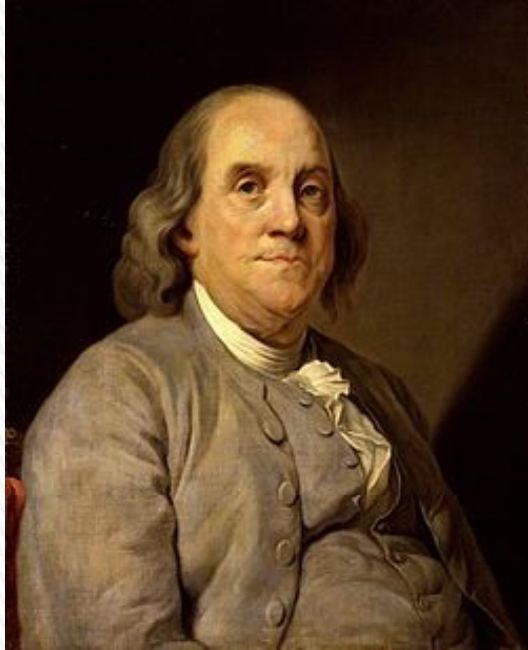


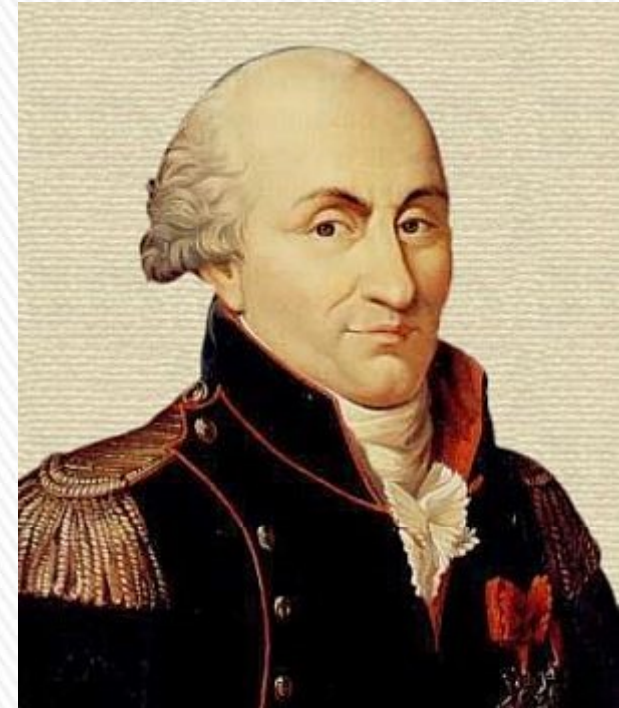
01.1-CARGAS Y FUERZAS ELÉCTRICAS



Benjamin Franklin
(1706-1790)



Henry Cavendish
(1731-1810)



Charles-Agustin de Coulomb
(1736-1806)



PREGUNTA RÁPIDA

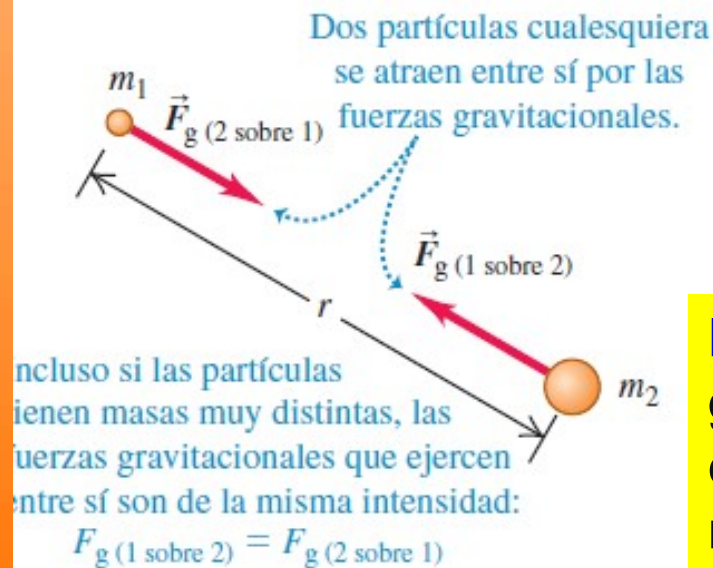
1) ¿De dónde proviene el nombre “electrón” ?.

"elektron" del griego ἤλεκτρον que significa **ámbar**; una resina amarilla fósil de los árboles de hoja perenne (coníferas), es un "material plástico natural" que ya era conocido por los antiguos griegos. ...

Los fenómenos eléctricos fueron conocidos desde la antigüedad (en Mesopotamia y Egipto) y también en Grecia... en particular Tales de Mileto (-624 a -546) hizo descubrimientos con el ámbar y asoció los fenómenos eléctricos con los magnéticos.



CARGAS ELÉCTRICAS: FUERZAS FUNDAMENTALES



Interacciones fundamentales de la naturaleza.

Fuerza gravitatoria: movimiento planetario y la caída de los cuerpos.

($G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

Fuerzas eléctricas similares a las gravitacionales, en algunos aspectos y diferente en otros: son tanto de atracción como de repulsión.

Las cargas eléctricas en realidad producen **fuerzas electromagnéticas**.

Si las cargas están en reposo sólo ejercen entre sí **fuerzas eléctricas**, pero si están en movimiento pueden ejercer otra fuerza que denominamos **fuerza magnética**.

La **interacción electromagnética** no sólo es responsable de que los electrones se mantengan en sus órbitas en los átomos... todas las interacciones macroscópicas (químicas, biológicas, o físicas como el rozamiento, la tensión) tienen como interacción subyacente la electromagnética.

La estructura de la materia: de los átomos, de las moléculas, formación de cristales se basa en interacciones electromagnéticas más fenómenos cuánticos.

Asociamos: **fuerza gravitatoria- masa**, y **fuerza eléctrica -carga eléctrica**.

Experimentalmente se probó (Franklin) que: existen **dos tipos de carga eléctrica: la positiva y la negativa**.

LA CARGA ELÉCTRICA Y LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Radio atómico típico: 1Å (10^{-10} m), del núcleo: 10^{-14} m

Modelo simplificado del átomo: núcleo central (+q) alrededor del cual giran los electrones (carga $-q = -e$).

Comparativamente el núcleo es una naranja en el medio de un estadio de fútbol (átomo)

Átomo es neutro (carga neta nula), pero si gana o pierde electrones se ioniza.

Componentes del núcleo: protones ($q = +e$), y neutrones (sin carga).

Masa del neutrón o del protón es del orden de 1800 veces la del electrón.

¿Pero cómo se puede mantener el núcleo?

Existe otro tipo de fuerza: la **fuerza nuclear fuerte** (otra de las fuerzas fundamentales de la naturaleza), que es mucho más intensa que la repulsión eléctrica (pero de menor alcance).

En general átomos y moléculas son eléctricamente neutros, pero si se ionizan se cargan con $\pm N.e$.

Los nucleones no son elementales, están constituidos por quarks.

Los quarks tienen carga fraccionaria de e ($-e/3$ y $+2e/3$),

Pero no se encuentran como partículas libres!

CARGA ELÉCTRICA: CONCEPTOS FUNDAMENTALES

CARGA ELÉCTRICA: dos clases de carga eléctrica (q): *positiva* y *negativa*.

Unidad de la magnitud carga eléctrica en el S.I.: **coulomb (C)**.

Cuantización: la carga eléctrica está cuantizada, siempre se presenta por múltiplos enteros de la **unidad fundamental de carga eléctrica e** .

La carga del electrón es: $-e$, y la del protón es $+e$.

Magnitud de e : **$e = 1,602176487 \times 10^{-19} \text{ C}$** ($e \approx 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

Para cualquier cuerpo cargado su carga q : $q = N \cdot e$ (N un nro. entero)

Principio de conservación de la carga eléctrica: la carga se conserva, ni se crea ni se destruye.

Conductores y aislantes: Modelamos materiales como **conductores**, en los que aproximadamente un electrón por átomo posee libertad de movimiento en todo el material, y en **aislantes (dieléctricos)** en los que todos los electrones están ligados a los átomos próximos.

Como modelo ideal, un conductor tiene un número infinito de portadores de carga que se pueden mover muy fácilmente.

Vidrio, goma, y madera se incluyen en la categoría de aislantes eléctricos. Cuando estos materiales son frotados sólo la zona frotada se carga, y las partículas con carga no pueden moverse hacia otras zonas del material.

Los metales (plata, cobre, aluminio son buenos conductores eléctricos. Cuando están con carga en alguna pequeña zona, la carga se distribuye de inmediato en toda la superficie del material.

Un tercer tipo: **semiconductores** (germanio y silicio): sus propiedades eléctricas cambian en varios órdenes de magnitud, a partir de la adición de cantidades controladas de ciertos átomos.

TRIBOELECTRICIDAD



Electricidad por frotamiento: **triboelectricidad**

Carga triboeléctrica: por contacto que involucra el intercambio de electrones.

Prácticamente todos los materiales son triboeléctricos: en determinadas situaciones, las personas se cargan por roce con la ropa, con los materiales que manipula y/o por contacto con objetos cargados.

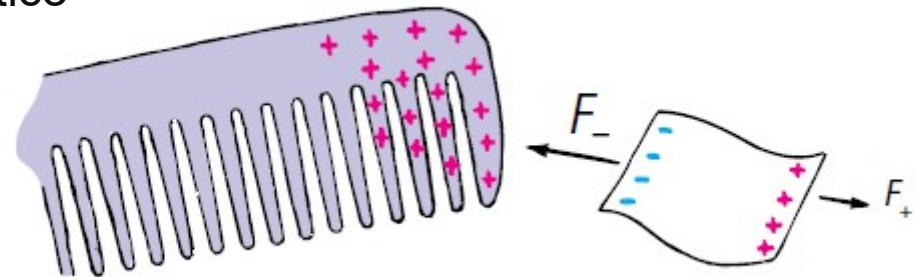
Valor de carga depositada: entre 10^{-11} y 10^{-9} C/mm² (aprox. un electrón libre por cada 1000 átomos)

Una varilla de vidrio se frota con seda: el vidrio pierde electrones que pasan a la seda. Vidrio: +q y seda: -q

Similarmente si frotamos: regla de plástico con el cabello

regla: - q pelo: +q

Experimento de regla o del peine de plástico con trozos de papel.



TRIBOELECTRICIDAD

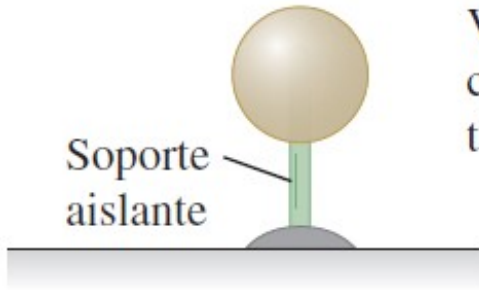
.Serie triboeléctrica: tabla que permite determinar como se carga una material cuando entra en contacto con otro de la tabla (propiedades de carga de materiales por fricción): si dos materiales de la tabla se ponen en contacto, el más alto en la serie cederá electrones al otro, cargándose positivamente (mientras que el otro material adquirirá una carga negativa).
Cuanto más separados se hallen los materiales mayor es la transferencia de carga, y por lo tanto, se genera una diferencia de potencial mayor.

Los materiales tienden a ceder electrones	
MAYOR CARGA POSITIVA	
+	
Aire	0
Piel humana	Acero (sin carga)
Cuero	Madera (pequeña carga negativa)
Piel de conejo	Polimetilmetacrilato
Vidrio	Ámbar
Cuarzo	Lacre
Mica	Acrílico (polímero)
Cabello humano	Poliestireno
Nylon	Globo de goma
Lana	Resinas
Plomo	Goma dura
Piel de gato	Níquel, Cobre
Seda	Azúfre
Aluminio	Bronce, Plata
Papel (pequeña carga positiva)	Oro, Platino
Algodón (sin carga)	Acetato, Rayón
0	Goma sintética
	Poliéster (tela)
	Espuma de poliestireno
	Orlón
	Papel film para embalar (plástico)



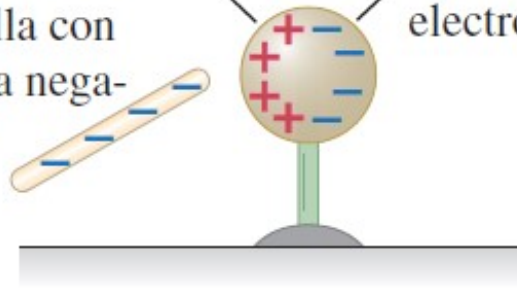
CARGA POR INDUCCIÓN

Esfera metálica
Soporte aislante

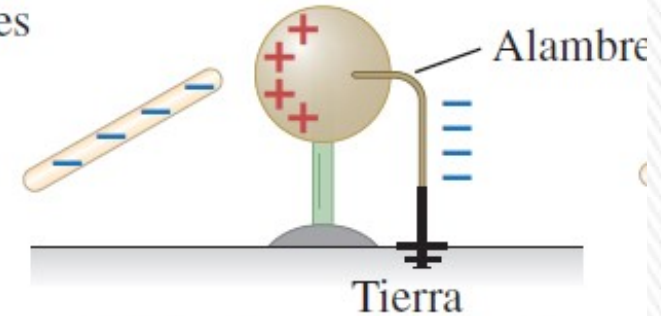


a) Esfera metálica sin carga.

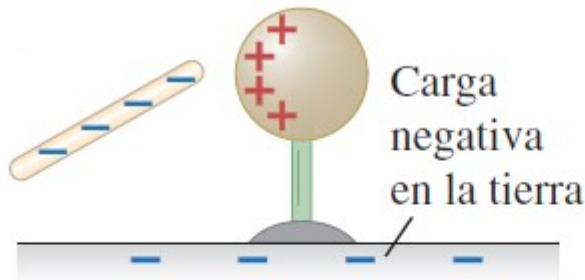
Deficiencia de electrones
Acumulación de electrones
Varilla con carga negativa



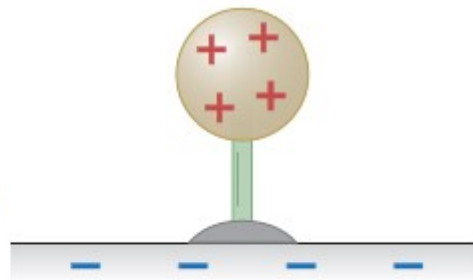
b) La carga negativa en la varilla repele a los electrones, lo que crea zonas de **carga inducida** negativa y positiva.



c) El alambre permite que los electrones acumulados (carga negativa inducida) fluyan hacia la tierra.



d) Se quita el conductor; ahora, la esfera tiene sólo una región con deficiencia de electrones, con carga positiva.

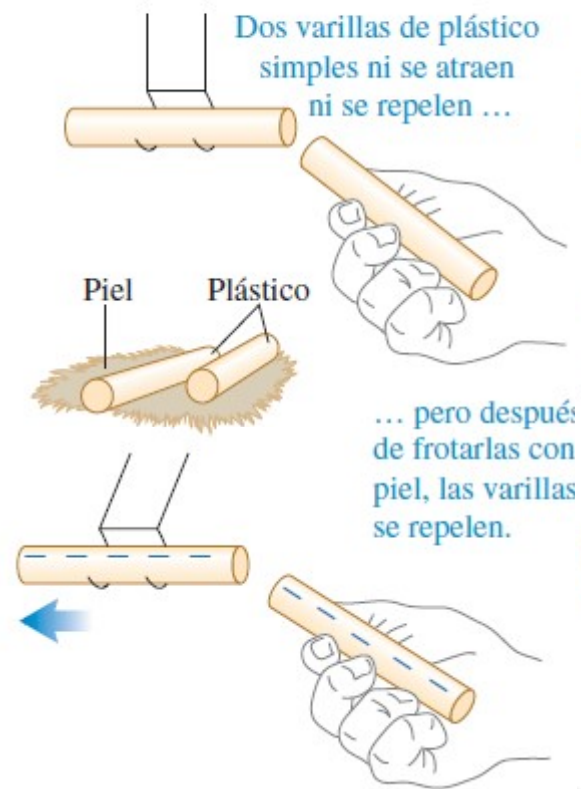


e) Se quita la varilla; los electrones se reacomodan por sí solos, y toda la esfera tiene una deficiencia de electrones (carga neta positiva).



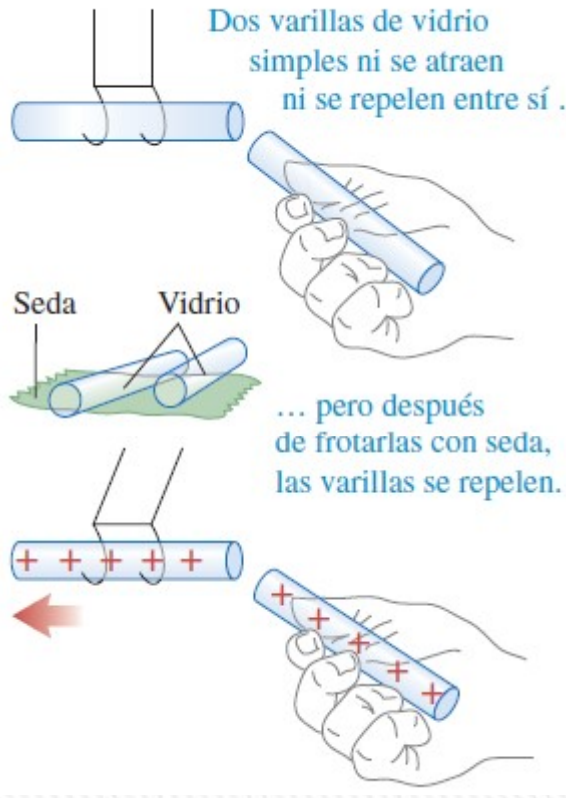
EXPERIMENTOS DE ELECTROSTÁTICA

a) Interacción entre varillas de plástico cuando se frota con piel



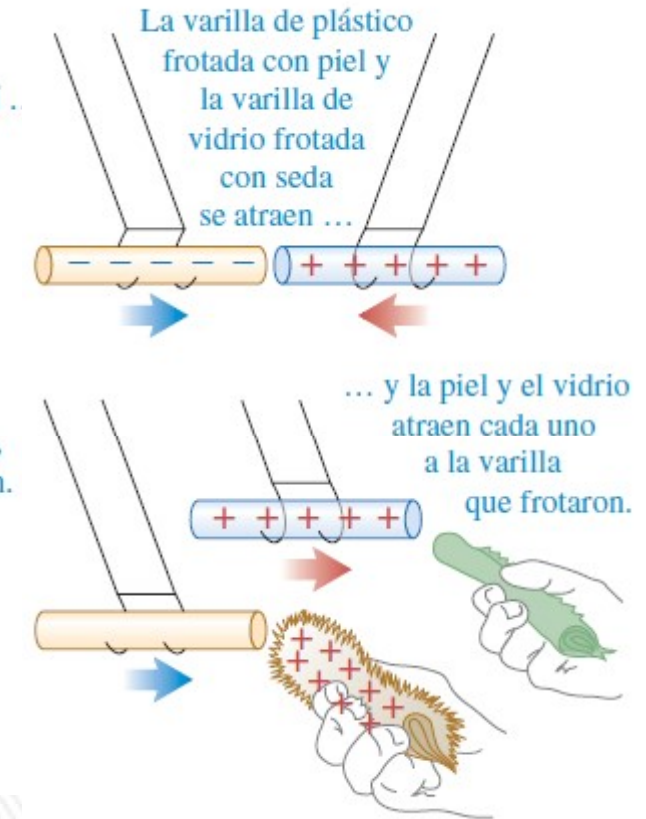
1

b) Interacción entre varillas de vidrio cuando se frota con seda



2

c) Interacción entre objetos con cargas opuestas

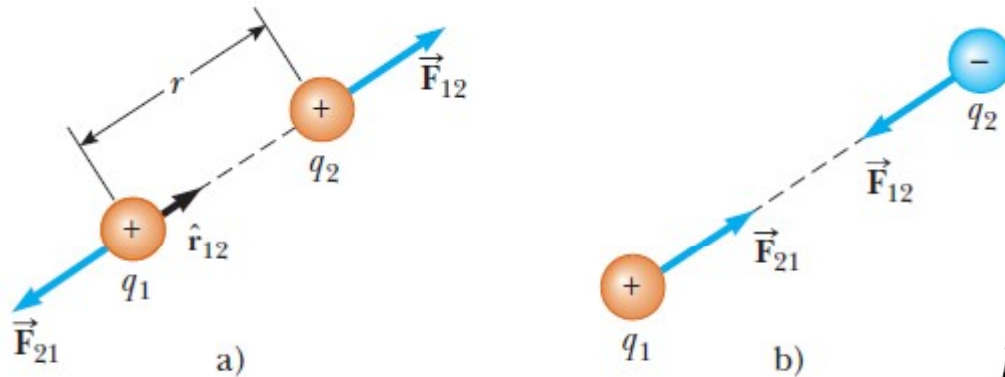


3

- 1) Los objetos cargados negativamente se repelen entre sí.
- 2) Los objetos cargados positivamente se repelen entre sí.
- 3) Los objetos con carga positiva se atraen con los objetos que tienen carga negativa.

LEY DE COULOMB

1784- Charles Agustin de Coulomb: magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales estacionarias es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. La fuerza es de atracción si las cargas son de distinto signo, y de repulsión si son del mismo signo.



$$\vec{F}_{12} = k_E \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

\hat{r} vector unitario que apunta de q_1 a q_2 .

k_E – constante de Coulomb.

$$k_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,987551787 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$$

$$k_E \approx 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$$

$\epsilon_0 = 8,854187817 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ (permitividad del vacío)

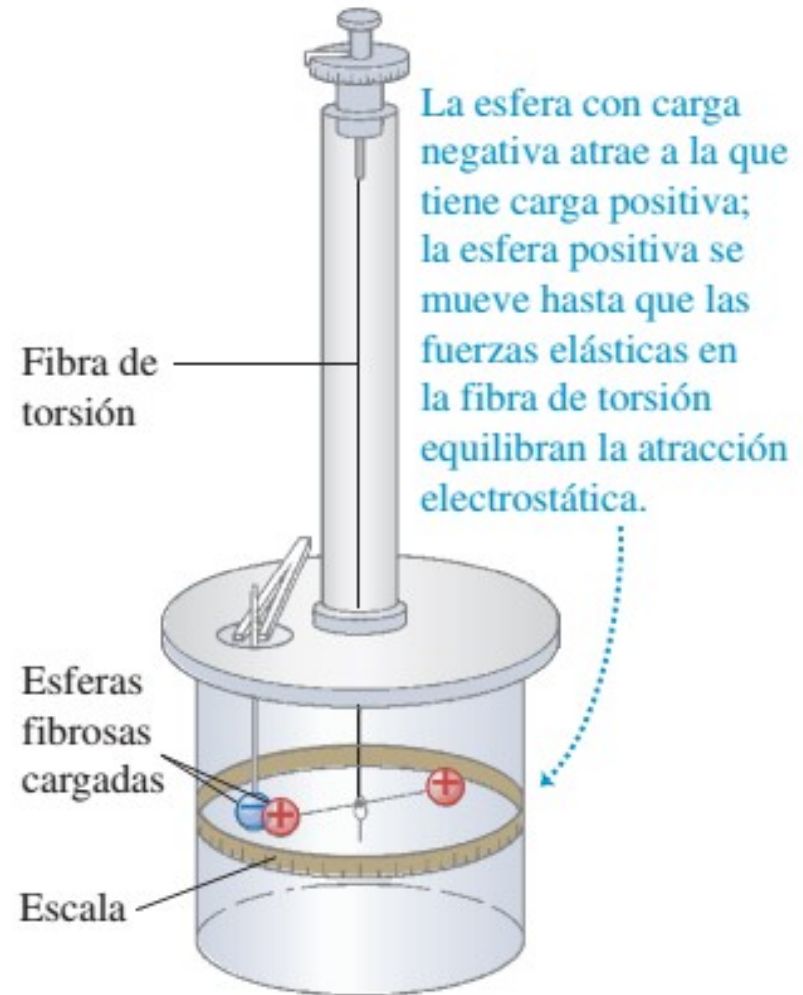
¿Cuál es la magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas de 1 C, separadas 1 m?

10^9 N !!! Algo así como el peso equivalente de cien mil toneladas!

LEY DE COULOMB

Balanza de torsión

- **FUERZA COULOMBIANA:**
- Es una **fuerza central** y depende del **inverso del cuadrado de la distancia**.
- Se aplica a cargas puntuales y en el vacío; si el medio no es el vacío, la intensidad de la fuerza disminuye; aparece en el denominador un factor mayor a 1 (constante dieléctrica).
- Es una fuerza **conservativa**.
- Obviamente cumple con el **Principio de Acción y Reacción**.
- Cumple con el **Principio de Superposición**.



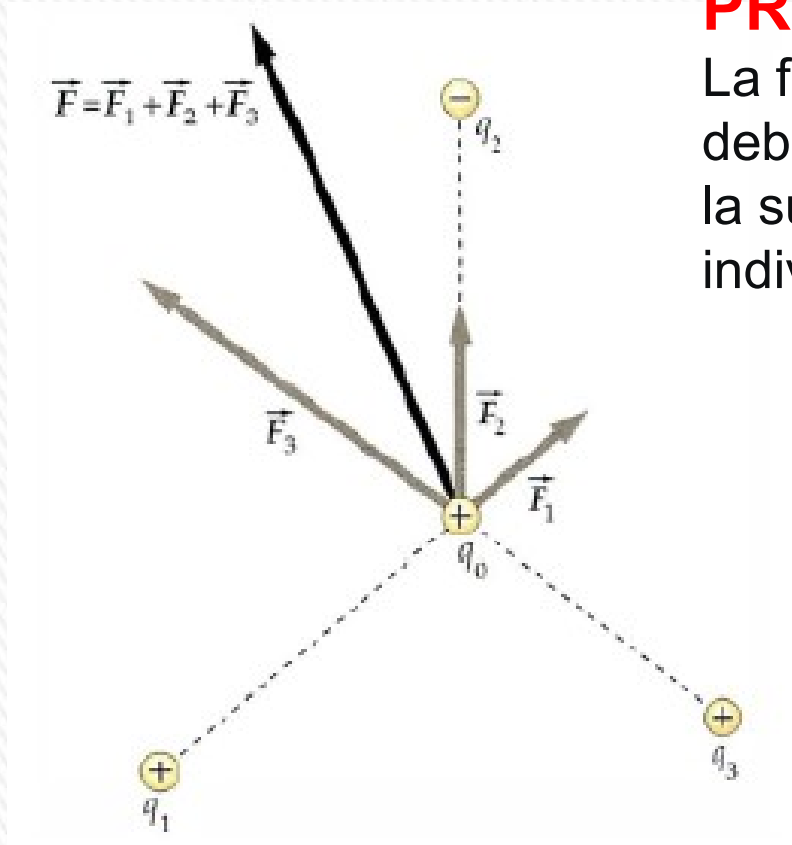
¿Qué implicará que la fuerza sea conservativa?

FUERZAS ELÉCTRICAS

PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN:

La fuerza que se ejerce sobre una carga debido a un conjunto de cargas, es igual a la suma vectorial de las fuerzas individuales

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{2,1} + \vec{F}_{3,1} + \dots + \vec{F}_{N,1}$$



Ejemplo 1.01

El electrón y el protón de un átomo de hidrógeno están separados (en promedio) por una distancia de aproximadamente $5,3 \times 10^{-11}$ m. Encuentre las magnitudes de la fuerza eléctrica y la fuerza gravitacional entre las dos partículas, y la relación entre ellas.

Datos: magnitudes de la carga del electrón y del protón. $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C

Constante de Coulomb: $k_e = 8,988 \times 10^{-9}$ N.m²/C²

Masa del protón: $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg; masa del electrón: $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg

Constante de gravitación universal: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²

De acuerdo a la ley de Coulomb:

$$F_e = k_e \frac{|e||-e|}{r^2} = (8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2} = 8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

De acuerdo a la ley de gravitación universal:

$$F_g = G \frac{m_e m_p}{r^2} = (6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2) \frac{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2} = 3.6 \times 10^{-47} \text{ N}$$

La relación $F_e/F_g \approx 2 \times 10^{39}$.