

ΔΥΝΑΜΗ LAPLACE

A. Στόχοι:

Ποιοτική εξέταση της επίδρασης διαφόρων παραγόντων, στη δύναμη (F) που δέχεται ρευματοφόρος αγωγός (κατά μέτρο και κατεύθυνση), όταν βρίσκεται τοποθετημένος κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

- a) Επίδραση έντασης ηλεκτρικού ρεύματος (I)
- b) Επίδραση μήκους αγωγού το οποίο βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο. (l)
- c) Επίδραση έντασης μαγνητικού πεδίου (B)

B. Απαραίτητα όργανα και υλικά:

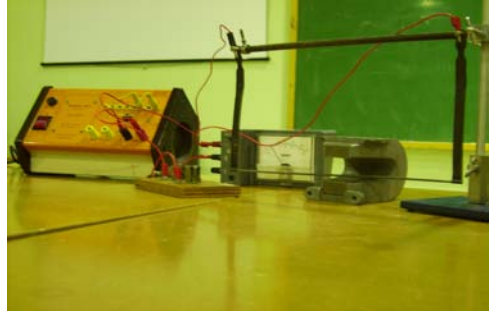
- Διάταξη ευθύγραμμου αγωγού
- Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
- Δυο ισχυροί μαγνήτες ίδιας ισχύος
- Ένας μαγνήτης μεγαλύτερης ισχύος από τους προηγούμενους
- Ένα αμπερόμετρο με το μηδέν στη μέση της κλίμακας
- Ένα διακόπτη
- Καλώδια σύνδεσης

Γ. Πειραματική διαδικασία:

a) (1) Πραγματοποιούμε τη διάταξη της εικόνας 1.

Συνδέουμε σε σειρά το τροφοδοτικό, τον ευθύγραμμο αγωγό, το αμπερόμετρο και τον διακόπτη.

Χρησιμοποιούμε τον **μαγνήτη μεγαλύτερης ισχύος** για να δημιουργήσουμε το μαγνητικό πεδίο μέσα στο οποίο βάζουμε τον ευθύγραμμο αγωγό. Ο μαγνήτης που διαθέτω είναι πιο στενός στις άκρες και αρκετά πιο πλατύς στο εσωτερικό του. Σε αυτή τη φάση τοποθετώ τον αγωγό στο πιο στενό τμήμα του μαγνήτη.



- i) Εφαρμόζουμε στα άκρα του ευθύγραμμου αγωγού τάση $V_1 = \text{---} V$.
- ii) Κλείνουμε τον διακόπτη.
- iii) Καταγράφουμε την ένδειξη του αμπερόμετρου $I_1 = \text{---} A$.
Ο δείκτης κινείται προς τα _____ (δεξιά, αριστερά)
- iv) Παρατηρούμε ότι ο αγωγός κινείται προς τα _____
(αριστερά, δεξιά, μέσα, έξω)

Συμπεραίνουμε ότι όταν το ρεύμα έχει μια συγκεκριμένη φορά, που δηλώνεται από την κίνηση του δείκτη του αμπερόμετρου προς τα

_____, τότε ο αγωγός δέχεται δύναμη με κατεύθυνση προς τα

- (2) Στην συνέχεια αλλάζουμε την πολικότητα, άρα αλλάζει και η φορά του ρεύματος. (Όλα τα άλλα μεγέθη παραμένουν ίδια)
Παρατηρούμε ότι ο αγωγός δέχεται δύναμη με κατεύθυνση προς τα

Συγκρίνουμε τις παρατηρήσεις αυτής της φάσης με τις παρατηρήσεις της φάσης (1).

Συμπεραίνουμε ότι όταν το ρεύμα έχει _____ κατεύθυνση τότε αλλάζει και η _____ της δύναμης.

Ποια είναι η εκτίμησή σας για το μέτρο της δύναμης;

- (3) Διατηρούμε τη διάταξη όπως έχει και συνεχίζουμε ως εξής:

- i) Εφαρμόζουμε στα άκρα του ευθύγραμμου αγωγού τάση $V_2 = 2V_1$.
- ii) Καταγράφουμε την ένδειξη του αμπερόμετρου $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ A
Ο δείκτης κινείται προς τα _____ (δεξιά, αριστερά)
- iii) Παρατηρούμε ότι ο αγωγός κινείται προς τα _____
(αριστερά, δεξιά, μέσα, έξω)

Συγκρίνουμε τις παρατηρήσεις αυτής της φάσης με τις παρατηρήσεις της φάσης (2).

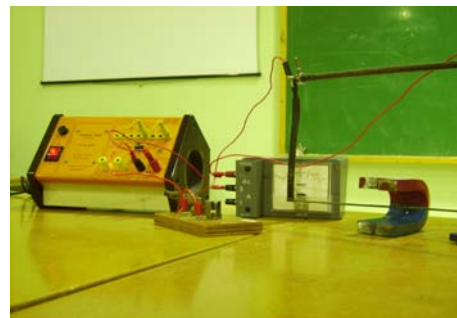
Συμπεραίνουμε ότι όταν το ρεύμα έχει την ίδια φορά (ίδια κατεύθυνση κίνησης του δείκτη στο αμπερόμετρο) αλλά τιμή $I_2 = \underline{\hspace{1cm}} I_1$ τότε ο αγωγός δέχεται δύναμη _____ (ίδιας, διαφορετικής) κατεύθυνσης και _____ (μεγαλύτερου, μικρότερου) μέτρου. [Το καταλαβαίνουμε από την ένταση του τινάγματος του αγωγού.]

b) Στη συνέχεια τοποθετούμε τον αγωγό στο εσωτερικό του μαγνήτη, όπου είναι πιο πλατύς και επομένως η έκταση του μαγνητικού πεδίου είναι πιο μεγάλη. Με αυτό τον τρόπο αυξάνουμε το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Παρατηρούμε ότι η δύναμη έχει την _____ κατεύθυνση με την περίπτωση a)(3) αλλά το μέτρο της εκτιμούμε ότι είναι _____

- c) (1) Αντικαθιστούμε τον ισχυρό μαγνήτη με τους δυο ασθενέστερους, δηλαδή ελαττώνουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (B).
Προσέχουμε το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο να είναι το ίδιο με αυτό που ήταν στην περίπτωση (a). Για το λόγο αυτό βάζουμε τους δυο μαγνήτες τον ένα δίπλα στον άλλο. (Εικόνα 2)

Ακόμα προσέχουμε να μην αλλάξει η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου σε σχέση με την περίπτωση (α). [Πρέπει να γνωρίζουμε δηλαδή την πολικότητα των μαγνητών]



- i) Εφαρμόζουμε στα άκρα του ευθύγραμμου αγωγού τάση V_1 [Την ίδια με την περίπτωση α) (1)]
- ii) Κλείνουμε τον διακόπτη
- iii) Καταγράφουμε την ένδειξη του αμπερόμετρου $I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ A
Ο δείκτης κινείται προς τα (δεξιά, αριστερά)
- iv) Παρατηρούμε ότι ο αγωγός κινείται προς τα
(αριστερά, δεξιά, μέσα, έξω)

Συγκρίνουμε τις παρατηρήσεις αυτής της φάσης με τις παρατηρήσεις της φάσης α) (1)

Συμπεραίνουμε ότι όταν ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε ασθενέστερο μαγνητικό πεδίο η δύναμη που δέχεται έχει (ίδια, διαφορετική) κατεύθυνση. Το μέτρο της δύναμης εκτιμούμε ότι είναι (μικρότερο, μεγαλύτερο).

(2) Αλλάζουμε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου

αναποδογυρίζοντας τους μαγνήτες. (όλα τα άλλα παραμένουν τα ίδια.)

Παρατηρούμε ότι ο αγωγός κινείται προς τα (δεξιά, αριστερά, μέσα, έξω)

Συγκρίνουμε με τις παρατηρήσεις της φάσης β) (1)

Συμπεραίνουμε ότι όταν αλλάξει η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου τότε η κατεύθυνση της δύναμης που δέχεται ο αγωγός είναι (ίδια, διαφορετική). Εκτιμούμε ότι το μέτρο της δύναμης είναι (ίδιο, διαφορετικό).

Σε κάθε περίπτωση πριν πραγματοποιήσουμε το επόμενο βήμα ανοίγουμε τον διακόπτη και περιμένουμε να ηρεμίσει ο αγωγός.

Είμαστε τώρα σε θέση να επιβεβαιώσουμε τον παρακάτω νόμο:

Το μέτρο της δύναμης Laplace εξαρτάται από την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό, από την ένταση του μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται ο αγωγός και από το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Η κατεύθυνσή της εξαρτάται από την φορά του ηλεκτρικού ρεύματος και τη φορά του μαγνητικού πεδίου.

Σημείωση: Αν θέλουμε να εξετάσουμε ποσοτικά την δύναμη Laplace πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μαγνητικό ζυγό. Το πείραμα περιγράφεται στον εργαστηριακό οδηγό Φυσική Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Β' Λυκείου.