Διαγώνισμα *Γ Τάξης Ενιαίου Λυκείου*

Ηλεκτρομαγνητισμός

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

Κυριακή 5 Μαρτίου 2023

Θέμα Α → (α), (γ), (α), (δ) | Σ, Λ, Σ, Λ, Σ

Β.1 → (β)

$0 \to t_1$: $\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{\Phi_0}{t_1}$, άρα $|E_{επ}| = \left|-N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \dfrac{\Phi_0}{t_1}$

Άρα $Q_1 = I^2 \cdot R\,\Delta t_1 = \left(\dfrac{E_{επ}}{R}\right)^2 \cdot R \cdot t_1 = \dfrac{\Phi_0^2}{R t_1}$

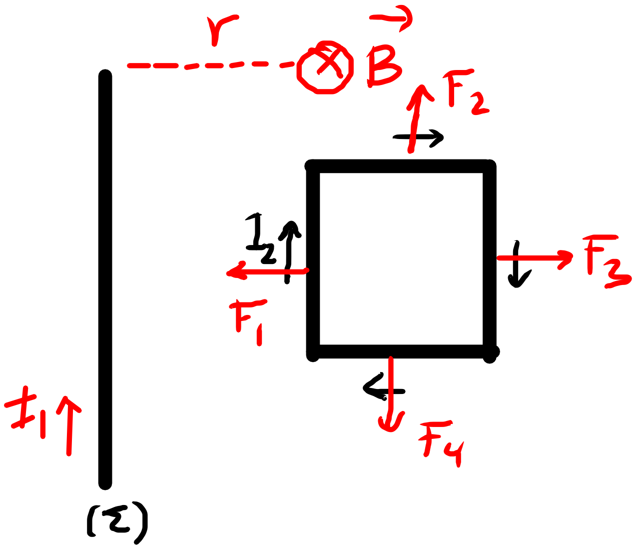
$t_1 \to 3t_1$: $\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{-\Phi_0}{2t_1}$, άρα $|E_{επ}| = \dfrac{\Phi_0}{2t_1}$

Άρα $Q_2 = \left(\dfrac{E_{επ}}{R}\right)^2 \cdot R \cdot (3t_1 - t_1) = \dfrac{3\Phi_0^2}{2Rt_1}$

$Q = Q_1 + Q_2 = \dfrac{3\Phi_0^2}{2Rt_1}$

$\boxed{B.2} \rightarrow$ (β)

Το ρεύμα (Σ) δημιουργεί γύρω του πεδίο $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1}{r}$ κάθετο στο επίπεδο του πλαισίου.



Με βάση κανόνα 3 δακτύλων δεξιού χεριού σχεδιάζουμε τις δυνάμεις στις πλευρές του πλαισίου.

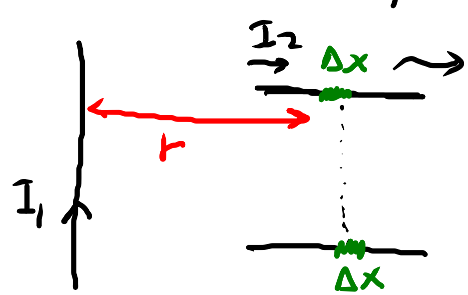
$\vec{F_2} = -\vec{F_4}$ γιατί κάθε αντιδιαμετρικό σημείο των οριζόντιων πλευρών ισαπέχει από το Σ άρα βρίσκεται σε ίδιου μέτρου πεδίο.

✓ $F_1 = B(r=a)\, I_2\, a$

$= \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} I_2 a$

✓ $F_2 = B(r=2a)\, I_2\, a$

$= \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 2a} I_2 a$



Για το στοιχειώδες Δx έχουμε

$\Delta F = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} I_2 \Delta x$

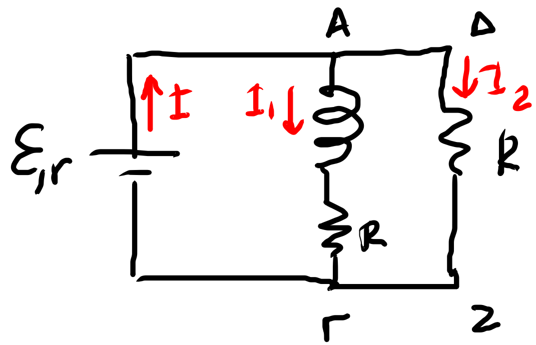
Άρα $\Sigma F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} - \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}$

η φορά της ΣF θα είναι προς τα αριστερά αφού $F_1 > F_2$

και η επιτάχυνση το ίδιο αφού $\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$.

το μέτρο της θα είναι $a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi m}$

$\boxed{B.3}$ → (β)



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

$I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{R}{2}+R} \Rightarrow I = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$

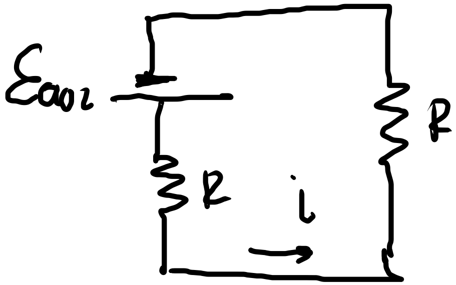
Πριν ανοίξει ο διακόπτης και αφού έχει περάσει χρόνος

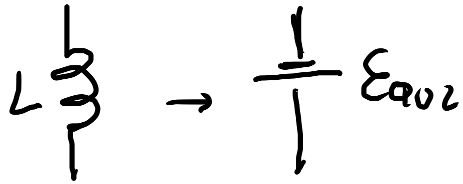
$V_{ΑΓ} = V_{ΔΖ} \Rightarrow I_1 R = I_2 R \Rightarrow I_1 = I_2$

και αφού $I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = \frac{I}{2} = \frac{\mathcal{E}}{3R}$

σταθερό ρεύμα στο πηνίο.

Ανοίγει ο Δ και το πηνίο θα "αντισταθεί" στην μείωση του I_1





η πολικοτητα προκύπτει απο τον κανονα Lenz

Απο 2ο κανονα Κιρχοφ → $|\mathcal{E}_{\text{αυτ}}| - iR - iR = 0$, $\mathcal{E}_{\text{αυτ}} = -L\frac{di}{dt}$

$$\Rightarrow |\mathcal{E}_{\text{αυτ}}| = i2R \Rightarrow L\left|\frac{di}{dt}\right| = i2R \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right| = \frac{2R}{L}i$$

την στιγμή που άνοιξε ο διακοπτης $i = I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R}$

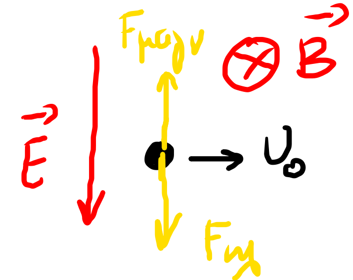
άρα $\left|\frac{di}{dt}\right| = \frac{2\mathcal{E}}{3L}$

Θέμα Γ

Γ.1

Στον επιλογέα ταχυτήτων

$\Sigma F = 0$ αφού $\upsilon = $ σταθερή



$\vec{F}_{\eta\lambda} = q\vec{E}$

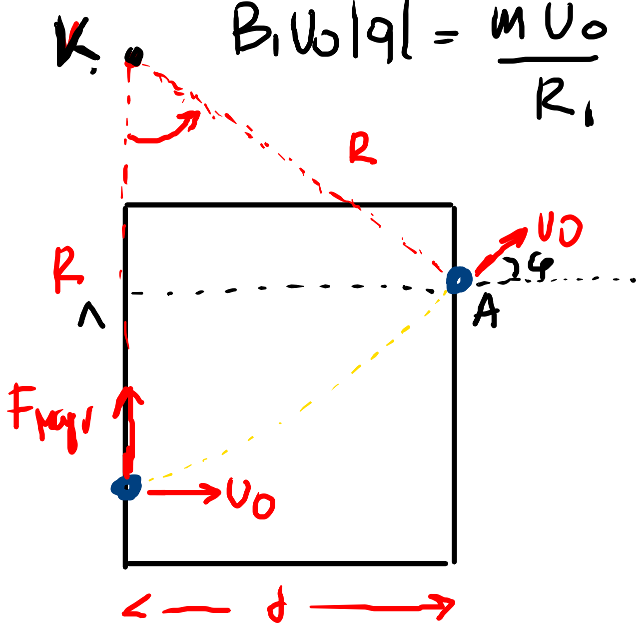
$F_{\mu\alpha\gamma\nu} = B\upsilon_0|q|$

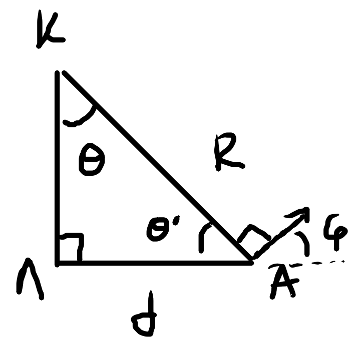
άρα $qE = B\upsilon_0 q \Rightarrow E = B\upsilon \Rightarrow \underline{E = 10^3\ V/m}$

Γ.2

Στην περιοχή Π_1. $\Sigma F = F_{\mu\alpha\gamma\nu} = B_1\upsilon_0|q| = m\,a_\kappa$

$B_1\upsilon_0|q| = \dfrac{m\upsilon_0^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \dfrac{m\upsilon_0}{B_1|q|} \Rightarrow \underline{\underline{R_1 = 2\ m}}$ Ακτίνα, κυκλικής τροχιάς





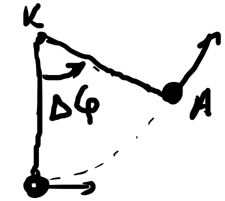
$\eta\mu\theta = \dfrac{d}{R} = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \underline{\underline{\theta = 60^\circ}}$

$\theta + \theta' = 90 \Rightarrow \theta' = 30^\circ$

$\theta' + \varphi + 90 = 180 \Rightarrow \boxed{\varphi = 60^\circ}$

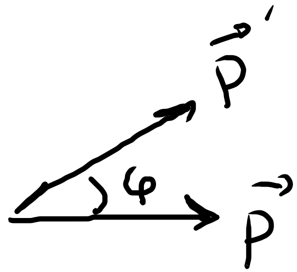
γωνία εκτροπής

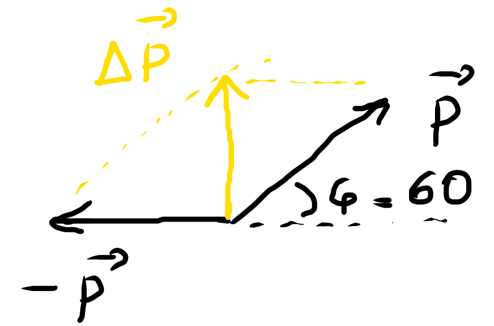
Γ.3 $\omega_1 = \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t}$, $T_1 = \dfrac{2\pi v_0}{R_1} \Rightarrow T_1 = \pi \cdot 10^{-3}s$



$$\frac{2\pi}{T_1} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta\varphi = \theta = \frac{\pi}{3}]{\text{όμως}} \frac{2\pi}{T_1} = \frac{\pi}{3\Delta t} \Rightarrow \underline{\Delta t = \frac{T_1}{6} = \frac{\pi}{6}\cdot 10^{-3}s}$$

$$\Delta\vec{P} = \vec{P}' - \vec{P} = \vec{P}' + (-\vec{P})$$

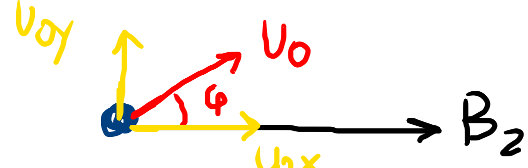




$$\Delta P = \sqrt{P^2 + P'^2 + 2PP'\sigma\upsilon\nu(180-60)}$$, $P = P' = m v_0 = 4\cdot 10^{-6} kg\cdot m/s$

$$\underline{\underline{\Delta P = P = 4\cdot 10^{-6} kg\cdot m/s}}$$

Γ.4 Στην περιοχή Π_2



$v_{0x} = v_0 \sigma\upsilon\nu\varphi$

$v_{0y} = v_0 \eta\mu\varphi$

η ακτίνα της έλικας θα είναι R_2 και το βήμα $β$.

$$R_2 = \frac{m \cdot v_{0y}}{B_2 |q|} = \frac{m v_0 \, ημφ}{B_2 |q|} \Rightarrow \underline{\underline{R_2 = \frac{\sqrt{3}}{\pi} m}}$$

η περίοδος θα είναι $T_2 = \frac{2\pi R_2}{v_{0y}} \Rightarrow T_2 = 10^{-3} s$

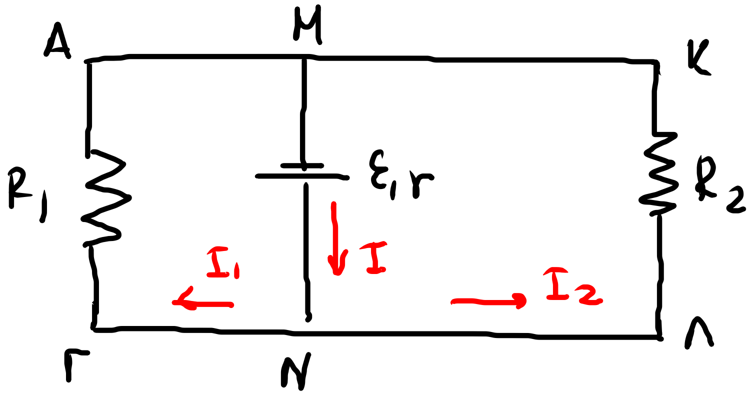
$$β = v_{0x} \cdot T = v_0 \, συνφ \cdot T \Rightarrow \underline{\underline{β = 2m}}$$

Γ.5 $x = N \cdot β \Rightarrow N = \frac{x}{β} = \frac{6}{2} \Rightarrow \underline{\underline{N = 3 \text{ περιστρ}}}$

[ή $x = v_{0x} \cdot Δt$, $Δt = \dots$ | και $\underline{\underline{Δt = NT}} \Rightarrow N = \dots$]

Θέμα Δ

δ_2 κλειστός και δ_1 ανοικτός



$V_{A\Gamma} = V_{K\Lambda}$

$I_1 R_1 = I_2 R_2$

$I_2 = 2I_1$

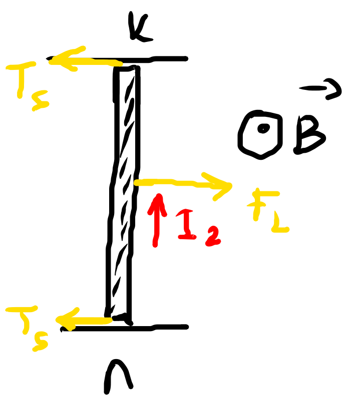
$I = I_1 + I_2$

$R_{1,2} = \dfrac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 2\,\Omega$

$I = \dfrac{\varepsilon}{R_{1,2} + r} \Rightarrow \underline{\underline{I = 6A}}$

άρα $I_1 = 2A$ και $I_2 = 4A$

Δ.1

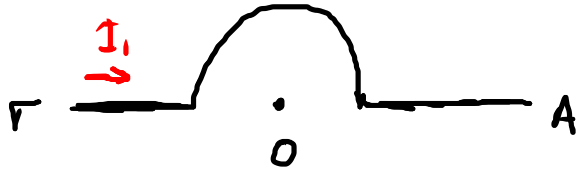


Αφού η ΚΛ ισορροπεί $\Sigma\tau = 0 \rightarrow$ ίδιες T_s στα δυο άκρα

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_L = 2T_s = T$

άρα $T = B I_2 l \Rightarrow \underline{\underline{T = 4N}}$

Δ.2

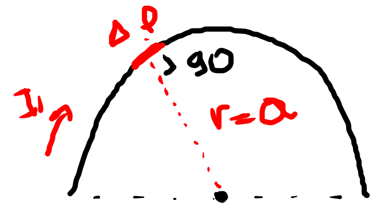


Για τα ευθύγραμμα τμήματα $B = 0$

Για κάθε Δl Biot-Savart

$\Delta B = \dfrac{\mu_0}{4\pi} I \dfrac{\Delta l}{r^2} \eta\mu 0 = 0$

Για το ημικυκλικό τμήμα (Biot-Savart)

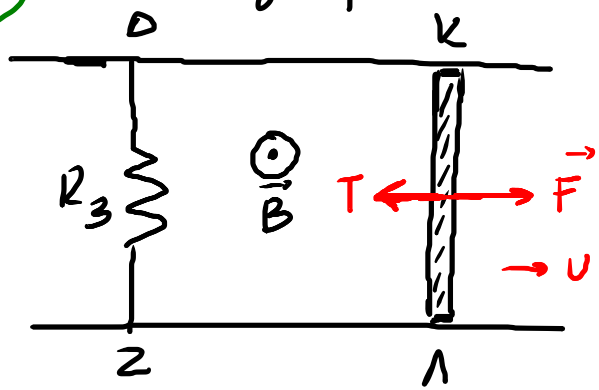


$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\Delta \ell I_1}{\alpha^2} \eta\mu 90$$

Άρα $B = \Sigma \Delta B = \Sigma \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\Delta \ell I_1}{\alpha^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1}{\alpha^2} \underbrace{\Sigma \Delta \ell}_{\pi\alpha}$ (μισός κύκλος)

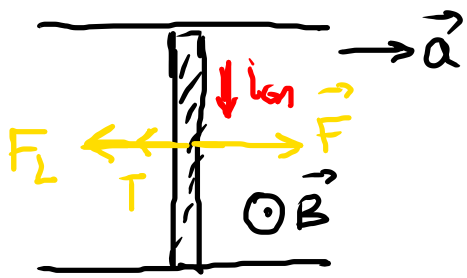
$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I_1}{4\alpha} \Rightarrow B = \frac{20\pi}{3} \cdot 10^{-7}\ T$$

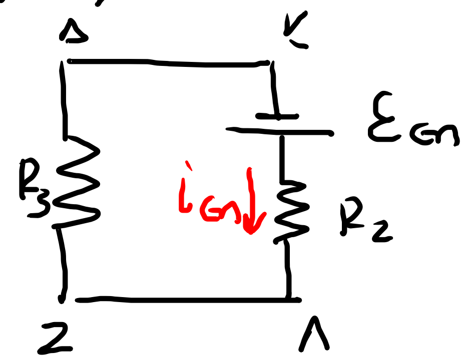
Δ.3 Ανοίγουμε τον δ_2 και κλείνουμε τον δ_1



Κίνηση του αγωγού μέσα σε μαγνητικό πεδίο ⇒ εμφάνιση ΗΕΔ $E_{\varepsilon\pi} = Bu\ell$ και ρεύμα $i_{\varepsilon\pi} = \frac{Bu\ell}{R_{o\lambda}}$ στο κλειστό κύκλωμα ΚΛΖΔΚ.

Η ΗΕΔ έχει πολικότητα, τέτοια ώστε το $i_{\varepsilon\pi}$, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz να δημιουργεί $\vec{F}_L$ αντίθετη στην κίνηση (δηλ. στο αίτιο της επαγωγής).





$$i_{επ} = \frac{B υ l}{R_2 + R_3}$$

$$F_L = B\, i_{επ}\, l = \frac{B^2 υ\, l^2}{R_2 + R_3}$$

Η ράβδος επιταχύνεται εξαιτίας της $\vec{F}$ με αποτέλεσμα να αυξάνει την ταχύτητά της, άρα και την $\vec{F}_L$ οπότε η επιτάχυνση θα είναι μειούμενου μέτρου, μέχρι να μηδενιστεί (την t_1) και η ράβδος να αποκτήσει την οριακή μέγιστη ταχύτητά της.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F - F_L - T = 0 \Rightarrow F - T = \frac{B^2 U_{op} \ell^2}{R_2 + R_3}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{U_{op} = 16 m/s}}$$

Δ.4 $|V_{KΛ}| = |V_{ΔZ}| = i_{Gn} \cdot R_3$, $\quad i_{Gn} = \frac{B U_{op} \ell}{R_2 + R_3} = 4A$

άρα $\underline{\underline{|V_{KΛ}| = 4 volt}}$

[ή $V_{KΛ} = \mathcal{E}_{Gn} - i_{Gn} \cdot R_2$]

$$\frac{dW_F}{dt} = \frac{F \cdot dx}{dt} = F \cdot U = \underline{\underline{128 J/s}}$$

Δ.5

$t_1 \rightarrow t_1 + 10s \;/\; \Delta t = 10s$

✓ στους αντιστάτες λόγω του επαγωγικού ρεύματος

$$Q_R = i_{επ}^2 (R_2 + R_3) \cdot \Delta t$$

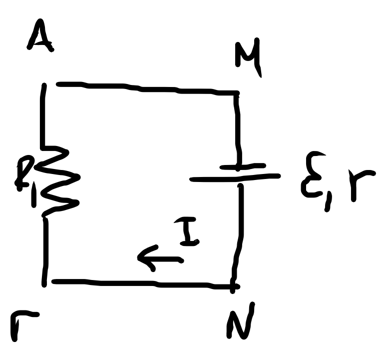
$$\Rightarrow \underline{Q_R = 640\,J}$$

✓ εξαιτίας της τριβής

$$Q_{τρ} = |W_T| = |-T \cdot \Delta x| = T \cdot υ_{ορ} \cdot \Delta t$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{Q_{τρ} = 640\,J}}$$

✓ στο κύκλωμα ΜΑΓΝΜ στους αντιστάτες



$$I = \frac{ε}{r + R_1} = 3A$$

$$Q_{R'} = I^2 (R_1 + r) \Delta t$$

$$\underline{\underline{Q_{R'} = 720\,J}}$$

όποτε

$$\underline{\underline{Q = 2000\,J}}$$