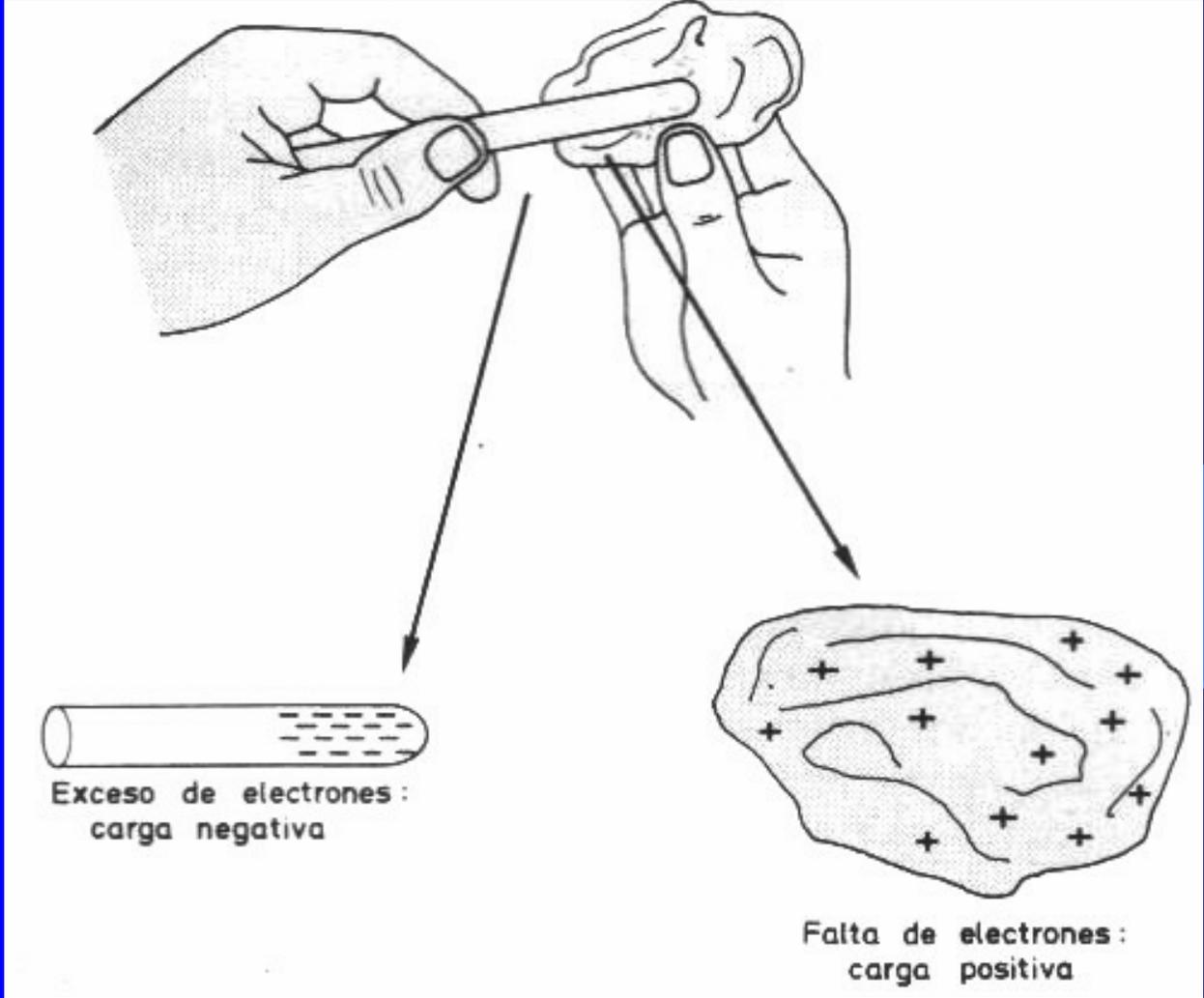


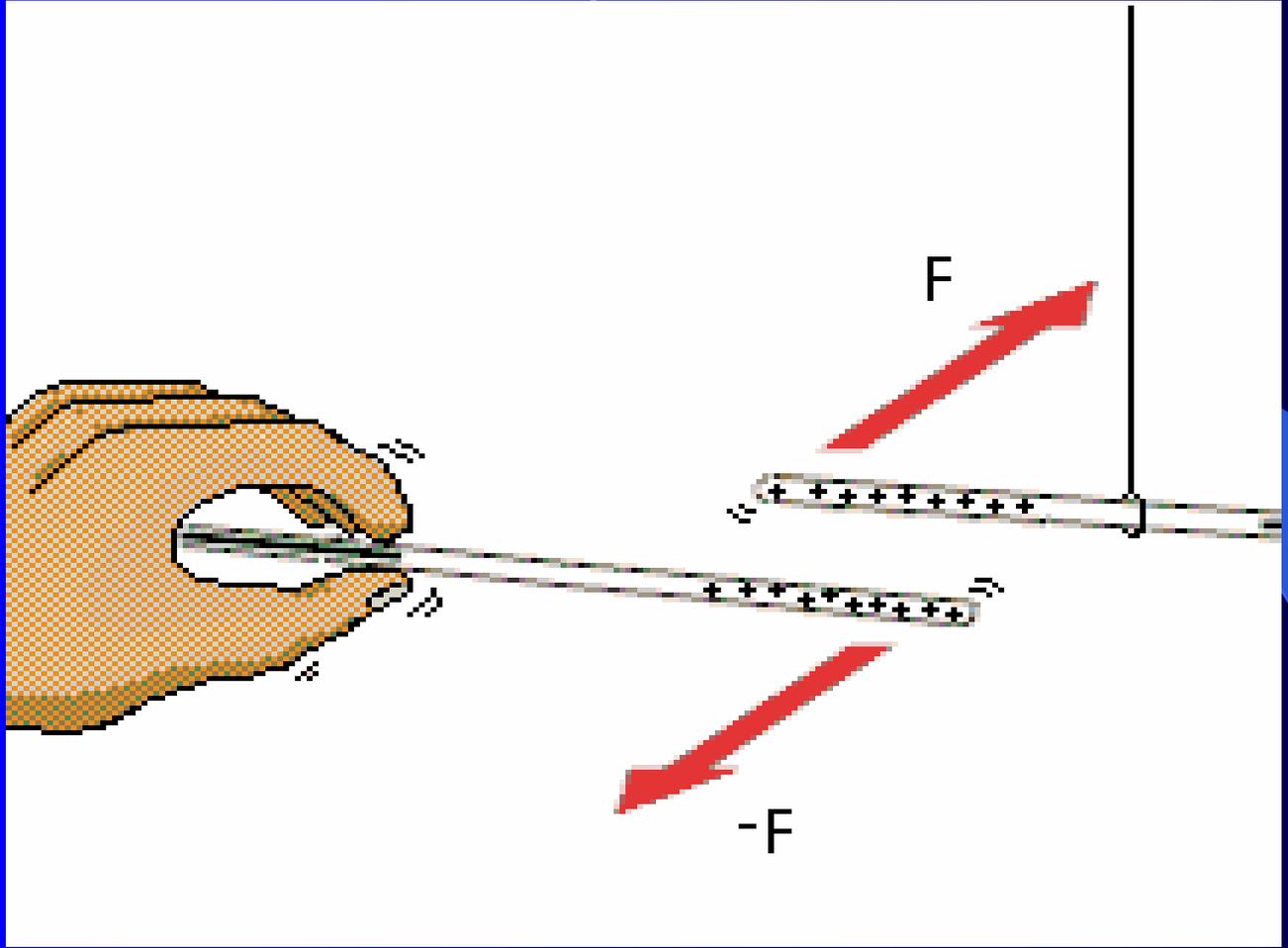
La naturaleza es neutra

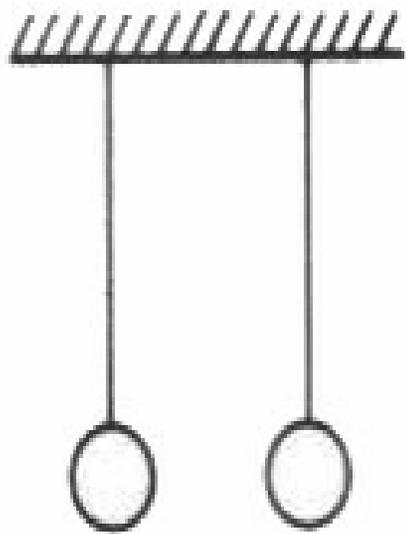
- ♣ Los átomos poseen igual número de protones que electrones
- ♣ Si un átomo pierde electrones adquiere carga +
- ♣ Si un átomo gana electrones adquiere carga -

Carga elemental

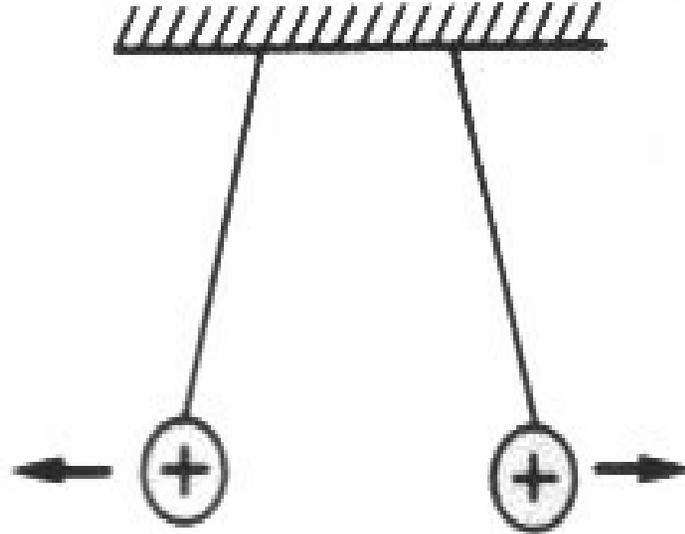
$$\begin{array}{l} \text{Carga protón} \\ \text{Carga } e \end{array} \quad = \quad \begin{array}{l} 1,6 \times 10^{-19} \text{ Coulomb} \\ - 1,6 \times 10^{-19} \text{ Coulomb} \end{array}$$



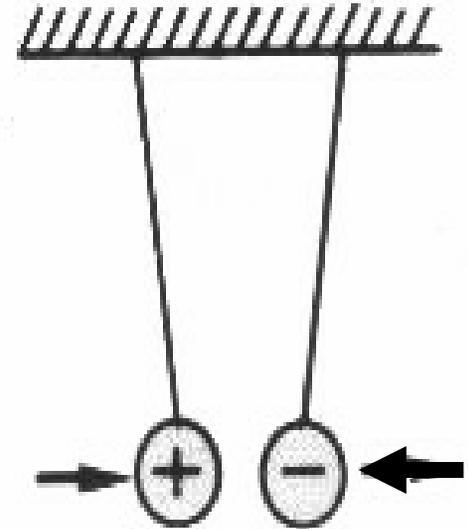




a) Sin carga inmóviles



b) Cargas iguales se repelen



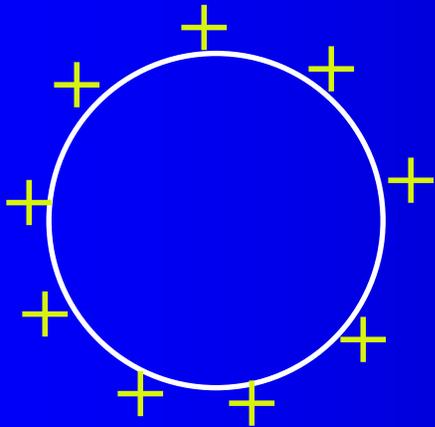
c) Cargas diferentes se atraen

- ♣ Fuerzas que ligan los electrones al átomo.
- ♣ Fuerzas que ligan los átomos entre si para formar moléculas.
- ♣ Fuerzas que ligan los átomos o moléculas para formar líquidos o sólidos.

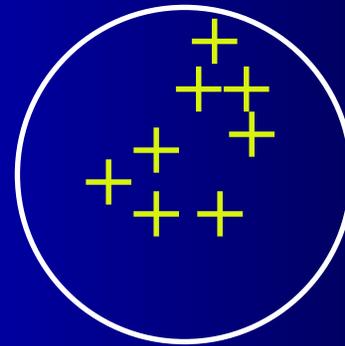
Fuerzas eléctricas

Si un cuerpo adquiere carga eléctrica, pueden suceder que:

- ♣ la carga eléctrica se distribuya uniformemente en toda la superficie del cuerpo
- ♣. la carga eléctrica quede distribuida en el lugar donde inicialmente se depositó

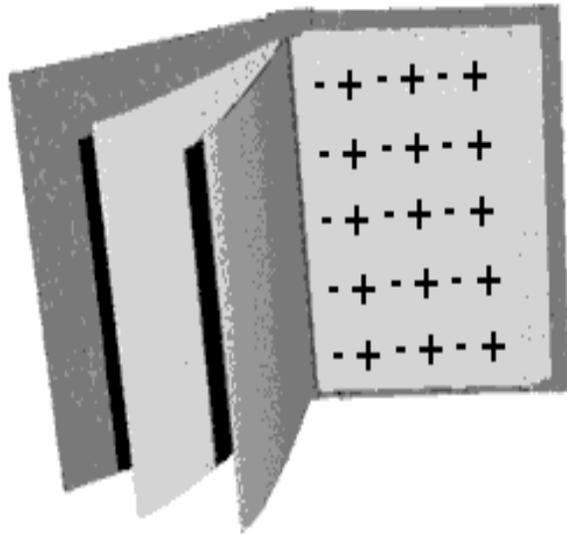


a) conductores

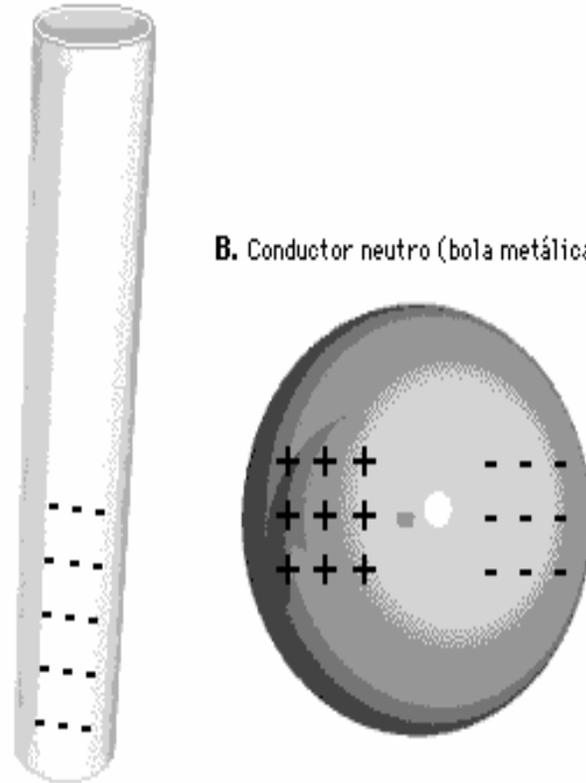


b) no conductores o aislante

C. No conductor neutro (papel)



B. Conductor neutro (bola metálica)

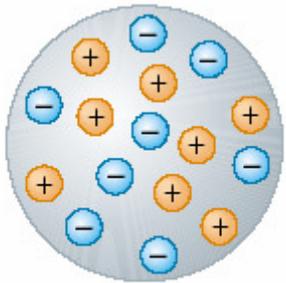


Conductores y Aisladores

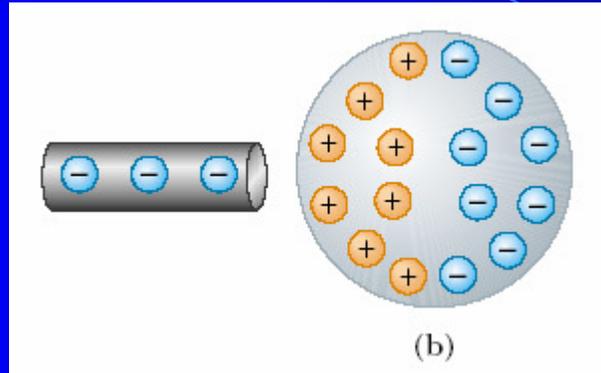
- Los conductores son materiales en que las cargas eléctricas tienen libertad de movimiento.
- En los aisladores, las cargas tienen mucha dificultad para moverse (*)

(*) Depende del potencial aplicado.

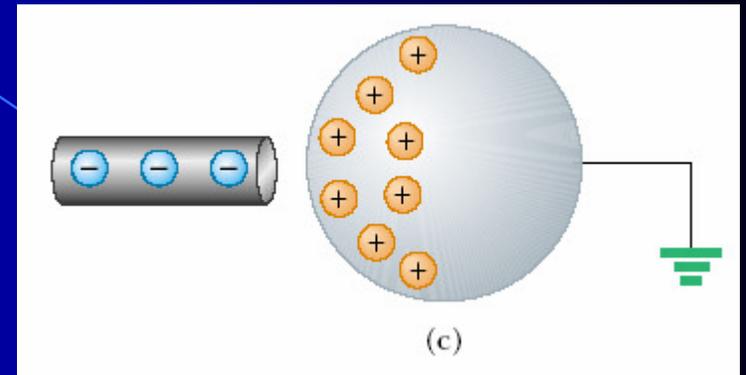
Carga por inducción



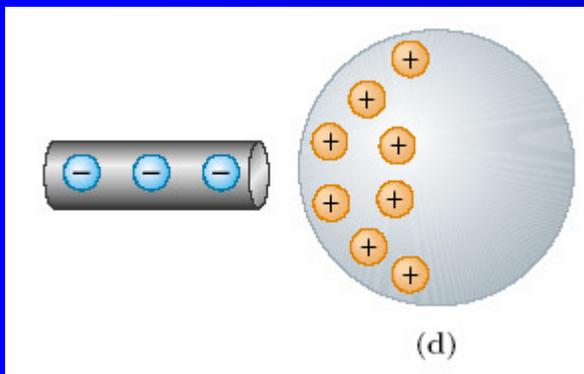
(a)



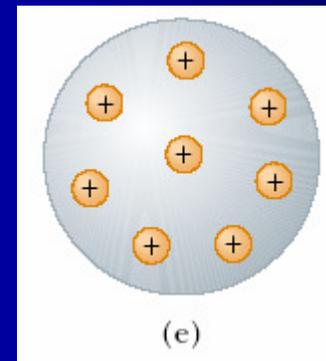
(b)



(c)



(d)



(e)

Densidad de carga

- Volumetrica

$$\rho \equiv \frac{Q}{V}$$

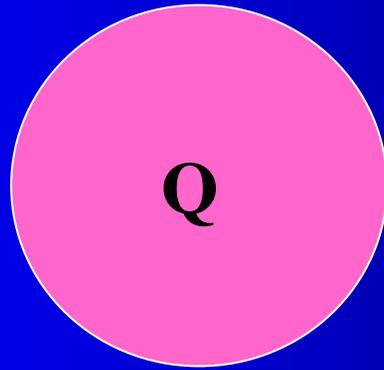
- Superficial

$$\sigma \equiv \frac{Q}{A}$$

- Lineal

$$\lambda \equiv \frac{Q}{\ell}$$

Campo eléctrico

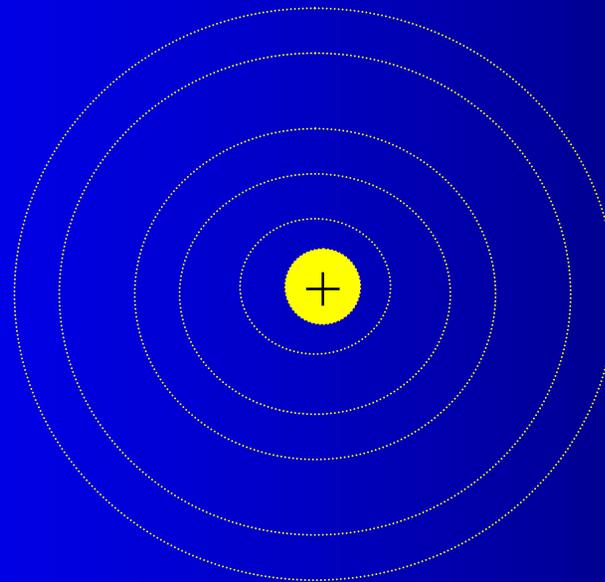
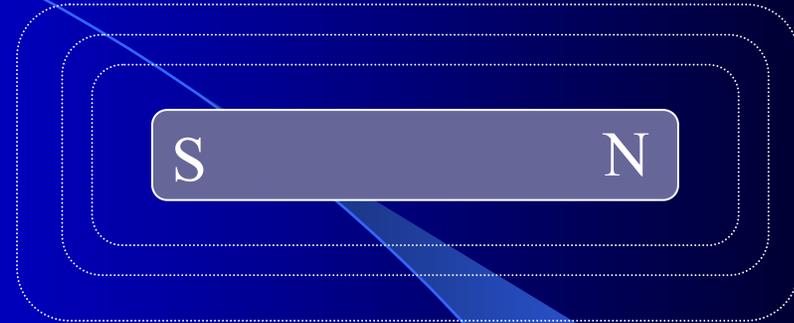


Un cuerpo eléctricamente cargado modifica las propiedades físicas de su entorno creando un *campo eléctrico*

Campo gravitacional



Campo magnético



Campo eléctrico

Campo Eléctrico

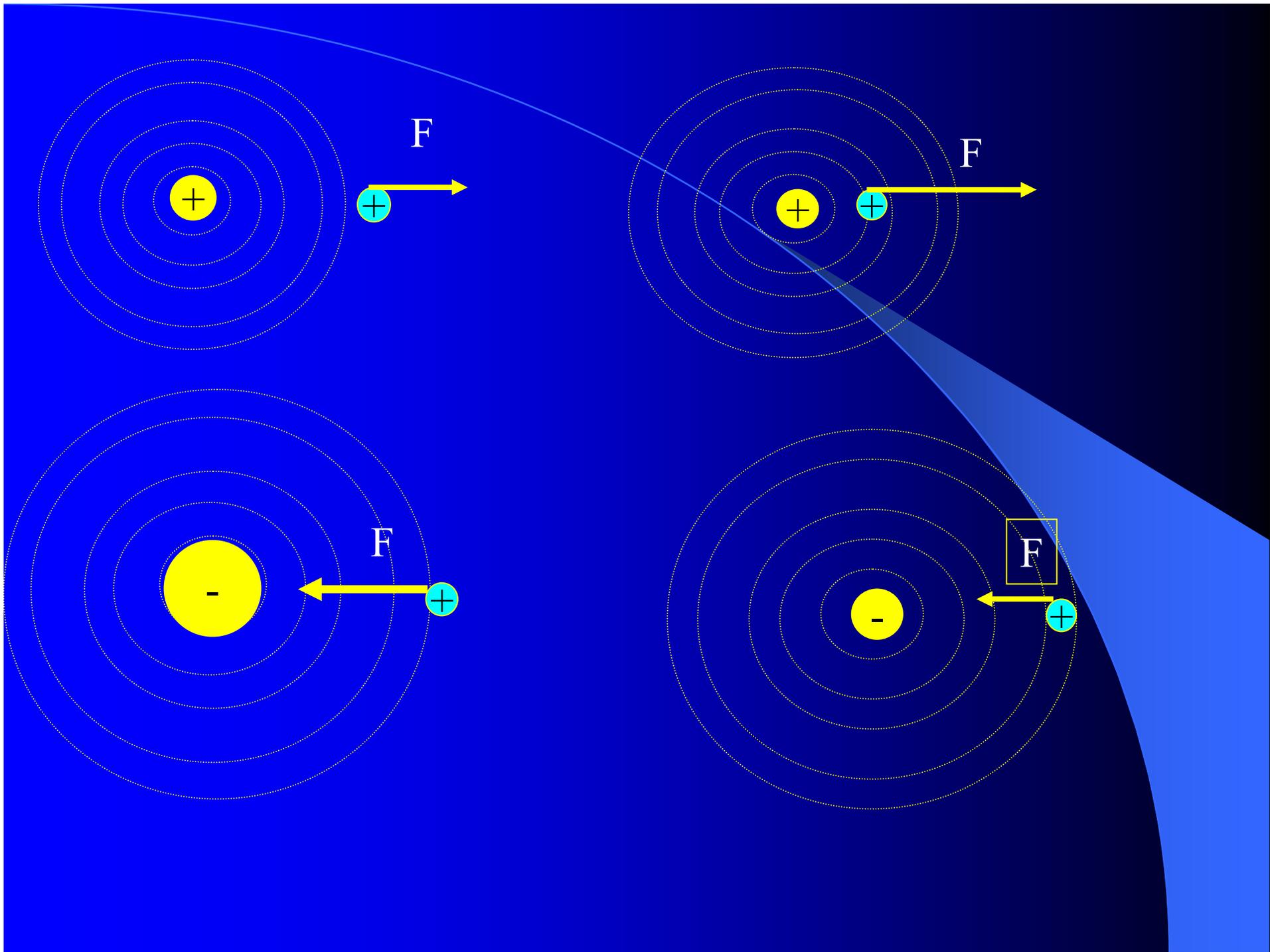
El efecto producido por un cuerpo cargado en su entorno lo denominamos **Campo Eléctrico**.

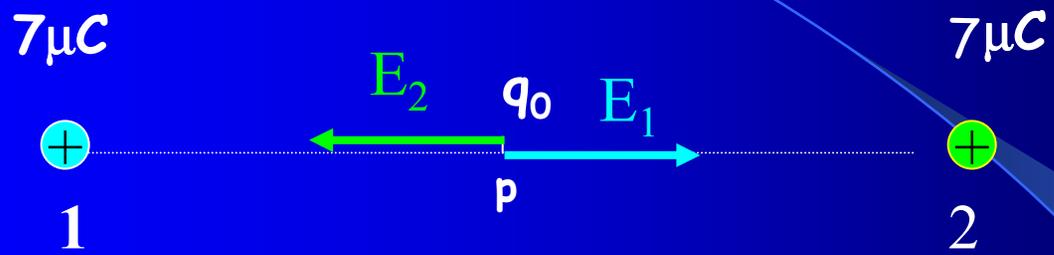
\vec{E} = Intensidad del campo eléctrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad \begin{matrix} [\text{N}] \\ [\text{C}] \end{matrix} \quad \text{vector}$$

Carga de prueba q_0

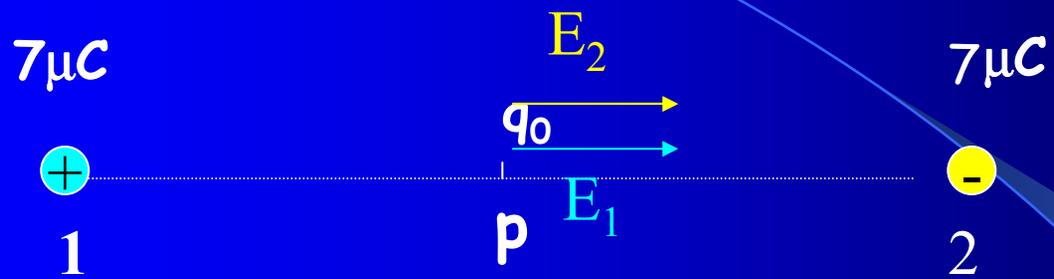
- ♣ pequeña
- ♣ positiva





$$E_{\text{t}} = E_1 - E_2$$

$$E_{\text{t}} = 0$$



$$\mathbf{E}_t = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2$$

$7\mu\text{C}$



1

$7\mu\text{C}$



2

$7\mu\text{C}$



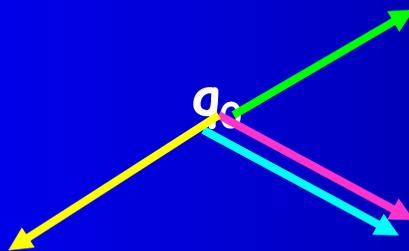
3

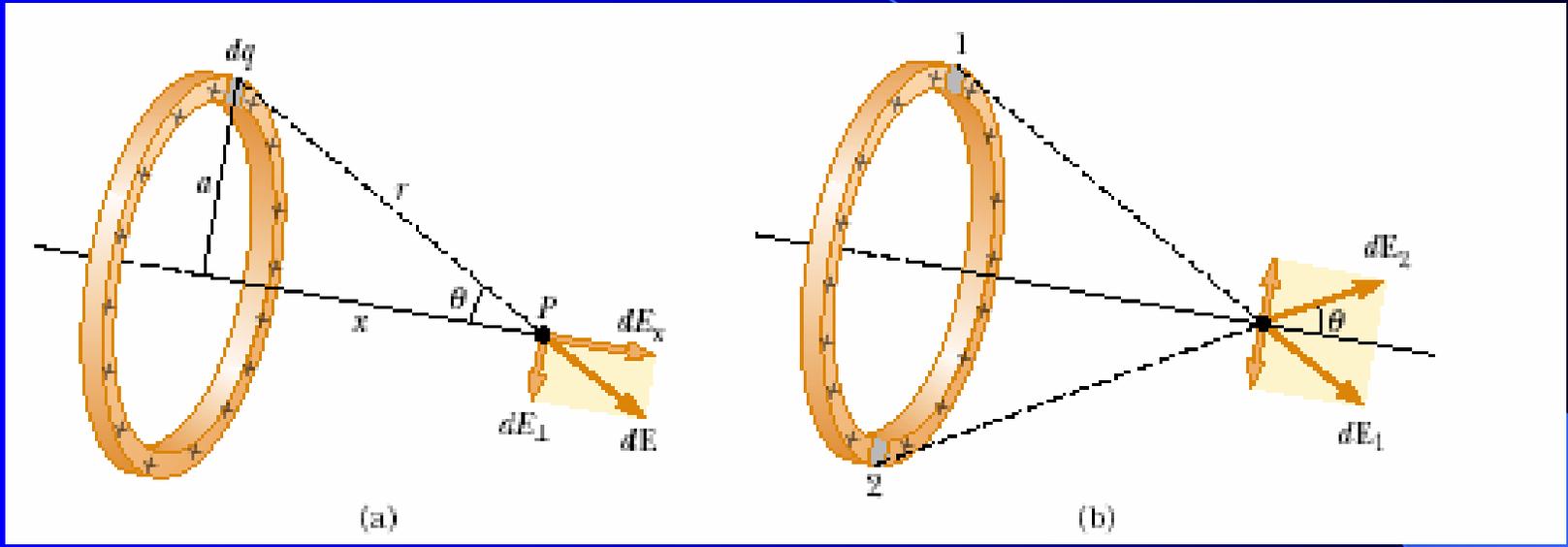
$-7\mu\text{C}$



4

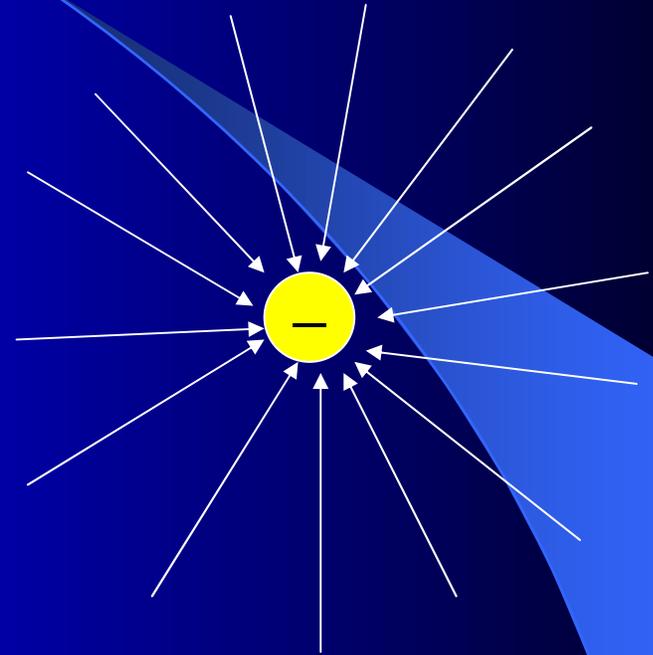
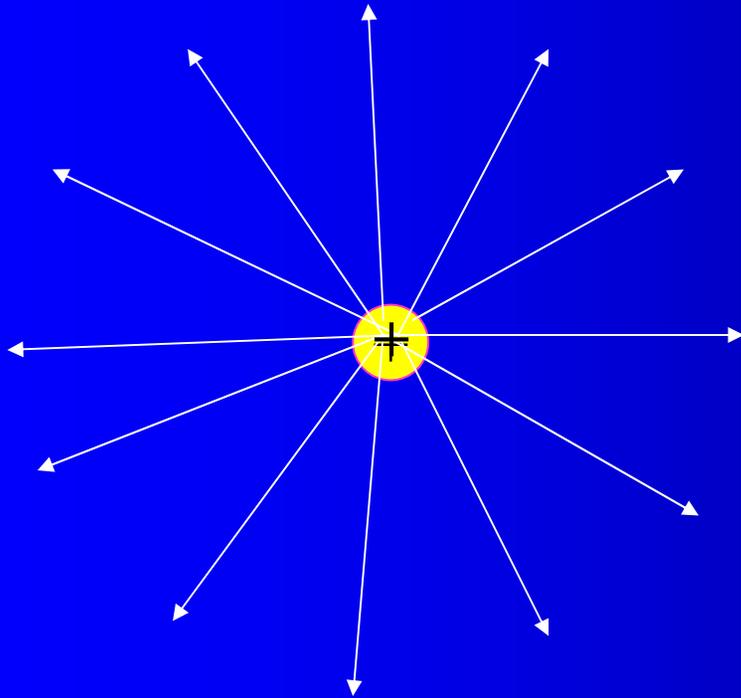
q_c



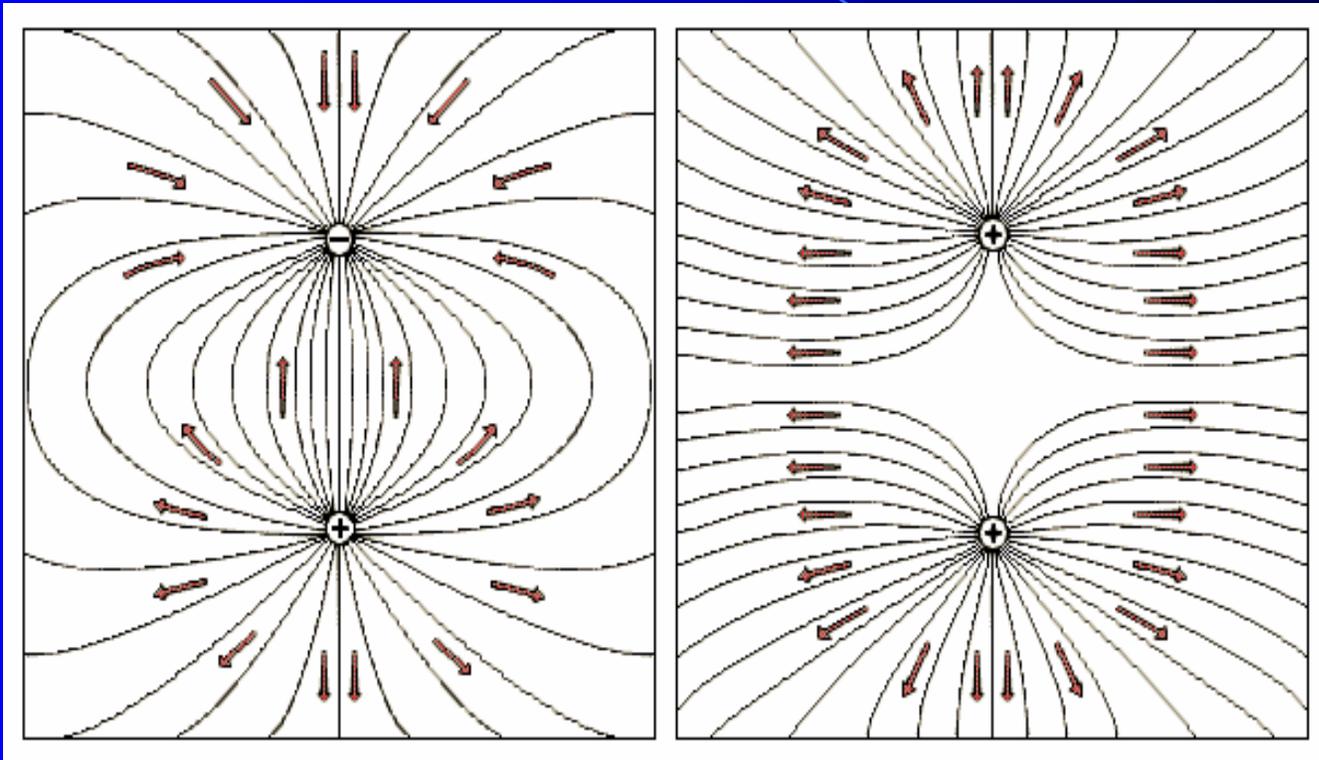


LINEAS DE FUERZA

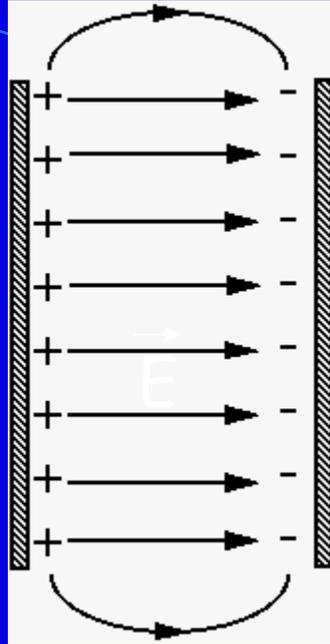
Michael Faraday (1791 - 1867)



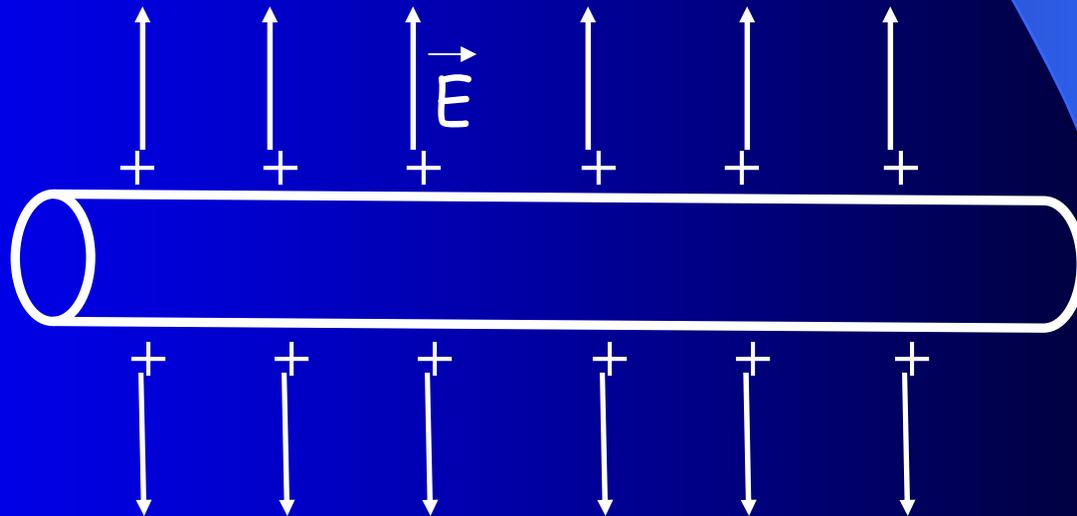
La tangente a una línea de fuerza en un punto cualquiera da la dirección del \mathbf{E} en ese punto



Placas
paralelas

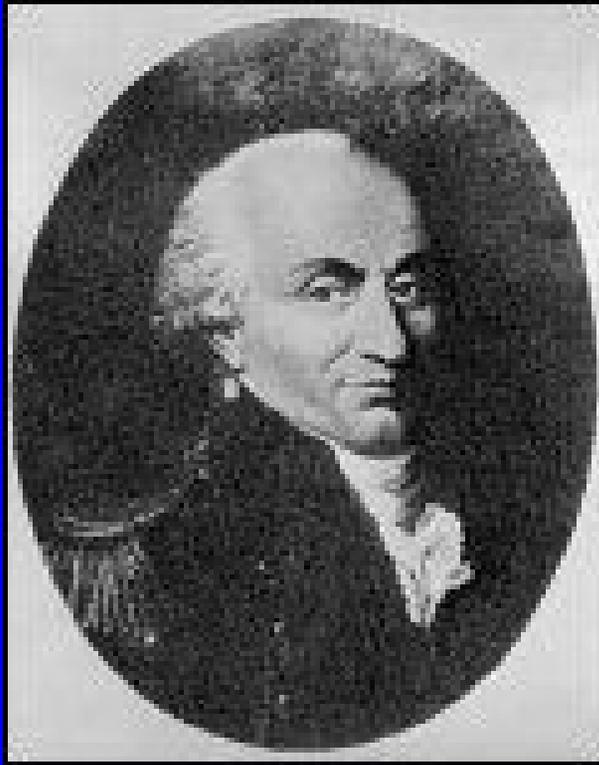


Conductor
lineal

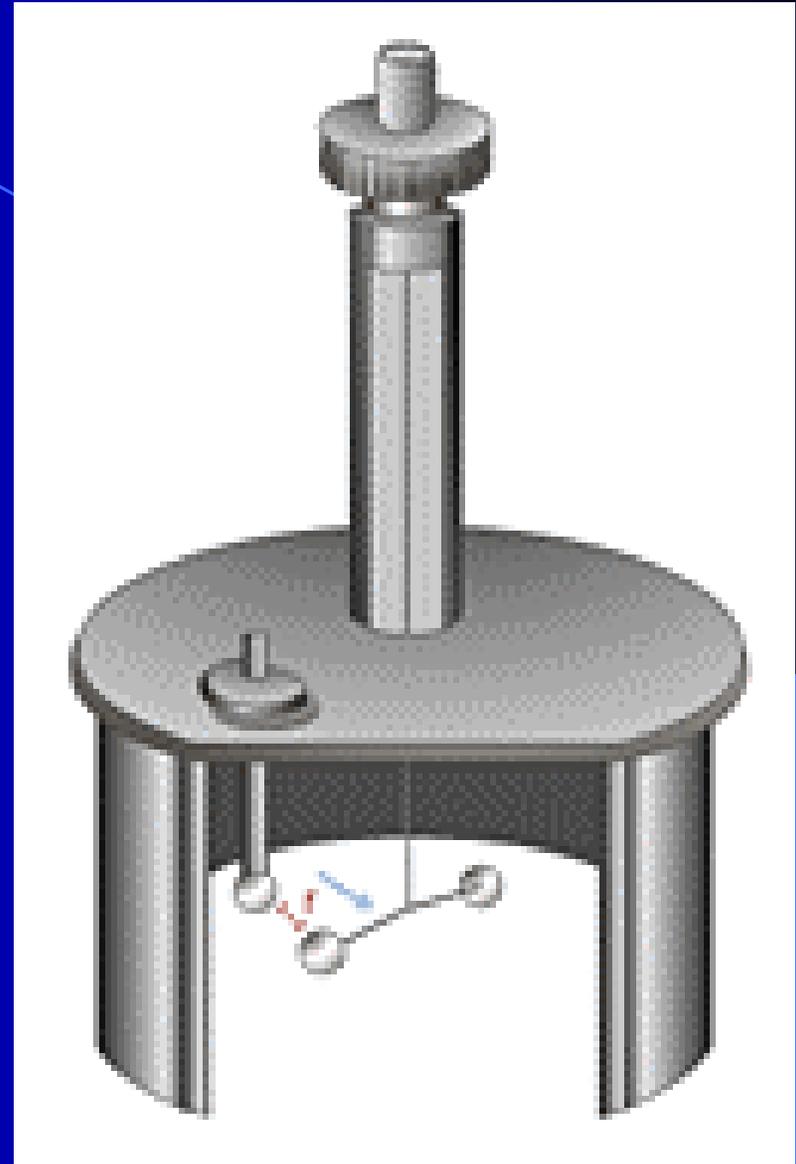


Líneas de Fuerza

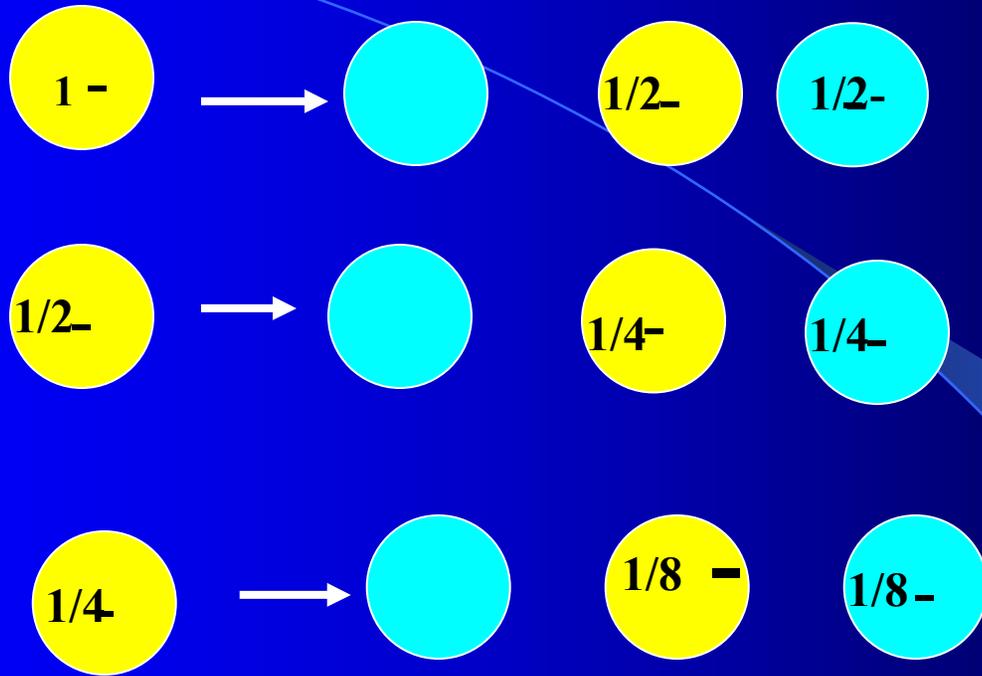
- 1.- Las líneas comienzan en cargas positivas y terminan en cargas negativas
- 2.- El número de líneas trazadas es proporcional a la carga
- 3.- Ningún par de líneas de fuerza puede cruzarse mutuamente
- 4.- El vector de campo eléctrico E , es tangente a las líneas de fuerzas
- 5.- El número de líneas por unidad de área es proporcional a la intensidad del campo eléctrico



Charles Auguste de Coulomb
(1736- 1806)



(1785) Academia Francesa de Ciencias



$$F \propto q_1 \cdot q_2$$

Ley de Coulomb

$$F \propto q_1 q_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

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

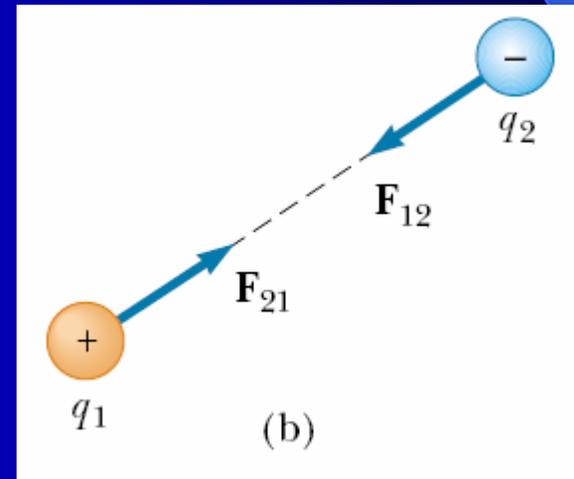
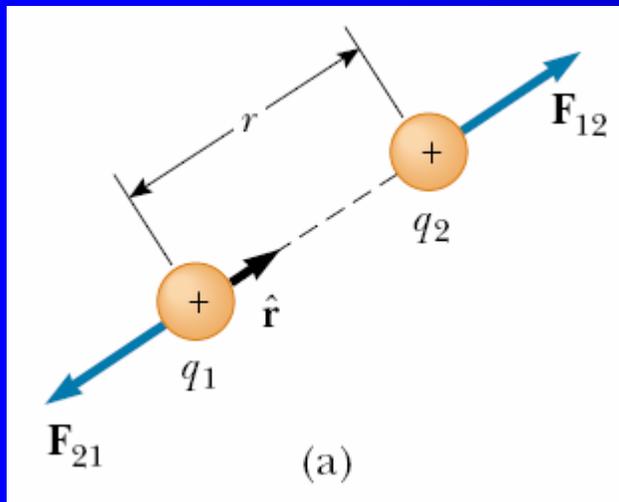
$$K = 9 \times 10^9 \text{ [Nm}^2\text{/C}^2\text{]}$$

$$K = 1 / 4\pi\epsilon_0 \text{ [Nm}^2\text{/C}^2\text{]}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{/N.m}^2$$

Ley de Coulomb (forma vectorial)

$$\mathbf{F}_{12} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$



$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6,7 \times 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{Kg}^2}$$

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

$$K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{coul}^2}$$

Calcular para el átomo de hidrógeno las magnitudes de la fuerza eléctrica de atracción (F_e) y de la fuerza de atracción de masas (F_g) entre el protón que se encuentra en el núcleo y el electrón de en su envoltura.

	Masa	carga	
protón	$1,67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$	$1,60 \times 10^{-19}$	coulomb
electrón	$9,11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$	$-1,60 \times 10^{-19}$	coulomb

radio Hidrógeno $5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad G = 6,7 \times 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{Kg}^2}$$

$$F_e = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{coul}^2}$$

$$F_g = 3,6 \times 10^{-47} \text{ [N]}$$

$$F_e = 8,2 \times 10^{-8} \text{ [N]}$$

$$F_e/F_g = 2,3 \times 10^{39}$$

¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico en el punto **p** a 25 cm de una carga puntual de $5 \mu\text{C}$?

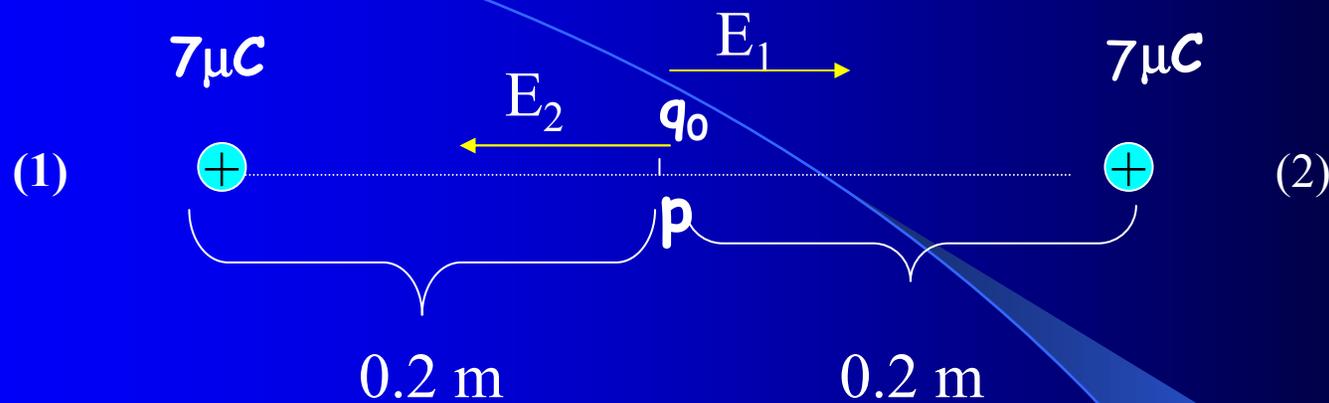


$$\vec{E} = \vec{F}/q_0 \qquad \vec{F} = K q_1 q_0 / r^2$$

$$\vec{E} = K q_1 q_0 / r^2 / q_0$$

$$\vec{E} = K q_1 / r^2$$

$$\begin{aligned} \vec{E} &= 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} / (0,25)^2 \\ &= 7,2 \times 10^5 \text{ N/C} \end{aligned}$$



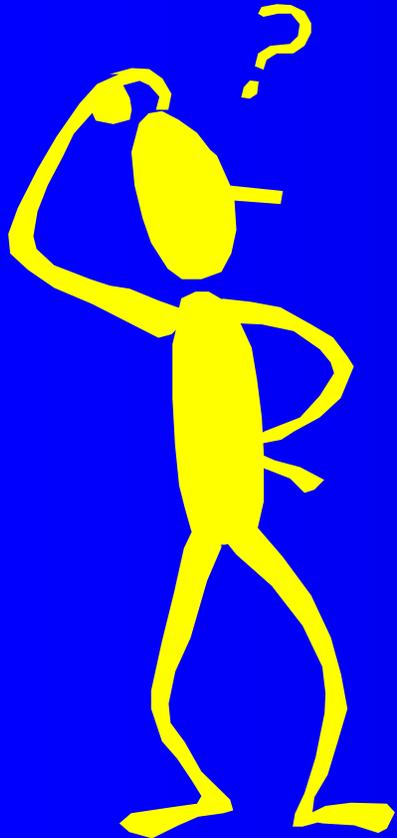
$$E = E_1 + E_2$$

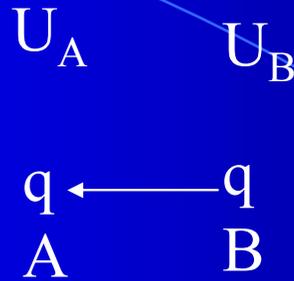
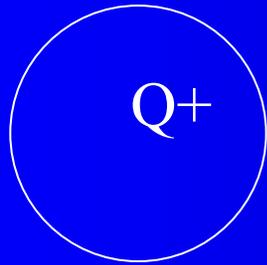
$$E = K q_1/r_1^2 - K q_2/r_2^2$$

$$E = 0$$

$$E = K q/r^2$$

¿Cuánto trabajo debemos realizar para poner una carga eléctrica en el entorno donde existe un campo eléctrico?





$$W_{B-A} = U_A - U_B$$

$$\frac{U_A = V_A}{q}$$

$$\frac{U_B = V_B}{q}$$

$$W_{B-A} = V_A q - V_B q$$

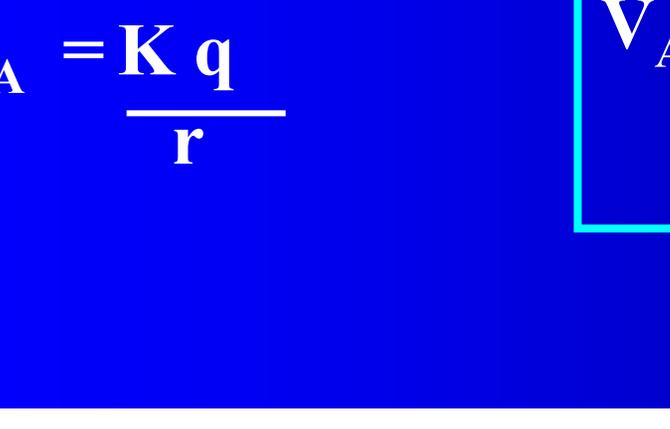
$$U_A = V_A q$$

$$U_B = V_B q$$

$$W_{B-A} = (V_A - V_B) q$$

$$V_A - V_B = \frac{W_{B-A}}{q}$$

Potencial Eléctrico para una carga puntual



$$V_A - V_\infty = \frac{W_{A-\infty}}{q_0} = \frac{\mathbf{F} \cdot \mathbf{r}}{q_0} = \frac{K q q_0}{r^2} \cdot r$$

$$V_A - V_\infty = K \frac{q}{r}$$

$$V_\infty = 0$$

$$F = K \frac{q q_0}{r^2}$$

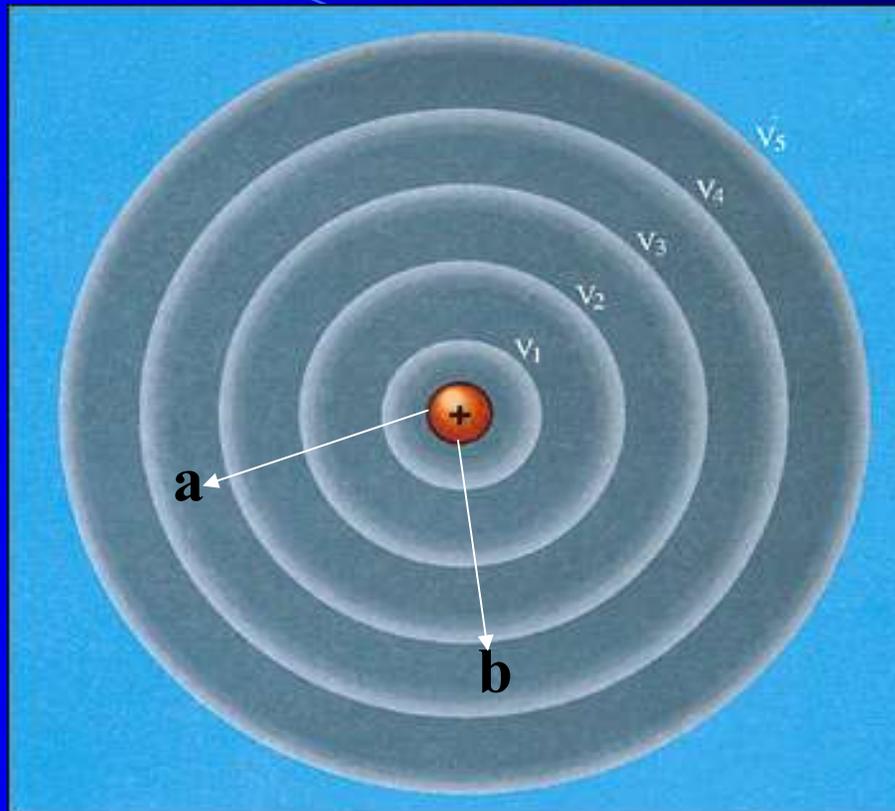
$$V_A = K \frac{q}{r}$$

$$V_A = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$V_1 = \frac{Kq}{r_1}$$

$$V_2 = \frac{Kq}{r_2}$$



$$W_{a-b} = (V_b - V_a) q_0$$

$$V_b = Kq/r_b$$

$$r_a = r_b$$

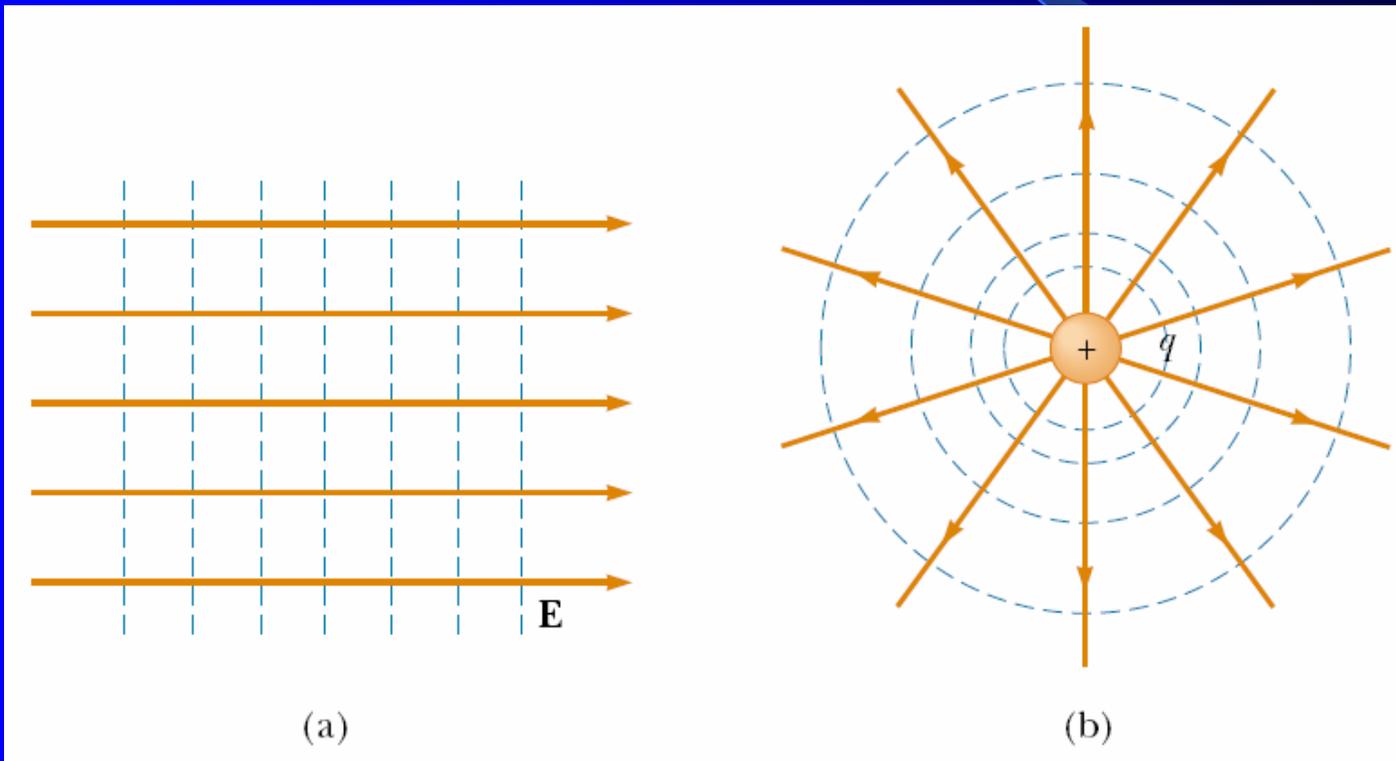
$$V_a = Kq/r_a$$

$$V_a = V_b$$

$$W_{a-b} = 0$$

Si una carga eléctrica se mueve en una trayectoria donde el potencial eléctrico tiene el mismo valor, el trabajo eléctrico empleado es nulo, por lo cual se definen las llamadas **líneas equipotenciales o superficies equipotenciales**

Líneas de Campo Eléctrico y Líneas Equipotenciales



Campo Eléctrico

$$E = \frac{F}{q_0} \quad \frac{[N]}{[C]} \quad \text{vector}$$

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$V = \frac{W}{q_0} \quad \frac{\text{Joule}}{[C]} \quad \text{escalar}$$

$$V = k \frac{q}{r}$$

$$V = Er$$