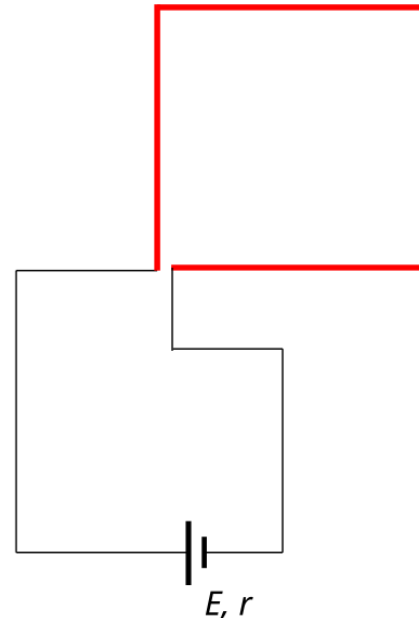


Η μαγνητική επαγωγή στο κέντρο του τετραγώνου

Διαθέτουμε ένα σύρμα μήκους $L = 4m$ και αντίστασης ανά μονάδα μήκους $R^* = 0,02 \Omega/cm$. Με το σύρμα αυτό κατασκευάζουμε ένα τετράγωνο το οποίο συνδέουμε στους πόλους μίας ηλεκτρικής πηγής, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 20V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2\Omega$. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου.

Τα καλώδια σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση. Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} Tm/A$.



Λύση

Η πλευρά του τετραγώνου που κατασκευάσαμε ισούται με $\ell = \frac{L}{4} = 1m$ και η συνολική αντίσταση του τετραγώνου είναι ίση με $R = LR^* = 4m \cdot 0,02 \cdot 100 \frac{\Omega}{m} = 8\Omega$.

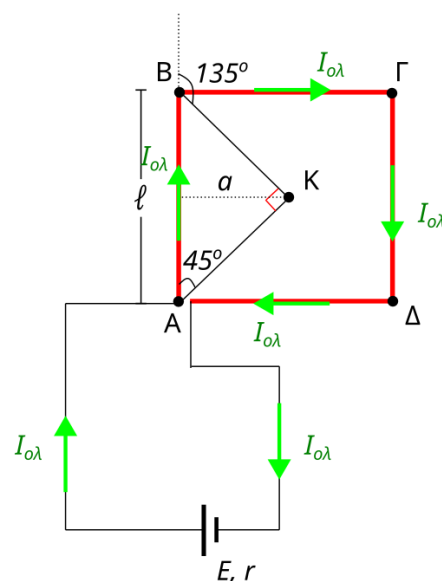
Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε πλευρά του τετραγώνου, σύμφωνα και με το νόμο του Ohm για το κλειστό κύκλωμα που κατασκευάσαμε, είναι ίση με:

$$I_{o\ell} = \frac{E}{R_{o\ell}} = \frac{E}{R + r} \Rightarrow I_{o\ell} = \frac{20}{8 + 2} A \Rightarrow I_{o\ell} = 2A$$

(οι πλευρές του τετραγώνου μπορούν να θεωρηθούν σε σειρά συνδεδεμένες με αντίσταση $\frac{R}{4}$ η κάθε μία)

Με βάση και το διπλανό σχήμα, θα υπολογίσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί στο κέντρο K του τετραγώνου η πλευρά AB. Συγκεκριμένα, καθώς το τρίγωνο AKB είναι ισοσκελές ορθογώνιο (οι διαγώνιοι του τετραγώνου τέμνονται κάθετα), ισχύει ότι

$$B_{K,AB} = \frac{\mu_0 I_{o\ell}}{4\pi a} (\sin 45^\circ - \sin 135^\circ) \quad (1)$$



Υλικό Φυσικής – Χημείας

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

όπου για το ύψος a του τριγώνου έχουμε ότι $a = \frac{\ell}{2} = 0,5m$. Επομένως

$$(1) \Rightarrow B_{K,AB} = 10^{-7} \cdot \frac{2}{0,5} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} - \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} \right) \right] T \Rightarrow B_{K,AB} = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-7} T$$

Το διάνυσμα της έντασης αυτής είναι κάθετο στο επίπεδο του τετραγώνου (επίπεδο της σελίδας), με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Λόγω συμμετρίας, και οι υπόλοιπες πλευρές του τετραγώνου δημιουργούν ίσες εντάσεις με την προηγούμενη στο κέντρο K του τετραγώνου. Ισχύει δηλαδή ότι

$$\vec{B}_{K,AB} = \vec{B}_{K,B\Gamma} = \vec{B}_{K,\Gamma\Delta} = \vec{B}_{K,\Delta A}$$

Οπότε,

$$\vec{B}_K = \vec{B}_{K,AB} + \vec{B}_{K,B\Gamma} + \vec{B}_{K,\Gamma\Delta} + \vec{B}_{K,\Delta A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_K = 4B_{K,AB} \Rightarrow \boxed{B_K = 16\sqrt{2} \cdot 10^{-7} T}$$

κάθετο στο επίπεδο του τετραγώνου (επίπεδο της σελίδας), με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Μίλτος Καδιτζόγλου

miltoskadiltzoglou@gmail.com