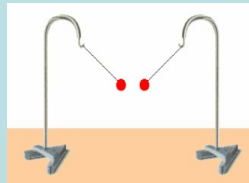


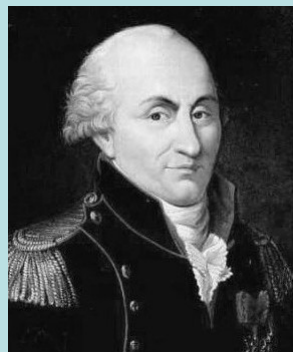
UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

FISICA III CIV 221



DOCENTE: ING. JOEL PACO S.

Capitulo I



CARGAS ELECTRICAS **LEY DE COULOMB**

CONTENIDO

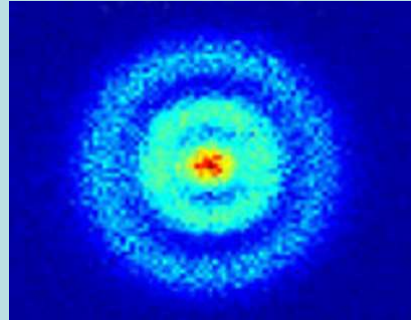
- 1.1. Cargas eléctricas, naturaleza, medida e interacción.
- 1.2. Cuerpos conductores y aisladores
- 1.3. Ley de Coulomb, sistemas de unidades
- 1.4. Cuantización de la carga y conservación de la carga.

OBJETIVO

- Conocer que es la electrostática.
- Conocer como se puede cargar un elemento y discutir la carga por contacto, frotamiento y por inducción.
- Conocer los buenos conductores y aisladores
- Definir el electrón, el coulomb y el micro coulomb como unidades de carga eléctrica.
- Conocer la primera ley de Coulomb y aplicarla a problemas que involucran fuerzas eléctricas.

1.1. CARGAS ELÉCTRICAS, NATURALEZA, MEDIDA E INTERACCIÓN

- La electrostática es la parte de la física que estudia la electricidad estática en la materia.
- Estudia la medida de la carga eléctrica o cantidad de electricidad presente en los cuerpos
- Fenómenos asociados a las cargas eléctricas en reposo



27/5/2013

CARGA ELÉCTRICA

Electrostática = estudio de las cargas eléctricas en reposo

En el S.I. La unidad de carga es el **Culombio (C)** que se define como la cantidad de carga que fluye por un punto de un conductor en un segundo cuando la corriente en el mismo es de 1 A. Existen dos tipos de cargas eléctricas: las positivas y las negativas.

Mínima carga posible = carga del electrón

$$|e| = 1.602177 \times 10^{-19} \text{ C}$$

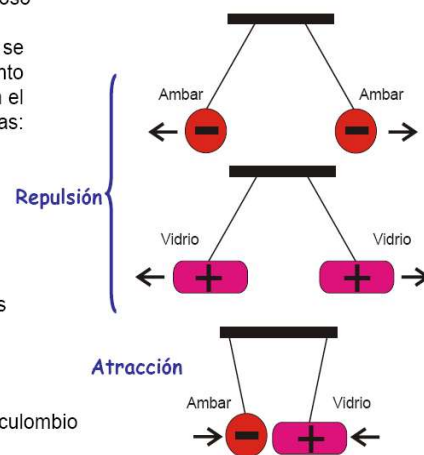
Es una magnitud fundamental de la física y es responsable de la interacción electromagnética.

Submúltiplos del Culombio

$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C} = \text{un nanoculombio}$$

$$1 \text{ } \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C} = \text{microculombio}$$

$$1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C} = \text{miliculombio}$$



CARGA ELÉCTRICA

La materia está formada por partículas elementales como el electrón y otras compuestas como el protón y el neutrón. Las partículas elementales pueden tener carga y masa.

Partícula	Masa (kg)	Carga (C)
electrón	9.1×10^{-31}	-1.6×10^{-19}
protón	1.67×10^{-27}	$+1.6 \times 10^{-19}$
neutrón	1.67×10^{-27}	0

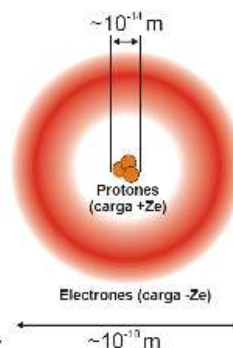
Z = Llamado número atómico, es el número de protones

A = Llamado número másico, es el número protones + neutrones

El número atómico es característico de cada elemento de la tabla periódica.

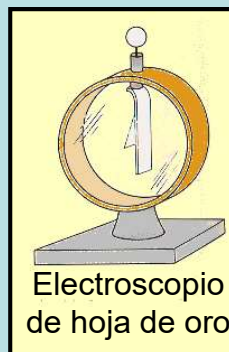
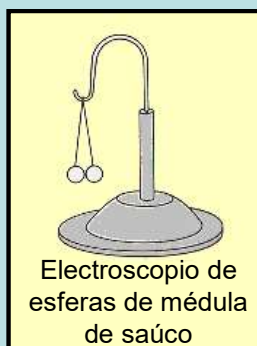
El número másico puede ser distinto en átomos del mismo elemento químico, en cuyo caso cada átomo del mismo elemento se denomina isótopo.

- Un átomo tiene el mismo número de electrones que de protones $\rightarrow$ es **neutro**: $Q = Z \cdot q_p - Z \cdot q_e = 0$
- Ión positivo: le faltan electrones y tiene una carga eléctrica positiva $Q = +n_e \cdot q_e$
- Ión negativo: tiene electrones añadidos y tiene una carga eléctrica negativa $Q = -n_e \cdot q_e$



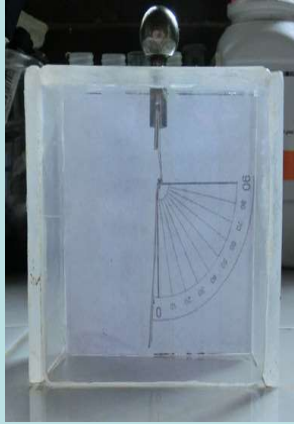
EL ELECTROSCOPIO

Aparatos de laboratorio que se usan para estudiar la existencia de dos tipos de carga eléctrica.



EL ELECTROMETRO

Aparatos de laboratorio que se usan para medir la carga eléctrica.



MÉTODOS PARA CARGAR ELÉCTRICAMENTE A UN SISTEMA

Fricción

Rozamiento

Conducción

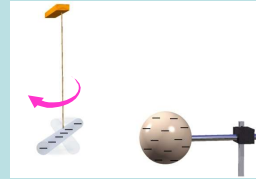
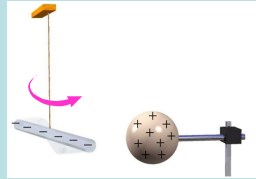
se transfiere la carga desde un cuerpo electrificado hacia un cuerpo neutral

Inducción

se induce la carga en un cuerpo neutral

FENÓMENOS DE ELECTRIZACIÓN. CARGA ELÉCTRICA

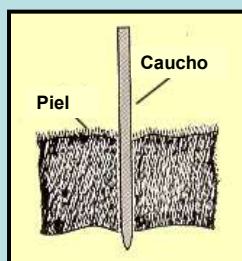
- Cuando un cuerpo adquiere **por frotamiento** la propiedad de atraer pequeños objetos, se dice que el cuerpo se ha electrizado



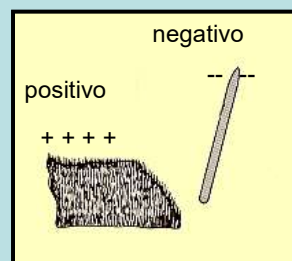
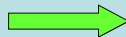
- También **pueden electrizarse por contacto** con otros cuerpos electrizados; al tocar una varilla de ebonita no electrizada con una varilla de vidrio electrizada, la varilla de ebonita adquiere la propiedad de atraer pequeños objetos
- Los experimentos ponen de manifiesto que las fuerzas entre cuerpos electrizados pueden ser de **atracción o de repulsión**

Hay dos tipos de cargas eléctricas: positiva y negativa. Cargas eléctricas del mismo tipo se repelen, y cargas eléctricas de distinto tipo se atraen

Cuando una barra de caucho se frota con piel, se remueven electrones de la piel y se depositan en la barra.

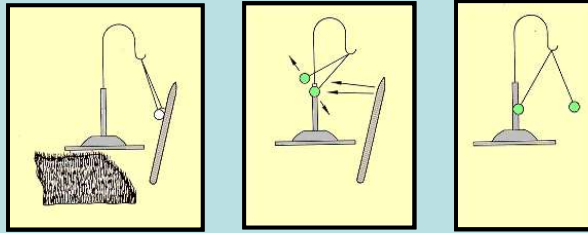


Los electrones se mueven de la piel a la barra de caucho.

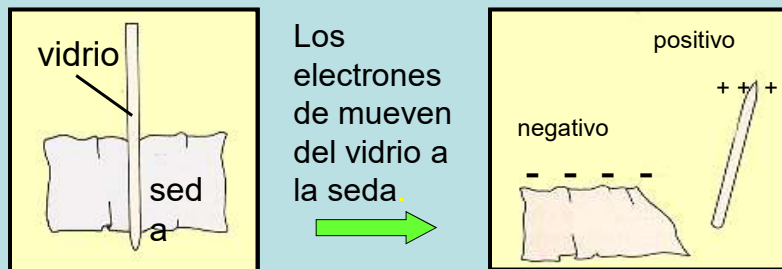


Se dice que la barra se cargó negativamente debido a un exceso de electrones. Se dice que la piel se cargó positivamente debido a una deficiencia de electrones.

1. Cargue la barra de caucho al frotarla con piel.
2. Transfiera electrones de la barra a cada esfera.

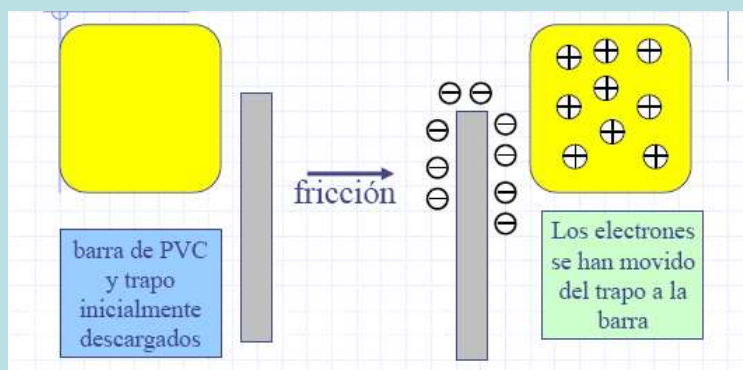


Dos cargas negativas se repelen mutuamente.



Se dice que el vidrio está cargado positivamente debido a una deficiencia de electrones. Se dice que la seda está cargada negativamente debido a un exceso de electrones.

Separación de las cargas por fricción



LA SERIE TRIBOELÉCTRICA

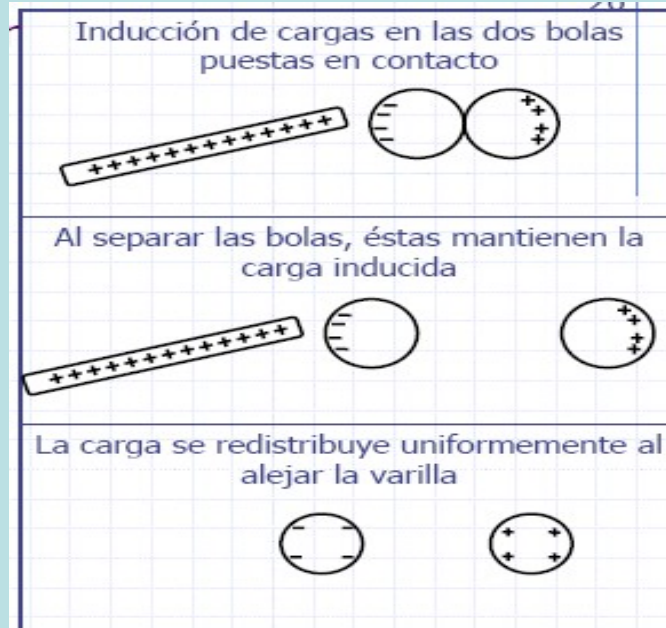
Los más positivos
(en este extremo pierden electrones)

- Piel humana
- Cuero
- pelo de conejo
- vidrio
- cabello humano
- nylon
- lana
- Pelo de gato
- seda
- aluminio
- papel
- algodón

- Acero (0)
- Madera
- Ámbar
- Cera
- Globo de goma
- poliestireno expandido: corcho blanco
- Poliéster
- polipropileno
- Cloruro de Polivinilo (tubo PVC)
- teflon
- goma de silicona

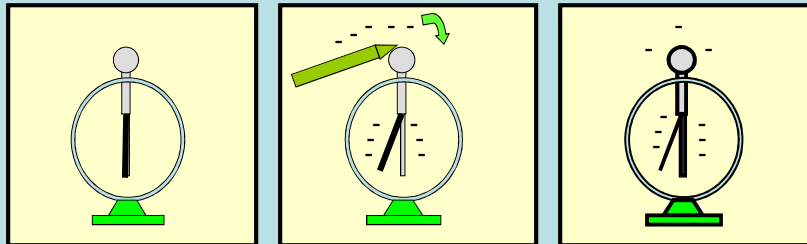
Los más negativos
(en este extremo roban electrones)

Separación de las cargas por inducción



CARGA POR CONTACTO

1. Tome un electroscope descargado, como se muestra abajo.
2. Ponga una barra cargada negativamente en contacto con la perilla.



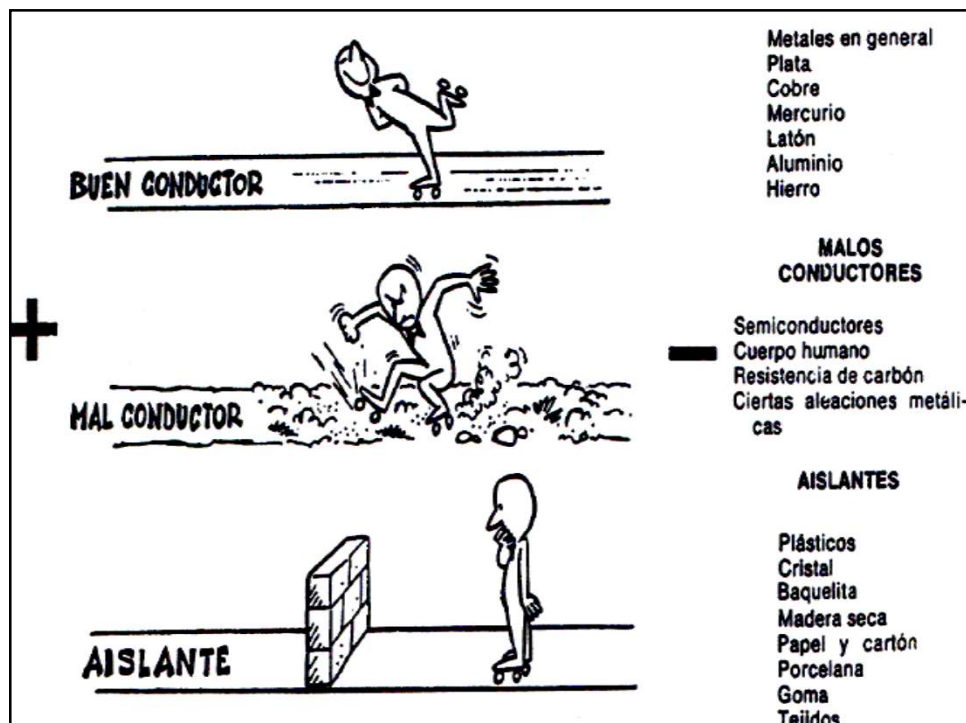
3. Los electrones se mueven por la hoja y el eje, lo que hace que se separen. Cuando la barra se retira, el electroscope permanece cargado negativamente.

1.2. CUERPOS CONDUCTORES Y AISLADORES

Hay materiales que permiten que las **cargas eléctricas se muevan dentro de ellos**. Estos materiales se dicen **“conductores de la electricidad”** y son principalmente **metales**.

Otros materiales conservan la carga allí donde se ha generado. La **carga no puede circular, quedando “aislada”** allí donde se ha acumulado. Se dicen **“aislantes”** o **“dieléctricos”** y no **“conducen la electricidad”**.

Existen materiales tales como los semiconductores, que dependiendo de las condiciones a las que se sometan, presentan propiedades propias de los conductores o de los aislantes.



¿Por qué algunos materiales son conductores y otros aislantes

Aislantes: los electrones están fuertemente unidos a los núcleos y no pueden moverse libremente (e- ligados a los átomos o moléculas, enlaces covalentes).

Conductores: los electrones de las capas exteriores se pueden mover libremente.

- Metales: los electrones están en una nube dentro de la red metálica
- Disoluciones con iones, gases ionizados: los iones se pueden mover en estos casos

1.3. LEY DE COULOMB, SISTEMAS DE UNIDADES

HISTORIA

Desde el descubrimiento de fenómenos eléctricos en la antigüedad, la historia hasta una teoría electrostática es:



- William Gilbert (1540-1603) descubre como cargar objetos eléctricamente. Extiende la electrificación a todos los objetos.

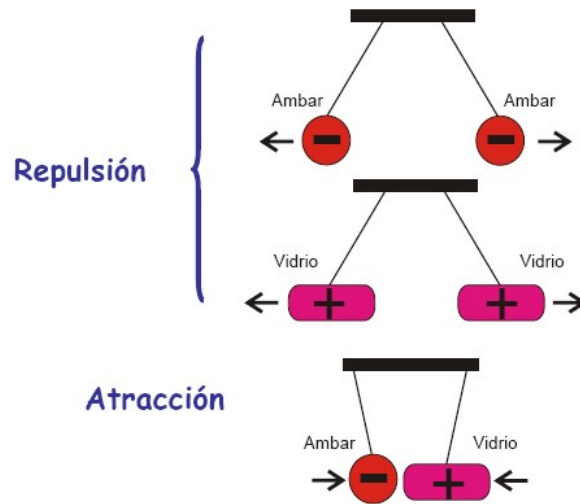
- Stephen Gray (1729), demuestra que debe de existir alguna propiedad de la materia que explique la electricidad y que es independiente de los procesos usados para observarla. Estudio la transferencia de carga eléctrica entre objetos.

- Benjamin Franklin (1706-1790) demuestra que existen dos tipos de electricidad. Los denominó **positiva** y **negativa**. Inventó el pararrayos. Su teoría de los fluidos eléctricos era errónea.



- Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806) estableció la ley que determina la fuerza entre dos cargas eléctricas.

LEY CUALITATIVA DE COULOMB



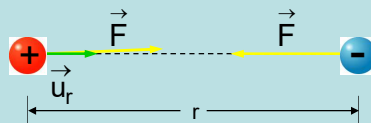
LEY CUANTITATIVA DE COULOMB

CARGA PUNTUAL

Una carga puntual es una abstracción de un objeto con unas dimensiones mucho más pequeñas que el resto de elementos que lo rodean. Por tanto, una carga puntual es aquella concentrada en un punto del espacio.

FUERZA ENTRE DOS CARGAS PUNTUALES

La fuerza de atracción o repulsión de dos cargas puntuales q_+ y q_- es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



Fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales

VALOR DE LA CONSTANTE DIELECTRICA O PERMITIVIDAD

- En la fórmula de la ley de Coulomb, K es una constante cuyo valor depende del medio en el que se encuentran las cargas y $\vec{u}_r$ es el vector unitario

$$\vec{F} = \pm K \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$

$$\Rightarrow \vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$

donde ϵ es la constante dieléctrica o permitividad del medio

- La ley de Coulomb solo es válida para cargas puntuales o puntiformes, es decir, para aquellas cuyo tamaño es mucho menor que la distancia que las separa

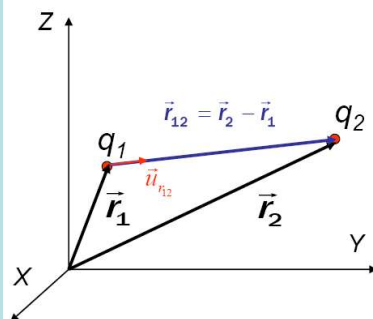
- Para el vacío, el valor de ϵ es: $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi K_0} = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

Valores de K ($\text{N m}^2 \text{ C}^{-2}$)

Vacío	$9 \cdot 10^9$
Vidrio	$1,29 \cdot 10^9$
Glicerina	$1,61 \cdot 10^8$
Agua	$1,11 \cdot 10^8$

25

EXPRESIÓN VECTORIAL



$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_{12}|^2} \vec{u}_{\vec{r}_{12}}$$

Donde:

- i) La posición de q_2 respecto q_1 está dada por el vector posición relativa:

$$\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

- ii) La distancia entre q_2 y q_1 está dada por:

$$|\vec{r}_{12}| = r_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

- iii) Permitividad eléctrica del vacío, ϵ_0 , es una constante universal:

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

- iv) Vector unitario $\vec{u}_{12}$ es un vector cuyo módulo es uno e indica la dirección en que actúa la fuerza:

$$\vec{u}_{\vec{r}_{12}} = \frac{\vec{r}_{12}}{|\vec{r}_{12}|}$$

26

PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN

Se ha comprobado –también experimentalmente– que las fuerzas eléctricas se comportan de forma aditiva: “la fuerza eléctrica sobre una carga q , debida a un conjunto de cargas $q_1, q_2, \dots, q_n$ es igual a la suma de las fuerzas $\vec{F}_i$, **que cada carga q_i ejerce separadamente** sobre la carga q ”

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

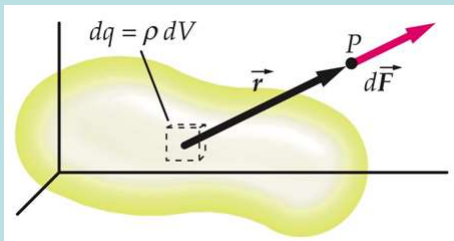
CAMPO ELÉCTRICO CREADO POR UNA DISTRIBUCIÓN CONTINUA DE CARGA EN UN PUNTO

Las cargas eléctricas en el mundo macroscópico se describen habitualmente como distribuciones continuas de carga.

Carga distribuida en un volumen $\rho = \frac{dQ}{dV}$; $\rho_{average} = \frac{Q}{V}$ Densidad volumétrica de carga

Carga distribuida en una superficie $\sigma = \frac{dQ}{dS}$ Densidad superficial de carga

Carga distribuida en una línea $\lambda = \frac{dQ}{dl}$ Densidad lineal de carga



Aplicando la ley de Coulomb y el principio de superposición

$$\vec{F} = \int_V \frac{k \cdot dq_1 \cdot dq_2}{r^2} \cdot \hat{r}$$

UNIDAD DE CARGA ELÉCTRICA

La unidad de carga eléctrica en el sistema internacional es el **culombio**, que corresponde a la **cantidad de electricidad que transporta una corriente continua de un amperio durante un segundo.**

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$

1.3. CUANTIZACIÓN DE LA CARGA Y CONSERVACIÓN DE LA CARGA

La carga que adquiere un sistema está cuantizada aparece en múltiplos íntegros de la carga del electrón (carga fundamental e)

$$q = \pm n e$$

Donde:

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

n representa el número de electrones transferidos

$$\text{Coulomb: } 1 \text{ C} = 6.25 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

Esto significa que la carga en un solo electrón es:

$$1 \text{ electrón: } e^- = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

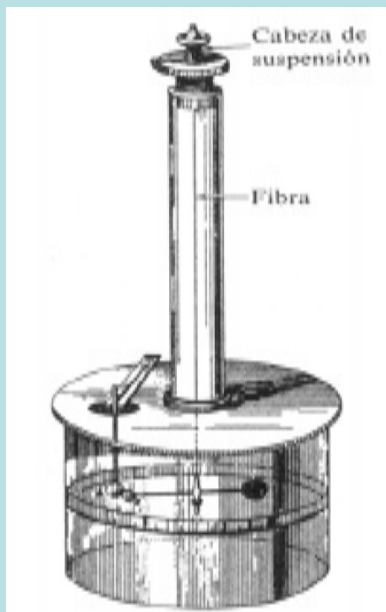
Cuando frotamos una barra, ésta adquiere una carga igual pero de signo contrario que la piel. Las cargas están separadas, pero la suma de ambas es cero.

La cantidad **neta de carga eléctrica** que se produce en cualquier proceso es cero.

Si un objeto o región del espacio adquiere una carga positiva, entonces una cantidad igual pero de carga negativa se formará en áreas u objetos vecinos.

En experimentos físicos en aceleradores de partículas de alta energía, cuando se genera una carga negativa también se genera otra positiva para que la carga neta se conserve.

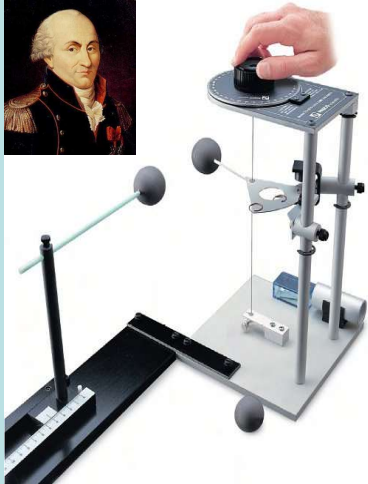
BALANZA DE COULOMB



- Balanza que utilizó Coulomb para deducir su ley, tal como aparece en informe de Coulomb a la Academia de París de 1785.

- La construcción de esta máquina le permitió medir fuerzas débiles con precisión.

- Al poner en contacto dos bolas metálicas iguales, una cargada y otra descargada, la carga se repartía mitad en cada bola.

CTE. DE COULOMB

$$K = 8.9875517873681764 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

CTE. GRAVITACIONAL

$$G = 6.6738480 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

FIN