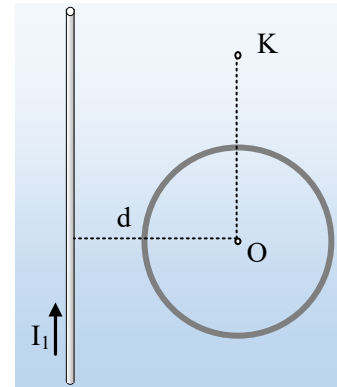


Το μαγνητικό πεδίο εντός και εκτός

Στο σχήμα (σε κάτοψη), σε ένα οριζόντιο επίπεδο βρίσκονται ένας ευθύγραμμος αγωγός, μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1=10\text{ A}$ και ένας οριζόντιος κυκλικός αγωγός κέντρου O και ακτίνας $r=(\pi/20)\text{m}$, ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I_2 .

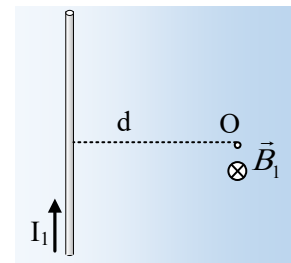


- i) Η βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στο κέντρο O του κυκλικού αγωγού, που οφείλεται στον ευθύγραμμο αγωγό, αν η απόσταση του O από τον αγωγό είναι $d=0,2\text{m}$.
- ii) Αν η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου, που οφείλεται και στους δύο αγωγούς, στο σημείο O , έχει μέτρο $B_o=3\cdot 10^{-5}\text{T}$, είναι κάθετη στη σελίδα και έχει φορά προς τα μέσα, να βρείτε την φορά του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό και στη συνέχεια να υπολογιστεί η ένταση I_2 .
- iii) Αν η OK είναι παράλληλη στον ευθύγραμμο αγωγό, τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο K :
- A) Είναι κατακόρυφη ή όχι;
- B) Μπορεί να έχει μέτρο:
- α) $B_K=0$, β) $B_K=1\cdot 10^{-5}\text{T}$, γ) $B_K=2\cdot 10^{-5}\text{T}$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

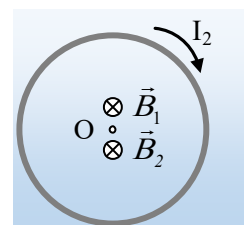
Απάντηση:

- i) Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού είναι ομόκεντροι κύκλοι, σε επίπεδο κάθετο στον αγωγό, με κέντρο τον αγωγό, οπότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο O , είναι εφαπτόμενη σε μια τέτοια δυναμική γραμμή, όπου στο O γίνεται κατακόρυφη. Έτσι η ένταση έχει την κατεύθυνση του σχήματος και μέτρο:



$$B_1 = k_\mu \frac{2I_1}{d} = 10^{-7} \frac{2 \cdot 10}{0,2} T = 1 \cdot 10^{-5} T$$

- ii) Και ο κυκλικός αγωγός στο κέντρο του O δημιουργεί μαγνητικό πεδίο με ένταση κάθετη στο επίπεδο. Αφού η συνολική ένταση έχει ίδια κατεύθυνση με την B_1 και μεγαλύτερο μέτρο, σημαίνει ότι και η ένταση B_2 εξαιτίας του κυκλικού αγωγού, έχει επίσης κατεύθυνση προς τα κάτω. Για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει ο αγωγός να διαρρέεται από ρεύμα, με φορά όπως στο σχήμα. Αλλά τότε για την ένταση στο O θα ισχύει:



$$B_o = B_1 + B_2 \rightarrow$$

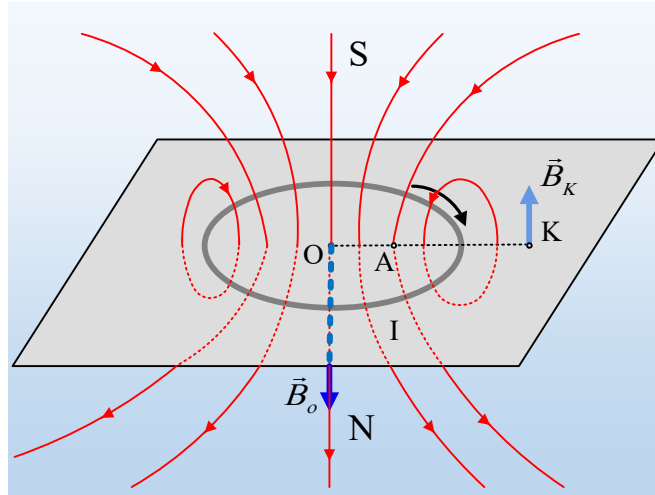
$$B_2 = B_o - B_1 = 3 \cdot 10^{-5} T - 1 \cdot 10^{-5} T = 2 \cdot 10^{-5} T.$$

Όμως για την ένταση στο κέντρο του κυκλικού αγωγού ισχύει:

$$B_2 = k_\mu \frac{2\pi I_2}{r} \rightarrow$$

$$I_2 = \frac{B_2 r}{2\pi k_\mu} = \frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot \pi / 20}{2\pi \cdot 10^{-7}} A = 5 A$$

iii) Στο παρακάτω σχήμα έχει σχεδιαστεί το μαγνητικό πεδίο του οριζώντιου κυκλικού αγωγού, παρόμοιο με το μαγνητικό πεδίο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη με δυο πόλους.



Μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι οι δυναμικές γραμμές «κόβουν» κάθετα το οριζόντιο επίπεδο σε όλα τα σημεία του οριζοντίου επιπέδου. Έτσι στο κέντρο O η ένταση B_0 είναι κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω, όπως και σε όλα τα εσωτερικά σημεία του κύκλου, ενώ αντίθετα στα σημεία εκτός του κύκλου (και στο K) η ένταση είναι κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω. Με βάση αυτά:

- A) Η ένταση στο K εξαιτίας του ευθύγραμμου αγωγού είναι κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω, ίση με την B_1 στο O, ενώ η ένταση εξαιτίας του κυκλικού αγωγού είναι επίσης κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω. Η σύνθεσή τους θα δώσει κατακόρυφης διεύθυνσης ένταση.
- B) Προηγούμενα υπολογίσαμε ότι στο κέντρο O, εξαιτίας του κυκλικού αγωγού έχουμε ένταση με μέτρο $B_{o,2}=2 \cdot 10^{-5} T$. Το μαγνητικό πεδίο στο εξωτερικό του κυκλικού αγωγού είναι πιο ασθενές, οπότε η ένταση στο K, με φορά προς τα πάνω θα έχει μέτρο μικρότερο από $2 \cdot 10^{-5} T$. Αλλά τότε για να βρούμε την ένταση του συνολικού πεδίου στο K, θα πρέπει να αφαιρέσουμε τις δύο εντάσεις. Η διαφορά που θα προκύψει ($|B_1 - B_{κκ}|$) προφανώς δεν μπορεί να μας δώσει αποτέλεσμα ούτε το β), ούτε το γ). Το μόνο δυνατόν αποτέλεσμα (από τα ενδεχόμενα που μας έχουν δοθεί), είναι οι δύο εντάσεις να είναι αντίθετες, οπότε $B_K=0$.

dmargaris@gmail.com