# Πανελλαδικές Εξετάσεις 2020 στη Φυσική

NEO Σύστημα – Απαντήσεις Θεμάτων

## ΘΕΜΑ Α

**Α1.** γ **Α2.** α **Α3.** γ / δ **Α4.** δ **Α5.** **α.** Σ **β.** Λ **γ.** Σ **δ.** Σ **ε.** Λ

## ΘΕΜΑ Β

**Β1.** **α)** Σωστή απάντηση είναι η **iii**.

**β)** $\upsilon_A = \upsilon_{cm} + \upsilon_\varepsilon = \upsilon_{cm} + \upsilon_{cm} = 2\cdot\upsilon_{cm}$

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

$$\frac{\upsilon_\Gamma}{\upsilon_A} = \frac{\frac{\sqrt{5}\cdot\upsilon_{cm}}{2}}{2\cdot\upsilon_{cm}} = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

**Β2.** **α)** Σωστή απάντηση είναι η **ii**.

**β)** Στην πρώτη περίπτωση ισχύει:

$$\upsilon'_2 = \frac{2\cdot m_1}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_1 + \cancelto{0}{\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_2} = \frac{2\cdot m_1}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_1$$

Το ποσοστό $\Pi_1$ είναι:

$$\Pi_1\% = \frac{K'_2}{K_1}\cdot 100 = \frac{\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_2\cdot\upsilon'^2_2}{\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_1\cdot\upsilon_1^2}\cdot 100 = \frac{m_2}{m_1}\cdot\frac{\upsilon'^2_2}{\upsilon_1^2}\cdot 100 = \frac{m_2}{m_1}\cdot\left(\frac{\frac{2\cdot m_1}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_1}{\upsilon_1}\right)^2\cdot 100 =$$

$$= \frac{m_2}{m_1}\cdot\left(\frac{2\cdot m_1}{m_1+m_2}\right)^2\cdot 100 = \frac{m_2}{m_1}\cdot\frac{4\cdot m_1^2}{(m_1+m_2)^2}\cdot 100 = \frac{4\cdot m_1\cdot m_2}{(m_1+m_2)^2}\cdot 100\ \%$$

Στη δεύτερη περίπτωση ισχύει:

$$\upsilon'_1 = \frac{2\cdot m_2}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_2 + \cancelto{0}{\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_1} = \frac{2\cdot m_2}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_2$$

Το ποσοστό $\Pi_2$ είναι:

$$\Pi_2\% = \frac{K'_1}{K_2}\cdot 100\% = \frac{\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_1\cdot\upsilon'^2_1}{\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_2\cdot\upsilon_2^2}\cdot 100\% = \frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{\upsilon'^2_1}{\upsilon_2^2}\cdot 100\% = \frac{m_1}{m_2}\cdot\left(\frac{\frac{2\cdot m_2}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_2}{\upsilon_2}\right)^2\cdot 100\% =$$

$$= \frac{m_1}{m_2}\cdot\left(\frac{2\cdot m_2}{m_1+m_2}\right)^2\cdot 100\% = \frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{4\cdot m_2^2}{(m_1+m_2)^2}\cdot 100\% = \frac{4\cdot m_1\cdot m_2}{(m_1+m_2)^2}\cdot 100\ \%$$

Επομένως $\Pi_1 = \Pi_2$.

**Β3.** **α)** Σωστή απάντηση είναι η **i**.

**β)** Το μήκος ΕΖ είναι:

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

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

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

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

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

Για τις παροχές της βρύσης και της οπής ισχύει:

$$\Pi=\Pi_O\Rightarrow\Pi=A\cdot\upsilon\Rightarrow\Pi=A\cdot\frac{\sqrt{g\cdot H}}{2}$$

## 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:

$$\Sigma F=0\Rightarrow F-F_L=0\Rightarrow F=B_1\cdot I\cdot L\Rightarrow F=B_1\cdot\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}\cdot L\Rightarrow F=B_1\cdot\frac{B_1\cdot\upsilon_{o\rho}\cdot L}{R_1+R_{K\Lambda}}\cdot L\Rightarrow$$

$$0{,}8=1\cdot\frac{1\cdot\upsilon_{o\rho}\cdot 1}{2+3}\cdot 1\Rightarrow 0{,}8=\frac{\upsilon_{o\rho}}{5}\Rightarrow\upsilon_{o\rho}=4\ m/s$$

**Γ2.** Υπολογίζουμε το επαγωγικό ρεύμα. Ισχύει:

$$I'=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}=\frac{B_3\cdot\upsilon_{o\rho}\cdot L}{R_1+R_{K\Lambda}}=\frac{1\cdot 4\cdot 1}{2+3}=0{,}8\ A$$

Θα πρέπει να ισχύει:

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

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:

$$q_{\varepsilon\pi}=\frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}}\Rightarrow q_{\varepsilon\pi}=\frac{B_3\cdot\Delta S}{R_{o\lambda}}\Rightarrow q_{\varepsilon\pi}=\frac{B_3\cdot L\cdot\Delta x}{R_1+R_{K\Lambda}}\Rightarrow 0{,}2=\frac{1\cdot 1\cdot\Delta x}{2+3}\Rightarrow\Delta x=1\ m$$

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

$$\upsilon_{o\rho}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=\frac{\Delta x}{\upsilon_{o\rho}}\Rightarrow\Delta t=\frac{1}{4}\Rightarrow\Delta t=0{,}25\ s$$

Από τον νόμο του Joule προκύπτει:

$$Q = I'^2 \cdot R_{ολ} \cdot \Delta t = I'^2 \cdot (R_1 + R_{KΛ}) \cdot \Delta t = 0,8^2 \cdot (2+3) \cdot 0,25 = 0,64 \cdot 5 \cdot 0,25 = 0,8 \text{ J}$$

**Γ4.** Η νέα ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

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

Ισχύει:

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

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

Η επαγωγική τάση είναι:

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

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:

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

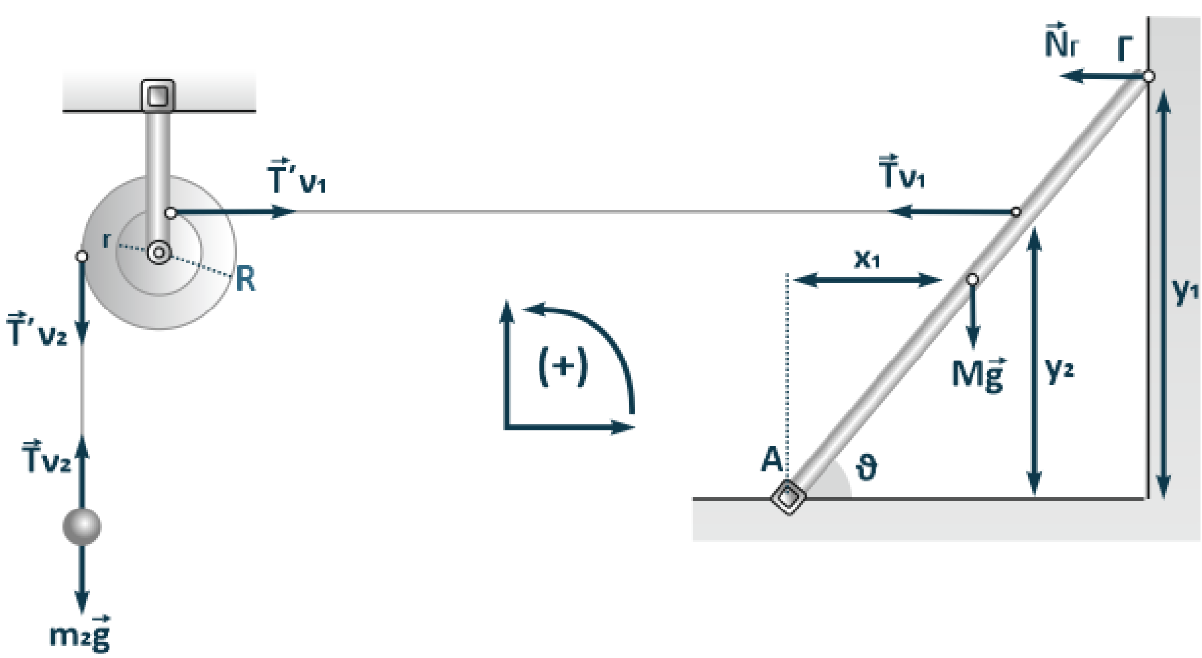
Για τον αντιστάτη $R_1$ ισχύει:

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

Για τον αντιστάτη $R_2$ ισχύει:

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

## ΘΕΜΑ Δ



**Δ1.** Για το σώμα $Σ_2$ ισχύει:

$$ΣF = 0 \Rightarrow m_2 \cdot g = T_{ν2} \Rightarrow T_{ν2} = 3 \cdot 10 \Rightarrow T_{ν2} = 30\ \text{N}$$

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

$$T'_{ν2} \cdot R - T'_{ν_1} \cdot r = 0 \Rightarrow T_{ν2} \cdot 2 \cdot r - T_{ν_1} \cdot r = 0 \Rightarrow 30 \cdot 2 = T_{ν_1} \Rightarrow T_{ν_1} = 60\ \text{N}$$

Ως προς το σημείο Α της άρθρωσης ισχύει:

$$Στ = 0 \Rightarrow N_Γ \cdot \ell \cdot ημθ + T_{ν1} \cdot \left(\frac{\ell}{2} + d\right) \cdot ημθ - M \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} \cdot ημθ = 0 \Rightarrow$$

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

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

$$ΣF_x = 0 \Rightarrow m_1 \cdot g \cdot ημ30^\circ = k \cdot Δ\ell_1 \Rightarrow Δ\ell_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot ημ30^\circ}{k} \Rightarrow Δ\ell_1 = \frac{1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{100} \Rightarrow Δ\ell_1 = 0{,}05\ \text{m}$$

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

$$ΣF_x = 0 \Rightarrow (m_1 + m_2) \cdot g \cdot ημ30^\circ = k \cdot Δ\ell_{1,2} \Rightarrow Δ\ell_{1,2} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot ημ30^\circ}{k} \Rightarrow$$

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

Για την ταλάντωση, αμέσως μετά την κρούση ισχύει:

$$E = K + U \Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}} \cdot D \cdot A^2 = \cancel{\frac{1}{2}} \cdot (m_1 + m_2) \cdot υ'^2 + \cancel{\frac{1}{2}} \cdot D \cdot \left(Δ\ell_{1,2} - Δ\ell_1\right)^2 \Rightarrow$$

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

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

**Δ3.** Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

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

Υπολογίζουμε την αρχική φάση της ταλάντωσης:

$$x = A \cdot ημ(ω \cdot t + φ_0) \Rightarrow -0{,}15 = 0{,}3 \cdot ημφ_0 \Rightarrow ημφ_0 = -\frac{0{,}15}{0{,}3} \Rightarrow ημφ_0 = ημ\left(-\frac{π}{6}\right) \Rightarrow$$

$$φ_0 = \begin{cases} 2kπ + \left(-\frac{π}{6}\right) = 2π - \frac{π}{6} = \frac{11π}{6}\ \text{rad} \\ 2kπ + π - \left(-\frac{π}{6}\right) = π + \frac{π}{6} = \frac{7π}{6}\ \text{rad} \end{cases}$$

Δεκτή λύση (λόγω φοράς ταχύτητας) η $φ_0 = \frac{11π}{6}$ rad

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

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

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

$$\cancel{\vec{p}_{1x}}^{\,0} + \vec{p}_{2x} = \vec{p}\,' \Rightarrow m_2 \cdot υ_2 \cdot ημ30^\circ = (m_1 + m_2) \cdot υ' \Rightarrow$$

$$3 \cdot υ_2 \cdot \frac{1}{2} = 4 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{4} \Rightarrow υ_2 = 2\sqrt{3}\ m/s$$

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για την κίνηση του $Σ_2$:

$$ΣW = ΔK \Rightarrow W_{W_2} = K_{τελ} - \cancel{K_{αρχ}}^{\,0} \Rightarrow m_2 \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot υ_2^2 \Rightarrow h = \frac{υ_2^2}{2 \cdot g} \Rightarrow$$

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

**Δ5.** $$\frac{F_{ελ}}{F_{επ}} = \frac{k \cdot (Δ\ell_{1,2} + A)}{k \cdot A} = \frac{0,2 + 0,3}{0,3} = \frac{5}{3}$$