ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ

Μελέτη του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς - «Ελατηρίου κυματισμού (SLINKY)» με το Vernier-LabPro. Το νέο σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης στα χέρια των Κυκλάδων

Νικόλαος Ρούμελης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ρούμελης Ν. (2024). Μελέτη του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς - «Ελατηρίου κυματισμού (SLINKY)» με το Vernier-LabPro. Το νέο σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης στα χέρια των Κυκλάδων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 393–399. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6295

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΟΥΣ - «ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ (SLINKY)» ΜΕ ΤΟ Vernier-LabPro ΤΟ ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΚΗΣ ΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΧΟΛΕΙΑ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
Στην εργασία αυτή προτείνεται η χρήση του νέου, στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών των Λυκείων των Κυκλάδων, Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης – Vernier-LabPro και του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου, στη μελέτη του μαγνητικού πεδίου εντός του ελατηρίου κυματισμού (Slinky) ενός κατά συνθήκη σωληνοειδούς, μεταβλητού λόγου αριθμού σπειρών προς μήκος. Συγκρίνουμε τη μελέτη του σωληνοειδούς με το σύστημα Vernier-LabPro (διαθέσιμο λογισμικό LoggerPro3) και τη μέθοδο με το πιο παλιό σύστημα ΣΣΛΑ, το γνωστό Multilog-DbLab. Ο τύπος του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς εντάσσεται στην ύλη της Φυσικής Β' Λυκείου, όμως απουσιάζει από τα σχολικά βιβλία και τους εργαστηριακούς οδηγούς η πειραματική προσέγγιση του θέματος. Αρχικά, με τη χρήση του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου Vernier (+-0,5mT), καταγράφουμε τις εντάσεις του μαγνητικού πεδίου σε διάφορες θέσεις στο μεγάλου (1m) μήκους ελατηρίου κυματισμού (190 σπείρες), που τροφοδοτείται με σταθερό ρεύμα 1,5Α. Επιβεβαιώνεται το ομογενές πεδίο και ότι η μέγιστη έντασή Β του πεδίου του ελατηρίου-σωληνοειδούς βρίσκεται στο κέντρο του. Σε ένα δεύτερο πείραμα για 4 διαφορετικές τιμές έντασης του ρεύματος 0,5 - 1,0 - 1,5 και 2,0 Α, που διαρρέει το σωληνοειδές (1m), μετράμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου Β στο κέντρο του και δημιουργώντας συσχετισμένο διάγραμμα Β-Ι επισημαίνουμε τη γραμμική σχέση Β και Ι. Επαναλαμβάνουμε για άλλα τρία διαφορετικά μήκη (0,75-1,25-1,5m) του ίδιου σωληνοειδούς. Τελικά, επιλέγοντας μία σταθερή τιμή ρεύματος πχ. 1,5Α σημειώνουμε την ένταση Β, για τους τέσσερις διαφορετικούς λόγους N/L (250, 190, 150, 125) και δημιουργούμε διάγραμμα Β- N/L. Επιβεβαιώνεται η γραμμική σχέση της έντασης του μαγνητικού πεδίου - Β συναρτήσει του λόγου N/L (αριθμός σπειρών προς μήκος). Παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό φύλλο εργασίας με οδηγίες και ερωτήσεις για μια εργαστηριακή άσκηση που θα καταγράφει και θα μελετά, σε μια διδακτική ώρα, το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Συγχρονική Λήψη και Απεικόνιση, Vernie r- LabPro, Λογισμικό Vernier - LoggerPro, Αισθητήρας Μαγνητικού Πεδίου, Μαγνητικό Πεδίο, Σωληνοειδές, Ελατήριο Κυματισμού (Slinky), Ηλεκτρομαγνητισμός, Φυσική Β' Λυκείου*

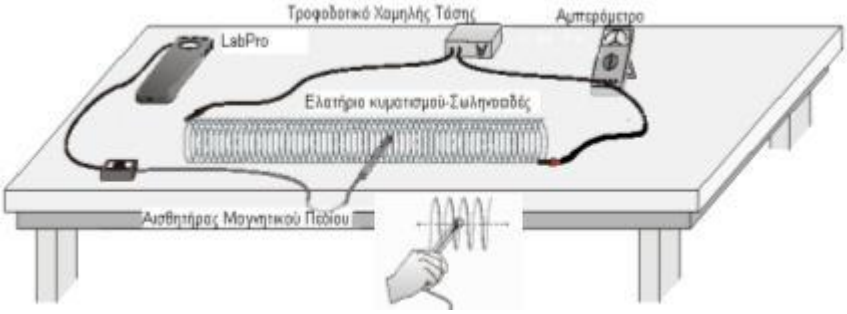
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των μαγνητικών πεδίων των σωληνοειδών μεγάλου μήκους περιλαμβάνεται στη ύλη της Φυσικής Β' Λυκείου (Αλεξάκης κα. 2000, Ιωάννου κα.1999). Ο τύπος του σωληνοειδούς διδάσκεται χωρίς πειραματική επαλήθευση, λόγω δυσκολίας της μέτρησης έντασης μαγνητικού πεδίου και σε αυτό μπορούν να συμβάλλουν τα Συστήματα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης (ΣΣΛΑ) πχ. το γνωστό MultiLog/DbLab (Ρούμελης 2005) και τώρα το «νέο» Vernier-LabPro. Το Vernier-LabPro συνδυάζει και αυτό ποικίλους αναλογικούς και ψηφιακούς αισθητήρες, καταγραφέα δεδομένων (LabPro) και σύγχρονο, εύχρηστο λογισμικό διαχείρισης δεδομένων (LoggerPro 3) σε φιλικό, παραθυρικό περιβάλλον. Το σύστημα καταγράφει σε πραγματικό χρόνο την ένταση του μαγνητικού πεδίου και το λογισμικό επιτρέπει πολύ γρήγορες και παραστατικές συσχετίσεις, όπως Β συναρτήσει Ι, καθώς και Β συναρτήσει N/L. Ο αισθητήρας μαγνητικού

πεδίου της Vernier, μετρά την κάθετη σε αυτόν συνιστώσα του μαγνητικού πεδίου (Εγχειρίδιο Vernier-LabPro 2004) και όχι την παράλληλη συνιστώσα όπως μετρά του MultiLog/DbLab (Εγχειρίδιο MultiLog 2000). Η διαφορά αυτή κάνει χρήσιμα και τα δύο συστήματα ΣΣΛΑ (Vernier-LabPro & MultiLog) σε μετρήσεις μαγνητικών φαινομένων. Το νέο σύστημα Vernier-LabPro (εξοπλισμός του 2005, μέσω ΠΕΠ Ν. Αιγαίου), σε Λύκεια του Νομού Κυκλάδων, που δεν είχαν εξοπλιστεί από το ΥΠΕΠΘ, δείχνει πιο φιλικός με τεράστιες δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων, λόγω και του σύγχρονου λογισμικού του και ελπίζουμε η εκπαιδευτική κοινότητα να το εκμεταλλευτεί αυτό, διότι η «μη φιλικότητα» ήταν ένας κύριος λόγος μη χρήσης του MultiLog/DbLab (Βαμβακούσης & Μακρυωνίτης 2003). Βέβαια, χρειάζεται η συμβολή των ΕΚΦΕ, ώστε να υπάρχουν εύκολα εκτελέσιμες πειραματικές εφαρμογές σε μια διδακτική ώρα. Η εργασία αυτή, μαζί και με άλλη συναδέλφων (Μακρυωνίτης & Βαμβακούσης 2005) έχει στόχο τα παραπάνω.

ΟΡΓΑΝΑ – ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

- Ελατήριο Κυματισμού (SlinkyR) ως Σωληνοειδές 190 σπειρών, μεταβλητού μήκους (0,75 έως και 1,5m), αντίστασης 6Ω (TA.060.0)
- Σύστημα Vernier-LabPro/LoggerPro3 με Αισθητήρα: Έντασης Μαγνητικού Πεδίου +- 0,3-0,5mT (Υψηλής Ενίσχυσης)
- Τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος 0-20V, Ψηφιακό αμπερόμετρο, καλώδια.
- Χαρτόνι και κολλητική ταινία για στήριξη του ελατηρίου, μετροταινία



Σχήμα 1. *Πειραματική διάταξη*

Συνδέουμε το LabPro στον Η/Υ και τον αισθητήρα Μαγνητικού Πεδίου, αφού το ρυθμίσουμε σε Υψηλή ενίσχυση, σε είσοδο αναλογική. Ακολουθούμε τη συνδεσμολογία του Σχήματος 1 *(Physics 2003).* Στηρίζουμε το ελατήριο με χαρτόνια και κολλητική ταινία (μη αγώγιμα υλικά) στα επιθυμητά μήκη και εισάγουμε τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου ανάμεσα στις σπείρες κάθετα στον άξονα του σωληνοειδούς-ελατηρίου. Ο αισθητήρας μετρά την ένταση Β μαγνητικών πεδίων κάθετων σ' αυτόν, στο μπροστινό μέρος του που υπάρχει λευκή κουκίδα και δείχνει την μέγιστη τιμή όταν η λευκή κουκίδα δείχνει μαγνητικό S (νότιο πόλο) (Εγχειρίδιο VernierLabPro 2004, www.vernier.com).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Συνδέουμε τη διάταξη του σχήματος. Ανοίγουμε το LabPro στον Η/Υ με το λογισμικό LoggerPro. Μόλις συνδέσουμε τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου στην αναλογική είσοδο CH1, το πρόγραμμα το αναγνωρίζει αυτόματα και εμφανίζεται πίνακας δεδομένων και γράφημα Β συναρτήσει χρόνου, Γυρίζουμε το διακόπτη του αισθητήρα σε θέση High-

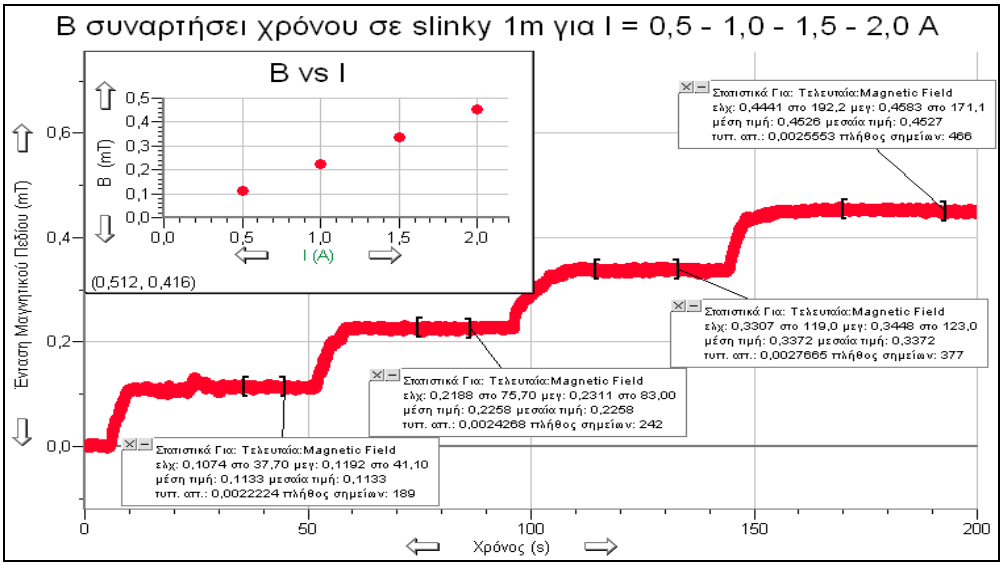
Magnetic Field x 200. Αν θέλουμε κάνουμε το ίδιο από Ρύθμιση Αισθητήρων. Ρυθμίζουμε το χρόνο για πχ. 200 sec από Συλλογή Δεδομένων(Ρολόι) →Βάση χρόνου→Ρυθμό Δειγματοληψίας 20/ sec,

- Στο πρώτο πείραμα 1 αφού επιμηκύνουμε το ελατήριο στο 1m, ρυθμίζουμε το τροφοδοτικό ώστε το Αμπερόμετρο να δείχνει 1,5 Α. Σε κάθε πείραμα προσέχουμε να μην ακουμπήσουν οι σπείρες μεταξύ τους. Μηδενίζουμε από το Μηδέν την τιμή του Β, για να μην έχουμε συνεισφορά από το μαγνητικό πεδίο της γης. Κατόπιν, αφού πατήσουμε την Έναρξη Συλλογής Δεδομένων (Είσοδος) εισάγουμε τον αισθητήρα ανάμεσα στις σπείρες, κάθετα στον άξονα, και σε διάφορες θέσεις του σωληνοειδούς (κέντρο, διάφορες θέσεις μέσα, αρχή–είσοδος και μετά έξω) και παρατηρούμε καταγράφοντας την ένταση Β.
- Στο δεύτερο πείραμα 2 τοποθετούμε τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς και το τροφοδοτικό αρχικά στα 0 V. Ρυθμίζουμε το χρόνο στα 200 sec και αρχίζουμε τη Συλλογή Δεδομένων(Είσοδος) μεταβάλλοντας αργά την τάση του τροφοδοτικού έως ότου το αμπερόμετρο δείξει 0,5 Α, όπου αφήνουμε να καταγραφεί η Β για τουλάχιστον 40 sec. Μετά συνεχίζουμε τη αύξηση της τάσης ώστε να έχουμε σταθερό ρεύμα 1,0 Α για 40 sec και το ίδιο για σταθερά ρεύματα 1,5 Α και 2 Α, και πάλι για 40 sec. Έτσι παίρνουμε το διάγραμμα Β συναρτήσει του χρόνου, που δείχνει σαν «σκαλοπάτια». Μετά μαρκάρουμε την περιοχή όπου έχουμε το πρώτο πλατώ, πατάμε το κουμπί STAT (Στατιστική) και εμφανίζεται η μέση τιμή του Β για το 0,5 Α, το ίδιο κάνουμε για τα άλλα τρία πλατώ των 1, 1,5 και 2 Α. Από Δεδομένα→Νέα Μη Αυτόματη Στήλη δημιουργούμε νέα στήλη Ι και προσθέτουμε τις τέσσερις τιμές του ρεύματος στον πίνακα χρόνος-Β-Ι στις κατάλληλες θέσεις, και έτσι έχουμε και τις τιμές Β-Ι. Επιλέγουμε Εισαγωγή→Γραφήματος και επιλέγουμε τους άξονες Χ – Ρεύμα(Ι) και Υ - Ένταση Μαγνητικού Πεδίου(Β), κάνοντας κλικ πάνω τους και ρυθμίζοντας και την περιοχή των αξόνων, εμφανίζεται το διάγραμμα Β vs Ι. Τέλος, πατάμε Προσαρμογή Γραμμής και εμφανίζεται και η κλίση της ευθείας Β συναρτήσει Ι. Στη συνέχεια στο πείραμα 2, επαναλαμβάνουμε τα ίδια βήματα και για τα άλλα τρία μήκη (0,75 - 1 - 1,5m) του σωληνοειδούς και παίρνουμε τις κλίσεις Β – Ι και γι' αυτά. Για τη συγκεκριμένη τιμή των 1,5 Α από το κουμπί STAT σημειώνουμε τις αντίστοιχες τιμές της Β.
- Σαν πείραμα 3 επιλέγουμε Αρχείο → Νέο , φτιάχνουμε νέο πίνακα με τις μέσες τιμές Β (για1,5 Α) και τους αντίστοιχους λόγους N/L (190/0,75 - 190/1 - 190/1,25 και 190/1,5 που είναι 250 – 190 – 150 –125 , αντίστοιχα) και εμφανίζεται το διάγραμμα Β συναρτήσει N/L και πατάμε → Προσαρμογή Γραμμής
- Για κάθε καταγραφή μας επιλέγουμε Αρχείο → Αποθήκευση ως: όνομα.xmbl

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο Πείραμα 1 υπό σταθερό ρεύμα 1,5 Α μετράμε και παρατηρούμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου με τον αισθητήρα μαγνητικού πεδίου του LabPro στο σωληνοειδές μήκους 1m, αλλάζοντας τη θέση του αισθητήρα. Μέγιστη τιμή των περίπου 0,34mT παρατηρείται στο κέντρο και η τιμή αυτή είναι σταθερή σε όλο το σωληνοειδές, επιβεβαιώνοντας το ομογενές πεδίο. Στις δυο άκρες του η τιμή γίνεται περίπου η μισή και έξω η τιμή είναι σχεδόν μηδενική. Επισημαίνουμε ότι ξεκινήσαμε μηδενίζοντας την ένταση που δείχνει αρχικά ο πολύ ευαίσθητος αισθητήρας, λόγω του γήινου μαγνητικού πεδίου. Ο μηδενισμός του αισθητήρα γίνεται πριν από κάθε πείραμα και έτσι αφαιρείται η συνεισφορά του - γήινου πεδίου, αλλά και πεδίων γύρω από τον πάγκο εργασίας (ρεύματα), καθώς πιθανού πεδίου που μπορεί να οφείλεται σε παροδική εναπομένουσα μαγνήτιση του ελατηρίου (είναι από σίδηρο) - στις μετρήσεις.

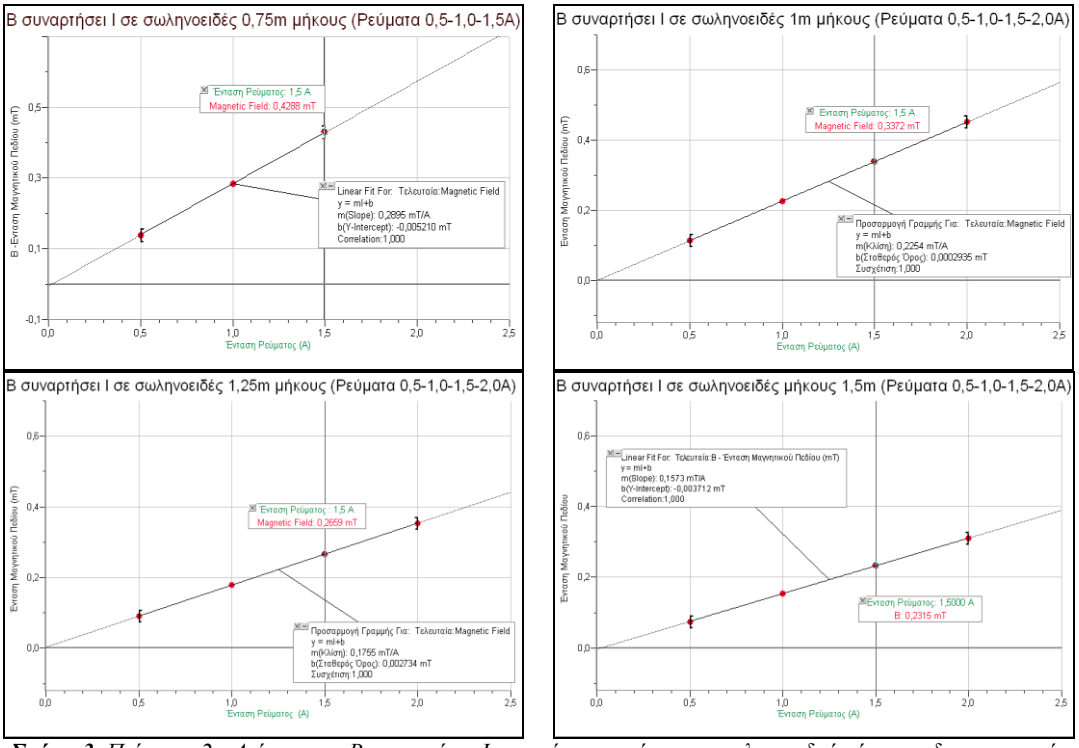
Στο Πείραμα 2 μεταβάλλοντας την τάση τροφοδοσίας, μεταβάλλουμε με αργό ρυθμό το ρεύμα αρχικά στα 0,5A όπου καταγράφουμε τη B έως τα 50sec, μετά στο 1A έως τα 90sec μετά στο 1,5 A έως τα 140 sec και τέλος στα 2 A έως τα 200 sec. Παρατηρούμε ότι σχηματίζονται σταθερές τιμές B για τις τέσσερις τιμές ρεύματος. Από την επεξεργασία με στατιστική επεξεργασία εμφανίζονται μέσες τιμές έντασης B: 0,1133 – 0,2258 – 0,3372 και 0,4526 mT για ρεύματα 0,5 - 1,0 - 1,5 και 2,0 A , αντίστοιχα. Από τις τιμές αυτές εμφανίζουμε το διάγραμμα συσχέτισης B - I. Από το ένθετο αυτό διάγραμμα B vs I παρατηρούμε ότι το B συναρτήσει του I είναι γραμμικό *(Σχήμα2)*.



Σχήμα 2. *Πείραμα 2 - Διάγραμμα B – χρόνου για ρεύματα 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0A και βάσει αυτού διάγραμμα B – I για «ελατήριο(slinky) - σωληνοειδές» 1m μήκους*

Επαναλαμβάνουμε τα ίδια και άλλα τρία μήκη 0,75 1,25 και 1,5m του σωληνοειδούς και δημιουργούμε συνολικά τέσσερα διαγράμματα B συναρτήσει I για τα τέσσερα αυτά μήκη (*Σχήμα 3)*. Μετά την γραμμική προσαρμογή παρατηρούμε ότι η κλίση B/I είναι 0,2895 - 0,2254 - 0,1755 και 0,1573mT/A για τα σωληνοειδή 0,75 – 1 – 1,25 – 1,5m, αντίστοιχα. Παρατηρούμε ότι τα διαγράμματα αυτά είναι απολύτως γραμμικά με συσχέτιση 1.

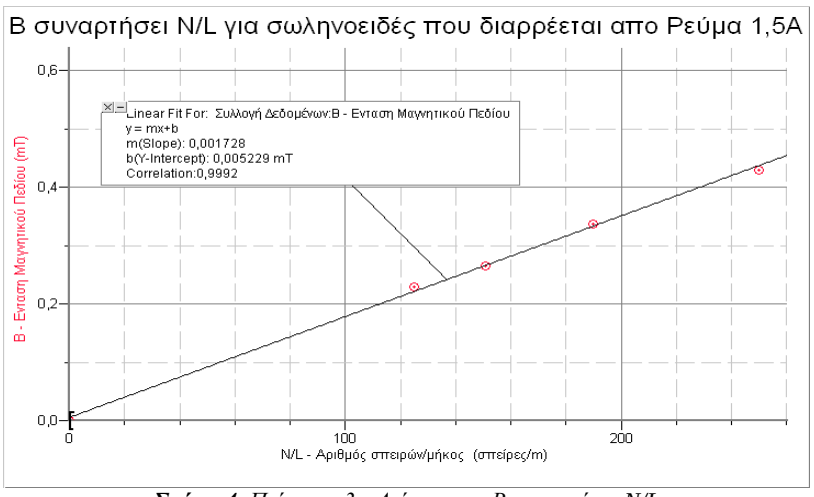
Σαν πείραμα 3 , από τα τέσσερα διαγράμματα B-I, σημειώνουμε τις τέσσερις μέσες τιμές B για το ίδιο ρεύμα των 1,5 A, που είναι 0,4288 - 0,3372 – 0,2659 και 0,2315 mT για τα τέσσερα μήκη. Επίσης, από τα τέσσερα αυτά μήκη 0,75 – 1 – 1,25 – 1,5 m και από τον ο αριθμό σπειρών-190 του ελατηρίου υπολογίζεται ο λόγος αριθμού σπειρών ανά μονάδα μήκους N/L και είναι με προσέγγιση: 250 – 190 – 150 – και 125 σπείρες/m, αντίστοιχα. Τελικά δημιουργούμε διάγραμμα με τις παραπάνω μέσες τιμές έντασης B συναρτήσει του λόγου N/L. *(Σχήμα 4)*



Σχήμα 3. *Πείραμα 2 - Διάγραμμα B συναρτήσει I για τέσσερα μήκη του σωληνοειδούς άρα για διαφορετικούς λόγους N/L (250-190-150-125)*

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

- Στο πείραμα 1 επιβεβαιώνουμε: ότι εντός του σωληνοειδούς η μορφή του πεδίου είναι ομογενές, καθώς και τη μισή τιμή της έντασης B στη είσοδο, σε σχέση με τη μέγιστη τιμή B το κέντρο.
- Διαπιστώνουμε από όλα τα διαγράμματα B – I πείραμα 2 , ότι η B συναρτήσει του I είναι απολύτως γραμμικό (Σχήμα 3, ευθείες με συσχέτιση=1). Από το πείραμα 2 παρατηρούμε καλή γραμμική συσχέτιση μεταξύ B συναρτήσει του λόγου N/L, που προκύπτει από τις διαφορετικές κλίσεις των ευθειών B – I : 0,2895 – 0,2254 – 0,1755 και 0,1573 για N/L 250 – 190 - 150 και 125, αντίστοιχα (Σχήμα 3). Αλλά και από το πείραμα 3 στο διάγραμμα B συναρτήσει N/L, για το ίδιο ρεύμα 1,5 A, προκύπτει ευθεία με πολύ καλή γραμμική συσχέτιση B συναρτήσει N/L (Σχήμα4). (Επιβεβαιώνουμε έτσι πειραματικά τον τύπο του σωληνοειδούς με μεγάλο μήκος B = μο * N/L * I)



Σχήμα 4. *Πείραμα 3 - Διάγραμμα Β συναρτήσει N/L*

- Χρησιμοποιώντας την κλίση του B/I = 0,2254 mT/A πχ. για το μήκος σωληνοειδούς 1m, τον αριθμό σπειρών 190 το μήκος 1m, υπολογίζεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού-αέρα μο = 0,95*4π*10-7 Tm/A. Οι αντίστοιχες τιμές μο υπολογίζονται: 0,91, 0,92 και 0,99*4π*10-7 Tm/A για τα μήκη 0,75, 1,25 και 1,5m. (Σχήμα3). (Επιβεβαιώνουμε την καλή προσέγγιση στη θεωρητική τιμή της μο = 4π*10-7 Tm/A)
- Με ένα άλλο τρόπο: χρησιμοποιώντας την κλίση του Β συναρτήσει N/L = 0,001754 mT*m και το ρεύμα I=1,5 A υπολογίζεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού-αέρα μο = 0,93*4π*10-7 Tm/A , πάλι με σχετικά καλή προσέγγιση (Σχήμα 4).
- Είναι γνωστό ότι ο τύπος του σωληνοειδούς ισχύει για απείρου μήκους, αλλά προσεγγίζει και τα μεγάλου μήκους σωληνοειδή υπό σταθερό ρεύμα, κάτι που επιβεβαιώνεται.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βάσει των παραπάνω, δίνεται φύλλο εργασίας με οδηγίες και κατάλληλες ερωτήσεις για εργαστηριακή άσκηση που μελετά τον τύπο του Σωληνοειδούς. Στο πείραμα προς τους μαθητές θα καταγράφεται το Β συναρτήσει διαφορετικών τιμών Ι μόνο για το 1m μήκους σωληνοειδές. Για τα άλλα τρία μήκη, απλώς θα λαμβάνονται μετρήσεις μέσης τιμής Β για το ίδιο ρεύμα των 1,5 Α. Στο φύλλο θα ενσωματώνονται: τα πειράματα, ένας πίνακας Β συναρτήσει θέσης αισθητήρα στο μαγνητικό πεδίο, διάγραμμα Β συναρτήσει Ι και Β συναρτήσει N/L και ενδεικτικές ερωτήσεις, όπως :

- Από τι πιστεύετε ότι εξαρτάται το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς, που είναι πολλοί παράλληλοι κυκλικοί αγωγοί σε σχετικά μεγάλο μήκος ; Από τι εξαρτάται η ένταση μαγνητικού πεδίου γύρω από ευθύγραμμο αγωγό, από τι γύρω από κυκλικό αγωγό; Υπάρχει κάτι κοινό σε αυτούς τους τύπους ;
- 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 ;
- Ενσωμάτωσε στο τετράδιο τον πίνακα Β συναρτήσει θέσης και τα διαγράμματα Β συναρτήσει Ι και Β συναρτήσει N/L (Σήματα 3 ,4)

- Πως μεταβάλλεται η ένταση του πεδίου εντός και εκτός του σωληνοειδούς ; Είναι ομογενές το πεδίο ; Που έχουμε τη μέγιστη ένταση, που τη μισή και που μηδενική ;
- Πως μεταβάλλεται η ένταση Β συναρτήσει του ρεύματος Ι ; Σημείωσε την κλίση της συσχέτισής τους. Πως μεταβάλλεται η Β συναρτήσει του λόγου N/L ;
- Επιβεβαιώνεται ο τύπος του σωληνοειδούς B = μο*N/L*I ; Υπολόγισε την πειραματική τιμή μο από τον παραπάνω τύπο και σύγκρινέ την με την θεωρητική τιμή της.
- Αν τεντώσουμε το ελατήριο-σωληνοειδές σε τυχαίο μήκος πως μπορείς να το υπολογίσεις αυτό, με τη πειραματική μας διάταξη, χωρίς να το μετρήσεις με το μέτρο;

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Υπάρχει διαφορά στον τρόπο μέτρησης των αισθητήρων των ΣΣΛΑ Vernier (μετρά κάθετα σ' αυτόν πεδία) και Multilog (μετρά παράλληλα στον αισθητήρα πεδία). Το πείραμα με το ελατήριο κυματισμού-Vernier είναι πιο εποπτικό από τα πειράματα με πηνία και κλειστά σωληνοειδή Multilog (Ρούμελης 2005). Βέβαια ο αισθητήρας του Vernier-LabPro δεν μπορεί να μετρήσει εντάσεις Β εντός πηνίων, αλλά και αυτός του Multilog δύσκολα εισάγεται στο ελατήριο, γιατί πρέπει να τοποθετηθεί εντός του και πάνω στον άξονα του. Όμως αυτός διαφορετικός τρόπος μέτρησης των αισθητήρων των Vernier και Multilog τα κάνει εξίσου χρήσιμα και τα δύο.

Αποδεικνύονται η ευκολία χρήσης, οι τεράστιες υπολογιστικές και γραφικές δυνατότητες του λογισμικού LoggerPro σε παραθυρικό περιβάλλον. Το πείραμα Β συναρτήσει του Ι μπορεί να γίνει με ταυτόχρονη χρήση αισθητήρα αμπερομέτρου +-5Α, που όμως δεν αναγνωριζόταν ακόμη από το σύστημα. Γενικά ο αισθητήρας μαγνητικού πεδίου μπορεί να μελετήσει μαγνητικά πεδία γύρω από αγωγούς, αλλά και άλλα μαγνητικά πεδία. Μπορεί να μετρήσει κανείς πχ. τις συνιστώσες του γήινου μαγνητικού πεδίου. Αν τα μαγνητικά πεδία είναι ισχυρότερα από τα 0,5mT, ρυθμίζουμε τον αισθητήρα σε χαμηλής ενίσχυσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Physics with Computers (2003), The Magnetic Field in a slinky, Vernier Software & Technology , www.vernier.com
2. Αλεξάκης κ.ά. (2000), Φυσική Γενικής Παιδείας Β' τάξη Ενιαίου Λυκείου, *ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, ΟΕΔΒ*, Αθήνα Ιωάννου κ.ά. (1999) Φυσική Θετ.-Τεχν. κατεύθυνσης Β' τάξη Ενιαίου Λυκείου, *ΠΙ, ΟΕΔΒ*, Αθήνα
3. 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
4. Εγχειρίδιο Vernier Software & Technology (2004) Εγχειρίδιο Ταχείας αναφοράς LabPro- LoggerPro3, *Εκδόσεις Vernier Sofware, μετάφραση Multirama*,
5. Εγχειρίδιο Χρήσης MultiLog (1999), Οδηγίες χρήσης και πειράματα MultiLog – Σύστημα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης, *α-LAB Αμαξοτεχνική ΑΕΒΕ,* Θεσσαλονίκη
6. Μακρυωνίτης Γ., Βαμβακούσης Χ., (2005) Μελέτη Αλκοολικής ζύμωσης με το Σύστημα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης Vernier-LabPro. *Υπό παρουσίαση στο 3ο Παν. Συνέδριο για την Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη, Ερμούπολη, 13-15/5/2005*
7. Ρούμελης Ν., Τρίμης Α. (2005) Χρήση του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου του MultiLog-DbLab στη μελέτη του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδών και πηνίων, *Εργασία υπό παρουσίαση στο 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Ερμούπολη 13-15/5/2005*