Διαγώνισμα *Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου*

Ηλεκτρομαγνητισμός

Σύνολο Σελίδων: δέκα (10) - Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

Κυριακή 3 Μαρτίου 2024

$\boxed{\text{Θέμα Α}}$ → (γ), (γ), (δ), (α), Σ, Σ, Λ, Λ, Σ

$\boxed{\text{B.1}}$ ⟶ (β)

$$I_{εν} = \frac{I}{\sqrt{2}} \quad \text{με} \quad I = \frac{V}{R}$$

και $V = N\omega BA = N \cdot 2\pi f A$

Αν $f' = 2f \rightarrow V' = 2V$

άρα $I' = \frac{2V}{R} \Rightarrow I' = 2I$

$\Rightarrow \underline{I' = 2\sqrt{2}\, I_{εν}}$

$\boxed{B.2} \longrightarrow (a)$

Από το διάγραμμα μπορώ να υπολογίσω την $\Delta\Phi$

$0 \to t_1: \ \Delta\Phi = \Phi_0 - 0 \longrightarrow \Delta q_{επ_1} = -N \cdot \dfrac{\Delta\Phi}{R} = -\dfrac{\Phi_0}{R}$

$t_1 \to t_2: \ \Delta\Phi = 0 \longrightarrow \Delta q_{επ_2} = 0$

$t_2 \to t_3: \ \Delta\Phi = 0 - \Phi_0 \longrightarrow \Delta q_{επ_3} = +\dfrac{\Phi_0}{R}$

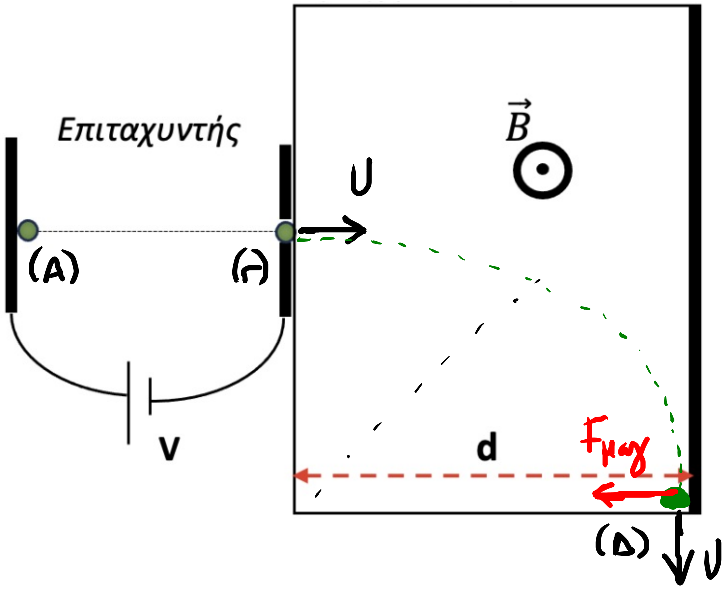
όπου R η αντίσταση του πλαισίου, δηλ. $R = R^{*} \cdot 4a$

Το συνολικό φορτίο που διέρχεται είναι:

$$\Delta q_{επ} = |\Delta q_{επ_1}| + |\Delta q_{επ_2}| + |\Delta q_{επ_3}|$$

$$\Rightarrow \Delta q_{επ} = \frac{2\Phi_0}{4aR^{*}} = \frac{\Phi_0}{2aR^{*}}$$

$\boxed{B.3} \rightarrow (\beta)$



Μέσα στον "επιταχυντή" εφαρμόζω ΘΜΚΕ κατά την κίνηση του (Α) → (Γ)

$$\frac{1}{2}mU^2 - 0 = q\cdot V \Rightarrow \frac{1}{2}mU^2 = q\cdot V \quad (1)$$

Μέσα στο μαγνητικό πεδίο

$$\Sigma F_{ακτ} = m a_κ \Rightarrow BU|q| = m\frac{U^2}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{mU}{B|q|} \quad (2)$$

εκτελεί κυκλική κίνηση με

$$R = d$$

Από (1), (2) προκύπτει

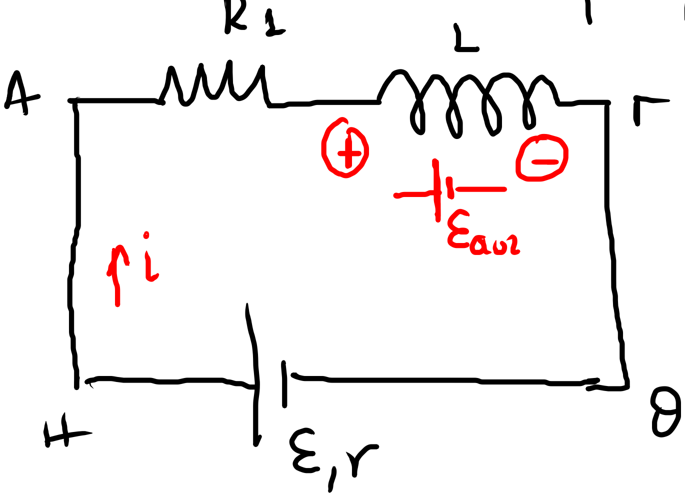
$$\frac{1}{2}m\left(\frac{B|q|d}{m}\right)^2 = |q|\cdot V$$

$$\frac{1}{2}B^2\frac{|q|}{m}d^2 = V \Rightarrow V = \frac{B^2 d^2 \lambda}{2}$$

Θέμα Γ

Γ.1 →

Όταν ο μεταγωγός πηγαίνει στην θέση Θ το κύκλωμα αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα, άρα μεταβάλλεται η ροή του μαγνητικού πεδίου στο πηνίο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στα άκρα του πηνίου να αναπτυχθεί τάση από αυτεπαγωγή, την οποίας η πολικότητα θα αντιστέκεται στην αύξηση της έντασης του ρεύματος (κανόνας Lenz).



Εφαρμόζω 2ο κανόνα Kirchoff στην διαδρομή $A \to Γ \to Θ \to H \to A$

$$-iR_1 - |\mathcal{E}_{αυτ}| + \mathcal{E} - ir = 0 \quad (1)$$

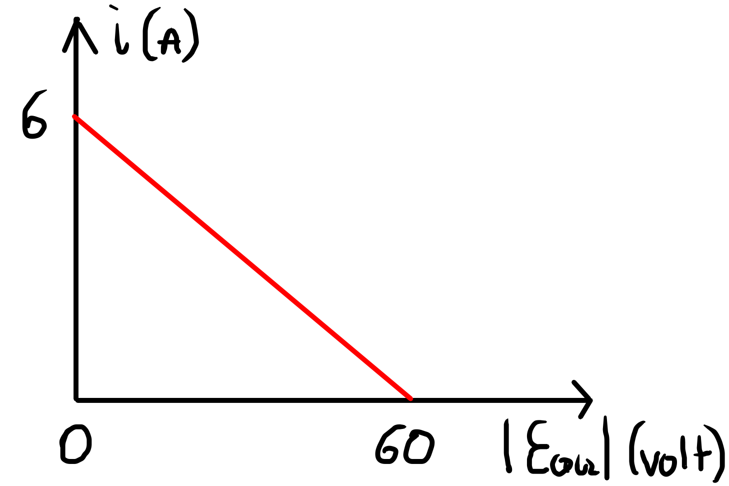
όταν το ρεύμα σταθεροποιηθεί $\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow |\mathcal{E}_{αυτ}| = 0$

άρα από (1) $\rightarrow i = I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \Rightarrow \underline{I = 6A}$

$\boxed{Γ.2}$ Από την σχέση (1) προκύπτει η ζητούμενη σχέση: $-i \cdot 8 - |\mathcal{E}_{αυτ}| + 60 - i2 = 0$

$\Rightarrow i = 6 - 0{,}1\,|\mathcal{E}_{αυτ}|$ (SI)

$0 \leq |\mathcal{E}_{αυτ}| \leq 60$



$\boxed{Γ.3}$ $V_{R_1} = i \cdot R_1 \Rightarrow i = 2A$

Από την σχέση (1) προκύπτει $-2 \cdot 8 - |\mathcal{E}_{αυτ}| + 60 - 2 \cdot 2 = 0$

$\Rightarrow |\mathcal{E}_{αυτ}| = 40\,\text{volt} \Rightarrow \left|-L\frac{di}{dt}\right| = 40 \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right| = 400\,A/s$

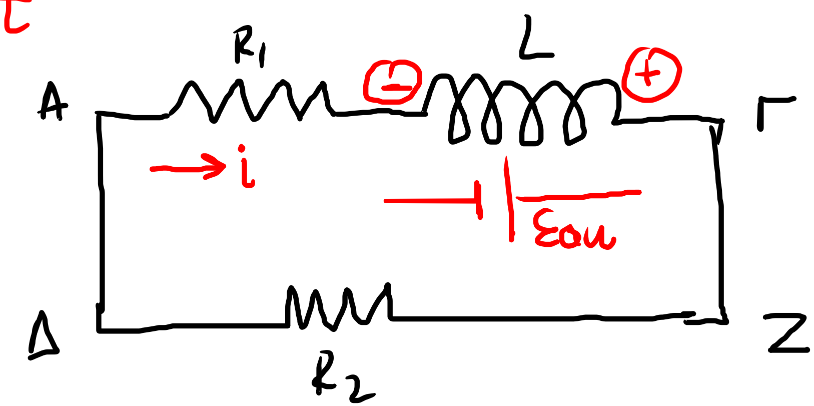
η ένταση αυξάνεται άρα $\underline{\frac{di}{dt} = +400\,A/s}$

$$P_{πηγής} = P_{αντιστ} + P_{πηνίο} \Rightarrow \mathcal{E}\cdot i = i^2(R_1+r) + \frac{dU}{dt}$$

$$\Rightarrow 60\cdot 2 = 2^2\cdot 10 + \frac{dU}{dt} \Rightarrow \underline{\frac{dU}{dt} = 80\,J/s}$$

* Β' τρόπος για τον ρυθμό $\frac{dU}{dt} = P_{πην} = |\mathcal{E}_{αυτ}|\cdot i = 40\cdot 2 = 80\,J/s$

$\boxed{Γ.4}$ Το νέο κύκλωμα θα είναι



Το πηνίο αντιστέκεται τώρα στην μείωση της έντασης του ρεύματος (Lenz), άρα έχει την πολικότητα που σχεδιάζω.

Εφαρμόζω τον 2ο κανόνα Kirchoff στην διαδρομή Α → Γ → Ζ → Δ → Α $\Big\}$ $-iR_1 + |\mathcal{E}_{αυτ}| - iR_2 = 0$ (2)

Όταν $V_{πην} = 24\,volt \Rightarrow |\mathcal{E}_{αυτ}| = 24\,volt \xRightarrow{(2)} i = \frac{24}{12} = 2A$

άρα στο κέντρο του πηνίου $B = \mu_0 n \cdot i \Rightarrow \underline{B = 8\pi \cdot 10^{-5} T}$

και $U = \frac{1}{2} L i^2 \Rightarrow \underline{U = 0,2\,J}$

$\boxed{Γ.5}$ Από διατήρηση ενέργειας $U(t_1) = Q_θ + U(t_2)$

την t_1 το πηνίο διαρρέεται από $i = 6A$

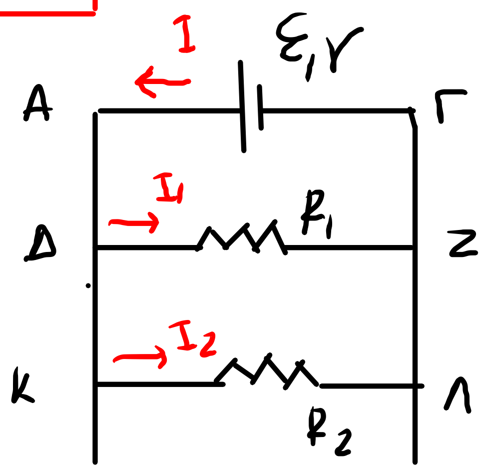
άρα $U(t_1) = \frac{1}{2} L i^2 = 1,8$ Joule

την t_2 $i = 0$ άρα $U(t_2) = 0$

$$\left.\begin{array}{l} U(t_1) = 1,8 \text{ Joule} \\ U(t_2) = 0 \end{array}\right\} \underline{Q_\theta = 1,8 \text{ Joule}}$$

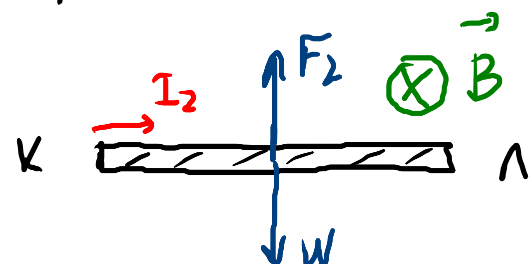
$\boxed{\text{Θέμα Δ}}$

$\boxed{\Delta.1}$



$$R_{ολ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4}{3}\,\Omega \quad \text{και} \quad I = \frac{E}{R_{ολ} + r}$$

η ράβδος ισορροπεί



Η $\vec{F}_L$ πρέπει να είναι αντίθετη του $\vec{w}$ ώστε $\Sigma\vec{F} = 0$

Από κανόνα δεξιού χεριού προκύπτει η φορά του $\vec{B}$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow B I_2 \ell = mg \Rightarrow I_2 = 10A$$

όμως $V_{K\Lambda} = V_{\Delta Z} \Rightarrow I_2 R_2 = I_1 R_1 \Rightarrow I_2 = 2 I_1$ $\Big\}$ $I_1 = 5A$

$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 15A$ άρα $\mathcal{E} = I(R_{ολ} + r) \Rightarrow \underline{\mathcal{E} = 35 volt}$

$\boxed{\Delta.2}$ Αφού ανοίξουν οι δυο διακόπτες η ράβδος θα εκτελεί ελεύθερη πτώση μέχρι την στιγμή $t_1 = 6s$

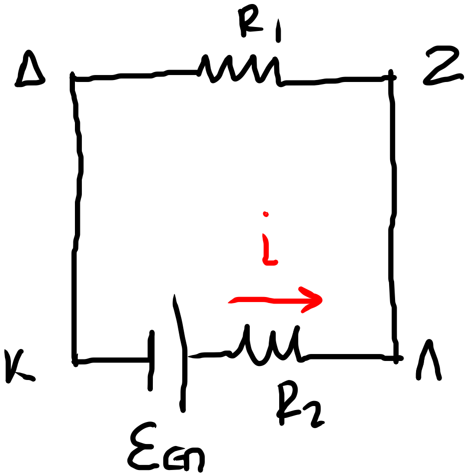
Η κίνηση της ράβδου μεσα σε Ο.Μ.Π. εχει ως αποτέλεσμα την εμφανιση ΗΕΔ σε αυτη $\mathcal{E}_{επ} = B u \ell$

την $t' = 3s$, $V_{K\Lambda} = \mathcal{E}_{επ} = B u \ell$ με $u = g t' = 30 m/s$

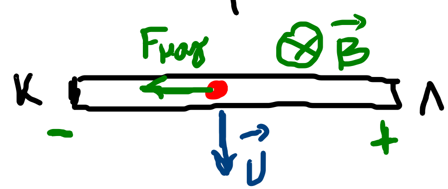
$$\underline{V_{K\Lambda} = 30 volt}$$ (Δεν υπάρχει ρεύμα)

την $t_1 = 6s$ $\quad υ_1 = g \cdot t = 60 m/s$ $\quad$ και $\quad E_{επ} = B υ_1 l = 60 volt$

επειδή κλείνει ο $(δ_2)$ θα εμφανιστεί επαγωγικό ρεύμα



η πολικότητα της $E_{επ}$ μπορεί να προσδιοριστεί από την φορά της μαγνητικής δύναμης πάνω στα ηλεκτρόνια του αγωγού



*Μπορεί να προσδιοριστεί και με τον κανονα Lenz

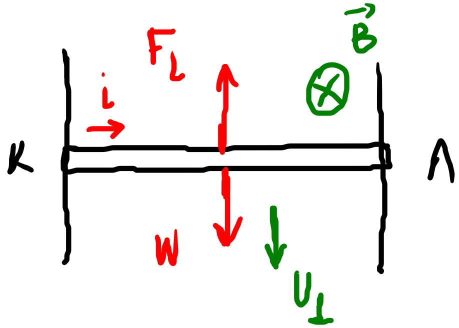
$$i = \frac{E_{επ}}{R_1 + R_2} = 10 A$$

άρα $V_{KΛ} = V_{ΔZ} = i R_1 \Rightarrow V_{KΛ} = 40 volt$

Δ.3

Την στιγμή t_1 ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace $\quad F_L = B i l \Rightarrow \underline{F_L = 10 N}$

με φορά προς τα πάνω.



$t \geq t_1$

$$\Sigma F = W - F_L = mg - F_L \Rightarrow \Sigma F = 0$$

άρα η ράβδος θα κινείται με σταθερή ταχύτητα $υ_1 = 60\,m/s$

Η θερμότητα που εκλύεται θα είναι $\Big\}$ $Q_θ = i^2 \cdot (R_1 + R_2)\,\Delta t$ $\quad i = 10A$

Προσοχή 3s → 6s δεν υπάρχει ρεύμα, άρα

$\Delta t = 10 - 6 = 4s$

$$\Rightarrow Q_θ = 10^2 \cdot 6 \cdot 4 \Rightarrow \underline{Q_θ = 2400\,J}$$

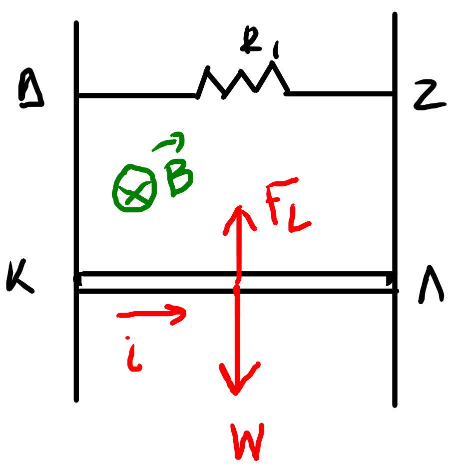
Το επαγωγικό φορτίο θα είναι $\Big\}$ $q_{επ} = i\,\Delta t = 10 \cdot 4$

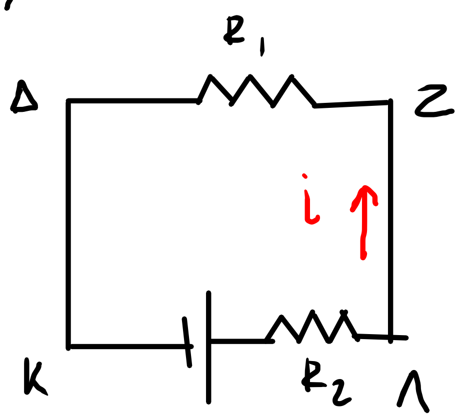
$$\underline{q_{επ} = 40\,C}$$

$\boxed{Δ.4}$

Ανοίγουμε μόνο τον ($δ_1$) και η ράβδος αρχίζει να πέφτει χωρίς αρχική ταχύτητα.

Στα άκρα της ράβδου θα αναπτυχθεί $E_{επ} = B υ l$ και στο κύκλωμα επαγωγικό ρεύμα i του οποίου η φορά θα είναι τέτοια, ώστε να ασκείται $\vec{F}_L$ αντίθετη στο αίτιο εμφάνισης του δηλ. την $\vec{υ}$ (κανόνας Lenz)





$$i = \frac{E_{επ}}{R_1 + R_2} = \frac{B υ l}{R_1 + R_2}$$

$$F_L = B i l = \frac{B^2 υ l^2}{R_1 + R_2}$$

Από 2ο νόμο Νεύτωνα $\Sigma F = W - F_L = m \cdot a$

η ράβδος επιταχύνεται, άρα η αύξηση του μέτρου της ταχύτητας προκαλεί αύξηση του μέτρου της $\vec{F}_L$ και μείωση της επιτάχυνσης. Κάποια στιγμή που $\Sigma F = 0$ η ράβδος θα αποκτήσει την μέγιστη οριακή ταχύτητα της

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = W \Rightarrow \frac{B^2 v_{op} \ell^2}{R_1 + R_2} = mg \Rightarrow \underline{v_{op} = 60\, m/s}$$

$\boxed{\Delta.5}$

όταν $v = \frac{v_{op}}{2} = 30\, m/s \rightarrow F_L = 5\, N$

άρα $\Sigma F = W - F_L = m \cdot a \Rightarrow \underline{a = \frac{dv}{dt} = 5\, m/s^2}$

ο ρυθμός έκλυσης θερμότητας είναι η ισχύς

$$\frac{dQ_\theta}{dt} = i^2 \cdot (R_1 + R_2) \qquad \mu\epsilon \quad i = \frac{B\upsilon l}{R_1 + R_2} = 5\,A$$

άρα $$\frac{dQ_\theta}{dt} = 150\ J/s$$

Επιμέλεια λύσεων: Μιχάλης Καραδημητρίου

perifysikys.com