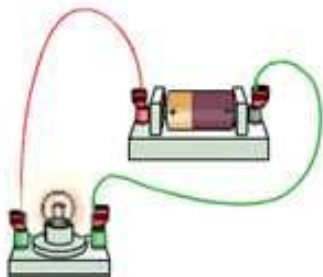


ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ



ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ
ΔΑΣΚΑΛΟΣ-ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ 2ου ΕΚΦΕ Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΘΕΩΡΙΑ

Ηλεκτρικό φορτίο – Ηλεκτρική δύναμη

Εάν τρίψουμε ένα πλαστικό στυλό σε ένα μάλλινο ύφασμα θα παρατηρήσουμε ότι το στυλό τραβάει μικρά κομματάκια από χαρτί. Το στυλό ασκεί λοιπόν μια δύναμη στα κομματάκια του χαρτιού και μάλιστα μια **δύναμη από απόσταση**. Το ίδιο φαινόμενο θα παρατηρήσουμε αν τρίψουμε ένα καλαμάκι σε ένα χαρτομάντιλο ή μια γυάλινη ράβδο σε ένα μεταξωτό ύφασμα.

Η δύναμη που ασκείται στις παραπάνω περιπτώσεις ονομάζεται **ηλεκτρική δύναμη** και εξηγείται με τη βοήθεια του **ηλεκτρικού φορτίου**. Έτσι λοιπόν λέμε ότι το πλαστικό στυλό μετά την τριβή του με μάλλινο ύφασμα αποκτά ηλεκτρικό φορτίο, είναι δηλαδή **ηλεκτρικά φορτισμένο**. Μεταξύ δυο ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων αναπτύσσεται ηλεκτρική δύναμη.

Έχουμε λοιπόν το συσχετισμό:

ηλεκτρικό φορτίο → ηλεκτρική δύναμη

Πειραματικά διαπιστώνουμε ότι η ηλεκτρική δύναμη είναι άλλοτε **ελκτική** και άλλοτε **απωστική**. Το γεγονός αυτό μας δείχνει ότι υπάρχουν **δυο είδη ηλεκτρικού φορτίου**. Πειραματικά επίσης διαπιστώνουμε πως όταν δυο ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα **απωθούνται** μεταξύ τους έχουν **φορτίο ίδιου είδους**, ενώ όταν **έλκονται** έχουν **φορτίο διαφορετικού είδους**.

Γενικά, όλα τα φορτισμένα σώματα (αυτά δηλαδή που έχουν αποκτήσει ηλεκτρικό φορτίο) μπορούμε να τα χωρίσουμε σε δυο ομάδες:

α) αυτά που είναι **θετικά φορτισμένα** (π.χ. μια γυάλινη ράβδος, την οποία έχουμε τρίψει με μεταξωτό ύφασμα)

β) αυτά που είναι **αρνητικά φορτισμένα** (π.χ. μια πλαστική ράβδος, την οποία έχουμε τρίψει με μάλλινο ύφασμα).

Πως τα σώματα αποκτούν ηλεκτρικό φορτίο

Όλα τα σώματα αποτελούνται από άτομα, τα οποία είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα γιατί τα πρωτόνια (+) του πυρήνα τους είναι ίσα με τα ηλεκτρόνια (-) τους. Έτσι λοιπόν και τα σώματα είναι **ηλεκτρικά ουδέτερα**.

Ένα σώμα είναι δυνατόν να προσλάβει ή να αποβάλλει ηλεκτρόνια.

Στην περίπτωση που το σώμα έχει προσλάβει ηλεκτρόνια αποκτά **πλεόνασμα ηλεκτρονίων**, οπότε παύει να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο και αποκτά **αρνητικό φορτίο**.

Αντίθετα, εάν ένα σώμα αποβάλλει ηλεκτρόνια τότε έχει **έλλειμμα ηλεκτρονίων**, οπότε υπερिशχύει το θετικό φορτίο των πρωτονίων και το σώμα έχει τελικά **θετικό φορτίο**.

Η απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα ενός σώματος απαιτεί την προσφορά ενέργειας για να υπερνικηθεί η έλξη των πυρήνων. Η απαιτούμενη αυτή ενέργεια μπορεί να προσφερθεί στα ηλεκτρόνια με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα με την τριβή. Όταν λοιπόν τρίβουμε ένα στυλό με ένα μάλλινο ύφασμα, φεύγουν ηλεκτρόνια από το μάλλινο ύφασμα και πάνε στο στυλό. Έτσι, το στυλό φορτίζεται αρνητικά και το μάλλινο ύφασμα θετικά.

Ένα ερώτημα που θα μπορούσε να τεθεί είναι γιατί τα φορτία που έχουν αποθεθεί στο στυλό δεν απωθούνται αφού είναι όμοια μεταξύ τους. Πράγματι όμως απωθούνται και γι αυτό διασκορπίζονται μόνο στην επιφάνεια των σωμάτων (και όχι στο εσωτερικό) και έχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ τους. Η άπωση είναι και ο λόγος που τα σώματα δεν διατηρούν μόνιμα τα φορτία τους αλλά σιγά-σιγά **εκφορτίζονται**, δηλαδή, τα αρνητικά φορτισμένα σώματα χάνουν τα ηλεκτρόνια τους, ενώ τα θετικά φορτισμένα σώματα προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια. Όταν έχουμε μεγάλη συγκέντρωση φορτίων και η εκφόρτιση γίνει απότομα, τότε έχουμε διάφορα φαινόμενα, όπως η **αστραπή** και ο **κεραυνός**. Πολύ πιο ήπια αλλά ανάλογα φαινόμενα παρατηρούμε μερικές φορές, όταν ακουμπάμε την πόρτα ενός αυτοκινήτου που μόλις σταμάτησε.

Τρόποι ηλέκτρισης

Έναν τρόπο ηλέκτρισης, την **ηλέκτριση με τριβή**, αναφέραμε παραπάνω και είδαμε για παράδειγμα, πώς ηλεκτρίζεται με τριβή το πλαστικό στυλό και το μάλλινο ύφασμα.

Ένας άλλος τρόπος ηλέκτρισης είναι η **ηλέκτριση με επαφή**, κατά την οποία όταν ένα φορτισμένο σώμα έρθει σε επαφή με ένα άλλο σώμα, που είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, το δεύτερο αποκτά φορτίο ίδιου είδους με το φορτισμένο. Αυτό συμβαίνει γιατί αν το πρώτο σώμα είναι φορτισμένο αρνητικά, τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια επειδή απωθούνται μεταξύ τους μετακινούνται προς το αφόρτιστο σώμα και έτσι φορτίζεται και αυτό αρνητικά.

Εάν το πρώτο σώμα έχει θετικό φορτίο, μερικά ηλεκτρόνια του αφόρτιστου σώματος μετακινούνται προς το θετικά φορτισμένο σώμα. Έτσι και το δεύτερο σώμα εμφανίζει έλλειμμα ηλεκτρονίων, οπότε φορτίζεται θετικά.

Είδαμε μέχρι τώρα δυο τρόπους ηλέκτρισης, με τριβή και με επαφή. Μπορούμε όμως να εξηγήσουμε γιατί ένα φορτισμένο στυλό έλκει μικρά κομματάκια χαρτιού; Η εξήγηση για το παραπάνω φαινόμενο (ή άλλα παρόμοια) δίνεται εάν γνωρίζουμε ότι υπάρχει και τρίτος τρόπος ηλέκτρισης των σωμάτων, η **ηλέκτριση με επαγωγή**.

Όταν το φορτισμένο με αρνητικό φορτίο στυλό πλησιάσει ένα κομματάκι χαρτιού, τα ηλεκτρόνια του χαρτιού, λόγω άπωσης, κινούνται προς το αντίθετο μέρος, με αποτέλεσμα στην πλευρά που είναι πιο κοντά στο στυλό να πλεονάζει το θετικό φορτίο, ενώ στην αντίθετη πλευρά, το αρνητικό. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται **πόλωση του ηλεκτρικού φορτίου**, ενώ λέμε ότι το χαρτί έχει φορτιστεί

με επαγωγή. Έτσι λοιπόν η αρνητικά φορτισμένη ράβδος έλκει τα χαρτάκια από τη μεριά που έχουμε θετικό φορτίο (έλλειμμα ηλεκτρονίων).

Το ηλεκτρικό ρεύμα

Η εμπειρία μας (αλλά και η εμπειρία των παιδιών) μας λέει ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η **αιτία λειτουργίας** μιας πολύ μεγάλης κατηγορίας συσκευών που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή: λάμπες φωτισμού, ψυγείο, τηλεόραση, ηλεκτρονικός υπολογιστής, φωτοτυπικό κ.α. λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα.

Εάν αναζητήσουμε έναν **ορισμό** για το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να βρούμε έναν ορισμό της μορφής:

«Ηλεκτρικό ρεύμα είναι η προσανατολισμένη κίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων κατά μήκος ενός μεταλλικού σύρματος»

ή

«Ηλεκτρικό ρεύμα είναι η κατευθυνόμενη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων, η οποία συμβαίνει μέσα στους αγωγούς εξ αιτίας κάποιας διαφοράς δυναμικού».

Το μεταλλικό σύρμα που αναφέρεται στον πρώτο ορισμό είναι το αντίστοιχο του αγωγού που αναφέρεται στο δεύτερο ορισμό. Γιατί όμως ένα μεταλλικό σύρμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος;

Σε ένα μέταλλο τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας των ατόμων συγκρατούνται τόσο χαλαρά από τους πυρήνες, ώστε διαφεύγουν και κινούνται ελεύθερα σε όλη την έκταση του μετάλλου. Γι' αυτό και ονομάζονται **ελεύθερα ηλεκτρόνια**. Όταν αγοράζουμε ένα μεταλλικό σύρμα, αυτό έχει έτοιμα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, τα οποία ούτως ή άλλως υπάρχουν σε όλη τη μάζα του και κινούνται άτακτα προς όλες τις κατευθύνσεις (θερμική κίνηση). Ηλεκτρικό ρεύμα θα έχουμε όταν το μεταλλικό σύρμα συνδεθεί με μια **πηγή**. Τότε, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αποκτούν την τάση να **μετακινηθούν προσανατολισμένα** προς το θετικό πόλο της πηγής. Τα ηλεκτρόνια λοιπόν δεν ξεκινούν από την ηλεκτρική πηγή, αλλά βρίσκονται ήδη στον αγωγό (μεταλλικό σύρμα).

Ηλεκτρική πηγή μπορεί να είναι μια μπαταρία. Όταν συνδέσουμε τους δυο πόλους της μπαταρίας με μεταλλικό σύρμα, τότε στο εσωτερικό του σύρματος δημιουργείται **ηλεκτρικό πεδίο**, οπότε στα ελεύθερα ηλεκτρόνια ασκείται ηλεκτρική δύναμη και μάλιστα ταυτόχρονα σε όλα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του σύρματος. Έτσι, κινούνται από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο.

Θα πρέπει να τονιστεί εδώ ότι η ταχύτητα που κινούνται προσανατολισμένα τα ηλεκτρόνια είναι πολύ μικρή, αυτό που ταξιδεύει με πολύ μεγάλη ταχύτητα (πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός) είναι το «σήμα για αφύπνισή τους», δηλαδή το ηλεκτρικό πεδίο που διαδίδεται μέσα στον αγωγό.

Η μπαταρία λοιπόν δημιουργεί μια **διαφορά δυναμικού** που είναι η αιτία της άσκησης δύναμης στα ελεύθερα ηλεκτρόνια, με αποτέλεσμα την προσανατολισμένη κίνησή τους, δηλαδή, το ηλεκτρικό ρεύμα.

Η κάθε πηγή λοιπόν θέτει απλώς σε προσανατολισμένη κίνηση τα ηλεκτρόνια που προϋπάρχουν στον αγωγό. Για να το καταφέρει όμως αυτό, καταναλώνει ενέργεια.

Ηλεκτρικό κύκλωμα – Ηλεκτρική ενέργεια

Όταν διαθέτουμε μια πηγή (μπαταρία), μεταλλικά σύρματα (καλώδια), έναν καταναλωτή (λαμπάκι) και τα συνδέσουμε κατάλληλα, δημιουργούμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Το ηλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων, μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία και έτσι το λαμπάκι ανάβει.

Η ηλεκτρική ενέργεια λοιπόν, μεταφέρεται μέσω του ηλεκτρικού ρεύματος στο λαμπάκι και εκεί μετατρέπεται σε μια άλλη μορφή ενέργειας. Απ' όλες τις μορφές ενέργειας αυτή που έχει επηρεάσει περισσότερο το σύγχρονο πολιτισμό είναι η **ηλεκτρική ενέργεια**. Τα μεγάλα πλεονεκτήματά της είναι η εύκολη μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις και η δυνατότητά της να μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας. Στις ηλεκτρικές συσκευές (καταναλωτές) η ηλεκτρική ενέργεια σε διάφορες μορφές ενέργειας όπως θερμική, κινητική, φωτεινή κ.α..

Η μεταφορά λοιπόν της ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο είναι δυνατόν να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερους καταναλωτές.

Η σύνδεση των καταναλωτών σε ένα κύκλωμα γίνεται γενικά με δυο τρόπους, σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση. Όταν έχουμε **σύνδεση σε σειρά** έχουμε ένα μοναδικό δρόμο για τη ροή του ρεύματος, ενώ όταν έχουμε **παράλληλη σύνδεση** σχηματίζονται κλάδοι, που ο κάθε ένας είναι ξεχωριστός δρόμος για τη ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Ηλεκτρομαγνητισμός

Για πολλούς αιώνες, ηλεκτρισμός και μαγνητισμός ήταν δυο ξεχωριστά πεδία μελέτης και οι επιστήμονες πίστευαν ότι δεν υπάρχει καμιά σχέση μεταξύ τους.

Ο μαγνητισμός ήταν γνωστός σαν την ιδιότητα του φυσικού μαγνήτη (μαγνητόλιθου) να έλκει σιδερένια αντικείμενα. Την ιδιότητα αυτή είχαν και οι τεχνητοί μαγνήτες, να έλκουν δηλαδή υλικά από σίδηρο, χάλυβα, νικέλιο, κοβάλτιο και ορισμένα κράματα, υλικά δηλαδή που ονομάζουμε **σιδηρομαγνητικά**.

Ήταν γνωστό επίσης ότι οι **μαγνήτες αλληλεπιδρούν** μεταξύ τους, **προσανατολίζονται** (έτσι κατασκευάστηκαν οι πυξίδες), έχουν **δυο πόλους** που είναι αδύνατο να τους απομονώσουμε και μπορούν να **μαγνητίζουν** ορισμένα αντικείμενα, να τα μετατρέπουν δηλαδή και αυτά σε μαγνήτες.

Το 1820 είχαμε μια επανάσταση στο χώρο του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού. Την έφερε ένα πείραμα που έκανε ο Δανός φυσικός Έρστεντ, κατά το οποίο ένας αγωγός που διαρρέοταν από ηλεκτρικό ρεύμα επηρέασε και μετακίνησε

μια μαγνητική βελόνα που βρισκόταν κοντά του. Το ηλεκτρικό ρεύμα λοιπόν προκαλούσε μαγνητικά φαινόμενα. Ο δρόμος για την ενοποίηση των ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων είχε ανοίξει.

Όταν λοιπόν έχουμε έναν αγωγό από τον οποίο διέρχεται **ηλεκτρικό ρεύμα**, γύρω του αναπτύσσονται μαγνητικές δυνάμεις, δηλαδή υπάρχει **μαγνητικό πεδίο**. Αν ο αγωγός έχει τη μορφή πηνίου, τότε τα μαγνητικά φαινόμενα είναι πιο έντονα, ειδικά στο εσωτερικό του πηνίου και γίνονται εντονότερα όσο αυξάνει ο αριθμός των σπειρών. Αν μέσα στο πηνίο τοποθετήσουμε ένα κομμάτι σίδηρο, η ένταση του μαγνητικού πεδίου μεγαλώνει ακόμη περισσότερο και έχουμε έναν ισχυρό **ηλεκτρομαγνήτη**. Ηλεκτρομαγνήτες υπάρχουν σε ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές: στον ηλεκτρομαγνητικό γερανό, στις συσκευές αναπαραγωγής ήχου και εικόνας, στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές κ.α.

Ο ηλεκτρικός κινητήρας

Ας εξετάσουμε τώρα ένα άλλο ερώτημα που γεννήθηκε αμέσως μετά τη δημοσίευση του πειράματος του Έρστεντ. Τι γίνεται όταν ένα σύρμα από το οποίο διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο; (π.χ. ανάμεσα στους πόλους ενός πεταλοειδή μαγνήτη).

Το πείραμα μας δείχνει ότι το σύρμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, όταν βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, θα εκτραπεί. Άρα πάνω του ασκείται δύναμη. Η δύναμη αυτή ονομάζεται δύναμη Λαπλάς. Γενικά, όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε το μαγνητικό πεδίο ασκεί δύναμη στον αγωγό.

Μια κατάλληλη διάταξη, που περιλαμβάνει μαγνήτη (δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο) και πηνίο (αποτελεί τον αγωγό του ηλεκτρικού ρεύματος), όταν συνδεθεί με ηλεκτρική πηγή, μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια της πηγής σε κινητική. Έτσι, το πηνίο αρχίζει να περιστρέφεται. Αιτία αυτής της περιστροφής είναι η δύναμη (Λαπλάς) που είδαμε παραπάνω.

Η διάταξη αυτή ονομάζεται **ηλεκτροκινητήρας** και **μετατρέπει**, όπως είδαμε, **την ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική**. Οι ηλεκτροκινητήρες αποτελούν τη βάση για την κατασκευή δεκάδων μηχανημάτων και συσκευών, που έχουν αλλάξει πολύ τη ζωή μας. Τα ηλεκτρικά παιχνίδια, το μίξερ, το ηλεκτρικό ψυγείο, το πλυντήριο ρούχων είναι μόνο μερικές από αυτές.

Η ηλεκτρική γεννήτρια

Με το πείραμα του Έρστεντ ανακαλύφθηκε ότι ο ηλεκτρισμός μπορεί να «παράγει» μαγνητισμό. Το ερώτημα ήταν εάν μπορεί να γίνει και το αντίθετο, δηλαδή **αν ο μαγνητισμός μπορεί να γίνει η αιτία παραγωγής ηλεκτρισμού**. Απάντηση στο ερώτημα έδωσε μετά από πολλά πειράματα ένας αυτοδίδακτος Άγγλος ερευνητής, ο Φαραντέι, ο οποίος ανακάλυψε ότι αν περιστρέφε ένα

μεταλλικό δίσκο ανάμεσα στους πόλους ενός μαγνήτη, τότε από το κύκλωμα στο οποίο συνδεόταν ο δίσκος διερχόταν ηλεκτρικό ρεύμα. Γενικότερα, αν ένα πηνίο κινιόταν σχετικά με έναν μαγνήτη ή ένας μαγνήτης σχετικά με ένα πηνίο, στο κύκλωμα του πηνίου αναπτυσσόταν ηλεκτρική τάση. Το φαινόμενο αυτό ονομάστηκε **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**. Έτσι λοιπόν με μια διάταξη, που περιλαμβάνει έναν μαγνήτη και ένα πηνίο που κινείται (ή το αντίστροφο) μπορούμε να πάρουμε ηλεκτρικό ρεύμα. Η διάταξη αυτή μετατρέπει την κινητική ενέργεια του πηνίου σε ηλεκτρική ενέργεια, είναι λοιπόν μια **γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος**.

Στις παραπάνω αρχές στηρίζεται σήμερα η λειτουργία των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Στις μονάδες αυτές έχουμε μετατροπή κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στατικός ηλεκτρισμός

1. Τα παιδιά κόβουν μικρά-μικρά κομματάκια χαρτί, τρίβουν το στυλό τους ή ένα καλαμάκι σε ένα κομμάτι χαρτί και παρατηρούν ότι το στυλό ή το καλαμάκι τραβάει τα κομματάκια του χαρτιού. Ακόμη πιο έντονα φαίνεται η ηλεκτρική έλξη αν αντί για κομματάκια χαρτιού χρησιμοποιηθούν μπαλάκια από φελιζόλ.

Το ίδιο πείραμα μπορούμε να κάνουμε χρησιμοποιώντας ζάχαρη ή αλάτι. Το καλαμάκι θα τραβήξει τους κόκκους και θα κολλήσουν πάνω του. Το ίδιο θα συμβεί αν τρίψουμε ένα μπαλόνι με μάλλινο ύφασμα και μετά το πλησιάσουμε στη ζάχαρη ή το αλάτι. Αν το μπαλόνι το φορτίσουμε καλά μπορεί να κολλήσει στον τοίχο (αν έχουμε χαμηλή υγρασία στην ατμόσφαιρα).

2. Τα παιδιά μπορούν να φτιάξουν μόνα τους ένα ηλεκτρικό εκκρεμές αν δέσουν με μια κλωστή ένα μπαλάκι φελιζόλ και το κρεμάσουν. Μπορούν να δέσουν και δυο μπαλάκια φελιζόλ στις άκρες μιας κλωστής και να την κρεμάσουν από το μέσο της.

3. Ανοίγουμε τη βρύση ώστε να τρέχει πολύ λίγο, με ομαλή ροή και πλησιάζουμε ένα καλαμάκι που έχουμε τρίψει σε χαρτί. Θα δούμε το νερό να πλησιάζει προς το καλαμάκι.

4. Κρατάμε ένα κατσαβίδι από την πλαστική λαβή του και τρίβουμε το μεταλλικό του μέρος σε χαρτί ή σε μάλλινο ύφασμα. Θα παρατηρήσουμε ότι τραβάει τα μπαλάκια του φελιζόλ παρ' όλο που το μέταλλο είναι αγωγός (γιατί;). Μάλιστα τα τραβάει απ' οποιοδήποτε σημείο και όχι μόνο από την άκρη που τρίψαμε.

5. Τρίβουμε ένα καλαμάκι σε χαρτί και το πλησιάζουμε σε ένα άδειο κουτί (sprite) που βρίσκεται σε μια λεία επιφάνεια (θρανίο). Το κουτί θα κυλίσει και θα ακολουθήσει το καλαμάκι.

6. Αν το σχολείο διαθέτει ηλεκτροστατική μηχανή Wimshurst μπορούν να γίνουν πολλά και εντυπωσιακά πειράματα όπως:

- Η δημιουργία σπινθήρα μεταξύ των ακροδεκτών της μηχανής (απότομη εκφόρτιση, κεραυνός, αστραπή).

- Εάν συνδέσουμε τον ένα ακροδέκτη της μηχανής με έναν ηλεκτρικό θύσανο, θα δούμε τις χάρτινες λουρίδες ή τις κλωστές του θυσάνου να απωθούνται και να έχουν μια εικόνα όπως τα μαλλιά που σηκώνονται όταν χτυπήσει κάποιον το ηλεκτρικό ρεύμα.

- Εάν συνδέσουμε τον κάθε ακροδέκτη με ένα ηλεκτρικό θύσανο και φέρουμε τους θυσάνους σε μια μικρή απόσταση θα δούμε να ενώνονται οι χάρτινες λουρίδες τους και να μας δίνουν μια πολύ καλή εικόνα για το ότι τα ετερόνυμα φορτία έλκονται. Αν στη συνέχεια συνδέσουμε τους δυο θυσάνους στον ίδιο ακροδέκτη θα δούμε ότι οι χάρτινες λουρίδες απωθούνται. Έτσι έχουμε την εικόνα της άπωσης των ομώνυμων ηλεκτρικών φορτίων.

- Εάν φέρουμε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές σε μικρή απόσταση από τον ένα ακροδέκτη (έχοντας απομακρύνει τους ακροδέκτες για να μη δημιουργηθεί σπινθήρας) θα δούμε ότι ο ακροδέκτης έλκει το μπαλάκι και μόλις το μπαλάκι

ακουμπήσει στον ακροδέκτη απωθείται με δύναμη. Έτσι, μπορούμε να εξηγήσουμε την ηλέκτριση με επαγωγή και την ηλέκτριση με επαφή.

Ηλεκτρικά κυκλώματα

Τα πειράματα που υπάρχουν στο βιβλίο του μαθητή είναι αρκετά και ικανά να κάνουν τους μαθητές να καταλάβουν το τόσο σπουδαίο κεφάλαιο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, αρκεί να υπάρχουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

Στα συγκεκριμένα μαθήματα τα πειράματα πρέπει και μπορούν να τα κάνουν μόνοι τους οι μαθητές. Για να το καταφέρουν αυτό πρέπει να κατασκευάσουν μόνοι τους λυχνιολαβές και διακόπτες. Η κατασκευή είναι αρκετά απλή, τα υλικά που χρειάζονται μπορούν να τα βρουν εύκολα, και το μόνο που ίσως χρειαστεί είναι η βοήθειά μας σε κάποια σημεία, όπως να καρφώσουμε σταθερά το μανταλάκι ή να τους βοηθήσουμε να γυμνώσουν τα καλώδια στις άκρες τους και να τυλίξουν το καλώδιο γύρω από το λαμπάκι.

Πρέπει να προσέξουμε ώστε οι λυχνιολαβές των μαθητών να λειτουργούν καλά, ότι οι μπαταρίες δεν έχουν αδειάσει και τα λαμπάκια δεν έχουν καεί.

Επίσης, πρέπει να έχουμε υπόψη και εμείς και οι μαθητές ότι καμιά φορά μπορεί να μη γίνεται καλή επαφή (στο λαμπάκι, στη μπαταρία, στο διακόπτη), οπότε σε κάθε πείραμα πρέπει να ελέγχουμε τις επαφές μας. Το φαινόμενο είναι πολύ συνηθισμένο και τα παιδιά, εκτός των άλλων, μαθαίνουν έτσι να κάνουν συνεχή έλεγχο των συσκευών που χρησιμοποιούν (όχι μόνο στη συγκεκριμένη ενότητα, αλλά και γενικότερα).

Αν οι μαθητές διαθέτουν λυχνιολαβή, μπορούν αρχικά να κατασκευάσουν ένα απλό κύκλωμα και στη συνέχεια ένα κύκλωμα που να περιλαμβάνει και διακόπτη. Μπορούν επίσης να βρουν υλικά που θα παρεμβάλουν στο κύκλωμα για να διαπιστώσουν αν είναι αγωγοί ή μονωτές. Αν διαθέτουν δυο λυχνιολαβές, μπορούν να κάνουν συνδέσεις σε σειρά χωρίς διακόπτη και στη συνέχεια με διακόπτη. Επίσης, μπορούν να κάνουν παράλληλες συνδέσεις χωρίς διακόπτη, με ένα διακόπτη αλλά και με δυο διακόπτες.

Είναι βέβαιο ότι μερικά παιδιά θα κάνουν και διάφορες δικές τους συνδέσεις, θα πειραματιστούν με κυκλώματα που θα έχουν συγχρόνως συνδέσεις σε σειρά και παράλληλες, θα συνδέσουν μπαταρίες μεταξύ τους για να έχουν ισχυρότερα ρεύματα, θα τοποθετήσουν διακόπτες σε διάφορα σημεία κ.α..

Αν το σχολείο έχει έτοιμα όργανα (λυχνιολαβές, διακόπτες, ηλεκτρικό κουδούνι κ.α.) μπορεί και ο δάσκαλος να κατασκευάσει διάφορα κυκλώματα και να κάνει επίδειξη στα παιδιά. Αυτό όμως μπορεί να γίνει αφού πρώτα τα παιδιά έχουν πειραματιστεί με τα όργανα που έχουν κατασκευάσει τα ίδια, δηλαδή μπορεί να γίνει προς το τέλος της ενότητας.

Ηλεκτρομαγνητισμός

1. Μπορούμε εύκολα να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές αν κρεμάσουμε ένα μπαλάκι φελιζόλ σε μια κλωστή. Αν το σώμα που πλησιάσουμε στο ηλεκτρικό εκκρεμές είναι ηλεκτρισμένο, θα έλξει το μπαλάκι. Αν πλησιάσουμε ένα μαγνήτη στο ηλεκτρικό εκκρεμές θα διαπιστώσουμε ότι δεν έχουμε καμιά έλξη. Μπορούμε επίσης να τρίψουμε ένα καλαμάκι σε χαρτομάντιλο για να διαπιστώσουμε ότι έλκει οποιοδήποτε ελαφρύ σώμα (π.χ. χαρτάκια, ρινίσματα σιδήρου), ενώ αν πλησιάσουμε ένα μαγνήτη έλκει μόνο τα ρινίσματα σιδήρου (γενικότερα έλκει τα σιδηρομαγνητικά υλικά). Αν τοποθετήσουμε τα ρινίσματα σε ένα γυάλινο ποτήρι και πλησιάσουμε εξωτερικά ένα μαγνήτη, ο μαγνήτης έλκει τα ρινίσματα, ενώ αν πλησιάσουμε το καλαμάκι δεν τα έλκει. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ηλεκτρική δύναμη που ασκείται από ακίνητα φορτία είναι διαφορετική από τη δύναμη που ασκούν οι μόνιμοι μαγνήτες.

2. Μπορούμε πολύ απλά να κάνουμε το πείραμα του Έρνστεντ αν συνδέσουμε τους δυο πόλους μιας μπαταρίας πλακέ με ένα μικρό σύρμα από χαλκό ή ατσάλι. Όταν πλησιάσουμε το σύρμα σε μια μαγνητική βελόνα, θα δούμε ότι η βελόνα επηρεάζεται και χάνει τον προσανατολισμό της.

3. Στο προηγούμενο πείραμα δείξαμε τη δράση του ρευματοφόρου αγωγού στη μαγνητική βελόνα. Με το πείραμα αυτό μπορούμε να δείξουμε τη δράση του μαγνήτη πάνω στον ρευματοφόρο αγωγό. Ο ρευματοφόρος αγωγός θα είναι μια λωρίδα αλουμινόχαρτο μήκους 50-90 cm και πλάτους 2-3 cm. Συνδέουμε τη λωρίδα με μια μπαταρία πλακέ (απλώς τη στερεώνουμε στους δυο πόλους) και βάζουμε τη μπαταρία πάνω στο τραπέζι έτσι ώστε η λωρίδα να κρέμεται για να είναι πιο ευκίνητη. Πλησιάζουμε ένα μαγνήτη και βλέπουμε ότι ο μαγνήτης επιδρά στη λωρίδα του αλουμινίου. Αν θέλουμε πιο έντονα αποτελέσματα, συνδέουμε τη λωρίδα με δυο μπαταρίες.

4. Αν το σχολείο διαθέτει αιωρούμενο πηνίο μπορούμε να δείξουμε ότι αν ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί σε μαγνητικό πεδίο, τότε στον αγωγό ασκείται δύναμη. Θα κρεμάσουμε το αιωρούμενο πηνίο και θα το τοποθετήσουμε ανάμεσα στις πλευρές ενός πεταλοειδή μαγνήτη. Όταν συνδέσουμε το πηνίο με μπαταρία, θα δούμε το πηνίο να κινείται απότομα. Αν αλλάξουμε την πολικότητα στη μπαταρία, θα δούμε ότι αλλάζει η φορά της κίνησης. Το πείραμα είναι χρήσιμο γιατί σε αυτό στηρίζεται η λειτουργία του κινητήρα.

Αν δεν διαθέτουμε αιωρούμενο πηνίο, μπορούμε να το κατασκευάσουμε τυλίγοντας ένα χάλκινο σύρμα πολλές φορές.

5. Για να δείξουμε πώς λειτουργεί ένας ηλεκτρικό κινητήρας και μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος (πολύ σημαντικά πειράματα) θα πρέπει το σχολείο να διαθέτει ένα μικρό ηλεκτρικό κινητήρα εργαστηρίου.

Συνδέουμε τον κινητήρα με μια μπαταρία και βλέπουμε ότι το πηνίο περιστρέφεται. Αν συνδέσουμε με δυο μπαταρίες, βλέπουμε ότι περιστρέφεται πιο γρήγορα. Αλλάζουμε την πολικότητα στη μπαταρία και βλέπουμε ότι ο κινητήρας περιστρέφεται με αντίθετη φορά. Αφαιρούμε τον μαγνήτη και βλέπουμε ότι το πηνίο σταματά να περιστρέφεται.

Στο πείραμα αυτό έχουμε μια πολύ καλή επίδειξη μετατροπής ενέργειας, η ηλεκτρική ενέργεια της μπαταρίας μετατρέπεται σε κινητική.

Μπορούμε να αγοράσουμε ένα μικρό κινητήρα (μοτεράκι) από ένα κατάστημα ηλεκτρονικών ειδών και να κάνουμε μια κατασκευή (π.χ. ανεμιστήρα). Επίσης, μπορεί να γίνει παρουσίαση διαφόρων μικροσυσκευών και παιχνιδιών που χρησιμοποιούν μικρούς κινητήρες.

6. Για να δείξουμε πώς παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα θα πρέπει να διαθέτουμε ένα μαγνήτη, ένα πηνίο και ένα γαλβανόμετρο του μηδενός, τοποθετημένο μέσα σε πηνίο.

Αρχικά, συνδέουμε το γαλβανόμετρο με μια μπαταρία και βλέπουμε ότι αμέσως ο δείκτης του αποκλίνει. Έτσι, τα παιδιά βλέπουν ότι με τη βοήθεια του γαλβανομέτρου διαπιστώνουμε αν έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα. Στη συνέχεια, συνδέουμε το γαλβανόμετρο με το πηνίο, έτσι ώστε να δημιουργήσουμε κύκλωμα. Μετακινούμε το μαγνήτη μας σχετικά με το ακίνητο πηνίο, τον βάζουμε μέσα, τον ακινητοποιούμε λίγο και τον ξαναβγάζουμε έξω. Παρατηρούμε ότι το γαλβανόμετρο αποκλίνει όταν ο μαγνήτης κινείται, δεν παρουσιάζει απόκλιση όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος, ενώ αποκλίνει προς την αντίθετη κατεύθυνση, από ό,τι στην εισαγωγή, όταν βγάζουμε το μαγνήτη προς τα έξω. Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω, κρατάμε όμως τώρα ακίνητο το μαγνήτη και μετακινούμε το πηνίο. Παρατηρούμε και πάλι ότι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

7. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον κινητήρα εργαστηρίου που αναφέραμε αλλά τώρα θα λειτουργήσει σαν γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος. Συνδέουμε τον κινητήρα με το γαλβανόμετρο του μηδενός. Δεν παρατηρούμε καμία κίνηση του δείκτη.

Στη συνέχεια περιστρέφουμε με το χέρι μας το πηνίο του κινητήρα και παρατηρούμε ότι ο δείκτης του γαλβανομέτρου κινείται. Άρα έχουμε παραγωγή ρεύματος. Αν αλλάξουμε τη φορά περιστροφής του πηνίου παρατηρούμε ότι ο δείκτης κινείται αντίθετα απ' ό,τι προηγουμένως.

Αφαιρούμε το μαγνήτη της συσκευής και περιστρέφουμε όπως προηγουμένως. Δεν παρατηρούμε καμία κίνηση του δείκτη. Τοποθετούμε πάλι το μαγνήτη οπότε βλέπουμε ότι ο δείκτης κινείται συνεπώς έχουμε παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος γι' αυτό τη συσκευή μας τώρα την ονομάζουμε γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος.

Η ίδια διάταξη υπάρχει στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Δηλαδή συνδυασμός κίνησης και μαγνητικού πεδίου. Έχουμε δηλαδή μετατροπή κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Το ερώτημα είναι ποιος θα δώσει την κίνηση που χρειάζεται. Σ' ένα θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο η θερμική ενέργεια από την καύση διαφόρων υλικών (πετρέλαιο, γαιάνθρακες) μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του ατμού ο οποίος κινεί ένα στρόβιλο και έτσι παίρνουμε κινητική ενέργεια η οποία με τη διαδικασία που είδαμε μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Σ' ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο το στρόβιλο κινεί το νερό που πέφτει με ταχύτητα πάνω στα πτερύγια του, ενώ μια ανεμογεννήτρια την κινεί ο αέρας.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις ατμός, νερό, αέρας κάνουν τη δουλειά που κάνει το χέρι μας στο πείραμα που περιγράψαμε.