

Κεφάλαιο 2ο

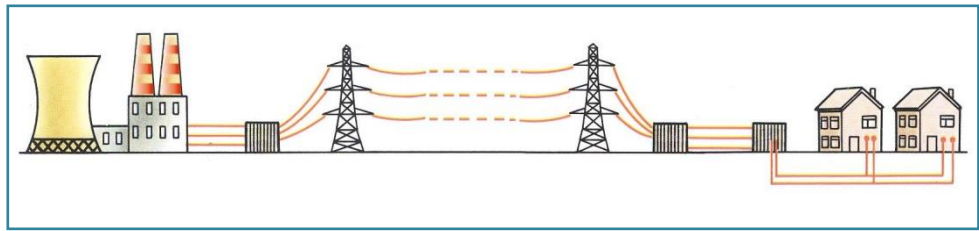
Ηλεκτρικό Ρεύμα

Συνοπτικές σημειώσεις

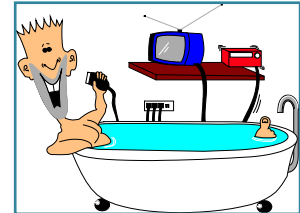
Νοέμβριος 20

Το Ηλεκτρικό Ρεύμα

Στην καθημερινή μας ζωή χρησιμοποιούμε δεκάδες ηλεκτρικές συσκευές όπως θερμοσίφωνες, τοστιέρες, ηλεκτρικές σκούπες, λαμπτήρες φωτισμού, σεσουάρ, κουζίνες, ασανσέρ, ψυγεία, ηλεκτρικά καλοριφέρ, ηλεκτρικά πλυντήρια, τηλεοράσεις, κλιματιστικά, ηλεκτρικά σίδερα, μίξερ, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φούρνοι μικροκυμάτων. Πολλά και διαφορετικά αντικείμενα, χρήσιμα τόσο ώστε να βελτιώνουν την ποιότητα ζωής μας.



Όλες αυτές οι συσκευές, έχουν δύο κοινά: το πρώτο πως μας βοηθούν να καλοπερνάμε και το δεύτερο πως όλες λειτουργούν με **ηλεκτρικό ρεύμα**.



Όλες αυτές οι συσκευές, έχουν δύο κοινά: το πρώτο πως μας βοηθούν να καλοπερνάμε και το δεύτερο πως όλες λειτουργούν με **ηλεκτρικό ρεύμα**.

Τι είναι όμως το ηλεκτρικό ρεύμα;

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

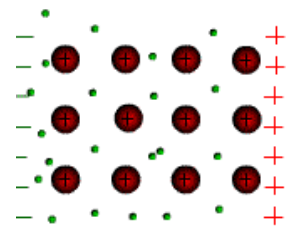
Προσανατολισμένη; Τι ακριβώς σημαίνει αυτό;

- Είναι πολύ σημαντικό να καταλάβουμε πως δεν αρκεί να έχουμε μια ομάδα φορτισμένων σωματιδίων (π.χ. ηλεκτρονίων) που κινούνται άσιστα, προς όλες τις κατευθύνσεις, για να μιλήσουμε για ηλεκτρικό ρεύμα. Θα πρέπει η κίνηση των ηλεκτρονίων να γίνεται προς μια **συγκεκριμένη κατεύθυνση**.

Το ηλεκτρικό ρεύμα δηλαδή μπορεί να «κυκλοφορήσει» παντού;

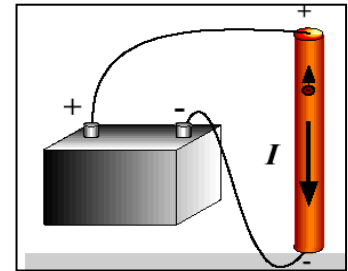
- Χμ... εσύ τι λες... μπορεί; Ο ηλεκτρολόγος λέει, πως ευτυχώς όχι! Κι έχει δίκιο. Μπορούμε να κατατάξουμε λοιπόν τα σώματα σε δύο κατηγορίες με βάση την ηλεκτρική τους αγωγιμότητα:

- Στους **αγωγούς**, στο εσωτερικό των οποίων μπορεί να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Για παράδειγμα, στο εσωτερικό των μεταλλικών αγωγών, υπάρχουν **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (ηλεκτρόνια δηλαδή που έχουν «δραπέτευση» απ' τις εξωτερικές στοιβάδες των ατόμων των μετάλλων), τα οποία μπορούν να κινηθούν προσανατολισμένα.
 - αγωγοί είναι τα μέταλλα (χαλκός, άργυρος, σίδηρος κ.λπ.), το μεταλλικό νερό (περιέχει ιόντα μετάλλων) κ.ά.
- Στους **μονωτές**, στο εσωτερικό των οποίων δεν μπορεί να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μονωτές δεν διαθέτουν ούτε ελεύθερα ηλεκτρόνια ούτε άλλους φορείς ηλεκτρικού ρεύματος.
 - μονωτές είναι τα πλαστικά υλικά, το απιονισμένο νερό.
- στους **ημιαγωγούς** που συμπεριφέρονται άλλοτε ως μονωτές και άλλοτε ως αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.



Όμως εγώ ξέρω ότι σε ένα μέταλλο τα ελεύθερα ηλεκτρόνια «αλητεύουν» προς όλες τις κατευθύνσεις. Κάποιος λοιπόν πρέπει να τα «βάλει στον σωστό δρόμο», έτσι δεν είναι; **Ποιος είναι λοιπόν αυτός που «αναγκάζει» τα ηλεκτρόνια που υπάρχουν μέσα στους αγωγούς να κινηθούν, ώστε να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα;**

- Πολύ σωστά! Τα «άτακτα» ηλεκτρόνια χρειάζονται... καθοδήγηση! Τον ρόλο αυτόν σε ένα κύκλωμα τον αναλαμβάνει η **ηλεκτρική πηγή**. Μια ηλεκτρική πηγή μπορεί να είναι μια μπαταρία, μια γεννήτρια... με λίγη καλή φαντασία και οργάνωση, ακόμη κι ένα λεμόνι! Κάθε ηλεκτρική πηγή έχει δύο πόλους, τον θετικό (+) και τον αρνητικό (-).



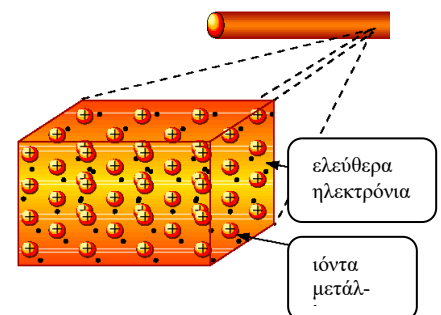
Αν λοιπόν στους πόλους μιας πηγής συνδέσουμε ένα μεταλλικό σύρμα, τότε στο εσωτερικό του σύρματος δημιουργείται **ηλεκτρικό πεδίο** το οποίο ασκεί **δύναμη** στα **ελεύθερα ηλεκτρόνια** του μετάλλου, και τα αναγκάζει να κατευθυνθούν προς τον θετικό πόλο της πηγής.

Επομένως ο **ρόλος** της **πηγής** είναι να δώσει στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του μετάλλου, την **ενέργεια** που είναι απαραίτητη ώστε να κινηθούν προσανατολισμένα.

Δηλαδή η ΔΕΗ και οι μπαταρίες δεν μας δίνουν ηλεκτρικά φορτία; Και τότε ποια είναι η προέλευση των ηλεκτρονίων που δημιουργούν το ηλεκτρικό ρεύμα;

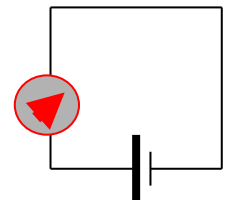
- Όχι, η ΔΕΗ δεν μας δίνει ηλεκτρικά φορτία. Εκείνο που κάνει είναι να δίνει στα ελεύθερα ηλεκτρόνια που υπάρχουν στα σύρματα της ηλεκτρικής εγκατάστασης του σπιτιού μας την **ενέργεια** για να κινηθούν.

- Τα σύρματα των καλωδίων είναι φτιαγμένα από μεταλλικό αγωγικό υλικό, συνήθως χαλκό. Όπως είπαμε όμως παραπάνω, μέσα στα μέταλλα, υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια. Άρα λοιπόν, η **προέλευση** των ηλεκτρονίων που δημιουργούν το ηλεκτρικό ρεύμα, είναι τα ίδια τα σύρματα των καλωδίων.



Ναι, αλλά μέχρι τώρα στη φυσική όλα τα φυσικά φαινόμενα τα περιγράψαμε χρησιμοποιώντας κατάλληλα φυσικά μεγέθη. **Ποιο φυσικό μέγεθος χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε πόσο ισχυρό είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό;**

- Εκείνο που μας ενδιαφέρει στην περιγραφή του ηλεκτρικού ρεύματος, είναι το **ποσό** του **φορτίου** που περνάει από ένα σημείο ενός αγωγού στη **μονάδα** του **χρόνου**. Για να το βρούμε αυτό κάνουμε μια απλή διαίρεση, προσδιορίζοντας έτσι ένα μέγεθος που ονομάζεται **ένταση** του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή ουσιαστικά μετράει το πόσο «ισχυρό» είναι το ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό.



Και πώς ορίζουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος;

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

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

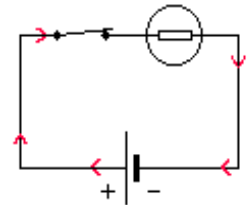
- ο Η **μονάδα μέτρησης της έντασης** του ρεύματος στο S.I. είναι το **1 Ampere**.

Με ποιο όργανο μετράμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό;

- Με το Αμπερόμετρο. Για να μπορέσουμε να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό, συνδέουμε το αμπερόμετρο **σε σειρά** με τον αγωγό.

Πώς σχεδιάζουμε το ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν αγωγό;

- Το ηλεκτρικό ρεύμα το σχεδιάζουμε με βελάκια, όπως αυτά που φαίνονται στο διπλανό σχήμα. Έχουμε συμφωνήσει ότι η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, είναι η φορά απ' τα μεγαλύτερα προς τα μικρότερα δυναμικά, δηλαδή από το (+) προς το (-).



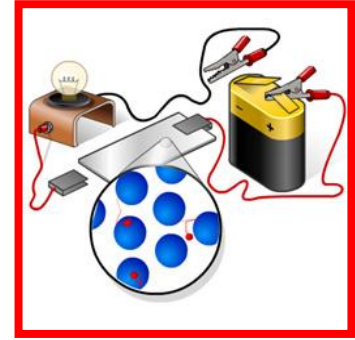
- ο Αυτό βέβαια είναι παράξενο, γιατί τα ηλεκτρόνια κινούνται **αντίθετα**, δηλαδή από το (-) προς το (+), αλλά έχει επικρατήσει για ιστορικούς λόγους.
- ο Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία είναι αντίθετη της πραγματικής κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων, ονομάζεται **συμβατική**.

Ωραία όλα αυτά, αλλά ακόμη δεν μιλήσαμε για κάτι σημαντικό. **Ποια είναι τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος;**

1. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει έναν αγωγό (π.χ. ένα μεταλλικό σύρμα) τον θερμαίνει. Όταν η θερμοκρασία που δημιουργείται είναι πολύ υψηλή, τότε το σύρμα θα φωτοβολεί. Αυτό συμβαίνει στους παλιούς λαμπτήρες πυράκτωσης τους οποίους θα περιγράψουμε στο επόμενο κεφάλαιο.
2. Όταν ένα σύρμα διαρρέεται από ρεύμα και το τοποθετήσουμε ανάμεσα στους πόλους ενός μαγνήτη, τότε δέχεται μία δύναμη που τείνει να το μετακινήσει.
3. Το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. Αν βάλουμε μία πυξίδα κοντά σε ένα σύρμα που διαρρέεται από ρεύμα, θα δούμε ότι εκτρέπεται. Αυτό συμβαίνει διότι όταν το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα, δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.
4. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται μέσα από χημικές ουσίες, προκαλεί χημικές μεταβολές. Όταν για παράδειγμα περνάει από έναν ηλεκτρολύτη, δηλαδή διάλυμα που περιέχει ιόντα, τότε πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση που ονομάζεται ηλεκτρόλυση.
 Αν σε ένα ποτήρι που περιέχει διάλυμα αλατιού βουτήξουμε δύο σύρματα και διαβιβάσουμε ηλεκτρικό ρεύμα, θα παρατηρήσουμε φυσαλίδες αερίων. Στη χημεία της Β' Γυμνασίου πραγματοποιήσαμε ηλεκτρόλυση του νερού.
5. Όταν ηλεκτρικό ρεύμα περνάει από το ανθρώπινο σώμα προκαλεί αλλοιώσεις στα κύτταρα του οργανισμού, που μπορούν να οδηγήσουν και σε θάνατο (ηλεκτροπληξία).
6. Το ηλεκτρικό ρεύμα όταν περνάει από κατάλληλες μηχανές (ηλεκτρικούς κινητήρες), τις θέτει σε κίνηση. Τέτοιους κινητήρες διαθέτουν πολλές συσκευές όπως οι ανεμιστήρες κ.λπ.
7. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα περνάει μέσα από αραιωμένα αέρια, τα αναγκάζει να εκπέμπουν φως (σωλήνες φωτεινών διαφημίσεων, λαμπτήρες φθορισμού κ.λπ.).

Τι είναι το ηλεκτρικό κύκλωμα:

- Ως ηλεκτρικό κύκλωμα χαρακτηρίζεται κάθε διάταξη η οποία αποτελείται από κλειστούς αγωγίμους «δρόμους», μέσα από τους οποίους μπορεί να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα;

**Μπορεί πάντα να περάσει ρεύμα μέσα από ένα ηλεκτρικό κύκλωμα:**

- Όχι, δεν μπορεί να περάσει πάντα ρεύμα μέσα από ένα κύκλωμα. Συγκεκριμένα, όταν ένα κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα, τότε αυτό είναι **κλειστό**, ενώ όταν δεν διαρρέεται από ρεύμα, τότε αυτό είναι **ανοικτό**.

Το ηλεκτρικό ρεύμα, έχει ενέργεια:

- Φυσικά και έχει. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από την πηγή η οποία μέσω του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί, ασκεί δύναμη στα ελεύθερα ηλεκτρόνια και τα μετακινεί προσφέροντας έτσι έργο.
 - επομένως: Η ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος προέρχεται από την πηγή η οποία θέτει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που υπάρχουν μέσα στα σύρματα ενός κυκλώματος αλλά και στις ηλεκτρικές συσκευές.
 - Σε κάθε ηλεκτρική πηγή, κάποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική.
 - Στις γεννήτριες μετατρέπεται κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική.
 - Στα φωτοστοιχεία μετατρέπεται ενέργεια ακτινοβολίας σε ηλεκτρική.
 - Στις μπαταρίες μετατρέπεται χημική ενέργεια σε ηλεκτρική.
 - Στα θερμοστοιχεία μετατρέπεται θερμική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Με ποιο φυσικό μέγεθος μπορούμε να χαρακτηρίσουμε μια ηλεκτρική πηγή:

- Αυτό που μπορούμε να κάνουμε, είναι να υπολογίσουμε πόση είναι η ενέργεια που μπορεί να προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή ανά μονάδα φορτίου. Ορίζουμε έτσι ένα φυσικό μέγεθος που ονομάζεται Διαφορά δυναμικού.
 - Ηλεκτρική **τάση** ή **διαφορά δυναμικού** ($V_{πηγής}$) μεταξύ των πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής ονομάζουμε το πηλίκο της ηλεκτρικής ενέργειας ($E_{ηλεκτρική}$) που προσφέρεται από την πηγή σε ηλεκτρόνια ηλεκτρικού φορτίου q , τα οποία περνούν από το εσωτερικό της, προς το φορτίο αυτό.

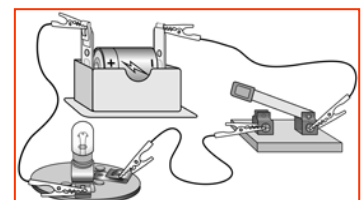


$$V_{πηγής} = \frac{E_{ηλεκτρική}}{q}$$

- Η **μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού** στο S.I. είναι το **1 Volt**.

Τι συμβαίνει με την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει μια πηγή σε ένα κύκλωμα:

- Όταν συνδέουμε μια ηλεκτρική συσκευή με μία ηλεκτρική πηγή, η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε άλλης μορφής ενέργεια. Π.χ. στους ηλεκτρικούς λαμπτήρες η ηλεκτρική ε-



νέργεια μετατρέπεται σε θερμική και φωτεινή, στο μίξερ η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική κ.λπ. Για τον λόγο αυτόν, οι **ηλεκτρικές συσκευές** ονομάζονται και **καταναλωτές**.

Άρα είναι σημαντικό να μετρήσουμε πόση ενέργεια μεταφέρεται σε έναν καταναλωτή από μία μπαταρία. **Με ποιον τρόπο μπορούμε να το κάνουμε αυτό:**

- Μπορούμε να ορίσουμε την διαφορά δυναμικού στα άκρα του καταναλωτή:
 - **Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού** (V) μεταξύ των άκρων μιας ηλεκτρικής πηγής (π.χ. μπαταρίας) ονομάζουμε το πηλίκο της ενέργειας (E) που μεταφέρεται από την πηγή σε ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου q , προς το φορτίο αυτό. Δηλαδή

$$V = \frac{E_{\text{ηλεκτρική}}}{q}$$

Με ποιο όργανο μπορούμε να μετρήσουμε την διαφορά δυναμικού στα άκρα μιας ηλεκτρικής συσκευής:

- Την διαφορά δυναμικού στα άκρα μιας ηλεκτρικής συσκευής την μετράμε με το **βολτόμετρο**, το οποίο συνδέουμε **παράλληλα** με την ηλεκτρική συσκευή.



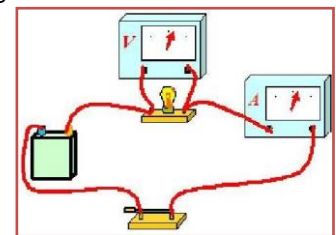
Τι είναι τα ηλεκτρικά δίπολα:

- Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές διαθέτουν δύο **άκρα** (πόλους) τα οποίους συνδέουμε στο κύκλωμα. Για τον λόγο αυτόν ονομάζονται **ηλεκτρικά δίπολα**.

Εφόσον γνωρίζουμε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δεν περνάει το ίδιο εύκολα από όλους τους αγωγούς και γενικά τα ηλεκτρικά δίπολα, πώς μπορούμε να εκτιμήσουμε την «δυσκολία» που αντιμετωπίζει το ρεύμα όταν διέρχεται από ένα δίπολο:

- Για τον σκοπό αυτό, ορίζουμε ένα φυσικό μέγεθος που ονομάζεται **αντίσταση** και συμβολίζεται με το γράμμα R . Η αντίσταση μας βοηθά να εκτιμήσουμε την «συμβολή» του ηλεκτρικού διπόλου στη διαμόρφωση της τιμής του ρεύματος.
 - Ονομάζουμε **ηλεκτρική αντίσταση** ενός ηλεκτρικού διπόλου το **πηλίκο** της **ηλεκτρικής τάσης** (V) που εφαρμόζεται στα άκρα του προς την **ένταση** (I) του **ηλεκτρικού ρεύματος** που το διαρρέει.

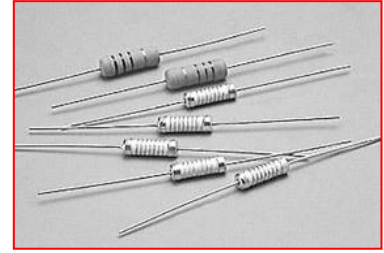
$$R = \frac{V}{I}$$



- Η **μονάδα μέτρησης της αντίστασης** στο S.I. είναι το **1 Ωμ (1 Ohm)**.
- Για να Υπολογίσουμε την αντίσταση ενός διπόλου, μετράμε **ταυτόχρονα** την διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του (V) και την ένταση του ρεύματος (I) που το διαρρέει.
- Η αντίσταση ενός αγωγού είναι ουσιαστικά **το μέτρο της δυσκολίας** που προβάλλει αυτός στην **διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος** από το εσωτερικό του. Για σταθερή τάση (V), όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση ενός αγωγού, τόσο μικρότερη είναι η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από αυτό και αντίστροφα.

Τα δίπολα έχουν γενικά σταθερή αντίσταση:

- ❑ Όχι πάντα. Γενικά η αντίσταση ενός δίπολου αλλάζει όταν μεταβάλλεται η εφαρμοζόμενη τάση.
- ❑ Βέβαια, υπάρχουν κάποια δίπολα, όπως για παράδειγμα οι μεταλλικοί αγωγοί, τα οποία είναι περισσότερο «συνεπής» και η αντίστασή τους είναι σταθερή. Τα δίπλα αυτά ονομάζονται **αντιστάτες** και για αυτά ισχύει ο **νόμος του Ohm**.

**Τι ακριβώς λέει ο νόμος του Ohm:**

- ❑ Η **ένταση (I)** του ρεύματος που διαρρέει έναν μεταλλικό αγωγό σταθερής θερμοκρασίας είναι **ανάλογη** της **διαφοράς δυναμικού (V)** που εφαρμόζεται στα άκρα του. Και στη γλώσσα των μαθηματικών

$$I = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot V \text{ ή } V = I \cdot R$$

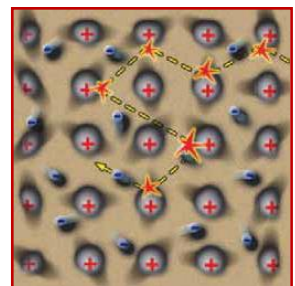
- !!! Ο νόμος του Ohm ισχύει **μόνο** για τους **αντιστάτες**, δηλαδή τα ηλεκτρικά δίπολα που έχουν **σταθερή αντίσταση R**.

Μάλιστα... επιτέλους και κάτι χρήσιμο! **Χρησιμοποιώντας λοιπόν τον νόμο του Ohm, μπορούμε να εκτιμήσουμε πώς θα μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που θα διαρρέει έναν αντιστάτη, όταν μεταβάλλεται η τάση του;**

- ❑ Φυσικά! Εφόσον σε κάθε αντιστάτη η **αντίσταση** είναι **σταθερή**, μπορούμε, με δεδομένη την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του, να υπολογίσουμε την τιμή της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει. Γενικά όσο αυξάνεται η τιμή της τάσης τόσο αυξάνεται η τιμή της έντασης.
 - Το ότι η τάση αυξάνεται, σημαίνει ότι το ηλεκτρικό πεδίο γίνεται πιο ισχυρό, άρα αυξάνεται η ενέργεια των ηλεκτρονίων και η ταχύτητά τους. Έτσι, στη μονάδα του χρόνου περνούν περισσότερα ηλεκτρόνια από μια διατομή του αγωγού, δηλαδή η ένταση του ρεύματος θα είναι μεγαλύτερη.

Πού οφείλεται η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού:

- ❑ Καθώς τα ηλεκτρόνια προσπαθούν να «περάσουν» από το πλέγμα του μετάλλου, βρίσκουν στο δρόμο τους τα εμπόδια που ονομάζονται «θετικά ιόντα». Στις συγκρούσεις των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα, οφείλεται και η αντίσταση του μεταλλικού αγωγού.

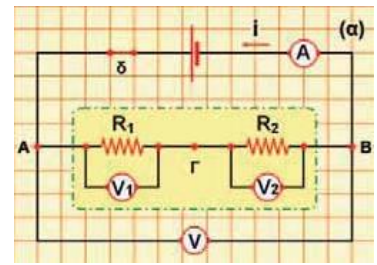


Όταν σε ένα κύκλωμα έχουμε περισσότερους από έναν αντιστάτες, μπορούμε να υπολογίσουμε την συνολική τους αντίσταση:

- ❑ Ναι, μπορούμε να το κάνουμε αυτό, αρκεί να γνωρίζουμε την **συνδεσμολογία των αντιστατών**, δηλαδή με ποιον τρόπο είναι συνδεδεμένοι στο κύκλωμα. Έχουμε δύο τρόπους σύνδεσης αντιστατών.
 - Σύνδεση **σε σειρά** και **παράλληλη** σύνδεση.
- ❑ Την συνολική αντίσταση δύο ή περισσότερων αντιστατών, ονομάζουμε σωστότερα **ισοδύναμη αντίσταση R_{ολ}**.

Πότε λέμε ότι δύο ή περισσότεροι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι σε σειρά:

- ❖ Δύο ή περισσότεροι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι **σε σειρά** όταν διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα. Συνεπώς:
 - $I = I_1 = I_2$
- ❖ Η **τάση** στα άκρα της συνδεσμολογίας (V) είναι ίση με το **άθροισμα των τάσεων** στα άκρα κάθε αντιστάτη. Δηλαδή:
 - $V = V_1 + V_2$
- ❖ Η **ισοδύναμη αντίσταση** της συνδεσμολογίας είναι ίση με το **άθροισμα των αντιστάσεων**.
 - $R_{ισοδ} = R_1 + R_2$



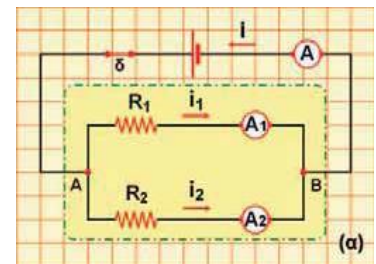
Τι θα συμβεί αν έχουμε μια συνδεσμολογία δύο λαμπτήρων σε σειρά και καεί ένας από αυτούς:

- ❖ Αν καεί κάποιος από τους λαμπτήρες, τότε δεν θα μπορεί να περάσει το ηλεκτρικό ρεύμα από αυτόν, το κύκλωμα θα «ανοίξει» και θα σβήσει και ο δεύτερος λαμπτήρας.



Πότε λέμε ότι δύο ή περισσότεροι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι παράλληλα:

- ❖ Δύο ή περισσότεροι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι **παράλληλα** όταν στα άκρα τους εφαρμόζεται η ίδια τάση. Συνεπώς:
 - $V = V_1 = V_2$
- ❖ Η **ένταση** του ρεύματος (I) που εισέρχεται στην συνδεσμολογία είναι ίση με το **άθροισμα των εντάσεων** που διαρρέουν κάθε αντιστάτη. Δηλαδή:
 - $I = I_1 + I_2$
- ❖ Η **ισοδύναμη αντίσταση** της συνδεσμολογίας είναι δίνεται από την σχέση
 - $\frac{1}{R_{ισοδ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$



ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ



Στο σπίτι μας οι ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται παράλληλα. Αν λοιπόν «καεί» μία από αυτές, τότε θα πάνε να λειτουργούν και οι υπόλοιπες:

- ❖ Όχι, δε θα συμβεί κάτι τέτοιο. Στην παράλληλη σύνδεση συσκευών, ακόμη κι αν κάποια από αυτές πάψει να λειτουργεί, το ρεύμα θα συνεχίσει να διέρχεται από τις υπόλοιπες και γι' αυτό θα συνεχίσουν να λειτουργούν κανονικά.