Διαγώνισμα *Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου*

Ηλεκτρομαγνητισμός

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

Κυριακή 8 Μαρτίου 2026

Θέμα Α → (γ), (α), (β), (β) / Λ, Σ, Σ, Σ, Λ

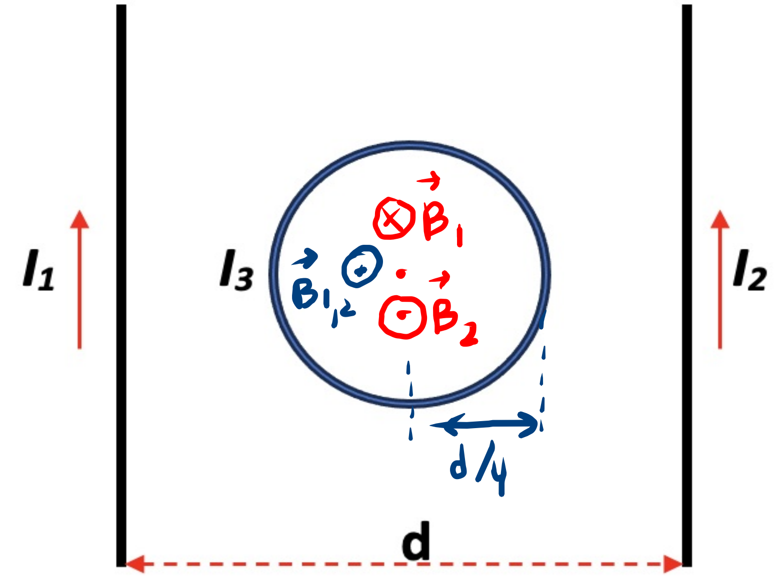
$\boxed{B.1}$ [Α] → (β) / Νόμος Ampere: $\Sigma B\, dl\, \sigma\upsilon\nu\theta = \mu_0 I_{\varepsilon\gamma\kappa} = \mu_0(-I-2I)$

$= -\mu_0 3I$

[Β] → (α)

Το πεδίο του κυκλικού αγωγού έχει μέτρο

$$B_3 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi I_3}{d/4}$$

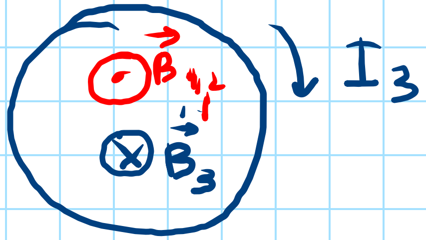


Οι ευθύγραμμοι αγωγοί δημιουργούν πεδία με εντάσεις $\vec{B}_1, \vec{B}_2$ του σχήματος και μέτρα

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1}{d/2} \quad \text{και} \quad B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_2}{d/2}$$

άρα $B_{1,2} = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{8I}{d} - \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{4I}{d} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{4I}{d}$

Πρέπει $\vec{B}_{ολ} = \vec{B}_{1,2} + \vec{B}_3 = -\vec{B}_{1,2} \Rightarrow \vec{B}_3 = -2\vec{B}_{1,2}$



$$\Rightarrow B_3 = 2B_{1,2} \Rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi I_3}{d/4} = 2\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{4I}{d}$$

$$\frac{8\pi I_3}{d} = \frac{8I}{d} \Rightarrow \underline{I_3 = \frac{I}{\pi}}$$

$\boxed{B,2}$ ⟶ (α)

Για να εκτελέσει κυκλική κίνηση αρκεί $F_{μαγν} = F_{κεντρ}$

$$Bv|q| = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{B|q|}$$

Από το σχήμα προκύπτει

ότι $(ΑΓ) - (ΑΔ) = (ΓΔ) \Rightarrow 2R_2 - 2R_1 = d \Rightarrow 2\frac{m_2 v_0}{Bq} - \frac{2m_1 v_0}{Bq} = d$

$$\Rightarrow \frac{2v_0}{Bq}(m_2 - m_1) = d \Rightarrow \underline{\Delta m = \frac{Bqd}{2v_0}}$$

$\boxed{B.3} \longrightarrow (\gamma)$

$I_{\varepsilon\nu} = \dfrac{I}{\sqrt{2}}$ και $I = \dfrac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi(max)}}{R}$

όπου $\mathcal{E}_{\varepsilon\pi(max)} = N\omega BA$

και $\omega = 2\pi f$

για $t = T \rightarrow Q = I_{\varepsilon\nu}^2 \cdot R \cdot T$

για $t = T' \rightarrow Q' = I_{\varepsilon\nu}'^2 R \cdot T'$

$Q' = 2Q \Rightarrow$

$$I_{\varepsilon\nu}'^2 \cdot R \cdot T' = 2 I_{\varepsilon\nu} R T$$

$$\Rightarrow \frac{I'^2}{2} R \cdot T' = 2 \frac{I^2}{2} R T \Rightarrow I'^2 \cdot R \cdot \frac{2\pi}{\omega'} = 2 I^2 \cdot R \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{N\omega' BA}{R}\right)^2 R \frac{2\pi}{\omega'} = 2 \cdot \left(\frac{N\omega BA}{R}\right)^2 \cdot R \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega' = 2\omega \Rightarrow 2\pi f' = 2 \cdot 2\pi f \rightarrow f' = 2f$$

Άρα $\dfrac{f' - f}{f} \cdot 100\% = \underline{100\%}$

Θέμα Γ

Γ.1

(α) Από $P_K, V_K \longrightarrow P_K = \frac{V_K^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{12^2}{36} \Rightarrow \underline{R_\Sigma = 4\,\Omega}$

η αρχή

$V_{\varepsilon\nu} = \frac{V}{\sqrt{2}} = V_K$

$$I = \frac{V}{R_\Sigma} = \frac{12\sqrt{2}}{4} = 3\sqrt{2}\ A \longrightarrow I_{\varepsilon\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}} = 3A$$

$$I_K = \frac{P_K}{V_K} = \frac{36}{12} = 3A$$

Αφού $I_{\varepsilon\nu} = I_K$ λειτουργεί κανονικά.

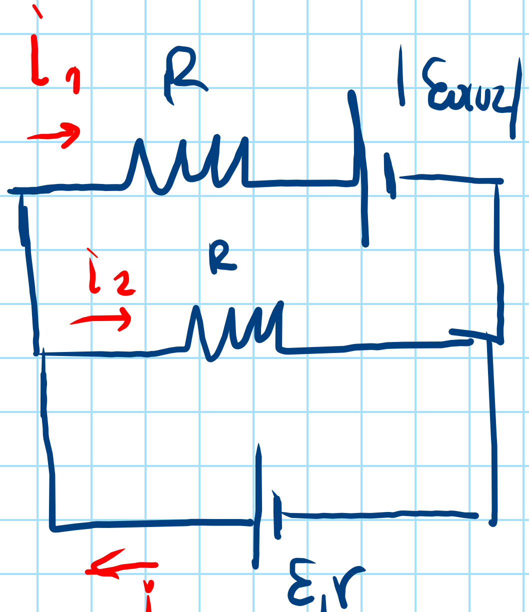
$$i = \frac{\upsilon}{R_\Sigma} \Rightarrow i = \frac{12\sqrt{2}\,\eta\mu(100\pi t)}{4} \Rightarrow \underline{i = 3\sqrt{2}\,\eta\mu(100\pi t)\ (SI)}$$

(β)

$$\left.\begin{aligned} Q_\theta &= I_{\varepsilon\nu}^2 R_\Sigma \Delta t \\ \Delta t &= \frac{T}{2} \end{aligned}\right\} Q_\theta = I_{\varepsilon\nu}^2 R_\Sigma \frac{2\pi}{2\omega} = 3^2 \cdot 4 \cdot \frac{\pi}{100\pi} \Rightarrow Q_\theta = 0,36\ \text{Joule}$$

Γ.2

Αφού κλείσει ο (δ) και για $t < t_1$ το πηνίο θα αντισταθεί στην αύξηση του ρεύματος με την πολικότητα του σχήματος

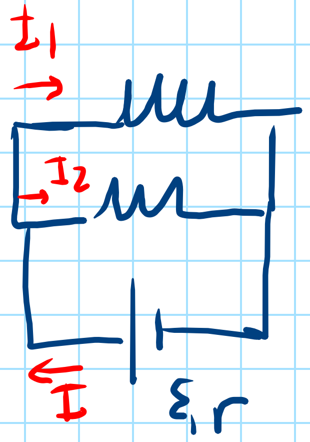


(α) Την $t_0 = 0$ στο πηνίο $\underline{i_1 = 0}$, άρα $i = i_2 = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \underline{i = i_2 = 8\,A}$

Από κανόνα Kirchoff στον πάνω βρόχο

$$\begin{cases} -i_1 R - |\mathcal{E}_{αυτ}| + i_2 R = 0 \quad (1) \\ \text{την } t_0 = 0 \xrightarrow{(1)} |\mathcal{E}_{αυτ}| = i_2 R \Rightarrow \underline{|\mathcal{E}_{αυτ}| = 32\,\text{volt}} \end{cases}$$

(β) την $t = t_1$ τα ρεύματα έχουν σταθεροποιηθεί άρα $\mathcal{E}_{αυτ} = 0$ οπότε το κύκλωμα θα είναι



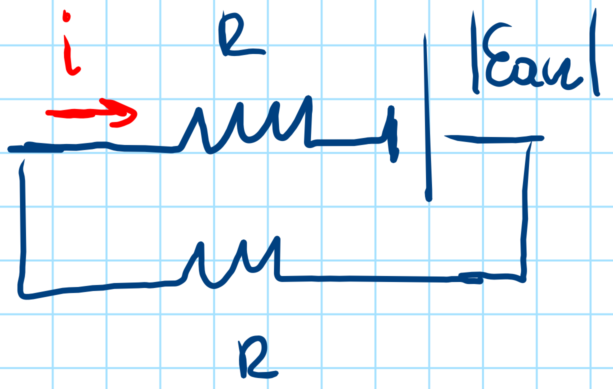
$R_{ολ} = \frac{R \cdot R}{R+R} = \frac{R}{2}$, $\quad I = \frac{\mathcal{E}}{r + R/2} \Rightarrow \underline{I = 12\,A}$

$I_1 R = I_2 R \Rightarrow I_1 = I_2$ και $I = I_1 + I_2 \Rightarrow \underline{I_1 = I_2 = 6\,A}$

στο πηνίο $U_B = \frac{1}{2} L I_1^2 \Rightarrow \underline{U_B = 3,6\,J}$

$$\Phi = BA = \mu_0 \frac{N}{\ell} I_1 A = \frac{N}{N} \mu_0 \frac{N}{\ell} I_1 A = \frac{L I_1}{N} \Rightarrow \underline{\Phi = 2,4 \cdot 10^{-3}\,Wb}$$

(γ) όταν ανοίξουμε τον (δ) το πηνίο θα προσπαθήσει να αντισταθεί στην μείωση του ρεύματος που το διαρρέει (κανόνας Lenz) άρα δημιουργεί την πολικότητα του σχήματος για την ΗΕΔ από αυτεπαγωγή



2ος κανόνας Kirchoff $\left\{ \begin{array}{l} -iR + |E_{αυτ}| - iR = 0 \quad (2) \\ |E_{αυτ}| = 2iR \end{array} \right.$

την $t = t_2$: $|E_{αυτ}| = 2 I_1 R \Rightarrow |E_{αυτ}| = 48\,\text{volt}$

$i = I_1$

$$\left| -L \frac{di}{dt} \right| = 48 \Rightarrow \frac{di}{dt} = -240\,A/s$$

(δ) $\dfrac{dU_B}{dt} = |E_{αυτ}| \cdot i$

$t_2 \to t_3$: $Q_θ = \frac{1}{4} U_B(t_1) = \frac{1}{4} U_B(t_2)$

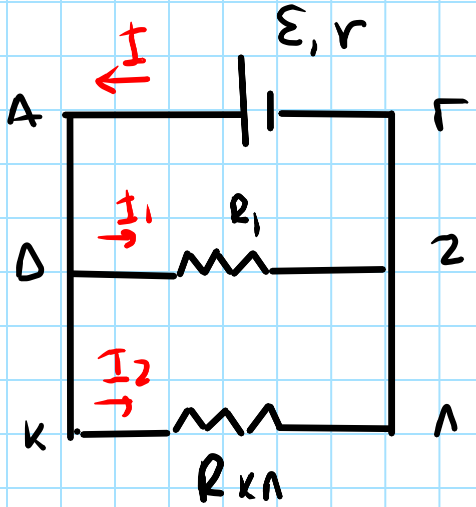
$U_B(t_2) - Q_θ = U_B(t_3) \Rightarrow \frac{3}{4} U_B(t_2) = U_B(t_3)$

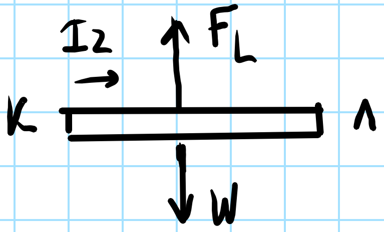
$\Rightarrow \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} L I_1^2 = \frac{1}{2} L i^2 \Rightarrow i = \frac{\sqrt{3}}{2} I_1 = \underline{\underline{3\sqrt{3}\,A}}$

$(2) \to |E_{αυτ}| = i\,2R$

άρα $\dfrac{dU_B}{dt} = i^2 \cdot 2R = (3\sqrt{3})^2 \cdot 2 \cdot 4 \Rightarrow \dfrac{dU_B}{dt} = 216\,J/s$

Θέμα Δ





Δ.1

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{1,ΚΛ}+r} = 4\,A$$

Αφού ισορροπεί $\Sigma F = 0$

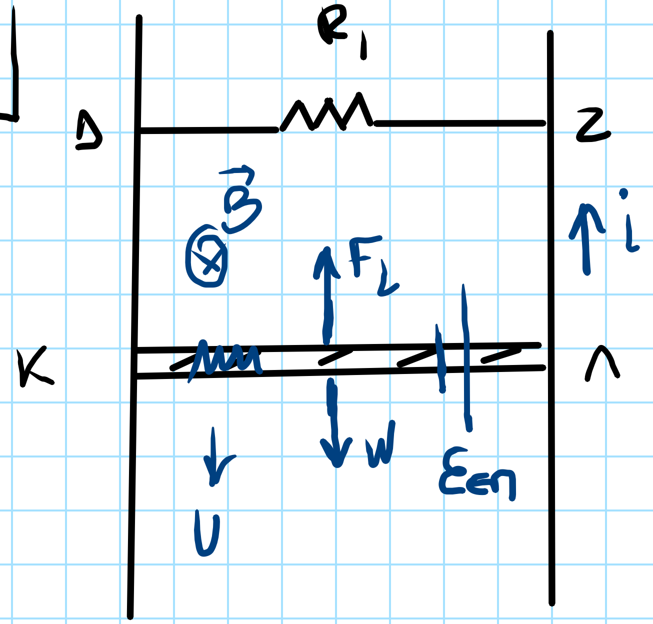
$$W = F_L \Rightarrow mg = B I_2 \ell$$

$$m = \frac{B I_2 \ell}{g} = 0{,}2\ kg$$

$$R_{1,ΚΛ} = \frac{R_1 \cdot R_{ΚΛ}}{R_1 + R_{ΚΛ}} = 2\,\Omega$$

$$\left.\begin{aligned} I_1 R_1 = I_2 R_{ΚΛ} \Rightarrow I_1 = I_2 \\ I = I_1 + I_2 = 2 I_2 \end{aligned}\right\} I_2 = \frac{I}{2} = 2A$$

Δ.2



Κίνηση → ΗΕΔ → ρεύμα → $\vec F_L$ αντίθετη στην $\vec υ$

Αποκτά την $υ_{ορ(1)}$ όταν $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = W \Rightarrow BI\ell = mg$

$\Rightarrow \underline{I = 2A}$

$$I = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = \frac{B υ_{ορ(1)} \ell}{R_1 + R_{ΚΛ}} \Rightarrow υ_{ορ(1)} = 16\,m/s$$

Δ.3) Α' τρόπος : Α.Δ.Ε. $E_{\mu\eta\chi(\alpha\rho\chi)} - Q_\theta = E_{\mu\eta\chi(\tau\varepsilon\lambda)} \Rightarrow \Delta E_{\mu\eta\chi} + Q_\theta = 0$

$$\Rightarrow \frac{dE_{\mu\eta\chi}}{dt} + \frac{dQ_\theta}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dE_{\mu\eta\chi}}{dt} = -6\,J/s$$

Β' τρόπος : $\frac{dQ_\theta}{dt} = i^2(R_{\kappa\lambda} + R_1) \Rightarrow i = \sqrt{\frac{6}{8}} = \sqrt{\frac{3}{2}}\,A$ / $i = \frac{B\upsilon l}{R_{\kappa\lambda}+R_1}$

$\upsilon = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot 4\ m/s$

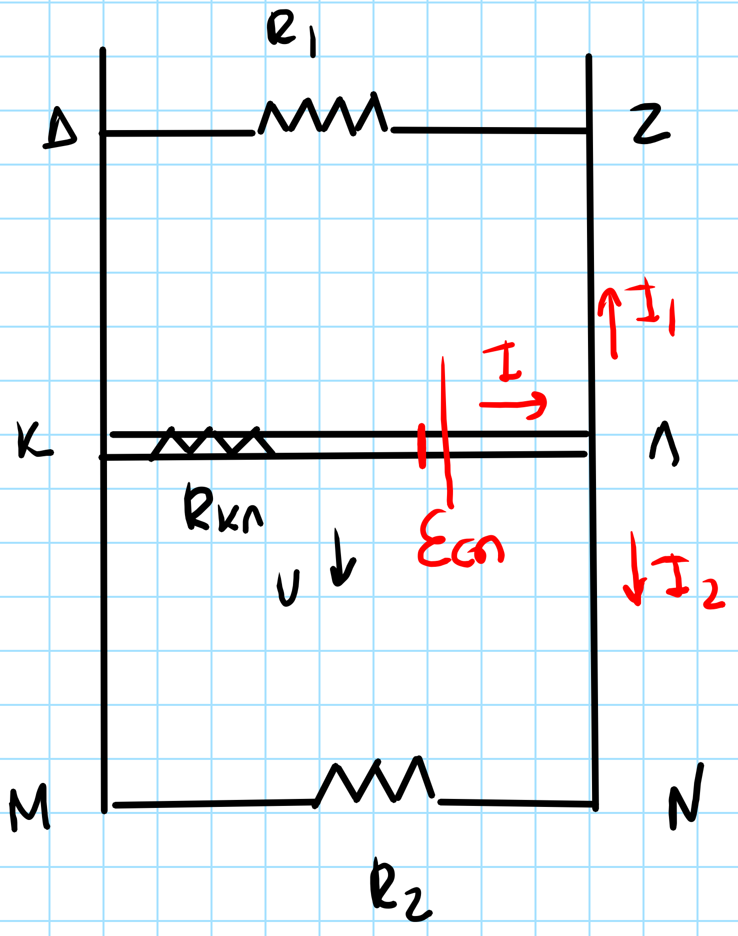
$$\frac{dE_{\mu\eta\chi}}{dt} = \frac{dK}{dt} + \frac{dU_B}{dt} = \Sigma F \cdot \upsilon - w \cdot \upsilon = (w - F_L)\cdot \upsilon - w\upsilon$$

$$\Rightarrow \frac{dE_{\mu\eta\chi}}{dt} = -F_L \cdot \upsilon = -B\,i\,l \cdot \upsilon = -\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot 4 = -\frac{3}{2} \cdot 4 = -6\,J/s$$

Δ.4) $\Delta q_{\varepsilon\pi} = I \cdot \Delta t$ αφού για $t > t_1$ $\upsilon = \upsilon_{o\rho} \Rightarrow I = \sigma\tau\alpha\theta$

$$= 2 \cdot 2 \Rightarrow \Delta q_{\varepsilon\pi} = 4C$$

Δ.5



Την στιγμή που ο δ_2 κλείνει αλλάζει η ένταση του ρεύματος

$$i = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = \frac{B v l}{R_{1,2} + R_{ΚΛ}} \qquad R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2\,\Omega$$

την $t_3 \rightarrow U = U_{ορ1}$ / $i = \frac{1 \cdot 16 \cdot 1}{2+4} = \frac{8}{3}$ A

↓

$F_L = Bil = \frac{8}{3}$ N

$w = mg = 2$ N

Αφού $F_L > w$ θα επιβραδύνεται με μειούμενη επιτάχυνση μέχρι να αποκτήσει πάλι νέα οριακή ταχύτητα

Αποκτά την $V_{ορ(2)}$ σαν

$\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = Bil$

$$\frac{B^2 V_{ορ(2)} l^2}{R_{1,2} + R_{ΚΛ}} = mg$$

$$\Rightarrow U_{ορ(2)} = 12 \text{ m/s}$$