ Α





Δ1. Για το σώμα Σ_2 ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow m_2 \cdot g = T_{v2} \Rightarrow T_{v2} = 3 \cdot 10 \Rightarrow T_{v2} = 30 \text{ N}$$

Θεωρούμε ως θετική φορά των ροπών την αριστερόστροφη. Για την τροχαλία ισχύει:

$$T'_{v2} \cdot R - T'_{v1} \cdot r = 0 \Rightarrow T_{v2} \cdot 2 \cdot r - T_{v1} \cdot r = 0 \Rightarrow 30 \cdot 2 = T_{v1} \Rightarrow T_{v1} = 60 \text{ N}$$

Ως προς το σημείο A της άρθρωσης ισχύει:

$$\Sigma \tau = 0 \Rightarrow N_{\Gamma} \cdot \ell \cdot \eta\mu\theta + T_{v1} \cdot \left(\frac{\ell}{2} + d\right) \cdot \eta\mu\theta - M \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \eta\mu\theta = 0 \Rightarrow$$

$$N_{\Gamma} \cdot \ell \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 60 \cdot \left(\frac{\ell}{2} + \frac{\ell}{6}\right) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10 \cdot 10 \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0 \Rightarrow N_{\Gamma} + 60 \cdot \frac{2}{3} - 50 = 0 \Rightarrow N_{\Gamma} = 10 \text{ N} \quad (1)$$

Δ2. Η επιμήκυνση του ελατηρίου $\Delta\ell_1$ όταν ισορροπεί το Σ_1 είναι:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow m_1 \cdot g \cdot \eta\mu 30^\circ = k \cdot \Delta\ell_1 \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot \eta\mu 30^\circ}{k} \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{100} \Rightarrow \Delta\ell_1 = 0,05 \text{ m}$$

Η επιμήκυνση του ελατηρίου $\Delta\ell_{1,2}$ όταν ισορροπούν το Σ_1 και το Σ_2 είναι:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30^\circ = k \cdot \Delta\ell_{1,2} \Rightarrow \Delta\ell_{1,2} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30^\circ}{k} \Rightarrow$$

$$\Delta\ell_{1,2} = \frac{4 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{100} \Rightarrow \Delta\ell_{1,2} = 0,2 \text{ m}$$

Για την ταλάντωση, αμέσως μετά την κρούση ισχύει:

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot D \cdot A^2 = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot D \cdot (\Delta\ell_{1,2} - \Delta\ell_1)^2 \Rightarrow$$

$$100 \cdot A^2 = (1+3) \cdot \left(\frac{3\sqrt{3}}{4}\right)^2 + 100 \cdot (0,2 - 0,05)^2 \Rightarrow 100 \cdot A^2 = 4 \cdot \frac{27}{16} + 100 \cdot 0,15^2 \Rightarrow$$

$$100 \cdot A^2 = \frac{27}{4} + \frac{225}{100} \Rightarrow 100 \cdot A^2 = 6,75 + 2,25 \Rightarrow 100 \cdot A^2 = 9 \Rightarrow A = 0,3 \text{ m}$$

Δ3. Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{100}{1+3}} = 5 \text{ rad/s}$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση της ταλάντωσης:

$$x = A \cdot \eta\mu(\omega \cdot t + \varphi_0) \Rightarrow -0,15 = 0,3 \cdot \eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = -\frac{0,15}{0,3} \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = \eta\mu\left(-\frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow$$

$$\varphi_0 = \begin{cases} 2k\pi + \left(-\frac{\pi}{6}\right) = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6} \text{ rad} \\ 2k\pi + \pi - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6} \text{ rad} \end{cases} \quad \text{Δεκτή λύση (λόγω φοράς ταχύτητας) η } \varphi_0 = \frac{11\pi}{6} \text{ rad}$$

Επομένως η σχέση που δίνει την απομάκρυνση του συσσωματώματος σε συνάρτηση με το χρόνο είναι:



$$x = 0,3 \cdot \eta\mu\left(5 \cdot t + \frac{11\pi}{6}\right) \quad (\text{S.I.})$$

Δ4. Για την κρούση, σε άξονα παράλληλο στο κεκλιμένο επιπέδο ισχύει η ΑΔΟ:

$$\vec{p}_{1x}^0 + \vec{p}_{2x} = \vec{p}' \Rightarrow m_2 \cdot v_2 \cdot \eta\mu 30^\circ = (m_1 + m_2) \cdot v' \Rightarrow$$

$$3 \cdot v_2 \cdot \frac{1}{2} = 4 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{4} \Rightarrow v_2 = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$$

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για την κίνηση του Σ_2 :

$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_{w_2} = K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}}^0 \Rightarrow m_2 \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 \Rightarrow h = \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \Rightarrow$$

$$h = \frac{12}{20} \Rightarrow h = 0,6 \text{ m}$$

$$\Delta 5. \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{F_{\varepsilon\pi}} = \frac{k \cdot (\Delta \ell_{1,2} + A)}{k \cdot A} = \frac{0,2 + 0,3}{0,3} = \frac{5}{3}$$

Εκ μέρους της ΕΕΦ, η επιτροπή λύσεων:

Μιχαλούδης Απόστολος

Μίχας Νίκος

Πάλλας Δήμος

Σαμαράς Σταύρος

Σαρρηγιάννης Αντώνης