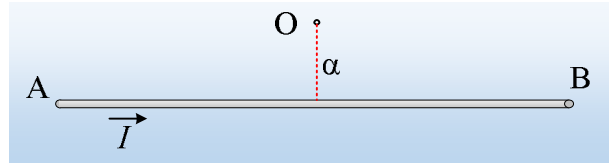


Περί αγωγού απείρου μήκους και άλλα τινά...

1) Έστω ότι διαθέτουμε έναν αγωγό AB, απείρου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=2A$ και ένα σημείο O, το οποίο απέχει απόσταση $\alpha=0,2m$ από τον αγωγό (το σχήμα δεν είναι σε κλίμακα..).

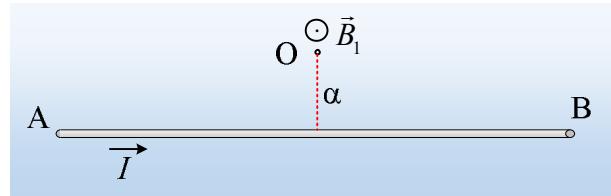


- Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O;
- Πόσο θα ήταν το μέτρο της έντασης του πεδίου στο σημείο O, αν ο αγωγός είχε μήκος $l_1=2m$ ενώ το O βρίσκεται πάνω στην μεσοκάθετο του AB;
- Ποια η αντίστοιχη απάντηση αν ο ρευματοφόρος αγωγός είχε μήκος $l_2=0,4m$;

Απάντηση:

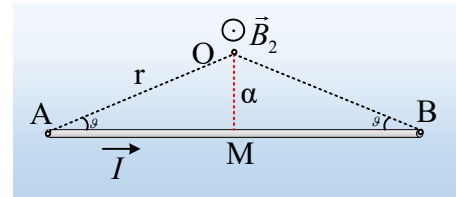
i) Το μαγνητικό πεδίο στο O έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του σχήματος με φορά προς τα έξω και μέτρο:

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{\alpha} = 10^{-7} \frac{2 \cdot 2}{0,2} T = 2 \times 10^{-6} T$$



ii) Αν ο αγωγός AB δεν έχει άπειρο μήκος αλλά έχει μήκος 2m, τότε για την απόσταση (AO) θα είχαμε από Π.Θ.:

$$r = \sqrt{(AM)^2 + (MO)^2} = \sqrt{1^2 + 0,2^2} m = \sqrt{1,04} m = 1,02 m$$



Οπότε θα είχαμε και:

$$\sigma \nu \nu \theta = \frac{(AM)}{r} = \frac{1}{1,02} = 0,98$$

Αλλά τότε το μέτρο της έντασης B_2 του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O, θα είναι ίσο:

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{\alpha} (\sigma \nu \nu \theta - \sigma \nu \nu (\pi - \theta)) = 10^{-7} \frac{2}{0,2} (0,98 + 0,98) T = 1,96 \times 10^{-6} T$$

Σχόλιο 1^ο :

Τι ακριβώς βρήκαμε;

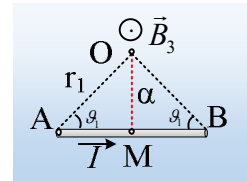
Αν ο αγωγός ήταν **απείρου** μήκους θα δημιουργούσε στο σημείο O ένταση $2 \times 10^{-6} T$, ενώ αν το μήκος γίνει 2m η ένταση γίνεται $1,96 \times 10^{-6} T$ ή αν προτιμάτε έχουμε 2% μείωση της έντασης στην 2^η περίπτωση. Μήπως θα μπορούσαμε λοιπόν έναν αγωγό με μήκος 2m, δεκαπλάσιο της απόστασης α , να τον αντιμετωπίσουμε ως αγωγό «απείρου μήκους»; Η αλήθεια είναι ότι στην πράξη δεν υπάρχουν αγωγοί

«απείρου» μήκους αλλά αγωγοί πεπερασμένου μήκους, που όμως αν μας ενδιαφέρουν σημεία «κοντά» στο μέσον τους, μπορούμε να τους θεωρούμε άπειρου μήκους.

Σκεφτείτε ένα μερμήγκι σε απόσταση 5cm από το μέσον ενός ευθύγραμμου σύρματος, μήκους 50cm. Κοιτάζει δεξιά, κοιτάζει αριστερά και βλέπει έναν πολύ μακρύ αγωγό! Ένας αγωγός απείρου μήκους, αναφωνεί...

iii) Αν τώρα ο αγωγός AB έχει μήκος 0,4m, για τις γωνίες θ_1 που έχουν σημειωθεί στο σχήμα δίπλα, θα έχουμε $\theta_1=45^\circ$:

Αλλά τότε το μέτρο της έντασης B_3 του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O, θα είναι ίσο:

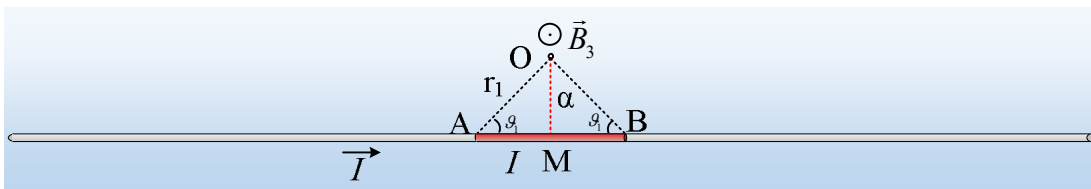


$$B_3 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{\alpha} (\sin\theta_1 - \sin(\pi - \theta_1)) = 10^{-7} \frac{2}{0,2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) I = 1,41 \times 10^{-6} T$$

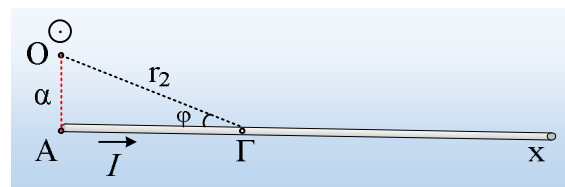
Σχόλιο 2^ο :

Τι ακριβώς βρήκαμε τώρα; Αν ο αγωγός ήταν **απείρου** μήκους θα δημιουργούσε στο σημείο O ένταση $2 \times 10^{-6} T$, ενώ αν το μήκος γίνει 0,4m, ίση με το διπλάσιο της απόστασης α , η ένταση γίνεται $1,41 \times 10^{-6} T$.

Δηλαδή το μαγνητικό πεδίο στο σημείο O, που δημιουργείται από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, κατά 70% οφείλεται σε μια περιοχή του αγωγού, πολύ κοντά στο σημείο O. Οι περιοχές οι μακρινές από το O, συνεισφέρουν πολύ λίγο στο μαγνητικό πεδίο στο O.



2) Και αν πάμε τώρα σε αγωγό με άκρο το σημείο A, μια ημιευθεία Ax, όπου ξανά το σημείο O απέχει κατά α , από τον ημιαγωγό, με τα ίδια όπως παραπάνω δεδομένα:



- Να βρεθεί το μέτρο της έντασης του πεδίου στο σημείο O.
- Να υπολογιστεί το μέτρο της έντασης που δημιουργεί στο O το τμήμα του αγωγού $(A\Gamma)=2\alpha=0,4m$.

Απάντηση:

- Η ένταση στο O, έχει τώρα το μισό μέτρο, από το αποτέλεσμα που βρήκαμε στον αγωγό απείρου μήκους. Μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε υπολογίζοντας το μέτρο της έντασης από την εξίσωση:

$$B_4 = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{\alpha} (\sigma\upsilon\nu\vartheta_1 - \sigma\upsilon\nu\vartheta_2)$$

Όπου για ημιευθεία $\theta_2 \rightarrow \pi$ και $\sigma\upsilon\nu\theta_2 = -1$, οπότε:

$$B_4 = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{\alpha} (\sigma\upsilon\nu\vartheta_1 - \sigma\upsilon\nu\vartheta_2) = 10^{-7} \frac{2}{0,2} (0+1)T = 1 \times 10^{-6} T$$

ii) Αν έρθουμε τώρα στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί στο σημείο O, το τμήμα ΑΓ, από Π.Θ. παίρνουμε:

$$r_2 = \sqrt{(ΑΓ)^2 + (ΑΟ)^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,2^2} m = 0,45m$$

Οπότε θα είχαμε και:

$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{(ΑΓ)}{r} = \frac{0,40}{0,45} = 0,89$$

Αλλά τότε το μέτρο της έντασης B_2 του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O, θα είναι ίσο:

$$B_{41} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{\alpha} \left(\sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{2} - \sigma\upsilon\nu(\pi - \varphi) \right) = 10^{-7} \frac{2}{0,2} (0 + 0,89)T = 0,89 \times 10^{-6} T$$

Σχόλιο 3^ο :

Τι ακριβώς υπολογίσαμε; Ψάχνοντας για το μαγνητικό πεδίο στο O, αυτό κατά 89%, οφείλεται σε ένα πολύ μικρό τμήμα του αγωγού, με το άπειρο μήκος! Ένα μήκος 0,4m (διπλάσιου της απόστασης α) είναι υπεύθυνο για το 89% του μαγνητικού πεδίου στο O, ενώ όλο το υπόλοιπο τμήμα του άπειρου σύρματος, συνεισφέρει μόνο κατά 11% στο μαγνητικό πεδίο στο O.

Τα υπόλοιπα σχόλια... δικά σας !

dmargaris@gmail.com