Λύσεις κριτηρίου 21

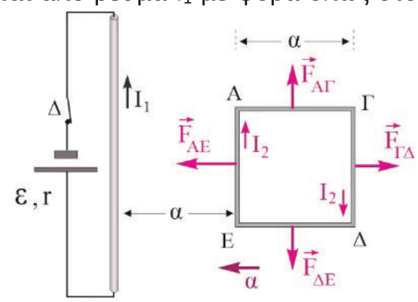
ΘΕΜΑ Α

Α1. (α) **Α2.** (β) **Α3.** (α) **Α4.** (δ) **Α5.** α. Σ β. Λ γ. Λ δ. Σ ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. (i)

Όταν κλείσει ο διακόπτης, ο ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα I_1 με φορά όπως στο σχήμα και σε κάθε πλευρά του πλαισίου αναπτύσσεται δύναμη Laplace με τη φορά που δείχνεται στο σχήμα.



Οι δυνάμεις $F_{ΑΓ}$ και $F_{ΔΕ}$ αλληλοαναιρούνται.

Για τα μέτρα των δυνάμεων $F_{ΑΕ}$ και $F_{ΓΔ}$ ισχύει

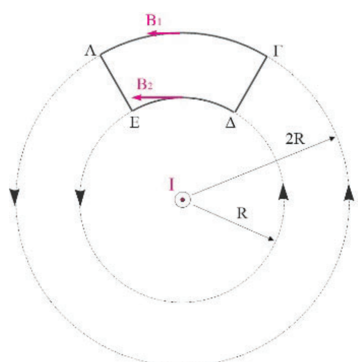
$$F_{ΑΕ} = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I_1I_2\alpha}{\alpha} \quad , \quad F_{ΓΔ} = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I_1I_2\alpha}{2\alpha}$$

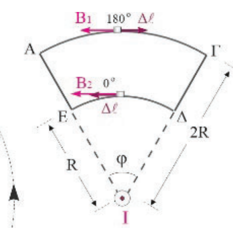
Επομένως το πλαίσιο θα κινηθεί προς τα αριστερά με επιτάχυνση μέτρου

$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{F_{AE} - F_{ΓΔ}}{m} \Rightarrow \alpha = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I_1 I_2}{m}$$

Β2. (iii)

Ο ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί μαγνητικό πεδίο του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι ομόκεντροι κύκλοι που βρίσκονται σε επίπεδό κάθετο σε αυτόν και τα κέντρα τους συμπίπτουν με τον αγωγό.





Για τη διαδρομή ΑΓ: Το μήκος της διαδρομής είναι $s_{ΑΓ} = \varphi \cdot 2R$

$$\sum_{Α\to Γ} B_i \Delta\ell_i συν\vartheta_i = B_1(ΑΓ)συν180^o = \frac{\mu_o 2I}{4\pi 2R}\varphi \cdot 2R(-1) \Rightarrow \sum_{Α\to Γ} B_i \Delta\ell_i συν\vartheta_i = -\frac{\mu_o I}{2\pi}\varphi$$

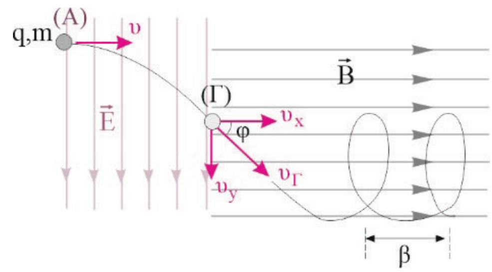
Για διαδρομή ΔΕ: Το μήκος της διαδρομής είναι $s_{ΔΕ} = \varphi \cdot R$

$$\sum_{Δ\to Ε} B_i \Delta\ell_i συν\vartheta_i = B_2(ΔΕ)συν0^o = \frac{\mu_o 2I}{4\pi R}\varphi R \Rightarrow \sum_{Δ\to Ε} B_i \Delta\ell_i συν\vartheta_i = \frac{\mu_o I}{2\pi}\varphi$$

Επομένως $\sum_{Α\to Γ} B_i \Delta\ell_i συν\vartheta_i + \sum_{Δ\to Ε} B_i \Delta\ell_i συν\vartheta_i = 0$

Β3. (iii)

Η κινητική ενέργεια στο Γ είναι διπλάσια αυτής στο Α, επομένως



$$K_Γ = 2K_A \Rightarrow \frac{1}{2}mυ_Γ^2 = 2\frac{1}{2}mυ^2 \Rightarrow υ_Γ = \sqrt{2}υ$$

$$συνφ = \frac{υ}{υ\sqrt{2}} \Rightarrow φ = \frac{π}{4},$$

$υ_x = υ_Γ συνφ = υ,\ υ_y = υ_Γ ημφ = υ$.

Σε μια περίοδο Τ το φορτίο στο μαγνητικό πεδίο διανύει διάστημα $s = υ_Γ \cdot T$

Το βήμα της έλικας είναι $β = υ_x \cdot T = υ \cdot T$

Διαιρώντας κατά μέλη παίρνουμε: $\frac{s}{β} = \frac{υ\sqrt{2}\cdot T}{υ \cdot T} \Rightarrow s = β\sqrt{2}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. $R = R^* \cdot 2πα = 0,08\,Ω$

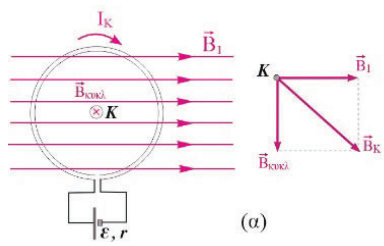
$$I_K = \frac{ε}{R+r} = 10\,A$$

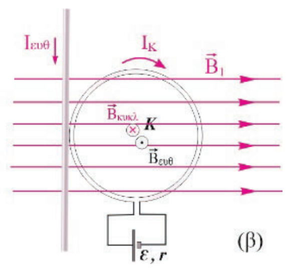
Γ2. $B_K = 0$

$$\vec{B}_{κυκλ} = -\vec{B}_1 \Rightarrow$$

$$B_1 = \frac{μ_0}{4π}\frac{2πI_K}{α} \Rightarrow$$

$$B_1 = π \cdot 10^{-5}\,T$$





Γ3. Σχήμα (α): $B_K = \sqrt{B_1^2 + B_{κυκλ}^2} = \sqrt{2B_1^2} \Rightarrow B_K = \sqrt{2}\,π \cdot 10^{-5}T$

Γ4. Σχήμα (β):

Για να υπάρχει στο Κ μόνο η ένταση B_1 του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, θα πρέπει οι επιμέρους εντάσεις των μαγνητικών πεδίων, λόγω του ευθύγραμμου και του κυκλικού αγωγού να είναι αντίθετες. Επομένως

$$\left|\vec{B}_{ευθ}\right| = \left|\vec{B}_{κυκλ}\right| \Rightarrow \frac{μ_0}{4π}\frac{2I_{ευθ}}{α} = B_{κυκλ} \Rightarrow I_{ευθ} = \frac{4π}{μ_0}\frac{B_{κυκλ}\cdot α}{2} \Rightarrow I_{ευθ} = 10π\,A$$

ΘΕΜΑ Δ

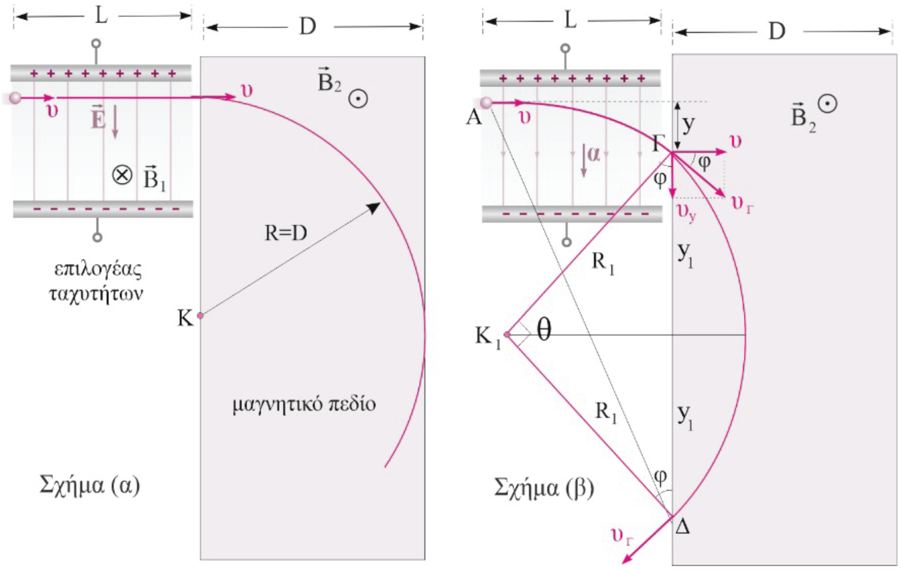
Δ1. Τα σωματίδια επιταχύνονται στο ΟΗΠ. Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για να βρούμε την ταχύτητα που αποκτούν.

$$\frac{1}{2}mυ^2 = qV \Rightarrow υ = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \Rightarrow υ = 4\cdot 10^4\,\frac{m}{s}$$

Αφού κινούνται ευθύγραμμα, ισχύει $υ = \frac{E}{B_1} \Rightarrow B_1 = \frac{E}{υ} \Rightarrow B_1 = 2,5\cdot 10^{-3}T$

Δ2. Για να μην εξέρχονται από τη δεξιά πλευρά πρέπει

$$R \le D \Rightarrow \frac{mυ}{qB_2} \le D \Rightarrow D_{min} = \frac{mυ}{qB_2} \Rightarrow D_{min} = 0,4m$$



Δ3. Στο ηλεκτρικό πεδίο, το φορτίο εκτελεί στον άξονα x ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και στον ά-ξονα y ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση μέτρου

$$α = \frac{F_{ηλ}}{m} = \frac{Eq}{m} \Rightarrow α = 5 \cdot 10^9 \frac{m}{s^2}$$

Το φορτίο θα κινηθεί μέσα στον πυκνωτή για χρονικό διάστημα $t = \frac{L}{υ} = 8 \cdot 10^{-6} s$

Η ταχύτητα του σωματιδίου κατά την έξοδό του από το ηλεκτρικό πεδίο στον άξονα y είναι $υ_y = α \cdot t = 4 \cdot 10^4 \frac{m}{s}$

Η γωνιακή εκτροπή είναι: $εφφ = \frac{υ_y}{υ_x} = 1 \Rightarrow φ = 45^o$

Δ4. Το φορτίο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα

$$υ_Γ = \frac{υ}{συνφ} = 4\sqrt{2} \cdot 10^4 \frac{m}{s}$$

εκτελώντας κυκλική τροχιά ακτίνας R_1 που ισούται με

$$R_1 = \frac{mυ_Γ}{qB_2} = 0{,}4\sqrt{2}\ m$$

Η απόσταση ΓΔ είναι: $(ΓΔ) = 2y_1 = 2R_1 \cdot συνφ \Rightarrow (ΓΔ) = 0{,}8m$

Η κατακόρυφη εκτροπή y στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $y = \frac{1}{2}αt^2 = 0{,}16m$

Η απόσταση του σημείου εξόδου (Δ) από το μαγνητικό πεδίο B_2 , από το σημείο εισόδου (Α) στο ηλεκτρικό πεδίο, υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το πυθαγόρειο θεώρημα (δες σχήμα β).

$$(AΔ) = \sqrt{L^2 + (2y_1 + y)^2} = 0{,}32\sqrt{10}\,m$$

Δ5. $t_{ολ} = t_{ηλ} + t_{μαγν}$, (1) Το φορτίο κινείται στο μαγνητικό πεδίο διαγράφοντας τόξο που αντιστοιχεί σε γωνία θ=π/2.

Επομένως $t_{\mu\alpha\gamma\nu} = \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi m}{qB_2} \Rightarrow t_{\mu\alpha\gamma\nu} = 5\pi \cdot 10^{-6} s$

Αντικαθιστώντας στην (1) παίρνουμε: $t_{o\lambda} = 8 \cdot 10^{-6} s + 5\pi \cdot 10^{-6} s = (8 + 5\pi) \cdot 10^{-6} s$