FI 33A sec. 2

Electromagnetismo

Prof: Boris Chornik

Electrostática

En la antigüedad: Tales de Mileto

Siglo XVI: Gilbert

Triboelectricidad

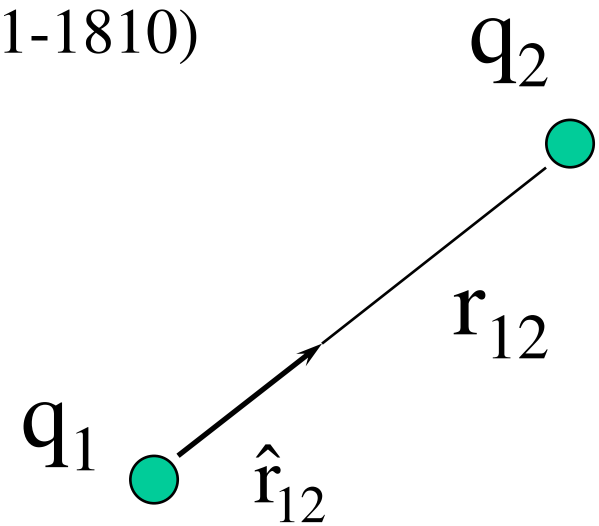
Ley de Coulomb

Charles Agustin Coulomb (francés) (1736-1806)

John Robison (escocés) (1739-1805)

Henry Cavendish (inglés) (1731-1810)

$$\vec{F}_{12} = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$$



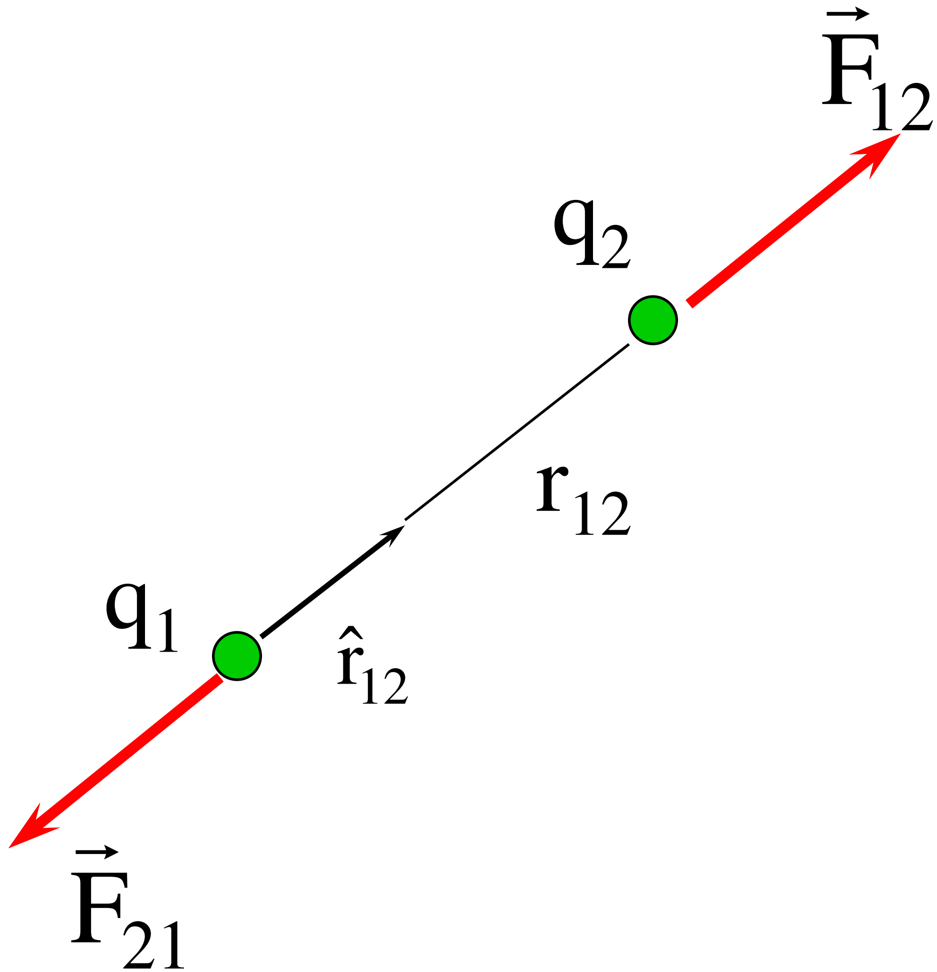
Ley experimental

~ 1785–1789

$$\hat{r}_{12} = -\hat{r}_{21}$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

$$\boxed{\vec{F}_{12} = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}}$$



$$\vec{F}_{12} = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$$

$$\boxed{\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

Unidad de carga: Coulomb [C]

$K = 8.988 \times 10^9$ [Nm^2/C^2] *Medido experimentalmente*

$\varepsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12}$ [C^2 / Nm^2]

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$$

Acerca de la unidad de carga (Coulomb)

Definición:

En el proceso electroquímico de depositar 1 mol de Ag (107.87 gr) se emplean 96484.56 C

Ejemplo: Calcular la carga del electrón

1 mol $\Rightarrow$ N_A átomos

N_A = Número de Avogadro $N_A = 6.022137 \times 10^{23}$ átomos/mol

$$N_A = 6.022137 \times 10^{23} \text{ átomos/mol}$$

$$96484.56 = N_A \times e$$

$$e = \frac{96484.56}{N_A} = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^{x}}\hat{r}_{12}$$

$x = 2 \pm 10^{-16}$: *resultado experimental*

Superposición de fuerzas.

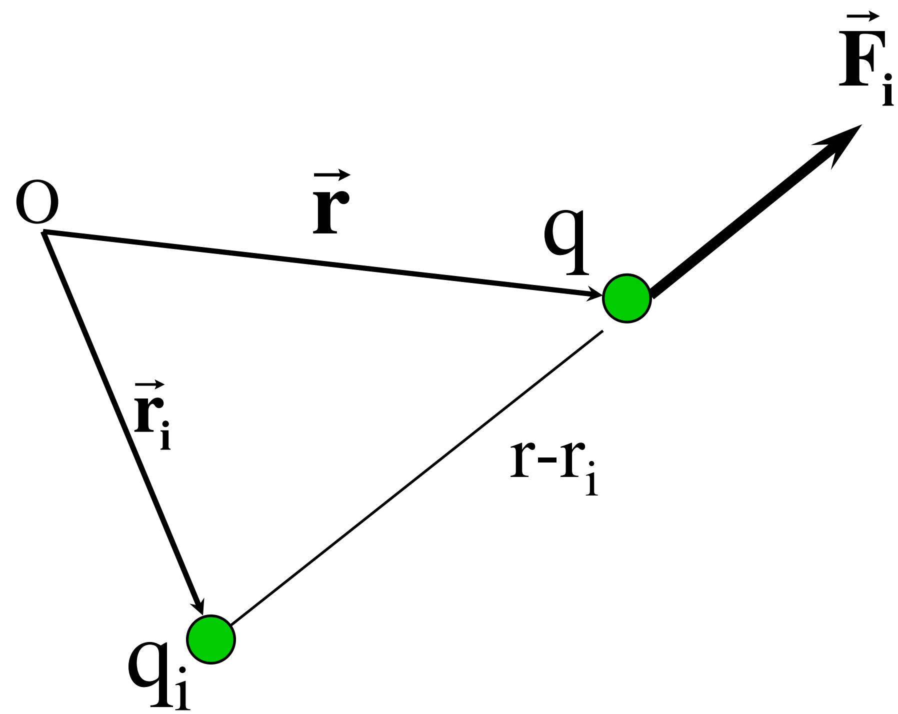
$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$$

Principio de superposición.

Varias cargas q_i $\quad$ $i = 1 \ldots n$ actuando sobre la carga q

$$\vec{F}_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q \cdot q_i\,(\vec{r}-\vec{r}_i)}{\left|\vec{r}-\vec{r}_i\right|^3}$$

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^{n}\vec{F}_i$$



Problemas:

Utilizar las leyes de la mecánica más las fuerzas eléctricas.

Masa del electrón: $m_e = 0.911 \times 10^{-30}$ kg

Carga eléctrica del electrón = -e ; $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

Masa del protón: $m_p = 1836\ m_e = 1.672 \times 10^{-28}$ kg

Carga eléctrica del protón = +e

Comparación de fuerzas eléctricas con gravitatorias

Atractivas o repulsivas

Atractivas

Dos electrones:

$$\mathbf{F_e} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathbf{e}^2}{\mathbf{r}^2}$$

$$\mathbf{F_g} = \mathbf{G}\frac{\mathbf{m_e}^2}{\mathbf{r}^2}$$

$$\mathbf{G} = 6.67\times10^{-11}$$

$$\frac{\mathbf{F_e}}{\mathbf{F_g}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{\mathbf{G}}\frac{\mathbf{e}^2}{\mathbf{m_e}^2}$$

$$= \frac{8.988\cdot10^9}{6.67\cdot10^{-11}}\cdot\frac{1.6^2\cdot10^{-38}}{0.911^2\cdot10^{-60}}$$

$$= 4.156\cdot10^{42}$$

Problema: Interacción de una molécula de H_2 con una partícula α.

(Considerar sólo fuerzas entre los núcleos)

$$\mathbf{r} = \sqrt{\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4} \qquad \cos\alpha = \mathbf{x}/\mathbf{r}$$

$$\mathbf{F_x} = \frac{2 \cdot \mathbf{e} \cdot 2\mathbf{e} \cdot \cos\alpha}{4\pi\varepsilon_0 \cdot \mathbf{r}^2} = \frac{\mathbf{e}^2 \cdot \cos\alpha}{\pi\varepsilon_0 \cdot \mathbf{r}^2}$$

$$\mathbf{F_x} = \frac{\mathbf{e}^2 \cdot \mathbf{x}}{\pi\varepsilon_0 \cdot (\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4)^{3/2}} = \frac{\mathbf{e}^2}{\pi\varepsilon_0} \cdot \mathbf{x} \cdot (\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4)^{-3/2}$$

$$\frac{\mathbf{dF}}{\mathbf{dx}} = \frac{\mathbf{e}^2}{\pi\varepsilon_0}\left[(\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4)^{-3/2} - \frac{3}{2}\cdot\mathbf{x}\cdot(\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4)^{-5/2}\cdot 2\mathbf{x}\right]$$

$$= \frac{\mathbf{e}^2}{\pi\varepsilon_0}\cdot(\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4)^{-5/2}\cdot(\mathbf{x}^2 + \mathbf{a}^2/4 - 3\mathbf{x}^2)$$

$$\left.\frac{\mathbf{dF}}{\mathbf{dx}}\right|_{\mathbf{x}=\mathbf{x_m}} = 0 \qquad \Rightarrow \qquad -2\mathbf{x}_\mathbf{m}^2 + \mathbf{a}^2/4 = 0$$

$$\mathbf{x}_\mathbf{m}^2 = \mathbf{a}^2/8$$

$$\mathbf{x}_\mathbf{m} = \frac{\mathbf{a}}{\sqrt{8}} \approx 0.35\cdot\mathbf{a}$$