ΦΥΣΙΚΗ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ 2022

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. δ

Α3. γ

Α4. β

Α5. α - Λάθος

β - Σωστό

γ - Λάθος

δ - Σωστό

ε – Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το i.

Πείραμα 1. Στη ΘΜΦ το σώμα Σ έχει υ=0. Άρα η ΘΜΦ είναι η ανώτερη ακραία θέση και το πλάτος είναι: Α1 = $\Delta l1$. Στη ΘΙ: $\Sigma F = 0 \Rightarrow k \cdot \Delta l_1 = mg$

Άρα $A_1 = \dfrac{mg}{k}$

Πείραμα 2. Στην αρχική ΘΙ το Σ έχει υ=0. Άρα η αρχική ΘΙ είναι η κατώτερη ακραία θέση. Στη νέα ΘΙ: $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} + F = w \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} + mg = mg \Rightarrow F_{el} = 0(\Theta\Phi\mathrm{M})$

Δηλαδή η νέα ΘΙ είναι η ΘΦΜ, άρα: $A_2 = \Delta l_1 = \dfrac{mg}{k}$ και $A_2 = A_1$

Β2. Σωστό το ii

Ισχύουν οι προϋποθέσεις του Θ. Torricelli

Άρα: $\upsilon_1 = \sqrt{2g\left(H - \dfrac{5H}{6}\right)} = \sqrt{\dfrac{gH}{3}}$

και $\upsilon_2 = \sqrt{2g\left(H - \dfrac{H}{3}\right)} = 2\sqrt{\dfrac{gH}{3}}$

Άρα $\upsilon_2 = 2\upsilon_1$

Όγκος υγρού που εκρέει σε κάθε περίπτωση:

$$V = \Pi_1 \cdot \Delta t_1 = A \cdot \upsilon_1 \cdot \Delta t_1$$

$$V = (\Pi_1 + \Pi_2) \cdot \Delta t_2 = A(\upsilon_1 + \upsilon_2) \cdot \Delta t_2 = \mathrm{A} \cdot 3\upsilon_1 \cdot \Delta t_2$$

Ίδιος όγκος: $A \cdot \upsilon_1 \Delta t_1 = A \cdot 3\upsilon_1 \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_1 = 3\Delta t_2 \Rightarrow \dfrac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \dfrac{1}{3}$

Β3. Σωστό το iii

Από το διάγραμμα προκύπτει: $P'_1 = \dfrac{P_1}{5} \Rightarrow \upsilon'_1 = \dfrac{\upsilon_1}{5}$

1ος τρόπος

Κεντρική και ελαστική κρούση με $\upsilon_2=0$:

$$\upsilon'_1 = \frac{(m_1 - m_2)\upsilon_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow \frac{\upsilon_1}{5} = \frac{(m_1 - m_2)\cdot \upsilon_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow m_2 = \frac{2m_1}{3}$$

$$\upsilon'_2 = \frac{2m_1\upsilon_1}{m_1 + m_2} = \frac{2m_1\upsilon_1}{m_1 + \frac{2m}{3}} = \frac{6\upsilon_1}{5}$$

Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος m_2 είναι:

$$\Delta K_2 = K'_2 - K_2 = \frac{1}{2}m'_2{}^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{2m_1}{3}\cdot\frac{36\upsilon_1{}^2}{25} \Rightarrow \Delta K_2 = \frac{12}{25}m_1\upsilon_1{}^2$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάστηκε από το m_1 στο m_2 κατά την κρούση

είναι: $\dfrac{\Delta K_2}{K}\cdot 100\% = \dfrac{\frac{12}{25}m_1\upsilon_1{}^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1{}^2}\cdot 100\% = 96\%$

2ος τρόπος

Η κρούση είναι ελαστική, άρα:

$$\Delta K_2 = -\Delta K_1 \Rightarrow \Delta K_2 = K_1 - K'_1 = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1{}^2 - \frac{1}{2}m_1\frac{\upsilon_1{}^2}{25} = \frac{24}{25}m_1\upsilon_1{}^2$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί, άρα ισχύει $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = w = mg = 3N$

Κατεύθυνση της $\vec{F_L}$ προς τα πάνω, ώστε $\vec{F_L} = -\vec{w}$. Με τον κανόνα τριών δακτύλων προκύπτει ότι η φορά του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ θα είναι $\otimes$ από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

$$v.Ohm: I = \frac{E}{R_{K\Lambda} + r} = \frac{9}{2+1} = 3A$$

Άρα: $F_L = BI\ell \Rightarrow B = \dfrac{F_L}{I\ell} \Rightarrow B = 1T$

Γ2. Λόγω της κίνησης του αγωγού μέσα στο μαγνητικό πεδίο, αναπτύσσεται ΗΕΔ επαγωγής, η οποία προκύπτει από το ν. Faraday:

$$E_{\text{ΕΠ}} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta x\cdot\ell}{\Delta t} = Bu\ell$$

Ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα, σύμφωνα με το ν. Ohm:

$$I_{\text{ΕΠ}} = \frac{\text{Ε}_{\text{ΕΠ}}}{R_{o\lambda}} = \frac{Bu\ell}{R_{o\lambda}}$$

Και δεν δέχεται δύναμη Laplace με μέτρο: $F_L = BI_{\text{Ε}\pi}\ell \Rightarrow F_L = \dfrac{B^2\ell^2}{R_{o\lambda}}\cdot u$

Σύμφωνα με τον κ. Lenz $\left(:\vec{F_L}\ \nearrow\!\swarrow\ \vec{u}\right)$ η κατεύθυνση της $\vec{F_L}$ είναι αντίρροπη της ταχύτητας.

Η επιτάχυνση του αγωγού ΚΛ είναι: $\alpha = \dfrac{\Sigma F}{m} = \dfrac{w-F_L}{m} = g - \dfrac{B^2\ell^2}{R_{o\lambda}}\cdot u$.

Η ταχ. u αυξάνεται, άρα η επιτάχυνση α μειώνεται. Ο αγωγός εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με ελαττούμενη επιτάχυνση. Οριακή ταχύτητα θα αποκτήσει όταν:

$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{L(o\rho)} = w = 3N$ και $I_{\text{Ε}\pi(o\rho)} = \dfrac{F_{L(o\rho)}}{\text{B}\ell} = 3A$

Για τη θερμική συσκευή Σ ισχύει: $I_\kappa = \dfrac{P_\kappa}{V_\kappa} = \dfrac{6}{6} = 1\text{A}$ και $R_\Sigma = \dfrac{V_\kappa^2}{P_\kappa} = 6\Omega$

$$R_{\varepsilon\xi\omega\tau} = \frac{R_1R_\Sigma}{R_1+R_\Sigma} = \frac{3\cdot6}{3+6} = 2\Omega$$

$$R_{o\lambda} = R_{\varepsilon\xi\omega\tau} + R_{\text{ΚΛ}} = 2+2 = 4\Omega$$

Οπότε: $\text{Ι}_{\text{ΕΠ}(o\rho)} = \dfrac{Bu_{o\rho}\ell}{R_{o\lambda}} \Rightarrow u_{o\rho} = \dfrac{\text{Ι}_{\text{ΕΠ}(o\rho)}R_{o\lambda}}{B\ell} \Rightarrow u_{o\rho} = \left(\dfrac{3\cdot4}{1\cdot1}\right) = 12\,{}^{m}\!/_{s}$

Γ3. Στη θέση όπου $u = \dfrac{u_{o\rho}}{2} = 6\,{}^{m}\!/_{s}$ ισχύει $I_{\text{ΕΠ}} = \dfrac{Bu\ell}{R_{o\lambda}} = 1{,}5A$ και $F_L = BI_{\text{ΕΠ}}\ell = 1{,}5N$

Ρυθμός μεταβολής της ορμής: $\dfrac{dp}{dt} = \Sigma F = w - F_L = 1{,}5\,{}^{kg\cdot m}\!/_{s^2}$

Γ4. Όταν ο αγωγός έχει την οριακή του ταχύτητα:

$I_{ΕΠ} = 3A$ και $V_{ΚΛ} = E_{ΕΠ} - I_{ΕΠ} \cdot R_{ΚΛ}$ ή $V_{ΚΛ} = I_{ΕΠ} \cdot R_{εξωτ} = 6V$

Το ρεύμα που διαρρέει τη συσκευή Σ είναι:

$I_{Σ} = \dfrac{V_{ΚΛ}}{R_{Σ}}\left(=\dfrac{6}{6}\right) = 1\mathrm{A} = I_{κ}$, άρα η συσκευή λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Το σύστημα ράβδος – σφαιρίδιο ισορροπεί, άρα

$$\Sigma\tau_{(Γ)} = 0 \Rightarrow mg\frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi + N_{B}\frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi = T_{\nu1}\frac{\ell}{2}\eta\mu\phi$$
$$\Rightarrow 10\cdot 0{,}6 + N_{B}\,0{,}6 = 10{,}5\cdot 0{,}8 \Rightarrow N_{B} = 4\mathrm{N}$$

Δ2. $I_{cm(\rho)} = \dfrac{1}{12}M_{\rho}\ell^{2} = \dfrac{1}{12}3\cdot 2^{2} = 1kg\cdot m^{2}$

ΘΝΣΚ για το σύστημα:

$$\Sigma\tau_{εξωτ} = I_{ολ}\cdot\alpha_{γων} \Rightarrow mg\frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\phi = I_{ολ}\cdot\alpha_{γων} \Rightarrow \alpha_{γων} = 3\,{rad}/{s^{2}}$$

Ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου:

$$\frac{dL}{dt} = I_{cm(\rho)}\cdot\alpha_{γων} = 3\,{kg\cdot m^{2}}/{s^{2}}$$

Δ3. ΘΜΚΕ για το σύστημα ράβδος – σφαιρίδιο, από το κόψιμο του νήματος μέχρι ακριβώς πριν την κρούση:

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{βαρ} \Rightarrow \frac{1}{2}I_{ολ}\cdot\omega^{2} = mg\ell\cdot\eta\mu\phi \Rightarrow \omega = 4\,{rad}/{s}$$

Μέτρο μεταβολής της στροφορμής:

$$\left|\overrightarrow{\Delta L}\right| = \left|\overrightarrow{L_{τελ}} - \overrightarrow{L_{αρχ}}\right| = \left|I_{ολ}\left(-\frac{\omega}{2}\right) - I_{ολ}\omega\right| = \left|-2\frac{4}{2} - 2\cdot 4\right| = |-12| = 12kg\,{m^{2}}/{s}$$

$$\left.\begin{matrix}\vec{L}_{arx}\ \bullet \\ \vec{L}_{τηλ}\ \otimes\end{matrix}\right\}\ \overrightarrow{\Delta L} = \vec{L}_{τηλ} - \vec{L}_{αρχ}$$

Το $\vec{\Delta L}$ έχει τη διεύθυνση του άξονα περιστροφής στο Γ και φορά $\otimes$ από τον αναγνώστη προς τη σελίδα

Δ4. Η τροχαλία κυλάει χωρίς να ολισθαίνει, άρα: $\alpha_{cm} = \alpha_{\alpha\gamma\omega\nu} \cdot R$

Μεταφορική κίνηση (ΘΝΜΚ)

$$\Sigma F_x = M \cdot a_{cm} \Rightarrow F - T_5 = M_T a_{cm} (1)$$

Στροφική κίνηση (ΘΝΜΚ)

$$\Sigma_\tau = \mathrm{I}_{cm(T)\cdot\alpha\gamma\omega\nu} \Rightarrow F \cdot r + T_5 \cdot R = \frac{1}{2} M_T \cdot R \cdot a_{cm} (2)$$

(1) $\Rightarrow F \cdot R - T_s R = M_T \cdot R \cdot a_{CM}$

(2) $F \cdot r + T_S R = \frac{1}{2} M_T \cdot R \cdot a_{CM}$

(1) + (2) $\Rightarrow F(R+r) = \frac{3}{2} M_T R a_{cm} \Rightarrow a_{cm} = 2m/s^2$

Δ5. Η γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας είναι:

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{\alpha_{cm}}{R} = 5rad/s^2$$

Η επιτάχυνση του σημείου Ζ είναι $\alpha_Z = \alpha_{CM} + a_E = a_{CM} + a_{\gamma\omega\nu} \cdot r = 3{,}5m/s^2$

Άρα η μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της F είναι: $x_z = \frac{1}{2} a_z \cdot t^2 = 7m$

Έργο της $F: W_F = F \cdot x_Z = 84J$