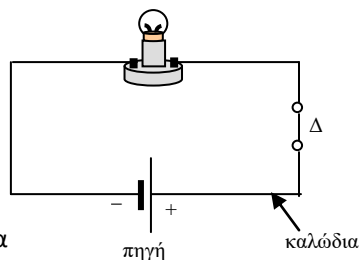


## 2.2 Ηλεκτρικό κύκλωμα

### ΟΡΙΣΜΟΙ

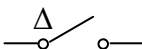
Ηλεκτρικό κύκλωμα ονομάζεται κάθε διάταξη που αποτελείται από κλειστούς αγωγίσιμους «δρόμους», με έναν αριθμό στοιχείων (λαμπτήρας, αντιστάτης κ.τ.λ.), ηλεκτρική πηγή και σύρματα, μέσω των οποίων μπορεί να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα.



Κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα ονομάζεται το κύκλωμα στο οποίο τα ηλεκτρόνια ακολουθούν μια κλειστή διαδρομή, δηλαδή το κύκλωμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Ανοιχτό ηλεκτρικό κύκλωμα ονομάζεται το κύκλωμα μέσα στο οποίο δεν μπορούν να κινηθούν τα ηλεκτρόνια, δηλαδή το κύκλωμα από το οποίο δεν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα.

[ Ένα ανοιχτό κύκλωμα μετατρέπεται εύκολα σε κλειστό και αντίστροφα με τη βοήθεια ενός διακόπτη. ]



Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζεται η ενέργεια που μεταφέρεται από την πηγή στα κινούμενα φορτία και εκφράζεται από το έργο της δύναμης που ασκείται στα φορτισμένα σωματίδια από το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί η πηγή.

Πηγή ηλεκτρικής ενέργειας ή απλώς ηλεκτρική πηγή ονομάζεται κάθε συσκευή στην οποία μια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική.  
(Αναλυτικός ορισμός στην ενότητα 2.1)

Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής  $V_{\pi}$  ονομάζεται το φυσικό μέγεθος που ισούται με το πηλίκο της ενέργειας  $E_{\eta\lambda}$  που προσφέρεται από την πηγή σε ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου  $q$ , όταν διέρχονται από αυτήν, προς το φορτίο  $q$ . Δηλαδή:

$$V_{\pi} = \frac{E_{\eta\lambda}}{q}$$

Είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος και η μονάδα του στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το  $1 \frac{J}{C} = 1V$  (Volt).

[ Η διαφορά δυναμικού είναι η αιτία μετακίνησης των ηλεκτρονίων σε έναν αγωγό, δηλαδή η αιτία δημιουργίας ρεύματος στον αγωγό. ]

Μετατροπέας ή καταναλωτής ονομάζεται κάθε συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια άλλης μορφής. Π.χ. ένας λαμπτήρας, που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική και φωτεινή.

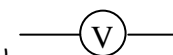
Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού  $V$  μεταξύ των δύο άκρων ενός καταναλωτή ονομάζεται το φυσικό μέγεθος που ισούται με το πηλίκο της ενέργειας που μεταφέρουν στον καταναλωτή ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου  $q$ , όταν διέρχονται από αυτόν, προς το φορτίο  $q$ . Δηλαδή:

$$V = \frac{E_{\eta\lambda}}{q}$$

Είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος και η μονάδα του στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το  $1 \frac{J}{C} = 1V$  (Volt).

1 V (Volt) είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ δυο σημείων ενός κυκλώματος, όταν η μεταβολή της ηλεκτρικής ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων που έχουν συνολικό φορτίο ίσο με 1 C, κατά την κίνησή τους μεταξύ των παραπάνω σημείων, είναι ίση με 1 J.

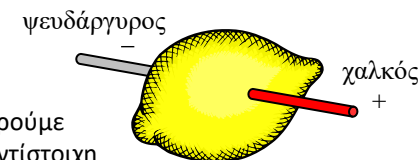
Βολτόμετρα ονομάζονται τα όργανα που χρησιμοποιούμε για να μετράμε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων ενός στοιχείου κυκλώματος, π.χ. μπαταρίας, λαμπτήρα, κινητήρα κ.λπ.



Πολύμετρα είναι όργανα πολλαπλής χρήσης, που λειτουργούν, μεταξύ άλλων, και ως βολτόμετρα (μετρούν επίσης ένταση ρεύματος και αντίσταση).

### ΑΠΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1. Μπαταρία λεμονιού. Αν βρούμε τα κατάλληλα μέταλλα, μπορούμε να κατασκευάσουμε τη «μπαταρία λεμονιού» που φαίνεται στο σχήμα. Για ψευδάργυρο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε βίδες ή καρφιά με την αντίστοιχη επικάλυψη και για χαλκό σύρμα από ηλεκτρικό καλώδιο ή κέρματα των 5 λεπτών. Οι χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν με τον χυμό του λεμονιού (κιτρικό οξύ) έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικής τάσης, η τιμή της οποίας είναι της τάξεως του 1 V. Μπορούμε να διαπιστώσουμε τη δημιουργία τάσης με ένα πολύμετρο ή με ένα λαμπάκι LED, αν κάνουμε περισσότερες μπαταρίες λεμονιού και τις συνδέσουμε σε σειρά.



### ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

1. Βρείτε περιπτώσεις χρήσης ηλεκτρικών κυκλωμάτων στην καθημερινή ζωή μας.
2. Ποια είναι η σημασία των φαινομένων που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα για τον σύγχρονο άνθρωπο;
3. Πώς μπορούμε να περιγράψουμε την ηλεκτρική ενέργεια με τους όρους «δυναμική ενέργεια» και «κινητική ενέργεια».
4. Ποια είναι τα δυο βασικά πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής ενέργειας;
5. Βρείτε παραδείγματα χρήσης των διάφορων πηγών ηλεκτρικού ρεύματος.
6. Τι εκφράζει η ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής και τι η ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού στα άκρα ενός καταναλωτή;
7. Πώς μπορούμε να περιγράψουμε την ηλεκτρική τάση μεταξύ των ακροδεκτών μιας μπαταρίας ως αποτέλεσμα και ως αίτιο;
8. Είναι σωστό να πούμε ότι τα ηλεκτρόνια που κινούνται στα κυκλώματα προέρχονται από τις ηλεκτρικές πηγές;

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. *Χαρακτηρίστε τις προτάσεις σωστές ή λανθασμένες:*
  - α) Το κλειστό κύκλωμα δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
  - β) Σε μια ηλεκτρική πηγή παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από το μηδέν.
  - γ) Σε μια μπαταρία αυτοκινήτου η κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.
  - δ) Η διαφορά δυναμικού είναι η αιτία της προσανατολισμένης κίνησης φορτίων.
  - ε) Η τάση μετριέται με το βολτόμετρο.
  - στ) Τα βολτόμετρα συνδέονται παράλληλα με το στοιχείο του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε την τάση.
  - ζ) Η τάση στα άκρα ενός καταναλωτή είναι μηδέν, όταν δεν διαρρέεται από ρεύμα.
  - η) Η τάση στα άκρα μιας μπαταρίας είναι μηδέν, όταν δεν διαρρέεται από ρεύμα.
  - θ) Η ταχύτητα της προσανατολισμένης κίνησης των ηλεκτρονίων σε έναν ρευματοφόρο αγωγό είναι πολύ μεγάλη.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Χρήση ηλεκτρικού κυκλώματος κάνουμε όταν ανάβουμε το φως στο σπίτι μας, όταν ανοίγουμε το ραδιόφωνο ή την τηλεόραση, όταν χειριζόμαστε έναν ανελκυστήρα και σε πολλές άλλες περιπτώσεις.

2. Η ανάπτυξη του ηλεκτρισμού από τον 18ο αιώνα και μετά είναι το αποτέλεσμα συστηματικού πειραματισμού, προσεκτικών μετρήσεων και συσχέτισης αποτελεσμάτων, που έκαναν πολλοί επιστήμονες. Κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα, οι εφαρμογές του ηλεκτρομαγνητισμού έγιναν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής μας. Ο ηλεκτρομαγνητισμός και οι εφαρμογές του βασίζονται στην κίνηση του ηλεκτρικού φορτίου και για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν τα αναρίθμητα ηλεκτρικά κυκλώματα. Το ηλεκτρικό ρεύμα που τα διαρρέει μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια και πληροφορίες. Στις πολλές και εκπληκτικές εφαρμογές των κυκλωμάτων στην καθημερινή ζωή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του σύγχρονου ανθρώπου. Γεννήτριες, κινητήρες, επικοινωνίες, κλιματισμός, υπολογιστές, ρομπότ, μικροχειρουργική και γενικά όλη η σύγχρονη τεχνολογία αναδύθηκαν από τους νόμους της Φυσικής και τις διατάξεις χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος.

3. Τα φορτισμένα σωματίδια που βρίσκονται μέσα σε ηλεκτρικά πεδία έχουν ενέργεια που τη λέμε ηλεκτρική δυναμική ενέργεια και οφείλεται στο γεγονός ότι δέχονται ηλεκτρική δύναμη από το πεδίο.

Κατά τη μετακίνηση ενός φορτισμένου σωματιδίου, λόγω της δύναμης του πεδίου, η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική. Τέτοια είναι η ενέργεια που προσφέρεται από την πηγή και θέτει σε κίνηση τα ηλεκτρόνια ενός μεταλλικού αγωγού, δηλαδή η ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος.

4. Η ηλεκτρική ενέργεια έχει δυο βασικά πλεονεκτήματα:

α) Η δυνατότητα της εύκολης μεταφοράς της σε μεγάλες αποστάσεις. Τα μεγάλα αποθέματα της ενέργειας που υπάρχουν στη φύση, όπως στους ποταμούς, στα κοιτάσματα λιγνίτη κ.α. βρίσκονται εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τις πόλεις. Η χρησιμότητά τους δεν θα υπήρχε, αν δεν ήταν δυνατή η εύκολη μεταφορά αυτής της ενέργειας, μεταφορά που επιτυγχάνεται με το ηλεκτρικό ρεύμα.

β) Η δυνατότητα μετατροπής της σε άλλες μορφές ενέργειας.

5. Ορισμένα παραδείγματα χρήσης των διάφορων πηγών ηλεκτρικού ρεύματος είναι τα εξής:

Ο ηλεκτρικός φακός, ο υπολογιστής τσέπης (κομπιουτεράκι), το ηλεκτρονικό ρολόι, το ραδιόφωνάκι και πολλές άλλες μικροσυσκευές λειτουργούν με κοινές μπαταρίες. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δυο ή περισσότερα στοιχεία, συνδεδεμένα σε σειρά, τα οποία ονομάζουμε «ηλεκτρική στήλη».

Το φωτιστικό, η τηλεόραση, το στερεοφωνικό, ο υπολογιστής και όλες οι άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές του σπιτιού, λειτουργούν, όταν είναι συνδεδεμένες στην πρίζα.

Μικρή γεννήτρια είναι η ηλεκτρογεννήτρια (δυναμό) του ποδηλάτου που περιστρέφεται από τον τροχό του, ενώ η μπαταρία του αυτοκινήτου είναι ένας συσσωρευτής.

Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες έχουμε τη φωτοστήλη (ή ηλιακή συστοιχία) που αποτελείται από πολλά φωτοστοιχεία, συνδεδεμένα σε σειρά.

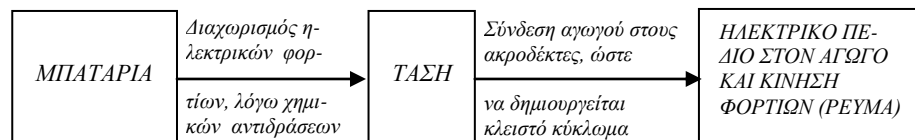
6. Όπως φαίνεται από τον ορισμό  $V_{\pi} = \frac{E_{\eta\lambda}}{q}$ , η ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής είναι ένα χαρακτηριστικό της μέγεθος που δείχνει πόση ηλεκτρική ενέργεια προσφέρει η πηγή σε κάθε 1 C ηλεκτρικού φορτίου που διέρχεται από αυτήν.

Παρόμοια, για έναν καταναλωτή από τον ορισμό  $V = \frac{E_{\eta\lambda}}{q}$  φαίνεται ότι η ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού V μεταξύ των δύο άκρων ενός καταναλωτή δείχνει την ενέργεια που μεταφέρουν στον καταναλωτή ηλεκτρόνια φορτίου 1 C, όταν διέρχονται από αυτόν.

7. Η ηλεκτρική τάση μεταξύ των ακροδεκτών μιας μπαταρίας είναι: i) το αποτέλεσμα του διαχωρισμού των αρνητικών από τα θετικά φορτία στους πόλους της μπαταρίας, λόγω των χημικών αντιδράσεων που γίνονται στο εσωτερικό της και ii) η αιτία της δημιουργίας ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν αγωγό που συνδέεται στους ακροδέκτες της μπαταρίας.

Αναλυτικά: Κάθε ηλεκτρική πηγή έχει δυο ακροδέκτες (πόλους), τον θετικό και τον αρνητικό (στις συνηθισμένες κυλινδρικές μπαταρίες ο θετικός ακροδέκτης έχει σχήμα κουμπιού στην κορυφή και ο αρνητικός είναι η μεταλλική βάση της μπαταρίας). Στον αρνητικό ακροδέκτη μιας μπαταρίας υπάρχει περίσσεια ηλεκτρονίων και στον θετικό έλλειμμα ηλεκτρονίων. Αυτός ο διαχωρισμός των ηλεκτρικών φορτίων, σε ένα στοιχείο (κοινή μπαταρία) οφείλεται στις χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στο εσωτερικό της μπαταρίας και έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικής τάσης μεταξύ των ακροδεκτών της. Όταν ένας αγωγός (σύρμα) συνδεθεί μεταξύ των ακροδεκτών της μπαταρίας, τότε η ηλεκτρική τάση προκαλεί μέσα στο σύρμα ηλεκτρικό πεδίο. Αυτό το πεδίο λέμε ότι

μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια από τη μπαταρία στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του σύρματος. Μέσω του έργου των δυνάμεων που δέχονται από το πεδίο, η ενέργεια των ηλεκτρονίων μετατρέπεται σε κινητική, οπότε δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα. Συνοπτικά η δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν αγωγό, έχει ως εξής:



Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι μεταξύ των ακροδεκτών μιας μπαταρίας (ή πρίζας) υπάρχει ηλεκτρική τάση και όταν δεν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή η ηλεκτρική τάση είναι χαρακτηριστικό της ηλεκτρικής πηγής, ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ρεύμα. Όμως, όταν μεταξύ δυο σημείων ηλεκτρικού κυκλώματος η τάση είναι μηδέν, τότε δεν υπάρχει ρεύμα στο κύκλωμα. Η τάση είναι η απαραίτητη αιτία για τη δημιουργία ρεύματος. Αντίστοιχο μηχανικό ανάλογο της δημιουργίας ρεύματος, λόγω τάσης μεταξύ δυο σημείων ενός κυκλώματος είναι η ροή του νερού λόγω υψομετρικής διαφοράς μεταξύ δυο τόπων. Έτσι, το νερό του ποταμού ρέει από το βουνό προς τη θάλασσα λόγω της υψομετρικής διαφοράς που υπάρχει, ενώ το νερό σε μια λίμνη δεν ρέει, επειδή δεν υπάρχει υψομετρική διαφορά.

8. Οι ηλεκτρικές πηγές δεν είναι πηγές ηλεκτρικού φορτίου. Απλώς, τροφοδοτούν με την απαραίτητη ενέργεια τα ηλεκτρικά κυκλώματα, ώστε να κινηθούν μέσα σε αυτά τα ηλεκτρικά φορτία που ήδη υπάρχουν, δηλαδή να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Βεβαίως οι πηγές δεν είναι ούτε και πηγές ενέργειας. Η κάθε ηλεκτρική πηγή είναι ένας «ενεργειακός μετατροπέας», δηλαδή ένα σύστημα που μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια κάποια άλλη μορφή ενέργειας. Έτσι, μια μπαταρία αχρηστεύεται όταν πάψουν να αντιδρούν χημικά τα συστατικά της, οπότε δεν συμβαίνει πλέον μετατροπή χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρογεννήτρια δεν τροφοδοτεί τις πρίζες και επομένως τις συσκευές του σπιτιού, όταν η τουρμπίνα (στρόβιλος) που την κινεί σταματήσει, οπότε δεν συμβαίνει πλέον μετατροπή μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.