ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ

Χρήση του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου του MultiLog-DbLab στη μελέτη του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδών και πηνίων

Νικόλαος Ρούμελης, Αντώνιος Τρίμης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ρούμελης Ν., & Τρίμης Α. (2024). Χρήση του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου του MultiLog-DbLab στη μελέτη του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδών και πηνίων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 313–319. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6253

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΟΥ MultiLog–DbLab ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΠΗΝΙΩΝ

Ρούμελης Νικόλαος
ΠΕ04 Δρ. Χημείας
Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Μήλου
4ekfekyk@sch.gr

Τρίμης Αντώνιος
ΠΕ04 Φυσικός
Ενιαίο Λύκειο Μήλου
lykmilou@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή προτείνεται η χρήση του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου του MultiLog - DbLab (του Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης των εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών των Ενιαίων Λυκείων) στην πειραματική μελέτη, καταγραφή και οπτικοποίηση του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδών και πηνίων. Η μορφή και ο τύπος του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς εντάσσεται στην ύλη της Φυσικής Β' Λυκείου. Απουσιάζει από τα σχολικά βιβλία και τους αντίστοιχους εργαστηριακούς οδηγούς η πειραματική προσέγγιση του θέματος. Στο πρώτο πείραμα, με χρήση του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου καταγράφουμε την εικόνα του μαγνητικού πεδίου κατά μήκος του άξονα σωληνοειδούς μεγάλου μήκους, που τροφοδοτείται με σταθερό ρεύμα. Από τις τιμές επιβεβαιώνουμε τη μέγιστη έντασή B του πεδίου του σωληνοειδούς στο κέντρο και τη μισή ένταση στην άκρη του. Στο δεύτερο πείραμα μεταβάλλουμε, συναρτήσει του χρόνου, την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές (με μήκος 15 cm και αριθμό σπειρών 600), αλλάζοντας και τη φορά διέλευσης του, μεταξύ των τιμών $^{+}$- 300 mA.. Με τη χρήση του λογισμικού DBlab παρουσιάζουμε συσχετισμένο διάγραμμα B vs I απ΄ όπου επιβεβαιώνουμε τη γραμμική τους σχέση. Από την κλίση της ευθείας υπολογίζουμε τη μ_o και τη συγκρίνουμε με τη θεωρητική τιμή του. Τέλος επαναλαμβάνουμε το δεύτερο πείραμα σε τρία πηνία ίδιου μήκους L (6cm), αλλά με διαφορετικό αριθμό σπειρών N (300-600-1200, άρα διαφορετικό N/L). Από την κλίση των διαγραμμάτων B vs I, επιβεβαιώνουμε τη γραμμική σχέση της B συναρτήσει του λόγου N/L. Βάσει των παραπάνω, δίνεται ένα συνοπτικό φύλλο εργασίας με οδηγίες και κατάλληλες ερωτήσεις για εργαστηριακή άσκηση που μελετά το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς. Στο φύλλο θα ενσωματώνονται τα πειράματα με τα αντίστοιχα διαγράμματα και έτσι οι μαθητές θα οδηγούνται σε συμπεράσματα και τελικά στην επιβεβαίωση του τύπου του σωληνοειδούς.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Συγχρονική Λήψη και Απεικόνιση, MultiLog – DbLAb, Αισθητήρας Μαγνητικού Πεδίου, Αισθητήρας Ρεύματος, Ηλεκτρομαγνητισμός, Μαγνητικό Πεδίο, Σωληνοειδές, Πηνίο, Φυσική Β' Λυκείου*

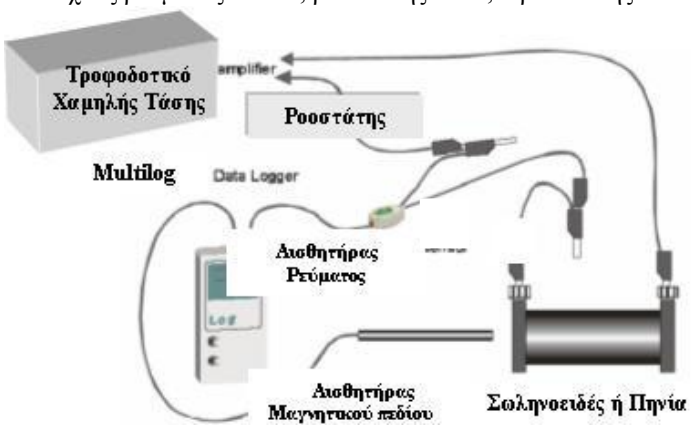
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των μαγνητικών πεδίων των σωληνοειδών μεγάλου μήκους και κατά προσέγγιση των πηνίων περιλαμβάνεται στη ύλη της Φυσικής Β' Λυκείου (Αλεξάκης κα. 2000, Ιωάννου κα.1999). Ο τύπος του σωληνοειδούς διδάσκεται χωρίς πειραματική επαλήθευση και απουσιάζουν από την ελληνική σχολική βιβλιογραφία πειράματα μελέτης, καταγραφής και οπτικοποίησης τέτοιων μαγνητικών πεδίων. Είναι δεδομένη η δυσκολία της μέτρησης έντασης μαγνητικού πεδίου, λόγω έλλειψης κλασικών οργάνων (εκτός από τα παλιά δύσχρηστα μαγνητόμετρα) και σε αυτό έρχονται να συμβάλλουν τα Συστήματα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης (ΣΣΛΑ) πχ. το MultiLog/DbLab. Τα ΣΣΛΑ συνδυάζουν ποικίλους αισθητήρες, καταγραφέα δεδομένων (Data Logger) και λογισμικό μεταφοράς, αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων (Db-Lab) και κάνουν εφικτή την σε πραγματικό χρόνο μέτρηση, καταγραφή της έντασης του μαγνητικού πεδίου και της έντασης του ρεύματος αλλά και τη γραμμική συσχέτισή τους. Εξάλλου το MultiLog/DbLab

συνδυάζει τα θετικά του κλασικού εργαστηρίου με τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών αξιοποιώντας την υποδομή των σχολικών εργαστηρίων. Χρησιμοποιείται αραιά στα σχολικά εργαστήρια, κυρίως σε πειράματα μηχανικής, τιτλοδότησης-ογκομέτρησης, αλλά και χημικής κινητικής, (Τουντουλίδης 2002, Καλογερόπουλος 2002, Ρούμελης 2003, Καλογερόπουλος Γράψας 2004), μεταξύ άλλων και λόγω έλλειψης προτεινόμενων - απλών, σύντομων, κατανοητών και φιλικών για τους μαθητές και καθηγητές - πειραματικών εφαρμογών (Βαμβακούσης, Μακρυωνίτης 2003).

ΟΡΓΑΝΑ – ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

- 1 Σωληνοειδές μήκους 15 cm, εσωτερικής διαμέτρου 6 cm και 590-600 σπειρών σε 4 επάλληλα στρώματα περίπου 150 σπειρών (ζυγός ρεύματος ΗΛ.305.0)
- 3 Πηνεία μήκους 6 cm: 300, 600 και 1200 σπειρών (ΗΛ.350.0, 351.0 και 352.0).
- Σύστημα MultiLog-DbLab με Αισθητήρες: Έντασης Μαγνητικού Πεδίου +-10mT (Magnet_L), Έντασης ρεύματος +-2,5A
- Τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος 0-20V, ροοστάτης 20Ω, ορθοστάτης



Σχήμα 1. *Πειραματική διάταξη*

Συνδέουμε το Multilog στον Η/Υ και τους αισθητήρες Έντασης ρεύματος και Μαγνητικού πεδίου στην είσοδο Ι/Ο 1 και 2 αντίστοιχα. Ακολουθούμε τη συνδεσμολογία του σχήματος 1. Το ροοστάτη το συνδέουμε σε σειρά με το τροφοδοτικό και το σωληνοειδές ή τα πηνία ώστε η ολική αντίσταση μας να είναι πάντα περίπου 20 Ω. Στηρίζουμε τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου σε ορθοστάτη ώστε να εισέρχεται στον άξονα του σωληνοειδές ή του πηνίου. Ο αισθητήρας μετρά την ένταση Β των δυναμικών γραμμών παράλληλων με αυτόν, στο μπροστινό μέρος του που φέρει μια κάθετη γραμμή. (www.fourier-sys.com/physics 2000)

ΡΥΘΜΙΣΗ MULTILOG - DBLAB

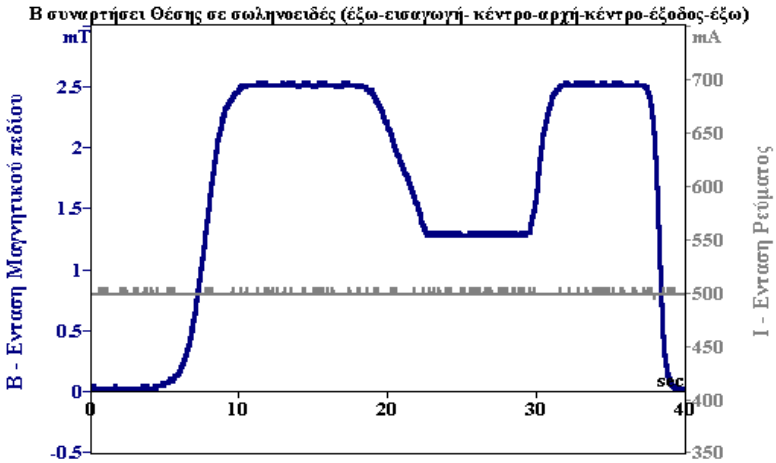
- Ανοίγουμε το MultiLog από τον Η/Υ με το λογισμικό Db-Lab. Επιλέγουμε Καταγραφέας → Πίνακα Ελέγχου:
- Είσοδος 1 -Αισθητήρας Έντασης Ρεύματος (+_2,5A), Είσοδος2- Αισθητήρας Μαγνητικού Πεδίου (Magnet_L χαμηλής ενίσχυσης +_10mT). Προσοχή μετρά την ένταση παράλληλα με τις δυναμικές μαγνητικές γραμμές γι' αυτό τοποθετείται κατά μήκος του άξονα των σωληνοειδών ή πηνίων
- Ρυθμός (Rate):50/sec.Σημεία(Samples):2000. Σκανδαλισμός (Trigger):Μη ενεργό

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Συνδέουμε τη διάταξη του σχήματος. Σε σειρά με το υπό εξέταση πηνίο ή σωληνοειδές συνδέουμε και τον ροοστάτη ώστε η ολική μας αντίσταση να είναι πάντα 20 Ω περίπου.
- Στο πρώτο πείραμα 1 με το σωληνοειδές, ρυθμίζουμε το τροφοδοτικό στα 10 V, ώστε η τιμή του ρεύματος να είναι σταθερή περίπου 500 mA. Αφού πατήσουμε τη Λήψη Δεδομένων (B και I) μετακινούμε σταδιακά από έξω προς τα μέσα τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου, παράλληλα με τον άξονα του σωληνοειδούς, καταγράφοντας την ένταση B στο κέντρο, στην άκρη και έξω απ' το σωληνοειδές.
- Στο δεύτερο πείραμα 2 τοποθετούμε τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς και το τροφοδοτικό αρχικά στα 0 V. Αρχίζουμε τη Λήψη Δεδομένων (B και I) μεταβάλλοντας αργά την τάση από 0 έως 6 V στα πρώτα 20 sec και μετά αλλάζοντας πολικότητα επαναλαμβάνουμε στα δεύτερα 20 sec, ώστε να σαρώσουμε αργά το ρεύμα μεταξύ + και - 300 mA περίπου. Έτσι παίρνουμε το διάγραμμα B και I συναρτήσει του χρόνου. Αν οι δυο καμπύλες του B και του I αρχίζουν να κινούνται αντίθετα, αλλάζουμε τη φορά διέλευσης του ρεύματος από το σωληνοειδές. Μετά επιλέγουμε Προβολή → Απεικόνιση Y(X) και παίρνουμε το διάγραμμα B vs I. Τέλος πατάμε Ανάλυση → Γραμμική Παλινδρόμηση και εμφανίζεται το συσχετισμένο διάγραμμα B συναρτήσει I με την αναγραφόμενη κλίση της ευθείας B vs I.
- Επαναλαμβάνουμε τα ίδια βήματα στο τρίτο πείραμα 3 με τα τρία πηνία 300, 600 και 1200 σπειρών προσέχοντας να μην είναι απότομη η μεταβολή του ρεύματος. Μας βοηθάει αν ρυθμίζουμε, για κάθε πηνίο, τη συνολική αντίσταση στα 20 Ω.
- Για κάθε καταγραφή-πείραμά μας επιλέγουμε από Αρχείο → Αποθήκευση ως : *όνομα..* .smp

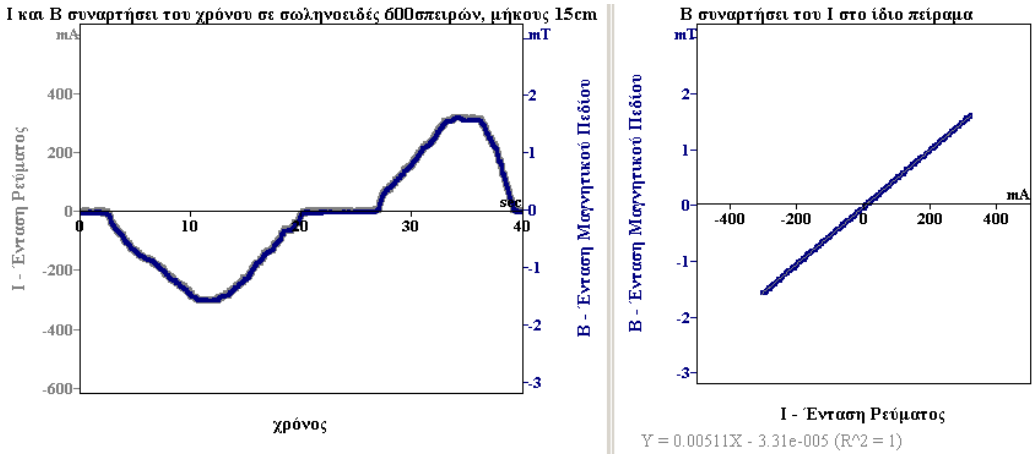
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο Πείραμα 1 υπό σταθερό ρεύμα 0,5 A μετράμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου με τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου του MultiLog στο σωληνοειδές, αλλάζοντας σταδιακά τη θέση του αισθητήρα σε σχέση με το σωληνοειδές. Αρχικά έξω (μηδενική ένταση) – σταδιακή είσοδος (αύξηση) έως το κέντρο του (2,5 mT - μέγιστη ένταση) - μετακίνηση προς την αρχή, την άκρη του (1,25 mT - μισή τιμή της μέγιστης έντασης) – ξανά κίνηση προς το μέσον, κέντρο του για επιβεβαίωση της μέγιστης έντασης - και τέλος σταδιακή έξοδος του αισθητήρα όπου μηδενίζεται η τιμή του.



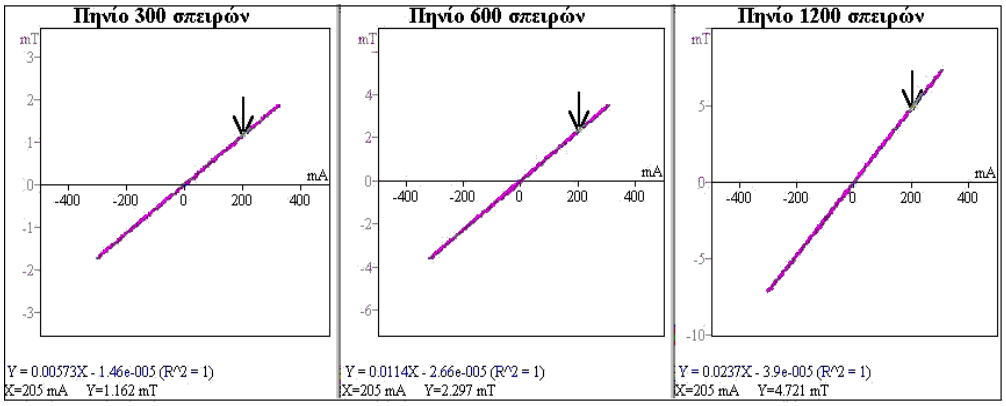
Σχήμα 2. *Πείραμα 1- Διάγραμμα B συναρτήσει θέσης αισθητήρα σε σωληνοειδές*

Στο Πείραμα 2 μεταβάλλοντας την τάση τροφοδοσίας, μεταβάλλουμε με αργό ρυθμό το ρεύμα αρχικά προς τα –300 mA (να μην παρατηρείται αυτεπαγωγή) και μετά προς το μηδέν, σε 20 sec. Κατόπιν, αλλάζοντας πολικότητα στα καλώδια τροφοδοσίας του κυκλώματος μας, μεταβάλλουμε το ρεύμα έως τα +300 mA και μετά μηδενίζουμε πάλι με αργό ρυθμό στα επόμενα 20 sec. Παρατηρούμε ότι οι καμπύλες B και I συναρτήσει του χρόνου έχουν ίδιο ακριβώς τρόπο μεταβολής (συμβαδίζουν οι δυο καμπύλες), πράγμα που επιβεβαιώνει ότι ο αργός αυτός ρυθμός μεταβολής του ρεύματος δεν προκαλεί φαινόμενα αυτεπαγωγής στο σωληνοειδές και προϊδεάζει για τη γραμμικότητα του B συναρτήσει του I. Κατόπιν, αφού επιλέξουμε τη συσχέτιση B συναρτήσει του I και τη γραμμική παλινδρόμηση, παρατηρούμε ότι το B συναρτήσει του I είναι απολύτως γραμμικό (R^2=1). Από το δεύτερο αυτό διάγραμμα υπολογίζουμε την κλίση του B συναρτήσει I που βρίσκεται 0,00511 mT/mA.



Σχήμα 3. *Πείραμα 2 - Διάγραμμα I, B –χρόνου και B - I στο σωληνοειδές 600 σπειρών και μήκους 15cm*

Στο Πείραμα 3 μεταβάλλοντας όπως και πριν την τάση τροφοδοσίας, μεταβάλλουμε με αργό ρυθμό το ρεύμα για τα τρία διαδοχικά πηνία με 300, 600 και 1200 σπείρες, προσέχοντας ώστε ο αισθητήρας του μαγνητικού πεδίου να είναι ακριβώς στο μέσον τους και πάνω στον κεντρικό τους άξονα. Μετατρέπουμε τα διαγράμματα σε B συναρτήσει I και σημειώνουμε τις κλίσεις μετά την γραμμική προσαρμογή και παρατηρούμε ότι η κλίση B/I είναι 0,00573, 0,0114 και 0,0237 mT/mA για τα πηνία 300, 600 και 1200 σπειρών αντίστοιχα, που έχουν ίδιο μήκος 6cm. Παρατηρούμε ότι ο λόγος B/I είναι γραμμικός σε σχέση με το λόγο αριθμός σπειρών/μήκος (N/L).



Σχήμα 4. *Πείραμα 3 - Διάγραμμα Β συναρτήσει Ι για τρία πηνία 300, 600 &1200 σπειρών με ίδιο μήκος 6cm*

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ DB-LAB

- Διαπιστώνουμε από όλα τα διαγράμματα Β – Ι πείραμα 2 και 3, ότι το Β συναρτήσει του Ι είναι απολύτως γραμμικό (ευθείες με R2=1). Από το πείραμα 3 διαπιστώνουμε γραμμικότητα μεταξύ Β και του λόγου N/L, από τις διαφορετικές κλίσεις των διαγραμμάτων, αλλά και με τη βοήθεια των Δεικτών μαρκαρίσματος, που μας δείχνουν, ότι για το ίδιο ρεύμα των 200mA, οι τιμές του Β είναι 1,162 , 2,297 και 4,721 mT για τα πηνία 300, 600 και 1200 σπειρών (ίδιο μήκος 6cm). Μπορεί πχ. να κατασκευάσουμε στο Excel ένα διάγραμμα με αυτές τις τιμές του Β vs N/L για το ίδιο ρεύμα. (Επιβεβαιώνουμε έτσι πειραματικά τον τύπο του σωληνοειδούς με μεγάλο μήκος Β = μο*N/L*I)
- Από τα δεδομένα του πειράματος 2 για το σωληνοειδές, αρχικά μετράμε τον αριθμό σπειρών στην πρώτη στρώση των σπειρών που είναι ορατές (147 - 150 σπείρες) και ακολούθως αφού διαπιστώσουμε ότι αποτελείται από 4 επάλληλες στρώσεις (ανοίξαμε ένα) υπολογίζουμε ότι αποτελείται από περίπου 590 έως 600 σπείρες.
- Χρησιμοποιώντας την κλίση του Β/Ι = 0,00511 mT/mA, τον αριθμό σπειρών 590 έως 600 και το μήκος 0,15m , υπολογίζεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού-αέρα μ_o = 1,034 έως 1,017*4π*10^{-7} Tm/A, αντίστοιχα. *(Επιβεβαιώνουμε την καλή προσέγγιση στη θεωρητική τιμή της $\mu_o = 4\pi*10^{-7}$ Tm/A)*
- Οι αντίστοιχοι υπολογισμοί δεν δίνουν τόσο καλή τιμή της μ_o για τα τρία πηνία. Λαμβανομένου υπόψη ότι τα τρία πηνία απλώς προσομοιάζουν με σωληνοειδές, έχοντας μικρό μήκος, τα χρησιμοποιούμε ενδεικτικά για να δείξουμε την εξάρτηση της έντασης Β από το λόγο N/L, κάτι που το πετυχαίνουν αρκετά καλά.
- Σημειώνεται ότι δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα πηνία των εργαστηρίων Ενιαίων Λυκείων, λόγω των γνωστών κατασκευαστικών προβλημάτων από την ύπαρξη σιδηρομαγνητικού υλικού, που αυξάνει αρκετά το συντελεστή αυτεπαγωγής τους. Χρησιμοποιήσαμε παλιότερα πηνία του ΕΚΦΕ Μήλου παραλαβές υλικού από ΟΣΚ προκήρυξης 1997 ή 1999 ή και πιο παλιά.
- Είναι γνωστό ότι ο τύπος του σωληνοειδούς ισχύει για απείρου μήκους, αλλά προσεγγίζει και τα μεγάλου μήκους σωληνοειδή υπό σταθερό ρεύμα. Παρατηρούμε ότι η συχνότητα μεταβολής του ρεύματος που ήταν κάτω από 0,1Hz δεν προκαλεί φαινόμενα αυτεπαγωγής στο σωληνοειδές και στα πηνία, ούτε καν στο πηνίο των 1200 σπειρών με το μεγαλύτερο συντελεστή αυτεπαγωγής. Αν διαθέταμε γεννήτρια τάσης με συχνότητα 0,1Hz θα μπορούσε η

σάρωση του ρεύματος να γίνει αυτόματα. Όμως βασικό είναι να αλλάζει το ρεύμα πολύ αργά και μόνο μεταξύ των τιμών +-0,3 το πολύ 0,4 Α.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βάσει των παραπάνω, δίνεται φύλλο εργασίας με οδηγίες και κατάλληλες ερωτήσεις για εργαστηριακή άσκηση που μελετά τον τύπο του Σωληνοειδούς. Στο φύλλο θα ενσωματώνονται τα πειράματα - με τα αντίστοιχα διαγράμματα Β συναρτήσει θέσης αισθητήρα, Β συναρτήσει Ι και Β συναρτήσει N/L.

- Από τι εξαρτάται η ένταση μαγνητικού πεδίου γύρω από ευθύγραμμο αγωγό, από τι γύρω από κυκλικό αγωγό; Υπάρχει κάτι κοινό σε αυτούς τους τύπους ;
- Από τι πιστεύετε ότι εξαρτάται το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς, που είναι πολλοί παράλληλοι κυκλικοί αγωγοί σε σχετικά μεγάλο μήκος ;
- Τι σημαίνει ομογενές πεδίο και πως μεταβάλλεται ή ένταση σε αυτό ;
- Έχει σημασία αν τοποθετηθούν πολλές σπείρες σε ορισμένο μήκος ή αν αλλάζει το μήκος υπό σταθερό αριθμό σπειρών;
- Εκτύπωσε και ενσωμάτωσε στο τετράδιο τα διαγράμματα Β συναρτήσει θέσης, Β συναρτήσει Ι στο σωληνοειδές και Β συναρτήσει N/L (Σήματα 2 ,3 ,4)
- Πως μεταβάλλεται η ένταση του πεδίου εντός και εκτός του σωληνοειδούς ; Που έχουμε τη μέγιστη ένταση, που τη μισή και που μηδενική ;
- Πως μεταβάλλεται η Β συναρτήσει του Ι ; Υπολόγισε τη κλίση της συσχέτισής τους. Πως μεταβάλλεται η Β συναρτήσει του λόγου N/L ;
- Επιβεβαιώνεται ο τύπος του σωληνοειδούς Β = μο*N/L*I ;
- Ακολούθησε τις οδηγίες και υπολόγισε τη μο από τον παραπάνω τύπο και σύγκρινέ την με την θεωρητική τιμή της.
- Αν δεν γνωρίζεις τον αριθμό σπειρών του σωληνοειδούς πως μπορείς να το υπολογίσεις χωρίς να τις μετρήσεις ;

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ίδια διάταξη με κατάλληλες τροποποιήσεις μπορεί να μελετήσει μαγνητικά πεδία γύρω από αγωγούς και προτείνεται η χρήση της και σε πειράματα επαγωγής, αυτεπαγωγής και όπου αλλού απαιτείται μέτρηση έντασης μαγνητικού πεδίου. Η οπτικοποίηση του Β συναρτήσει της θέσης εντός και εκτός μαγνητικού πεδίου, μπορεί να γίνει με ταυτόχρονη χρήση των αισθητήρων απόστασης και μαγνητικού πεδίου. Μπορεί, με την αλλαγή του αισθητήρα Μαγνητικού πεδίου σε υψηλής ενίσχυσης, να μετρήσει κανείς το γήινο μαγνητικό πεδίο. (www.fourier-sys.com/physics 2000)

Το σύστημα MultiLog, μαζί με τους αισθητήρες μαγνητικού πεδίου, ρεύματος και απόστασης μαζί με το λογισμικό Db-Lab, αποδεικνύεται χρήσιμο, καθώς κάνει εφικτές εργαστηριακές τεχνικές που δύσκολα γίνονται με άλλο τρόπο. Η δυνατότητα του να καταγράφει σε πραγματικό χρόνο δεδομένα, καθώς και να τα προβάλλει αυτόματα σε διαγράμματα, να αναλύει με ευκολία τα δεδομένα αυτά, μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση και πιο εποπτική μελέτη των μαγνητικών πεδίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Fourier-Physics (2000) Magnetic Field of α solenoid , MultiLog, *www.fourier-sys.com/physics*
2. Αλεξάκης κ.ά. (2000), Φυσική Γενικής Παιδείας Β' τάξη Ενιαίου Λυκείου, *ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, ΟΕΔΒ*, Αθήνα

3. Ιωάννου κ.ά. (1999) Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής κατεύθυνσης Β' τάξη Ενιαίου Λυκείου, *ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, ΟΕΔΒ*, Αθήνα
4. Βαμβακούσης Χ., Μακρυωνίτης Γ. (2003) Σύστημα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης. Ένας χρόνος παρουσίας στα εργαστήρια Φ.Ε. των Ενιαίων Λυκείων. *2ο Πανελ. Συνέδριο για την Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Ερμούπολη, Τόμος Α'. και Φυσικός Κόσμος 2004 και* www.epyna.gr
5. Καλογερόπουλος Ν., Γράψας Γ.(2004), Διάταξη για την μελέτη χημικών αντιδράσεων στις οποίες παράγονται αέρια, Ημερίδα Διδασκαλίας Φυσ. Επιστημών 24/04/04, Νίκαια και *www.e-yliko.sch.gr/physArt.htm*
6. Καλογερόπουλος Ν., Καρατζάς Χ. (2002), Πραγματικό ή Εικονικό Εργαστήριο; Η περίπτωση της ογκομετρικής ανάλυσης στη Χημεία, *2η Διημερίδα για την Ενδοσχολική Επιμόρφωση στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας,* που διοργάνωσε το ΥΠΕΠΘ στη Θεσσαλονίκη, 25-26/4/2002 και *http://www.e-yliko.gr/physArt.htm*
7. Ρούμελης Ν. (2003) Δράση καταλυτών-Μελέτη ταχύτητας διάσπασης H_2O_2 παρουσία καταλύτη MnO_2, με τη χρήση του MultiLog–DbLab. 2ο Πανελ. Συνέδριο για την Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Ερμούπολη, Τόμος Α', σελ 612-617 και www.epyna.gr *www.e-yliko.sch.gr /physArt.htm*
8. Τουντουλίδης (2002), Μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) με το απλό εκκρεμές με τη βοήθεια του ΣΣΛΑ, Πειραματική άσκηση του Β' Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών Πειραιά -ΕΚΦΕ Νίκαιας *www.e-yliko.gr/physArt.htm*