



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ

11 διδακτικές ώρες

ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Στατικός ηλεκτρισμός (2 διδακτικές ώρες)
2. Το ηλεκτροσκόπιο (1 διδακτική ώρα)
3. Πότε ανάβει το λαμπάκι; (1 διδακτική ώρα)
4. Ένα απλό κύκλωμα (1 διδακτική ώρα)
5. Το ηλεκτρικό ρεύμα (1 διδακτική ώρα)
6. Αγωγοί και μονωτές (1 διδακτική ώρα)
7. Ο διακόπτης (1 διδακτική ώρα)
8. Σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση (2 διδακτικές ώρες)
9. Ηλεκτρικό ρεύμα - Μια επικίνδυνη υπόθεση (1 διδακτική ώρα)

Το Φύλλο Εργασίας 5 κατά την άποψη των συγγραφέων δεν είναι απαραίτητο να διδαχθεί, καθώς οι έννοιες που παρουσιάζονται σε αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολες για μαθητές του Δημοτικού σχολείου. Το Φύλλο Εργασίας περιλαμβάνεται στο βιβλίο, επειδή η συγγραφική ομάδα όφειλε να τηρήσει πιστά το αναλυτικό πρόγραμμα.

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- | | | |
|----------------------------|--------------|---|
| • ηλεκτρισμός | • πόλος | • ηλεκτρικό ρεύμα |
| • ηλεκτρόνιο | • λυχνιολαβή | • κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα |
| • ηλεκτροσκόπιο | • λαμπάκι | • ανοιχτό ηλεκτρικό κύκλωμα |
| • έλξη | • διακόπτης | • σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά |
| • άπωση | • μπαταρία | • παράλληλη σύνδεση λαμπτήρων |
| • ασφάλεια | • αγωγός | • δίκτυο της ΔΕΗ |
| • ηλεκτρικό φορτίο | • επαφή | • ηλεκτρικές συσκευές |
| • θετικό - αρνητικό φορτίο | • μονωτής | • σύμβολα στοιχείων ηλεκτρικού κυκλώματος |

ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να αποκτήσουν οι μαθητές βασικές γνώσεις για τα φαινόμενα τα σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα, τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα με μπαταρίες, διακόπτες και λαμπτήρες και να ευαισθητοποιηθούν για τους κινδύνους που προκύπτουν από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα ομώνυμα φορτία απωθούνται, ενώ τα ετερόνυμα έλκονται.
- Να κατασκευάσουν οι μαθητές ένα ηλεκτροσκόπιο και να διαπιστώσουν πειραματικά τον τρόπο λειτουργίας του.
- Να σημειώσουν οι μαθητές σε τομή ενός λαμπτήρα τα διάφορα μέρη του.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα.
- Να κατασκευάσουν οι μαθητές μια λυχνιολαβή και να τη χρησιμοποιήσουν σε ένα απλό κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να συσχετίσουν οι μαθητές τα στοιχεία ενός κυκλώματος με τα αντίστοιχα σύμβολα.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι υπάρχουν δύο είδη φορτίων.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές με απλά λόγια την έννοια «ελεύθερα ηλεκτρόνια» και να αναφέρουν ότι η κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων ονομάζεται ηλεκτρικό ρεύμα.
- Να εντοπίσουν οι μαθητές διαφορές και ομοιότητες ανάμεσα στη ροή του νερού σε ένα κλειστό κύκλωμα με σωλήνες και στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη υλικών που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικών που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Να αναγνωρίσουν οι μαθητές το μέρος των καλωδίων που είναι κατασκευασμένο από αγωγούς και αυτό που είναι κατασκευασμένο από μονωτές.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να αναγνωρίσουν οι μαθητές τα σύμβολα για τον ανοιχτό και για τον κλειστό διακόπτη.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι στη σύνδεση σε σειρά ο διακόπτης μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση του κυκλώματος.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι οι ηλεκτρικές συνδέσεις στα σπίτια μας είναι παράλληλες.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τη σύνδεση σε σειρά από την παράλληλη σύνδεση σε ένα σκίτσο ηλεκτρικού κυκλώματος με σύμβολα.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι κατά την εκτέλεση των πειραμάτων μπορούν να χρησιμοποιούν μόνο μπαταρίες και όχι ρεύμα από τις πρίζες.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Να αναφέρουν οι μαθητές κινδύνους από την απρόσεκτη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών.

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

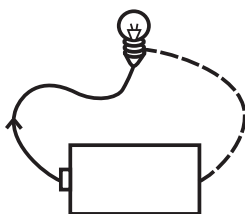
- Όταν τρίβουμε μεταξύ τους κάποια υλικά, μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το ένα σώμα στο άλλο. Τα σώματα τότε φορτίζονται ηλεκτρικά. Όταν δυο σώματα είναι φορτισμένα όμοια, απωθούνται, ενώ όταν είναι φορτισμένα διαφορετικά, έλκονται.
- Οι ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν με ενέργεια που παίρνουν από μπαταρίες από το δίκτυο της ΔΕΗ.
- Για να φωτοβολεί ένας λαμπτήρας, πρέπει η μία επαφή του να συνδέεται με τον ένα πόλο μιας μπαταρίας και η άλλη επαφή με τον άλλο πόλο της μπαταρίας έτσι, ώστε να δημιουργείται ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Για να σχεδιάζουμε ευκολότερα τα ηλεκτρικά κυκλώματα, χρησιμοποιούμε σκίτσα με σύμβολα για τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος.
- Τα άτομα αποτελούνται από τον πυρήνα και τα ηλεκτρόνια, που κινούνται γύρω από τον πυρήνα. Ο πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Τα πρωτόνια έχουν θετικό φορτίο, τα ηλεκτρόνια αρνητικό, ενώ τα νετρόνια δεν είναι φορτισμένα ηλεκτρικά.
- Γύρω από κάθε πυρήνα κινούνται τόσα ηλεκτρόνια όσα είναι και τα πρωτόνια του. Γι' αυτό και τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Σε κάποια υλικά ωστόσο τα ηλεκτρόνια δεν κινούνται γύρω από ένα συγκεκριμένο πυρήνα, αλλά μπορούν να κινηθούν από το ένα άτομο στο άλλο. Τα ηλεκτρόνια αυτά ονομάζονται ελεύθερα ηλεκτρόνια.
- Τα υλικά διακρίνονται σε αγωγούς του ηλεκτρικού ρεύματος και σε μονωτές. Τα υλικά μέσα από τα οποία είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ τα υλικά μέσα από τα οποία δεν είναι δυνατή η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, μονωτές.
- Για να μπορούμε να διακόπτουμε εύκολα και για όσο διάστημα επιθυμούμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα, χρησιμοποιούμε τους διακόπτες.
- Στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα η πηγή θέτει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των αγωγών. Την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων την ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα. Συνήθη στοιχεία ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος είναι η ηλεκτρική πηγή, τα καλώδια, η λυχνιολαβή με το λαμπάκι και ο διακόπτης.
- Στη σύνδεση σε σειρά το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει στα δύο λαμπάκια είναι το ίδιο. Αν αποσυνδεθεί ένα από τα δύο λαμπάκια,

το κύκλωμα διακόπτεται, οπότε σβήνει και το άλλο λαμπάκι.

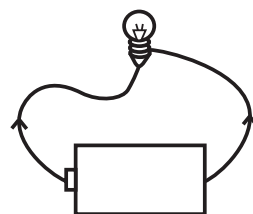
- Στην παράλληλη σύνδεση το ρεύμα διακλαδίζεται. Αν αποσυνδεθεί το ένα από τα δύο λαμπάκια, η ροή του ρεύματος διακόπτεται μόνο στον κλάδο του κυκλώματος στον οποίο ήταν συνδεδεμένο το λαμπάκι που αποσυνδέθηκε. Το άλλο λαμπάκι παραμένει αναμμένο.
- Το νερό, όταν περιέχει άλατα, είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από νερό με άλατα, είναι συνεπώς αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Η ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα μπορεί να προκαλέσει ακόμη και το θάνατο.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

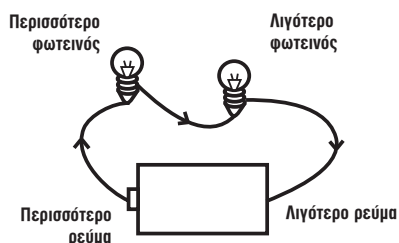
- Για να μελετήσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά φαινόμενα, πρέπει να κάνουν συλλογισμούς με αφηρημένες έννοιες, όπως «ρεύμα», «ενέργεια», «φορτίο» κ.ά. Πολλοί μαθητές συναντούν δυσκολίες στη διάκριση εννοιών, όπως ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρική ενέργεια, φορτίο. Πολλοί μαθητές χρησιμοποιούν συχνά το γενικό όρο «ηλεκτρισμός» αντί για τον κάθε φορά ορθό ειδικότερο.
- Δυσκολίες αντιμετωπίζουν πολλοί μαθητές και στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται στη διαδρομή μέσα από τα καλώδια και συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα εξασθενεί. Το μηχανικό ανάλογο με το μοντέλο του νερού, που περιγράφεται στο Φύλλο Εργασίας 5 του κεφαλαίου αυτού, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν ότι το φορτίο διατηρείται.
- Πολλοί μαθητές συναντούν γενικότερα δυσκολίες σχετικά με την κατανόηση της μεταφοράς ενέργειας από το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα. Για να εξηγήσουν πώς φτάνει το ρεύμα από την πηγή στον «καταναλωτή», τα παιδιά στρέφονται σε εναλλακτικά μοντέλα (Driver 1993, σ. 49), τα πιο συνηθισμένα από τα οποία είναι:



Το **μονοπολικό μοντέλο**, στο οποίο οι μαθητές αναγνωρίζουν μόνο έναν πόλο στην πηγή. Οι μαθητές θεωρούν ότι για τη σύνδεση πηγής και λαμπτήρα είναι αρκετό ένα μόνο καλώδιο. Η χρήση πλακέ μπαταριών, στις οποίες και οι δύο πόλοι είναι εξίσου εμφανείς, βοηθά στην απόρριψη του μοντέλου αυτού.



Το **μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων**, στο οποίο οι μαθητές θεωρούν ότι από τους δύο πόλους της μπαταρίας ρέουν προς τον «καταναλωτή» δύο «ποιότητες ρεύματος», η ένωση των οποίων προκαλεί την ακτινοβολία του λαμπτήρα. Η επίδειξη κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε παράλληλη σύνδεση βοηθά στην απόρριψη αυτού του μοντέλου, αφού, αν το μοντέλο ήταν σωστό, θα έπρεπε ο δεύτερος λαμπτήρας να ακτινοβολεί λιγότερο από τον πρώτο.



Το **μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος**, σύμφωνα με το οποίο το ρεύμα ρέει προς μία κατεύθυνση, καταναλώνεται στον λαμπτήρα, οπότε επιστρέφει λιγότερο ρεύμα στην πηγή. Η επίδειξη κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε σύνδεση σε σειρά βοηθά στην απόρριψη αυτού του μοντέλου, αφού, αν το μοντέλο ήταν σωστό, θα έπρεπε ο δεύτερος λαμπτήρας να ακτινοβολεί λιγότερο.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1:**

- καλαμάκια
- κλωστή
- χαρτομάντιλο

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2:

- διαφάνεια
- άδειο, διάφανο, γυάλινο μπουκάλι
- ταινία
- μάλλινο ύφασμα
- αλουμινόφυλλο
- χαρτόνι
- ψαλίδι
- σύρμα
- χαρτομάντιλο
- καλαμάκι

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3:

- καλώδιο
- μπαταρία
- λαμπάκι
- ψαλίδι

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4:

- μπαταρία
- συνδετήρες
- κομμάτι ξύλο
- καρφί
- μανταλάκι
- καλώδιο
- λαμπάκι βιδωτό
- πινέζα
- σφυρί
- ψαλίδι

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6:

- λαμπάκι σε λυχνιολαβή
- ασημένιο δαχτυλίδι
- καλώδιο
- μπαταρία
- καλαμάκι
- σύρμα από καλώδιο
- λαστιχάκι
- ποτήρι
- συνδετήρες

- μπλουζάκι
- μολύβι
- αλουμινόφυλλο
- κλαδί
- κουταλάκι

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 7:

- μπαταρία
- λαμπάκι σε λυχνιολαβή
- καλώδιο
- συνδετήρες
- ξύλο
- πινέζες
- μεγάλος συνδετήρας
- ψαλίδι

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 8:

- μπαταρία
- λαμπάκια σε λυχνιολαβές
- καλώδιο
- συνδετήρες



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

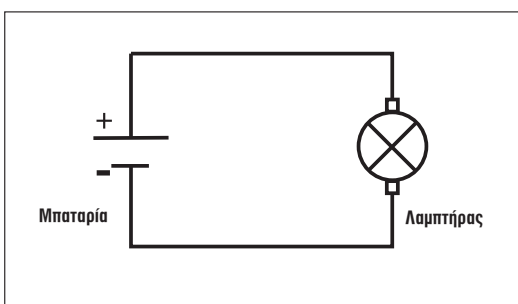
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Η ανακάλυψη του ηλεκτρικού ρεύματος άλλαξε ριζικά την καθημερινή μας ζωή. Χρησιμοποιούμε τις ηλεκτρικές **συσκευές** για να κάνουμε ευκολότερη τη ζωή μας στο σπίτι και στο χώρο που εργαζόμαστε. Οι λάμπες φωτισμού, το ψυγείο, η τηλεόραση, το ραδιόφωνο, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής αποτελούν μερικά μόνο παραδείγματα συσκευών καθημερινής χρήσης που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα. Οι εφαρμογές του ηλεκτρικού ρεύματος δεν περιορίζονται όμως μόνο στις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούμε στο σπίτι και στο χώρο εργασίας μας. Οι φωτεινοί σηματοδότες, ο φωτισμός των δρόμων, τα ηλεκτρικά τρένα και τα τρόλεϊ λειτουργούν επίσης χάρη στο ηλεκτρικό ρεύμα.

Μια από τις απλούστερες συσκευές που λειτουργούν χάρη στο ηλεκτρικό ρεύμα είναι ο **λαμπτήρας πυρακτώσεως**. Όταν συνδέσουμε έναν τέτοιο λαμπτήρα στους πόλους μιας μπαταρίας, τότε το λεπτό μεταλλικό νήμα του πυρακτώνεται και φωτοβολεί. Η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα και σε φωτεινή ενέργεια. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του λαμπτήρα η θερμοκρασία του νήματος φθάνει περίπου στους 2000 °C. Για το λόγο αυτό πρέπει το νήμα να είναι κατασκευασμένο από δύστηκτο μέταλλο. Στις περισσότερες περιπτώσεις το υλικό που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό είναι το βολφράμιο, που έχει σημείο τήξεως τους 3400 °C. Για να προστατεύεται το νήμα από οξειδώνση, για να μην «καίγεται», τοποθετείται σε γυάλινο κέλυφος που περιέχει αδρανές αέριο, όπως άζωτο ή κρυπτό, σε χαμηλή πίεση. Για να φωτοβολεί ο λαμπτήρας, πρέπει η κάθε επαφή του να συνδέεται, με ένα καλώδιο, με έναν πόλο μιας ηλεκτρικής πηγής. Η σύνδεση αυτή αποτελεί ένα απλό **κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα**. Για να μπορούμε να σχεδιάσουμε εύκολα και γρήγορα τα ηλεκτρικά κυκλώματα, χρησιμοποιούμε **σκίτσα με σύμβολα** για τα διάφορα μέρη του κυκλώματος. Στο σχήμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ένα τέτοιο σκίτσο με σύμβολα για ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, που περιλαμβάνει ένα λαμπτήρα συνδεδεμένο στους πόλους μιας μπαταρίας.

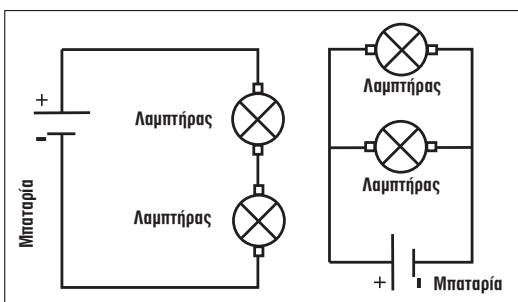
Ο λαμπτήρας στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα φωτοβολεί λόγω της ροής του ηλεκτρικού ρεύματος. Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια από την ηλεκτρική πηγή στο λαμπτήρα. Στο

λαμπτήρα η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα και σε φωτεινή ενέργεια.



Εάν θελήσουμε να συνδέσουμε ένα δεύτερο λαμπτήρα στο απλό κύκλωμα που παρουσιάστηκε παραπάνω, μπορούμε να το κάνουμε με δύο τρόπους:

- συνδέοντας το δεύτερο λαμπτήρα **σε σειρά** με τον πρώτο,
 - συνδέοντας το δεύτερο λαμπτήρα **παράλληλα** με τον πρώτο.
- Οι δύο αυτές δυνατές συνδεσμολογίες φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Στη σύνδεση σε σειρά οι δύο λαμπτήρες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα. Με τη σύνδεση του δεύτερου λαμπτήρα η συνολική

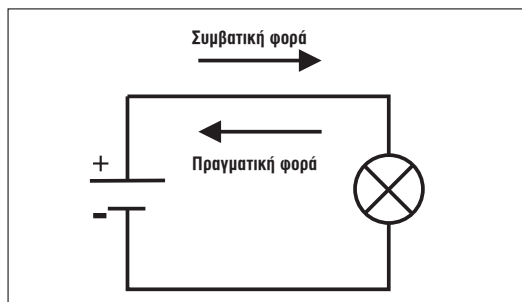
αντίσταση του κυκλώματος, η δυσκολία δηλαδή κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων, μεγαλώνει, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ένταση του ρεύματος. Στη σύνδεση σε σειρά λοιπόν η φωτεινότητα της ακτινοβολίας κάθε λαμπτήρα εξαρτάται από το πλήθος των λαμπτήρων που είναι συνδεδεμένοι στο κύκλωμα. Αν το συρματάκι σε έναν από τους λαμπτήρες κοπεί, αν με άλλα λόγια ένας λαμπτήρας «καεί», τότε θα διακοπεί η ροή του ρεύματος στο κύκλωμα, οπότε θα σταματήσει να φωτοβολεί και ο άλλος λαμπτήρας.

Στην παράλληλη σύνδεση οι επαφές κάθε λαμπτήρα συνδέονται απευθείας με τους πόλους της πηγής. Στην περίπτωση αυτή δε μεταβάλλεται η φωτεινότητα του πρώτου λαμπτήρα, όταν συνδεθεί και ο δεύτερος, καθώς η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα, δε μεταβάλλεται. Αν το συρματάκι σε έναν από τους λαμπτήρες κοπεί, αν με άλλα λόγια ένας λαμπτήρας «καεί», ο άλλος συνεχίζει να φωτοβολεί. Οι περισσότερες ηλεκτρικές συνδέσεις, για παράδειγμα οι συνδέσεις στα κυκλώματα στα σπίτια μας, είναι παράλληλες. Γι' αυτό και μπορούμε να συνδέουμε ή να αποσυνδέουμε οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή στα σπίτια μας χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία των άλλων συσκευών.

Τα ηλεκτρικά φορτία παρουσιάζονται στη φύση με δύο μορφές, ως θετικά και ως αρνητικά. Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζουμε την κίνηση των αρνητικών ηλεκτρικών φορτίων. Όλα τα υλικά αποτελούνται από άτομα. Τα άτομα αποτελούνται από τον πυρήνα και τα **ηλεκτρόνια**. Ο πυρήνας αποτελείται από τα πρωτόνια, που είναι φορτισμένα θετικά, και τα νετρόνια, που είναι ουδέτερα. Ο πυρήνας του ατόμου είναι λοιπόν φορτισμένος θετικά. Στον πυρήνα είναι συγκεντρωμένο το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του ατόμου. Τα ηλεκτρόνια έχουν πολύ μικρότερη μάζα και είναι φορτισμένα αρνητικά. Λόγω της ηλεκτροστατικής δύναμης που ασκείται στα ηλεκτρόνια από τον πυρήνα, αυτά περιστρέφονται γύρω του. Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, έτσι το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων εξουδετερώνει το θετικό φορτίο του πυρήνα.

Στα άτομα ορισμένων υλικών με μεγάλο πλήθος ηλεκτρονίων, τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τον πυρήνα, δέχονται μικρή σχετικά έλξη από αυτόν. Στα υλικά αυτά τα ηλεκτρόνια των εξωτερικών στοιβάδων είναι σχεδόν ελεύθερα και μπορούν να μετακινηθούν από ένα άτομο σε ένα άλλο. Σχηματίζουν δηλαδή ένα νέφος **ελεύθερων ηλεκτρονίων**, που δεν αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο άτομο. Σε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα υπό την επίδραση της διαφοράς δυναμικού, που προκαλεί η ηλεκτρική πηγή, τα ελεύθερα αυτά ηλεκτρόνια αναγκάζονται να κινηθούν προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Τη ροή αυτή των ελεύθερων ηλεκτρονίων την ονομάζουμε **ηλεκτρικό ρεύμα**. Το ηλεκτρικό φορτίο διατηρείται. Η ηλεκτρική πηγή δεν «παράγει» ηλεκτρόνια, θέτει απλά σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των καλωδίων. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται από τον αρνητικό πόλο της ηλεκτρικής πηγής προς το θετικό. Η φορά αυτή ονομάζεται **πραγματική φορά** κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Συνήθως όταν σημειώνουμε τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα, σημειώνουμε την αντίθετη φορά, από το θετικό προς τον αρνητικό πόλο της πηγής. Η φορά αυτή αποτελεί μια σύμβαση και γι' αυτό ονομάζεται **συμβατική φορά** του ηλεκτρικού ρεύματος.

Τα υλικά στα οποία είναι δυνατή η ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων, τα υλικά δηλαδή που επιτρέπουν τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, ονομάζονται **αγωγοί**. Αγωγοί είναι για παράδειγμα τα μέταλλα και ο γραφίτης. Τα υλικά, αντίθετα, στα



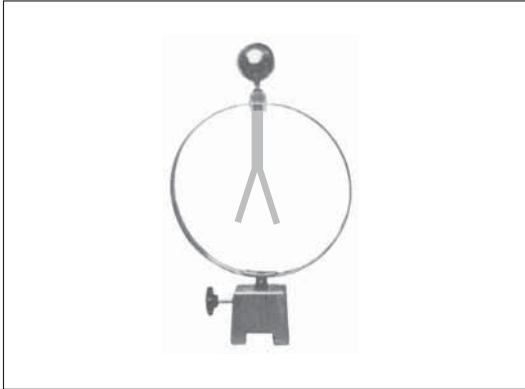
οποία δεν είναι δυνατή η ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων, τα υλικά δηλαδή που δεν επιτρέπουν τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, ονομάζονται **μονωτές**. Το ξύλο, το γυαλί, η πορσελάνη, τα πλαστικά, το καουτσούκ είναι μονωτές.

Το νερό, όταν είναι καθαρό, είναι μονωτής. Όταν το νερό όμως περιέχει άλατα, είναι αγωγός. Η αγωγιμότητα του νερού δεν οφείλεται σε ελεύθερα ηλεκτρόνια των ατόμων από τα οποία αποτελείται αλλά στην ύπαρξη ιόντων, που είναι φορτισμένα και μπορούν να κινηθούν στο υγρό. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται σε σημαντικό ποσοστό από νερό με άλατα, είναι συνεπώς αγωγός. Πολλές «πληροφορίες» στο σώμα μας, όπως για παράδειγμα η εντολή για την κίνηση ενός μύος, μεταδίδονται με ασθενή ηλεκτρικά σήματα. Αν όμως η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα έχει μεγάλη ένταση, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές δυσλειτουργίες, ακόμη και τη διακοπή της λειτουργίας της καρδιάς. Η ροή ρεύματος μεγάλης έντασης στο ανθρώπινο σώμα ονομάζεται ηλεκτροπληξία.

Για να μπορούμε να διακόψουμε εύκολα και για όσο χρονικό διάστημα επιθυμούμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα, χρησιμοποιούμε τους **διακόπτες**. Όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, το κύκλωμα δε διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Αντίθετα, όταν ο διακόπτης κλείσει, αποκαθίσταται η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα.

Διάφορα υλικά, ακόμη και μονωτές, είναι δυνατό κάτω από ορισμένες συνθήκες να φορτιστούν στατικά, να αποκτήσουν δηλαδή πλεόνασμα θετικού ή αρνητικού φορτίου. Τα θετικά φορτία, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, βρίσκονται στον πυρήνα των ατόμων και δεν μπορούν να μετακινηθούν από το ένα άτομο στο άλλο. Με τριβή μπορούν όμως να μετακινηθούν ηλεκτρόνια. Αν ένα σώμα έχει περίσσεια ηλεκτρονίων, φορτίζεται αρνητικά, αν όμως έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων, φορτίζεται θετικά, καθώς στην περίπτωση αυτή το συνολικό αρνητικό φορτίο των ηλεκτρονίων είναι μικρότερο από το θετικό φορτίο των πρωτονίων.

Τρίβοντας για παράδειγμα μια γυάλινη ή πλαστική ράβδο με ένα μάλλινο ύφασμα, μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το



ύφασμα στη ράβδο. Το μάλλινο ύφασμα φορτίζεται θετικά, ενώ η ράβδος αρνητικά.

Αν πλησιάσουμε μεταξύ τους δύο όμοια φορτισμένα σώματα, παρατηρούμε ότι αυτά απωθούνται, ενώ, αν πλησιάσουμε μεταξύ τους δύο αντίθετα φορτισμένα σώματα, παρατηρούμε ότι αυτά έλκονται. Στο φαινόμενο αυτό στηρίζεται η λειτουργία του ηλεκτροσκοπίου, μιας απλής συσκευής με την οποία μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι φορτισμένο στατικά. Το **ηλεκτροσκόπιο** αποτελείται από μια μεταλλική σφαίρα, η οποία συνδέεται μέσω ενός αγωγού με δύο λεπτά φύλλα αλουμινίου, τα οποία είναι κλεισμένα σε γυάλινο δοχείο. Όταν ένα φορτισμένο σώμα έρθει σε επαφή με τη σφαίρα, τα φύλλα αλουμινίου φορτίζονται μέσω του αγωγού με το ίδιο είδος φορτίου, οπότε απωθούνται μεταξύ τους και απομακρύνεται το ένα από το άλλο. Όσο περισσότερο φορτισμένο είναι το σώμα, τόσο περισσότερο απομακρύνονται τα φύλλα αλουμινίου.