Ηλεκτρισμός

Η εικόνα που έχουμε για τα άτομα:

Πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια (p^+) θετικά φορτισμένα και από (n) νετρόνια, που δεν έχουν φορτίο.

Η μάζα του p^+ είναι περίπου ίση με την μάζα του n και είναι $1.7 \cdot 10^{-27}$ kgr ($m_p \simeq m_n \simeq 1.7 \cdot 10^{-27}$ kgr)

Τα ηλεκτρόνια σχηματίζουν ένα νέφος γύρω από τον πυρήνα.

Τα ηλεκτρόνια (e^-) και τα πρωτόνια (p^+) έχουν το ίδιο φορτίο $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19}$ C και ο αριθμός των e είναι ίσος με τον αριθμό των p όταν το άτομο είναι ουδέτερο.

Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι 1830 φορές μικρότερη από την μάζα του πρωτονίου ($m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kgr) Επομένως η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα.

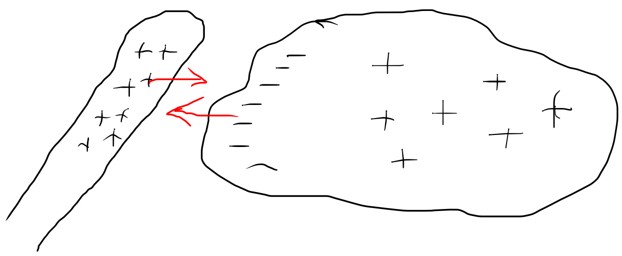
Ο πυρήνας έχει διάσταση ~ 10^{-12} cm ενώ το άτομο έχει διάσταση 10^{-8}cm. Επομένως αν βάλετε 10^{9} άτομα να ακουμπάει το ένα το άλλο στη σειρά θα πιάσουν 10cm.

Η αρχαία ελληνική λέξη για το κεχριμπάρι είναι «ηλεκτρον» ήταν γνωστό ότι αν τρίψεις κεχριμπάρι κολλάνε ξερά φύλλα επάνω του

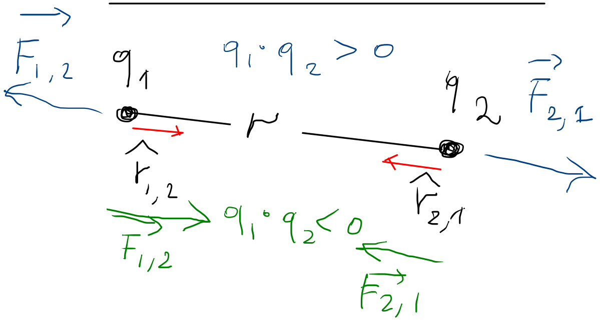
Ο Βενιαμίν Φραγκλίνος τον 18ο αιώνα εισήγαγε την έννοια του θετικού και του αρνητικού ηλεκτρικού ρευστού.

Οι «αγωγοί» είναι υλικά στα οποία ένα πολύ μικρό ποσοστό των ηλεκτρονίων δεν είναι συνδεμένα σε κάποιο συγκεκριμένο άτομο, αν και συνεισφέρουν στο να είναι το συνολικό φορτίο 0

Αν βάλω έναν αγωγό κοντά σε μια θετικά φορτισμένη ράβδο ο αγωγός και η ράβδος έλκονται



Νόμος Coulomb



Έστω δύο φορτία q_1 ; q_2 σε απόσταση r μεταξύ τους

η δύναμη F που ασκείται στο φορτίο q_1 εξαιτίας του φορτίου q_2 είναι

$$F_{1,2} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Έχει διεύθυνση την ευθεία που ενώνει το q_1 με το q_2 και φορά που καθορίζεται από το πρόσημο του γινομένου $q_1 \cdot q_2$

Η δύναμη F που ασκείται στο q_2 εξαιτίας του q_1 έχει ίδιο μέτρο, ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά.

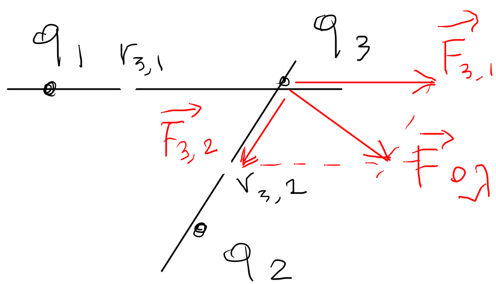
$$\vec{F}_{1,2} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \hat{r}_{2,1} \qquad \vec{F}_{2,1} = -k \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \hat{r}_{2,1} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}_{1,2}$$

Το $k = 9\cdot 10^{9}\,\frac{Nm^2}{C^2}$ αλλά το γράφουμε και έτσι:

$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ το ε_0 ονομάζεται διηλεκτρική σταθερά του κενού και $\varepsilon_0 = 8,854\cdot 10^{-12}$ ....

Αν έχω φορτία $q_1, q_2, q_3, \dots, q_\nu$ χρησιμοποιώ την αρχή της υπέρθεσης για να βρω την δύναμη που ασκείται σε ένα από αυτά εξαιτίας όλων των άλλων.

Παράδειγμα

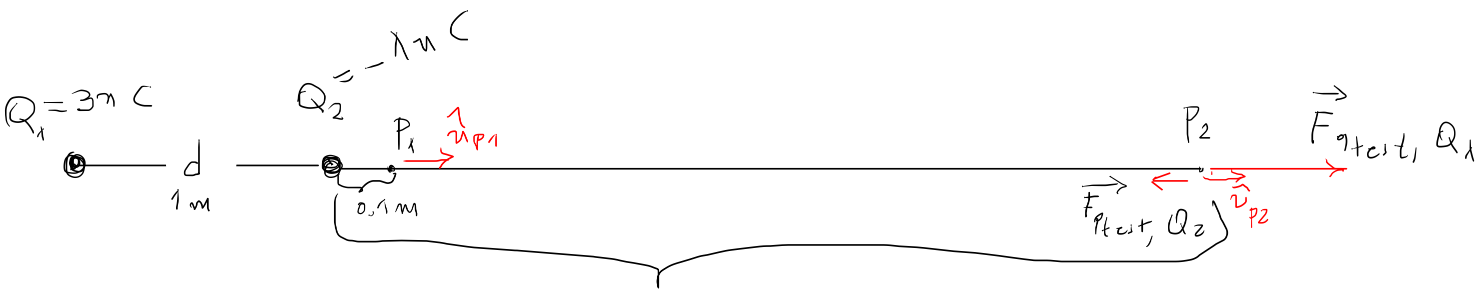


Η δύναμη που ασκείται στο q_3 εξαιτίας των q_1 και q_2 είναι η $\vec{F}_{ολ} = \vec{F}_{3,1} + \vec{F}_{3,2}$

(Έστω $q_1 q_3 > 0$ και $q_2 q_3 < 0$)

Παράδειγμα:

Έχω φορτίο $Q_1 = +3nC$ και φορτίο $Q_2 = -1nC$ $(1n = 10^{-9})$ πού έχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 1m$. Φέρνω ένα δοκιμαστικό φορτίο $q_{test} = 1C$ και το βάζω στο σημείο P_2 που είναι στην ίδια ευθεία με τα Q_1 και Q_2 αλλά σε απόσταση 10 m από το Q_2 και μετά στο σημείο P_1 που απέχει 0.1 m από το Q_2 πάνω στην ίδια ευθεία. Βρίσκω την δύναμη επάνω στο q_{test}.



Όταν το q_{test} είναι στο P_2 τότε η $\vec F_{q_{test},Q_1} = k\dfrac{Q_1 q_{test}}{(d+10m)^2}\hat u_{P2} = \dfrac{9\cdot 10^9\cdot 3\cdot 10^{-9}\cdot 1}{11^2} = \dfrac{27}{121}N = 0,223\,\hat u_{P2}$ N

η $\vec F_{q_{test},Q_2} = k\cdot\dfrac{Q_2 q_{test}}{10^2}\hat u_{P2} = \dfrac{9\cdot 10^9\cdot(-1)\cdot 10^{-9}\cdot 1}{10^2}\hat u_{P2} = -\dfrac{9}{100}\hat u_{P2}$ N

Άρα $\vec{F}_{ολ} = (0,223 - 0,09)\,N\,\hat{u}_{p2} = 0,133\,N\,\hat{u}_{p2}$

Αν πάρω ένα φορτίο $3nC - 1nC = 2nC$ σε απόσταση $10.5m$ από το q_{test} θα βρω $F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{(10,5)^2} = \frac{18}{110,25} = 0,163\,N$

Όταν το q_{test} είναι στο P_1, τότε

$$\vec{F}_{q_{test}, Q_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{(1.1)^2} \hat{u}_{P_1} = \frac{27}{1,21} \hat{u}_{P_1}\,N$$

$$\vec{F}_{q_{test}, q_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-1)10^{-9} \cdot 1}{(0,1)^2} \hat{u}_{P_1} = \frac{-9}{0.01} = -900\,\hat{u}_{P_1}\,N$$

$$\vec{F}_{ολ} = (-900 + 22,31)\,\hat{u}_{p1}\,N \simeq -900\,N\,\hat{u}_{p1}$$

Ηλεκτρικό Πεδίο

Έστω ότι σε ένα φορτίο q_{test} ασκείται συνολική δύναμη $\vec{F}$ εξαιτίας των φορτίων $Q_1, Q_2, \ldots, Q_N$, όταν το q_{test} βρίσκεται στο σημείο του χώρου P.

Ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P είναι το $\vec{E}_P = \dfrac{\vec{F}}{q_{test}}$.

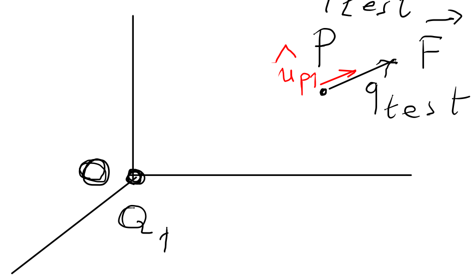
Το ηλεκτρικό πεδίο έχει μονάδες N/C

π.χ. αν έχω το φορτίο Q_1 στο σημείο O και φέρω το q_{test} στο σημείο P, η δύναμη που θα ασκηθεί στο q_{test} θα είναι:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 q_{test}}{|OP|^2}$$

, το πεδίο είναι

$$E_P = \frac{F}{q_{test}} = \frac{k\, Q_1}{|OP|^2}$$



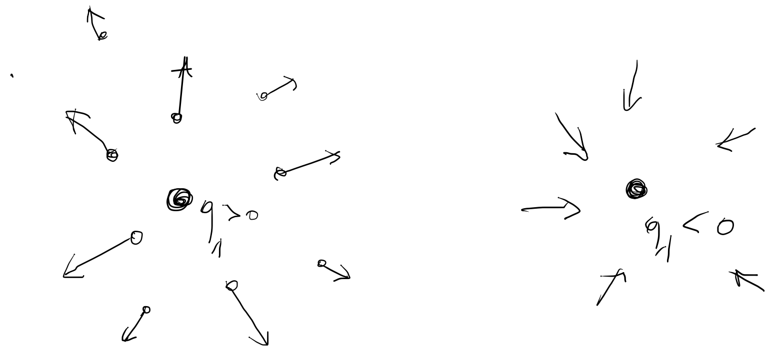
δηλαδή το q_{test} «εξαφανίσθηκε» από τον χώρο του ηλεκτρικού πεδίου.

Η δύναμη $\vec{F}_{q_{test}}$ που θα ασκηθεί στο q_{test} αν βρεθεί στο σημείο P θα είναι $\vec{F}_{q_{test}} = q_{test} \cdot \vec{E}_P$

Στην περίπτωση που το $\vec{E}$ δημιουργείται από το φορτίο Q_1 που βρίσκεται στο σημείο O

Το $\vec{E}_P = k \cdot \dfrac{Q_1}{|OP|^2} \hat{u}_{P1}$

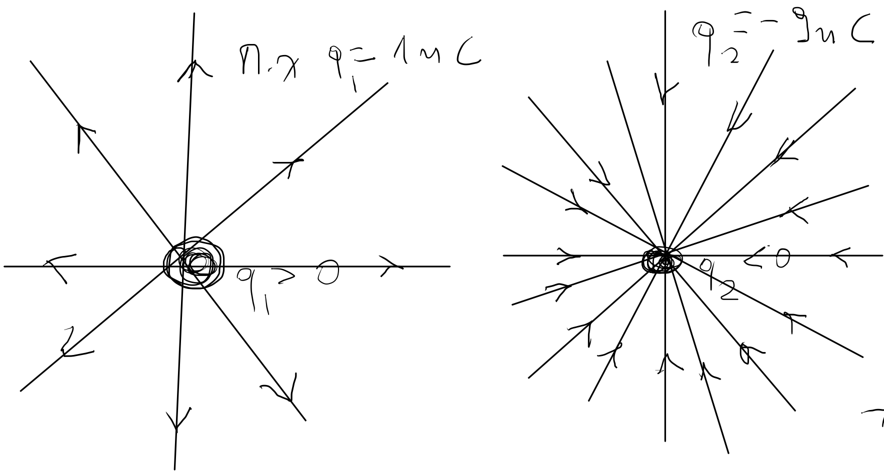
Εικόνες Ηλεκτρικού πεδίου



Ένας τρόπος απεικόνισης του ηλεκτρικού πεδίου είναι οι δυναμικές γραμμές

Πως τις σχεδιάζουμε;

(α) Το διάνυσμα του ηλεκτρικού πεδίου εφάπτεται σε κάθε σημείο μιας δυναμικής γραμμής



(β) Η φορά του ηλεκτρικού πεδίου συμπίπτει με το βέλος της δυναμικής γραμμής

(γ) Ο αριθμός των γραμμών που σχεδιάζουμε είναι ανάλογος του μεγέθους του φορτίου.