

αρνητικά φορτισμένο άκρο του αγωγού (όπου βρίσκεται το φορτίο $-Q$) προς το θετικά φορτισμένο άκρο (όπου βρίσκεται το φορτίο $+Q$). Σε οποιαδήποτε διατομή του μεταλλικού σύρματος αα' θα ανιχνευτεί τώρα κίνηση ηλεκτρικών φορτίων λόγω της προσανατολισμένης αυτής κίνησης των ηλεκτρονίων. Έτσι λοιπόν:

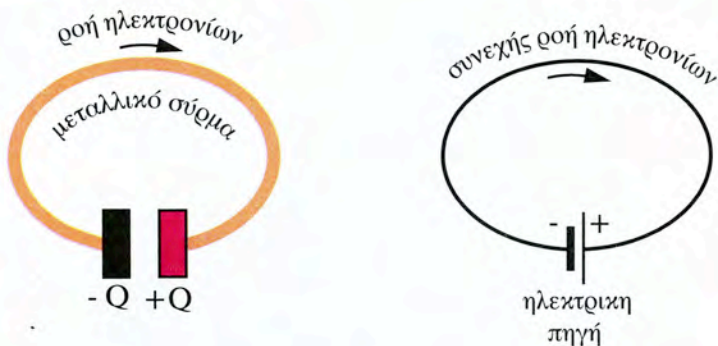
□ Η προσανατολισμένη ροή ηλεκτρονίων μέσα σε έναν αγωγό είναι μετρήσιμο ηλεκτρικό ρεύμα.

Όπως είναι γνωστό από την προηγούμενη ενότητα, το θετικά φορτισμένο σώμα που τοποθετήθηκε στο άκρο του αγωγού (Σχ. 1.2.3) έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων, ενώ το αρνητικά φορτισμένο σώμα έχει περίσσειμα ηλεκτρονίων. Καθώς λοιπόν τα ηλεκτρόνια φθάνουν στο θετικά φορτισμένο σώμα, μειώνουν το φορτίο του, ώσπου πολύ σύντομα το εξουδετερώνουν. Επίσης το αρνητικά φορτισμένο σώμα, καθώς τα ηλεκτρόνια του μεταλλικού σύρματος που είναι κοντά του θα απομακρυνθούν, θα δεχτεί την επίδραση των θετικών ιόντων του μεταλλικού πλέγματος και έτσι θα χάσει και αυτό πολύ σύντομα το πλεόνασμα ηλεκτρονίων που διέθετε, δηλαδή το αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο του.

Έτσι λοιπόν, μετά από πολύ λίγο χρόνο η ροή των ηλεκτρονίων του Σχ. 1.2.3 θα σταματήσει. Στην περίπτωση αυτή το μεταλλικό σύρμα χρησίμευσε απλά για να μεταφέρει το αρνητικό φορτίο $-Q$ από το αρνητικά φορτισμένο στο θετικά φορτισμένο σώμα. Το αποτέλεσμα είναι να **αποφορτιστούν** και τα δύο σώματα και να γίνουν ηλεκτρικά ουδέτερα.

1.2.2. Το ηλεκτρικό κύκλωμα

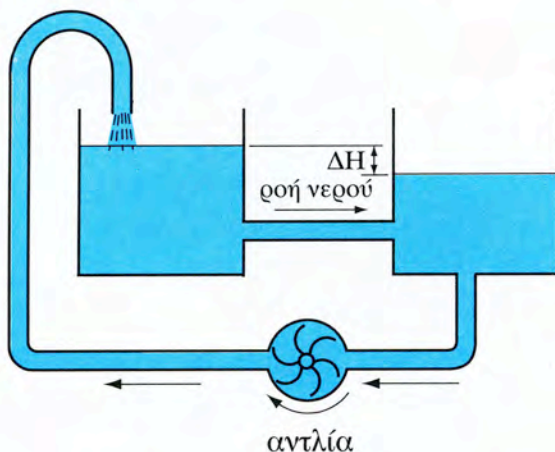
Αν θέλουμε να εξασφαλίσουμε μια συνεχή ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στο μεταλλικό αγωγό, θα πρέπει να διατηρούμε με κάποιο τρόπο συνεχώς φορτισμένα τα δύο σώματα στις άκρες του σύρματος. Για να το πετύχουμε αυτό, χρειάζεται να συνδέσουμε τα άκρα του σύρματος με τους **πόλους** μιας **ηλεκτρικής πηγής** (Σχ. 1.2.4).



Σχήμα 1.2.4: Ηλεκτρική πηγή

Η ηλεκτρική πηγή παίζει το ρόλο μιας **αντλίας ηλεκτρονίων**, η οποία παραλαμβάνει τα ηλεκτρόνια που φθάνουν στο **θετικό** της πόλο (ο οποίος αντιστοιχεί στο θετικά φορτισμένο σώμα του Σχ. 1.2.3) και τα μεταφέρει στον **αρνητικό** πόλο (ο οποίος αντιστοιχεί στο θετικά φορτισμένο σώμα του Σχ. 1.2.3). Έτσι οι δύο πόλοι διατηρούνται πάντα φορτισμένοι και έχουμε συνεχώς ροή ηλεκτρονίων, δηλαδή ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ιδιότητα αυτή μας επιτρέπει να δούμε την ηλεκτρική πηγή σαν το ηλεκτρικό ανάλογο μιας υδραυλικής αντλίας, όπως αυτή του Σχ. 1.2.5 που κυκλοφορεί συνεχώς το νερό διατηρώντας τη διαφορά στάθμης ΔH στα δύο δοχεία σταθερή.



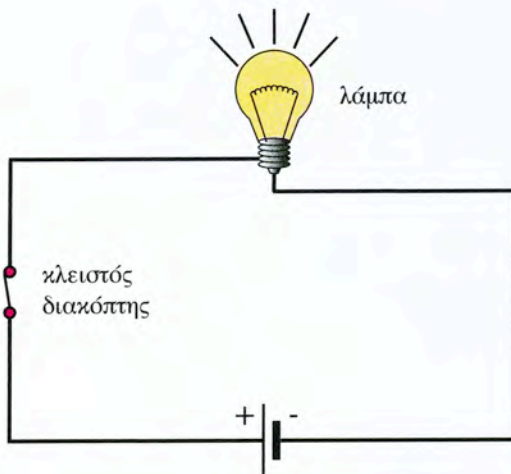
Σχήμα 1.2.5: Υδραυλικό ανάλογο της ηλεκτρικής πηγής

Υπάρχουν ηλεκτρικές πηγές που παράγουν **συνεχές ρεύμα** (όπως αυτό του Σχ.1.2.4) και ηλεκτρικές πηγές που παράγουν **εναλλασσόμενο ρεύμα**. Οι ηλεκτρικές πηγές εναλλασσόμενου ρεύματος έχουν την ιδιότητα να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο “εναλλάσει” κατεύθυνση. Ενώ οι πηγές συνεχούς ρεύματος δεν εναλλάσσουν το θετικό με τον αρνητικό τους πόλο. Ο θετικός πόλος είναι πάντα θετικός και ο αρνητικός πόλος πάντα αρνητικός.

Το ηλεκτρικό ρεύμα σε όλες τις πρακτικές εφαρμογές κινείται σε μια κλειστή διαδρομή, δηλ. σε ένα **κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα**. Ένα τέτοιο κλειστό κύκλωμα σχηματίζουμε όταν πατάμε το διακόπτη του φακού που είδαμε στο Σχ. 1.2.1.

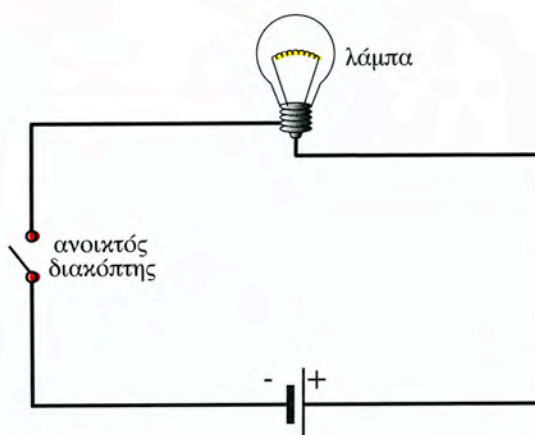
❑ Μια αγωγή⁽¹⁾ διαδρομή μεταξύ των πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής σχηματίζει ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα πρέπει απαραίτητα να υπάρχουν και **διακόπτες** προκειμένου να μπορούμε να σταματήσουμε όποτε θέλουμε τη ροή του ρεύματος.



Σχήμα 1.2.6: Κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα

⁽¹⁾ Σημείωση: Αγωγή=αντός που επιτρέπει, επιδέχεται μεταφορά



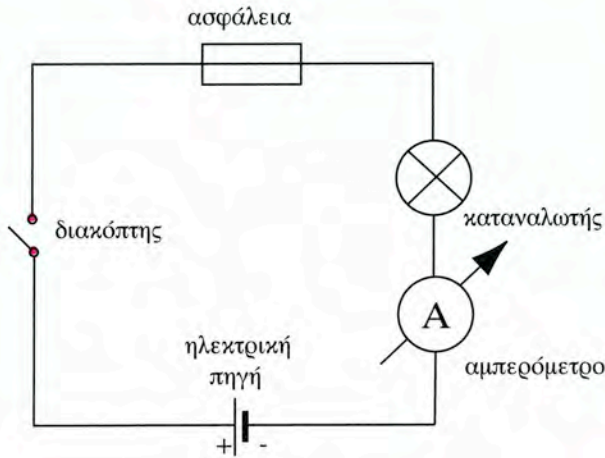
Σχήμα 1.2.7: Ανοικτό ηλεκτρικό κύκλωμα

Στο κύκλωμα του σχήματος 1.2.6 η λάμπα θα ανάψει, γιατί, όταν ο διακόπτης είναι **κλειστός**, τα ηλεκτρόνια μπορούν να κυκλοφορούν από τον αρνητικό πόλο της πηγής προς το θετικό μέσω του αγωγού και της λάμπας. Αντίθετα, η λάμπα του σχήματος 1.2.7 δεν θα ανάψει, γιατί ο διακόπτης είναι **ανοικτός** και δεν επιτρέπει στα ηλεκτρόνια να περάσουν. Έτσι η ροή του ρεύματος διακόπτεται. Έχουμε λοιπόν:

Κλειστός διακόπτης → Κλειστό κύκλωμα → Η λάμπα ανάβει

Ανοικτός διακόπτης → Ανοικτό κύκλωμα → Η λάμπα δεν ανάβει

Στην καθημερινή ομιλία ακούμε καμιά φορά να λέγεται ότι μια ηλεκτρική συσκευή είναι «κλειστή», εννοώντας ότι η συσκευή δεν λειτουργεί. Σύμφωνα με τα παραπάνω πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η έκφραση αυτή δεν είναι σωστή. Όταν μια συσκευή δεν λειτουργεί, ενώ παραμένει συνδεδεμένη σε μια ηλεκτρική πηγή, αυτό γίνεται γιατί ο διακόπτης της συσκευής είναι ανοικτός. Έτσι η προτροπή «κλείσε το ραδιόφωνο», σημαίνει στην πραγματικότητα «άνοιξε το διακόπτη του ραδιοφώνου».



Σχήμα 1.2.8: Ηλεκτρικό κύκλωμα

Τα ηλεκτρικά κυκλώματα περιλαμβάνουν επίσης — εκτός από τις πηγές, τους αγωγούς και τους διακόπτες — και τις συσκευές που χρησιμοποιούν το ηλεκτρικό ρεύμα για διάφορες εφαρμογές (π.χ. λαμπτήρες φωτισμού, θερμαντικά σώματα, κλπ.). Τις συσκευές αυτές τις ονομάζουμε γενικά **καταναλωτές**. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης όργανα μετρήσεως και ασφάλειες (Σχ. 1.2.8).

Όπως συχνά το διαπιστώνουμε στην πράξη από την καθημερινή χρήση του ηλεκτρισμού, η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος αρχίζει αμέσως μόλις κλείσουμε το διακόπτη του ηλεκτρικού κυκλώματος. Με άλλα λόγια, τα ηλεκτρόνια αρχίζουν να κινούνται ταυτόχρονα με το κλείσιμο του διακόπτη. Αυτό γίνεται γιατί το **ηλεκτρικό πεδίο** που προκαλεί την κίνηση των ηλεκτρονίων διαδίδεται αστραπιαία και συγκεκριμένα με την **ταχύτητα του φωτός**. (Για το ηλεκτρικό πεδίο θα μάθουμε στο 4ο Κεφάλαιο). Έτσι όλα τα ηλεκτρόνια του αγωγού αρχίζουν και σταματούν την κίνησή τους πρακτικά ταυτόχρονα.

Η κίνηση των ηλεκτρονίων είναι ομοιόμορφη σε όλα τα σημεία του κυκλώματος, δεν έχουμε δηλαδή πουθενά συσσώρευση ηλεκτρονίων. Θα μπορούσαμε να πούμε λοιπόν πως η κίνηση των ηλεκτρονίων διαφέρει ριζικά από αυτή των αυτοκινήτων σε μια οδική αρτηρία, όπου συχνά έχουμε "μποτιλιάρισμα". Η ομοιόμορφη κίνηση των ηλεκτρονίων οφείλεται στο γεγονός ότι τα ηλεκτρόνια έχουν ομώνυμα φορτία και συνεπώς απωθούνται μεταξύ τους. Έτσι αν συναντήσουν μπροστά τους κάποιο εμπόδιο (π.χ. έναν ανοικτό διακόπτη), σταματούν όλα ταυτόχρονα εκεί, όπου βρίσκονται.