

Πειραματικές δραστηριότητες Ηλεκτρομαγνητισμού

*Σακελλαρίου Μιλτιάδης, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης, Υπεύθυνος του ΕΚΦΕ Ιωαννίνων
Νασίκα Αικατερίνη, Msc Διδακτικής Φυσικής, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης*

Εισαγωγή

Είναι γνωστό ότι ο Ηλεκτρομαγνητισμός είναι το κατ' εξοχή κεφάλαιο της Φυσικής που αναπτύχθηκε μέσα από ιστορικά πειράματα και ασφαλώς η κυρίαρχη διδακτική στρατηγική στην Α/θμια και Β/θμια Εκπαίδευση εστιάζει στο πείραμα. Το πείραμα το οποίο λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι τελείως απαραίτητο, στη διδασκαλία της Φυσικής.

Η σπουδαιότητα του πειράματος, στη διδακτική πράξη είχε αναγνωρισθεί από πολύ παλιά (Κόκοτας, 1998). Σύμφωνα με τον Edgeworths, 1811, οι μαθητές νιώθουν μεγάλη ικανοποίηση όταν αποκτούν πειραματικά τη γνώση και ότι τα πειράματα ταιριάζουν υπερβολικά στις ικανότητές τους. Δεν αγαπούν μόνο να βλέπουν, αλλά και να κάνουν πειράματα. Στη διδασκαλία της Φυσικής το πείραμα κατέχει μοναδική θέση, γιατί βοηθάει όχι μόνο στην απόκτηση της γνώσης αλλά και στην καλλιέργεια της σκέψης και της κριτικής ικανότητας των μαθητών. Κατά τον Piaget ο ρόλος του πειράματος είναι πολύ σημαντικός. Κατ' αυτόν σκοπός του φυσικού πειράματος δεν είναι να πάρουμε απλά και μόνο μια αναπαραστατική εικόνα της πραγματικότητας, αλλά να κατανοήσουμε ότι η γνώση η οποία προκύπτει με την μεταβολή των αντικειμένων συνιστάται στο να δρούμε πάνω της για να μετασχηματίζουμε, ώστε να διακρίνουμε της παράγοντες από της οποίους εξαρτάται της ο μετασχηματισμός. Κατά συνέπεια η γνώση δεν είναι μετάδοση μιας ποσοτικής εικόνας, αλλά συνίσταται πάντα σε ενεργητικές διαδικασίες που καταλήγουν στο μετασχηματισμό του πραγματικού (Κόκοτας, 1998).

Από τη σκοπιά της εποικοδομητικής προσέγγισης η διδασκαλία της Φυσικής δεν αποβλέπει στη μετάδοση έγκυρης γνώσης αλλά στη δημιουργία των κατάλληλων προϋποθέσεων που θα βοηθήσουν της μαθητές να οικοδομήσουν την ίδια επιστημονικά έγκυρη γνώση για τον εαυτό τους. Για να υποστηρίξει την οικοδόμηση της γνώσης από τους μαθητές το μαθησιακό περιβάλλον, πρέπει να ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή τους, να λαμβάνει υπόψη και να αξιοποιεί τις προηγούμενες γνώσεις τους και να τους παρέχει τα ερεθίσματα που προκαλούν εννοιολογικές συγκρούσεις, που προβληματίζουν τους μαθητές για την εγκυρότητα των απόψεών τους και τους ενθαρρύνουν να υιοθετήσουν επιστημονικά έγκυρες ιδέες.

Στη πειραματική διδασκαλία οι απαιτήσεις είναι περισσότερες από κάθε άλλου τύπου διδασκαλίας. Τα πειράματα είναι το μέσο που θα προκαλέσει εννοιολογική αλλαγή και για αυτό το λόγο επιλέγονται κατάλληλα, ώστε να αναδείξουν τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και να τους πείσουν να υιοθετήσουν το επιστημονικό μοντέλο. Ειδικά σε θέματα ηλεκτρομαγνητισμού που κάποιες έννοιες είναι δύσκολες και αφηρημένες, ο μαθητής θα μπορέσει να αποδώσει μόνο αν πειραματισθεί μόνος του κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Οι μαθητές που εκτελούν και εξηγούν πειράματα πρέπει να γνωρίζουν ορισμένα πράγματα για το πώς τα δεδομένα βασίζονται στη θεωρία, πώς οι ενδείξεις σχετίζονται με την επιβεβαίωση ή την απόρριψη της υπόθεσης, πώς οι πραγματικές καταστάσεις συνδέονται με τα υποθετικά μοντέλα, καθώς και μια πληθώρα άλλων θεμάτων, που όλα σχετίζονται με φιλοσοφικούς και μεθοδολογικούς προβληματισμούς (Matthews, 1994).

Άλλωστε πανεπιστημιακά συγγράμματα ηλεκτρομαγνητισμού πέραν της παρουσίασης εννοιών, νόμων, αποδείξεων με ανώτερα μαθηματικά δεν αγνοούν την πειραματική – εργαστηριακή φύση του συγκεκριμένου κεφαλαίου της Φυσικής. Σε ονομαστά μουσεία, κέντρα Φυσικών Επιστημών δεσπόζουσα θέση κατέχουν τα εντυπωσιακά πειράματα ηλεκτρομαγνητισμού.

Διδακτική πράξη και πείραμα

Στη διδασκαλία της φυσικής το πείραμα, από την εποχή του Γαλιλαίου αποτελεί ένα πολύ

σημαντικό μέρος στην κατανόηση των εννοιών της Φυσικής. Το πείραμα επιτελεί διαφορετικούς στόχους σε κάθε διδακτικό μοντέλο.

Στο διδακτικό μοντέλο που στηρίζεται στο συμπεριφορισμό το πείραμα έχει αποδεικτικό και επιβεβαιωτικό χαρακτήρα που κατά κανόνα είναι πείραμα επίδειξης που διεξάγεται από το διδάσκοντα ή καμιά φορά και από κάποιους καλούς μαθητές. Στόχος της πραγματοποίησης του πειράματος είναι η επαλήθευση κάποιου νόμου που ο διδάσκων απέδειξε προηγουμένως στον πίνακα.

Στο ανακαλυπτικό μοντέλο διδασκαλίας η πραγματοποίηση του πειράματος στοχεύει στο να ανακαλύψουν οι μαθητές τη γνώση και παράλληλα να αποκτήσουν δεξιότητες στις επιστημονικές διαδικασίες ώστε να γίνουν μικροί επιστήμονες, στόχος πολύ φιλόδοξος για να επιτευχθεί στα πλαίσια μιας τάξης μικτής ικανότητας μαθητών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης.

Στο διδακτικό μοντέλο της εποικοδόμησης της γνώσης ή του κονστрукτιβισμού, το πείραμα στοχεύει στην πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης της μαθητές ώστε να επιτευχθεί εννοιολογική αλλαγή.

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας το πείραμα, προωθεί την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών. Δηλαδή οι μαθητές κάνουν προβλέψεις και υποθέσεις της οποίες στην συνέχεια ελέγχουν. Συμμετέχουν στην ανοικοδόμηση της δικής της γνώσης. Στην παραδοσιακή διδασκαλία το πείραμα σκόπευε να ενισχύσει τον εκπαιδευτικό να αποδείξει τη θεωρία, ενώ στην εποικοδομητική προσέγγιση ο μαθητής έρχεται μέσω του πειράματος σε γνωστική σύγκρουση και με τον τρόπο αυτό αναδομεί την γνώση του. Η γνώση εποικοδομείται ενεργά από τα υποκείμενα, δε μεταβιβάζεται, δε μεταφέρεται, αλλά ούτε και γίνεται αποδεκτή παθητικά (Driver e.a. 1998).

Με βάση τα παραπάνω ενδεικτικά παρουσιάζουμε μερικά πειράματα τα οποία θεωρούμε ότι αποτελούν τα θεμέλια του Ηλεκτρισμού και του Ηλεκτρομαγνητισμού.

Επιδιώκεται μέσα από τα πειράματα, οι μαθητές να εφαρμόσουν τη θεωρία στην πράξη, να εξοικειωθούν με βασικά όργανα μέτρησης, να κατασκευάζουν και συναρμολογούν μικρές πειραματικές διατάξεις, να μετρούν βασικά μεγέθη, να παρατηρούν φαινόμενα, να αναλύουν και δικαιολογούν εργαστηριακά αποτελέσματα και να μάθουν να λειτουργούν σαν ομάδα.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα πειράματα είναι φθηνά και βρίσκονται εύκολα στο σχολικό εργαστήριο αλλά και στην αγορά. Το σημαντικότερο της πλεονέκτημα, είναι ότι, τα κυκλώματα είναι απλά και εύκολα στη συναρμολόγησή τους. Απλές κατασκευές και διατάξεις, που δεν υπάρχουν έτοιμες στο εμπόριο, μπορούν όμως να πραγματοποιηθούν από τους μαθητές, δίνοντάς τους τη χαρά της δημιουργίας και την ευκαιρία να ξυπνήσει μέσα τους ο μικρός «μαστοράκος», που όλοι λίγο ή πολύ κρύβουμε μέσα μας από την παιδική ηλικία

Οι πειραματικές διατάξεις είναι πρωτότυπες και καλύπτουν εργαστηριακά, θέματα που θεωρητικά καλυπτόταν από τη σχετική βιβλιογραφία. Το κάθε πείραμα για να κατανοηθεί πλήρως, απαιτεί τη θεωρητική του πρώτα μελέτη, που ονομάζεται προεργασία και πραγματοποιείται από τον υπεύθυνο καθηγητή. Το κυρίως πείραμα είναι η εφαρμογή της προεργασίας.

Πειράματα επίδειξης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Τα πειράματα επίδειξης, που ακολουθούν, ως μέσο για την επίτευξη των διδακτικών στόχων έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να γίνουν σεβαστά προκειμένου να επιτευχθούν οι διδακτικοί στόχοι. Τα χαρακτηριστικά αναφέρονται στον διδάσκοντα, στους μαθητές αλλά και τη διδακτική στρατηγική.

Τα χαρακτηριστικά σχετικά με τους διδάσκοντες είναι:

- Τα πειράματα γίνονται με πρωτοβουλία του διδάσκοντος
- Πραγματοποιούνται από τον Καθηγητή ή σε συνεργασία με μαθητές βοηθούς
- Απευθύνονται σε όλους τους μαθητές
 - Χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς όπως: πρόκληση ενδιαφέροντος, επικύρωση θεωρίας που έχει διδαχθεί, παρουσίαση φαινομένου κ.ά.

Σχετικά με τους μαθητές, τα πειράματα αυτά που είναι επίδειξης έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, τα οποία πολλές φορές αποτελούν και προβλήματα:

- Το πείραμα επίδειξης και ότι αυτό θα “δείξει”, δεν είναι αποτέλεσμα δικής τους πρωτοβουλίας, προβληματισμού ή σκέψης σχετικά με κάποιο φαινόμενο

- Οι μαθητές παρακολουθούν το πείραμα επίδειξης και συχνά δεν καταλαβαίνουν το συμπέρασμα που προκύπτει από αυτό ή την σχέση που έχει με αντίστοιχη επιστημονική θεωρία.
- Δεν μπορούν να παρακολουθήσουν το ίδιο το πείραμα λόγω της απόστασης από την θέση που γίνεται.
- Είναι δύσκολο για τους μαθητές να συσχετίσουν το πείραμα επίδειξης με την αντίστοιχη ενότητα του σχολικού βιβλίου που μόνοι τους θα μελετήσουν.

Τέλος όσον αφορά τη διδακτική στρατηγική έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Να πετύχει την επίτευξη συγκεκριμένων διδακτικών στόχων.
- Όλοι οι διδακτικοί στόχοι δεν μπορεί επιτευχθούν με τα πειράματα επίδειξης
- Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες τεχνικές είναι δυνατόν να αυξηθεί η συμμετοχή των μαθητών

1. Δύσκολα μπορεί να αυξηθεί η κατανόηση και η μάθηση με το πείραμα επίδειξης για όλους τους μαθητές.

Ακολουθούν τα πειράματα επίδειξης που μπορούν να είναι και βιντεοσκοπημένα ώστε να προβάλλονται μέσα στο σχολικό εργαστήριο, για να μπορούν οι μαθητές ευκολότερα να παρακολουθούν τη διαδικασία.

A. Πειράματα Ηλεκτρισμού

Πυκνωτής σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος

Προτείνονται μια σειρά από δραστηριότητες, για πυκνωτή σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, οι οποίες έχουν σαν στόχους να διαπιστώσουν οι μαθητές:

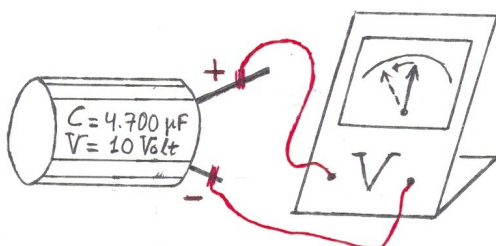
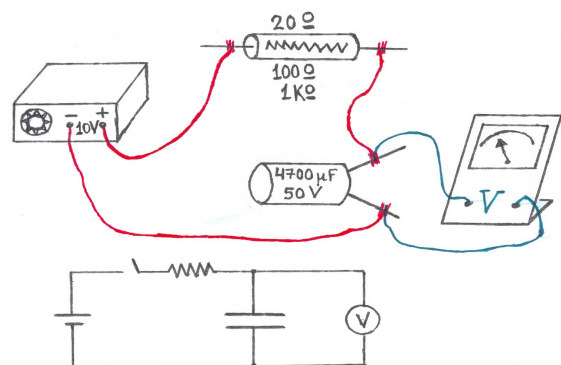
- τη φόρτιση του πυκνωτή από μια πηγή συνεχούς ρεύματος
- την καθυστέρηση στη διάρκεια της φόρτισης του πυκνωτή, όταν η αντίσταση αντικατασταθεί από μια μεγαλύτερη
- την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στον πυκνωτή
- ότι τα ρεύματα φόρτισης-εκφόρτισης είναι αντίρροπα
- να διαπιστωθεί ότι όντως «ο πυκνωτής αποτελεί διακόπτη στο συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα».

Δραστηριότητα 1^α. Φόρτιση πυκνωτή

Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος.

Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη διαπιστώνουμε τη βαθμιαία αύξηση της ένδειξης του βολτομέτρου που δείχνει την τάση V_c μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

Στη συνέχεια εκφορτίζουμε τον πυκνωτή και επαναλαμβάνουμε τη φόρτιση χρησιμοποιώντας αντιστάτη μεγαλύτερης αντίστασης (π.χ. 100Ω ή $1\text{K}\Omega$).



Με τον τρόπο αυτό διαπιστώνεται ο πιο αργός ρυθμός αύξησης της τάσης του πυκνωτή. Έτσι ο πυκνωτής θα φορτισθεί ξανά και θα αποκτήσει την τάση V_p της πηγής. Τέλος ανοίγοντας τον διακόπτη ο

πυκνωτής εκφορτίζεται μέσα από την εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου.

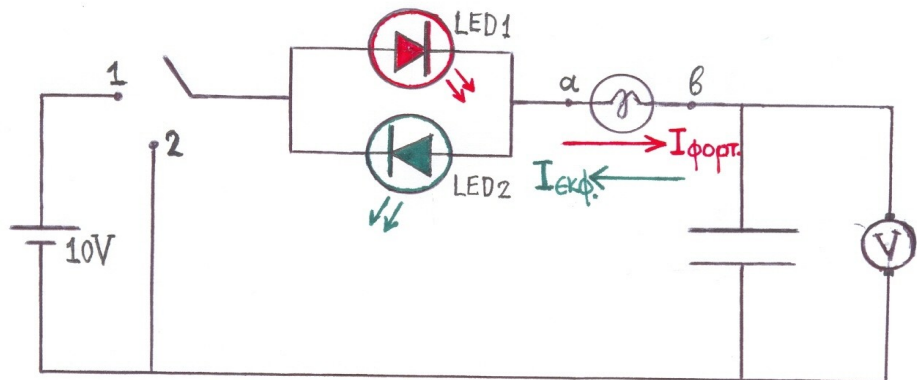
Δραστηριότητα 1^β. Αποθήκευση, μεταφορά και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας του πυκνωτή.

Στη δραστηριότητα αυτή θέλουμε να δείξουμε τη διατήρηση της αποθηκευμένης ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου και τη δυνατότητα «μεταφοράς» της.

Φορτίζουμε τον πυκνωτή σε τάση $V_c = 10V$ και στη συνέχεια τον αποσυνδέουμε. Ύστερα από λίγο συνδέουμε τον πυκνωτή με ένα μικρό λαμπάκι (3,8V ή 2,2V) και παρατηρούμε ότι φωτοβολεί. Δηλαδή η ηλεκτρική ενέργεια $1/2CV_c^2$ του πυκνωτή μετατράπηκε σε θερμική και φωτεινή ενέργεια.

Δραστηριότητα 1^γ. Φόρτιση-εκφόρτιση πυκνωτή με αντίρροπα ρεύματα

Στο κύκλωμα του σχήματος, κλείνουμε το διακόπτη στη θέση 1, οπότε η φορά του ρεύματος είναι από το σημείο α στο β. Για ελάχιστο διάστημα ακτινοβολεί το LED 1. Μόλις φορτισθεί ο πυκνωτής του κυκλώματος αλλάζουμε το διακόπτη και τον τοποθετούμε στη θέση 2 (η φορά τώρα του ρεύματος είναι από το β στο α) οπότε ο πυκνωτής εκφορτίζεται. Κατά την εκφόρτιση του πυκνωτή ακτινοβολεί για λίγο το LED 2.



Δραστηριότητα 1^δ. Δράση του πυκνωτή σαν διακόπτης στο συνεχές ρεύμα

Κλείνοντας το διακόπτη στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος, παρατηρούμε ότι, αυτό διαρρέεται για ελάχιστο χρόνο από ρεύμα μέχρις ότου φορτισθεί ο πυκνωτής. Στο αμπερόμετρο A, εμφανίζεται ένα στιγμιαίο ρεύμα, το οποίο βαθμιαία μηδενίζεται. Η ένταση του βολτομέτρου, V_c , αρχίζει βαθμιαία να αυξάνει μέχρι να φθάσει στην τιμή της τάσης της πηγής, όπου και σταθεροποιείται.

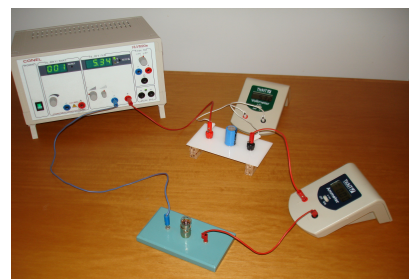
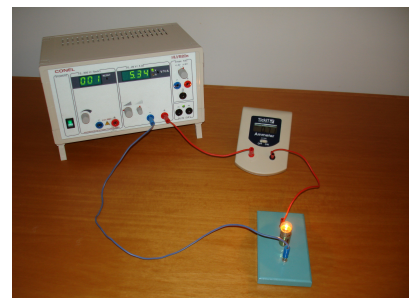
Στο σημείο αυτό τίθεται το πιο κάτω ερώτημα στους μαθητές, ώστε να τους αξιολογήσουμε:

«Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος σε κάθε κλάδο του κυκλώματος, αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και στη συνέχεια μετά τη σταθεροποίηση των εντάσεων των ρευμάτων».

Μέτρηση αντίστασης αντιστάτη

Στόχοι της δραστηριότητας αυτής είναι:

Να μπορούν οι μαθητές:

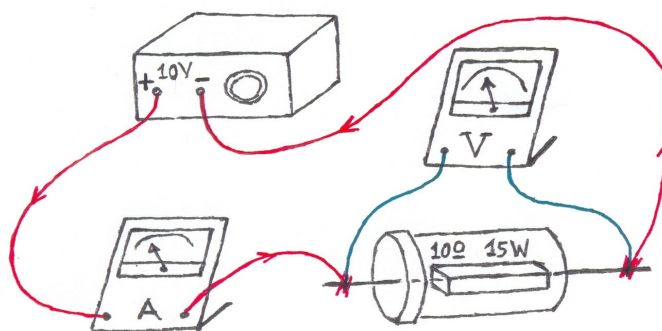


να προτείνουν ένα τρόπο μέτρησης της αντίστασης ενός αντιστάτη
να πραγματοποιούν το αντίστοιχο κύκλωμα, συνδέοντας με το σωστό τρόπο τα όργανα
μέτρησης (αμπερόμετρο και βολτόμετρο)
να λαμβάνουν μετρήσεις και να υπολογίζουν την αντίσταση
να συγκρίνουν με την πραγματική τιμή και να αποφαινούνται αν ο αντιστάτης υπακούει στο
νόμο του Ohm

Στο σημείο αυτό (και αφού ορίσουμε την αντίσταση ενός αντιστάτη $R=V/I$, μπορούμε να
θέσουμε τα πιο κάτω ερωτήματα στους μαθητές τα οποία αποτελούν ένα τρόπο αξιολόγησής τους:

- A. Τι χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό της αντίστασης ενός αντιστάτη που κλείσαμε στο κουτί του φωτογραφικού φίλμ;
- B. Τι όργανα-συσκευές θα χρειασθούν;
- Γ. Μπορείτε να προτείνετε ένα κύκλωμα για την εύρεση της αντίστασης του αντιστάτη;

Στη συνέχεια για ορισμένες τάσης της πηγής, σημειώνουμε την ένδειξη του βολτομέτρου και του αμπερομέτρου: ($V=5V$, $V=10V$, $I=1A$) οπότε υπολογίζουμε την αντίσταση. Συγκρίνουμε την τιμή που των 10Ω με την τιμή της αντίστασης που αναγράφεται αντιστάτη, έτσι ώστε να οι μαθητές κατά πόσο η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν σωστή.



τιμές της
 $I=0,5A$,
 $(R=10\Omega)$.
βρήκαμε
στον
ελέγχον

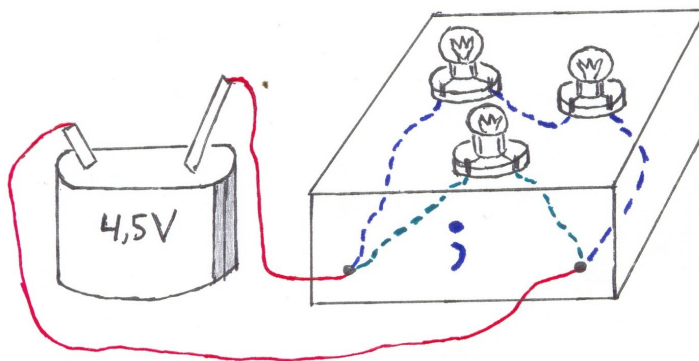
Επίσης μετράμε την ένταση του ρεύματος σε τάση $V=2V$, $8V$ και υπολογίζουμε την αντίσταση R . Διαπιστώνουμε ότι ο αντιστάτης υπακούει στον νόμο του Ohm ($R=σταθερό$) στην περιοχή των $0-10V$.

Στη θέση του αντιστάτη τοποθετούμε μια λάμπα πυρακτώσεως. Μετράμε την ένταση του ρεύματος σε τάση $V=5V$, $10V$, $15V$, $20V$. Διαπιστώνουμε ότι η τιμή της αντίστασης της λάμπας αυξάνεται λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

Μετά το πέρας των πιο πάνω πειραμάτων μπορούμε να προτείνουμε ένα παιχνίδι-γρίφο στους μαθητές, για την εύρεση του τρόπου σύνδεσης τριών αντιστατών.

Παιχνίδι γρίφος

Στο παιχνίδι αυτό ο τρόπος σύνδεσης των αντιστατών δεν φαίνεται, τα καλώδια είναι κρυμένα μέσα σε ένα «μαύρο κουτί». Όπως φαίνεται στο σχήμα, στο πάνω μέρος του κουτιού υπάρχουν τρία λαμπάκια, ενώ στην μία όψη υπάρχουν οι ακροδέκτες τροφοδοσίας, όπου συνδέουμε την ηλεκτρική πηγή. Τα λαμπάκια χρωματίζονται (π.χ μπλε, κόκκινο, κίτρινο) ώστε να είναι πιο εύκολη η



διαδικασία. Οι μαθητές θα πρέπει να αφαιρούν όλα τα λαμπάκια ένα-ένα με τη σειρά ώστε να μπορέσουν να οδηγηθούν σε ασφαλή συμπεράσματα.

1^η περίπτωση: Να είναι συνδεδεμένα και τα τρία λαμπάκια σε σειρά. Όποιο λαμπάκι και να αφαιρέσουμε οι άλλες δύο σβήνουν.

2^η περίπτωση: Να είναι συνδεδεμένες παράλληλα και τα τρία λαμπάκια. Αφαιρώντας διαδοχικά ένα-ένα λαμπάκι τα άλλα δύο δεν σβήνουν.

3^η περίπτωση: Δύο λαμπάκια παράλληλα και σε σειρά με το τρίτο. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει ένα μόνο λαμπάκι (αυτό που είναι συνδεδεμένο σε σειρά) που αφαιρώντας το τα άλλα δύο σβήνουν.

4^η περίπτωση: Δύο στη σειρά και παράλληλα με το τρίτο λαμπάκι. Όποια λαμπάκι και αν αφαιρέσουμε υπάρχουν ένα ή δύο που δεν σβήνουν.

Από την ένταση της ακτινοβολίας της κάθε λάμπας βγάζουμε συμπεράσματα για την ένταση του ρεύματος που διαρέει κάθε κλάδο. Έντονο φως μεγάλη ένταση ρεύματος, ασθενές μικρή ένταση ρεύματος. Με το άνοιγμα δε του κουτιού ελέγχουμε την επιτυχία της πρόβλεψης όσον αφορά τον τρόπο σύνδεσης των λαμπτήρων.

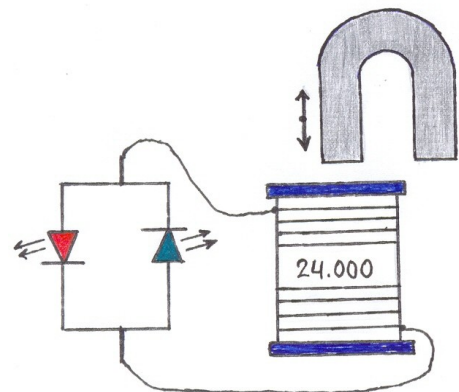
Μετά τα απλά, αλλά και εντυπωσιακά πειράματα ηλεκτρισμού ακολουθούν μερικά ενδεικτικά πειράματα ηλεκτρομαγνητισμού σε έννοιες οι οποίες δύσκολα γίνονται αντιληπτές από τους μαθητές.

B. Πειράματα Ηλεκτρομαγνητισμού

Το 1821 ο Ampere πραγματοποίησε τα πρώτα πειράματα ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Μετά από δέκα ολόκληρα χρόνια το 1831 ο Faraday παραγματοποίησε δικά του πειράματα και ανακάλυψε τους νόμους της επαγωγής.

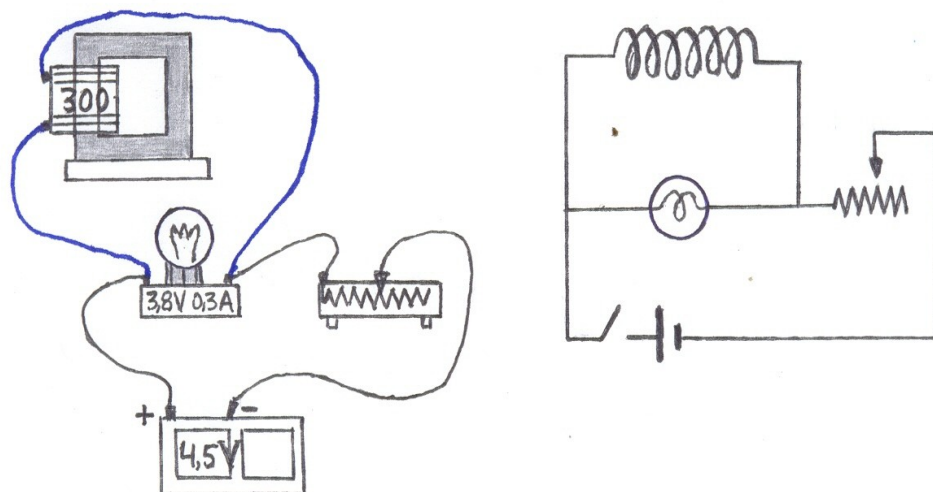
Πειράματα ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής

Στο κλασικό πείραμα της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής το πηνίο συνδέεται με γαλβανόμετρο ή μιλλιαμπερόμετρο. Στη συγκεκριμένη πειραματική δραστηριότητα στη θέση του γαλβανόμετρου τοποθετούνται δυο φωτοдиодοι (led) συνδεδεμένες παράλληλα με αντίθετη πολικότητα. Το πηνίο έχει 24.000 σπείρες, ο δε μαγνήτης είναι πεταλοειδής. Έτσι διαπιστώνεται ότι:



1. Η μετατροπή του μαγνητισμού σε ηλεκτρισμό, όπως χαρακτηριστικά είχε σημειώσει ο Faraday για τα πρώτα πειράματα της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.
2. Η ταχύτερη μετακίνηση του μαγνήτη σχετικά με το πηνίο προκαλεί μεγαλύτερο επαγωγικό ρεύμα και άρα εντονότερη φωτοβολία της φωτοδιόδου.
3. Όταν ο μαγνήτης δεν κινείται σε σχέση με το πηνίο, δεν προκαλείται επαγωγικό ρεύμα.
4. Η αντίθετη φορά του επαγωγικού ρεύματος, όταν ο μαγνήτης πλησιάζει – απομακρύνεται από το πηνίο, όπως δείχνει η φωτοβολία του ενός από τα δυο LED κάθε φορά.

ΗΕΔ αυτεπαγωγής – Ενέργεια μαγνητικού πεδίου



Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του σχήματος. Το πηνίο των 300 σπειρών στον κλειστό λυόμενο πυρήνα συνδέεται παράλληλα με ένα λαμπάκι (3,8V-0,3A).

Το σύστημα πηνίο – λαμπάκι τροφοδοτείται μέσω ροοστάτη από μία μπαταρία τάσης 4,5V μόνο.

Ρυθμίζουμε με τον ροοστάτη ώστε το λαμπάκι να φωτοβολεί μέτρια. Το πηνίο διαρρέεται από ένταση ρεύματος I_p . Λόγω του μαγνητικού κυκλώματος (πηνίο- πυρήνας) το πάνω τμήμα του λυόμενου πυρήνα δεν αποσπάται.

Με το άνοιγμα του διακόπτη, στο πηνίο εμφανίζεται ΗΕΔ αυτεπαγωγής. Το πηνίο αναλαμβάνει για λίγο ρόλο ηλεκτρικής πηγής. Το λαμπάκι φωτοβολεί στιγμιαία έντονα. Επομένως, η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου μετατρέπεται σε θερμική - φωτεινή ενέργεια, αφού το λαμπάκι φωτοβολεί.

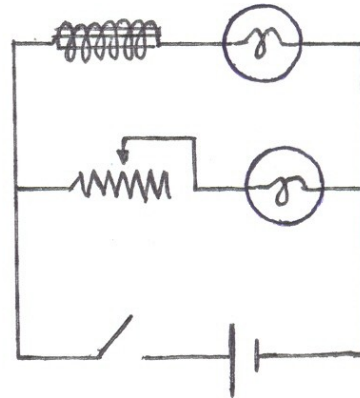
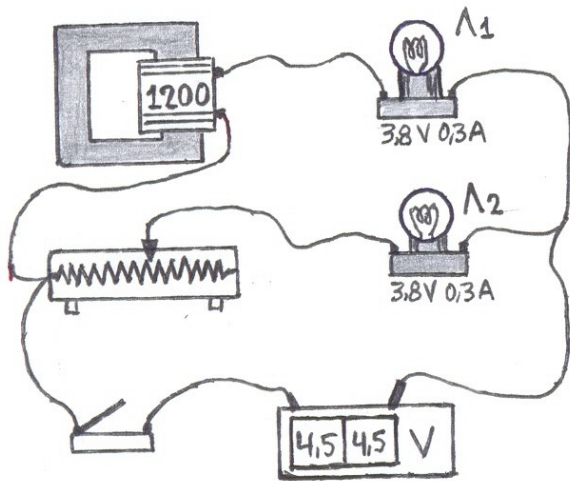
ΗΕΔ αυτεπαγωγής. Καθυστέρηση στην αποκατάσταση του ρεύματος

Πραγματοποιούμε το παρακάτω κύκλωμα, το οποίο εκτός από το μαγνήτη και το πηνίο των 1200 σπειρών, έχει δύο κλάδους.

Ο ένας κλάδος αποτελείται από το πηνίο των 1200 σπειρών τοποθετημένο στον κλειστό λυόμενο πυρήνα, με ένα λαμπάκι Λ_1 (3,8V-0,3A).

Ο δεύτερος κλάδος αποτελείται από έναν ροοστάτη και ένα ακριβώς ίδιο λαμπάκι, δηλαδή (3,8V-0,3A).

Οι δυο συνδεδεμένοι παράλληλα κλάδοι τροφοδοτούνται από μία μπαταρία 4,5V ή 9V (και πάλι χρησιμοποιούμε χαμηλή τάση για λόγους ασφαλείας).



Φροντίζουμε με τον ροοστάτη τα δύο λαμπάκια να φωτοβολούν εξίσου. Στη συνέχεια ανοίγουμε τον διακόπτη.

Με το κλείσιμο του διακόπτη, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κλάδο του ροοστάτη λαμβάνει ακαριαία την τελική της τιμή. Το λαμπάκι Λ_2 φωτοβολεί ακαριαία.

Στο πηνίο εμφανίζεται ΗΕΔ αυτεπαγωγής, που αντιτίθεται για λίγο στην αύξηση του ρεύματος που διαρρέει τον κλάδο με το πηνίο. Το λαμπάκι Λ_1 φωτοβολεί κλάσμα του δευτερολέπτου αργότερα από το Λ_2 . Η ένταση του ρεύματος στον κλάδο με το πηνίο καθυστέρησε ελάχιστα να λάβει την τελική της τιμή.

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Τα πειράματα αυτά αποτελούν ένα μέρος των πειραμάτων που μπορεί ο εκπαιδευτικός ή οι μαθητές να πραγματοποιήσουν, στο σχολικό εργαστήριο. Τα πειράματα είναι το μέσο που θα προκαλέσει εννοιολογική αλλαγή και για αυτό το λόγο επιλέγονται κατάλληλα, ώστε να αναδείξουν τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και να τους πείσουν να υιοθετήσουν το επιστημονικό μοντέλο.

Χρησιμοποιώντας το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας, σύμφωνα με το νέα αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, το πείραμα μπορεί να είναι πείραμα επίδειξης από τον Καθηγητή, ή μπορεί να εκτελείται από τους μαθητές είτε ατομικά είτε σε ομάδες. Εισάγεται όμως στη διδασκαλία μόνο εφόσον προάγει τις γνωστικές εκείνες διεργασίες στους μαθητές, οι οποίες επιτρέπουν να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στις γνώσεις που επιθυμούμε αυτοί να οικοδομήσουν και στις προϋπάρχουσες ιδέες τους. Με άλλα λόγια, δεν μπορούμε να βάλουμε ιδέες στα κεφάλια των μαθητών, αφού αυτοί θα οικοδομήσουν τα δικά τους νοήματα.

Μπορούμε να πραγματοποιήσουμε και άλλα πειράματα, π.χ πείραμα Oersted, ηλεκτρομαγνητική ταλάντωση, νόμος Lentz κ.ά., για πληρέστερη εικόνα βασικών θεμάτων Ηλεκτρισμού και Ηλεκτρομαγνητισμού.

Στα πειράματα που πραγματοποιούμε στα πλαίσια της διδακτικής πρακτικής και για να αυξήσουμε τη συμμετοχή των μαθητών θα πρέπει:

- Χωρίζουμε την τάξη σε ομάδες και η κάθε ομάδα συναρμολογεί την πειραματική διάταξη με την βοήθειά μας.
- Η θέση όπου θα συναρμολογηθεί η πειραματική διάταξη πρέπει να είναι ορατή από όλους τους μαθητές.
- Με ερωτήσεις προσπαθούμε να προσανατολίσουμε τους μαθητές στο θέμα που θα διδαχθούν και να προκαλέσουμε το ενδιαφέρον τους.

- Τοποθετούμε όλα τα απαραίτητα σε σημείο όπου όλοι τους μπορούν να βλέπουν. Καλούμε τους μαθητές να αναγνωρίσουν ένα-ένα τα όργανα, τις συσκευές και τα εξαρτήματα. Σταδιακά και με τη συμβολή τους “στήνουμε” την πειραματική διάταξη.
- Μπορούμε να προβάλουμε σε μια διαφάνεια την πειραματική διάταξη και να καλέσουμε τους μαθητές να βοηθήσουν στην πραγματοποίησή της. Ζητάμε εθελοντές, περιμένουμε να συμμετέχουν όλοι και ανάλογα με τις δυνατότητές τους, τους ζητάμε να αναγνωρίσουν και να επιλέξουν κάποιο από αυτά που έχουμε φέρει στην τάξη να πουν το όνομά του, τι κάνει κ.λ.π.

Για να αυξήσουμε την κατανόηση και τη μάθηση προτείνουμε τα εξής:

- Ζητάμε από τους μαθητές να σχεδιάσουν τη διάταξη που έχει συναρμολογηθεί σε ένα χαρτί χρησιμοποιώντας τα σύμβολα που πρέπει και να τη συμπληρώσουν με όσα δεν είναι ορατά π.χ. ρεύματα.
- Καλούμε τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί αν π.χ κλείσουμε το διακόπτη. Δεχόμαστε απαντήσεις από όσο το δυνατόν περισσότερους μαθητές. Συζητάμε τις απαντήσεις πριν κάνουμε την ανάλογη κίνηση και στη συνέχεια προχωράμε στην ενέργεια αυτή ή καλούμε κάποιο μαθητή να το κάνει.
- Στη συνέχεια οι μαθητές ελέγχουν τις προβλέψεις τους ή προσπαθούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο που παρατηρούν.
- Αν πρόκειται για πείραμα επαλήθευσης ποσοτικού νόμου (νόμος Ohm) μπορούμε να καλέσουμε κάποιο μαθητή να “διαβάσει” τις ενδείξεις των οργάνων, να επεξεργαστούν στη συνέχεια τα δεδομένα και να ελέγξουν την ισχύ του νόμου.
- Ανάλογα εργαζόμαστε στην περίπτωση όπου γίνεται έλεγχος παραμέτρων σε ένα φαινόμενο π.χ. αριθμός σπειρών στον μετασχηματιστή στην επαγωγή.
- Αν πρόκειται για πείραμα εισαγωγής εννοιών π.χ. ηλεκτρικό φορτίο, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή κ.λ.π. καλούμε τους μαθητές να προτείνουν εξηγήσεις για το φαινόμενο που παρατήρησαν. Τις απαντήσεις τους τις συζητάμε και σταδιακά εισάγουμε τους μαθητές στην έννοια ή τις έννοιες που έχουμε θέσει ως στόχο.
- Τέλος αν παρουσιάζεται κάποιο φαινόμενο, μπορούμε να ρωτήσουμε αν αυτό που παρατηρούν τους θυμίζει κάποιο άλλο φαινόμενο. Παράδειγμα στην περίπτωση του κανόνα του Lenz η κίνηση του αιωρούμενου δακτυλιδιού θυμίζει την έλξη και άπωση μεταξύ μαγνητών και μετάλλων.

Στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας θα πρέπει να κάνουμε μια ανασκόπηση. Με αυτή αξιολογούμε έμμεσα το τι έμαθαν οι μαθητές από το πείραμα επίδειξης και προβαίνουμε στις κατάλληλες ενέργειες. Μπορούμε να κάνουμε απλές ερωτήσεις προς όλους τους μαθητές, του τύπου: “Τι μάθαμε; τι κάναμε; ποιο φαινόμενο παρατηρήσαμε; από τι αποτελούνταν η διάταξη; κ.λ.π.”. Αυτές μπορεί να εμπεριέχονται σε φύλλα εργασίας τα οποία διανέμονται στους μαθητές αμέσως μετά το πέρας της πειραματικής διαδικασίας και οι ερωτήσεις αφορούν τα βήματα πραγματοποίησης των πειραμάτων αλλά και τα παρατηρούμενα φαινόμενα. Από τις απαντήσεις διαπιστώνουμε κατά πόσο επιτεύχθηκαν οι διδακτικοί στόχοι.

Επιλέγοντας ως εργαλείο διδασκαλίας της Φυσικής το πείραμα, πρέπει να ενεργοποιήσουμε, τις αισθήσεις, την προσοχή και τη σκέψη των μαθητών. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί, αν σχεδιάσουμε ρόλους για τους μαθητές, με τους οποίους θα ενεργοποιήσουμε την προσοχή τους, θα τους κρατήσουμε σε εγρήγορση και θα τους προκαλέσουμε να σκεφθούν. Άλλωστε σύμφωνα με τον Αριστοτέλη “ακούμε και βλέπουμε με το νου μας”.

Το πείραμα επομένως, λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι τελείως απαραίτητο στη διδασκαλία, γιατί όπως αναφέρει μια Κινέζικη παροιμία:

«ό,τι ακούω, το ξεχνάω, ό,τι βλέπω, το θυμάμαι, ό,τι κάνω, το καταλαβαίνω».

Βιβλιογραφία

1. Βλάχος Ι., 2007 : “Πείραμα επίδειξης: Προτάσεις για την βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος”.
2. Ζησιμόπουλος Γ., Καφετζόπουλος Κ., Μουτζούρη-Μανούσου Ε., Παπαναστασίου Ν. (2002) «Θέματα διδακτικής για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών», Αθήνα, Εκδόσεις Πατάκη.
3. Κόκκοτας Π, Καραπαναγιώτης Β., Αρναουτάκης Ι., Γιάννος Καρανίκας, Κουρέλης Ι., (1988) : Πειράματα Φυσικής, Αθήνα
4. Κόκκοτας, Π. (2002) «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Μέρος ΙΙ- Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών – Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης» Αθήνα, 3^η έκδοση Βελτιωμένη (και 2^η έκδοση 1998)
5. Κουμαράς Π., (2003): «Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής», Θεσσαλονίκη.
6. Μπουρούτης Ι : Πειράματα Φυσικής, Βιβλίο Β' - ΟΕΔΒ Αθήνα
7. Παπασταματίου Ν.: Εργαστηριακές ασκήσεις Φυσικής Γ' Γυμνασίου
8. Cutnell – Johnson, 1... : Physics.
9. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1998) «Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών -Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών» Επιμέλεια Π.Κόκκοτας, Αθήνα
10. Matthews M., 1994: “Science Teaching, The role of History and Philosophy of Science”, Routledge, New York
11. Serway, 1... : Physics for Scientists and Engineers.
12. Keith Johnson, 1... : Physics for you.
13. Edgeworths Johnson, 1811: “Essays on Practical Education”, Λονδίνο
14. Hewitt, D., 1992: «Οι έννοιες της Φυσικής Τόμος ΙΙ» Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Ηράκλειο Κρήτης