



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

Φυσική II-Ηλεκτρομαγνητισμός

Διδάσκων Αναπλ. Καθ. Δ. Γ. Αγγελάκης

Ενότητα I: Ηλεκτρικό Φορτίο και Δύναμη

Σκοποί Ενότητας

- Εισαγωγή στην έννοια του ηλεκτρικού φορτίου.
Φορείς ηλεκτρικού φορτίου.
- Αγωγοί, μονωτές και η διαδικασία της ηλεκτρικής φόρτισης.
- Αλληλεπιδράσεις μεταξύ φορτίων, ο νόμος του Coulomb.

Λέξεις κλειδιά

- Ηλεκτρικό φορτίο, αγωγοί, μονωτές, ηλεκτρική φόρτιση, ηλεκτρόνιο, πρωτόνιο, νετρόνιο, ιόν, διατήρηση φορτίου, νόμος του Coulomb.

Περιεχόμενα ενότητας

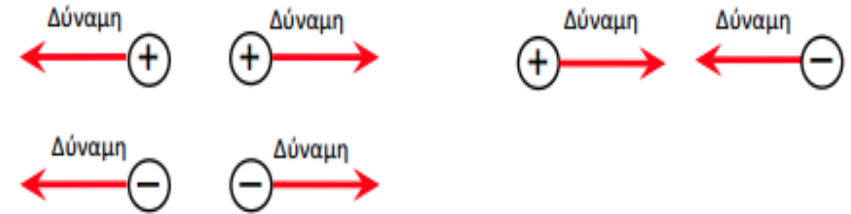
- Ηλεκτρικό φορτίο
- Αγωγοί – Μονωτές
- Ηλεκτρική φόρτιση
- Διατήρηση και κβάντωση ηλεκτρικού φορτίου
- Νόμος του Coulomb
- Παραδείγματα
- Βιβλιογραφία

Ηλεκτρικό φορτίο

- Η λέξη ηλεκτρικό προέρχεται από την ελληνική λέξη ήλεκτρον που σημαίνει κεχριμπάρι.
- Μεταξύ ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις.
- Πρώτος ο Θαλής ο Μιλήσιος (600 π.Χ.) παρατήρησε ότι κομμάτια ήλεκτρου που τρίβεται σε ύφασμα (ηλεκτρική φόρτιση) έλκει μικρά κομμάτια αχύρου. .
- Υπάρχουν δυο είδη φορτίων το **θετικό** και το **αρνητικό** ηλεκτρικό φορτίο.
- Μονάδα φορτίου: 1 Coulomb (C).

Ηλεκτρικό φορτίο

- Τα ομόσημα ηλεκτρικά φορτία απωθούνται
- Τα ετερόσημα ηλεκτρικά φορτία έλκονται



Η συνηθισμένη ύλη δομείται από τρία σωματίδια:

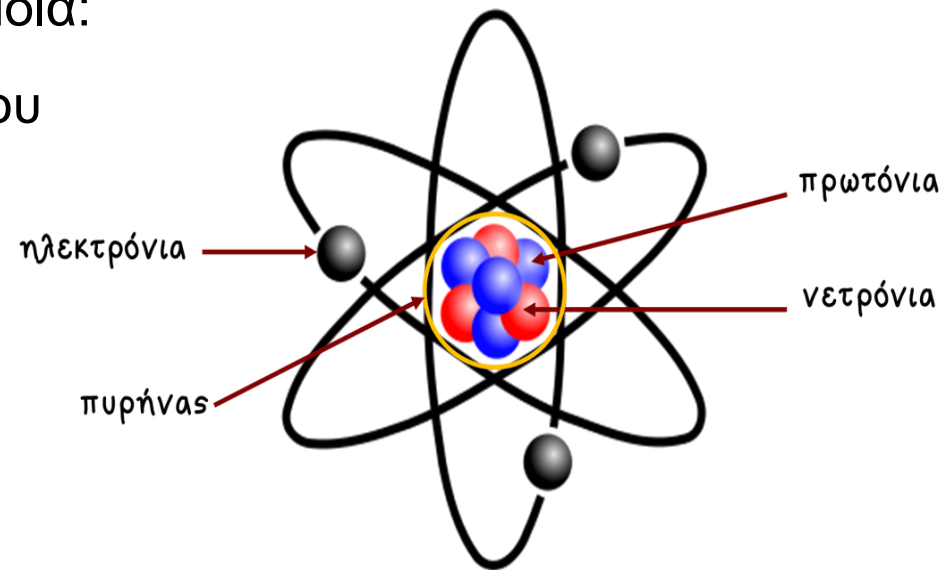
- Ηλεκτρόνιο (e): Φορέας του αρνητικού φορτίου

$$q_e = -1.6 \times 10^{-19} C$$

- Πρωτόνιο (p): Φορέας του θετικού φορτίου

$$q_p = 1.6 \times 10^{-19} C$$

- Νετρόνιο (n): Ηλεκτρικά ουδέτερο



- Ουδέτερο ονομάζεται το άτομο στο οποίο ο αριθμός ηλεκτρονίων ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων.
- Ως ιόν ονομάζεται το άτομο που φέρει ηλεκτρικό φορτίο.

Αγωγοί - Μονωτές

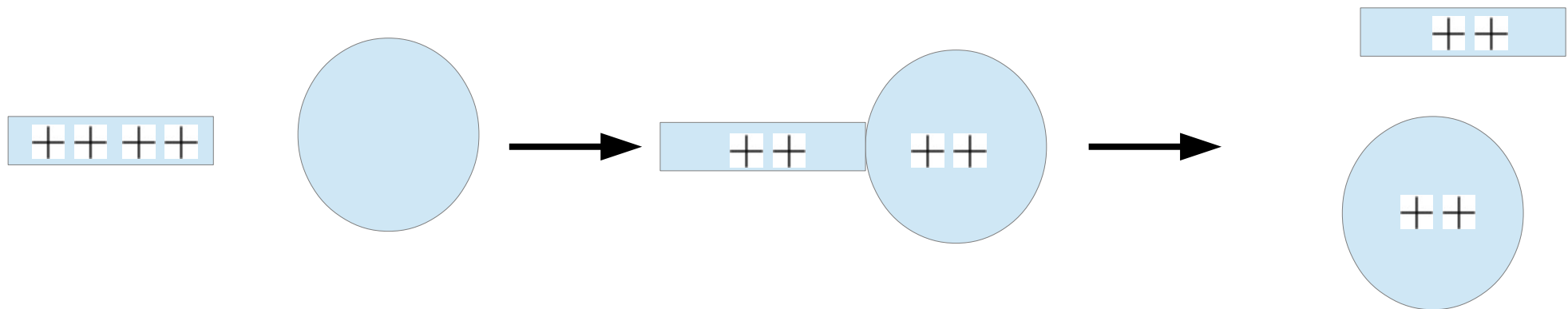
- Ως αγωγοί ονομάζονται τα υλικά, που επιτρέπουν την κίνηση φορτίου στο εσωτερικό τους με ευκολία. Τα περισσότερα μέταλλα είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.
- Ως μονωτές ονομάζονται τα υλικά στα οποία η κίνηση φορτίου γίνεται με δυσκολία.
- Υλικά τα οποία άλλοτε συμπεριφέρονται ως αγωγοί και άλλοτε ως μονωτές ονομάζονται ημιαγωγοί.

Συνηθισμένοι αγωγοί: Γραφίτης, άργυρος, χαλκός, χρυσός, ατσάλι, αλουμίνιο.

Συνηθισμένοι μονωτές: Καουτσούκ, ξύλο, ύφασμα, γυαλί, πλαστικό, κεραμικά.

Ηλεκτρική φόρτιση

- Η συνηθισμένη ύλη βρίσκεται σε ηλεκτρικά ουδέτερη μορφή
- Τρόποι μεταβολής ηλεκτρικού φορτίου (ηλεκτρική φόρτιση):
Τριβή, Επαγωγή, Επαφή.
- Φόρτιση με επαφή



Κατα την διαδικασία της ηλεκτρικής φόρτισης δεν δημιουργείται ηλεκτρικό φορτίο άλλα μεταφέρεται απο το ένα σώμα στο άλλο.

Διατήρηση και κβάντωση ηλεκτρικού φορτίου

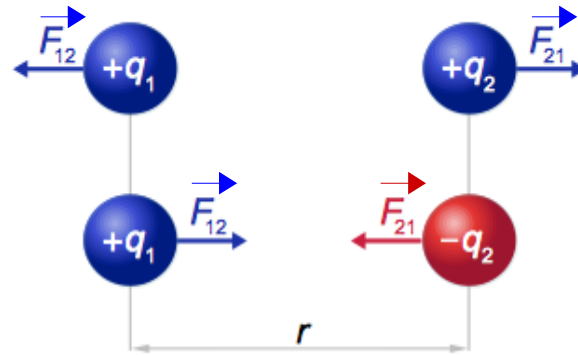
- **Αρχη διατήρησης φορτίου:** Το αλγεβρικό άθροισμα όλων των ηλεκτρικών φορτίων οποιουδήποτε κλειστού συστήματος παραμένει σταθερό.
Είναι αδύνατον να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί ηλεκτρικό φορτίο
- **Κβάντωση Ηλεκτρικού Φορτίου:** Κάθε ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου αποτελεί ακέραιο πολλαπλάσιο του φορτίου του ηλεκτρονίου.

Νόμος του Coulomb



Charles Augustin Coulomb
(1736-1806)

- Σημειακά φορτία q_1 και q_2 σε απόσταση r



- Νόμος του Coulomb:

$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

- Σταθερά Coulomb, $k \equiv \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \simeq 8,988 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

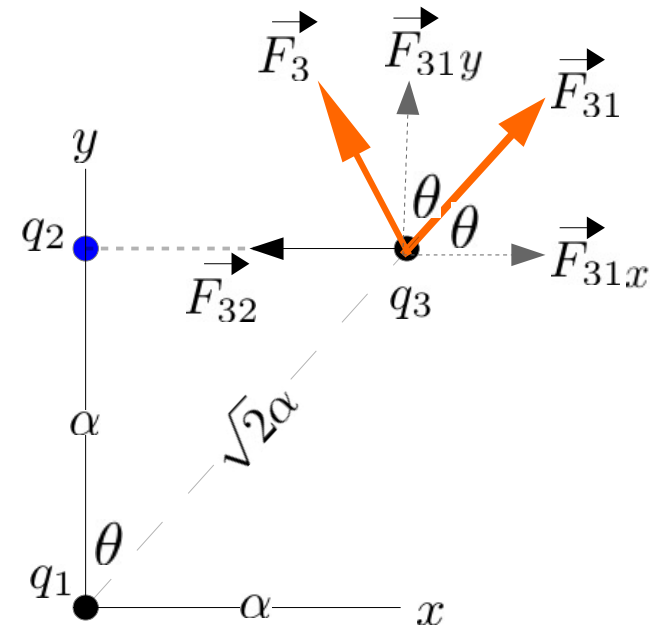
όπου ϵ_0 , η διηλεκτρική σταθερά του κενου.

- Η φορά της δύναμης Coulomb καθόρίζεται ανάλογα με το είδος των αλληλεπιδρούντων φορτίων.

Τα ομώνυμα φορτία απωθούνται
Τα ετερόνυμα φορτία έλκονται 10

Παραδείγματα

I. 3 σημειακά φορτία $q_1 = 5\mu C$, $q_2 = -2\mu C$ και $q_3 = 5\mu C$ τοποθετούνται όπως στο σχήμα. Υπολογίστε την συνολική δύναμη που δέχεται το φορτίο q_3 . ($\alpha = 0.1m$)



- Υπολογισμός μέτρου δυνάμεων που ασκούνται στο q_3

$$|\vec{F}_{32}| = k \frac{|q_3 q_2|}{\alpha^2} = (9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}) \frac{(5 \times 10^{-6}C)(2 \times 10^{-6}C)}{(0.1m)^2} = 9N$$

$$|\vec{F}_{31}| = k \frac{|q_3 q_1|}{(\sqrt{2}\alpha)^2} = (9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}) \frac{(5 \times 10^{-6}C)(5 \times 10^{-6}C)}{(\sqrt{2} 0.1m)^2} \simeq 11,2N$$
- Η συνισταμένη των δυνάμεων F_3 ισούται:

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{32} + \vec{F}_{31} = F_{32x}\hat{i} + F_{32y}\hat{j} + F_{31x}\hat{i} + F_{31y}\hat{j}$$

όπου,

$$F_{32x} = -|F_{32}| = -9N$$

$$F_{32y} = 0N$$

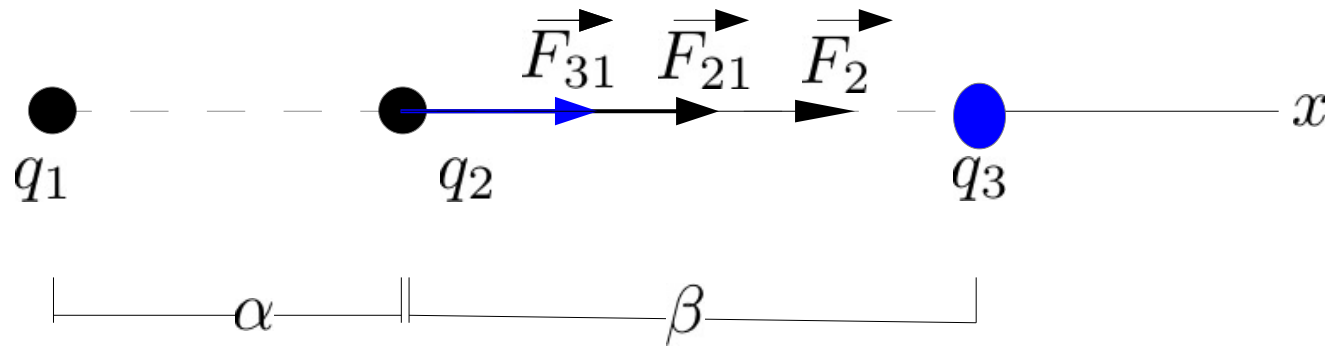
$$F_{31x} = |\vec{F}_{31}| \cos 45^\circ = 7,9N$$

$$F_{31y} = |\vec{F}_{31}| \sin 45^\circ = 7,9N$$

- Άρα $\vec{F}_3 = (-9\hat{i} + 0\hat{j} + 7.9\hat{i} + 7.9\hat{j})N = (-1.1\hat{i} + 7.9\hat{j})N$ 11

Παραδείγματα

II. 3 σημειακά φορτία $q_1 = 16\mu C$, $q_2 = 12\mu C$ και $q_3 = -24\mu C$ τοποθετούνται όπως στο σχήμα. Υπολογίστε την συνολική δύναμη που δέχεται το φορτίο q_2 ($\alpha = 1m, \beta = 2m$)



- Υπολογισμός μέτρου δυνάμεων που ασκούνται στο q_2

$$|\vec{F}_{21}| = k \frac{|q_2 q_1|}{\alpha^2} = \left(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right) \frac{(12 \times 10^{-6}C)(16 \times 10^{-6}C)}{(1m)^2} \simeq 1.7N$$

$$|\vec{F}_{32}| = k \frac{|q_2 q_3|}{\beta^2} = \left(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right) \frac{(12 \times 10^{-6}C)(24 \times 10^{-6}C)}{(2m)^2} \simeq 0.64N$$

- Η συνισταμένη των δυνάμεων \vec{F}_2 ισούται:

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{23} = |\vec{F}_{21}|\hat{i} + |\vec{F}_{23}|\hat{i} = 2.3\hat{i}N$$

Βιβλιογραφία

- Hugh D. Young , Πανεπιστημιακή Φυσική: τόμος Β', Εκδόσεις Παπαζήση, 1994
- Serway R. A., John W. Jewett, Φυσική για Επιστήμονες και Μηχανικούς - Ηλεκτρισμός και μαγνητισμός, Φώς και οπτική, Σύγχρονη φυσική, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2013