



2023

1. Τι είναι ο Ηλεκτρισμός

2. R2: SCRAPY Guide

Αριθμός έργου: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 **Co-funded by
the European Union**

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ECAM EPMI
30/04/2023

Πίνακας περιεχομένων

1 Εισαγωγή	2
2 Ηλεκτρισμός	2
3. Πηγαίνοντας σε ατομικό επίπεδο	2
3.1 Δομικοί λίθοι των ατόμων	3
4. Flowing Charges	4
5 Ηλεκτροστατική Δύναμη	5
6. Ροή Φορτώσεων	5
7. Αγωγιμότητα	6
8 Στατικός ή Τρέχων Ηλεκτρισμός	7
8.1 Στατικός ηλεκτρισμός	7
8.2 Τρέχουσα ηλεκτρική ενέργεια	8
9 Κυκλώματα	8
10 Ηλεκτρικά Πεδία	9
11 Ηλεκτρικό Δυναμικό (Ενέργεια)	11
12 Ηλεκτρισμός σε Δράση!	13
13 Συμπέρασμα	15
14 Αναφορές	15

1 Εισαγωγή

Ο ηλεκτρισμός είναι παντού γύρω μας -- τροφοδοτώντας την τεχνολογία όπως τα κινητά μας τηλέφωνα, οι υπολογιστές, τα φώτα, τα κολλητήρια και τα κλιματιστικά μας. Είναι δύσκολο να το αποφύγουμε στον σύγχρονο κόσμο μας. Ακόμη και όταν προσπαθείτε να ξεφύγετε από τον ηλεκτρισμό, εξακολουθεί να λειτουργεί σε όλη τη φύση, από τον κεραυνό σε μια καταιγίδα μέχρι τις συνάψεις μέσα στο σώμα μας. Τι είναι όμως ακριβώς ο ηλεκτρισμός; Αυτή είναι μια πολύ περίπλοκη ερώτηση, και καθώς σκάβετε βαθύτερα και κάνετε περισσότερες ερωτήσεις, δεν υπάρχει οριστική απάντηση, μόνο αφηρημένες αναπαραστάσεις του πώς αλληλοεπιδρά ο ηλεκτρισμός με το περιβάλλον μας.

2 Ηλεκτρισμός

Ο ηλεκτρισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο που εμφανίζεται σε όλη τη φύση και παίρνει πολλές διαφορετικές μορφές. Σε αυτό το μάθημα, θα επικεντρωθούμε στην τρέχουσα ηλεκτρική ενέργεια: το υλικό που τροφοδοτεί τα ηλεκτρονικά μας gadget. Στόχος μας είναι να κατανοήσουμε πώς ρέει ηλεκτρική ενέργεια από μια πηγή ρεύματος μέσω καλωδίων, ανάβοντας LED, περιστρεφόμενους κινητήρες και τροφοδοτώντας τις συσκευές επικοινωνίας μας.

Ο ηλεκτρισμός ορίζεται εν συντομία ως η ροή ηλεκτρικού φορτίου, αλλά υπάρχουν τόσα πολλά πίσω από αυτή την απλή δήλωση. Από πού προέρχονται οι χρεώσεις; Πώς τα μετακινούμε; Πού μετακομίζουν; Πώς ένα ηλεκτρικό φορτίο προκαλεί μηχανική κίνηση ή κάνει τα πράγματα να φωτίζονται; Τόσες πολλές ερωτήσεις! Για να εξηγήσουμε τι είναι ο ηλεκτρισμός, πρέπει να μεγεθύνουμε, πέρα από την ύλη και τα μόρια, στα άτομα που αποτελούν όλα όσα αλληλοεπιδρούμε στη ζωή.

3. Πηγαίνοντας σε ατομικό επίπεδο

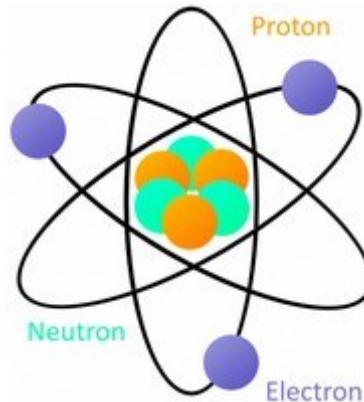
Για να κατανοήσουμε τα θεμελιώδη στοιχεία του ηλεκτρισμού, πρέπει να εστιάσουμε στα άτομα, ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία της ζωής και της ύλης. Τα άτομα υπάρχουν σε περισσότερες από εκατό διαφορετικές μορφές ως χημικά στοιχεία όπως το υδρογόνο, ο άνθρακας, το οξυγόνο και ο χαλκός. Άτομα πολλών τύπων μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργήσουν μόρια, τα οποία δημιουργούν την ύλη που μπορούμε φυσικά να δούμε και να αγγίξουμε.

Τα άτομα είναι μικροσκοπικά, εκτείνονται σε μέγιστο μήκος περίπου 300 πικομέτρων (δηλαδή 3×10^{-10} ή 0,0000000003 μέτρα). Μια χάλκινη δεκάρα (αν ήταν κατασκευασμένη από 100% χαλκό) θα είχε $3,2 \times 10^{22}$ άτομα (32.000.000.000.000.000.000.000 άτομα) χαλκού μέσα της.

Ακόμη και το άτομο δεν είναι αρκετά μικρό για να εξηγήσει τη λειτουργία του ηλεκτρισμού. Πρέπει να βουτήξουμε ακόμη ένα επίπεδο και να δούμε τα δομικά στοιχεία των ατόμων: πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια.

3.1 Δομικοί λίθοι των ατόμων

Ένα άτομο αποτελείται από ένα συνδυασμό τριών διακριτών σωματιδίων: ηλεκτρονίων, πρωτονίων και νετρονίων. Κάθε άτομο έχει έναν κεντρικό πυρήνα, όπου τα πρωτόνια και τα νετρόνια είναι πυκνά συσκευασμένα μεταξύ τους. Γύρω από τον πυρήνα υπάρχει μια ομάδα ηλεκτρονίων σε τροχιά.

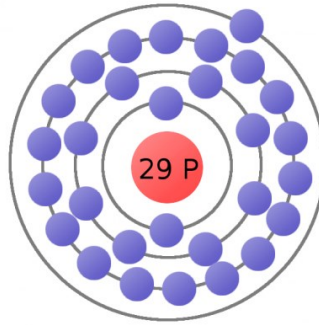


Ένα πολύ απλό μοντέλο ατόμου. Δεν είναι σε κλίμακα, αλλά είναι χρήσιμο για την κατανόηση του τρόπου κατασκευής ενός ατόμου. Ένας πυρήνας πυρήνα πρωτονίων και νετρονίων περιβάλλεται από ηλεκτρόνια σε τροχιά.

Κάθε άτομο πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα πρωτόνιο σε αυτό. Ο αριθμός των πρωτονίων σε ένα άτομο είναι σημαντικός γιατί ορίζει ποιο χημικό στοιχείο αντιπροσωπεύει το άτομο. Για παράδειγμα, ένα άτομο με ένα μόνο πρωτόνιο είναι υδρογόνο, ένα άτομο με 29 πρωτόνια είναι ο χαλκός και ένα άτομο με 94 πρωτόνια είναι το πλουτώνιο. Αυτός ο αριθμός πρωτονίων ονομάζεται ατομικός αριθμός του ατόμου.

Ο συνεργάτης του πυρήνα του πρωτονίου, τα νετρόνια, εξυπηρετούν έναν σημαντικό σκοπό, διατηρούν τα πρωτόνια στον πυρήνα και καθορίζουν το ισότοπο ενός ατόμου. Δεν είναι κρίσιμα για την κατανόησή μας για την ηλεκτρική ενέργεια, οπότε ας μην ανησυχούμε γι' αυτά για αυτό το μάθημα.

Τα ηλεκτρόνια είναι κρίσιμα για τη λειτουργία του ηλεκτρισμού (παρατηρήστε ένα κοινό θέμα στα ονόματά τους;) Στην πιο σταθερή, ισορροπημένη κατάστασή του, ένα άτομο θα έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με τα πρωτόνια. Όπως και στο μοντέλο ατόμου Bohr παρακάτω, ένας πυρήνας με 29 πρωτόνια (που τον κάνει άτομο χαλκού) περιβάλλεται από ίσο αριθμό ηλεκτρονίων.



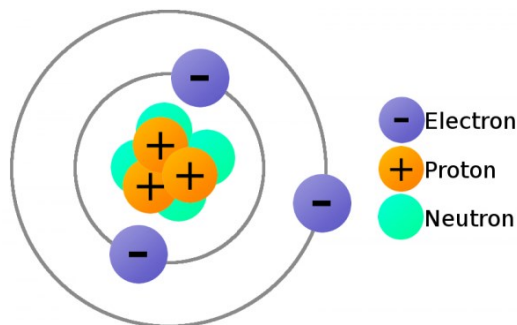
Καθώς η κατανόησή μας για τα άτομα έχει εξελιχθεί, έτσι και η μέθοδος μας για τη μοντελοποίησή τους έχει εξελιχθεί. Το μοντέλο Bohr είναι ένα πολύ χρήσιμο μοντέλο ατόμων καθώς εξερευνούμε τον ηλεκτρισμό.

Τα ηλεκτρόνια του ατόμου δεν είναι όλα για πάντα συνδεδεμένα με το άτομο. Τα ηλεκτρόνια στην εξωτερική τροχιά του ατόμου ονομάζονται ηλεκτρόνια σθένους. Με αρκετή εξωτερική δύναμη, ένα ηλεκτρόνιο σθένους μπορεί να ξεφύγει από την τροχιά του ατόμου και να γίνει ελεύθερο. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια μάς επιτρέπουν να μετακινούμε φορτίο, κάτι που σημαίνει ηλεκτρισμός. Μιλώντας για **φορτίο**...

4. Flowing Charges

Όπως αναφέραμε στην αρχή αυτής της ενότητας, ο ηλεκτρισμός ορίζεται ως η ροή ηλεκτρικού φορτίου. Ένα φορτίο είναι μια ιδιότητα της ύλης - ακριβώς όπως η μάζα, ο όγκος ή η πυκνότητα. Είναι μετρήσιμο. Ακριβώς όπως μπορείτε να ποσοτικοποιήσετε πόση μάζα έχει κάτι, μπορείτε να μετρήσετε πόση φόρτιση έχει. Η βασική ιδέα με το φορτίο είναι ότι μπορεί να έρθει σε δύο τύπους: θετικό (+) ή αρνητικό (-).

Για να μετακινήσουμε το φορτίο χρειαζόμαστε φορείς φορτίου και εκεί είναι χρήσιμη η γνώση μας για τα ατομικά σωματίδια--ειδικά τα ηλεκτρόνια και τα πρωτόνια--. Τα ηλεκτρόνια φέρουν πάντα αρνητικό φορτίο, ενώ τα πρωτόνια είναι πάντα θετικά φορτισμένα. Τα νετρόνια (με το όνομά τους) είναι ουδέτερα, δεν έχουν φορτίο. Και τα ηλεκτρόνια και τα πρωτόνια φέρουν την ίδια ποσότητα φορτίου, απλώς διαφορετικό τύπο.

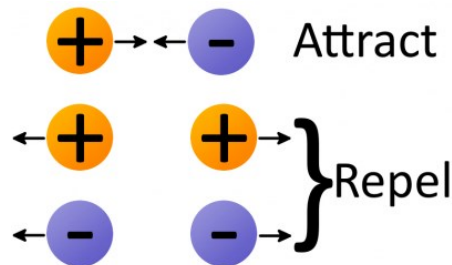


Ένα μοντέλο ατόμου λιθίου (3 πρωτόνια) με τα φορτία επισημασμένα.

Το φορτίο των ηλεκτρονίων και των πρωτονίων είναι σημαντικό γιατί μας παρέχει τα μέσα για να ασκήσουμε δύναμη σε αυτά. Ηλεκτροστατική δύναμη!

5 Ηλεκτροστατική Δύναμη

Η ηλεκτροστατική δύναμη (ονομάζεται επίσης νόμος του Κουλόμπ) είναι μια δύναμη που λειτουργεί μεταξύ φορτίων. Αναφέρει ότι τα φορτία του ίδιου τύπου απωθούνται μεταξύ τους, ενώ τα αντίθετα φορτία έλκονται μαζί. Τα αντίθετα έλκονται και τους αρέσει να απωθούν.



Ηλεκτροστατική Δύναμη Προσέλκυση & Απώθηση

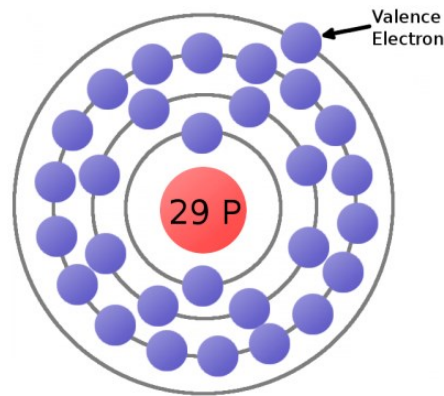
Το μέγεθος της δύναμης που ασκείται σε δύο φορτία εξαρτάται από το πόσο μακριά βρίσκονται το ένα από το άλλο. Όσο πλησιάζουν δύο φορτίσεις, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η δύναμη (είτε ωθώντας μαζί είτε απομακρύνοντας).

Χάρη στην ηλεκτροστατική δύναμη, τα ηλεκτρόνια θα απωθήσουν άλλα ηλεκτρόνια και θα έλκονται από τα πρωτόνια. Αυτή η δύναμη είναι μέρος της «κόλλας» που συγκρατεί τα άτομα ενωμένα, αλλά είναι και το εργαλείο που χρειαζόμαστε για να ρέουν τα ηλεκτρόνια (και τα φορτία)!

6. Ροή Φορτώσεων

Τώρα έχουμε όλα τα εργαλεία για να κάνουμε τη ροή των χρεώσεων. Τα ηλεκτρόνια στα άτομα μπορούν να λειτουργήσουν ως φορείς φορτίου επειδή κάθε ηλεκτρόνιο φέρει αρνητικό φορτίο. Εάν μπορούμε να ελευθερώσουμε ένα ηλεκτρόνιο από ένα άτομο και να το αναγκάσουμε να κινηθεί, μπορούμε να δημιουργήσουμε ηλεκτρισμό.

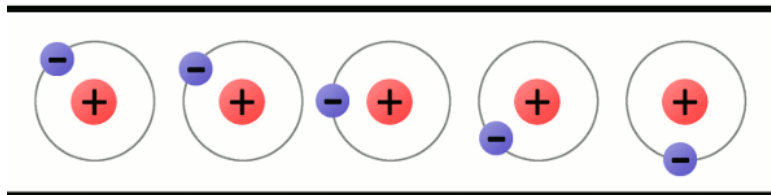
Εξετάστε το ατομικό μοντέλο ενός ατόμου χαλκού, μια από τις προτιμώμενες στοιχειώδεις πηγές για τη ροή φορτίου. Στην ισορροπημένη του κατάσταση, ο χαλκός έχει 29 πρωτόνια στον πυρήνα του και ίσο αριθμό ηλεκτρονίων σε τροχιά γύρω του. Τα ηλεκτρόνια περιφέρονται σε διάφορες αποστάσεις από τον πυρήνα του ατόμου. Τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται πιο κοντά στον πυρήνα αισθάνονται μια πολύ ισχυρότερη έλξη προς το κέντρο από εκείνα που βρίσκονται σε μακρινές τροχιές. Τα εξωτερικά ηλεκτρόνια ενός ατόμου ονομάζονται ηλεκτρόνια σθένους, αυτά απαιτούν τη μικρότερη ποσότητα δύναμης για να απελευθερωθούν από ένα άτομο.



Αυτό είναι ένα διάγραμμα ατόμου χαλκού: 29 πρωτόνια στον πυρήνα, που περιβάλλονται από ζώνες ηλεκτρονίων που κυκλώνουν. Τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται πιο κοντά στον πυρήνα είναι δύσκολο να αφαιρεθούν ενώ το ηλεκτρόνιο σθένους (εξωτερικός δακτύλιος) απαιτεί λίγη ενέργεια για να εκτιναχθεί από το άτομο.

Χρησιμοποιώντας αρκετή ηλεκτροστατική δύναμη στο ηλεκτρόνιο σθένους - είτε πιέζοντάς το με άλλο αρνητικό φορτίο είτε ελκύοντάς το με θετικό φορτίο - μπορούμε να εκτινάξουμε το ηλεκτρόνιο από την τροχιά γύρω από το άτομο δημιουργώντας ένα **ελεύθερο ηλεκτρόνιο**.

Τώρα σκεφτείτε ένα σύρμα χαλκού: ύλη γεμάτη με αμέτρητα άτομα χαλκού. Καθώς το ελεύθερο ηλεκτρόνιο μας επιπλέει σε ένα χώρο μεταξύ των ατόμων, έλκεται και ωθείται από τα περιβάλλοντα φορτία σε αυτόν τον χώρο. Σε αυτό το χάος το ελεύθερο ηλεκτρόνιο βρίσκει τελικά ένα νέο άτομο για να κολλήσει. Με αυτόν τον τρόπο, το αρνητικό φορτίο αυτού του ηλεκτρονίου εκτοξεύει ένα άλλο ηλεκτρόνιο σθένους από το άτομο. Τώρα ένα νέο ηλεκτρόνιο παρασύρεται στον ελεύθερο χώρο και θέλει να κάνει το ίδιο πράγμα. Αυτό το αλυσιδωτό αποτέλεσμα μπορεί να συνεχιστεί συνεχώς για να δημιουργήσει μια ροή ηλεκτρονίων που ονομάζεται **ηλεκτρικό ρεύμα**.



Ένα πολύ απλοποιημένο μοντέλο φορτίων που ρέουν μέσα από άτομα για να δημιουργήσουν ρεύμα.

7. Αγωγιμότητα

Μερικοί στοιχειώδεις τύποι ατόμων είναι καλύτεροι από άλλους στην απελευθέρωση των ηλεκτρονίων τους. Για να έχουμε την καλύτερη δυνατή ροή ηλεκτρονίων, θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε άτομα που δεν συγκρατούνται πολύ σφιχτά στα ηλεκτρόνια σθένους τους. Η αγωγιμότητα ενός στοιχείου μετρά πόσο στενά δεσμευμένο είναι ένα ηλεκτρόνιο με ένα άτομο.

Τα στοιχεία με υψηλή αγωγιμότητα, τα οποία έχουν πολύ κινητά ηλεκτρόνια, ονομάζονται αγωγοί. Αυτοί είναι οι τύποι υλικών που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για να φτιάξουμε σύρματα και άλλα εξαρτήματα που βοηθούν στη ροή ηλεκτρονίων. Μέταλλα όπως ο χαλκός, το ασήμι και ο χρυσός είναι συνήθως οι κορυφαίες επιλογές μας για καλούς αγωγούς.

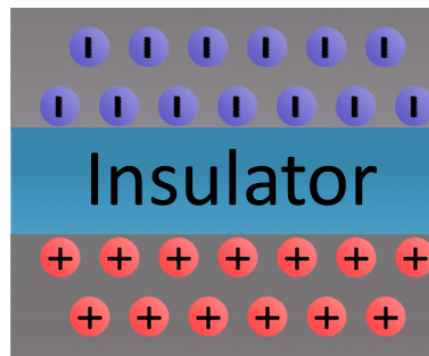
Τα στοιχεία με χαμηλή αγωγιμότητα ονομάζονται **μονωτές**. Οι μονωτές εξυπηρετούν έναν πολύ σημαντικό σκοπό: εμποδίζουν τη ροή ηλεκτρονίων. Οι δημοφιλείς μονωτές περιλαμβάνουν γυαλί, καουτσούκ, πλαστικό και αέρα.

8 Στατικός ή Τρέχων Ηλεκτρισμός

Πριν προχωρήσουμε πολύ περισσότερο, ας συζητήσουμε τις δύο μορφές που μπορεί να πάρει ο ηλεκτρισμός: στατικό ή ρεύμα. Στην εργασία με ηλεκτρονικά, ο ηλεκτρισμός ρεύματος θα είναι πολύ πιο συνηθισμένος, αλλά είναι επίσης σημαντικό να κατανοηθεί ο στατικός ηλεκτρισμός.

8.1 Στατικός ηλεκτρισμός

Ο στατικός ηλεκτρισμός υπάρχει όταν υπάρχει συσσώρευση αντίθετων φορτίων σε αντικείμενα που χωρίζονται από έναν μονωτή. Ο στατικός (όπως στο "σε ηρεμία") ηλεκτρισμός υπάρχει μέχρις ότου οι δύο ομάδες αντίθετων φορτίων μπορούν να βρουν μια διαδρομή μεταξύ τους για να εξισορροπήσουν το σύστημα.



Τα αντίθετα φορτία χωρίζονται με μονωτή.

Όταν τα φορτία βρουν ένα μέσο εξισορρόπησης, εμφανίζεται μια στατική εκφόρτιση. Η έλξη των φορτίων γίνεται τόσο μεγάλη που μπορούν να ρέουν ακόμη και από τους καλύτερους μονωτές (αέρας, γυαλί, πλαστικό, καουτσούκ κ.λπ.). Οι στατικές εκκενώσεις μπορεί να είναι επιβλαβείς ανάλογα με το μέσο που διανύουν τα φορτία και σε ποιες επιφάνειες μεταφέρονται τα φορτία. Τα φορτία που εξισορροπούνται μέσω ενός διακένου αέρα μπορεί να οδηγήσουν σε ορατό σοκ καθώς τα ηλεκτρόνια που ταξιδεύουν συγκρούονται με ηλεκτρόνια στον αέρα, τα οποία διεγείρονται και απελευθερώνουν ενέργεια με τη μορφή φωτός.

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα στατικής εκφόρτωσης είναι ο κεραυνός. Όταν ένα σύστημα νέφους συγκεντρώσει αρκετό φορτίο σε σχέση είτε με μια άλλη ομάδα νεφών είτε με το έδαφος της γης, τα φορτία θα προσπαθήσουν να εξισωθούν. Καθώς το σύννεφο

αποφορτίζεται, τεράστιες ποσότητες θετικών (ή μερικές φορές αρνητικών) φορτίων διατρέχουν τον αέρα από το έδαφος στο σύννεφο προκαλώντας το ορατό αποτέλεσμα που όλοι γνωρίζουμε.

Ο στατικός ηλεκτρισμός υπάρχει επίσης οικεία όταν τρίβουμε μπαλόνια στο κεφάλι μας για να σηκωθούν τα μαλλιά μας ή όταν ανακατεύουμε στο πάτωμα με τις παντόφλες και σοκάρουμε τη γάτα μας (κατά λάθος, φυσικά). Σε κάθε περίπτωση, η τριβή από το τρίψιμο διαφορετικών τύπων υλικών μεταφέρει ηλεκτρόνια. Το αντικείμενο που χάνει ηλεκτρόνια φορτίζεται θετικά, ενώ το αντικείμενο που αποκτά ηλεκτρόνια φορτίζεται αρνητικά. Τα δύο αντικείμενα έλκονται μεταξύ τους μέχρι να βρουν έναν τρόπο να εξισωθούν.

Δουλεύοντας με ηλεκτρονικά, δεν έχουμε να αντιμετωπίσουμε τον στατικό ηλεκτρισμό. Όταν το κάνουμε, συνήθως προσπαθούμε να προστατεύσουμε τα ευαίσθητα ηλεκτρονικά εξαρτήματά μας από το να υποστούν στατική εκφόρτιση. Τα προληπτικά μέτρα κατά του στατικού ηλεκτρισμού περιλαμβάνουν τη χρήση ιμάντων καρπού ESD (ηλεκτροστατική εκκένωση) ή την προσθήκη ειδικών εξαρτημάτων σε κυκλώματα για προστασία από πολύ υψηλές αιχμές φόρτισης.

8.2 Τρέχουσα ηλεκτρική ενέργεια

Η τρέχουσα ηλεκτρική ενέργεια είναι η μορφή ηλεκτρικής ενέργειας που καθιστά δυνατά όλα τα ηλεκτρονικά μας gizmos. Αυτή η μορφή ηλεκτρισμού υπάρχει όταν τα φορτία μπορούν να ρέουν συνεχώς. Σε αντίθεση με τον στατικό ηλεκτρισμό όπου τα φορτία συγκεντρώνονται και παραμένουν σε ηρεμία, ο ηλεκτρισμός ρεύματος είναι δυναμικός, τα φορτία είναι πάντα σε κίνηση. Θα επικεντρωθούμε σε αυτή τη μορφή ηλεκτρισμού σε όλο το υπόλοιπο μάθημα.

9 Κυκλώματα

Για να ρέει, ο ηλεκτρισμός του ρεύματος απαιτεί ένα κύκλωμα: έναν κλειστό, ατελείωτο βρόχο αγωγίμου υλικού. Ένα κύκλωμα θα μπορούσε να είναι τόσο απλό όσο ένα αγωγίμο καλώδιο συνδεδεμένο από άκρο σε άκρο, αλλά τα χρήσιμα κυκλώματα συνήθως περιέχουν ένα μείγμα καλωδίων και άλλων εξαρτημάτων που ελέγχουν τη ροή του ηλεκτρισμού. Ο μόνος κανόνας όταν πρόκειται για την κατασκευή κυκλωμάτων είναι ότι δεν μπορούν να έχουν μονωτικά κενά σε αυτά.

Εάν έχετε ένα σύρμα γεμάτο με άτομα χαλκού και θέλετε να προκαλέσετε μια ροή ηλεκτρονίων μέσω αυτού, όλα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια χρειάζονται κάπου να ρέουν προς την ίδια γενική κατεύθυνση. Ο χαλκός είναι ένας εξαιρετικός αγωγός, ιδανικός για τη ροή φορτίων. Εάν σπάσει ένα κύκλωμα χάλκινου σύρματος, τα φορτία δεν μπορούν να ρέουν μέσω του αέρα, γεγονός που θα εμποδίσει επίσης οποιαδήποτε από τα φορτία προς τη μέση να πάει οπουδήποτε.

Από την άλλη πλευρά, εάν το σύρμα ήταν συνδεδεμένο από άκρο σε άκρο, τα ηλεκτρόνια έχουν όλα ένα γειτονικό άτομο και μπορούν όλα να ρέουν προς την ίδια γενική κατεύθυνση.

Τώρα καταλαβαίνουμε πώς μπορούν να ρέουν τα ηλεκτρόνια, αλλά πώς τα κάνουμε να ρέουν αρχικά; Στη συνέχεια, όταν τα ηλεκτρόνια ρέουν, πώς παράγουν την ενέργεια που απαιτείται για να φωτίσουν τους λαμπτήρες ή τους κινητήρες περιστροφής; Για αυτό, πρέπει να κατανοήσουμε τα ηλεκτρικά πεδία.

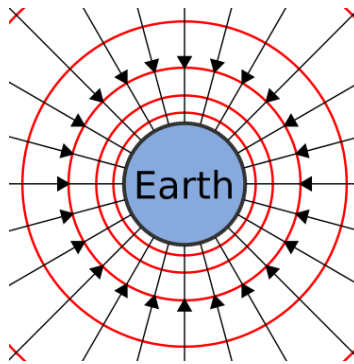
10 Ηλεκτρικά Πεδία

Έχουμε μια λαβή για το πώς τα ηλεκτρόνια ρέουν μέσα από την ύλη για να δημιουργήσουν ηλεκτρισμό. Αυτό είναι το μόνο που υπάρχει στον ηλεκτρισμό. Τώρα χρειαζόμαστε μια πηγή για να προκαλέσει τη ροή των ηλεκτρονίων. Τις περισσότερες φορές αυτή η πηγή ροής ηλεκτρονίων θα προέρχεται από ένα ηλεκτρικό πεδίο.

Τι είναι ένα Πεδίο;

Ένα πεδίο είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιούμε για να μοντελοποιήσουμε φυσικές αλληλεπιδράσεις που δεν περιλαμβάνουν καμία παρατηρήσιμη επαφή. Τα πεδία δεν είναι ορατά καθώς δεν έχουν φυσική εμφάνιση, αλλά το αποτέλεσμα που έχουν είναι πολύ πραγματικό.

Όλοι γνωρίζουμε υποσυνείδητα ένα συγκεκριμένο πεδίο: το βαρυτικό πεδίο της Γης, η επίδραση ενός τεράστιου σώματος που έλκει άλλα σώματα. Το βαρυτικό πεδίο της Γης μπορεί να μοντελοποιηθεί με ένα σύνολο διανυσμάτων που όλα δείχνουν προς το κέντρο του πλανήτη ανεξάρτητα από το πού βρίσκεστε στην επιφάνεια, θα νιώσετε τη δύναμη να σας σπρώχνει προς το μέρος της.



Το βαρυτικό πεδίο της Γης

Η ένταση των πεδίων δεν είναι ομοιόμορφη σε όλα τα σημεία του πεδίου. Όσο πιο μακριά βρίσκεστε από την πηγή του πεδίου, τόσο λιγότερο αποτέλεσμα έχει το πεδίο. Το μέγεθος του βαρυτικού πεδίου της Γης μειώνεται όσο απομακρύνεστε περισσότερο από το κέντρο του πλανήτη.

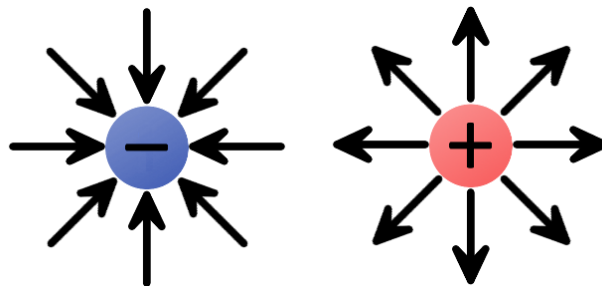
Καθώς προχωράμε στην εξερεύνηση των ηλεκτρικών πεδίων, θυμηθείτε πώς λειτουργεί το βαρυτικό πεδίο της Γης, και τα δύο πεδία μοιράζονται πολλές ομοιότητες. Τα βαρυτικά πεδία ασκούν δύναμη σε αντικείμενα μάζας και τα ηλεκτρικά πεδία ασκούν δύναμη σε αντικείμενα φορτίου.

Τι είναι τα Ηλεκτρικά Πεδία;

Τα ηλεκτρικά πεδία (e-fields) είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση του πώς αρχίζει και συνεχίζει να ρέει η ηλεκτρική ενέργεια. Τα ηλεκτρικά πεδία περιγράφουν τη δύναμη έλξης ή ώθησης σε ένα διάστημα μεταξύ των φορτίων. Σε σύγκριση με το βαρυτικό πεδίο της Γης, τα ηλεκτρικά πεδία έχουν μια σημαντική διαφορά: ενώ το πεδίο της Γης προσελκύει μόνο άλλα αντικείμενα μάζας (καθώς όλα είναι πολύ λιγότερο μαζικά), τα ηλεκτρικά πεδία απομακρύνουν τα φορτία τόσο συχνά όσο τα προσελκύουν.

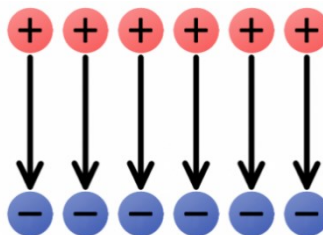
Η κατεύθυνση των ηλεκτρικών πεδίων ορίζεται πάντα ως η κατεύθυνση που θα κινούνταν ένα θετικό φορτίο δοκιμής εάν έπεφτε στο πεδίο. Το φορτίο δοκιμής πρέπει να είναι απείρως μικρό, για να μην επηρεάζει το φορτίο του στο πεδίο.

Μπορούμε να ξεκινήσουμε κατασκευάζοντας ηλεκτρικά πεδία για μεμονωμένα θετικά και αρνητικά φορτία. Εάν ρίξετε ένα θετικό φορτίο δοκιμής κοντά σε ένα αρνητικό φορτίο, το φορτίο δοκιμής θα έλκεται προς το αρνητικό φορτίο. Έτσι, για ένα μόνο αρνητικό φορτίο σχεδιάζουμε τα βέλη του ηλεκτρικού μας πεδίου που δείχνουν προς τα μέσα προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό το ίδιο δοκιμαστικό φορτίο που έπεφτε κοντά σε άλλο θετικό φορτίο θα είχε ως αποτέλεσμα μια απώθηση προς τα έξω, πράγμα που σημαίνει ότι τραβάμε βέλη που βγαίνουν από το θετικό φορτίο.



Τα ηλεκτρικά πεδία μεμονωμένων φορτίων. Ένα αρνητικό φορτίο έχει ένα ηλεκτρικό πεδίο προς τα μέσα γιατί έλκει θετικά φορτία. Το θετικό φορτίο έχει ένα ηλεκτρικό πεδίο προς τα έξω, που απομακρύνεται σαν τα φορτία.

Ομάδες ηλεκτρικών φορτίων μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργήσουν πληρέστερα ηλεκτρικά πεδία.



Τα ηλεκτρικά πεδία μεμονωμένων φορτίων.

Το ομοιόμορφο e-πεδίο παραπάνω δείχνει μακριά από τα θετικά φορτία, προς τα αρνητικά. Φανταστείτε ένα μικροσκοπικό θετικό δοκιμαστικό φορτίο να πέφτει στο e-field. Θα πρέπει να ακολουθεί την κατεύθυνση των βελών. Όπως είδαμε, ο ηλεκτρισμός

συνήθως περιλαμβάνει τη ροή ηλεκτρονίων--αρνητικά φορτία--τα οποία ρέουν ενάντια στα ηλεκτρικά πεδία.

Τα ηλεκτρικά πεδία μας παρέχουν τη δύναμη ώθησης που χρειαζόμαστε για να προκαλέσουμε τη ροή του ρεύματος. Ένα ηλεκτρικό πεδίο σε ένα κύκλωμα είναι σαν μια αντλία ηλεκτρονίων: μια μεγάλη πηγή αρνητικών φορτίων που μπορεί να ωθήσει ηλεκτρόνια, τα οποία θα ρέουν μέσα από το κύκλωμα προς το θετικό κομμάτι φορτίων.

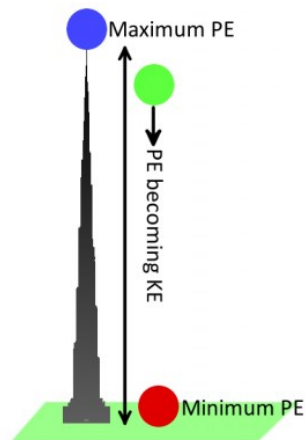
11 Ηλεκτρικό Δυναμικό (Ενέργεια)

Όταν αξιοποιούμε ηλεκτρική ενέργεια για να τροφοδοτήσουμε τα κυκλώματα, τα gizmos και τα gadget μας, μεταμορφώνουμε ενέργεια. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα πρέπει να μπορούν να αποθηκεύουν ενέργεια και να τη μεταφέρουν σε άλλες μορφές όπως θερμότητα, φως ή κίνηση. Η αποθηκευμένη ενέργεια ενός κυκλώματος ονομάζεται ηλεκτρική δυναμική ενέργεια.

Ενέργεια; Δυναμική ενέργεια;

Για να κατανοήσουμε τη δυνητική ενέργεια, πρέπει να κατανοήσουμε την ενέργεια γενικά. Η ενέργεια ορίζεται ως η ικανότητα ενός αντικείμενου να κάνει λειτουργήσει σε ένα άλλο αντικείμενο, που σημαίνει ότι το αντικείμενο μετακινείται σε κάποια απόσταση. Η ενέργεια έρχεται σε πολλές μορφές αλλά μπορούμε να τα δούμε (όπως τα μηχανικά) και άλλα δεν μπορούμε (όπως τα χημικά ή τα ηλεκτρικά). Ανεξάρτητα από τη μορφή που βρίσκεται, η ενέργεια υπάρχει σε μία από τις δύο καταστάσεις: κινητική ή δυναμική.

Ένα αντικείμενο έχει κινητική ενέργεια όταν βρίσκεται σε κίνηση. Η ποσότητα της κινητικής ενέργειας που έχει ένα αντικείμενο εξαρτάται από τη μάζα και την ταχύτητά του. Η δυναμική ενέργεια, από την άλλη πλευρά, είναι η αποθηκευμένη ενέργεια όταν ένα αντικείμενο βρίσκεται σε ηρεμία. Περιγράφει πόση δουλειά θα μπορούσε να κάνει το αντικείμενο αν τεθεί σε κίνηση. Είναι μια ενέργεια που μπορούμε να ελέγξουμε. Όταν ένα αντικείμενο τίθεται σε κίνηση, η δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.



Μια μπάλα μπόουλινγκ που κάθετη ακίνητη στην κορυφή του πύργου Khalifa.

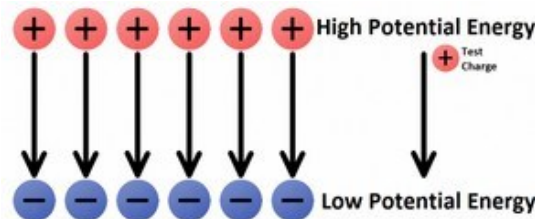
Ας επιστρέψουμε στη χρήση της βαρύτητας ως παράδειγμα. Μια μπάλα μπόουλινγκ που κάθετη ακίνητη στην κορυφή του Πύργου Khalifa έχει πολλές δυνατότητες (αποθηκευμένη) ενέργειας. Μόλις πέσει, η μπάλα - που τραβιέται από το βαρυτικό πεδίο - επιταχύνει προς το έδαφος. Καθώς η μπάλα επιταχύνεται, η δυναμική ενέργεια

μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια (η ενέργεια από την κίνηση). Τελικά, όλη η ενέργεια της μπάλας μετατρέπεται από δυναμική σε κινητική και στη συνέχεια περνά σε ό,τι χτυπήσει. Όταν η μπάλα είναι στο έδαφος, έχει πολύ χαμηλή δυναμική ενέργεια.

Ηλεκτρική Δυναμική Ενέργεια

Ακριβώς όπως η μάζα σε ένα βαρυτικό πεδίο έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια, τα φορτία σε ένα ηλεκτρικό πεδίο έχουν ηλεκτρική δυναμική ενέργεια. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια ενός φορτίου περιγράφει πόση αποθηκευμένη ενέργεια έχει όταν τεθεί σε κίνηση από μια ηλεκτροστατική δύναμη, αυτή η ενέργεια μπορεί να γίνει κινητική και το φορτίο μπορεί να λειτουργήσει.

Όπως μια μπάλα μπόουλινγκ που κάζεται στην κορυφή ενός πύργου, ένα θετικό φορτίο κοντά σε ένα άλλο θετικό φορτίο έχει υψηλή δυναμική ενέργεια, **το αφήνει ελεύθερο να κινηθεί**, το φορτίο θα απομακρυνθεί από το παρόμοιο φορτίο. Ένα θετικό δοκιμαστικό φορτίο τοποθετημένο κοντά σε ένα αρνητικό φορτίο θα έχει χαμηλή δυναμική ενέργεια, ανάλογη με την μπάλα του μπόουλινγκ στο έδαφος.



Ηλεκτρική Δυναμική Ενέργεια

Για να ενσταλάξουμε οτιδήποτε με δυναμική ενέργεια, πρέπει να κάνουμε δουλειά μετακινώντας το σε απόσταση. Στην περίπτωση της μπάλας του μπόουλινγκ, η δουλειά προέρχεται από τη μεταφορά της σε 163 ορόφους, ενάντια στο πεδίο βαρύτητας. Ομοίως, πρέπει να γίνει εργασία για να ωθηθεί ένα θετικό φορτίο στα βέλη ενός ηλεκτρικού πεδίου (είτε προς ένα άλλο θετικό φορτίο είτε μακριά από ένα αρνητικό φορτίο). Όσο πιο ψηλά πηγαίνει η φορτία, τόσο περισσότερη δουλειά πρέπει να κάνετε. Παρομοίως, εάν προσπαθήσετε να τραβήξετε ένα αρνητικό φορτίο μακριά από ένα θετικό φορτίο - ενάντια σε ένα ηλεκτρικό πεδίο - πρέπει να κάνετε δουλειά.

Για κάθε φορτίο που βρίσκεται σε ένα ηλεκτρικό πεδίο, η ηλεκτρική του δυναμική ενέργεια εξαρτάται από τον τύπο (θετικό ή αρνητικό), την ποσότητα του φορτίου και τη θέση του στο πεδίο. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια μετρείται σε μονάδες τζάουλ (J).

Ηλεκτρικό Δυναμικό

Το ηλεκτρικό δυναμικό βασίζεται στην ηλεκτρική δυναμική ενέργεια για να βοηθήσει στον καθορισμό της ποσότητας ενέργειας που αποθηκεύεται στα ηλεκτρικά πεδία. Είναι μια άλλη έννοια που μας βοηθά να μοντελοποιήσουμε τη συμπεριφορά των ηλεκτρικών πεδίων. Το ηλεκτρικό δυναμικό δεν είναι το ίδιο πράγμα με το ηλεκτρικό δυναμικό!

Σε οποιοδήποτε σημείο ενός ηλεκτρικού πεδίου, το ηλεκτρικό δυναμικό είναι η ποσότητα της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας διαιρούμενη με την ποσότητα φορτίου σε αυτό το σημείο. Αφαιρεί την ποσότητα φορτίου από την εξίσωση και μας δίνει μια ιδέα για το πόση

δυναμική ενέργεια μπορούν να παρέχουν συγκεκριμένες περιοχές ηλεκτρικού πεδίου. Το ηλεκτρικό δυναμικό έρχεται σε τζάουλ ανά κουλόμπ (J/C) μονάδες, τις οποίες ορίζουμε ως **βολτ (V)**.

Σε κάθε ηλεκτρικό πεδίο, δύο σημεία ηλεκτρικού δυναμικού μας ενδιαφέρουν σημαντικά. Υπάρχει ένα σημείο υψηλού δυναμικού, όπου ένα θετικό φορτίο θα έχει την υψηλότερη δυνατή δυναμική ενέργεια, και υπάρχει ένα σημείο χαμηλού δυναμικού, όπου ένα φορτίο θα έχει τη χαμηλότερη δυνατή δυναμική ενέργεια.

Ένας από τους πιο συνηθισμένους όρους που συζητάμε στην αξιολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η τάση. Η τάση είναι μια διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων σε ένα ηλεκτρικό πεδίο. Η τάση μας δίνει μια ιδέα για το πόση δύναμη ώθησης έχει ένα ηλεκτρικό πεδίο.

Με τη δυναμική και τη δυνητική ενέργεια κάτω από τη ζώνη μας, έχουμε όλα τα απαραίτητα συστατικά για την παραγωγή ρεύματος ηλεκτρικής ενέργειας. Ας το κάνουμε!

12 Ηλεκτρισμός σε Δράση!

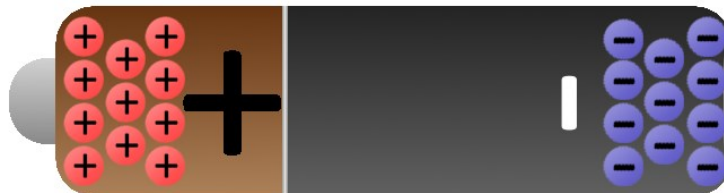
Αφού μελετήσαμε τη σωματιδιακή φυσική, τη θεωρία πεδίου και τη δυναμική ενέργεια, τώρα γνωρίζουμε αρκετά για να κάνουμε τη ροή του ηλεκτρισμού. Ας κάνουμε ένα κύκλωμα!

Αρχικά, θα εξετάσουμε τα συστατικά που χρειαζόμαστε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:

- Ο ορισμός του ηλεκτρισμού είναι η **ροή του φορτίου**. Συνήθως, τα φορτία μας μεταφέρονται από ηλεκτρόνια με ελεύθερη ροή.
- Τα αρνητικά φορτισμένα **ηλεκτρόνια** συγκρατούνται χαλαρά στα άτομα αγωγικών υλικών. Με λίγη ώθηση, μπορούμε να ελευθερώσουμε ηλεκτρόνια από τα άτομα και να τα κάνουμε να ρέουν σε ομοιόμορφη κατεύθυνση.
- Ένα κλειστό κύκλωμα αγωγίμου υλικού παρέχει μια διαδρομή για τη συνεχή ροή των ηλεκτρονίων.
- Τα φορτία προωθούνται από **ηλεκτρικό πεδίο**. Χρειαζόμαστε μια πηγή ηλεκτρικού δυναμικού (τάση), η οποία ωθεί τα ηλεκτρόνια από ένα σημείο χαμηλής δυναμικής ενέργειας σε υψηλότερη δυναμική ενέργεια.

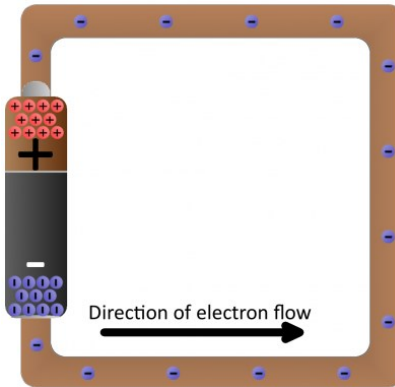
Βραχυκύκλωμα

Οι μπαταρίες είναι κοινές πηγές ενέργειας που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Έχουν δύο ακροδέκτες, οι οποίοι συνδέονται με το υπόλοιπο κύκλωμα. Στο ένα τερματικό υπάρχει περίσσεια αρνητικών φορτίων, ενώ όλα τα θετικά φορτία συνενώνονται στο άλλο. Αυτή είναι μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού που περιμένει να δράσει!



Οι μπαταρίες είναι κοινές πηγές ενέργειας που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.

Εάν συνδέσουμε το καλώδιο μας γεμάτο με αγωγίμα άτομα χαλκού στην μπαταρία, αυτό το ηλεκτρικό πεδίο θα επηρεάσει τα αρνητικά φορτισμένα ελεύθερα ηλεκτρόνια στα άτομα χαλκού. Ταυτόχρονα ωθούμενοι από το αρνητικό τερματικό και έλκονται από το θετικό τερματικό, τα ηλεκτρόνια στον χαλκό θα μετακινηθούν από άτομο σε άτομο δημιουργώντας τη ροή φορτίου που γνωρίζουμε ως ηλεκτρική ενέργεια.

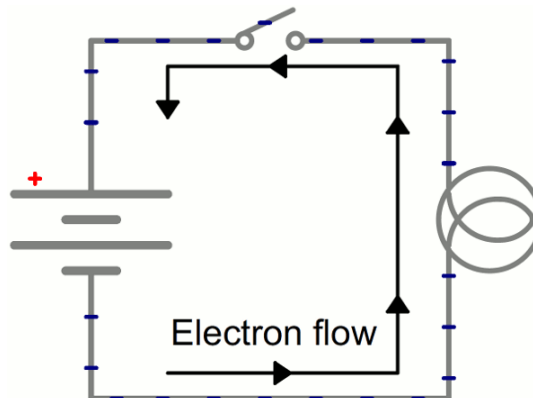


Διεύθυνση ροής ηλεκτρονίων

Μετά από ένα δευτερόλεπτο της ροής του ρεύματος, τα ηλεκτρόνια έχουν μετακινηθεί πολύ λίγο - κλάσματα του εκατοστού. Ωστόσο, η ενέργεια που παράγεται από τη ροή του ρεύματος είναι τεράστια, ειδικά επειδή δεν υπάρχει τίποτα σε αυτό το κύκλωμα που να επιβραδύνει τη ροή ή να καταναλώνει την ενέργεια. Η σύνδεση ενός καθαρού αγωγού απευθείας σε μια πηγή ενέργειας είναι κακή ιδέα. Η ενέργεια κινείται γρήγορα μέσα στο σύστημα και μετατρέπεται σε θερμότητα στο σύρμα, η οποία μπορεί γρήγορα να μετατραπεί σε σύρμα τήξης ή φωτιά.

Φωτίζοντας μια λάμπα φωτός

Αντί να σπαταλάμε όλη αυτή την ενέργεια, για να μην αναφέρουμε την καταστροφή της μπαταρίας και του καλωδίου, ας φτιάξουμε ένα κύκλωμα που κάνει κάτι χρήσιμο! Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα θα μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια σε κάποια άλλη μορφή -- φως, θερμότητα, κίνηση κ.λπ. Αν συνδέσουμε μια λάμπα στην μπαταρία με καλώδια ενδιάμεσα, έχουμε ένα απλό, λειτουργικό κύκλωμα.



Σχηματική απεικόνιση: Μια μπαταρία (αριστερά) που συνδέεται με μια λάμπα (δεξιά), το κύκλωμα ολοκληρώνεται όταν κλείνει ο διακόπτης (πάνω). Με το κύκλωμα κλειστό, τα ηλεκτρόνια μπορούν να ρέουν, ωθημένα από τον αρνητικό ακροδέκτη της μπαταρίας μέσω του λαμπτήρα, στον θετικό ακροδέκτη.

Ενώ τα ηλεκτρόνια κινούνται με ρυθμό σαλιγκαριού, το ηλεκτρικό πεδίο επηρεάζει ολόκληρο το κύκλωμα αμέσως (μιλάμε για γρήγορη ταχύτητα φωτός). Τα ηλεκτρόνια σε όλο το κύκλωμα, είτε στο χαμηλότερο δυναμικό, είτε στο υψηλότερο δυναμικό, είτε ακριβώς δίπλα στον λαμπτήρα, επηρεάζονται από το ηλεκτρικό πεδίο. Όταν ο διακόπτης κλείνει και τα ηλεκτρόνια υποβάλλονται στο ηλεκτρικό πεδίο, όλα τα ηλεκτρόνια στο κύκλωμα αρχίζουν να ρέουν ταυτόχρονα. Αυτά τα φορτία που είναι πιο κοντά στον λαμπτήρα θα κάνουν ένα βήμα μέσα από το κύκλωμα και θα αρχίσουν να μετατρέπουν την ενέργεια από ηλεκτρική σε φωτεινή (ή θερμική).

13 Συμπέρασμα

Σε αυτό το μάθημα, έχουμε αποκαλύψει μόνο ένα μικροσκοπικό τμήμα της κορυφής του παροιμιώδους παγόβουνου. Υπάρχουν ακόμη ένας τόνος εννοιών που έχουν μείνει ακάλυπτος. Από εδώ θα σας συνιστούσαμε να μεταβείτε αμέσως στα μαθήματα τάσης, ρεύματος, αντίστασης και νόμου του Ohm. Τώρα που γνωρίζετε τα πάντα για τα ηλεκτρικά πεδία (τάση) και τα ρέοντα ηλεκτρόνια (ρεύμα), είστε σε καλό δρόμο για να κατανοήσετε τον νόμο που διέπει την αλληλεπίδρασή τους.

14 Αναφορές

learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-electricity

en.wikipedia.org/wiki/Electricity

britannica.com/science/electricity