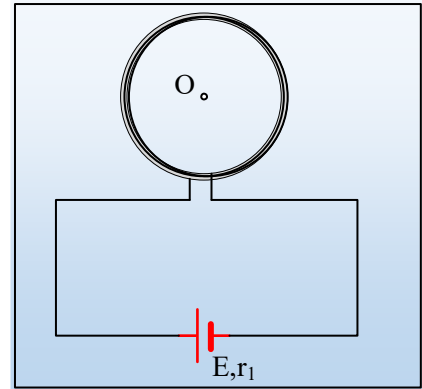


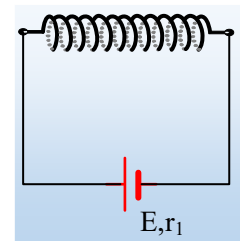
## Φτιάχνοντας ένα κυκλικό και ένα σωληνοειδές πηνίο.

Διαθέτουμε μια κουλούρα από ένα ομογενές και ισοπαχές σύρμα μήκους 100m. Όταν συνδέσουμε στα άκρα του μια πηγή με ΗΕΔ  $E=10V$  και εσωτερική αντίσταση  $r_1=2\Omega$ , το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_0=1 A$ . Κόβουμε το σύρμα σε δύο τμήματα. Με το πρώτο, μήκους  $\ell_1=25m$ , κατασκευάζουμε ένα κυκλικό πηνίο (ένα πηνίο με σπείρες ομόκεντρους κύκλους, σε ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους) με ακτίνα  $r=25cm$ , το οποίο τροφοδοτούμε από την ίδια πηγή, δημιουργώντας το κύκλωμα του σχήματος.



- i) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- ii) Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο  $O$  του κυκλικού αγωγού (πηνίου).
- iii) Με το υπόλοιπο σύρμα κατασκευάζουμε ένα σωληνοειδές πηνίο με μήκος  $L=0,5m$ , όπου κάθε σπείρα έχει ακτίνα  $r'=10cm$ , το οποίο τροφοδοτούμε επίσης από την ίδια πηγή, όπως στο δεύτερο σχήμα. Να βρεθούν:

- a) η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσον  $M$  του σωληνοειδούς,
- β) Η μαγνητική ροή που διέρχεται από μια σπείρα στο μέσον του και
- γ) Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει το πηνίο.

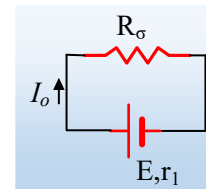


Δίνεται  $k_m=10^{-7}N/A^2$ .

### Απάντηση:

Συνδέοντας το σύρμα στους πόλους της πηγής, παίρνουμε το διπλανό σχήμα, όπου  $R_\sigma$  η αντίσταση του σύρματος. Από τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα παίρνουμε:

$$I_0 = \frac{E}{R_\sigma + r_1} \rightarrow R_\sigma = \frac{E}{I_0} - r_1 = \frac{10V}{1A} - 2\Omega = 8\Omega$$

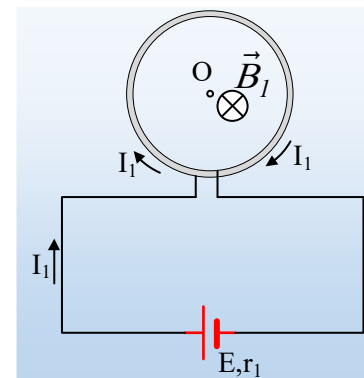


- i) Κάθε σπείρα του κυκλικού πηνίου χρησιμοποιεί σύρμα μήκους  $d_1=2\pi r$ , αλλά τότε με σύρμα μήκους  $\ell_1$  θα κατασκευάσουμε  $N_1$  σπείρες, όπου:

$$N_1 = \frac{\ell_1}{2\pi r} \quad (1)$$

Η αντίσταση  $R_\sigma$  του σύρματος συνδέεται με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του με την εξίσωση  $R_\sigma = \rho \frac{\ell}{S}$ , ενώ όμοια για το τμήμα μήκους  $\ell_1$

θα ισχύει  $R_1 = \rho \frac{\ell_1}{S}$ . Με διαίρεση κατά μέλη παίρνουμε:



$$\frac{R_1}{R_\sigma} = \frac{\ell_1}{\ell} \rightarrow R_1 = R_\sigma \frac{\ell_1}{\ell} = 8\Omega \frac{25m}{100m} = 2\Omega \quad (2)$$

Έτσι με εφαρμογή ξανά του νόμου του Ohm για κλειστό κύκλωμα παίρνουμε:

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + r_1} = \frac{10V}{(2+2)\Omega} = 2,5A$$

Αλλά τότε στο κέντρο του κυκλικού πηνίου έχουμε δημιουργία μαγνητικού πεδίου με ένταση κάθετη στο επίπεδο, όπως στο σχήμα, με μέτρο:

$$B_1 = k_\mu \frac{2\pi I_1}{r} N_1 = k_\mu \frac{2\pi I_1}{r} \frac{\ell_1}{2\pi r} = k_\mu \frac{I_1}{r^2} \ell_1 \rightarrow$$

$$B_1 = k_\mu \frac{I_1}{r^2} \ell_1 = 10^{-7} \frac{2,5}{0,25^2} \cdot 25T = 10^{-4} T$$

ii) Από την σχέση (1) βρίσκουμε ότι το σωληνοειδές που θα κατασκευάσουμε θα έχει αριθμό σπειρών, όπου  $\ell_2 = \ell - \ell_1 = 100m - 25m = 75m$  :

$$N_2 = \frac{\ell_2}{2\pi r'}$$

ενώ θα έχει αντίσταση  $R_2 = R_\sigma - R_1 = 8\Omega - 2\Omega = 6\Omega$ . Οπότε το κύκλωμα θα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης:

$$I_2 = \frac{E}{R_2 + r_1} = \frac{10V}{(6+2)\Omega} = 1,25A$$

α) Αποτέλεσμα του παραπάνω ρεύματος είναι, στο εσωτερικό του σωληνοειδούς να εμφανίζεται μαγνητικό πεδίο, όπου στο μέσον του Μ η ένταση του μαγνητικού πεδίου θα έχει κατεύθυνση προς τα δεξιά, όπως στο σχήμα, με μέτρο:

$$B_2 = k_\mu 4\pi I_2 \frac{N_2}{L} = k_\mu 4\pi I_2 \frac{\ell_2}{2\pi r' L} = 2k_\mu \frac{I_2 \ell_2}{r' L} \rightarrow$$

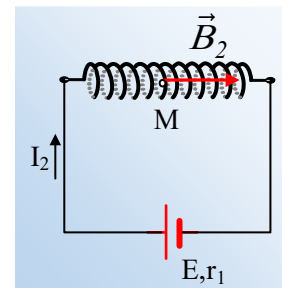
$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1,25 \cdot 75}{0,1 \cdot 0,5} T = 3,75 \cdot 10^{-4} T$$

β) Η μαγνητική ροή που περνά από μια σπείρα του σωληνοειδούς σε μια περιοχή γύρω από το Μ, παίρνοντας την κάθετη στην επιφάνειά της να είναι προς τα δεξιά και θεωρώντας ομογενές το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του σωληνοειδούς, θα είναι ίση:

$$\Phi = B_2 \cdot A \cdot \sigma \nu \theta^\circ = B_2 \cdot \pi r'^2 = 3,75 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 Wb \approx 1,18 \cdot 10^{-5} Wb$$

γ) Η ηλεκτρική ισχύς που μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση του σύρματος είναι ίση:

$$P = I_2^2 R_2 = 1,25^2 \cdot 6W \approx 9,4W$$



Επιμέλεια:

*Διονύσης Μάργαρης*