

Κεφάλαιο 2. Ηλεκτρικό Ρεύμα

2.1 Το ηλεκτρικό ρεύμα

1. Θεμελιώδεις έννοιες του ηλεκτρισμού και ηλεκτρικό ρεύμα

Το ηλεκτρικό ρεύμα συνδέεται με τις θεμελιώδεις έννοιες του ηλεκτρισμού: το **φορτίο** και το **ηλεκτρικό πεδίο**. Το **ηλεκτρικό ρεύμα** και **περιγράφεται** εκφράζει την **κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων μέσα σε ηλεκτρικά πεδία**.

2. Ηλεκτρικό ρεύμα

Ονομάζουμε **ηλεκτρικό ρεύμα** την **προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων ή γενικότερα των φορτισμένων σωματιδίων**.

3. Αιτία της δημιουργίας του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα μεταλλικό αγωγό

Στο εσωτερικό ενός **μεταλλικού αγωγού** υπάρχουν θετικά ιόντα και ελεύθερα ηλεκτρόνια. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται τυχαία προς κάθε κατεύθυνση, ενώ τα ιόντα ταλαντώνονται γύρω από καθορισμένες θέσεις. Στους μεταλλικούς αγωγούς τα σωματίδια που εκτελούν την προσανατολισμένη κίνηση είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Λέμε τότε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει τον αγωγό.

4. Υλικά που μπορούν να διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα

Αγωγοί: Γενικά σ' έναν αγωγό είναι δυνατόν να δημιουργηθεί προσανατολισμένη κίνηση, δηλαδή κίνηση προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση φορτισμένων σωματιδίων. Στους μεταλλικούς αγωγούς τα σωματίδια που εκτελούν την προσανατολισμένη κίνηση είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. **Η κίνηση των ελευθέρων ηλεκτρονίων μέσα σε έναν αγωγό είναι το ηλεκτρικό ρεύμα.**

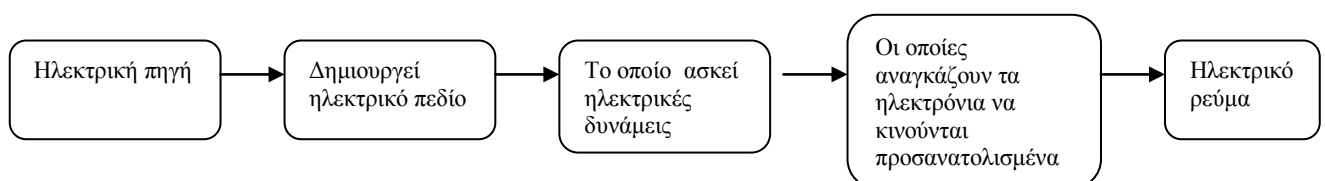
Τα ηλεκτρόνια δεν κινούνται με την ίδια ευκολία σε όλους τους αγωγούς, για παράδειγμα, σ' ένα χάλκινο σύρμα κινούνται ευκολότερα απ' ό τι σ' ένα σιδερένιο σύρμα ίδιων διαστάσεων. Λέμε ότι ο χαλκός είναι καλύτερος αγωγός από το σίδηρο.

Μονωτές: Το ηλεκτρικό ρεύμα δεν διαρρέει τους μονωτές. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι μονωτές διαθέτουν ελάχιστα ελεύθερα ηλεκτρόνια.

Ημιαγωγοί: Ορισμένα υλικά, όπως για παράδειγμα το πυρίτιο και το γερμάνιο, κάτω από ορισμένες συνθήκες συμπεριφέρονται άλλοτε ως αγωγοί και άλλοτε ως μονωτές. Αυτά τα υλικά τα ονομάζουμε **ημιαγωγούς**.

5. Πως μπορούμε να προκαλέσουμε ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε έναν μεταλλικό αγωγό

Ηλεκτρικό ρεύμα μπορούμε εύκολα να προκαλέσουμε με τη βοήθεια μιας μπαταρίας (ηλεκτρική πηγή). Σε κάθε **ηλεκτρική πηγή** υπάρχουν δύο αντίθετα ηλεκτρισμένες περιοχές τις οποίες ονομάζουμε **ηλεκτρικούς πόλους**. Αν συνδέσουμε μια ηλεκτρική πηγή με έναν μεταλλικό αγωγό τότε στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο. Το ηλεκτρικό πεδίο ασκεί δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια και στα θετικά ιόντα του αγωγού. Τα θετικά ιόντα δεν έχουν τη δυνατότητα να κινηθούν ελεύθερα. Αντίθετα όμως τα ελεύθερα ηλεκτρόνια υπό την επίδραση της ηλεκτρικής δύναμης από το ηλεκτρικό πεδίο της πηγής κινούνται προσανατολισμένα από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της πηγής. Η προσανατολισμένη αυτή κίνηση αποτελεί το ηλεκτρικό ρεύμα.



6. Ηλεκτρικό ρεύμα άλλοτε ισχυρό και άλλοτε ασθενές

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων κατά μήκος των μεταλλικών αγωγών. Συνδέουμε το πόσο ισχυρό ή ασθενές είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το λαμπτήρα με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του σύρματος στη μονάδα του χρόνου. Όσο περισσότερα ηλεκτρόνια διέρχονται από μια κάθετη διατομή (από μια τομή) του αγωγού σε ορισμένο χρόνο, τόσο περισσότερο φορτίο θα περνάει από αυτήν και τόσο ισχυρότερο θα είναι το ηλεκτρικό ρεύμα. Ισχυρό ηλεκτρικό ρεύμα σημαίνει ότι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται προσανατολισμένα με γρήγορο ρυθμό μέσα στον αγωγό, ενώ ασθενές ηλεκτρικό ρεύμα σημαίνει ότι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται προσανατολισμένα με αργό ρυθμό μέσα στον αγωγό.

7. Ορισμός της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, τι εκφράζει.

Ορίζουμε την ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό ως το φορτίο (q) που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα (t) προς το χρονικό διάστημα.

Στη γλώσσα των μαθηματικών η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$I = \frac{q}{t}$$

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο κινείται το ηλεκτρικό φορτίο στον αγωγό, δηλαδή το πόσο γρήγορα κινούνται τα ηλεκτρικά φορτία που αποτελούν το ηλεκτρικό ρεύμα.

8. Η μονάδα της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι **θεμελιώδες μέγεθος** και μονάδα μέτρησής της είναι το **1 Ampere (1 A) (Αμπέρ)**. Όπως προκύπτει από την παραπάνω σχέση το $1A=1C/s$. Σε ηλεκτρονικές διατάξεις που διαρρέονται από ρεύματα μικρής έντασης ως μονάδες μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούμε υποπολλαπλάσια του αμπέρ όπως:

- $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$ (μιλιαμπέρ)
- $1 \text{ }\mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$ (μικροαμπέρ)

9. Η ένταση του ρεύματος είναι 10 A

10 A σημαίνει 10C/s, δηλαδή σε κάθε s περνούν 10C φορτίου από μια διατομή του αγωγού.

10. Παραδείγματα ασκήσεων στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

1) Από μια διατομή ενός αγωγού σε χρόνο $t=4\text{min}$ διέρχεται φορτίο $q=240\text{C}$. Να βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

Λύση

Πρώτα μεταφέρουμε στο S.I. όσες μονάδες χρειάζεται. Εδώ, ο χρόνος $t=2\text{min}=120\text{s}$. Οπότε η ένταση

του ρεύματος θα είναι $I = \frac{q}{t} = \frac{240\text{C}}{120\text{s}} = 2\text{A}$.

2) Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα αγωγό είναι $I=40\text{mA}$. Πόσο φορτίο περνάει από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο $t=250\text{s}$;

Λύση

Πρώτα μεταφέρουμε στο S.I. όσες μονάδες χρειάζεται. Εδώ, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος $I =$

$40\text{mA} = 40 \cdot 10^{-3}\text{A}$. Οπότε θα είναι $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It \Rightarrow q = 40 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 250 \text{ s} = 10000 \cdot 10^{-3} = 10\text{C}$.

11. Όργανα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος

Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για να μετράμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται **αμπερόμετρα**. Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από έναν

αγωγό, παρεμβάλουμε το αμπερόμετρο, έτσι ώστε το προς μέτρηση ρεύμα να διέλθει μέσα από αυτό. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης του οργάνου λέγεται **σύνδεση σε σειρά**.

Τα σύγχρονα αμπερόμετρα είναι ενσωματωμένα σε όργανα πολλαπλής χρήσης που ονομάζονται **πολύμετρα**. Με το πολύμετρο μπορούμε να μετράμε και άλλα μεγέθη, όπως ηλεκτρική τάση και αντίσταση.

12. Η πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος

Τα μόνα φορτισμένα σωματίδια που μπορούν να κινηθούν ελεύθερα και προς κάθε κατεύθυνση στο εσωτερικό των μεταλλικών αγωγών είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Επειδή τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικά φορτισμένα, θα κινούνται από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της μπαταρίας.

Η φορά κίνησης των ηλεκτρονίων σ' ένα μεταλλικό αγωγό είναι η πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

13. Η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος;

Έχει επικρατήσει, για ιστορικούς λόγους, να θεωρούμε ότι η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος ταυτίζεται με τη φορά κίνησης φανταστικών θετικών φορτίων που κινούνται κατά μήκος των αγωγών.

Η φορά κίνησης **των θετικών φορτίων** σ' ένα αγωγό ονομάζεται **συμβατική** φορά του ηλεκτρικού ρεύματος. Στη μελέτη του ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούμε την συμβατική φορά και όχι την πραγματική φορά.



14. Τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος;

Μπορούμε να κατατάξουμε τα φαινόμενα που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα στις ακόλουθες κατηγορίες.

- **Θερμικά αποτελέσματα:** Το ηλεκτρικό ρεύμα **προκαλεί τη θέρμανση των σωμάτων** τα οποία διαρρέει. Συσκευές που λειτουργούν με βάση τα θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο θερμοσίφωνας, η ηλεκτρική κουζίνα, οι θερμοσυσσωρευτές.
- **Ηλεκτρομαγνητικά αποτελέσματα:** Οι **αγωγοί** τους οποίους **διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργούν γύρω τους μαγνητικά πεδία**. Έτσι μπορούν και αλληλεπιδρούν με σιδερένια υλικά, μαγνήτες ή και μεταξύ τους, ασκώντας μαγνητικές δυνάμεις. Στα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα στηρίζεται η λειτουργία των ηλεκτρομαγνητικών γερανών, οι αυτόματοι διακόπτες, οι κεφαλές εγγραφής ήχου και εικόνας, καθώς και η κίνηση των τρένων μαγνητικής ανύψωσης κ.λπ.
- **Χημικά αποτελέσματα:** Όταν **ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται διαμέσου χημικών ουσιών, προκαλεί χημικές μεταβολές**. Εκμεταλλευόμαστε τα χημικά φαινόμενα που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα στην κατασκευή των ηλεκτρικών μπαταριών, στην παρασκευή χημικών στοιχείων κ.λπ.
- **Φωτεινά αποτελέσματα:** Σε κάποιες περιπτώσεις **το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί την εκπομπή φωτός** είτε λόγω αύξησης της θερμοκρασίας (λαμπτήρας πυράκτωσης) είτε λόγω της διέλευσής του από αέρια (λαμπτήρας φθορισμού).