

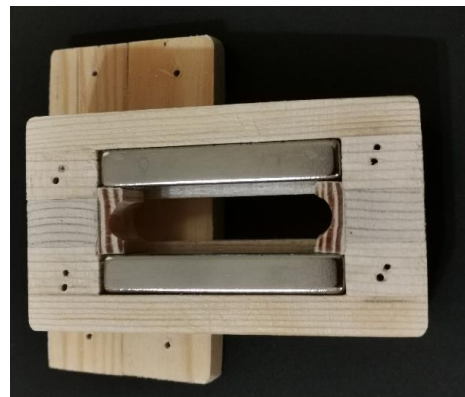
Δύναμη Laplace

Με τις δύο αυτές εργαστηριακές ασκήσεις θα επιβεβαιώσουμε πως το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό είναι ανάλογο:

1. της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει.
2. του μήκους του.

Θα χρειαστούμε:

- Διάφορους αγωγούς σχήματος ανεστραμμένου «Π».
- Τροφοδοτικό χαμηλής τάσης.
- Ένα ωμικό αντιστάτη ισχύος με χαρακτηριστικά: $2,2 \Omega / 15 \text{ W}$ (ή συνδυασμό αντιστάσεων αντίστοιχης συνολικής αντίστασης).
- Διάταξη παραγωγής “ομογενούς” μαγνητικού πεδίου.
- Ηλεκτρονική ζυγαριά ακρίβειας $0,01 \text{ g}$.
- Ηλεκτρονικό πολύμετρο σε λειτουργία αμπερομέτρου 20A .
- Μεταλλική βάση στήριξης και διάφορα καλώδια σύνδεσης.



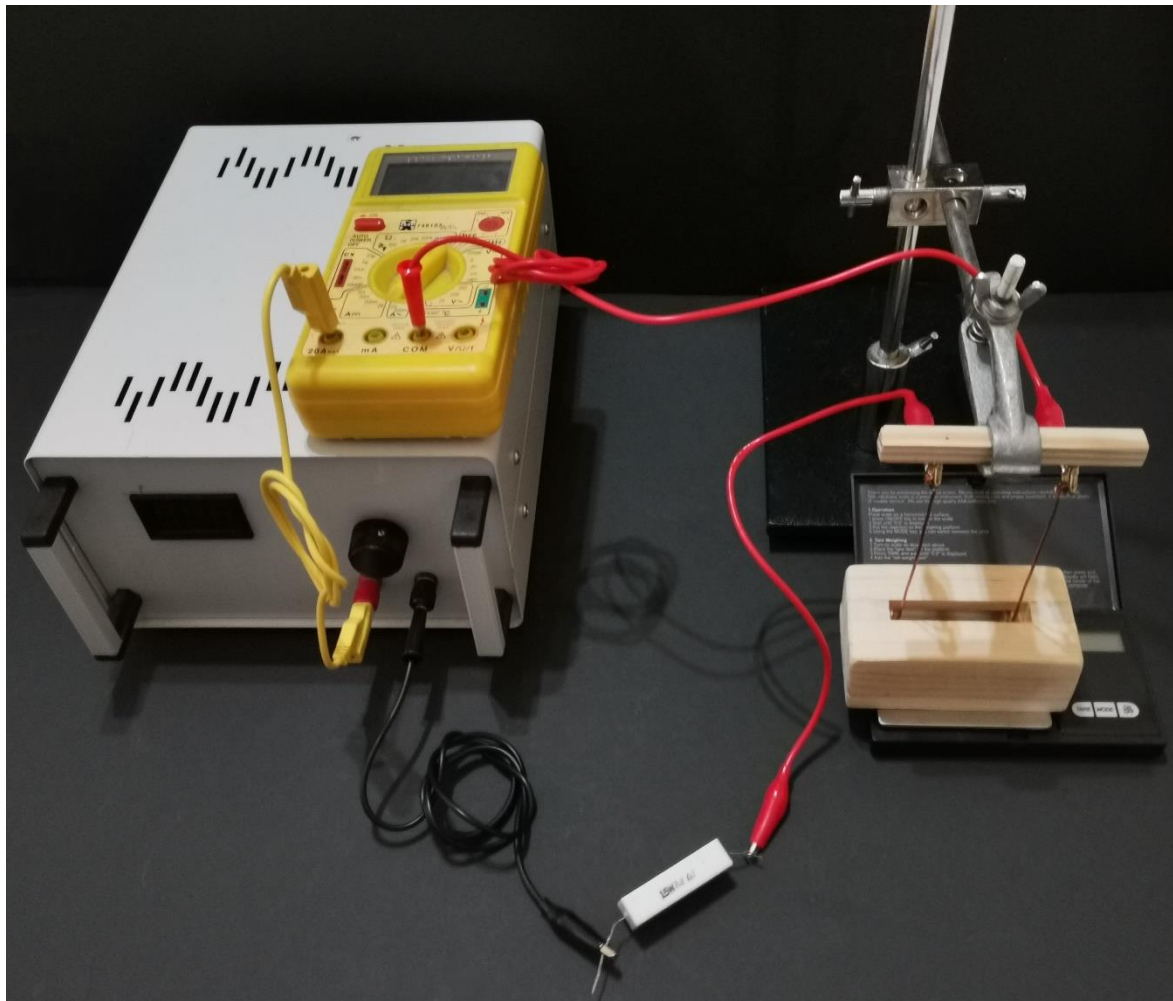
Εικόνα 1 : Η διάταξη παραγωγής “ομογενούς” μαγνητικού πεδίου (κάτω όψη).
Φαίνονται τα δύο «τούβλα» νεοδυμίου που διατηρούνται παράλληλα σε μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Η διάταξη παραγωγής “ομογενούς” μαγνητικού πεδίου (Εικόνα 1) αποτελείται από δύο όμοια μαγνητικά «τούβλα» νεοδυμίου διαστάσεων $6 \times 2 \times 1 \text{ (cm)}$, στερεωμένα σε κατάλληλη ξύλινη βάση και με τους αντίθετους μαγνητικούς τους πόλους να στρέφονται ο ένας απέναντι στον άλλο. Η διάταξη στο πάνω μέρος της έχει επίμηκες άνοιγμα που επιτρέπει την είσοδο διάφορων αγωγών μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειώσουμε πως το μαγνητικό πεδίο που παράγεται με τη διάταξη που περιγράψαμε δεν είναι στην πραγματικότητα ομογενές. Λόγω της ανομοιογένειας του πεδίου η πειραματική διαδικασία έχει τάση προς αυξημένα σφάλματα, ειδικά στην περίπτωση που διαφορετικοί αγωγοί εναλλάσσονται μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Στην πράξη διαπιστώθηκε πως αυτά τα σφάλματα μειώνονται σημαντικά και δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα την ακρίβεια της μεθόδου, αρκεί με κάποιο τρόπο να εξασφαλίζεται πως οι διάφοροι αγωγοί θα τοποθετούνται πάντα στην ίδια θέση ανάμεσα στους δύο μαγνήτες της διάταξης. Μια ακόμη αλλαγή που θα βοηθούσε θα ήταν να τοποθετηθούν οι δύο αντίθετοι μαγνητικοί πόλοι της διάταξης σε μικρότερη απόσταση μεταξύ τους.

Η πειραματική διάταξη απεικονίζεται στην Εικόνα 2: Ο ωμικός αντιστάτης, το αμπερόμετρο και ο αγωγός σχήματος ανεστραμμένου «Π» συνδέονται σε σειρά και το σύστημα τροφοδοτείται από το

τροφοδοτικό χαμηλής τάσης. Η διάταξη παραγωγής μαγνητικού πεδίου ισορροπεί πάνω στη ζυγαριά. Το οριζόντιο τμήμα του αγωγού βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο που παράγεται από τη διάταξη, και κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.



Εικόνα 2 : Η πειραματική διάταξη

Η ηλεκτρονική ζυγαριά δε μετράει τη δύναμη Laplace που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στο οριζόντιο τμήμα του αγωγού σχήματος ανεστραμμένου «Π», αλλά την -σύμφωνα με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα- ίσου μέτρου αντίδρασή της, που ασκείται στους δύο μαγνήτες. Αν η δύναμη Laplace στον αγωγό έχει φορά προς τα πάνω, τότε η αντίδρασή της θα έχει φορά προς τα κάτω, και η ένδειξη της ζυγαριάς θα μεγαλώνει. Αντίθετα η ένδειξη της ζυγαριάς θα μειώνεται, αν η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα κάτω.

Η σχέση μέτρου F_L – έντασης I του ρεύματος

Πειραματική διαδικασία

Στο πείραμα αυτό το οριζόντιο τμήμα ενός αγωγού μήκους $L = 5,1 \text{ cm}$ τοποθετείται μέσα στη διάταξη παραγωγής μαγνητικού πεδίου και τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα, του οποίου μπορούμε να μεταβάλλουμε την ένταση I .



<https://youtu.be/OyXhy3D1Mnk>



<https://youtu.be/OyXhy3D1Mnk>

Να μεταφέρετε στον επόμενο πίνακα τις μετρήσεις από το αντίστοιχο βίντεο-πείραμα:

Πίνακας : Πειραματικά δεδομένα

| α/α | I (A) | Ένδειξη ζυγαριάς (g) | F_L (N) |
|-----|---------|----------------------|-----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Εργασία

- α. Καθώς οι ενδείξεις της ζυγαριάς είναι σε γραμμάρια (g), να υπολογίσετε τις τιμές της δύναμης Laplace μετατρέποντας τις ενδείξεις αυτές σε Newton (N). Πως θα το κάνετε αυτό;

Σημειώστε τα αποτελέσματα στη σχετική στήλη του πίνακα με τα πειραματικά δεδομένα.

- β. Να σχεδιάσετε σε μιλιμετρέ χαρτί τη γραφική παράσταση $F_L = f(I)$.
- γ. Φανερώνει αυτή η γραφική παράσταση τη γραμμική εξάρτηση των πειραματικών σημείων (I, F_L) ; Διατυπώστε το συμπέρασμά σας για τη σχέση μεταξύ του μέτρου της δύναμης Laplace σε ρευματοφόρο αγωγό και της έντασης του ρεύματος που το διαρρέει.

- δ. Να σχεδιάσετε την ευθεία που καλύτερα προσεγγίζει τα πειραματικά δεδομένα (I, F_L) και

να υπολογίσετε την κλίση της.

- ε. Να υπολογίσετε τη μέση ένταση B του μαγνητικού πεδίου που παράγεται με τη διάταξη του πειράματος στην περιοχή του αγωγού:

$B = \dots\dots\dots T$

Γράψτε εδώ του υπολογισμούς που κάνατε.

Η σχέση μέτρου F_L – μήκους L του αγωγού

Πειραματική διαδικασία

Στο πείραμα αυτό τα οριζόντια τμήματα αγωγών διαφορετικού μήκους L τοποθετούνται διαδοχικά μέσα στη διάταξη παραγωγής μαγνητικού πεδίου και τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης $I = 1,5A$. Για να τοποθετούνται οι διάφοροι αγωγοί στην ίδια πάντα θέση σε σχέση με τους μαγνήτες (και συνεπώς να δέχονται κατά το δυνατό την επίδραση του ίδιου μαγνητικού πεδίου), στη βάση της διάταξης παραγωγής του μαγνητικού πεδίου και ανάμεσα στους μαγνήτες έχει στερεωθεί κατάλληλος ξύλινος οδηγός με λεπτή αυλάκωση κατά μήκος του, στην οποία πρέπει να τοποθετούνται τα οριζόντια τμήματα των αγωγών.



https://youtu.be/tj_XLf7IGJ4



https://youtu.be/tj_XLf7IGJ4

Να μεταφέρετε στον επόμενο πίνακα τις μετρήσεις από το αντίστοιχο βίντεο-πείραμα:

Πίνακας : Πειραματικά δεδομένα

| α/α | L (cm) | Ένδειξη ζυγαριάς (g) | F_L (N) |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Εργασία

- α. Καθώς οι ενδείξεις της ζυγαριάς είναι σε γραμμάρια (g), να υπολογίσετε τις τιμές της δύναμης Laplace μετατρέποντας τις ενδείξεις αυτές σε Newton (N). Πως θα το κάνετε αυτό;

Σημειώστε τα αποτελέσματα στη σχετική στήλη του πίνακα με τα πειραματικά δεδομένα.

- β. Να σχεδιάσετε σε μιλιμετρέ χαρτί τη γραφική παράσταση $F_L = f(L)$.
- γ. Φανερώνει αυτή η γραφική παράσταση τη γραμμική εξάρτηση των πειραματικών σημείων (L, F_L) ; Διατυπώστε το συμπέρασμά σας για τη σχέση μεταξύ του μέτρου της δύναμης Laplace σε ρευματοφόρο αγωγό και του μήκους του.



- δ. Να σχεδιάσετε την ευθεία που καλύτερα προσεγγίζει τα πειραματικά δεδομένα (L, F_L) και να υπολογίσετε την κλίση της.



- ε. Να υπολογίσετε τη μέση ένταση B του μαγνητικού πεδίου που παράγεται με τη διάταξη του πειράματος στην περιοχή του αγωγού:

$B = \dots\dots\dots T$

Γράψτε εδώ του υπολογισμούς που κάνατε.

