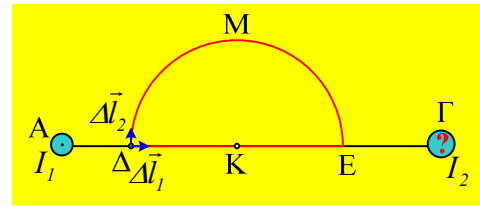


Δύο αγωγοί και ο νόμος του Ampère

Κάθετα στο επίπεδο της σελίδας έχουμε δυο ευθύγραμμους αγωγούς, που τέμνουν το επίπεδο στα σημεία Α και Γ, οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα με εντάσεις I_1 και I_2 , αντίστοιχα. Σε ένα σημείο Δ, πάνω στο τμήμα ΑΓ, ο πρώτος αγωγός δημιουργεί μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1=2 \cdot 10^{-5}T$, ενώ η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου, εξαιτίας και των δύο αγωγών έχει μέτρο $B=10^{-5}T$.



- i) Ποια η φορά της έντασης I_2 που διαρρέει τον δεύτερο αγωγό στο Γ;
- ii) Στο σχήμα δίνονται δύο στοιχειώδη τμήματα με αρχή το σημείο Δ, το $\vec{\Delta l}_1$, με κατεύθυνση προς το Γ και το $\vec{\Delta l}_2$ κάθετο στην ΑΓ, όπως στο σχήμα, όπου $\Delta l_1 = \Delta l_2 = 0,2cm$. Να υπολογίσετε για τα τμήματα αυτά το γινόμενο $B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sin\theta_i$, όπου θ_i η εκάστοτε γωνία μεταξύ της έντασης του πεδίου B_i και του Δl_i .
- iii) Με κέντρο το μέσον Κ του τμήματος ΑΓ, σχεδιάζουμε το ημικύκλιο ΔΜΕ. Κατά μήκος του ημικυκλίου αυτού, κινούμενοι από το Δ προς το Ε, ισχύει για το άθροισμα:

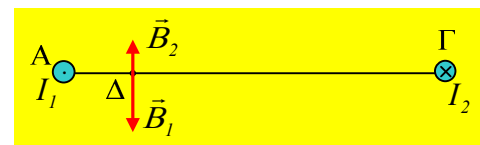
$$\sum_{\Delta ME} = \sum B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sin\theta_i,$$

α) $\Sigma < 0$, β) $\Sigma = 0$, γ) $\Sigma > 0$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

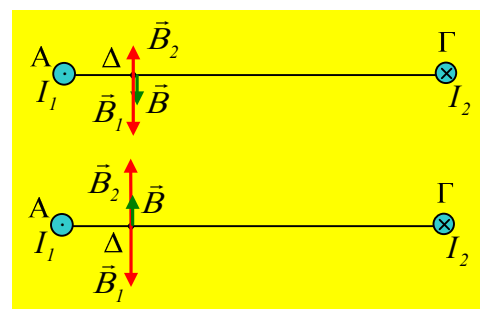
Απάντηση:

- i) Με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού ο αγωγός στο Α, δημιουργεί στο σημείο Δ μαγνητικό πεδίο έντασης B_1 , κάθετη στην ακτίνα ΑΔ, όπως στο σχήμα. Αν ο δεύτερος αγωγός στο Γ, διαρρέεται από ρεύμα της ίδιας φοράς, τότε θα δημιουργούσε στο Δ, μαγνητικό πεδίο έντασης B_2 ομόροπης με την B_1 . Αλλά τότε η συνολική ένταση στο Δ, θα είχε μέτρο μεγαλύτερο από $2 \cdot 10^{-5}T$, πράγμα άτοπο. Συνεπώς ο δεύτερος αγωγός στο Γ διαρρέεται από ρεύμα με φορά, όπως στο σχήμα, δημιουργώντας στο σημείο Δ μαγνητικό πεδίο με ένταση κάθετη στην ΔΓ και φορά προς τα πάνω.



- ii) Για την ένταση του (συνολικού) πεδίου στο σημείο Δ, διακρίνουμε δυο περιπτώσεις.

- α) Αν $B_2 < B_1$ (στην ουσία αν $B_2 = 10^{-5}T$, γιατί;;;), τότε θα είχαμε το πρώτο από τα διπλανά σχήματα και η ένταση \vec{B} στο Δ, θα είχε φορά προς τα κάτω.
- β) Αν $B_2 > B_1$ (στην ουσία αν $B_2 = 3 \cdot 10^{-5}T$), τότε θα είχαμε την εικόνα του δεύτερου σχήματος, με ένταση προς τα πάνω.



Για το στοιχειώδες τμήμα Δl_1 , το ζητούμενο γινόμενο (το γινόμενο αυτό, με βάση τα μαθηματικά ονομάζεται **εσωτερικό γινόμενο** των δύο διανυσμάτων \vec{B} και $\vec{\Delta l}_1$), είναι ίσο:

$$B \cdot \Delta l_1 \cdot \sigma\upsilon\nu\theta = B \cdot \Delta l_1 \cdot \sigma\upsilon\nu 90^\circ = 0$$

Αφού με βάση το πρώτο από τα διπλανά σχήματα η ένταση είναι κάθετη στο τμήμα Δl_1 και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις.

Για το στοιχειώδες τμήμα Δl_2 , έχουμε τις δυο περιπτώσεις που δείχνει το δεύτερο σχήμα. Αλλά τότε για το γινόμενο έχουμε δύο περιπτώσεις.

- Τα δυο διανύσματα είναι αντίθετης κατεύθυνσης, άρα $\theta=180^\circ$, τότε:

$$B \cdot \Delta l_2 \cdot \sigma\upsilon\nu 180^\circ = -B \cdot \Delta l_2 = -10^{-5} T \cdot 0,2 \cdot 10^{-2} m = -2 \cdot 10^{-8} Tm$$

- Τα δυο διανύσματα είναι ίδιας κατεύθυνσης, άρα $\theta=0^\circ$, τότε:

$$B \cdot \Delta l_2 \cdot \sigma\upsilon\nu 0^\circ = B \cdot \Delta l_2 = 2 \cdot 10^{-8} Tm$$

iii) Εφαρμόζουμε για την κλειστή διαδρομή $\Delta MEK\Delta$ τον νόμο του Ampère:

$$\sum_{\Delta MEK\Delta} B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sigma\upsilon\nu\theta_i = \mu_o I_{\epsilon\gamma\kappa} = 0 \quad (1)$$

Αφού από την επιφάνεια που περικλείει η καμπύλη δεν διέρχονται ρευματοφόροι αγωγοί. Αλλά η εξίσωση (1) γράφεται:

$$\sum_{\Delta ME} B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sigma\upsilon\nu\theta_i + \sum_{EK\Delta} B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sigma\upsilon\nu\theta_i = 0$$

Όμως με βάση τα παραπάνω, σε όλα τα σημεία του ευθυγράμμου τμήματος ΔE , η ένταση του πεδίου είναι κάθετη στα αντίστοιχα τμήματα Δl (είτε έχει φορά προς τα πάνω, είτε προς τα κάτω), οπότε το 2^ο άθροισμα παραπάνω είναι μηδενικό, οπότε:

$$\sum_{\Delta ME} B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sigma\upsilon\nu\theta_i + 0 = 0 \rightarrow \sum_{\Delta ME} B_i \cdot \Delta l_i \cdot \sigma\upsilon\nu\theta_i = 0$$

Σωστό το β)

