



ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
«ΠΑΝΕΚΦΕ»

18^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα επιστημών – EUSO 2020
ΕΚΦΕ Λευκάδας - Τοπικός Διαγωνισμός

Λευκάδα 14-12-2019

ΦΥΣΙΚΗ

ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ:

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

1.

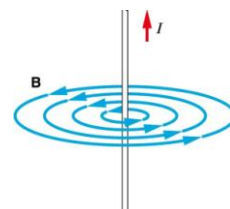
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ
ΜΑΘΗΤΩΝ: 2.

3.

Μέτρηση του μαγνητικού πεδίου της γης

Συνοπτική θεωρία

Το 1820 ο Oersted ανακάλυψε τη σχέση μεταξύ ηλεκτρισμού και μαγνητισμού. Ανακάλυψε συγκεκριμένα ότι η πηγή του μαγνητικού πεδίου είναι το ηλεκτρικό ρεύμα (κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο). Το διανυσματικό φυσικό μέγεθος το οποίο εκφράζει το πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο σε ένα σημείο του καθώς και την κατεύθυνσή του, ονομάζεται **ένταση του μαγνητικού πεδίου**¹, συμβολίζεται με \vec{B} και η μονάδα μέτρησης στο SI είναι το 1 Tesla. Η διεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο του, είναι η εκείνη που ορίζει μια μαγνητική βελόνα που θα τοποθετηθεί στο σημείο αυτό, και η φορά του η φορά από το νότιο προς το βόρειο πόλο της μαγνητικής βελόνας. Ένας τρόπος για να αισθητοποιήσουμε το μαγνητικό πεδίο γύρω από ένα μαγνήτη ή ένα ρευματοφόρο αγωγό είναι με την χρήση των μαγνητικών δυναμικών γραμμών. Σε κάθε σημείο των δυναμικών γραμμών η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι εφαπτόμενη σ' αυτές, σε αναλογία με τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτροστατικού πεδίου. Η μορφή του μαγνητικού πεδίου που παράγεται από ένα αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα εξαρτάται από το σχήμα του αγωγού. Στην απλούστερη περίπτωση όπου η πηγή του πεδίου είναι ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους, οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κύκλοι με κέντρο τα σημεία του αγωγού και με το επίπεδό τους κάθετο στον αγωγό όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου δίνεται από τη σχέση,

$$B_{αγ} = k_{\mu} \frac{2I}{r} \quad (1)$$

όπου:

I : η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

r : η απόσταση από τον αγωγό.

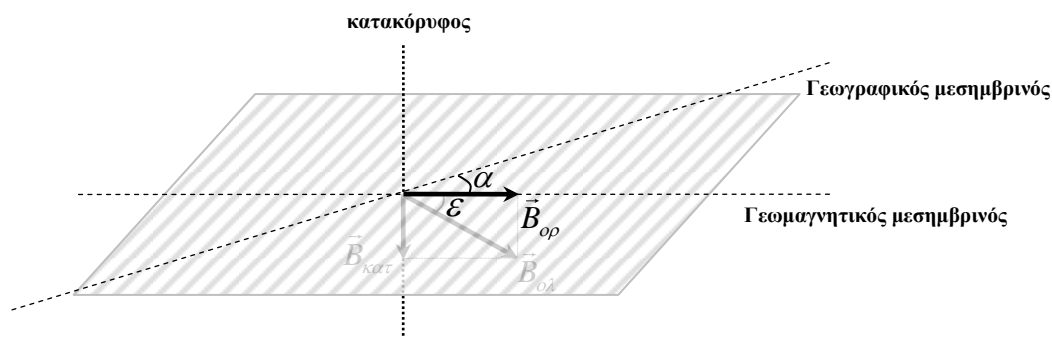
k_{μ} : η μαγνητική σταθερά με τιμή στο SI, $k_{\mu} = 10^{-7} \frac{N}{A^2}$

¹ Η ορθή ονομασία του μεγέθους είναι "**μαγνητική επαγωγή**" αλλά έχει επικρατήσει στα σχ. βιβλία να αναφέρεται ως ένταση μαγνητικού πεδίου.

Το μαγνητικό πεδίο της γης

Όπως είναι γνωστό η γη μοιάζει σαν ένας τεράστιος μαγνήτης. Οι μαγνητικοί πόλοι της γης (γεωμαγνητικοί πόλοι), βρίσκονται κοντά στους γεωγραφικούς πόλους, με τον νότιο μαγνητικό πόλο κοντά στον βόρειο γεωγραφικό πόλο και τον βόρειο μαγνητικό πόλο κοντά στον νότιο γεωγραφικό πόλο.

Σε κάθε σημείο του μαγνητικού πεδίου της γης το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου, σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο μια γωνία ε που ονομάζεται **μαγνητική έγκλιση**. Έτσι μπορεί να αναλυθεί σε μια οριζόντια και μια κατακόρυφη συνιστώσα. Στην οριζόντια συνιστώσα του μαγνητικού πεδίου οφείλεται ο προσανατολισμός μιας μαγνητικής βελόνας, (που μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από κατακόρυφο άξονα), στην διεύθυνση του γεωμαγνητικού μεσημβρινού. Η γωνία α που σχηματίζει η διεύθυνση του γεωμαγνητικού μεσημβρινού (διεύθυνση που ορίζει η μαγνητική βελόνα) με τη διεύθυνση του γεωγραφικού μεσημβρινού (διεύθυνση βορρά – νότου) ονομάζεται μαγνητική απόκλιση. Τα παραπάνω φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι ο υπολογισμός του μέτρου της οριζόντιας συνιστώσας της έντασης του γήινου μαγνητικού πεδίου στην περιοχή μας.

Εκτέλεση της άσκησης

Όργανα και υλικά που θα χρειαστείτε:

- Πυξίδα
- Τροφοδοτικό συνεχούς 0-20 Volt
- Πολύμετρο

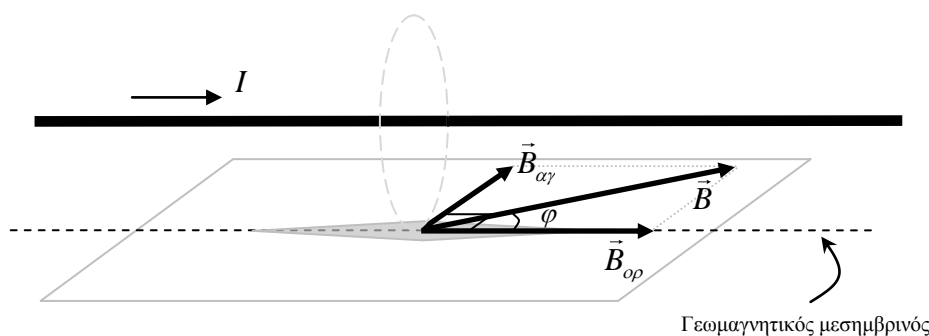
- Αντιστάτης $2\Omega - 50W$
- Ορθοστάτες με λαβίδες και μεταλλικούς συνδέσμους
- Αγωγοί σύνδεσης
- Ευθύγραμμος χάλκινος αγωγός μήκους περίπου 30 cm
- Ένα μικρό χαρτονένιο κουτί

Τοποθετήστε την πυξίδα πάνω στο χαρτονένιο κουτί και περιστρέψτε την ώστε ο βόρειος πόλος (κόκκινο άκρο) να συμπίπτει με την ένδειξη "N" της κλίμακας. Τοποθετώντας τους ορθοστάτες με τις λαβίδες εκατέρωθεν του κουτιού και στην διεύθυνση της μαγνητικής βελόνας, συνδέστε με καλώδια τον ευθύγραμμο χάλκينو αγωγό και τοποθετήστε τον παράλληλα με την μαγνητική βελόνα πάνω από αυτήν, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο και σε απόσταση 3-4 cm. Σε σειρά με τον αγωγό συνδέστε τον αντιστάτη και το πολύμετρο ως αμπερόμετρο συνεχούς στην κλίμακα των 20A. Τα άκρα της συνδεσμολογίας συνδέστε τα με το τροφοδοτικό στην έξοδο συνεχούς τάσης 0-20V.

Μην ανοίξετε το τροφοδοτικό

Καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή για έλεγχο.

Όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_{αγ}$ του οποίου η διεύθυνση στην περιοχή της μαγνητικής βελόνας είναι οριζόντια και κάθετη στην οριζόντια συνιστώσα, \vec{B}_{op} , της έντασης του βαρυτικού πεδίου της γης, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Έτσι η οριζόντια συνιστώσα της ολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου στην περιοχή της μαγνητικής βελόνας είναι το διανυσματικό άθροισμα της οριζόντιας συνιστώσας του γήινου μαγνητικού πεδίου και της έντασης του πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού. Επομένως η μαγνητική βελόνα θα αποκλίνει από την αρχική της διεύθυνση κατά γωνία φ για την οποία ισχύει,

$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{B_{\alpha\gamma}}{B_{\sigma\rho}}$$

ή λαμβάνοντας υπόψη την (1),

$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{2k_{\mu}}{rB_{\sigma\rho}} I$$

Παρατηρούμε ότι η εφφ είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό. Η γραφική παράσταση της εφφ σαν συνάρτηση της έντασης του ρεύματος θα είναι ευθεία με κλίση,

$$\lambda = \frac{2k_{\mu}}{rB_{\sigma\rho}} \quad (2)$$

Μετρήστε προσεκτικά την απόσταση του αγωγού από την μαγνητική βελόνα. Λάβετε υπόψη ότι η μαγνητική βελόνα βρίσκεται σε απόσταση 5mm από το πλαστικό κάλυμμα του πάνω μέρους της πυξίδας.

$$r = \dots\dots\dots m$$

Προσέχοντας να μην μετακινήσετε την πυξίδα ή το κουτί στο οποίο είναι τοποθετημένη, ανοίξτε το τροφοδοτικό. Ρυθμίστε την τάση εξόδου ώστε το κύκλωμα να διαρρέεται από ρεύμα έντασης 0,5A και σημειώστε στο αντίστοιχο κελί του πίνακα την γωνία περιστροφής της μαγνητικής βελόνας. Επαναλάβετε τη διαδικασία συμπληρώνοντας την τρίτη στήλη του πίνακα.

α/α	I(A)	φ (°)	εφφ
1	0,5		
2	1,0		
3	1,5		
4	2,0		
5	2,5		
6	3,0		
7	3,5		
8	4,0		
9	4,5		

Συμπληρώστε την τελευταία στήλη του πίνακα χρησιμοποιώντας επιστημονικό κομπιουτεράκι ή τους τριγωνομετρικούς πίνακες που βρίσκονται στον πάγκο εργασίας σας, στρογγυλοποιώντας στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

Στο μιλλιμετρικό χαρτί σχεδιάστε την γραφική παράσταση της εφφ σαν συνάρτηση της έντασης του ρεύματος και υπολογίστε την κλίση της.

.....

$$\lambda = \dots\dots\dots$$

Από την εξίσωση (2) υπολογίστε την οριζόντια συνιστώσα \vec{B}_{op} του μαγνητικού πεδίου της γης.

.....

$$B_{op} = \dots\dots\dots$$

Ερώτηση 1.

Αν δίνεται ότι η ακριβής τιμή της \vec{B}_{op} στην περιοχή μας είναι 27μΤ, υπολογίστε το % σφάλμα του υπολογισμού σας.

.....

$$\sigma(\%) = \dots\dots\dots$$

Αναφέρετε που οφείλεται κατά τη γνώμη σας το σφάλμα του υπολογισμού με την πειραματική μέθοδο που πραγματοποιήσατε.

Ερώτηση 2.

Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου στην περιοχή μας έχει μέτρο 46μΤ, υπολογίστε (σε μοίρες) την μαγνητική έγκλιση.

.....

.....
.....
.....

$$\varepsilon = \dots\dots\dots$$

Ερώτηση 3.

Σε πόσα σημεία του ισημερινού της γης η μαγνητική απόκλιση είναι μηδέν;
Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Καλή επιτυχία.

Φύλλο βαθμολογίας – ΦΥΣΙΚΗ

Σχολική μονάδα

Δραστηριότητες – υπολογισμοί- απαντήσεις	Σύνολο μονάδων	Βαθμολογία
Σωστή υλοποίηση του κυκλώματος	12	
Σωστή τοποθέτηση και ευθυγράμμιση του αγωγού με την μαγνητική βελόνα	10	
Σωστή συμπλήρωση του πίνακα	9	
Βέλτιστη βαθμονόμηση αξόνων	10	
Ορθή αποτύπωση των σημείων	9	
Σχεδιασμός της ευθείας. (γίνεται σύγκριση της σχεδιαζόμενης ευθείας με την ευθεία ελαχίστων τετραγώνων)	15	
Υπολογισμός κλίσης (και μονάδες μέτρησης)	10	
Υπολογισμός B_{op}	5	
Ερώτηση 1		
Υπολογισμός σφάλματος	5	
Αιτίες σφάλματος	5	
Ερώτηση 2	5	
Ερώτηση 3	5	
Σύνολο	100	