ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΤΡΙΤΗ 12 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2023
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ, Α2. δ, Α3. α, Α4. α,

Α5. α. Λάθος , β. Σωστό , γ. Λάθος , δ. Λάθος , ε. Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1.

α. Σωστό το (iii)

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - συνφ) \rightarrow \frac{2h}{mc} = \frac{h}{mc}(1 - συνφ) \rightarrow συνθ = -1 \rightarrow \boxed{θ = 180^0}$$

β. Σωστό το (i)

$\overrightarrow{p_\pi}$: ορμή προσπίπτοντος φωτονίου

$\overrightarrow{p_\sigma}$: ορμή σκεδαζόμενου φωτονίου

$\overrightarrow{p_e}$: ορμή ηλεκτρονίου

Διατήρηση της ορμής: $\overrightarrow{p_\pi} = \overrightarrow{p_e} + \overrightarrow{p_\sigma} \rightarrow \overrightarrow{p_e} = \overrightarrow{p_\pi} - \overrightarrow{p_\sigma} \rightarrow p_e = p_\pi - (-p_\sigma) \rightarrow \boxed{p_e = p_\pi + p_\sigma}$

Β2. σωστό είναι το (i)

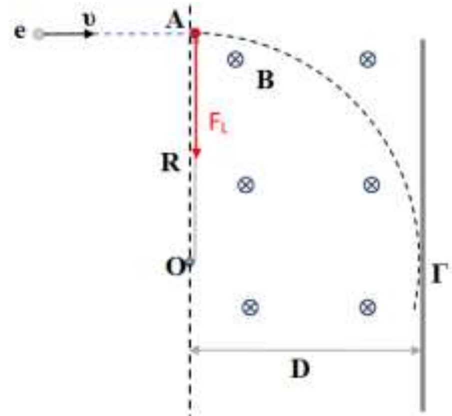
Μέγιστη ένταση του ήχου έχουμε σε κοιλίες του στασίμου, που οι διαδοχικές θέσεις τους απέχουν $\frac{\lambda_1}{2} = 0{,}4m \rightarrow \lambda_1 = 0{,}8m$

Μηδενική ένταση του ήχου έχουμε σε δεσμούς του στασίμου, που οι διαδοχικές θέσεις τους απέχουν $\frac{\lambda_2}{2} = 1m \rightarrow \lambda_2 = 2m$

Επειδή έχουμε το ίδιο μέσο διάδοσης (αέρας) η ταχύτητα διάδοσης είναι ίδια, οπότε:

$$\upsilon_1 = \upsilon_2 \rightarrow \lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \rightarrow f_2 = \frac{\lambda_1 f_1}{\lambda_2} \rightarrow \boxed{f_2 = 170Hz}$$

Β3. σωστό είναι το (i)



Είναι: $F_L = F_K \rightarrow B\upsilon|e| = \frac{m\upsilon^2}{R} \rightarrow R = \frac{m\upsilon}{B|e|}$

Πρέπει: $R \leq D \rightarrow \frac{m\upsilon}{B|e|} \leq D$

Όμως $K = \frac{1}{2}m\upsilon^2 \rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

Οπότε: $\frac{m\sqrt{\frac{2K}{m}}}{B|e|} \leq D \rightarrow m\sqrt{\frac{2K}{m}} \leq DB|e| \rightarrow \sqrt{2Km} \leq$

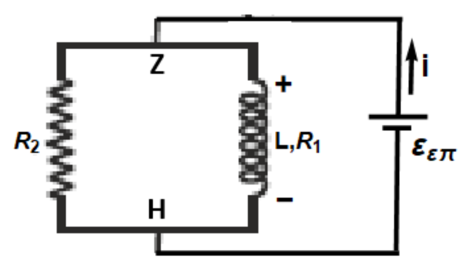
$DB|e| \rightarrow B \geq \frac{\sqrt{2Km}}{D|e|} \rightarrow \boxed{B_{min} = \frac{\sqrt{2Km}}{D|e|}}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η ράβδος περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$, περί του άκρου της Ο, άρα

$$\mathcal{E}_{\text{ΑΓ}} = \frac{1}{2}B\omega l_1^2 - \frac{1}{2}B\omega l_2^2 = \frac{1}{2}\cdot 1 \cdot 2 \cdot (0.16 - 0.04)\ \text{V} = 0.12\ \text{V}.$$

Γ2. Κλείνοντας τον διακόπτη η περιστρεφόμενη ράβδος λειτουργεί ως μία πηγή συνεχούς ρεύματος στο κύκλωμα της πηγής και του πηνίου, με πόλους στα άκρα Ζ και Δ και ΗΕΔ την $\mathcal{E}_{\text{ΑΓ}}$.



Στον κλάδο του πηνίου ξαφνικά τείνει να εμφανιστεί ηλεκτρικό ρεύμα, οπότε σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, δημιουργείται λόγω της αυτεπαγωγής μία τάση στα άκρα του, η οποία τείνει να αναιρέσει την δημιουργία του ρεύματος (δες διπλανό σχήμα).

Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος την στιγμή που κλείνει ο διακόπτης υπολογίζεται από το γεγονός ότι την χρονική στιγμή μηδέν, οι τάση αυτεπαγωγής του πηνίου ισούται με την $\mathcal{E}_{ΑΓ}$, άρα

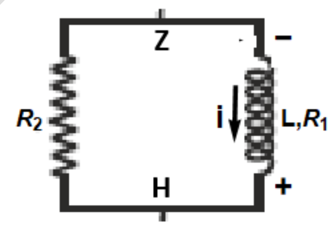
$$\mathcal{E}_{αυτ} = \mathcal{E}_{ΑΓ} \Rightarrow L\frac{di}{dt} = \mathcal{E}_{ΑΓ} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{\mathcal{E}_{ΑΓ}}{L} = \frac{0.12}{0.2}\ \mathrm{A\,s^{-1}} = 6\ \mathrm{A\,s^{-1}}.$$

Γ3. Όταν σταθεροποιηθούν τα ρεύματα στο κύκλωμα, τότε η τάση αυτεπαγωγής στο πηνίο μηδενίζεται, οπότε το πηνίο λειτουργεί ως μία ωμική αντίσταση στο κύκλωμα του σχήματος. Τότε στα άκρα των αντιστατών R_1 και R_2 αναπτύσσεται τάση $\mathcal{E}_{ΑΓ}$ (παράλληλη σύνδεση) οπότε οι αντίστοιχες εντάσεις των ρευμάτων είναι οι

$$i_1 = \frac{\mathcal{E}_{ΑΓ}}{R_1} = \frac{0.12}{1.2}\ \mathrm{A} = 0.1\ \mathrm{A}, \qquad i_2 = \frac{\mathcal{E}_{ΑΓ}}{R_2} = \frac{0.12}{0.6}\ \mathrm{A} = 0.2\ \mathrm{A}$$

Γ4.

- Ανοίγοντας τον διακόπτη, η ΗΕΔ $\mathcal{E}_{ΑΓ}$ αποκόπτεται από το κύκλωμα. Τώρα το ρεύμα στο πηνίο από την τιμή i_1 τείνει να μηδενιστεί, και στα άκρα του εμφανίζεται, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, τάση από αυτεπαγωγή με αντίθετη πολικότητα από αυτήν του ερωτήματος Γ2 (το πηνίο και πάλι αντιστέκεται στην μεταβολή του ρεύματος που το διαρρέει, οπότε δημιουργεί ένα αυτεπαγωγικό ρεύμα ίδιας φοράς με το i_1).



- Αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη το επαγωγικό ρεύμα είναι ίσο με $i = i_1 = 0.1$ A, άρα στο κύκλωμα του σχήματος ισχύει ότι

$$\mathcal{E}_{αυτ} = i_1(R_1 + R_2) \Rightarrow L\frac{di}{dt} = i_1(R_1 + R_2) \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{i_1(R_1 + R_2)}{L}$$

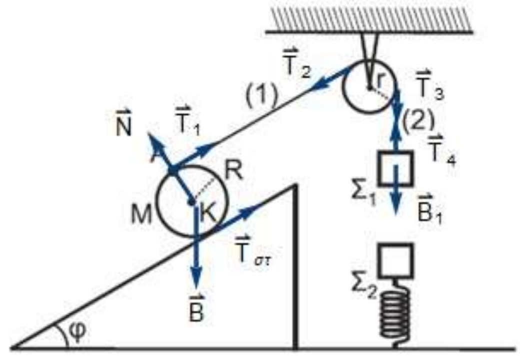
ή

$$\frac{di}{dt} = \frac{0.1 \cdot (1.2 + 0.6)}{0.2}\ \mathrm{A\,s^{-1}} = 0.9\ \mathrm{A\,s^{-1}}$$

- Προφανώς όλη η ενέργεια που είχε αποθηκευτεί στο πηνίο την χρονική στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης ως ενέργεια μαγνητικού πεδίου, θα μετατραπεί σε θερμότητα στις αντιστάσεις, άρα

$$Q = \frac{1}{2}Li_1^2 = 0.5 \cdot 0.2 \cdot 0.01\ \mathrm{J} = 0.001\ \mathrm{J} = 1\ \mathrm{mJ}.$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Ισορροπία σώματος Σ1:

$$T_4 = B_1 = m_1 g = 10 \text{ N}$$

Περιστροφική ισορροπία τροχαλίας:

$$T_2 r = T_3 r \Rightarrow T_2 = T_3$$

Αλλά $T_3 = T_4$, οπότε $T_2 = T_3 = 10\text{N}$.

Περιστροφική ισορροπία κυλίνδρου:

$$T_1 R = T_{\sigma\tau} R \Rightarrow T_{\sigma\tau} = T_1$$

Αλλά $T_1 = T_2$, οπότε $T_{\sigma\tau} = T_1 = 10\text{N}$

Μεταφορική ισορροπία κυλίνδρου στον άξονα του κεκλιμένου επιπέδου:

$$T_1 + T_{\sigma\tau} = Mg\,\text{ημ}(\varphi) \Rightarrow M = \frac{2T_{\sigma\tau}}{g\,\text{ημ}(\varphi)} = \frac{20}{5}\text{ kg} = 4 \text{ kg}.$$

Δ2. Ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει, άρα η ταχύτητα του σημείου Α είναι διπλάσια της ταχύτητας του κέντρου μάζας του, $v_\text{A} = 2v_\text{cm} \Rightarrow v_\text{cm} = 10 \text{ m s}^{-1}$.

Επίσης η μετατόπιση του κέντρου μάζας στην χρονική στιγμή της ερώτησης ισούται με $x_\text{cm} = 2\pi R$.

Αλλά σύμφωνα με τις εξισώσεις της κινηματικής για την ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου,

$$\left\{x_\text{cm} = \frac{1}{2}\alpha_\text{cm}t_1^2, \qquad v_\text{cm} = \alpha_\text{cm}t_1\right\} \to x_\text{cm} = \frac{1}{2}\alpha_\text{cm}\frac{v_\text{cm}^2}{\alpha_\text{cm}^2} \Rightarrow \alpha_\text{cm} = \frac{v_\text{cm}^2}{2x_\text{cm}}$$

ή

$$\alpha_\text{cm} = \frac{v_\text{cm}^2}{4\pi R} = \frac{100}{4\pi\frac{5}{\pi}}\text{ m s}^{-2} = 5 \text{ m s}^{-2}$$

Δ3. Ο ρυθμός έκλυσης θερμικής ενέργειας αμέσως μετά την πλαστική κρούση, ισούται κατ' απόλυτη τιμή με την ισχύ της δύναμης απόσβεσης, άρα

$$P_\theta = \left|\frac{dW_{\alpha\nu\tau}}{dt}\right| = \left|\frac{F_{\alpha\nu\tau}dy}{dt}\right| = |F_{\alpha\nu\tau}v| = bv^2,$$

άρα η ταχύτητα του συσσωματώματος ακριβώς μετά την κρούση ισούται με

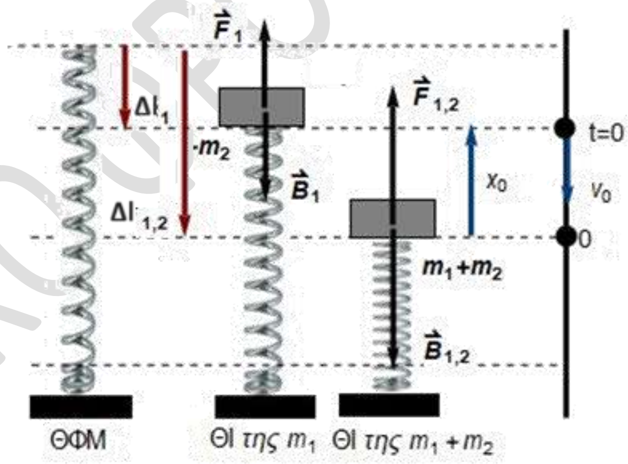
$$v = \sqrt{\frac{P_\theta}{b}} = \sqrt{\frac{3.2}{0.2}}\ \mathrm{m\,s^{-1}} = 4\ \mathrm{m\,s^{-1}}.$$

Δ4. Η συνολική θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται στο περιβάλλον κατά την διάρκεια της φθίνουσας ταλάντωσης του συσσωματώματος, ισούται με την αρχική ενέργεια ταλάντωσης του συστήματος ελατηρίου -συσσωματώματος, ακριβώς μετά την κρούση.

Η αρχική ταχύτητα του συσσωματώματος ισούται με $v_0 = v = 4\ \mathrm{m\,s^{-2}}$, οπότε η κινητική ενέργεια ισούται με

$$K_0 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_0^2 = 0.5 \cdot (1 + 4) \cdot 16\ \mathrm{J} = 40\ \mathrm{J}.$$

Για να υπολογίσουμε την αρχική δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης, πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το αρχικό πλάτος της κίνησης.



Σύμφωνα με το σχήμα την θέση ισορροπίας του $Σ_1$ ισχύει ότι

$$F_1 = B_1 \Rightarrow k\Delta l_1 = m_2 g \Rightarrow \Delta l_1 = \frac{m_1}{k}g,$$

στην θεση ισορροπίας του συσσωματώματος ότι,

$$F_{1,2} = B_{1,2} \Rightarrow k\Delta l_1 = (m_1 + m_2)g \Rightarrow \Delta l_{1,2} = \frac{m_1 + m_2}{k}g$$

Συνεπώς η αρχική απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας της ταλάντωσης (ΘΙ του συσσωματώματος), ισούται με

$$x_0 = \Delta l_{1,2} - \Delta l_1 = \frac{m_1}{k} g = \frac{10}{100}\ \mathrm{m} = 0.1\ \mathrm{m},$$

και η αρχική δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ισούται με

$$U_0 = \frac{1}{2} k x_0^2 = 0.5 \cdot 100 \cdot 0.01\ \mathrm{J} = 0.5\ \mathrm{J}.$$

Βάσει των παραπάνω η αρχική ενέργεια της ταλάντωσης ισούται με

$$E_0 = K_0 + U_0 = 40.5\ \mathrm{J}.$$

Επιμέλεια: Βλαχόπουλος Άρης

Γκιώνη Βασιλική

Λεβέτας Στάθης

Λιαγκριδώνης Παναγιώτης

Σαγνός Σωκράτης

Σακελλαρίου Χρίστος