

Introducción

Carga eléctrica y la ley de Coulomb

electricidad

frotar

ámbar



atracción

paja

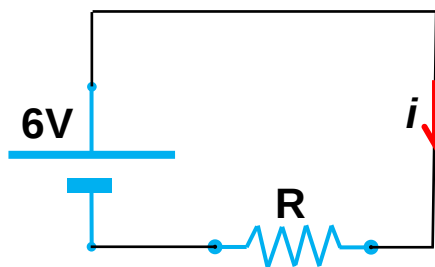
magnetismo

magnetita



atracción de partículas
de hierro

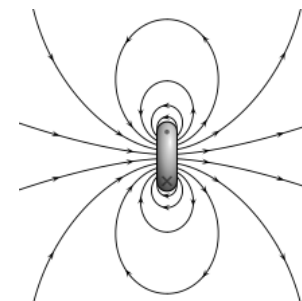
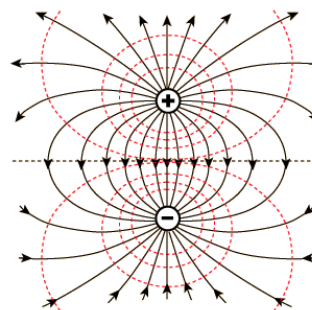
electromagnetismo



brújula

1820 Hans Christian Oersted

1850 Michael Faraday



1880 James Clerk Maxwell

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

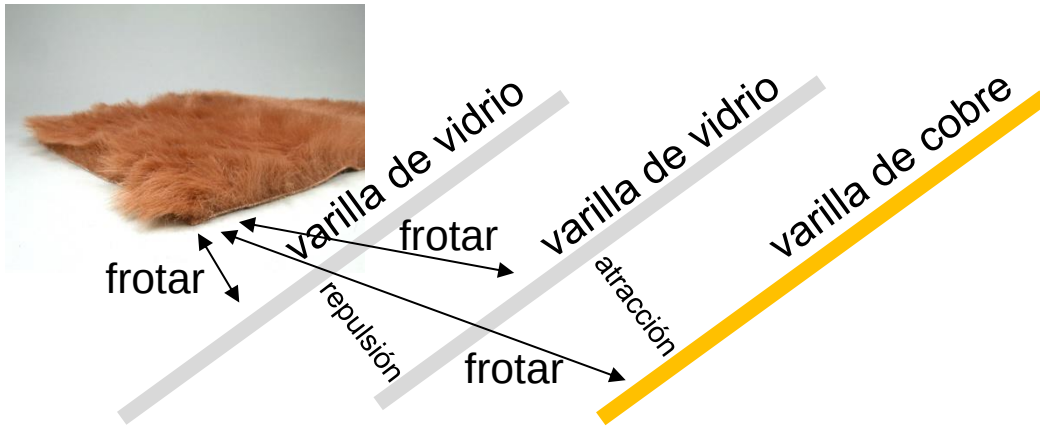
$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i_{enc}$$

$$c = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}}$$

Interacción eléctrica



dos tipos de interacciones

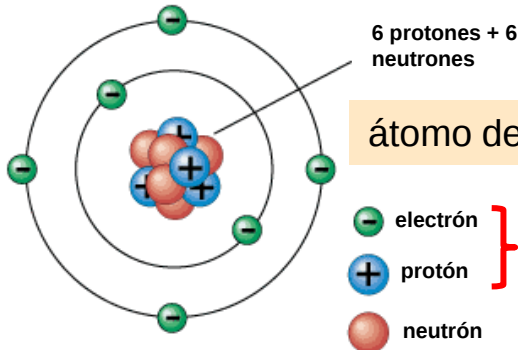
atracción
repulsión



según Benjamín Franklin:
partículas tienen dos tipos de
propiedades llamadas
carga eléctrica $+$ y $-$

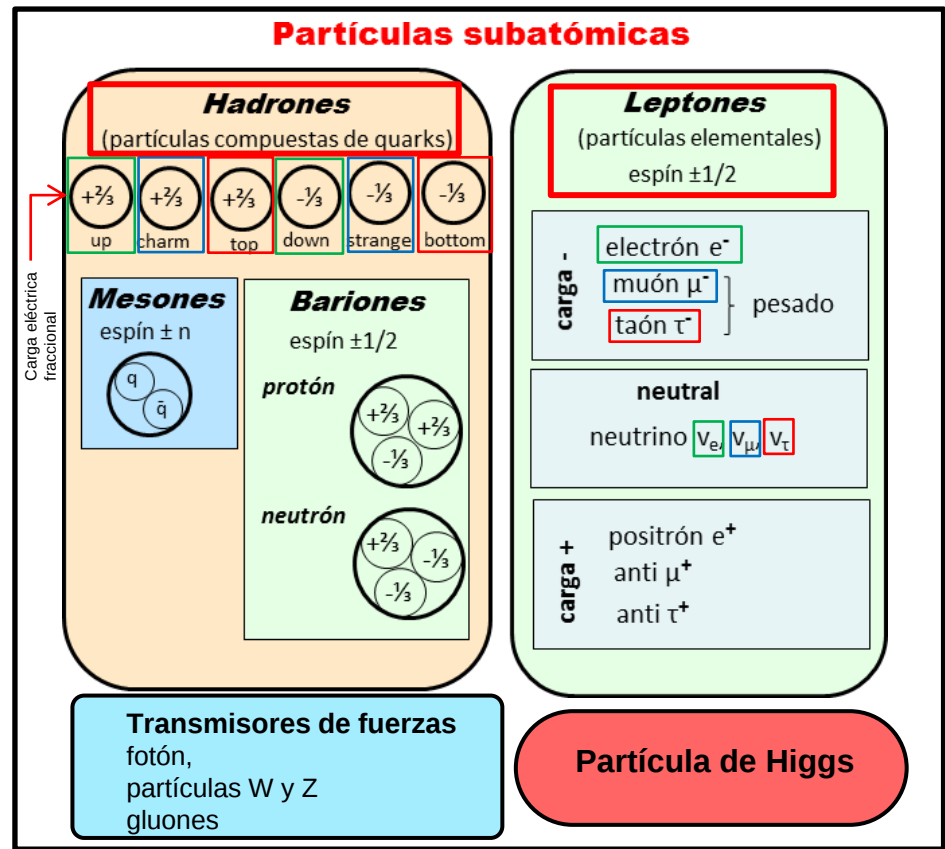
OJO Cargas eléctricas diferentes se atraen y carga eléctrica similares se repelen.

Estructura de la materia y carga eléctrica



eléctricamente neutral, puede ganar o perder electrones
átomo $\rightarrow$ ion

tienen la propiedad fundamental de carga eléctrica



carga eléctrica (q)



Propiedad fundamental de la materia. Tiene unidades SI de coulomb (C).

	masa (m_e)	carga (e)
electrón	1	-1
protón	1836	+1
neutrón	1837	0

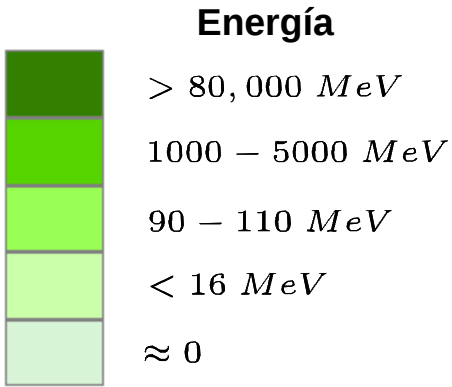
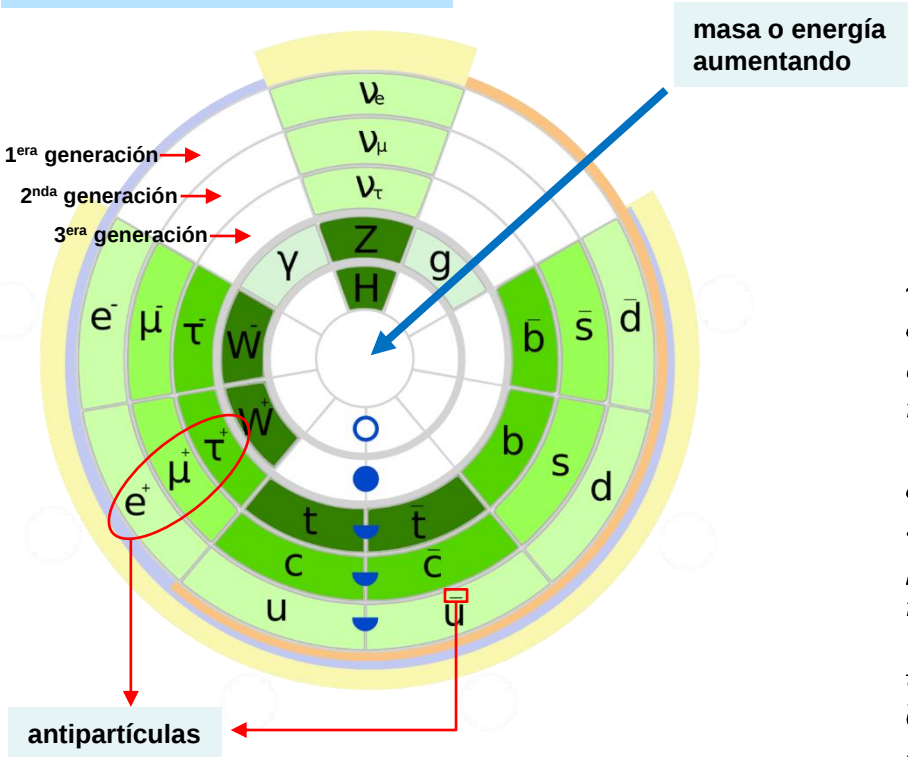
e es la carga elemental (la más pequeña que encontramos en la naturaleza)
 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

portadores de la carga eléctrica

solamente el electrón se mueve en la transferencia de carga por ser 2000 veces más liviano

Teoría del casi todo

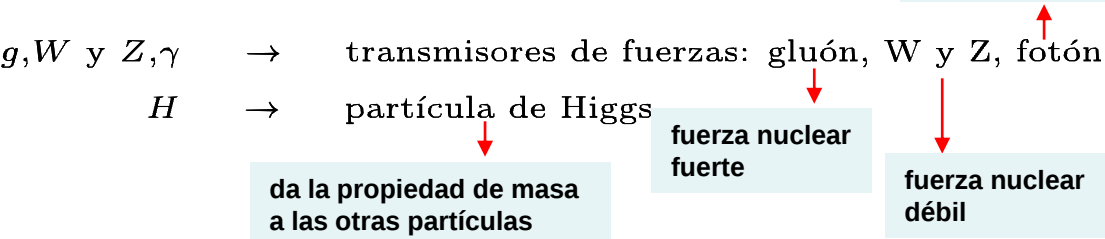
Lista e organización de las partículas subatómicas



u	→	quark <i>up</i>	} 1 ^{era} generación
d	→	quark <i>down</i>	
e^-	→	electrón	
ν_e	→	neutrino del electrón	
c	→	quark <i>charm</i>	} 2 ^{da} generación
s	→	quark <i>strange</i>	
μ^-	→	muón	
ν_μ	→	neutrino del muón	
t	→	quark <i>top</i>	} 3 ^{era} generación
b	→	quark <i>bottom</i>	
τ^-	→	taón	
ν_τ	→	neutrino del taón	

fuerza electromagnética

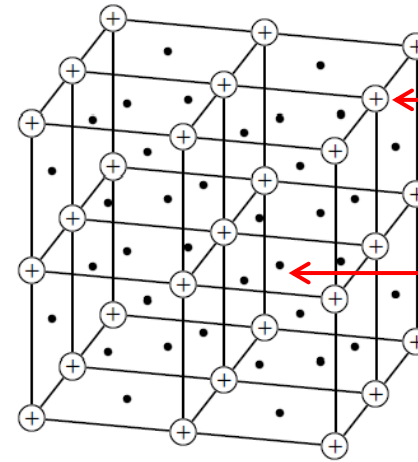
¿Pero ... donde está la gravedad en esa teoría?



Podemos clasificar la materia según sus propiedades eléctricas:

1. **conductor** → Electrones pueden mover fácilmente de un átomo a otro. Los metales son buenos conductores.
2. **aislador** → Electrones no pueden mover fácilmente de un átomo a otro. Ej. plástico, corcho, vidrio, madera, y goma.
3. **semiconductores** → Materiales con propiedades eléctricas intermedio entre los conductores y aisladores. Ej. silicio y germanio.
4. **superconductores** → Materiales que no tienen resistencia eléctrica.

sólido metálico

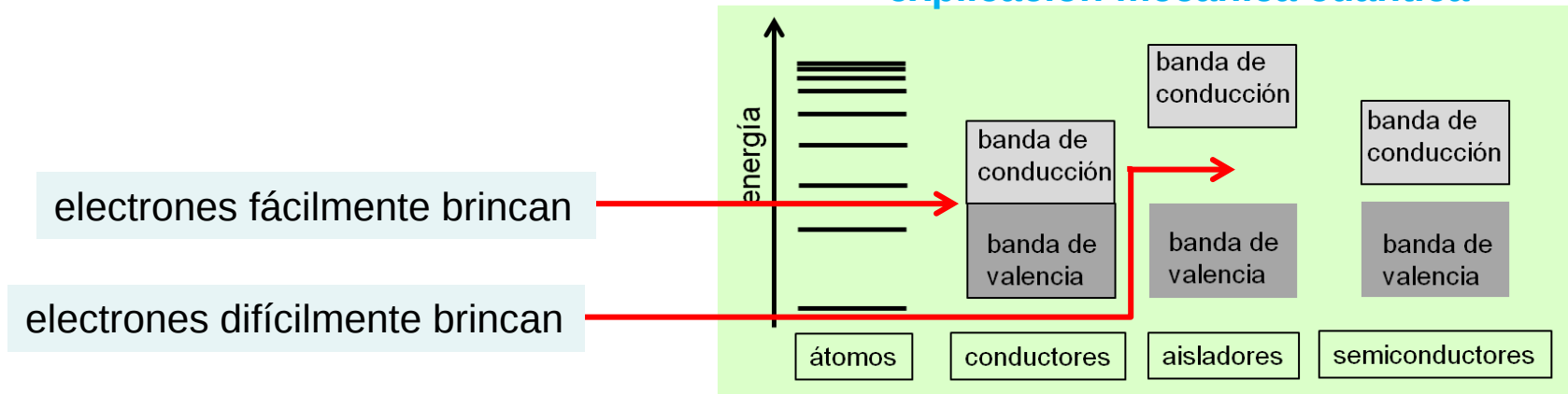


núcleo positivo por los protones, fijo

electrones de conducción, libres para mover, se reconoce como un mar de electrones

misma cantidad de carga + y carga - → eléctricamente neutral

explicación mecánica cuántica



Cantidad de carga eléctrica

materia

e^- e^- p^+ p^+
 p^+ e^- p^+ e^- p^+ p^+
 e^- p^+ e^- p^+ e^- p^+

$$q = \sum_i q_i = \pm n e$$

carga neta

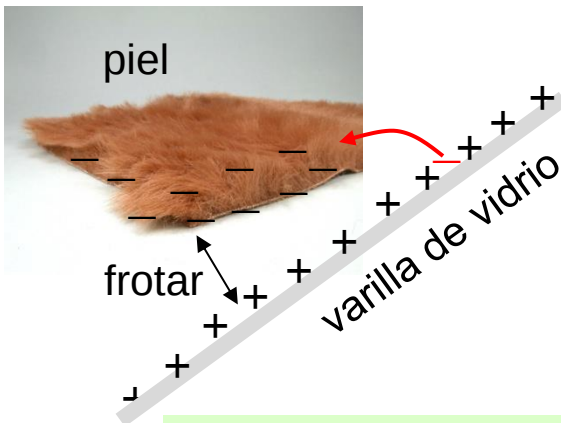
suma algebraica de las cargas

número entero

carga elemental
 $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Mecanismos para cargar un cuerpo

Fricción



OJO Cargar un objeto requiere una transferencia de electrones de un cuerpo a otro.

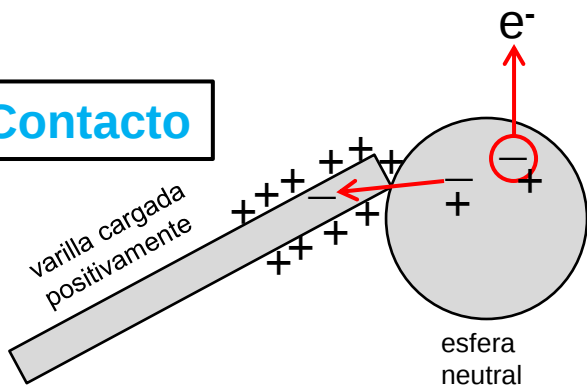
más fácil a perder electrones

más difícil a perder electrones

serie electrostática

Air	
Human body	
Glass	mas +
Nylon	
Wool	mas -
Lead	
Cotton	
Aluminum	
Paper	
Steel	
Wood	
Gelatin	
Nickel, copper	
Gold, platinum	
Natural rubber	
Sulfur	
Acetate	
Polyester	
Celluloid	
Urethane	
Polyethylene	
Vinyl	
Silicon	
Teflon	

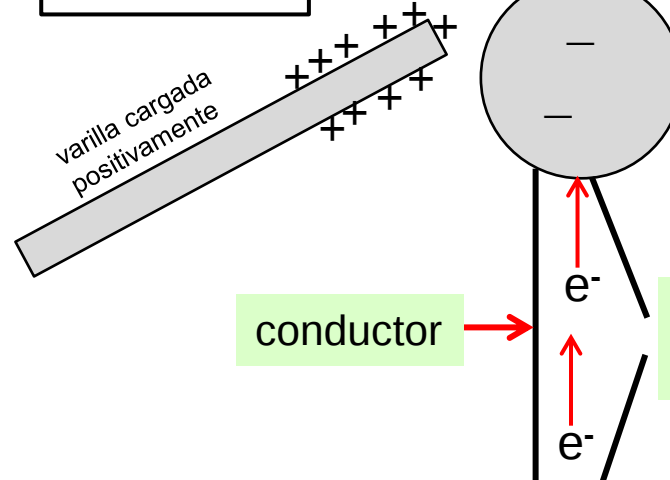
Contacto



Electrones brincan de la esfera a la varilla dejando la esfera **positivamente cargada**.

El mecanismo de inducción deja la esfera **negativamente cargada**.

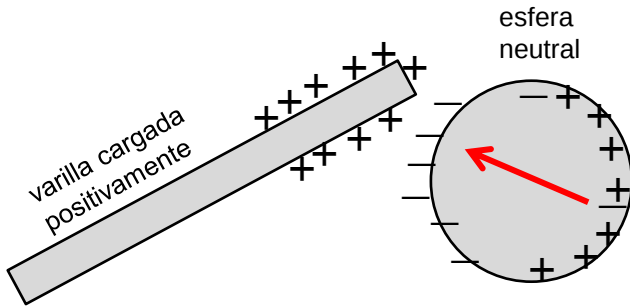
Inducción



quitamos el conductor

superficie de la Tierra
cantidad infinita de electrones

Polarización



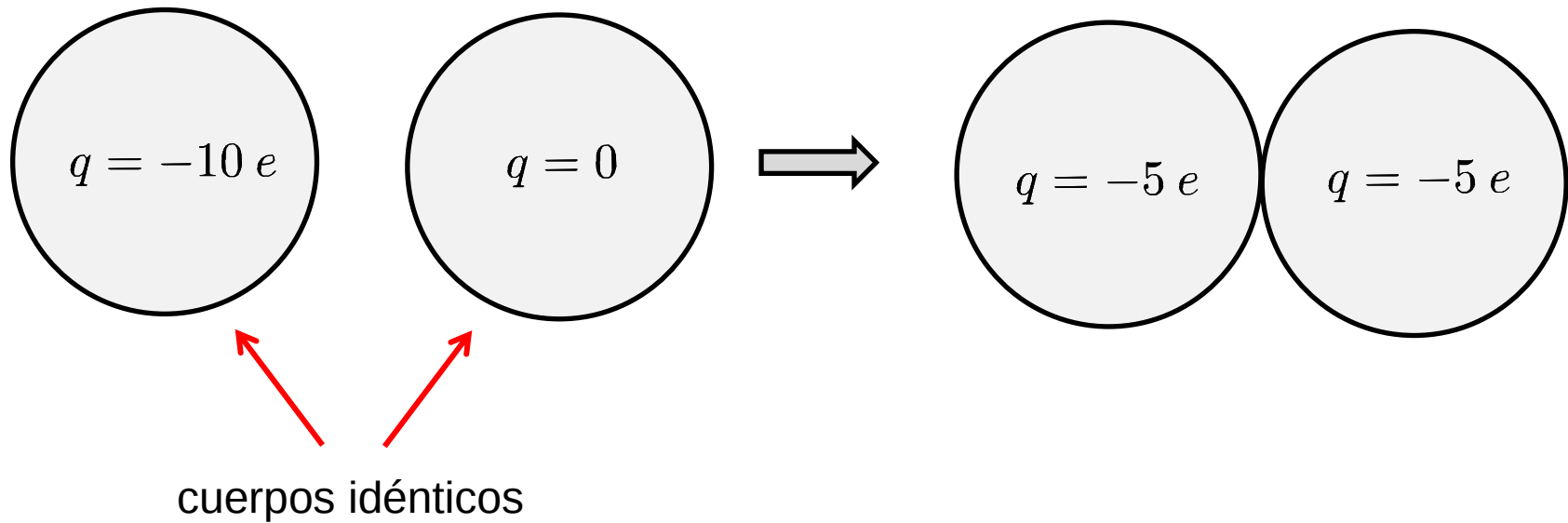
separación de carga inducida

¿Qué pasa cuando frotamos la peinilla?

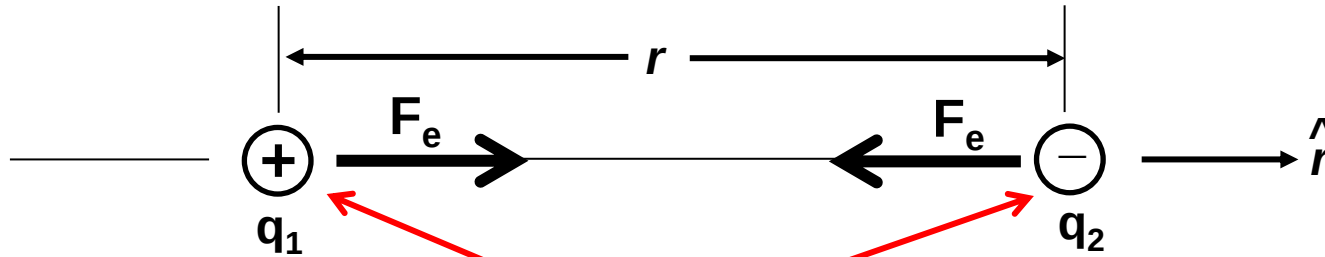


Conservación de la carga eléctrica

No hay **creación** o **destrucción** de la **carga** eléctrica pero se **transfiere** de un cuerpo a otro.



Ley de Coulomb



dos cuerpos esféricos
cargados eléctricamente

$= k_e$ constante electrostática
 $k_e = 8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

carga eléctrica [C]

Ley de Coulomb

$$\vec{F}_e = \pm \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

separación [m]

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

fuerza
eléctrica [N]

permitividad del
espacio libre
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

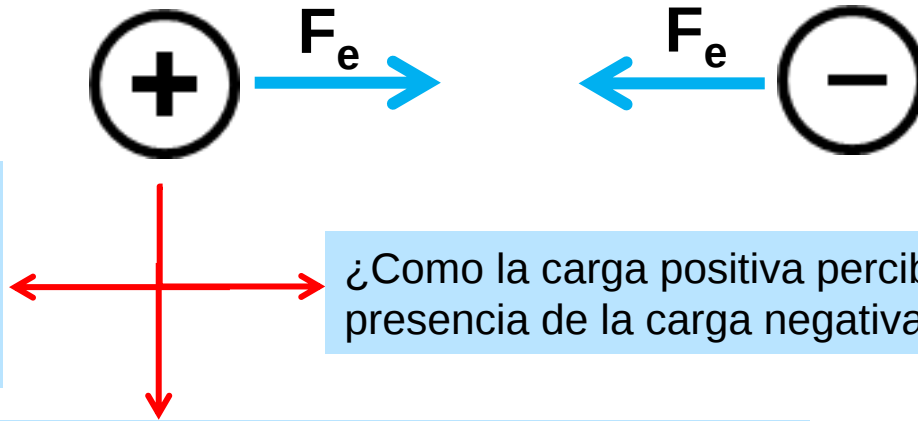
faradio

OJO La ley de Coulomb como escrita funciona solamente por cargas en el vacío.

Campos eléctricos y sus efectos sobre cargas eléctricas

Campo eléctrico

Hay una fuerza eléctrica sobre la carga positiva debido que esta en el campo eléctrico de la carga negativa y vice-versa.



¿Como la carga positiva percibe la presencia de la carga negativa?

Postulamos que la carga modifica las propiedades del espacio a su alrededor por un campo eléctrico.

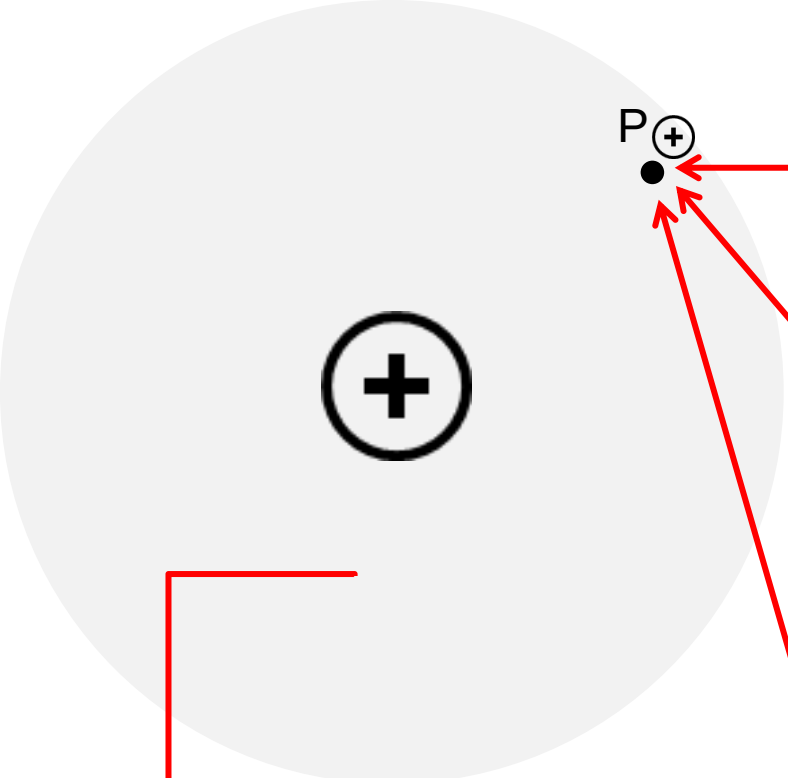
campo eléctrico (E)



Modificación de las propiedades del espacio alrededor de una carga eléctrica. El campo eléctrico es un campo vectorial. $E = F_e/q_0$. Tiene unidades SI de N/C.

vector ← $\vec{E} \equiv \frac{\vec{F}_e}{q_0} \left[\frac{N}{C} \right]$

carga de prueba **positiva**



¿Cuanto es el campo eléctrico en el punto P?

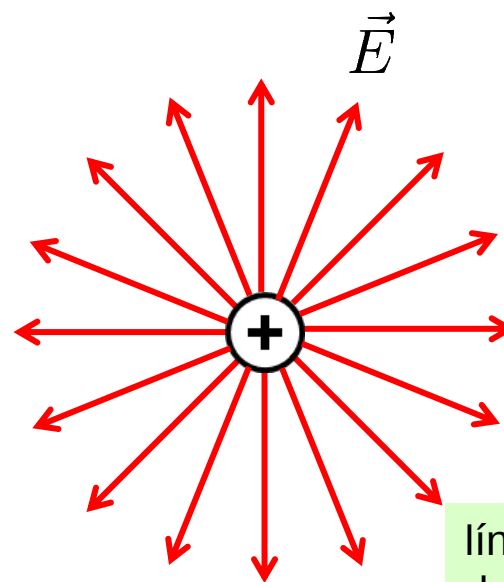
q_0

Colocamos una carga de prueba en el punto P, determinamos la fuerza eléctrica y calculamos el campo E.

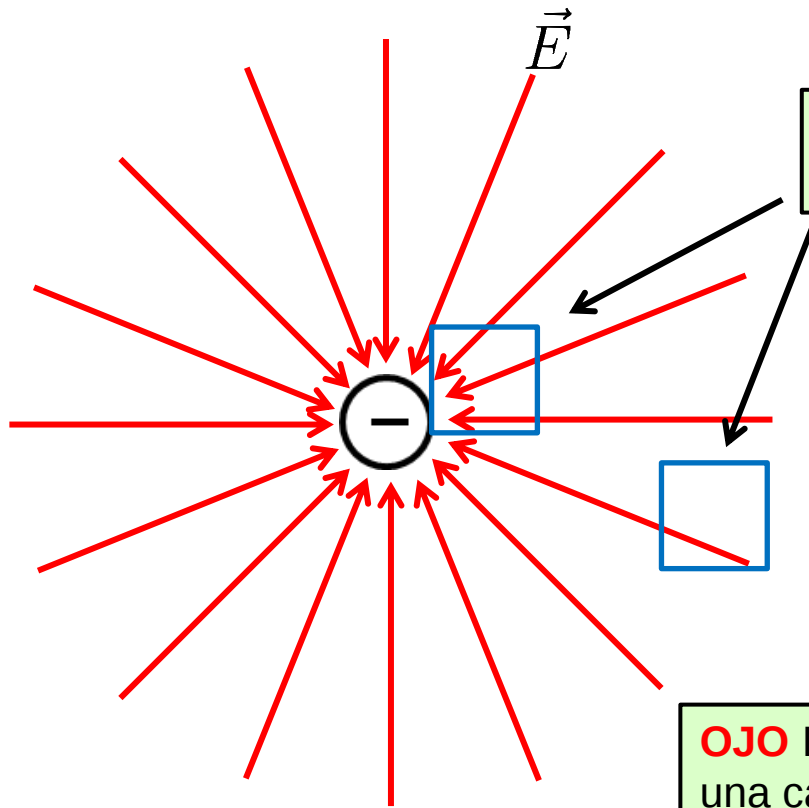
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0}$$

modificación del espacio

OJO Utilizamos líneas de fuerzas para visualizar el campo eléctrico. Dan la dirección del campo E y dan la dirección de la fuerza eléctrica actuando sobre una carga +.

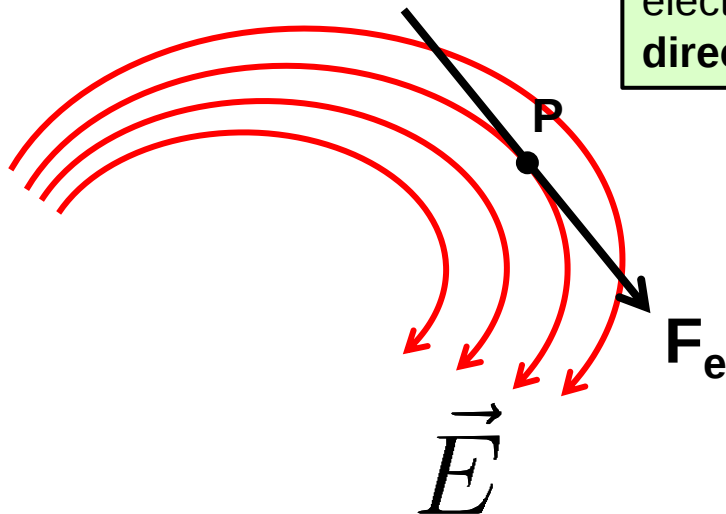


líneas de fuerzas del campo E



OJO Mayor la densidad (líneas/área) de líneas de fuerzas mayor es el campo eléctrico.

OJO Dirección de la fuerza eléctrica sobre una carga positiva es tangente al campo eléctrico. **Sobre una carga negativa la dirección es invertida.**



OJO Líneas de fuerzas del campo eléctrico comienzan en las cargas positivas y terminan en cargas negativas.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0}$$

manipulando



$$\vec{F}_e = q_0 \vec{E}$$

generalizando

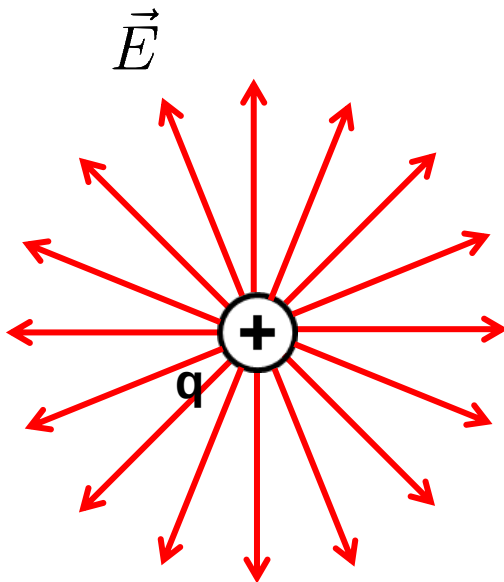


$$\vec{F}_e = q \vec{E}$$

Campo eléctrico de una carga puntual

OJO Se parece a la expresión para calcular la fuerza gravitacional actuando sobre una masa.

$$\vec{F}_g = m \vec{g}$$



P $\vec{F}_e$ $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_0}{r^2}$

ley de Coulomb

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r} = k_e \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$dE = k_e \frac{dq}{r^2}$$

campo eléctrico infinitesimal de una carga infinitesimal