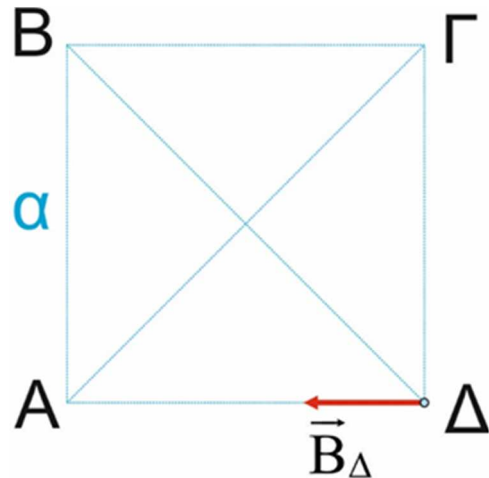


### Αναζητώντας τον χαμένο αγωγό!

Τα σημεία A, B, Γ και Δ του διπλανού σχήματος αποτελούν τις κορυφές ενός τετραγώνου πλευράς  $a = 0,1 \text{ m}$ . Σε κάποιο από τα σημεία A, B, Γ υπάρχει ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I$  και είναι κάθετος στο επίπεδο του τετραγώνου. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Δ που οφείλεται στον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό έχει την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα και μέτρο  $B_{\Delta} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .



α. Σε ποιο από τα σημεία A, B και Γ βρίσκεται ο ευθύγραμμος αγωγός; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Ποια είναι η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

γ. Ποιο είναι το μέτρο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό;

δ. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό στις άλλες δύο κορυφές του τετραγώνου; Να σχεδιαστεί το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα δύο αυτά σημεία.

Στο σημείο A τοποθετείται ένας ακόμη ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I'$  και διαπιστώνεται ότι στο σημείο Δ η κατεύθυνση της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στους δύο ρευματοφόρους αγωγούς που υπάρχουν τώρα βρίσκεται πάνω στη διαγώνιο ΒΔ με φορά προς το Β.

ε. Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της έντασης  $I'$  του ρεύματος που διαρρέει τον ρευματοφόρο αγωγό που τοποθετείται στο σημείο A;

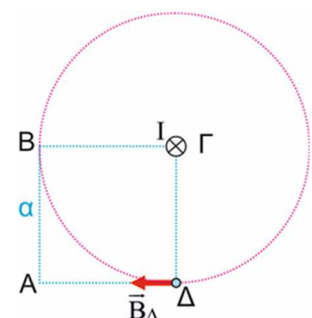
στ. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο σημείο Δ;

ζ. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου;

Δίνεται η σταθερά:  $k_{\mu} = 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ .

Λύση

α. Γνωρίζουμε ότι οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μεγάλου μήκους είναι ομόκεντροι κύκλοι με κέντρο τον αγωγό και το επίπεδό τους είναι κάθετο στον αγωγό. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι εφαπτόμενο της αντίστοιχης δυναμικής γραμμής στο σημείο που μας ενδιαφέρει. Οι προϋποθέσεις αυτές ικανοποιούνται μόνο εφόσον **ο ρευματοφόρος**



**αγωγός βρίσκεται στο σημείο Γ** και κάθετα στο επίπεδο του τετραγώνου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

**β.** Γνωρίζουμε ότι η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο του πεδίου σχεδιάζεται σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τον κανόνα αυτό, βρίσκουμε ότι το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό **έχει κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.**

**γ.** Για το ρεύμα  $I$  που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό ισχύει:

$$B_{\Delta} = k_{\mu} \frac{2I}{\alpha} \Rightarrow I = \frac{B_{\Delta} \cdot \alpha}{2k_{\mu}} = \frac{4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1}{2 \cdot 10^{-7}} \text{ A} \Rightarrow I = 20 \text{ A}$$

**δ.** Η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα σημεία A και B φαίνονται στο διπλανό σχήμα σχεδιασμένες σύμφωνα με τους κανόνες που αναφέραμε στο α και β ερώτημα. Για τα μέτρα τους ισχύει:

$$\bullet B_B = k_{\mu} \frac{2I}{\alpha} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\bullet B_A = k_{\mu} \frac{2I}{d} = 10^{-7} \cdot \frac{2 \cdot 20}{0,1\sqrt{2}} \text{ T} \Rightarrow B_A = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

όπου  $d$  η απόσταση από το σημείο A (η διαγώνιος στο τετράγωνο) και η οποία προκύπτει από το πυθαγόρειο θεώρημα:

$$d^2 = \alpha^2 + \alpha^2 \Rightarrow d = \alpha\sqrt{2}$$

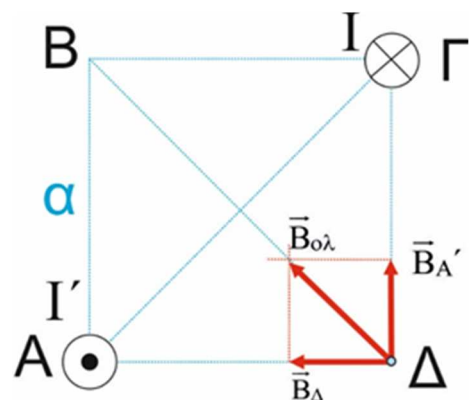
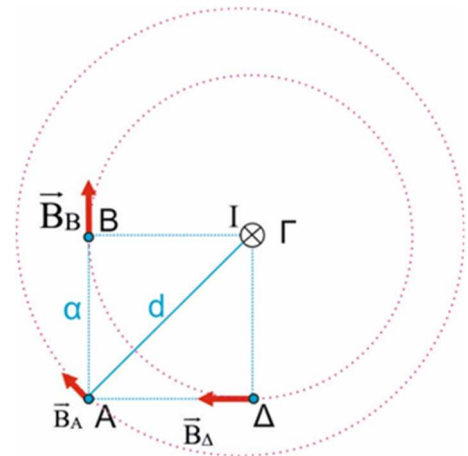
**ε.** Προκειμένου η συνολική ένταση  $B_{ολ}$  του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Δ να βρίσκεται πάνω στη διαγώνιο ΒΔ με φορά από το Δ προς το Β, θα πρέπει η κατεύθυνση της έντασης  $B_A'$  του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στον ρευματοφόρο αγωγό που τοποθετείται στο σημείο A να είναι αυτή που φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό να είναι από την σελίδα προς τον αναγνώστη.

Επιπλέον θα πρέπει και τα μέτρα των εντάσεων  $B_{\Delta}$  και  $B_A'$  να είναι ίδια. Επομένως:

$$B_{\Delta} = B_A' \Rightarrow k_{\mu} \frac{2I}{\alpha} = k_{\mu} \frac{2I'}{\alpha} \Rightarrow I' = I = 20 \text{ A}$$

**στ.** Το μέτρο της έντασης  $B_{ολ}$  του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο σημείο B θα είναι:



$$B_{ολ} = \sqrt{B_{\Delta}^2 + B_{\Gamma}^2} \Rightarrow B_{ολ} = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

ζ. Η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου που οφείλεται στους δύο ρευματοφόρους αγωγούς φαίνονται στο διπλανό σχήμα σχεδιασμένες σύμφωνα με τους κανόνες που αναφέραμε στα προηγούμενα ερωτήματα. Για τα μέτρα τους ισχύει:

$$\bullet B_1 = k_{\mu} \frac{2I}{d'} = 10^{-7} \cdot \frac{2 \cdot 20}{0,05\sqrt{2}} \text{ T} \Rightarrow B_1 = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

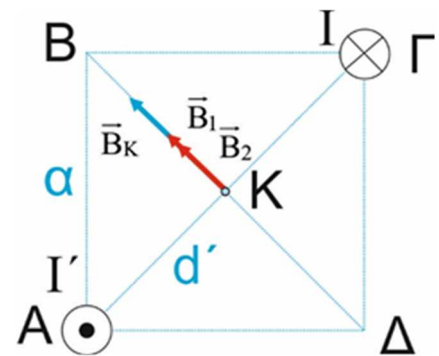
$$\bullet B_2 = k_{\mu} \frac{2I'}{d'} = 10^{-7} \cdot \frac{2 \cdot 20}{0,05\sqrt{2}} \text{ T} \Rightarrow B_2 = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

όπου  $d'$  η απόσταση από το σημείο A μέχρι το κέντρο του τετραγώνου και η οποία προκύπτει από το

$$\text{πυθαγόρειο θεώρημα } d'^2 + d'^2 = \alpha^2 \Rightarrow d' = \frac{\alpha\sqrt{2}}{2} = 0,05\sqrt{2} \text{ m}$$

Άρα το μέτρο της έντασης  $B_K$  του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου θα είναι:

$$B_K = B_1 + B_2 \Rightarrow B_K = 8\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{ T}$$



### Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

**Νεκτάριος Πρωτοπαπάς**