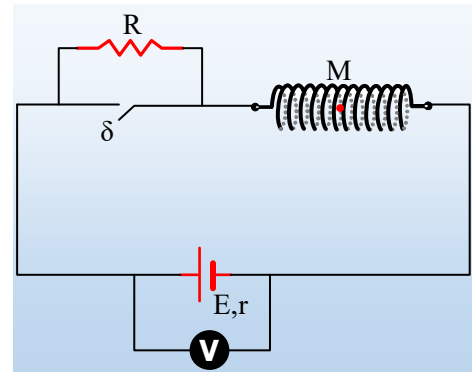


Το σωληνοειδές και ο διακόπτης

Στο διπλανό κύκλωμα, με το διακόπτη δ κλειστό το ιδανικό βολτόμετρο δείχνει ένδειξη $V_1=0,75E$, όπου E η ΗΕΔ της πηγής, ενώ στο σημείο M, στο μέσον του σωληνοειδούς, η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο B_1 .



Ανοίγουμε το διακόπτη και η ένδειξη του βολτομέτρου σταθεροποιείται στην τιμή $V_2=0,8 E$ ενώ στο σημείο M η ένταση του πεδίου γίνεται B_2 .

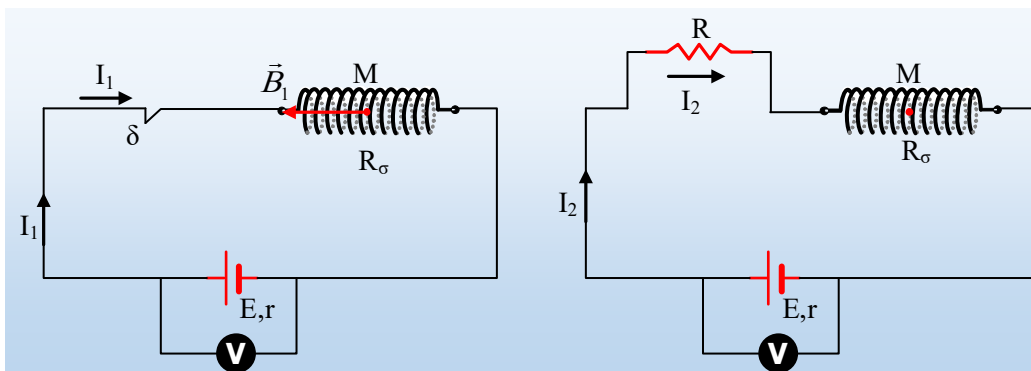
- i) Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου B_1 στο σημείο M.
- ii) Για τα μέτρα των δύο παραπάνω εντάσεων του μαγνητικού πεδίου στο σημείο M, ισχύει:

$$\alpha) \frac{B_1}{B_2} = \frac{4}{3}, \quad \beta) \frac{B_1}{B_2} = \frac{5}{4}, \quad \gamma) \frac{B_1}{B_2} = \frac{6}{5}, \quad \delta) \frac{B_1}{B_2} = \frac{7}{6}.$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις.

Απάντηση:

Με κλειστό διακόπτη έχουμε το αριστερό κύκλωμα (παρακάτω σχήμα*) και με ανοικτό το δεξιό, όπου ο αντιστάτης R συνδέεται σε σειρά με το σωληνοειδές πηνίο.



- i) Το σωληνοειδές, στο πρώτο κύκλωμα, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I_1 με φορά προς τα δεξιά και με την βοήθεια του κανόνα του δεξιού χεριού, βρίσκουμε ότι η ένταση στο M, B_1 έχει φορά προς τα αριστερά, όπως στο σχήμα. Αν προσέξουμε την περιέλιξη των σπειρών του πηνίου, θα δούμε ότι είναι αριστερόστροφη, οπότε με τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλίου, προκύπτει επίσης η φορά προς τα αριστερά της έντασης B_1 .
- ii) Στο πρώτο κύκλωμα ο νόμος του Ohm, με αντίσταση σωληνοειδούς R_σ , μας δίνει:

$$I_1 = \frac{E}{R_\sigma + r}$$

Ενώ για την πολική τάση, ίση με την ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου, έχουμε:

$$V_1 = E - I_1 r \rightarrow 0,75E = E - \frac{E}{R_\sigma + r} r \rightarrow \frac{r}{R_\sigma + r} = \frac{1}{4} \rightarrow$$

$$R_\sigma = 3r \quad (1)$$

Εξάλλου για την ένταση του μαγνητικού πεδίου B_1 , θα έχουμε:

$$B_1 = k_\mu 4\pi \frac{N}{l} I_1 = k_\mu 4\pi \frac{N}{l} \cdot \frac{E}{R_\sigma + r} = k_\mu 4\pi \frac{N}{l} \cdot \frac{E}{4r} \quad (2)$$

Ερχόμαστε στο δεύτερο κύκλωμα. Από τον νόμο του Ohm παίρνουμε:

$$I_2 = \frac{E}{R + R_\sigma + r} = \frac{E}{R + 4r}$$

Και με την βοήθεια της ένδειξης του βολτομέτρου:

$$V_2 = E - I_2 r \rightarrow 0,8E = E - \frac{E}{R + 4r} r \rightarrow \frac{r}{R + 4r} = \frac{1}{5} \rightarrow$$

$$R = r \quad (3)$$

Για την ένταση του μαγνητικού πεδίου B_2 , θα έχουμε:

$$B_2 = k_\mu 4\pi \frac{N}{l} I_2 = k_\mu 4\pi \frac{N}{l} \cdot \frac{E}{R + R_\sigma + r} = k_\mu 4\pi \frac{N}{l} \cdot \frac{E}{5r} \quad (4)$$

Με διαίρεση των (2) και (4) κατά μέλη, παίρνουμε:

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{k_\mu 4\pi \frac{N}{l} \cdot \frac{E}{4r}}{k_\mu 4\pi \frac{N}{l} \cdot \frac{E}{5r}} = \frac{5}{4}$$

Σωστό το β).

Σχόλιο

Παραπάνω στο πρώτο σχήμα, με κλειστό το διακόπτη, δόθηκε ισοδύναμο ότι υπάρχει απλά το σύρμα, ενώ «εξαφανίστηκε» ο αγωγός. Γιατί συμβαίνει αυτό; Ας δούμε τι συμβαίνει σε ένα τμήμα κυκλώματος AB, όταν κλείσουμε το διακόπτη. Η κατάσταση είναι ίδια με το να αντικαταστήσουμε τον διακόπτη με μια ισοδύναμη αντίσταση $R_1 \rightarrow 0$, όπως στο 2^ο σχήμα. Αλλά τότε η ισοδύναμη αντίσταση μεταξύ AB είναι:

$$R_{AB} = \frac{RR_1}{R + R_1} = \frac{R \cdot 0}{R + 0} = 0$$

Πράγμα που σημαίνει ότι το κλείσιμο του διακόπτη η αντίσταση R **βραχυκυκλώνεται**, οπότε μηδενίζεται η αντίσταση μεταξύ A και B.

