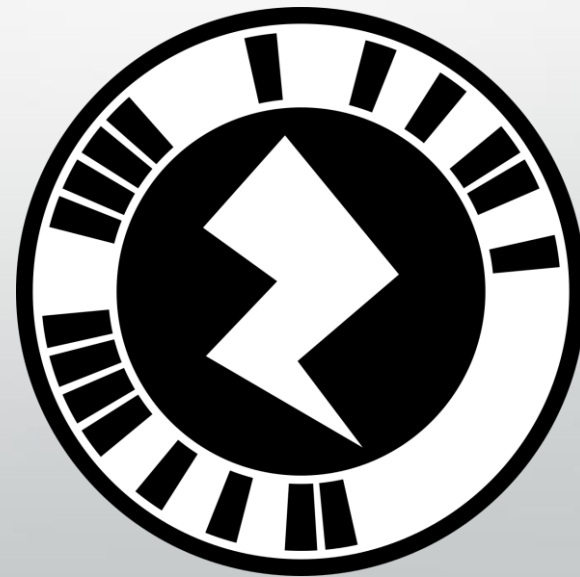


ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ & ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

- Ο ηλεκτρισμός ήταν γνωστός από την αρχαιότητα. Ο Θαλής ο Μιλήσιος, σπουδαίος φυσικός φιλόσοφος και μαθηματικός που έζησε στην Ιωνία της Μικράς Ασίας τον 6ο αιώνα π.Χ., παρατήρησε ότι το ήλεκτρο (κεχριμπάρι) αποκτούσε την ιδιότητα να έλκει από απόσταση ελαφρά αντικείμενα, όπως ξερά φύλλα, στάχυα, πούπουλα και κλωστές, όταν το έτριβε με μάλλινο ύφασμα.
- Το 16ο αιώνα ο Γουίλιαμ Γκίλμπερτ (William Gilbert), φυσικός και γιατρός που έζησε στην Αγγλία, άρχισε να μελετά συστηματικά τα ηλεκτρικά φαινόμενα. Με τον Γκίλμπερτ αρχίζει ουσιαστικά η ιστορία του ηλεκτρισμού.



ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

- Σώματα, όπως ένας πλαστικός χάρακας ή το ήλεκτρο, που αποκτούν την ιδιότητα να ασκούν δύναμη σε ελαφρά αντικείμενα, όταν τα τρίψουμε με κάποιο άλλο σώμα, λέμε ότι είναι **ηλεκτρισμένα**. Η δύναμη που ασκείται μεταξύ των ηλεκτρισμένων σωμάτων ονομάζεται **ηλεκτρική**.
- Για να ελέγξουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο, χρησιμοποιούμε το **ηλεκτρικό εκκρεμές**.
- Οι ηλεκτρικές δυνάμεις με τις οποίες αλληλεπιδρούν δύο ηλεκτρισμένα σώματα άλλοτε είναι ελκτικές και άλλοτε απωστικές



https://youtu.be/xKwJG_s5hoc

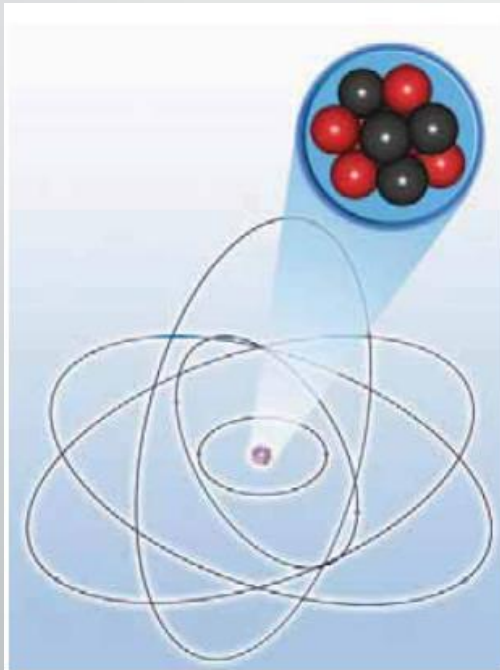
ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

- Για να εξηγήσουμε την προέλευση και τις ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων, δεχόμαστε ότι η ύλη έχει μια ιδιότητα που τη συνδέουμε με ένα φυσικό μέγεθος: το **ηλεκτρικό φορτίο**. Όταν δύο σώματα έχουν ηλεκτρικό φορτίο, τότε αλληλεπιδρούν με ηλεκτρικές δυνάμεις και λέμε ότι είναι ηλεκτρικά **φορτισμένα**. Το ηλεκτρικό φορτίο συμβολίζεται με το γράμμα Q .
- Υπάρχουν τουλάχιστον **δύο** διαφορετικά είδη φορτίου.
- Όταν δύο (ή περισσότερα) ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα απωθούνται μεταξύ τους, τότε λέμε ότι έχουν φορτίο ίδιου είδους (ή ότι είναι όμοια φορτισμένα). Ενώ, όταν έλκονται μεταξύ τους, λέμε ότι έχουν φορτία διαφορετικού είδους (ή ότι είναι αντίθετα φορτισμένα).
- Γενικά όλα τα φορτισμένα σώματα μπορούμε να τα χωρίσουμε σε δύο ομάδες: α) αυτά που είναι όμοια φορτισμένα με τη γυάλινη ράβδο που τρίψαμε με μεταξωτό ύφασμα (απωθούνται από αυτή) και β) αυτά που είναι όμοια φορτισμένα με την πλαστική ράβδο που τρίψαμε με μάλλινο ύφασμα (απωθούνται από αυτή). Ο Αμερικανός πολιτικός και φυσικός Β. Φραγκλίνος πρότεινε τα σώματα που ανήκουν στην πρώτη ομάδα να τα ονομάζουμε **θετικά φορτισμένα** και να λέμε ότι έχουν **θετικό φορτίο**. Αυτά δε που ανήκουν στη δεύτερη ομάδα να τα ονομάζουμε **αρνητικά φορτισμένα** και να λέμε ότι έχουν **αρνητικό φορτίο**.

<https://youtu.be/-EmvaWYXns8>

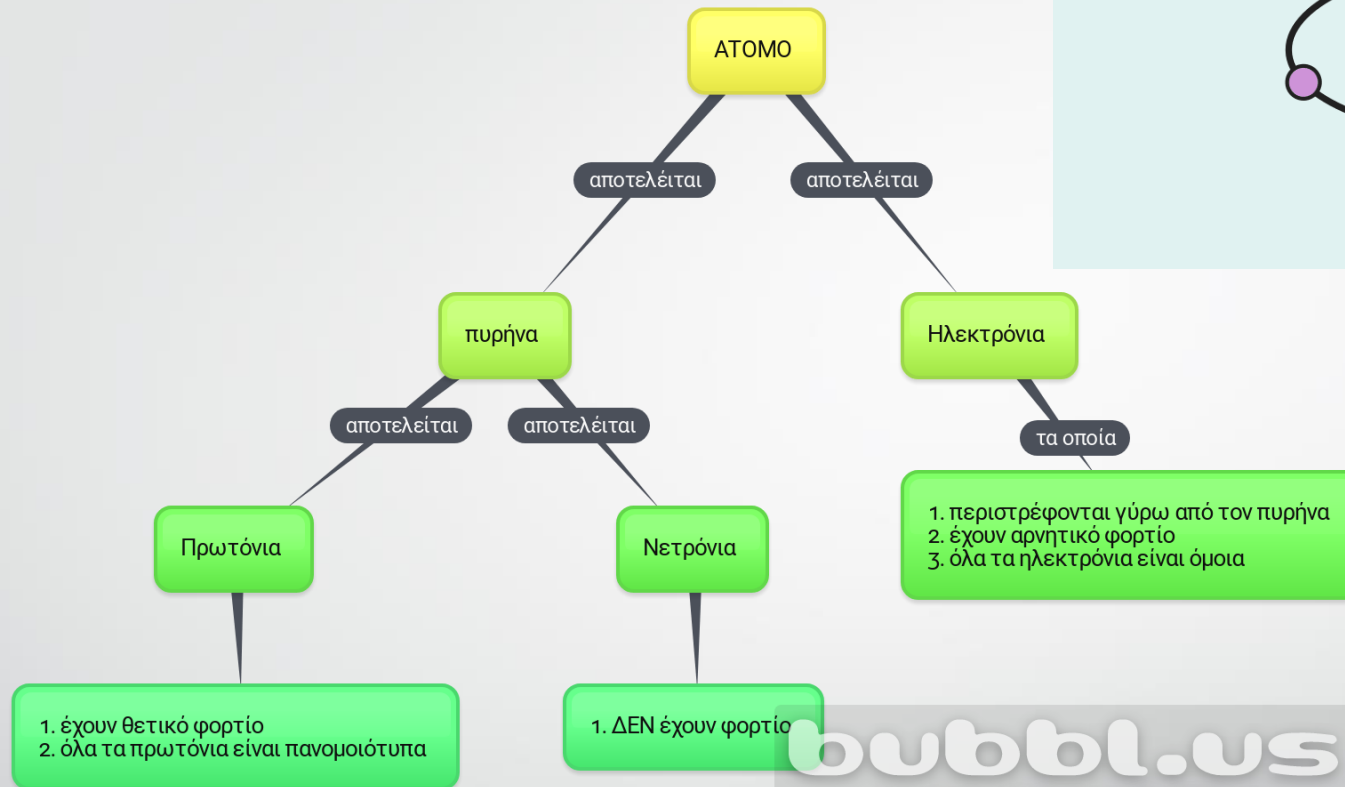
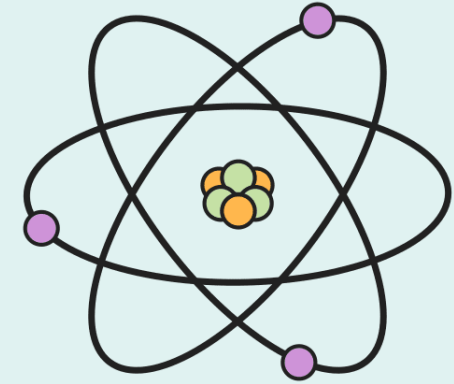
Υλικό φορτισμένης ράβδου	Γυαλί	Πλάστικό
Γυαλί	άπωση	έλξη
Πλαστικό	έλξη	άπωση

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ



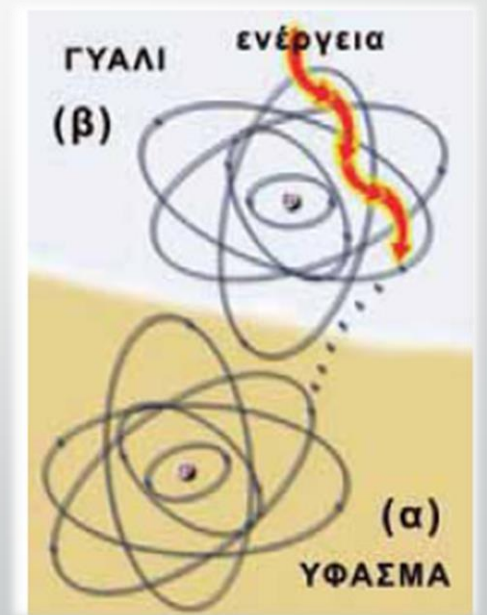
- Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ
- Κάθε άτομο αποτελείται από έναν πυρήνα γύρω από τον οποίο περιφέρονται τα ηλεκτρόνια . Ο πυρήνας και τα ηλεκτρόνια είναι φορτισμένα σωματίδια: Ο πυρήνας έχει θετικό φορτίο, ενώ κάθε ηλεκτρόνιο αρνητικό.
- Όλα τα ηλεκτρόνια είναι όμοια. Έχουν την ίδια μάζα και το ίδιο ηλεκτρικό φορτίο.
- Οι πυρήνες είναι σύνθετα σωματίδια. Αποτελούνται από πρωτόνια και νετρόνια. Το πρωτόνιο και το νετρόνιο έχουν σχεδόν ίσες μάζες. Όμως το πρωτόνιο είναι θετικά φορτισμένο, ενώ το νετρόνιο δεν έχει φορτίο, δηλαδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Όλα τα πρωτόνια είναι πανομοιότυπα. Έχουν την ίδια μάζα και το ίδιο φορτίο.
- Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν αντίθετα φορτία ακριβώς ίδιου όμως μεγέθους.
- Ο αριθμός των πρωτονίων του ατόμου είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων του. Επομένως το ολικό φορτίο του ατόμου είναι ίσο με το μηδέν. Όστε τα άτομα είναι **ηλεκτρικά ουδέτερα**.
- https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_el.html

ΔΟΜΗ ΑΤΟΜΟΥ



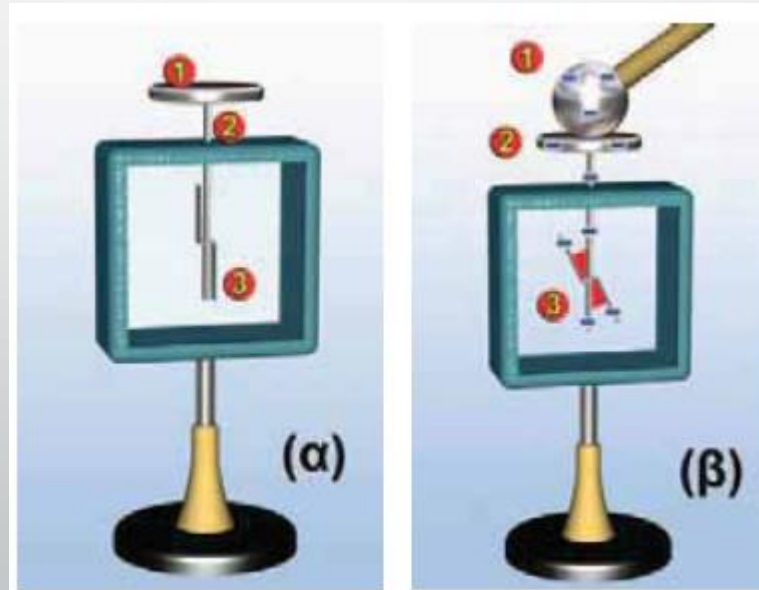
ΠΩΣ ΤΑ ΣΩΜΑΤΑ ΑΠΟΚΤΟΥΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ;

- Η φόρτιση των σωμάτων γίνεται με μεταφορά ηλεκτρονίων. Τα πρωτόνια δεν μπορούν να μετακινηθούν εύκολα γιατί έχουν μεγάλη μάζα και επιπλέον βρίσκονται παγιδευμένα στο εσωτερικό των πυρήνων των ατόμων.
- Η απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα ενός σώματος απαιτεί την προσφορά ενέργειας, έτσι ώστε να μπορέσουν τα ηλεκτρόνια να υπερνικήσουν την έλξη των πυρήνων. Ενέργεια στα ηλεκτρόνια των ατόμων προσφέρεται με ποικίλους τρόπους, όπως για παράδειγμα με τριβή, με την επίδραση ακτινοβολίας κ.λπ.



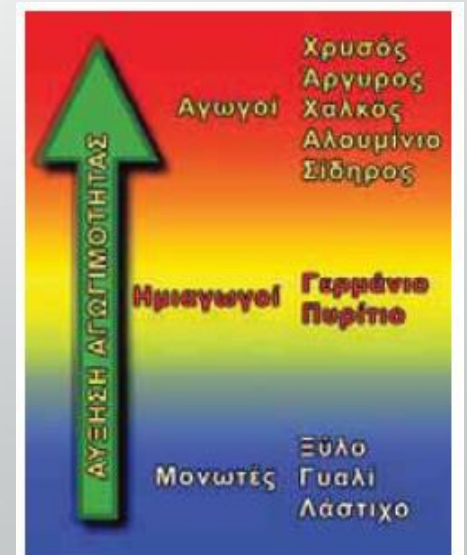
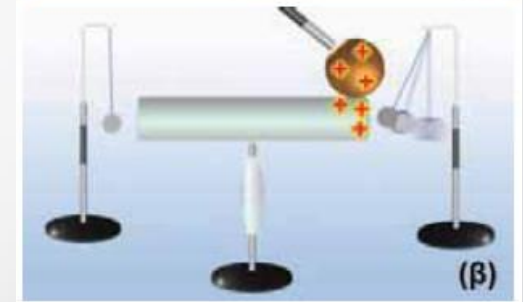
ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ- ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ

- Για την ανίχνευση του ηλεκτρικού φορτίου και τη μελέτη της ηλεκτρίσης στο εργαστήριο χρησιμοποιούμε όργανα τα οποία ονομάζονται ηλεκτροσκόπια. Το ηλεκτρικό εκκρεμές είναι ένα παράδειγμα ηλεκτροσκοπίου.



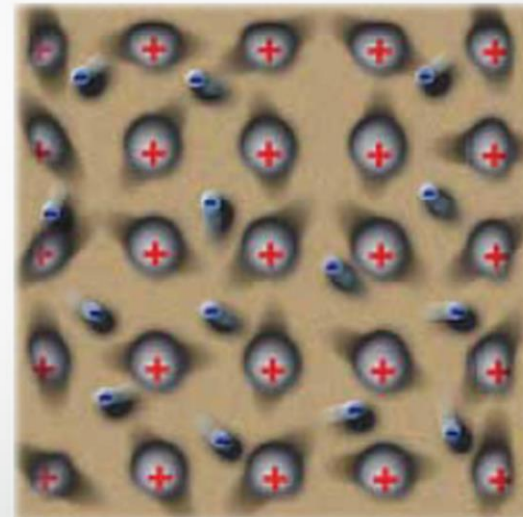
ΑΓΩΓΟΙ & ΜΟΝΩΤΕΣ

- Τα σώματα που επιτρέπουν το διασκορπισμό του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη τους την έκταση ονομάζονται **ηλεκτρικοί αγωγοί**. Αντίθετα τα σώματα στα οποία το φορτίο δεν διασκορπίζεται, αλλά παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή του σώματος που φορτίσαμε ονομάζονται **ηλεκτρικοί μονωτές**.
- Όλα τα **μέταλλα** είναι αγωγοί. Ο σίδηρος, ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος είναι μέταλλα. Είναι όλα τους αγώγιμα υλικά.
- <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1597?locale=el>
- <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1596?locale=el>



ΓΙΑΤΙ ΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΕΡΟΝΤΑΙ ΩΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ;

- Σ' ένα μέταλλο, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων συγκρατούνται τόσο χαλαρά από τους πυρήνες ώστε διαφεύγουν και κινούνται ελεύθερα σε όλη την έκταση του μετάλλου. Γι' αυτό ονομάζονται **ελεύθερα ηλεκτρόνια**. Τα άτομα του μετάλλου, αφού έχουν χάσει τα εξωτερικά τους ηλεκτρόνια, έχουν αποκτήσει θετικό φορτίο. Έχουν μετατραπεί σε θετικά ιόντα. Τα θετικά ιόντα, αντίθετα με τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, έχουν μεγάλη μάζα και δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα. Κάνουν μικρές κινήσεις γύρω από συγκεκριμένες θέσεις. Οι θέσεις γύρω από τις οποίες κινούνται τα ιόντα του μετάλλου σχηματίζουν ένα πλέγμα.
- Σ' ένα αφόρτιστο μεταλλικό σώμα το ολικό αρνητικό φορτίο των ελεύθερων ηλεκτρονίων του είναι ίδιο με το ολικό θετικό φορτίο των θετικών ιόντων του, με αποτέλεσμα ο μεταλλικός αγωγός να είναι ηλεκτρικά ουδέτερος. Αν προσληφθούν ή αποβληθούν ηλεκτρόνια από μια περιοχή του μεταλλικού αγωγού, τότε λόγω της τυχαίας κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων αυτό το πλεόνασμα ή το έλλειμμα θα κατανομηθεί ομοιόμορφα σε όλη την έκταση του αγωγού.



ΤΡΟΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

Ηλέκτριση με τριβή



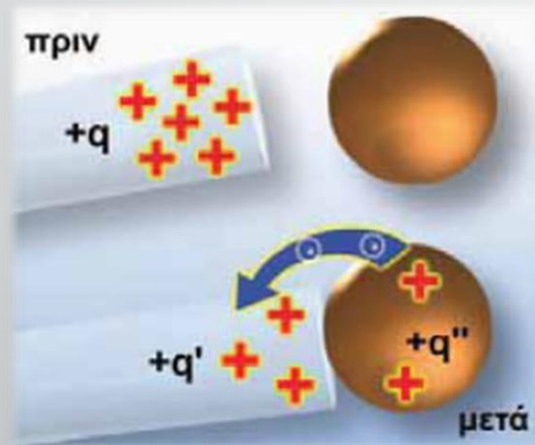
- Όταν τρίβεις μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα, η ράβδος αποκτά θετικό φορτίο, ενώ το ύφασμα αρνητικό. **Το φορτίο της ράβδου είναι ίσο και αντίθετο με το φορτίο του υφάσματος.**
- Στα άτομα άλλα ηλεκτρόνια βρίσκονται κοντά στον πυρήνα και άλλα πιο μακριά του. Όσο πιο μακριά από τον πυρήνα βρίσκεται ένα ηλεκτρόνιο, τόσο μικρότερη είναι η δύναμη που του ασκεί ο πυρήνας και επομένως τόσο λιγότερη ενέργεια απαιτείται για να αποσπαστεί από το άτομο. Τα πιο απομακρυσμένα από τον πυρήνα ηλεκτρόνια θα τα λέμε **εξωτερικά ηλεκτρόνια**. Είναι αυτά που μπορούν να αποσπαστούν σχετικά εύκολα από το άτομο.
- Όταν τρίβεις τη γυάλινη ράβδο στο μεταξωτό ύφασμα, εξωτερικά ηλεκτρόνια από άτομα του γυαλιού μετακινούνται στο ύφασμα. Έτσι η γυάλινη ράβδος φορτίζεται θετικά και το ύφασμα αρνητικά. Γιατί δεν συμβαίνει το αντίθετο; Γιατί δεν μετακινούνται εξωτερικά ηλεκτρόνια από το ύφασμα στο γυαλί;
- Τα άτομα διαφορετικών υλικών είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων του υφάσματος συγκρατούνται με ισχυρότερες δυνάμεις απ' ό,τι εκείνα του γυαλιού. Έτσι απαιτείται λιγότερη ενέργεια για να φύγουν ηλεκτρόνια από το γυαλί προς το ύφασμα απ' ό,τι αντίστροφα.
- <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1595?locale=el>
- <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1594?locale=el>

ΤΡΟΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

Ηλέκτριση με επαφή μεταξύ δύο μονωτών: <https://youtu.be/jCHBkjG8eFA>

Ηλέκτριση με επαφή μεταξύ μονωτή και αγωγού: <https://youtu.be/O-L2sxR4oQw>

ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ ΜΕ ΕΠΑΦΗ



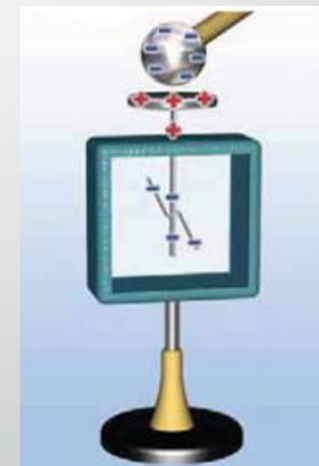
- Όταν αγγίζουμε με ένα φορτισμένο σώμα ένα άλλο ηλεκτρικά ουδέτερο, το δεύτερο αποκτά φορτίο ίδιου είδους με το φορτισμένο.
- Αν το φορτισμένο σώμα έχει αρνητικό φορτίο, τότε, όπως είδαμε, έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων. Όταν έρχεται σε επαφή με το αφόρτιστο μερικά από τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια, επειδή απωθούνται μεταξύ τους, μετακινούνται προς το δεύτερο σώμα και έτσι φορτίζεται και αυτό αρνητικά.
- Αν το φορτισμένο σώμα έχει θετικό φορτίο, τότε έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων. Κατά την επαφή των δύο σωμάτων μερικά ηλεκτρόνια του ουδέτερου σώματος μετακινούνται προς το θετικά φορτισμένο σώμα. Έτσι έχει τώρα και αυτό έλλειμμα ηλεκτρονίων οπότε φορτίζεται θετικά.
- Κατά την ηλέκτριση με επαφή ισχύει η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου: **Το άθροισμα των φορτίων που αποκτούν τα δύο σώματα τελικά είναι ίσο με το φορτίο που αρχικά είχε το ένα.**
- <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1598?locale=el>

ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ ΜΕ ΕΠΑΓΩΓΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΕΠΑΓΩΓΗ:

https://youtu.be/AkDw_nUbYJQ

- Όταν πλησιάζουμε ένα αρνητικά φορτισμένο σώμα π.χ ένα πλαστικό χάρακα στο μεταλλικό σφαιρίδιο του ηλεκτροσκοπίου, τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου αρχικά απωθούνται. Ο λόγος είναι ότι τα ηλεκτρόνια του πλαστικού χάρακα απωθούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που βρίσκονται στο μεταλλικό σφαιρίδιο, οπότε συσσωρεύονται στα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου, τα οποία αποκτούν περίσσεια αρνητικού φορτίου και έτσι απωθούνται. Όταν στη συνέχεια απομακρύνουμε τον πλαστικό χάρακα, τα ηλεκτρόνια ανακατανέμονται μέσα στο μεταλλικό στέλεχος του ηλεκτροσκοπίου, οπότε τα φύλλα παύουν να έχουν πλέον περίσσεια αρνητικού φορτίου και τελικά κλείνουν.
- Συμπεραίνεις ότι το μεταλλικό στέλεχος του ηλεκτροσκοπίου μένει ηλεκτρισμένο όσο ο φορτισμένος χάρακας βρίσκεται κοντά της. Η παρουσία του χάρακα προκαλεί διαχωρισμό των θετικών από τα αρνητικά φορτία του ηλεκτροσκοπίου. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ηλεκτρίση με επαγωγή. Το ηλεκτροσκόπιο όμως δεν αποκτά ηλεκτρικό φορτίο. Λέμε λοιπόν ότι το ηλεκτροσκόπιο είναι ηλεκτρισμένο, ενώ δεν είναι φορτισμένο.



ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ ΜΕ ΕΠΑΓΩΓΗ

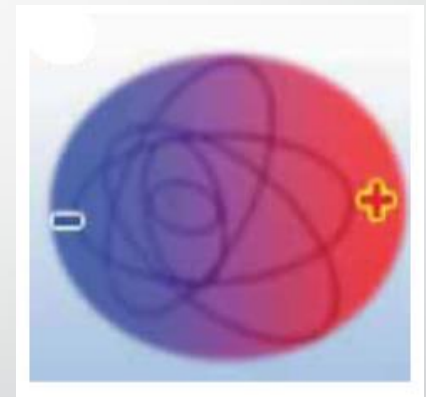
ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ ΜΟΝΩΤΩΝ ΜΕ ΕΠΑΓΩΓΗ:

https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_el.html

Τα ηλεκτρόνια του ατόμου μετατοπίζονται προς τη μία κατεύθυνση. Το άτομο φαίνεται να έχει το ένα άκρο του θετικά φορτισμένο και το άλλο αρνητικά. Τα πολωμένα σωμάτια προσανατολίζονται ώστε προς τη πλευρά του φορτισμένου σώματος να βρίσκεται το αντίθετα φορτισμένο άκρο της.

Πώς όμως μπορούμε να ερμηνεύσουμε το γεγονός ότι η φορτισμένη χτένα έλκει τα κομματάκια από χαρτί που είναι ουδέτερα ή ότι το φορτισμένο μπαλόνι έλκεται από τον ουδέτερο τοίχο;

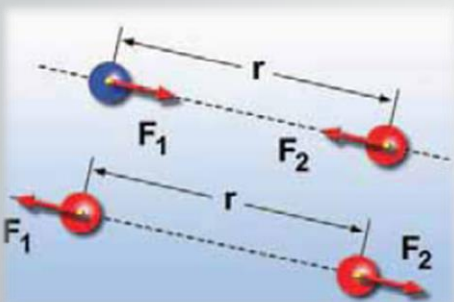
- Τα ηλεκτρόνια στα άτομα των μονωτών πολύ δύσκολα απομακρύνονται από αυτά. Όταν πλησιάσουμε μια αρνητικά φορτισμένη χτένα σ' ένα μονωτή, για παράδειγμα στα κομματάκια από χαρτί, αυτή απωθεί τα ηλεκτρόνια των ατόμων, αλλά δεν μπορεί να τα απομακρύνει από αυτά. Έτσι τα αναγκάζει να βρίσκονται τον περισσότερο χρόνο στην περιοχή του ατόμου που βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τη χτένα. Το άτομο ή το μόριο φαίνεται τώρα από τη μία άκρη του θετικά φορτισμένο και από την άλλη αρνητικά. Τότε λέμε ότι είναι πολωμένο. Ο προσανατολισμός των ατόμων ή των μορίων με τον παραπάνω τρόπο στο εσωτερικό του μονωτή έχει ως αποτέλεσμα στο ένα άκρο του (το πλησιέστερο στη χτένα) να εμφανίζεται θετικό φορτίο και στο άλλο άκρο αρνητικό. Αν απομακρύνουμε τη χτένα, τα άτομα ή τα μόρια επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση και τότε ο μονωτής παύει να είναι ηλεκτρισμένος.



ΝΟΜΟΣ COULOMB

- Από ποια μεγέθη και πώς εξαρτάται το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκείται από ένα φορτισμένο σώμα σε ένα άλλο;

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης (F) με την οποία αλληλεπιδρούν δύο σημειακά φορτία (q_1 και q_2) είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης (r).



$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

Το k είναι μια σταθερά αναλογίας. Η τιμή της εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώματα και από το σύστημα των μονάδων που χρησιμοποιούμε. Η τιμή της στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων για το κενό και κατά προσέγγιση για τον αέρα είναι: $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

- <http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1649>
- <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1600?locale=el>

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

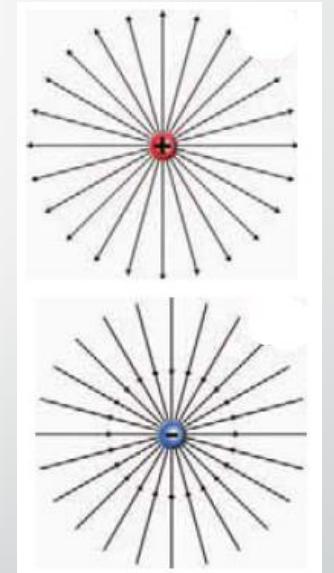
- Μια περιοχή του χώρου ονομάζεται ηλεκτρικό πεδίο, αν ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε κάθε φορτισμένο σώμα που φέρνουμε μέσα σ' αυτή.

Με την εισαγωγή της έννοιας του ηλεκτρικού πεδίου η άσκηση της ηλεκτρικής δύναμης περιγράφεται ως διαδικασία δύο βημάτων.

α. Γύρω από κάθε φορτισμένο σώμα δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο.

β. Τα φορτισμένα σώματα αλληλεπιδρούν μέσω των ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούν.

- Για να περιγράψουμε το ηλεκτρικό πεδίο χρησιμοποιούμε τις δυναμικές γραμμές.

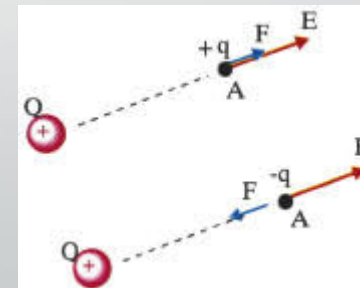


<https://www.seilias.gr/images/stories/html5/electricFieldVoltage.html>

ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

- Μας δείχνει πόσο ισχυρό ή ασθενές είναι το πεδίο.
- Έχει την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών.
- Εξαρτάται από το φορτίο Q (πηγή) που δημιουργεί το πεδίο και την απόσταση r ενός σημείου του πεδίου από το φορτίο (πηγή).

$$E = k \frac{|Q|}{r^2}$$



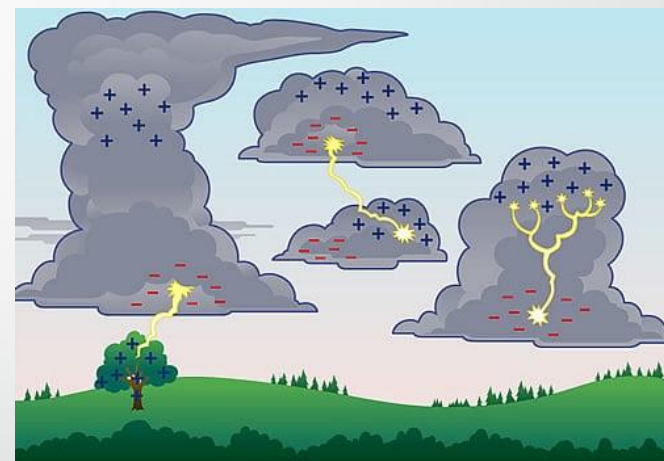
ΚΕΡΑΥΝΟΣ-ΑΣΤΡΑΠΗ

- Αστραπή ονομάζεται ο τεράστιος ηλεκτρικός σπινθήρας που δημιουργείται ανάμεσα σε δύο διαφορετικά νέφη ή μεταξύ δύο διαφορετικών τμημάτων του ίδιου του νέφους ή ανάμεσα σε ένα νέφος και στο έδαφος, οπότε και ειδικότερα ονομάζεται κεραυνός.

Τα σύννεφα περιέχουν αμέτρητα αιωρούμενα σταγονίδια νερού και σωματίδια πάγου που περιστρέφονται με τυρβώδη (ακανόνιστο) τρόπο. Στο εσωτερικό αυτών των σωματιδίων υπάρχουν άτομα με αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια και θετικά φορτισμένα πρωτόνια.

Νερό που προέρχεται από το έδαφος εξατμίζεται, ανεβαίνει προς τα πάνω και από αυτό σχηματίζονται και άλλα σταγονίδια καθώς πλησιάζει προς το σύννεφο.

Τα σταγονίδια που προέρχονται από το έδαφος συγκρούονται με τα σταγονίδια του νερού που υπάρχουν μέσα στα σύννεφα. Εξαιτίας των συγκρούσεων αυτών, τα ηλεκτρόνια που υπάρχουν στο εσωτερικό των σταγονιδίων των σύννεφων απομακρύνονται από τα άτομα τους. Δηλαδή, απομακρύνεται το θετικό από το αρνητικό φορτίο στο εσωτερικό των σύννεφων. Στο τέλος, δημιουργούνται σύννεφα που έχουν θετικά φορτία στο ανώτερο τμήμα τους και αρνητικά φορτία στο κατώτερο τμήμα τους. Τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται στο κατώτερο τμήμα των σύννεφων απωθούν τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης. Έτσι, δημιουργείται θετικό φορτίο στην επιφάνεια της Γης.



<http://photodentro.edu.gr/video/r/8522/225>

Αλεξικέραυνο: <https://www.youtube.com/watch?v=dKmVgfwVtVeE>