Διαγώνισμα *Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου*

Ηλεκτρομαγνητισμός

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

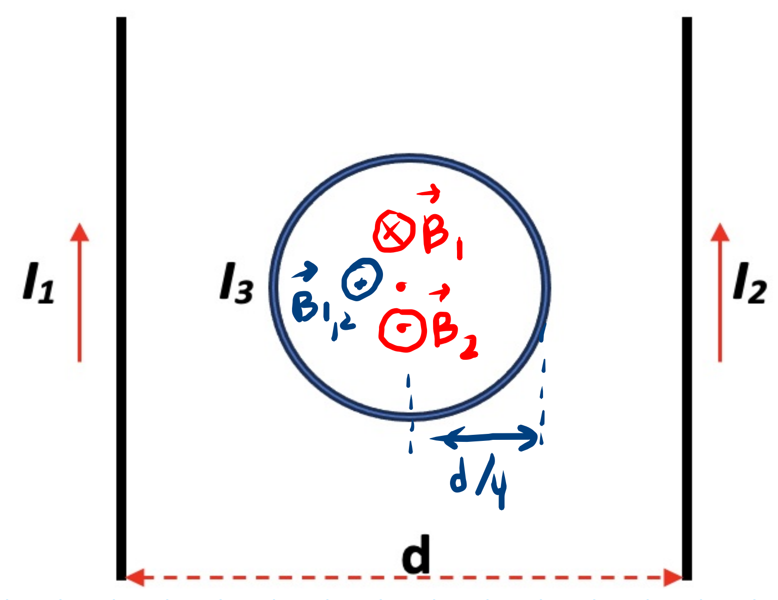
Κυριακή 8 Μαρτίου 2026

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

$\boxed{B.1}$ [A] → (β) / Νόμος Ampere: $\Sigma B\, dl\, συνθ = μ_0 I_{εγκ} = μ_0(-I-2I)$

$= -μ_0 3I$

[B] → (α)



Το πεδίο του κυκλικού αγωγού έχει μέτρο

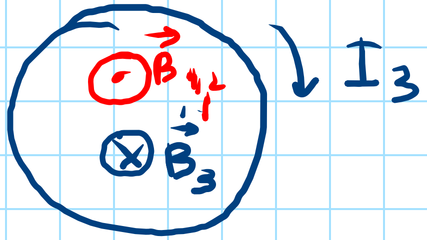
$$B_3 = \frac{μ_0}{4π}\,\frac{2π I_3}{d/4}$$

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

$$B_1 = \frac{μ_0}{4π}\,\frac{2I_1}{d/2} \quad \text{και} \quad B_2 = \frac{μ_0}{4π}\,\frac{2I_2}{d/2}$$

άρα $B_{1,2} = B_2 - B_1 = \frac{μ_0}{4π}\frac{8I}{d} - \frac{μ_0}{4π}\frac{4I}{d} = \frac{μ_0}{4π}\frac{4I}{d}$

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



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

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

$\boxed{B,2} \longrightarrow$ (α)

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

$$B v |q| = \frac{m v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m v}{B|q|}$$

Από το σχήμα προκύπτει

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

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

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

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

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

και $\omega = 2\pi f$

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

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

$Q' = 2Q \Rightarrow$

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

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

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

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

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

Θέμα Γ

ή αρκεί

$V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}} = V_K$

Γ.1 Από $P_K, V_K \longrightarrow P_K = \frac{V_K^2}{R_Σ} \Rightarrow R_Σ = \frac{12^2}{36} \Rightarrow R_Σ = 4\,Ω$

(α)

$$I = \frac{V}{R_Σ} = \frac{12\sqrt{2}}{4} = 3\sqrt{2}\ A \longrightarrow I_{εν} = \frac{I}{\sqrt{2}} = 3\ A$$

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

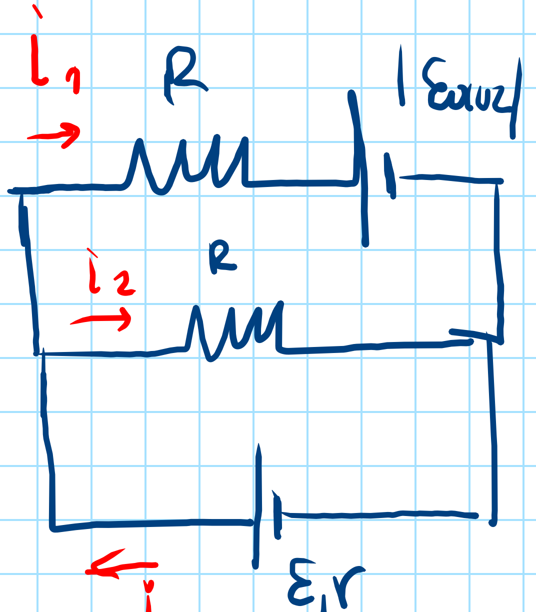
Αφού $I_{εν} = I_K$ λειτουργεί κανονικά.

$$i = \frac{v}{R_Σ} \Rightarrow i = \frac{12\sqrt{2}\,ημ(100πt)}{4} \Rightarrow i = 3\sqrt{2}\,ημ(100πt)\ (SI)$$

(β)

$$\left.\begin{array}{l} Q_θ = I_{εν}^2 R_Σ Δt \\ Δt = \frac{3T}{2} \end{array}\right\} Q_θ = I_{εν}^2 R_Σ \frac{3\cdot 2π}{2ω} = 3^2\cdot 4\cdot \frac{3π}{100π} \Rightarrow Q_θ = \frac{27}{25}\ \text{Joule}$$

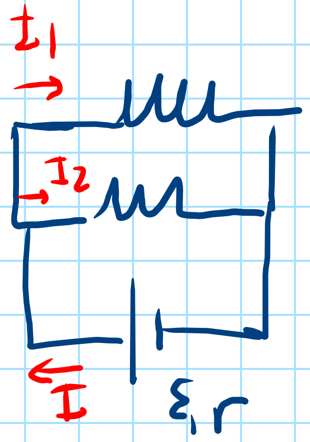
Γ.2 Αφού κλείσει ο (δ) και για $t < t_1$ το πηνίο θα αντισταθεί στην αύξηση του ρεύματος με την πολικότητα του σχήματος



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

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

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



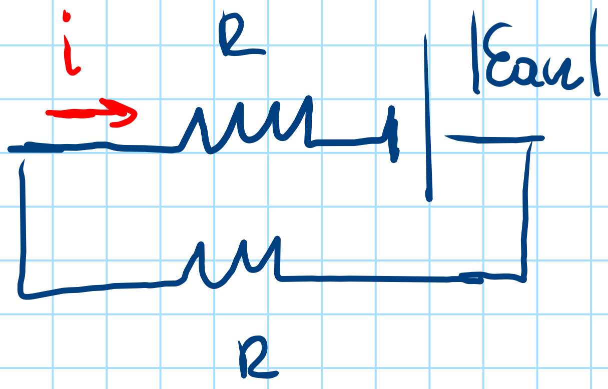
$R_{ολ} = \frac{R \cdot R}{R+R} = \frac{R}{2}$, $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R/2} \Rightarrow I = 12\,A$

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

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

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

(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 Kirchhoff $\left\{ \begin{aligned} & -iR + |E_{αυτ}| - iR = 0 \quad (2) \\ & |E_{αυτ}| = 2iR \end{aligned} \right.$

την $t = t_2$: $|E_{αυτ}| = 2I_1R \Rightarrow |E_{αυτ}| = 48$ volt

$i = I_1$

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

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

(2) $\rightarrow |E_{αυτ}| = i\,2R$

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

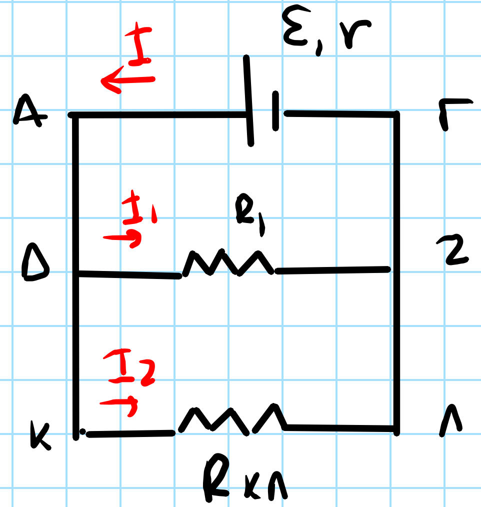
$t_2 \rightarrow t_3$: $Q_θ = \frac{1}{4}U_B(t_1) = \frac{1}{4}U_B(t_2)$

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

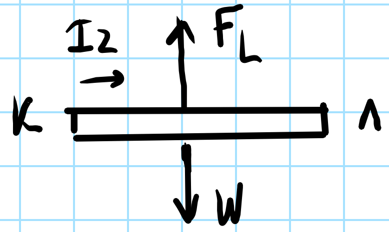
$$\Rightarrow \frac{3}{4}\,\frac{1}{2}LI_1^2 = \frac{1}{2}Li^2 \Rightarrow i = \frac{\sqrt{3}}{2}I_1 = 3\sqrt{3}\text{ A}$$

Θέμα Δ

Δ.1



$$I = \frac{E}{R_{1,κλ}+r} = 4A$$



Αφού ισορροπεί $ΣF = 0$

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

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

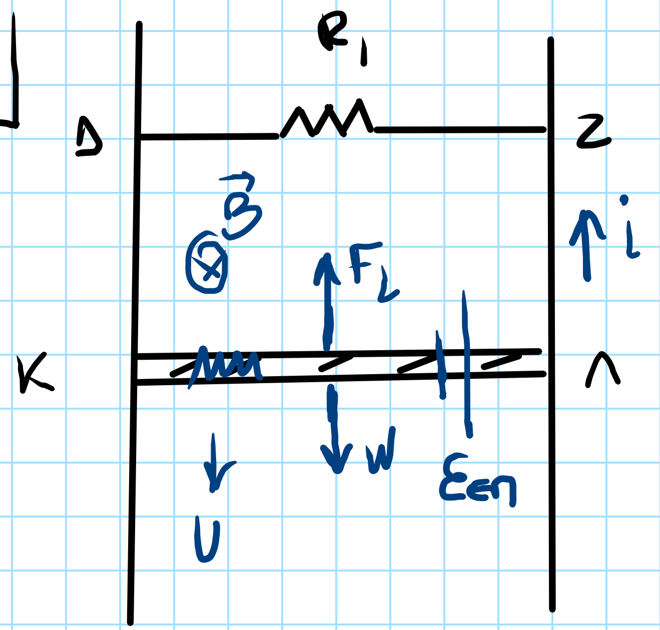
$$R_{1,κλ} = \frac{R_1 \cdot R_{κλ}}{R_1 + R_{κλ}} = 2\Omega$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_{κλ} \Rightarrow I_1 = I_2$$

$$I = I_1 + I_2 = 2 I_2$$

$$I_2 = \frac{I}{2} = 2A$$

Δ.2



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

Αποκτά την $υ_{ορ(1)}$ όταν $ΣF = 0 \Rightarrow F_L = W \Rightarrow BIl = mg$

$$\Rightarrow I = 2A$$

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

Δ.3 Α' τρόπος : Α. Δ. Ε. $E_{μηχ(αρχ)} - Q_θ = E_{μηχ(τελ)} \Rightarrow \Delta E_{μηχ} + Q_θ = 0$

$$\Rightarrow \frac{dE_{μηχ}}{dt} + \frac{dQ_θ}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dE_{μηχ}}{dt} = -6\,J/s$$

Β' τρόπος : $\frac{dQ_θ}{dt} = i^2 (R_{κλ} + R_1) \Rightarrow i = \sqrt{\frac{6}{8}} = \sqrt{\frac{3}{2}}\,A$ / $i = \frac{B v l}{R_{κλ}+R_1}$

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

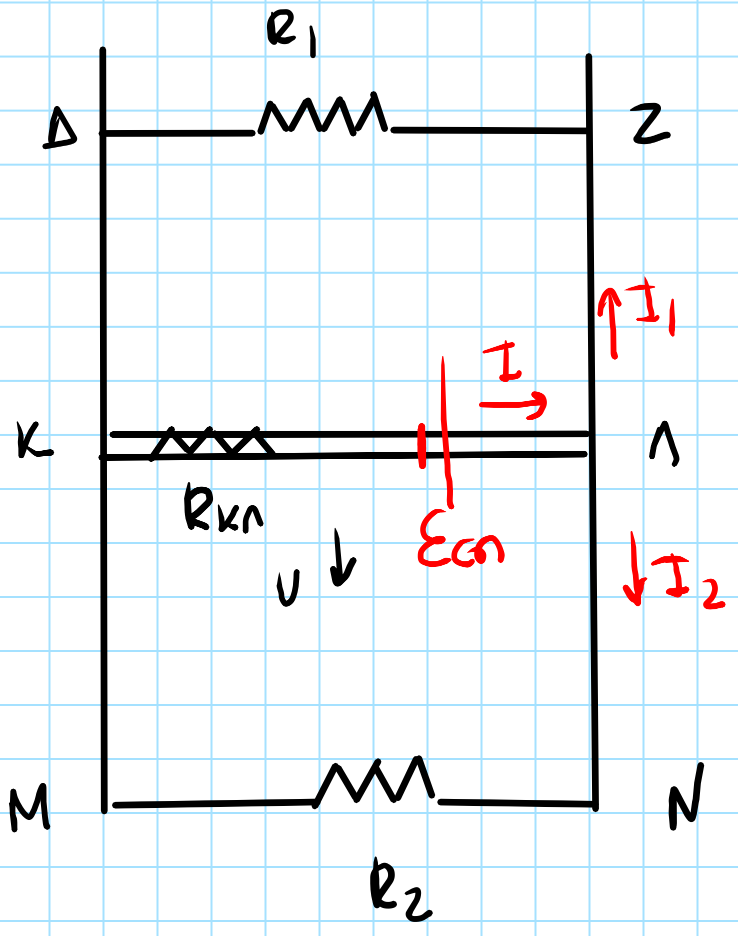
$$\frac{dE_{μηχ}}{dt} = \frac{dK}{dt} + \frac{dU_B}{dt} = \Sigma F \cdot v - w \cdot v = (w - F_L) \cdot v - wv$$

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

Δ.4 $\Delta q_{επ} = I \cdot \Delta t$ αφού για $t > t_1$ $v = v_{ορ} \Rightarrow I = σταθ$

$$= 2 \cdot 2 \Rightarrow \underline{\Delta q_{επ} = 4\,C}$$

Δ.5

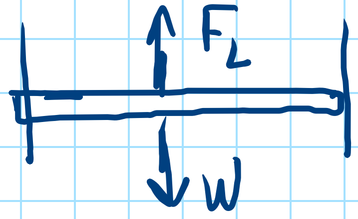


την στιγμή που ο $δ_2$ κλείνει αλλάζει η ένταση του ρεύματος

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

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

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = B i l$$

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

$$\Rightarrow \underline{V_{ορ(2)} = 12\ m/s}$$