ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Ο.Π. 2022

ΘΕΜΑ Α

Α1. **γ** (5 μονάδες)
Α2. **δ** (5 μονάδες)
Α3. **γ** (5 μονάδες)
Α4 **β** (5 μονάδες)

Α5. α) **Λάθος** (1 μονάδα)
β) **Σωστό** (1 μονάδα)
γ) **Λάθος** (1 μονάδα)
δ) **Σωστό** (1 μονάδα)
ε) **Σωστό** (1 μονάδα)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το **(i)** **(2 μονάδες)**

Δικαιολόγηση:

Πείραμα 1:

Στη Θ.Ι.:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w \Rightarrow k\Delta l_1 = mg \Rightarrow \Delta l_1 = \frac{mg}{k} = A_1 \quad (1)$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Πείραμα 2:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F + F'_{\varepsilon\lambda} = w \Rightarrow \cancel{mg} + F'_{\varepsilon\lambda} = \cancel{mg} \Rightarrow F'_{\varepsilon\lambda} = 0,$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

δηλαδή η Ν.Θ.Ι. είναι η Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου. Η ταλάντωση αρχίζει από Α.Θ. (η Θ.Ι. της αρχικής ταλάντωσης είναι Α.Θ. της νέας ταλάντωσης), στην οποία το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta l_2 = \frac{mg}{k} = A_2$ (2) **(1 μονάδα)**

Από τις (1) και (2) συμπεραίνουμε ότι $A_1=A_2$ **(1 μονάδα)**.

Β2. Σωστό το **(ii)** **(2 μονάδες)**

Δικαιολόγηση:

Όταν είναι ανοικτή μόνο η οπή (1) από εξίσωση Bernoulli ή από θεώρημα Torricelli:

$$\upsilon_1 = \sqrt{2g(H - \frac{5H}{6})} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\frac{2gH}{6}} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}} \quad (1)$$ **(1 μονάδα)**

$$V = \Pi_1 \Delta t_1 = A\upsilon_1 \Delta t_1 \overset{(1)}{\Rightarrow} V = A\sqrt{\frac{gH}{3}}\,\Delta t_1 \quad (2)$$ **(1 μονάδα)**

Όταν είναι ανοικτές και οι δύο οπές από εξίσωση Bernoulli ή από θεώρημα Torricelli:

$$\upsilon_2 = \sqrt{2g(H - \frac{H}{3})} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{2g\frac{2H}{3}} \Rightarrow \upsilon_1 = 2\sqrt{\frac{gH}{3}} \quad (3)$$ **(1 μονάδα)**

$$V=\Pi_1\Delta t_2+\Pi_2\Delta t_2=A\upsilon_1\Delta t_2+A\upsilon_2\Delta t_2 \overset{(1),(3)}{\Rightarrow} V=A\sqrt{\frac{gH}{3}}\Delta t_2+A\cdot 2\sqrt{\frac{gH}{3}}\Delta t_2 \Rightarrow V=3A\sqrt{\frac{gH}{3}}\Delta t_2 \quad (4)$$

(1μονάδα) **(1μονάδα)**

Ο όγκος νερού που εκρέει και στις δύο περιπτώσεις είναι ο ίδιος, άρα από τις (2) και (4) έχουμε:

$$\cancel{A}\sqrt{\cancel{\frac{gH}{3}}}\,\Delta t_1=3\cancel{A}\sqrt{\cancel{\frac{gH}{3}}}\,\Delta t_2 \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}=\frac{1}{3}$$ **(1μονάδα)**

Β3. Σωστό το **(iii)** **(2 μονάδες)**

<u>Δικαιολόγηση:</u>

Λόγω των αναμενόμενων πολλών διαφορετικών τρόπων λύσης, προτείνεται ως κεντρική ιδέα:

2 μονάδες για τον υπολογισμό της K_1'

2 μονάδες για τον υπολογισμό της K_2'

3 μονάδες για τον υπολογισμό του (%) ποσοστού.

Από μια γρήγορη οπτική εξέταση αρκετών γραπτών, παρατηρείται ότι σχεδόν κανείς μαθητής δεν έχει κάνει τη σύντομη λύση που προτείνει η Κ.Ε.Ε. Αντίθετα πολλοί χρησιμοποιούν λύση με σχέση μαζών ή κινητικών ενεργειών.

Παραθέτουμε δύο από τις πολλές πιθανές απαντήσεις.

<u>1η ενδεικτική απάντηση</u>

Από το δοσμένο διάγραμμα: $P_1'=\frac{P_1}{5}\Rightarrow \cancel{m_1}\upsilon_1'=\frac{\cancel{m_1}\upsilon_1}{5}\Rightarrow \upsilon_1'=\frac{\upsilon_1}{5}$ (1) **(1 μονάδα)**

$$K_1'=\frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2 \overset{(1)}{\Rightarrow} K_1'=\frac{1}{2}m_1\frac{\upsilon_1^2}{25}\Rightarrow K_1'=\frac{1}{25}K_1 \quad (2)$$ **(1 μονάδα)**

Διατήρηση κινητικής ενέργειας:

$$K_1=K_1'+K_2'\Rightarrow K_2'=K_1-K_1' \overset{(2)}{\Rightarrow} K_2'=K_1-\frac{1}{25}K_1\Rightarrow K_2'=\frac{24}{25}K_1 \quad (3)$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\frac{K_2'}{K_1}\cdot 100\% \overset{(2),(3)}{=} \frac{\frac{24}{25}\cancel{K_1}}{\cancel{K_1}}\cdot 100\%=96\%$$

(2 μονάδες) **(1 μονάδα)**

<u>2η ενδεικτική απάντηση</u>

$$P_1' = \frac{P_1}{5} \Rightarrow \cancel{m_1}\upsilon_1' = \frac{\cancel{m_1}\upsilon_1}{5} \Rightarrow \upsilon_1' = \frac{\upsilon_1}{5} \quad (1)$$ **(1 μονάδα)**

$$\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Rightarrow \frac{\cancel{\upsilon_1}}{5} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\cancel{\upsilon_1} \Rightarrow 5m_1 - 5m_2 = m_1 + m_2 \Rightarrow 4m_1 = 6m_2 \Rightarrow m_1 = \frac{3}{2}m_2$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

$$P_{\alpha\rho\chi} = P_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m_1\upsilon_1 = m_1\frac{\upsilon_1}{5} + m_2\upsilon_2' \Rightarrow \frac{4}{5}m_1\upsilon_1 = m_2\upsilon_2' \Rightarrow \frac{4}{5}\cdot\frac{3}{2}\cancel{m_2}\upsilon_1 = \cancel{m_2}\upsilon_2' \Rightarrow \upsilon_2' = \frac{6}{5}\upsilon_1$$

(1 μονάδα)

ή

$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1 = \frac{\cancel{2}\cdot\frac{3}{\cancel{2}}m_2}{\frac{3}{2}m_2 + m_2}\upsilon_1 = \frac{3\cancel{m_2}}{\frac{5}{2}\cancel{m_2}}\upsilon_1 \Rightarrow \upsilon_2' = \frac{6}{5}\upsilon_1$$

(1 μονάδα)

Το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\frac{K_2'}{K_1}\cdot 100\% = \frac{\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}m_2\upsilon_2'^2}{\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}m_1\upsilon_1^2}\cdot 100\% = \frac{\cancel{m_2}\frac{36}{25}\cancel{\upsilon_1^2}}{\frac{3}{2}\cancel{m_2}\cancel{\upsilon_1^2}}\cdot 100\% = 96\%$$

(2 μονάδες) **(1 μονάδα)**

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1.

Για να ισορροπεί ο αγωγός ΚΛ πρέπει η δύναμη Laplace που ασκείται σ' αυτόν να έχει φορά προς τα πάνω. Δεδομένου ότι η φορά του ρεύματος που τον διαρρέει είναι από $\Lambda \rightarrow K$, με τη βοήθεια του κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού συμπεραίνουμε ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου Β πρέπει να έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα ($\otimes$) **(1 μονάδα)**

Νόμος Ohm για κλειστό κύκλωμα: $I = \dfrac{E}{R_{K\Lambda} + r} = \dfrac{9}{2+1} \Rightarrow I = 3A$ **(1 μονάδα)**

Ισορροπία αγωγού:
$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BIL = mg \Rightarrow B\cdot 3\cdot 1 = 0{,}3\cdot 10 \Rightarrow B = 1T$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Γ2.

Όταν ανοίγουμε το διακόπτη $δ_1$ κλείνοντας ταυτόχρονα το διακόπτη $δ_2$, ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται επιταχυνόμενος (λόγω του βάρους του) μέσα σε Ο.Μ.Π., οπότε στα άκρα του δημιουργείται επαγωγική τάση που το μέτρο της συνεχώς αυξάνεται, λόγω της αύξησης του μέτρου της ταχύτητας. Επειδή ο αγωγός κλείνει κύκλωμα, διαρρέεται από ρεύμα του οποίου η ένταση συνεχώς αυξάνεται, αφού αυτή είναι ανάλογη της Εεπ.
Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε Ο.Μ.Π., οπότε δέχεται δύναμη Laplace της οποίας το μέτρο συνεχώς αυξάνεται, αφού αυτό είναι ανάλογο της έντασης του ρεύματος, με αποτέλεσμα το μέτρο της συνισταμένης δύναμης $ΣF=mg-F_L$ συνεχώς να ελαττώνεται, άρα και το μέτρο της επιτάχυνσης $α=ΣF/m$ συνεχώς να ελαττώνεται.

Ο αγωγός εκτελεί μη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση συνεχώς ελαττούμενου μέτρου, μέχρι αυτό να μηδενιστεί, οπότε αποκτά οριακή ταχύτητα με την οποία συνεχίζει να κινείται ομαλά. **(3 μονάδες)**

Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής υπολογίζουμε την αντίστασή της:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_Σ} \Rightarrow \cancel{6} = \frac{6^{\cancel{2}}}{R_Σ} \Rightarrow R_Σ = 6Ω \quad \textbf{(1 μονάδα)}$$

Η συσκευή συνδέεται παράλληλα με τον αντιστάτη R_1:

$$R_{εξ} = R_{1,Σ} = \frac{R_1 R_Σ}{R_1 + R_Σ} = \frac{3 \cdot 6}{3+6} = 2\ Ω \quad \textbf{(1 μονάδα)}$$

$$\left.\begin{aligned} E_{επ} &= BυL \\ I_{επ} &= \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \left.\begin{aligned} I_{επ} &= \frac{BυL}{R_{εξ}+R_{ΚΛ}} \quad (1) \\ F_L &= BI_{επ}L \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_L = \frac{B^2υL^2}{R_{εξ}+R_{ΚΛ}} \quad (2) \qquad \textbf{(2 μονάδες)}$$

Ο αγωγός ΚΛ αποκτά οριακή ταχύτητα όταν

$$ΣF = 0 \Rightarrow F_L = mg \overset{(2)}{\Rightarrow} \frac{B^2υ_{ορ}L^2}{R_{εξ}+R_{ΚΛ}} = mg \Rightarrow \frac{1^2 υ_{ορ} 1^2}{2+2} = 0{,}3 \cdot 10 \Rightarrow υ_{ορ} = 12\ m/s$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Γ3.

Τη στιγμή που $υ=υ_{ορ}/2=6$ m/s έχουμε από τη σχέση (2):

$$F_L = \frac{B^2υL^2}{R_{εξ}+R_{ΚΛ}} = \frac{1^2 \cdot 6 \cdot 1^2}{2+2} = 1{,}5\ N \quad \textbf{(3 μονάδες)}$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = mg - F_L = 0,3 \cdot 10 - 1,5 = 1,5\,N$$

(2 μονάδες) **(1 μονάδα)**

Γ4.

Όταν $\upsilon = \upsilon_{o\rho}$, από τη σχέση (1) έχουμε:

$$I_{o\rho} = \frac{B\upsilon_{o\rho}L}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} = \frac{1 \cdot 12 \cdot 1}{2+2} = 3\ A$$ **(2 μονάδες)**

Τότε $V_{K\Lambda} = V_{\pi o\lambda} = I_{o\rho}R_{\varepsilon\xi} = 3 \cdot 2 = 6\ V$ **(3 μονάδες)**

Οπότε $V_{MN} = V_{K\Lambda} = 6\ V = V_{\Sigma}$, άρα η συσκευή λειτουργεί κανονικά **(1 μονάδα)**

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Δ1.

Ισορροπία στερεού:

$$\Sigma\tau_{(\Gamma)} = 0 \Rightarrow mg\frac{\cancel{L}}{\cancel{2}}\sigma\upsilon\nu\varphi + N_B\frac{\cancel{L}}{\cancel{2}}\sigma\upsilon\nu\varphi = T_1\frac{\cancel{L}}{\cancel{2}}\eta\mu\varphi \Rightarrow 1 \cdot 10 \cdot 0,6 + N_B 0,6 = 10,5 \cdot 0,8 \Rightarrow N_B = 4N$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)** **(1 μονάδα)** **(1 μονάδα)**

Δ2.

Υπολογίζουμε τη ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδος-σφαιρίδιο:

$$I_{o\lambda(\Gamma)} = I_{\rho(\Gamma)} + I_{m(\Gamma)} = \frac{1}{12}M_\rho L^2 + m\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 2^2 + 1 \cdot 1^2 = 2\,kg \cdot m^2$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Υπολογίζουμε την $\alpha_{\gamma\omega\nu}$ του συστήματος αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος (1):

$$\Sigma\tau_{(\Gamma)} = I_{o\lambda}\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow mg\frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi = I_{o\lambda}\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow 1 \cdot 10 \cdot 0,6 = 2 \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = 3\ rad/s^2$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

$$\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = I_\rho \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = \frac{1}{12}M_\rho L^2 \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{1}{12} 3 \cdot 4 \cdot 3 = 3\ kg \cdot m^2/s^2$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Δ3.

Θ.Μ.Κ.Ε. για την κάθοδο του συστήματος ράβδος-σφαιρίδιο:

$$K_{τελ} - \cancel{K_{αρχ}} = W_{mg} \Rightarrow \frac{1}{2} I_{ολ}\omega^2 = m \cdot g \cdot L \cdot ημφ \Rightarrow \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2} \cdot \omega^2 = 1 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0{,}8 \Rightarrow \omega = 4\ rad/s$$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)**

Στην περίπτωση λύσης με Α.Δ.Μ.Ε. αφαιρείται ***1 μονάδα*** *αν δεν γραφεί η βαρυτική δυναμική ενέργεια της ράβδου* $U = M_ρ g \frac{L}{2} ημφ$ *και στα δύο μέλη της εξίσωσης.*

$L_{αρχ} = I_{ολ}\omega = 2 \cdot 4 = 8\ kg \cdot m^2/s$ με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη $(\odot)$

(1 μονάδα)

$L_{τελ} = I_{ολ}\omega' = I_{ολ}\frac{\omega}{2} = \cancel{2} \cdot \frac{4}{\cancel{2}} = 4\ kg \cdot m^2/s$ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα $(\otimes)$

(1 μονάδα)

Θεωρώντας ως θετική τη φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα έχουμε τελικά:

$\Delta L = L_{τελ} - L_{αρχ} = 4 - (-8) = 12\ kg \cdot m^2/s$ **(1 μονάδα)**

Δ4.

$$\left.\begin{array}{l} \Sigma F = M_T \alpha_{CM} \Rightarrow F + \cancel{T} = M_T \alpha_{cm} \quad \textbf{(1 μονάδα)} \\ \Sigma\tau = I\alpha_{γων} \Rightarrow Fr - TR = \frac{1}{2} M_T R^{\cancel{2}} \frac{\alpha_{cm}}{\cancel{R}} \Rightarrow F\frac{r}{R} - \cancel{T} = \frac{1}{2} M_T \alpha_{cm} \quad \textbf{(1 μονάδα)} \quad \textbf{(1 μονάδα)} \end{array}\right\} \overset{(+)}{\Rightarrow} F + F\frac{r}{R} = \frac{3}{2} M_T \alpha_{cm}$$

$12 + 12 \cdot \frac{0{,}3}{0{,}4} = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot \alpha_{cm} \Rightarrow \cancel{21} = \frac{\cancel{21}}{2}\alpha_{cm} \Rightarrow \alpha_{cm} = 2\,m/s^2$ **(1 μονάδα)**

Δ5.

$x_{cm} = \frac{1}{2}\alpha_{cm} t^2 = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2} \cdot 2^2 = 4\,m$ **(1 μονάδα)**

$\Delta\theta = \frac{1}{2}\alpha_{γων} t^2 = \frac{1}{2}\frac{\alpha_{cm}}{R} t^2 = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{2}}{0{,}4} 2^2 = 10\ rad$ **(2 μονάδες)**

$W_F = F \cdot x_{cm} + \tau_F \cdot \Delta\theta = F \cdot x_{cm} + F \cdot r \cdot \Delta\theta = 12 \cdot 4 + 12 \cdot 0{,}3 \cdot 10 = 84\,J$

(1 μονάδα) **(1 μονάδα)** **(1 μονάδα)**

Αν λυθεί «κινηματικά»: 3 μονάδες για την εύρεση της επιτάχυνσης $α_Z$

1 μονάδα για την εύρεση της μετατόπισης x_Z
2 μονάδες για τον υπολογισμό του έργου W_F