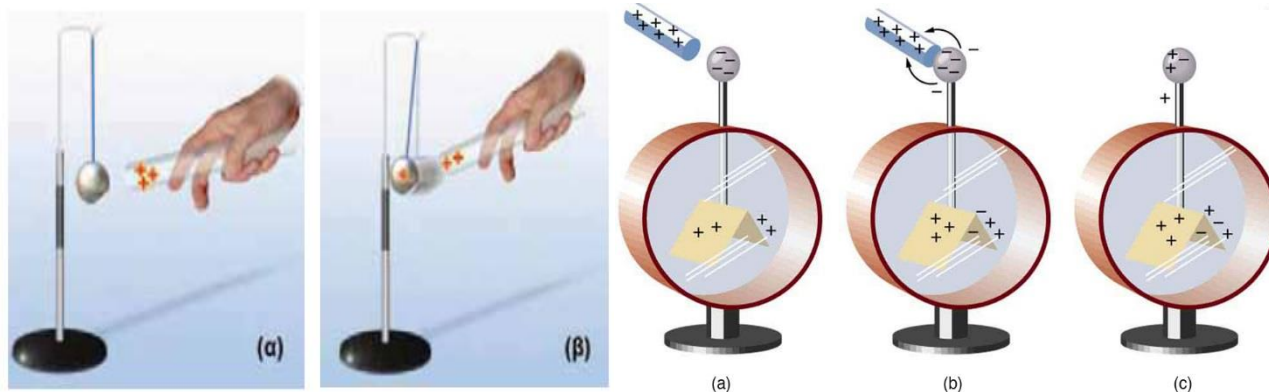


Ηλεκτρισμένα σώματα είναι τα σώματα τα οποία αποκτούν την ιδιότητα να ασκούν δύναμη σε ελαφρά αντικείμενα όταν τα τρίψουμε με κάποιο άλλο σώμα. Η ιδιότητα αυτή λέγεται **ηλεκτρίση**.

Για να ελέγξουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο χρησιμοποιούμε κατάλληλα όργανα τα **ηλεκτροσκόπια** όπως: α) το **ηλεκτρικό εκκρεμές** και β) το **ηλεκτροσκόπιο με κινητά φύλλα**.



Ηλεκτρική δύναμη ονομάζεται η δύναμη που ασκείται μεταξύ ηλεκτρισμένων σωμάτων.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

α) Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται σε διαφορετικά σώματα απ' ό,τι οι μαγνητικές δυνάμεις.	β) Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται από απόσταση	γ) Οι ηλεκτρικές δυνάμεις άλλοτε είναι ελκτικές και άλλοτε απωστικές

Το **ηλεκτρικό φορτίο** είναι το **φυσικό μέγεθος** με το οποίο εξηγούμε την προέλευση και τις ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων.

Σύμβολο : **q** ή **Q**. Μονάδα μέτρησης στο SI: **1C** (Κουλόμπ). Υποδιαιρέσεις: **1μC = 10⁻⁶C** , **1nC = 10⁻⁹C**

Τα ηλεκτρισμένα σώματα έχουν αποκτήσει ηλεκτρικό φορτίο.

Όταν δύο σώματα έχουν ηλεκτρικό φορτίο, τότε λέμε ότι τα σώματα αυτά είναι ηλεκτρικά **φορτισμένα** και συνεπώς θα αλληλεπιδρούν με ηλεκτρικές δυνάμεις.

Η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί (ή ασκείται σε) ένα φορτισμένο σώμα είναι ανάλογη του ηλεκτρικού του φορτίου.

Υπάρχουν μόνο δύο είδη ηλεκτρικών φορτίων: **το θετικό (+)** και **το αρνητικό (-)**.

Θετικό φορτίο έχουν τα σώματα, τα οποία είναι όμοια φορτισμένα με τη γυάλινη ράβδο που την τρίψαμε με μεταξωτό ύφασμα. Δηλ. αυθαίρετα θεωρούμε ως θετικό το φορτίο που αποκτά η γυάλινη ράβδος.

Αρνητικό φορτίο έχουν τα σώματα, τα οποία είναι όμοια φορτισμένα με την πλαστική ράβδο που την τρίψαμε με μάλλινο ύφασμα. Δηλ. αυθαίρετα θεωρούμε ως αρνητικό το φορτίο που αποκτά η πλαστική ράβδος.

Δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα τα οποία ...	Λέμε ότι ...
Απωθούνται μεταξύ τους	έχουν ίδιου είδους ηλεκτρικό φορτίο ή ότι είναι όμοια φορτισμένα ή ότι είναι φορτισμένα ομώνυμα
Έλκονται μεταξύ τους	έχουν διαφορετικού είδους ηλεκτρικό φορτίο ή ότι είναι αντίθετα φορτισμένα ή ότι είναι φορτισμένα ετερόνυμα

Ισχύει: “Τα ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία απωθούνται ενώ τα ετερόνυμα έλκονται”

Κατά την πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίου (-ίων) από το άτομο σχηματίζεται ένα φορτισμένο σωματίδιο που ονομάζεται **ιόν**. **Αποβολή e** $\Rightarrow$ **έλλειμμα e** $\Rightarrow$ θετικά φορτισμένο άτομο = **κατιόν**.

Πρόσληψη e $\Rightarrow$ **πλεόνασμα e** $\Rightarrow$ αρνητικά φορτισμένο άτομο = **ανιόν**

Η φόρτιση των σωμάτων γίνεται με μεταφορά ηλεκτρονίων (πρόσληψη και αποβολή) από το ένα στο άλλο. Ένα σώμα μπορεί να είναι:

- **θετικά φορτισμένο** (όταν αποβάλει ηλεκτρόνια και τότε έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων)
- **αρνητικά φορτισμένο** (όταν προσλάβει ηλεκτρόνια και τότε έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων)
- **ηλεκτρικά ουδέτερο** (όταν έχει ίσο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων δηλ. συνολικό φορτίο ίσο με το μηδέν)

Αποβολή ηλεκτρονίων	Έλλειμμα ηλεκτρονίων	Θετικό φορτίο (+Q)
Πρόσληψη ηλεκτρονίων	Πλεόνασμα ηλεκτρονίων	Αρνητικό φορτίο (-Q)

Γενικά,

όταν ένα σώμα **προσλαμβάνει** ηλεκτρόνια έχουμε **αλγεβρική μείωση** του ηλεκτρικού φορτίου του ενώ όταν ένα σώμα **αποβάλει** ηλεκτρόνια έχουμε **αλγεβρική αύξηση** του ηλεκτρικού φορτίου του

π.χ. δύο πανομοιότυπα σώματα Α και Β με ηλεκτρικό φορτίο $Q_A = +4\mu\text{C}$ και $Q_B = +8\mu\text{C}$ φέρονται σε επαφή. Στη συνέχεια απομακρύνονται οπότε διαπιστώνεται ότι το ηλεκτρικό τους φορτίο είναι τώρα $Q_A' = +6\mu\text{C}$ και $Q_B' = +6\mu\text{C}$ αντίστοιχα. Αφού το σώμα Α αύξησε αλγεβρικά το φορτίο του (από +4 σε +6) άρα απέβαλε ηλεκτρόνια ενώ αφού το σώμα Β μείωσε αλγεβρικά το φορτίο του (από +8 σε +6) άρα πήρε ηλεκτρόνια. Συνεπώς κατά την επαφή μετακινήθηκαν ηλεκτρόνια από το σώμα Α προς το σώμα Β.

Ερώτηση: Αν τα σώματα Α και Β είχαν φορτία $Q_A = -2\mu\text{C}$ και $Q_B = -6\mu\text{C}$ και τα φέραμε σε επαφή, ποιο θα ήταν το φορτίο τους μετά την επαφή και από ποιο σώμα προς ποιο θα είχαμε μεταφορά ηλεκτρονίων;

Απάντηση: $Q_A' = -4\mu\text{C}$ και $Q_B' = -4\mu\text{C}$ και θα είχαμε μεταφορά ηλεκτρονίων από το σώμα Β στο σώμα Α.

Τα μικρότερα ηλεκτρικά φορτία που υπάρχουν ελεύθερα στη φύση είναι:

το φορτίο του ηλεκτρονίου ($q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$) και

το φορτίο του πρωτονίου ($q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$)

Αυτό το ηλεκτρικό φορτίο χαρακτηρίζεται ως το **στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο**.

π.χ. Δεν υπάρχει ηλεκτρικό φορτίο $q = 1,6 \cdot 10^{-20}\text{C}$ διότι είναι μικρότερο από το στοιχειώδες ηλ. φορτίο.

Δύο σημαντικές ιδιότητες του ηλεκτρικού φορτίου

1. η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου:

« Σε κάθε διαδικασία το ολικό ηλεκτρικό φορτίο διατηρείται σταθερό»

2. η κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου: « Το ηλεκτρικό φορτίο είναι πάντα **ακέραιο** πολλαπλάσιο του στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου του ηλεκτρονίου ή του πρωτονίου, δηλαδή το ηλεκτρικό φορτίο είναι **κβαντισμένο** φυσικό μέγεθος»

$$q = N \cdot q_e \quad \text{ή} \quad q = N \cdot q_p \quad (N = \text{ακέραιος: } 0, 1, 2, 3, \dots)$$

π.χ. Δεν υπάρχει φορτίο $q = 4 \cdot 10^{-19}\text{C}$ διότι: $N = q/q_p = 4 \cdot 10^{-19} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,5$ (δεν είναι ακέραιος)

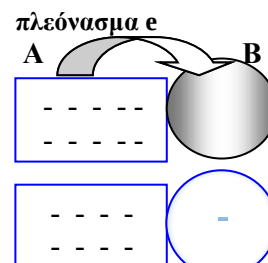
ΤΡΟΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΗΣ

1) Με τριβή. Μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το σώμα εκείνο, όπου στα άτομά του οι πυρήνες συγκρατούν ασθενέστερα τα εξωτερικά ηλεκτρόνια, προς το σώμα που στα άτομά του οι ελκτικές δυνάμεις πυρήνα-εξωτερικών ηλεκτρονίων είναι συγκριτικά ισχυρότερες. Έτσι τα δύο σώματα μετά την τριβή τους αποκτούν:

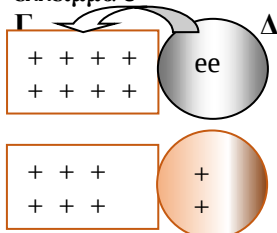
A) αντίθετου είδους ηλεκτρικό φορτίο (δηλ. **το ένα αποκτά θετικό φορτίο και το άλλο αρνητικό**)

B) ίσο ηλεκτρικό φορτίο (διότι όσα ηλεκτρόνια έφυγαν από το ένα σώμα τόσα πήγαν στο άλλο)

2) Με επαφή. Αν ένα αρνητικά φορτισμένο σώμα A (με πλεόνασμα e) έρθει σε επαφή με ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα B, τότε μερικά ηλεκτρόνια μετακινούνται από το σώμα A στο σώμα B με αποτέλεσμα και το σώμα B να αποκτά αρνητικό φορτίο (ενώ το σώμα A παραμένει αρνητικά φορτισμένο αλλά με μικρότερο ηλεκτρικό φορτίο από αυτό που είχε πριν την επαφή).



έλλειμμα e



Αν ένα θετικά φορτισμένο σώμα Γ (με έλλειμμα e) έρθει σε επαφή με ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα Δ, τότε μερικά ηλεκτρόνια από το σώμα Δ μετακινούνται στο σώμα Γ με αποτέλεσμα και το σώμα Δ να αποκτά θετικό φορτίο (ενώ το σώμα Γ παραμένει θετικά φορτισμένο αλλά με μικρότερο ηλεκτρικό φορτίο από αυτό που είχε πριν την επαφή).

Έτσι τα σώματα μετά την επαφή τους:

A) αποκτούν ίδιο είδος ηλεκτρικού φορτίου και

B) σύμφωνα με την αρχή διατήρησης του ηλ. φορτίου το συνολικό φορτίο των σωμάτων μετά την επαφή είναι αλγεβρικά ίσο με το φορτίο που είχε πριν την επαφή το αρχικά φορτισμένο σώμα.

3) Με επαγωγή. (εκτός ύλης)

Αγωγοί είναι τα σώματα στα οποία τα ηλεκτρικά φορτία μπορούν και διαχέονται σε όλη τους την έκταση. Αγωγοί είναι τα μέταλλα (π.χ. σίδηρος, χαλκός, αλουμίνιο ...), ο υγρός αέρας κ.α.

Μονωτές είναι τα σώματα στα οποία τα ηλ/κά φορτία «παγιδεύονται» μόνο στην περιοχή ηλεκτρίσεως τους. Μονωτές είναι το ξύλο, το πλαστικό, το γυαλί, ο ξηρός αέρας, το κερί κ.α.

Νόμος του Κουλόμπ:

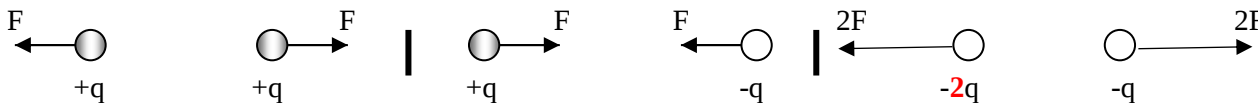
Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης (F) με την οποία αλληλεπιδρούν δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία (q_1 και q_2) που βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους, είναι **ανάλογο** του γινομένου των φορτίων και **αντιστρόφως ανάλογο** του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης (r).

$$F = K \cdot (q_1 \cdot q_2 / r^2)$$

Η σταθερά αναλογίας K εξαρτάται: α) από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώματα και β) από το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιούμε.

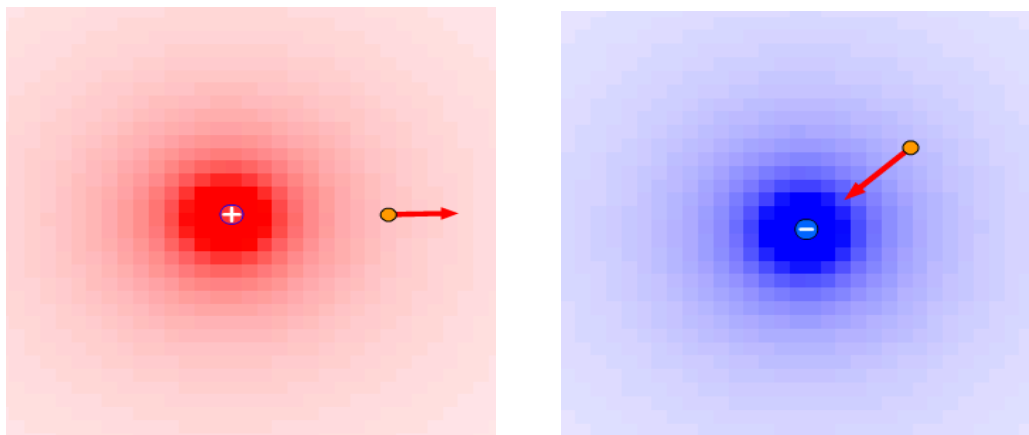
Στο Διεθνές σύστημα (SI) μονάδων και για τον αέρα η σταθερά αυτή έχει τιμή: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Ο νόμος του Coulomb υπακούει στον **3^ο νόμο του Νεύτωνα** (δράση-αντίδραση), οπότε οι δύο αυτές ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο, έχουν **ίσα μέτρα και αντίθετη φορά**.



Ηλεκτρικό πεδίο ονομάζεται μία περιοχή του χώρου μέσα στην οποία ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε κάθε φορτισμένο σώμα που φέρνουμε μέσα σε αυτή.

Κάθε φορτισμένο σώμα δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Το πόσο ισχυρό είναι το ηλεκτρικό πεδίο σε κάποιο σημείο του καθορίζεται από ένα φυσικό μέγεθος που ονομάζεται **ένταση** του ηλ. πεδίου.



Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα σε ένα σημείο του πεδίου τόσο πιο ισχυρό είναι το πεδίο στο σημείο αυτό και επομένως **τόσο πιο ισχυρή είναι η ηλεκτρική δύναμη** που ασκείται σε φορτίο q που φέρεται στο σημείο αυτό.

ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

1. Τα πρόσημα των ηλεκτρικών φορτίων έχουν **φυσική σημασία** και όχι μαθηματική. Δηλαδή αν ένα σώμα A φέρει ηλεκτρικό φορτίο $+4\mu\text{C}$ και ένα σώμα B φέρει ηλεκτρικό φορτίο $-8\mu\text{C}$, αυτό σημαίνει ότι:
α) το σώμα A είναι θετικά φορτισμένο (+) και έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων ενώ το σώμα B είναι αρνητικά φορτισμένο (-) και έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων και
β) το σώμα B φέρει μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου ($8\mu\text{C}$) απ' ό,τι το σώμα A ($4\mu\text{C}$). Δηλαδή παίρνουμε τις απόλυτες τιμές των φορτίων: $|Q_B| > |Q_A|$

2. Η ηλεκτρίση των σωμάτων γίνεται μόνο με μεταφορά **ηλεκτρονίων**. Δηλαδή αν φέρουμε σε επαφή ένα ηλεκτρικά **ουδέτερο** σώμα A με ένα **θετικά φορτισμένο** σώμα B, τότε γνωρίζουμε ότι μετά την επαφή και τα δύο σώματα θα είναι **θετικά φορτισμένα** (διότι αποκτούν ίδιου είδους ηλεκτρικό φορτίο). Αυτό επιτυγχάνεται με μεταφορά αρνητικών φορτίων (ηλεκτρονίων) από το σώμα A προς το σώμα B. Έτσι το σώμα A αφού αποβάλλει ηλεκτρόνια φορτίζεται θετικά.

Είναι λοιπόν **λανθασμένο** αυτό που λένε πολλοί μαθητές ότι κατά την επαφή μεταφέρεται θετικό φορτίο (πρωτόνια) από το θετικά φορτισμένο σώμα B στο σώμα A και έτσι και αυτό φορτίζεται θετικά.

Άσκηση 1: Γιατί δεν μπορούν να υπάρξουν ελεύθερα στη φύση ηλεκτρικά φορτία ίσα με $q_1 = -1,6 \cdot 10^{-20}\text{C}$ και $q = -1,2 \cdot 10^{-18}\text{C}$;

α) Το $q_1 = -1,6 \cdot 10^{-20}\text{C}$ δεν μπορεί να υπάρξει διότι το μικρότερο ελεύθερο φορτίο στη φύση είναι το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$. Επειδή έχουμε $q < q_e$ αυτό δεν είναι δυνατόν
β) Το ηλ. φορτίο είναι κβαντισμένο μέγεθος, δηλ. πρέπει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του στοιχειώδους ηλ. φορτίου : $q = N \cdot q_e \Rightarrow N = q / q_e \Rightarrow N = (-1,2 \cdot 10^{-18}\text{C}) : (-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}) \Rightarrow N = 7,5$.
Όμως ο αριθμός 7,5 δεν είναι ακέραιος.

Άσκηση 2: Διαθέτουμε τρεις όμοιες σφαίρες A, B και Γ. Η σφαίρα A έχει φορτίο $+10\mu\text{C}$, η σφαίρα B έχει φορτίο $-2\mu\text{C}$ και η σφαίρα Γ είναι αφόρτιστη. Φέρνουμε σε επαφή τις σφαίρες A και B. Στη συνέχεια απομακρύνουμε τη σφαίρα A και φέρνουμε σε επαφή τις σφαίρες B και Γ. Πόσο φορτίο αποκτά τελικά η κάθε σφαίρα;

Το συνολικό φορτίο των σφαιρών A και B είναι ίσο με $(+10-2) = +8\mu\text{C}$. Μετά την επαφή τους οι σφαίρες A και B επειδή είναι όμοιες μοιράζουν το φορτίο αυτό και αποκτά η κάθε μία φορτίο $+4\mu\text{C}$ (αρχή διατήρησης του ηλ. φορτίου). Ομοίως και οι σφαίρες B και Γ.
Άρα τελικά έχουμε: $q_A = +4\mu\text{C}$, $q_B = +2\mu\text{C}$ και $q_\Gamma = +2\mu\text{C}$.

Άσκηση 3: Να αποδείξετε ότι: $2 \cdot 10^{-8}\mu\text{C} = 2 \cdot 10^{-14}\text{C}$, $8 \cdot 10^{-6}\text{nC} = 8 \cdot 10^{-15}\text{C}$, $4 \cdot 10^{-7}\text{C} = 0,4\mu\text{C}$, $10^{-8}\text{C} = 10\text{nC}$, $40\text{nC} = 0,04\mu\text{C}$

• $2 \cdot 10^{-8}\mu\text{C} = 2 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-6}\text{C} = 2 \cdot 10^{-14}\text{C}$ (διότι το μ αντιστοιχεί σε 10^{-6}), • $4 \cdot 10^{-7}\text{C} = 4 \cdot 10^{-7} : 10^{-6}\text{C} = 0,4\mu\text{C}$
• $8 \cdot 10^{-6}\text{nC} = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-9}\text{C} = 8 \cdot 10^{-15}\text{C}$ (διότι το n αντιστοιχεί σε 10^{-9}), • $10^{-8}\text{C} = 10^{-8} : 10^{-9}\text{C} = 10\text{nC}$