

ΕΝΟΤΗΤΑ 1 ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφάλαιο 1. Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο.

1.1 Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη.

1. Ποια σώματα ονομάζονται ηλεκτρισμένα; Ποιες δυνάμεις λέγονται ηλεκτρικές; Αναφέρατε παραδείγματα.

Σώματα, όπως ο 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**.

Ένα παράδειγμα ηλεκτρισμένου σώματος αποτελεί η χτένα που έλκει τις τρίχες καθώς χτενίζεις τα στεγνά μαλλιά σου. Ένα ακόμη παράδειγμα ηλεκτρισμένου σώματος είναι η έλξη που δέχονται μικρά χαρτάκια από πλαστικό χάρακα αφού πρώτα τρίψεις τον χάρακα στα φύλλα του βιβλίου σου.

2. Ποιες είναι οι βασικές ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων;

Οι βασικές ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων είναι δύο.

α) Ότι ασκούνται από απόσταση.

β) Ότι μπορούν να είναι είτε ελκτικές είτε απωστικές.

3. Σε τι χρησιμεύει το ηλεκτρικό εκκρεμές; Περιγράψτε το με συντομία.

Το ηλεκτρικό εκκρεμές το χρησιμοποιούμε για να ελέγξουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο.

Κατασκευάζεται εύκολα μια και που αποτελείται από ένα ελαφρύ αντικείμενο, μικρό μπαλάκι από φελιζόλ ή χαρτί, το οποίο κρέμεται από μια κλωστή.

4. Πως μπορούμε με τη βοήθεια του ηλεκτρικού εκκρεμούς να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο;

Πλησιάζουμε το σώμα που θέλουμε να ελέγξουμε αν είναι ηλεκτρισμένο στο μπαλάκι του εκκρεμούς. Αν το σώμα έλκει το μπαλάκι, τότε το σώμα είναι ηλεκτρισμένο. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το ηλεκτρισμένο σώμα έλκει το μπαλάκι χωρίς να έρχεται σε επαφή μαζί του. Αυτό σημαίνει ότι οι **ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται από απόσταση**.

5. Οι μαγνητικές και οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται στα ίδια σώματα;

Αν πλησιάσουμε ένα μαγνήτη στο ηλεκτρικό εκκρεμές, θα διαπιστώσουμε ότι ο μαγνήτης δε έλκει το ηλεκτρικό εκκρεμές. Ο μαγνήτης έλκει μόνον αντικείμενα που περιέχουν σίδηρο, κοβάλτιο ή νικέλιο, υλικά που ονομάζονται σιδηρομαγνητικά. Δηλαδή η **ηλεκτρική δύναμη ασκείται σε διαφορετικά σώματα από ότι η μαγνητική**.

1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο.

1. Ποια είναι η προέλευση της ηλεκτρικής δύναμης; Πως ονομάζονται τα σώματα που έχουν ηλεκτρικό φορτίο;

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 ή Q .

2. Πόσα είδη ηλεκτρικού φορτίου υπάρχουν; Τι δυνάμεις ασκούνται σε σώματα με ίδιο φορτίο και τι σε σώματα με αντίθετο φορτίο;

Υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη φορτίου που ονομάστηκαν **θετικό** και **αρνητικό** ηλεκτρικό φορτίο αντίστοιχα. Τα σώματα που έχουν θετικό φορτίο λέμε ότι είναι **θετικά φορτισμένα** (π.χ. μια γυάλινη ράβδος που έχουμε τρίψει με μεταξωτό ύφασμα) ενώ τα σώματα που έχουν αρνητικό φορτίο τα λέμε **αρνητικά φορτισμένα** (π.χ. μια πλαστική ράβδος που έχουμε τρίψει με μάλλινο ύφασμα).

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). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι **οι ηλεκτρικές δυνάμεις με τις οποίες αλληλεπιδρούν δύο ηλεκτρισμένα σώματα άλλοτε είναι ελκτικές και άλλοτε απωστικές**.

3. Ποια η σχέση της ποσότητας του ηλεκτρικού φορτίου που έχει ένα σώμα με την ηλεκτρική δύναμη;
Γενικά δεχόμαστε ότι **η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί (ή ασκείται σε) ένα φορτισμένο σώμα είναι ανάλογη του ηλεκτρικού φορτίου του**. Όσο περισσότερο φορτίο έχει ένα σώμα, τόσο μεγαλύτερες ηλεκτρικές δυνάμεις μπορεί να ασκήσει και να δεχθεί.

4. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου;

Η μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) ονομάζεται **Κουλόμπ (Coulomb)**. Το 1 C είναι πού μεγάλη μονάδα φορτίου.

Γι' αυτό στις εφαρμογές χρησιμοποιούμε υποπολλαπλάσια του 1 C:

- 1 mC (μικροκουλόμπ) = 10^{-3} C
- 1 μ C (μικροκουλόμπ) = 10^{-6} C
- 1 nC (νανοκουλόμπ) = 10^{-9} C
- 1 pC (πικοκουλόμπ) = 10^{-12} C

5. Πως υπολογίζουμε το συνολικό φορτίο δύο ή περισσότερων σωμάτων;

Αν για παράδειγμα ένα σώμα έχει φορτίο $q_1=+4\text{nC}$ και ένα άλλο $q_2=-3\text{nC}$, τότε το ολικό φορτίο και των δύο μαζί είναι: $q = q_1 + q_2 = (+4\text{nC}) + (-3\text{nC}) = 1\text{nC}$. Γενικά **το ολικό φορτίο δύο ή περισσότερων φορτισμένων σωμάτων ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων τους**. Δηλαδή για να βρούμε το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο προσθέτουμε τα φορτία όλων των σωμάτων με τα πρόσημα τους.

6. Πότε ένα σώμα ή σύνολο σωμάτων λέμε ότι είναι ηλεκτρικά ουδέτερο;

Όταν το **συνολικό φορτίο** ενός ή περισσότερων σωμάτων **είναι ίσο με το μηδέν**, τότε το σώμα ή το σύνολο των σωμάτων ονομάζεται **ηλεκτρικά ουδέτερο**.

1.3 Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου.

1. Ποια σωματίδια αποτελούν το άτομο; Ποια είναι η δομή του ατόμου;

Ο Δανός Νηλς Μπορ πρότεινε για την περιγραφή του ατόμου ένα **προτύπο**, σύμφωνα με το οποίο:

- Κάθε άτομο αποτελείται από έναν **πυρήνα** γύρω από τον οποίο περιφέρονται τα **ηλεκτρόνια** σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές που ονομάζονται και στιβάδες. **Ο πυρήνας και τα ηλεκτρόνια είναι φορτισμένα σωματίδια. Ο πυρήνας έχει θετικό φορτίο, ενώ κάθε ηλεκτρόνιο αρνητικό**. Έτσι ο πυρήνας έλκει κάθε ηλεκτρόνιο, ενώ τα ηλεκτρόνια απωθούνται μεταξύ τους.
- Οι πυρήνες είναι σύνθετα σωματίδια. Αποτελούνται από **πρωτόνια** και **νετρόνια**, τα οποία έχουν σχεδόν ίσες μάζες. Όμως **το πρωτόνιο είναι θετικά φορτισμένο, ενώ το νετρόνιο δεν έχει φορτίο, δηλαδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερο**.
- **Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν αντίθετα φορτία ακριβώς ίδιου όμως μεγέθους**: το φορτίο του πρωτονίου είναι $q_p = +1,6 \times 10^{-19}\text{C}$, ενώ του ηλεκτρονίου είναι $q_e = -1,6 \times 10^{-19}\text{C}$. **Τα φορτία του πρωτονίου και του ηλεκτρονίου είναι τα πιο μικρά φορτία που έχουν παρατηρηθεί ελεύθερα στη φύση**.
- **Ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα του ατόμου**. Επομένως το ολικό φορτίο του ατόμου είναι ίσο με μηδέν. **Όστε τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα**.

2. Πως γίνεται η φόρτιση των σωμάτων με βάση τη μικροσκοπική δομή της ύλης. Πότε ένα άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο; Όταν δεν είναι ουδέτερο το άτομο, τι φορτίο έχει;

Τα σώματα αποτελούνται από άτομα, τα οποία είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Έτσι τα σώματα είναι και αυτά ηλεκτρικά ουδέτερα. Είναι όμως δυνατόν ένα σώμα να προσλάβει ή να αποβάλει ηλεκτρόνια.

- Στην περίπτωση που **το σώμα έχει προσλάβει ηλεκτρόνια** αποκτά πλεόνασμα ηλεκτρονίων, οπότε παύει να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο και **αποκτά αρνητικό φορτίο**.
- Αν έχει **αποβάλει ηλεκτρόνια**, τότε έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων, οπότε υπερσχύει το θετικό φορτίο των πρωτονίων και το σώμα έχει **ολικό φορτίο θετικό**.

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.

3. Πως διατυπώνεται η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου;

Τα ηλεκτρόνια ούτε παράγονται ούτε καταστρέφονται. Απλώς μεταφέρονται. Επομένως ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων δεν μεταβάλλεται, με αποτέλεσμα σε οποιαδήποτε διαδικασία, είτε αυτή συμβαίνει στο μικρόκοσμο είτε στο μακρόκοσμο, το ολικό φορτίο να διατηρείται σταθερό. Η αρχή αυτή είναι γνωστή ως αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου.

4. Τι ονομάζουμε κβαντωση; Τι είναι τα κβάντα;

Κβαντωση είναι η ιδιότητα του φορτίου να εμφανίζεται στη φύση σε τιμές που είναι πολλαπλάσιες του φορτίου του ηλεκτρονίου και όχι σε τυχαίες τιμές.

Π.χ. το φορτίο ενός σώματος μπορεί να είναι ίσο με το φορτίο 3 ηλεκτρονίων ($3 \times 1,6 \times 10^{-19} = 4,8 \times 10^{-19} \text{C}$) ή ενός άλλου με το φορτίο 5 ηλεκτρονίων ($5 \times 1,6 \times 10^{-19} = 9 \times 10^{-19} \text{C}$).

Δεν μπορεί όμως το φορτίο ενός σώματος να είναι $2 \times 10^{-19} \text{C}$.

Η ποσότητα αυτή των φορτίων των σωμάτων τα οποία εμφανίζονται με αυτές τις τιμές (πολλαπλάσιες του ενός ηλεκτρονίου) ονομάζονται κβάντα.

1.4 Τρόποι ηλέκτρισης και η μικροσκοπική ερμηνεία.

1. Με ποιους τρόπους μπορεί να ηλεκτριστεί ένα σώμα; Πόσους τρόπους ηλέκτρισης γνωρίζετε;

Η διαδικασία ηλέκτρισης ενός σώματος, δηλαδή απόκτησης ηλεκτρικού φορτίου, μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους:

- α) ηλέκτριση με τριβή
- β) ηλέκτριση με επαφή
- γ) ηλέκτριση με επαγωγή

2. Ποια ηλεκτρόνια ονομάζονται εξωτερικά; Γιατί αυτά είναι σημαντικά;

Τα ηλεκτρόνια που είναι πιο απομακρυσμένα από τον πυρήνα ονομάζονται εξωτερικά. Είναι σημαντικά γιατί αυτά τα ηλεκτρόνια θα μπορούν να μεταφέρονται από το ένα σώμα σε ένα άλλο προκαλώντας τη φόρτιση τους. Αυτό συμβαίνει γιατί η δύναμη που ασκείται πάνω τους από τον πυρήνα είναι ασθενέστερη από τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια λόγω της μεγαλύτερης απόστασης που έχουν από αυτόν/Έτσι μπορούν πιο εύκολα να μεταφέρονται από ένα σώμα σε ένα άλλο.

3. Τι γνωρίζετε για την ηλέκτριση με τριβή;

Όταν τρίβουμε δύο ηλεκτρικά ουδέτερα σώματα μεταξύ τους, τότε μεταφέρονται ηλεκτρόνια από τα άτομα του ενός σώματος στο άλλο σώμα με αποτέλεσμα το πρώτο σώμα να έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων και να φορτίζεται θετικά, ενώ το δεύτερο σώμα αποκτά πλεόνασμα ηλεκτρονίων και λέμε ότι φορτίζεται αρνητικά. Κατά την ηλέκτριση με τριβή λόγω της ισχύος της αρχής διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου προκύπτει ότι τα δύο σώματα που τρίβονται αποκτούν ίσα και αντίθετα φορτία.

4. Τι γνωρίζετε για την ηλέκτριση με επαφή;

Όταν αγγίξουμε 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 θα 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.

5. Ποια σώματα ονομάζονται αγωγοί και ποια μονωτές;

- Τα σώματα που επιτρέπουν το διασκορπισμό του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη τους την έκταση ονομάζονται ηλεκτρικοί αγωγοί. Όλα τα μέταλλα είναι αγωγοί. Ο σίδηρος, ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος είναι μέταλλα. Είναι όλα τους αγωγά υλικά.

- Τα σώματα στα οποία το φορτίο δεν διασκορπίζεται, αλλά παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή του σώματος που φορτίσαμε ονομάζονται ηλεκτρικοί **μονωτές**. Το πλαστικό, το γυαλί, το καουτσούκ, ο εβονίτης, η πορσελάνη, το κερί, το ξύλο και το καθαρό νερό είναι παραδείγματα μονωτικών υλικών. Ο ξηρός αέρας είναι μονωτής, ενώ ο υγρός αέρας είναι αγωγός. Γι' αυτό και ένα φορτισμένο σώμα εκφορτίζεται προς το περιβάλλον μέσω του υγρού αέρα.

6. Ποια η ερμηνεία της συμπεριφοράς των μετάλλων - ηλεκτρικών αγωγών.

Στα μέταλλα τα εξωτερικά ηλεκτρόνια συγκρατούνται με μικρές δυνάμεις από τους πυρήνες των ατόμων τους οπότε διαφεύγουν από το άτομο και κινούνται ελεύθερα στο μέταλλο. Για το λόγο αυτό ονομάζονται και ελεύθερα ηλεκτρόνια. Τα άτομα που έχουν χάσει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αποκτούν θετικό φορτίο αλλά μπορούν να κινηθούν γύρω από συγκεκριμένες θέσεις και όχι σε όλο το μέταλλο. Αν φορτιστεί ένας αγωγός, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται εύκολα οπότε και φορτίζεται ο αγωγός. Έτσι οι αγωγοί φορτίζονται εύκολα λόγω της ύπαρξης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

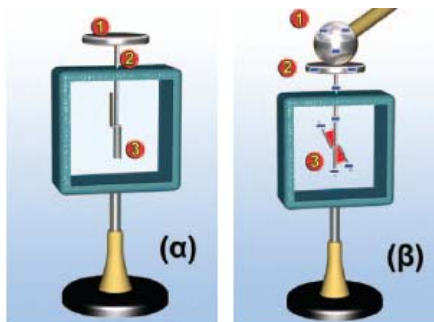
7. Ποια η ερμηνεία της συμπεριφοράς των μονωτών;

Στους μονωτές τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων συγκρατούνται ισχυρά από τους πυρήνες. Έτσι δεν μπορούν να μεταφέρονται εύκολα από τη μια περιοχή του σώματος στην άλλη.

- Αν προσληφθούν ηλεκτρόνια, αυτά θα παραμείνουν παγιδευμένα από τα άτομα στην περιοχή της φόρτισης.
- Αν αποβληθούν, το έλλειμμα των ηλεκτρονίων θα παραμείνει πάλι εντοπισμένο, αφού δεν είναι δυνατή η μετακίνηση ηλεκτρονίων από άλλες περιοχές του μονωτή προς την περιοχή της φόρτισης.

8. Τι γνωρίζετε για το ηλεκτροσκόπιο με κινητά φύλλα;

Είναι ένα όργανο που **χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του ηλεκτρικού φορτίου**. Αποτελείται από ένα σταθερό μεταλλικό δίσκο (1), από ένα μεταλλικό στέλεχος (2) και από ένα ή δύο κινητά ελαφρά μεταλλικά ελάσματα (3).



Όταν **φέρουμε σε επαφή το δίσκο με φορτισμένο σώμα**, τότε το ηλεκτροσκόπιο αποκτά φορτίο ίδιου είδους με το φορτίο του σώματος. Το φορτίο αυτό διαχέεται σε όλη την έκταση του μεταλλικού στελέχους του ηλεκτροσκοπίου και στα μεταλλικά φύλλα του. Τα φύλλα τώρα αποκτούν φορτίο ίδιου είδους με το στέλεχος και απωθούνται από αυτό. Έτσι παρατηρούμε ότι **τα φύλλα αποκλίνουν** από την αρχική τους θέση και σχηματίζουν γωνία με το ακίνητο στέλεχος (εικόνα β).

Το μέγεθος της γωνίας αυτής είναι ένα μέτρο της ποσότητας του φορτίου που έχει μεταφερθεί στο ηλεκτροσκόπιο, άρα και του φορτίου του σώματος. Δηλαδή, μεγαλύτερη γωνία σημαίνει περισσότερο φορτίο.

9. Πώς ερμηνεύετε την ηλέκτριση με επαγωγή; Πώς μπορεί μια ράβδος να είναι ηλεκτρισμένη αλλά όχι φορτισμένη;

Η ηλέκτριση με επαγωγή γίνεται όταν ένα φορτισμένο σώμα βρεθεί κοντά σε αφορτιστο σώμα, οπότε και προκαλείται διαχωρισμός των φορτίων στο αφορτιστο σώμα και έτσι ηλεκτρίζεται. Αν για παράδειγμα πλησιάσουμε μια φορτισμένη σφαίρα στο ένα άκρο μιας αφόρτιστης μεταλλικής ράβδου, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, τότε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου θα συγκεντρωθούν σε αυτό το άκρο οπότε στο άλλο άκρο της ράβδου θα υπάρχει έλλειμμα ηλεκτρονίων. Έτσι, η μία άκρη που είναι πιο κοντά στο φορτισμένο αγωγό φορτίζεται

αρνητικά, ενώ το άλλο άκρο φορτίζεται θετικά. Η ράβδος στην περίπτωση αυτή είναι ηλεκτρισμένη αλλά όχι φορτισμένη, δηλαδή στο εσωτερικό της έχει διαχωριστεί το θετικό από το αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο, συνολικά όμως το φορτίο της ράβδου είναι μηδέν.

10. Ποια σώματα ονομάζονται πολωμένα και γιατί;

Τα σωματίδια της ύλης (άτομα ή μόρια) που βρίσκονται σε μονωτές και είναι θετικά φορτισμένα από τη μία άκρη και αρνητικά φορτισμένα από την άλλη άκρη ονομάζονται πολωμένα.

Ο προσανατολισμός των ατόμων (ή μορίων) στο εσωτερικό του μονωτή έχει αποτέλεσμα το ένα άκρο του μονωτή να είναι θετικά φορτισμένο και το άλλο αρνητικά, σαν να σχηματίζονται δύο πόλοι αντίθετα φορτισμένοι.

1.5 Νόμος του Coulomb

1. Πως διατυπώνετε ο νόμος του Coulomb;

Τα **συμπεράσματα του Κουλόμπ** τα ονομάζουμε **νόμο του Κουλόμπ** για την ηλεκτρική δύναμη. Ο νόμος του Coulomb ισχύει για φορτισμένα σώματα των οποίων οι διαστάσεις είναι πολύ μικρές ώστε να θεωρούνται αμελητέες σε σχέση με την μεταξύ τους απόσταση. Τα σώματα αυτά ονομάζονται και **σημειακά φορτία**. Έτσι συνοψίζοντας τα συμπεράσματα μπορούμε να διατυπώσουμε το **νόμο του Κουλόμπ** ως εξής:

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).

Στη γλώσσα των Μαθηματικών γράφουμε:

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

2. Τι είναι το K που εμφανίζεται στο τύπο του νόμου του Κουλόμπ;

Το K είναι μια σταθερά αναλογίας και ονομάζεται **ηλεκτρική σταθερά**. 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 (S.I.) για το κενό και κατά προσέγγιση για τον αέρα είναι:

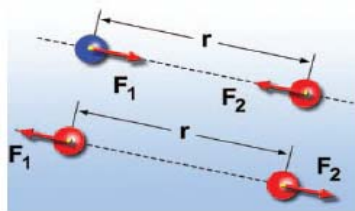
$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

3. Πως σχεδιάζουμε τις δυνάμεις μεταξύ των ηλεκτρικών φορτίων;

Επειδή η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος, σχεδιάζεται χρησιμοποιώντας βελάκια. Τα χαρακτηριστικά της δύναμης και επομένως του βέλους είναι:

α) Διεύθυνση. Η διεύθυνση της ευθείας που ενώνει τα δύο φορτία.

β) Φορά. Καθορίζεται από το είδος των φορτίων. Αν τα φορτία είναι ετερόνυμα, η δύναμη είναι ελκτική. Αν τα φορτία είναι ομώνυμα, η δύναμη είναι απωστική.



4. Τι σχέση έχουν μεταξύ τους οι δυνάμεις που ασκούν δύο σημειακά φορτία το ένα στο άλλο;

Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα για τη δράση – αντίδραση οι δύο αυτές δυνάμεις έχουν **αντίθετη φορά και ίσα μέτρα**.

5. Πώς εξηγείται με το νόμο του Κουλόμπ η έλξη μεταξύ φορτισμένου και ουδέτερου σώματος;

Όταν ένα φορτισμένο σώμα πλησιάζει ένα ουδέτερο, τότε το ηλεκτρίζει με επαγωγή με αποτέλεσμα η πλευρά που βρίσκεται το φορτισμένο σώμα να φορτίζεται με φορτίο αντίθετο από αυτό του φορτισμένου σώματος, ενώ η άλλη πλευρά με φορτίο όμοιο με αυτό του φορτισμένου σώματος. Η απόσταση όμως του φορτισμένου σώματος από την αντίθετα φορτισμένη πλευρά είναι μικρότερη από την απόσταση που απέχει από την ίδια φορτισμένη πλευρά/Έτσι η ελκτική δύναμη ανάμεσα στη ράβδο και τη σφαίρα που φαίνονται στο σχήμα θα είναι μεγαλύτερη από την απωστική.

1.6 Το ηλεκτρικό πεδίο

1. Τι είναι το ηλεκτρικό πεδίο;

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

2. Πως ερμηνεύεται η αλληλεπίδραση δύο φορτισμένων σωμάτων με τη βοήθεια της έννοιας του ηλεκτρικού πεδίου;

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

- Γύρω από κάθε φορτισμένο σώμα δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο.
- Όταν ένα φορτισμένο σώμα βρεθεί μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο δέχεται ηλεκτρική δύναμη.

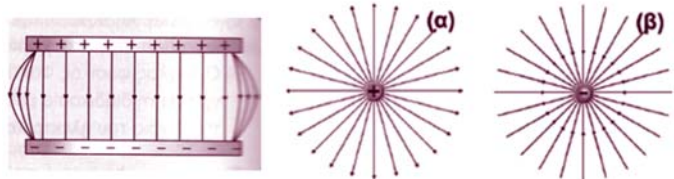
3. Ποιο βασικό μέγεθος χρησιμοποιούμε για την περιγραφή του ηλεκτρικού πεδίου; Τι γνωρίζετε για αυτό;

Το μέγεθος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή του πεδίου είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου. Η ένταση συμβολίζεται με το γράμμα E και δείχνει πόσο ισχυρό ή ασθενές είναι ένα ηλεκτρικό πεδίο. Η ένταση E του πεδίου συνδέεται με τη δύναμη $F_{\eta\lambda}$ που ασκείται σε θετικό ηλεκτρικό φορτίο Q όταν αυτό βρεθεί μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο με τη μαθηματική σχέση $F_{\eta\lambda} = E \times Q$

3. Περιγράψτε τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές. Για ποιο λόγο είναι χρήσιμες για την περιγραφή ενός πεδίου;

Οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές χρησιμοποιήθηκαν από τον Φαραντέι για να περιγραφεί το ηλεκτρικό πεδίο με πιο εύκολο τρόπο. Αυτές δείχνουν τη διεύθυνση και το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το πεδίο. Σε περιοχές του πεδίου που το πεδίο είναι ισχυρό οι δυναμικές γραμμές είναι πιο πυκνές, ενώ σε περιοχές που το πεδίο είναι ασθενέστερο οι δυναμικές γραμμές είναι πιο αραιές. Έτσι δείχνουν και σε ποιο σημείο του πεδίου η ένταση παίρνει αντίστοιχα μεγάλες ή μικρές τιμές.

Οι δυναμικές γραμμές έχουν φορά από τα θετικά προς τα αρνητικά φορτία. Στην α) περίπτωση οι δυναμικές γραμμές απομακρύνονται από το θετικό φορτίο, ενώ στη β) περίπτωση οι δυναμικές γραμμές πλησιάζουν το αρνητικό φορτίο.



4. Πότε ένα ηλεκτρικό πεδίο είναι ομογενές; Πώς δημιουργείται;

Ένα ηλεκτρικό πεδίο ονομάζεται ομογενές όταν οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες και ισαπέχουν μεταξύ τους. Δηλαδή όταν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι σταθερή σε ολόκληρο το ηλεκτρικό πεδίο. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ασκεί την ίδια δύναμη σε ένα ηλεκτρικό φορτίο σε οποιοδήποτε σημείο του και αν το τοποθετήσουμε.

Δημιουργείται στο χώρο μεταξύ δύο αντίθετα φορτισμένων παράλληλων μεταλλικών πλακών, όπως είναι ένας επίπεδος πυκνωτής.

5. Πώς ονομάζεται η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου; Ποια είναι η προέλευση της; Πού αποθηκεύεται;

Η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου ονομάζεται ηλεκτρική δυναμική ενέργεια. Οφείλεται στη δύναμη που ασκείται σε ένα ηλεκτρικό φορτίο από το πεδίο όταν βρεθεί μέσα σε αυτό. Η προέλευση της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας οφείλεται στο έργο της δύναμης που καταναλώνεται για να εισέλθει το ηλεκτρικό φορτίο μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο. Έτσι η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια αποθηκεύεται στο φορτισμένο σώμα ή στο ηλεκτρικό πεδίο που το ίδιο δημιουργεί.