2.1 - Το ηλεκτρικό ρεύμα

Μέσα στο σπίτι σου και ακόμα και στο ίδιο σου το δωμάτιο, πόσες ηλεκτρικές συσκευές μπορείς να εντοπίσεις;

Αν κοιτάξεις γύρω σου υπάρχουν λάμπες στο ταβάνι, κάποιο κλιματιστικό στον τοίχο ή ο ανεμιστήρας το καλοκαίρι. Στην κουζίνα ένα ψυγείο, η τηλεόραση στο καθιστικό, ακόμα και ο υπολογιστής όπου βλέπεις αυτό το βίντεο, είναι όλα ηλεκτρικές συσκευές.

**Τι κάνει όλες τις ηλεκτρικές συσκευές να λειτουργούν;**

Για να **λειτουργήσουν**, όλες αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν αυτό που θα μελετήσουμε σε αυτή την ενότητα: το **ηλεκτρικό ρεύμα**.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, είδαμε το πώς τα σώματα αποκτούν ηλεκτρικό φορτίο, λόγω της μεταφοράς των ηλεκτρονίων από σώμα σε σώμα.

Μιλήσαμε για αγωγούς και μονωτές, καθώς και το πότε μένει το φορτίο στο σημείο φόρτισης ή απλώνεται παντού στο υλικό.

Όπως θα θυμάσαι, αν φέρουμε σε επαφή μία αρνητικά φορτισμένη σφαίρα με τον δίσκο ενός ηλεκτροσκοπίου, με κινητά φύλλα, θα δούμε τα φύλλα να “ανοίγουν".

Αν τώρα, αντί να τα φέρουμε απευθείας σε επαφή την σφαίρα με το ηλεκτροσκόπιο, συνδέσουμε την ακίδα με ένα μεταλλικό σύρμα και ακουμπήσουμε την φορτισμένη σφαίρα στο σύρμα. Βλέπουμε ότι και πάλι τα φύλλα ανοίγουν!

Άρα τα ηλεκτρόνια κινήθηκαν προσανατολισμένα από το ένα άκρο του σύρματος στο άλλο, αφού τα φύλλα αποκτούν φορτίο.

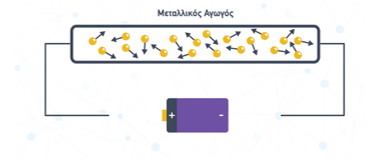
**Ηλεκτρικό ρεύμα** λοιπόν, **ονομάζουμε**την **προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων και γενικότερα των φορτισμένων σωματιδίων**.

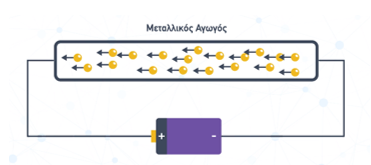
Λέμε λοιπόν ότι **το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει έναν αγωγό**.

Κάτι που δεν παρατηρούμε να συμβαίνει στους μονωτές, αφού αν στο ηλεκτροσκόπιο, αντικαταστήσουμε το μεταλλικό σύρμα με ένα πλαστικό νήμα, τα φύλλα του δεν θα ανοίξουν.

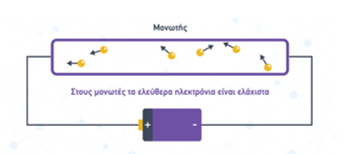
**Γιατί το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει τους αγωγούς και όχι τους μονωτές;**

Στους **μεταλλικούς αγωγούς υπάρχουν πολλά ελεύθερα ηλεκτρόνια που κινούνται εντελώς τυχαία**. Όταν όμως συνδέσουμε έναν αγωγό με μια μπαταρία, αυτή "επιβάλλει" στα ελεύθερα του ηλεκτρόνια να κινηθούν προσανατολισμένα προς μια κατεύθυνση. Επειδή το πλήθος τους είναι τεράστιο, είναι πολύ εύκολο **για τον αγωγό η τυχαία κίνηση των ηλεκτρόνιων να μετατραπεί σε ηλεκτρικό ρεύμα**.





Αντίθετα, στους**μονωτές τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι ελάχιστα**. Είναι λοιπόν πολύ **δύσκολο να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε μονωτή**.



Τέλος, υπάρχουν και υλικά, όπως το γερμάνιο και το πυρίτιο, που υπό ορισμένες συνθήκες συμπεριφέρονται ως αγωγοί. Έχουν "εκλεκτισμένα" **ηλεκτρόνια**, τα οποία **προσανατολίζονται αν το ρεύμα στον αγωγό είναι αρκετό**. Οπότε αυτά τα **υλικά** που **ονομάζονται**η**μιαγωγοί, άλλοτε λειτουργούν σαν αγωγοί και άλλοτε σαν μονωτές**.

Είδαμε λοιπόν ότι, εφόσον το υλικό είναι κατάλληλο, διαρρέεται ή όχι από ηλεκτρικό ρεύμα.

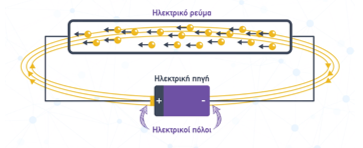
**Με ποιο τρόπο μπορούμε να προσφέρουμε ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν μεταλλικό αγωγό;**

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος, είναι να συνδέσουμε τον μεταλλικό αγωγό με μία ηλεκτρική πηγή, παραδείγματος χάριν μία μπαταρία, όπως είδαμε και πριν.

Η μπαταρία, όπως θα έχεις παρατηρήσει, έχει δύο αντίθετα ηλεκτρισμένες περιοχές που ονομάζουμε **ηλεκτρικούς πόλους**. Ο ένας έχει το σύμβολο "**+**" και ο άλλος πόλος το "**-**".

Αν λοιπόν συνδέσουμε τα δύο άκρα του αγωγού στους δύο πόλους της μπαταρίας, θα αρχίσει να τον διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα.

Αυτό συμβαίνει γιατί, στο **εσωτερικό του αγωγού η πηγή δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο**. Όταν ο αγωγός έχει την μορφή ενός καλωδίου, τότε οδηγεί το ηλεκτρικό πεδίο μέσα του, από τον θετικό πόλο της πηγής στον αρνητικό. Το ηλεκτρικό πεδίο, δεν είναι ακριβώς ίδιο με αυτό που δημιουργεί μια σφαίρα, αλλά έχει τη μορφή κύματος. Έτσι, το πεδίο ασκεί στα ελεύθερα ηλεκτρόνια ηλεκτρική δύναμη και αρχίζουν να κινούνται πια όχι τυχαία, αλλά προσανατολισμένα με φορά από τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας στον θετικό. Εμφανίζεται δηλαδή **ηλεκτρικό ρεύμα**.



Το ρεύμα ωστόσο που δημιουργούμε με αυτό τον τρόπο, δεν είναι πάντα το ίδιο! **Ανάλογα**με την **πηγή**αλλά και τον **αγωγό**που θα χρησιμοποιήσουμε,**το ρεύμα μπορεί να είναι ισχυρότερο ή ασθενέστερο**. Αν για παράδειγμα συνδέσουμε μία απλή λάμπα με μία καινούργια μπαταρία ή μία που έχουμε ξαναχρησιμοποιήσει, θα δούμε ότι στην πρώτη περίπτωση το φως της είναι πιο έντονο!

**Τι είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος;**

Για να περιγράψουμε λοιπόν το πόσο “ισχυρό” ή “ασθενές” είναι το ηλεκτρικό ρεύμα, χρησιμοποιούμε ένα **θεμελιώδες μέγεθος**που ονομάζεται **ένταση**του **ηλεκτρικού ρεύματος**.

Φαντάσου το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα σύρμα, σαν ένα ποτάμι, μόνο που αντί για ροή μορίων νερού έχουμε ροή ηλεκτρονίων. Αφού κινούνται πολλά ηλεκτρόνια με προσανατολισμένο τρόπο, μεταφέρεται φορτίο κατά μήκος του αγωγού. Αν κάνουμε μια κάθετη τομή στον αγωγό, φτιάχνεται μία επιφάνεια μέσα από την οποία ρέουν τα ηλεκτρόνια. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να μετρήσουμε το πλήθος ηλεκτρονίων που περνά από την επιφάνεια σε συγκεκριμένο χρόνο.

Ορίζουμε, λοιπόν:

**Ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό, είναι το φορτίο (q) που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα (t) προς το χρονικό διάστημα.**

 Ή αλλιώς:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/img529.png

Η **μονάδα μέτρησης**του **ηλεκτρικού φορτίου** στο**Διεθνές Σύστημα S.I.** είναι το **Coulomb**(**C**) και **του χρόνου το δευτερόλεπτο** (**s**), οπότε η**μονάδα μέτρησης** της **έντασης**του **ηλεκτρικού ρεύματο**ς στο **S.I.** είναι το https://app.brainy.gr/uploads/editor/8157.PNG, το οποίο ονομάζουμε **1 Ampere** (**1A**)https://app.brainy.gr/uploads/editor/7141.PNG.

 Όπως και με όλες τις μονάδες μέτρησης, έτσι και εδώ χρησιμοποιούμε συχνά **πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια του Ampere**, όπως:

* Το mA για το οποίο ισχύει ότι **1mA = 10-3A**
* Το μA για το οποίο ισχύει ότι **1μA = 10-6A**
* To kA για το οποίο ισχύει ότι**1kA = 103A**

Για να **μετρήσουμε**τελικά πόσα **Ampere**είναι η ένταση του **ηλεκτρικού ρεύματος** που διαρρέει έναν αγωγό, χρησιμοποιούμε ένα**ειδικό όργανο** που ονομάζεται **αμπερόμετρο**. Έχει δύο ακροδέκτες και αν το συνδέσουμε μεταξύ της πηγής και του αγωγού, μετρά την ένταση του ρεύματος που διέρχεται από αυτό.

Μάλιστα, σύγχρονα αμπερόμετρα μπορούμε να βρούμε ενσωματωμένα σε όργανα πολλαπλής χρήσης που ονομάζονται **πολύμετρα** και μας χρησιμεύουν για τη μέτρηση και άλλων φυσικών μεγεθών ενός κυκλώματος.

Το αμπερόμετρο το συνδέουμε "**σε σειρά**", δηλαδή αμέσως μετά από την συσκευή που θέλουμε να μετρήσουμε το ρεύμα της. Εάν το συνδέσεις με άλλο τρόπο, το αμπερόμετρο είναι πολύ ευαίσθητο και θα καταστραφεί.

Παραδείγματα υπολογισμού του ηλεκτρικού ρεύματος:

**Παράδειγμα 1. Έστω ότι ένας μεταλλικός αγωγός είναι συνδεδεμένος στους πόλους μίας μπαταρίας. Εάν από μια διατομή περνάει φορτίο 10mC για χρόνο 100 δευτερόλεπτα, πόσο ρεύμα διαρρέει αυτό τον αγωγό;**

Όπως είπαμε, ισχύει η σχέση https://app.brainy.gr/uploads/editor/img531.png

Αφού μας δίνεται το φορτίο q = 10mC, το μετατρέπουμε πρώτα σε C, δηλαδή q = 10mC = 10∙10-3C.

Με αντικατάσταση στον τύπο έχουμε ότι:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/5148.PNG

**Παράδειγμα 2. Έστω ότι ένας μεταλλικός αγωγός είναι συνδεδεμένος στους πόλους μιας μπαταρίας. Με ένα αμπερόμετρο, μετράμε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει, η οποία είναι I = 200mA. Να βρείτε πόσο φορτίο περνά από μία διατομή του σε 1 λεπτό.**

 Όπως είπαμε, ισχύει η σχέση https://app.brainy.gr/uploads/editor/img532.png

Εδώ, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι δεδομένο από την εκφώνηση. Αντίστοιχα, γνωρίζουμε το χρονικό διάστημα αλλά μας ζητείται το φορτίο. Άρα, τη λύνουμε ως προς q:

q = I ∙ t

Με αντικατάσταση έχουμε ότι:

q = 200 ∙ 10-3A ∙ 60s = 12000 ∙ 10-3C = 12C

Μάλιστα, θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε και πόσα ηλεκτρόνια περνούν από μία διατομή σε ένα λεπτό, διαιρώντας αυτό το αποτέλεσμα με το φορτίο του ηλεκτρονίου (κατά απόλυτη τιμή), δηλαδή: https://app.brainy.gr/uploads/editor/9123.PNG.  
Από όπου με πράξεις προκύπτει ότι Ν = 750 ∙ 1017ηλεκτρόνια.

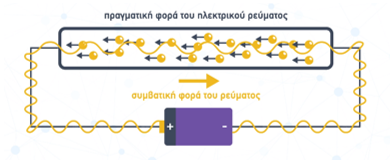
**Ποια ονομάζεται πραγματική και ποια συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος;**

Tο ηλεκτρικό ρεύμα είναι **ροή** ηλεκτρονίων. Επομένως, πέρα από την ένταση μας ενδιαφέρει και η **φορά**του.

Στο παράδειγμα που είδαμε με το μεταλλικό σύρμα και την μπαταρία, τα ηλεκτρόνια ρέουν από τον αρνητικό πόλο (που τα απωθεί) προς το θετικό (που τα έλκει).Αυτή η **φορά ονομάζεται πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.**

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια για να κινηθούν από ένα σημείο του αγωγού σε ένα άλλο χρειάζονται πάρα πολύ χρόνο. Συγκεκριμένα, μια μέση ταχύτητα ενός ηλεκτρονίου είναι ίση με 0,000023 m/s. Καταλαβαίνεις ότι αυτή η ταχύτητα είναι μικρότερη από την ταχύτητα ενός σαλιγκαριού.  
 Άρα, γιατί όταν πατάμε τον διακόπτη να ανάψει το φως, η λάμπα ανάβει σχεδόν ακαριαία όταν ο διακόπτης από την λάμπα απέχει πολλές φορές πάνω από 5 μέτρα; Γιατί ακαριαία διαδίδεται το ηλεκτρικό πεδίο που ωθεί τα ηλεκτρόνια.

Τώρα, η υποθετική κίνηση των θετικών φορτίων (πυρήνων) **από το θετικό πόλο (+) προς τον αρνητικό (-)**είναι η λεγόμενη**συμβατική φορά του ρεύματος**.



**Συνοπτικά:**

* Η**προσανατολισμένη κίνηση των φορτισμένων σωματιδίων** ονομάζεται **ηλεκτρικό ρεύμα**.
* Οι **αγωγοί διαρρέονται από ρεύμα**, **σε αντίθεση με τους μονωτές που δεν επιτρέπουν την διέλευση του και τους ημιαγωγούς που επιτρέπουν να περάσει ανάλογα με την ένταση του ρεύματος**.
* Ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό είναι το φορτίο (q) που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα (t) προς το χρονικό διάστημα.https://app.brainy.gr/uploads/editor/img533.png.
* Η **ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι θεμελιώδες μέγεθος** στο S.I. και η **μονάδα μέτρησης** της είναι το **Ampere** που ισούται με https://app.brainy.gr/uploads/editor/7140.PNG.
* Για να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό χρησιμοποιούμε **αμπερόμετρα**ή **πολύμετρα**, τα οποία συνδέουμε μετά τον αγωγό.
* **Πραγματική**είναι η **φορά κίνησης των ελευθέρων ηλεκτρονίων από τον αρνητικό πόλο προς τον θετικό,** ενώ **συμβατική** φορά είναι **ροή**της **ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου από τον θετικό πόλο προς τον αρνητικό πόλο της πηγής**.