

## ΕΝΟΤΗΤΑ 3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 3.1 Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

#### 1. Πώς επιτυγχάνεται η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας;

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι πολύ χρήσιμη για την απλή καθημερινότητα μας. Η χρησιμότητα της όμως δε θα ήταν τόσο μεγάλη αν δεν μπορούσε να μεταφερθεί για να αξιοποιηθεί σε διάφορες συσκευές. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.

#### 2. Τι γνωρίζετε για τους καταναλωτές;

Οι καταναλωτές είναι ηλεκτρικές συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλες μορφές ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες που δημιουργούνται. Έτσι, μπορούν να μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική, μηχανική, χημική και ενέργεια μαγνητικού πεδίου.

#### 3. α) Τι ονομάζεται φαινόμενο Τζάουλ;

##### β) Περιγράψτε τις μεταφορές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη θέρμανση ενός αντιστάτη.

α) Έχει παρατηρηθεί ότι όταν από έναν αντιστάτη διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα η θερμοκρασία του αντιστάτη αυξάνεται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο Τζάουλ (Joule) και πήρε την ονομασία του από τον Άγγλο φυσικό που το μελέτησε πρώτος.

β) Όταν ένας αντιστάτης θερμαίνεται (αυξάνεται δηλαδή η θερμοκρασία του) αυξάνεται η θερμική του ενέργεια. Όταν η θερμοκρασία του αντιστάτη ξεπεράσει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε ενέργεια με τη μορφή θερμότητας θα μεταφερθεί από τον αντιστάτη στο περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συνεχιστεί μέχρις ότου ολοκληρωθεί η ηλεκτρική ενέργεια να μεταφερθεί στο περιβάλλον. Τότε η θερμοκρασία του αντιστάτη δε θα μεταβληθεί.

Η ενέργεια, όπως γνωρίζουμε, δεν παράγεται ούτε εξαφανίζεται. Απλώς μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.

#### 4. Διατυπώστε και περιγράψτε το νόμο του Τζάουλ.

Η μεταβολή της θερμικής ενέργειας  $Q$  (θερμότητας) ενός αντιστάτη αντίστασης  $R$  όταν από αυτόν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης  $I$  σε χρονικό διάστημα  $t$  θα είναι:

- 1) ανάλογη του τετραγώνου της έντασης  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη,
- 2) ανάλογη της αντίστασης  $R$  του αντιστάτη,
- 3) ανάλογη του χρόνου  $t$  διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος από τον αντιστάτη.

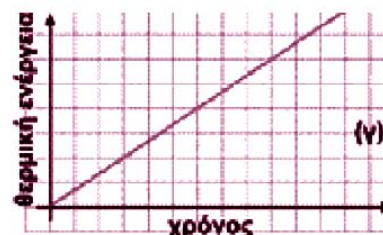
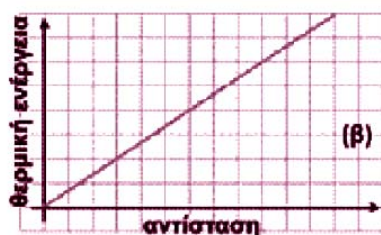
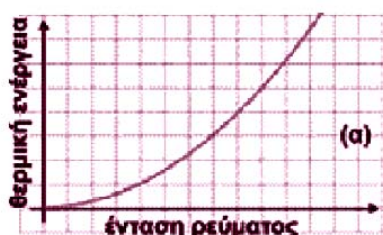
#### 5. Ποια είναι η μαθηματική σχέση που συνδέει τα φυσικά μεγέθη του φαινομένου Joule;

Για να απαντήσουμε θα πρέπει να σκεφτούμε την προέλευση της παραπάνω ποσότητας θερμότητας.

Είδαμε προηγουμένως ότι αυτή προέρχεται από την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρουν τα ηλεκτρόνια στον αντιστάτη η οποία δίδεται από τη σχέση:  $E_{\text{ηλεκτρική}} = V \cdot q$

Αν υποθέσουμε ότι τελικά η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται με μορφή θερμότητας στο περιβάλλον, θα ισχύει  $Q = E_{\text{ηλεκτρική}}$ , και λαμβάνοντας υπόψη το νόμο του Ωμ και τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος η σχέση  $E_{\text{ηλεκτρική}} = V \cdot q$  μετασχηματίζεται σε:  $Q = (I \cdot R) \cdot (I \cdot t)$  ή  $Q = I^2 \cdot R \cdot t$  όπου όλα τα μεγέθη μετριοούνται σε μονάδες του S.I., δηλαδή η θερμότητα  $Q$  σε J (Τζάουλ), η ένταση του ρεύματος  $I$  σε A, η αντίσταση  $R$  σε Ω και ο χρόνος  $t$  σε s.

#### 6. Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις της θερμικής ενέργειας σε συνάρτηση με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται.



### 7. Να αναφέρατε μερικές συσκευές που η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο Τζάουλ.

Μερικές από τις ηλεκτρικές συσκευές η λειτουργία των οποίων βασίζεται στο φαινόμενο Τζάουλ είναι:

- α) Ο λαμπτήρας πυρακτώσεως, στον οποίο ένα μέρος της θερμικής ενέργειας μετατρέπεται σε φωτεινή.
- β) Η ηλεκτρική κουζίνα και ο ηλεκτρικός θερμοσίφοντας, που συνήθως αποτελούνται από περισσότερους από έναν αντιστάτες.
- γ) Το ηλεκτρικό σίδερο.

### 8. Τι ονομάζεται βραχυκύκλωμα και πώς προκαλείται;

Βραχυκύκλωμα είναι το είδος της σύνδεσης στο οποίο είναι δυνατό δύο πόλοι μιας ηλεκτρικής πηγής να συνδεθούν μεταξύ τους με αγωγό πολύ μικρής αντίστασης. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα περάσει από την αντίσταση του αγωγού αυτού θα είναι πολύ μεγάλη λόγω της αμελητέας αντίστασης του αγωγού.

### 9. Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία ενός μεταλλικού αγωγού.

Είναι γνωστό ότι ένας μεταλλικός αγωγός αποτελείται από ένα πλέγμα ιόντων που εκτελούν μικρές ταλαντώσεις σε τυχαίες διευθύνσεις γύρω από συγκεκριμένες θέσεις. Η θερμική ενέργεια του μετάλλου αποτελείται από την κινητική ενέργεια των παραπάνω ιόντων. Έτσι, αύξηση στην κινητική ενέργεια των ιόντων θα προκαλέσει και αύξηση στη θερμοκρασία του μετάλλου. Όταν τα άκρα του μεταλλικού αγωγού συνδεθούν με ηλεκτρική πηγή, τότε στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο το οποίο ασκεί δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αποκτούν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που δέχονται από το ηλεκτρικό πεδίο. Έτσι, κατά τις συγκρούσεις με τα ιόντα του μεταλλικού αγωγού μεταφέρουν την κινητική τους ενέργεια σε αυτά, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμική ενέργεια του μετάλλου, άρα και η θερμοκρασία του.

## 3.2 Χημικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

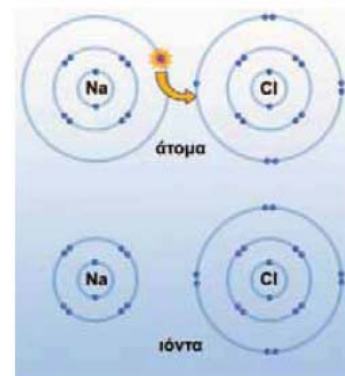
### 1. Ποια διαλύματα ονομάζονται ηλεκτρολυτικά;

Ηλεκτρολυτικά διαλύματα είναι τα διαλύματα ουσιών όπως οξέα, βάσεις και άλατα που παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη συμπεριφορά. Τα υδατικά τους διαλύματα είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. Δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να τα διαπεράσει όταν είναι διαλυμένα στο νερό, σε αντίθεση με το καθαρό νερό που δεν επιτρέπει στο ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από αυτό.

### 2. Γιατί το χλωριούχο νάτριο είναι σημαντική χημική ένωση; Πώς εξηγείται με τη μελέτη των ατόμων του νατρίου και του χλωρίου η αγωγή συμπεριφορά του όταν διαλύεται στο νερό;

Το χλωριούχο νάτριο είναι σημαντική ένωση (άλας) γιατί σχηματίζεται από την ένωση δύο ατόμων, του νατρίου και του χλωρίου, με αποβολή ενός ηλεκτρονίου από το νάτριο και πρόσληψη του ίδιου ηλεκτρονίου από το χλώριο. Μεταξύ των ιόντων νατρίου και χλωρίου αναπτύσσεται ελκτική ηλεκτρική δύναμη. Όταν όμως το χλωριούχο νάτριο διαλυθεί στο νερό, τότε τα μόρια του νερού παρεμβάλλονται μεταξύ των ιόντων και η αλληλεπίδραση των ιόντων εξασθενεί, οπότε ο κρύσταλλος καταστρέφεται. Έτσι τα ιόντα χλωρίου και νατρίου μπορούν πλέον να κινούνται ελεύθερα στο διάλυμα και επομένως το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να το διαπεράσει.

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η δομή των κρυστάλλων του χλωριούχου νατρίου.



### 3. Ποιο φαινόμενο ονομάζεται ηλεκτρόλυση; Αναφέρετε παραδείγματα στα οποία εφαρμόζεται το φαινόμενο αυτό.

Ηλεκτρόλυση είναι το φαινόμενο που συμβαίνει ταυτόχρονα με τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος από το διάλυμα του χλωριούχου νατρίου. Έτσι φυσαλίδες αερίου εμφανίζονται στο αρνητικό ηλεκτρόδιο ενώ το διάλυμα κοντά στο θετικό ηλεκτρόδιο θολώνει. Αυτό συμβαίνει γιατί στην περιοχή των ηλεκτροδίων σχηματίζονται διάφορες χημικές ενώσεις στις οποίες αποθηκεύεται χημική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή προήλθε από την ηλεκτρική ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργήθηκε.

Παράδειγμα ηλεκτρόλυσης αποτελεί η μπαταρία του αυτοκινήτου και γενικά όλα τα είδη των μπαταριών. Ακόμη, η ηλεκτρόλυση χρησιμεύει στη βιομηχανία για την εξαγωγή ορισμένων μετάλλων από μεταλλεύματα.

### 3.3 Μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

#### 1. Ποιος χώρος ονομάζεται μαγνητικό πεδίο; Τι γνωρίζετε για τις μαγνητικές δυνάμεις;

Μαγνητικό πεδίο είναι ο χώρος στον οποίο ασκούνται μαγνητικές δυνάμεις. Παραδείγματα μαγνητικών δυνάμεων συναντάμε πολλές φορές με την ύπαρξη ενός απλού μαγνήτη. Το πιο σημαντικό μαγνητικό πεδίο είναι της Γης, καθώς στο χώρο γύρω από τη Γη ασκούνται μαγνητικές δυνάμεις. Οι μαγνητικές δυνάμεις γενικά μπορεί να είναι είτε ελκτικές είτε απωστικές. Μπορούμε να πούμε ότι είναι οι αντίστοιχες των ηλεκτρικών δυνάμεων στο ηλεκτρικό πεδίο.

#### 2. Γιατί το φαινόμενο του Έρσεντ είναι σημαντικό; Τι περιγράφει;

Ο Έρσεντ πρώτος ανακάλυψε τη δημιουργία μαγνητικού πεδίου από ρευματοφορο αγωγό. Τοποθέτησε μια μαγνητική βελόνα δίπλα σε ένα ευθύγραμμο σύρμα και παρατήρησε ότι όταν το σύρμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, η μαγνητική βελόνα απόκλινε από την αρχική της θέση.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η απόκλιση της μαγνητικής βελόνας όταν κλείνει ο διακόπτης του κυκλώματος.

Άρα συμπεράνε ότι ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα θα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.



#### 3. Πώς σχετίζεται ένα ηλεκτρικό φορτίο με το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο;

Γενικά γνωρίζουμε ότι η ύπαρξη ενός ηλεκτρικού φορτίου δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο. Είδαμε από το πείραμα του Έρσεντ ότι το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από το ηλεκτρικό ρεύμα που είναι ένα σύνολο φορτίων που κινείται σε συγκεκριμένη κατεύθυνση. Συμπεραίνοντας, μπορούμε να πούμε ότι το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από κινούμενα ηλεκτρικά φορτία.

Άρα λοιπόν δεν υπάρχουν μαγνητικά φορτία αλλά κινούμενα ηλεκτρικά φορτία που δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο.

Ένα κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο θα δημιουργεί και ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο.

#### 4. Τι γνωρίζετε για τη μορφή των δυναμικών γραμμών σε ένα πηνίο;

Κάθε πεδίο περιγράφεται από τις δυναμικές του γραμμές/Έτσι όπως το ηλεκτρικό πεδίο περιγράφεται από ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές, έτσι και το μαγνητικό πεδίο περιγράφεται από μαγνητικές δυναμικές γραμμές.

Στο εσωτερικό του πηνίου οι δυναμικές γραμμές είναι πυκνότερες απ' ό,τι έξω από αυτό, που σημαίνει ότι οι μαγνητικές δυνάμεις είναι πιο ισχυρές/Ένα τυπικό μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, όπου φαίνεται η μορφή των δυναμικών γραμμών.

#### 5. Σε ποιο βασικό συμπέρασμα κατέληξε ο Αμπέρ για το μαγνητικό πεδίο και ένα ρευματοφορο αγωγό;

Ο Αμπέρ παρατήρησε τι συμβαίνει όταν στην περιοχή όπου υπάρχει μαγνητικό πεδίο πλησιάσουμε ένα ρευματοφορο αγωγό/Έτσι λοιπόν επιβεβαίωσε ότι όταν ένας αγωγός βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, τότε ο αγωγός δέχεται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.

### 3.4 Ηλεκτρική και μηχανική ενέργεια

#### 1. Ποιες συσκευές ονομάζονται ηλεκτρικοί κινητήρες; Πώς λειτουργούν;

Ηλεκτρικοί κινητήρες ονομάζονται οι συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας θα πρέπει να αποτελείται από ένα κλειστό κύκλωμα που τροφοδοτείται από μια ηλεκτρική πηγή (μπαταρία). Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα προκαλεί την κίνηση του κινητήρα. Αυτό συμβαίνει γιατί η ηλεκτρική ενέργεια του κυκλώματος μετατρέπεται σε κινητική στον κινητήρα.

Παραδείγματα ηλεκτροκινητήρων είναι το πλυντήριο ρούχων, το ηλεκτρικό ψυγείο, η μίξα του αυτοκινήτου.

## 2. Ποιες μετατροπές συμβαίνουν σε μια ηλεκτρική γεννήτρια;

Σε αντίθεση με έναν ηλεκτρικό κινητήρα, όπου η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική, υπάρχουν συσκευές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και ονομάζονται ηλεκτρογεννήτριες. Οι ηλεκτρογεννήτριες χρησιμοποιούνται κυρίως από μεγάλες εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα σημαντικό παράδειγμα ηλεκτρικής γεννήτριας είναι το δυναμό του ποδηλάτου.

## 3. Ποιες συσκευές είναι οι ηλεκτρογεννήτριες;

Οι ηλεκτρογεννήτριες είναι συσκευές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική.

### 3.5 Βιολογικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

#### 1. Ποιοι είναι οι κίνδυνοι από την επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό;

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι είναι:

- α) εγκαύματα από την υπερθέρμανση του σώματος,
- β) βλάβες από συσπάσεις των μυών,
- γ) παρέμβαση στη λειτουργία του νευρικού συστήματος.

Οι παραπάνω κίνδυνοι προκύπτουν από τη διάδοση των νευρικών ερεθισμάτων που πραγματοποιούνται όταν διοχετεύεται ηλεκτρικό ρεύμα στον ανθρώπινο οργανισμό και εμφανίζεται σε αυτόν με τη μορφή ηλεκτρικών παλμών.

#### 2. Πότε ένα άτομο παθαίνει ηλεκτροπληξία;

Όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διοχετεύεται στο ανθρώπινο σώμα ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή, τότε μπορούν να προκληθούν μυϊκές συσπάσεις και φυσικά έντονος πόνος. Όταν αυτές οι μυϊκές συσπάσεις είναι συνεχείς λόγω της επαφής του ανθρώπου με ρευματο-φόρο αγωγό, τότε το άτομο παθαίνει ηλεκτροπληξία.

#### 3. Η αντίσταση στο σώμα του ανθρώπου είναι η ίδια σε όλα τα μέρη του σώματος;

Η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος είναι διαφορετική στα διάφορα μέρη του σώματος. Η αντίσταση του δέρματος είναι σχετικά υψηλή αλλά ποικίλλει ανάλογα με το αν πρόκειται για υγρό (μεγαλύτερη) ή ξηρό δέρμα. Γενικά η αντίσταση στο δέρμα κυμαίνεται από 1,5 kΩ μέχρι 100 kΩ για ξηρότερα δέρματα.

### 3.6 Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

#### 1. Πόση είναι η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που «καταναλώνει» μια συσκευή και τη μετατρέπει σε ενέργεια άλλων μορφών;

Μάθαμε ότι η ενέργεια που προσφέρεται σε έναν καταναλωτή είναι  $E = q \cdot V$ . Από τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος έχουμε  $q = I \cdot t$  όπου  $t$  ο χρόνος λειτουργίας του καταναλωτή και  $q$  το φορτίο που περνάει από μια διατομή του αγωγού στο χρόνο  $t$ . Έτσι  $E = I \cdot t \cdot V = V \cdot I \cdot t$

#### 2. Τι ονομάζουμε ισχύ μιας συσκευής; Από ποια μαθηματική σχέση δίνεται; Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.);

Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία σε μεταφορά ποσών ενέργειας είναι, εκτός από το ίδιο το ποσό ενέργειας, και η χρονική διάρκεια που διαρκεί η μεταφορά αυτή. Έτσι ορίζουμε ένα καινούργιο μέγεθος που ονομάζεται ισχύς  $P$  και ισούται με το πηλίκο της ενέργειας  $E$  προς το χρόνο  $t$ . Ειδικότερα για την ισχύ

που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή θα ισχύει:  $P = \frac{E}{t}$

όπου  $E$  η ποσότητα της ενέργειας που μετατρέπει μια μηχανή προς τον αντίστοιχο χρόνο  $t$ .

Η μονάδα μέτρησης της ισχύος στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι το 1 Watt, όπου  $1 \text{ Watt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ sec}}$

Επίσης  $1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$  και  $1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ W}$ .

#### 3. Πόση είναι η ηλεκτρική ισχύς που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε μια ηλεκτρική συσκευή;

Γνωρίζουμε ότι η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει μία ηλεκτρική συσκευή είναι

$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}$  και  $E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$  οπότε έχουμε  $P_{\eta\lambda} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} \Leftrightarrow P_{\eta\lambda} = V \cdot I$  όπου  $V$  και  $I$  είναι η τάση στα άκρα

της συσκευής και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη συσκευή αντίστοιχα.

#### **4. Με τι ισούται η μία κιλοβατώρα; Πού χρησιμοποιείται αυτή η μονάδα μέτρησης;**

Η κιλοβατώρα είναι μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας και χρησιμοποιείται από εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, μια κιλοβατώρα (1 kWh) ισούται με την ενέργεια που καταναλώνεται από μια συσκευή ισχύος 1 kW ή 1.000 W όταν λειτουργεί επί μία ώρα.

#### **5. Περιγράψτε τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού κινητήρα.**

Ένας ηλεκτρικός κινητήρας για να λειτουργήσει απαιτείται να προσφερθεί σε αυτόν ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή μπορεί να μεταφερθεί μέσω ενός ηλεκτρικού κυκλώματος που έχει ως ηλεκτρική πηγή μια μπαταρία. Έτσι η χημική ενέργεια της μπαταρίας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια του κυκλώματος. Η ηλεκτρική αυτή ενέργεια μετατρέπεται κατά ένα μέρος σε μηχανική ενέργεια, κάτι που μπορεί να είναι χρήσιμο σε διάφορες εφαρμογές, και το υπόλοιπο ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας χάνεται υπό τη μορφή θερμότητας.