

CARGA ELÉCTRICA - CAMPO ELÉCTRICO

TIPOS DE FUERZA

GRAVITACIONAL
ELECTROMAGNÉTICA
NUCLEAR FUERTE
NUCLEAR DÉBIL

LA FUERZA ELECTROMAGNÉTICA ES LA MÁS COMÚN

LAS PARTÍCULAS QUE EXPERIMENTAN UNA INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA TIENEN UNA PROPIEDAD LLAMADA

CARGA ELÉCTRICA

ESTUDIAREMOS :

- 1) LA NATURALEZA DE LA CARGA ELÉCTRICA
- 2) LA CUANTIZACIÓN Y EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA ELÉCTRICA
- 3) LAS INTERACCIONES ELECTROSTÁTICAS
- 4) LA LEY DE COULOMB
- 5) CAMPO ELÉCTRICO

CARGA ELÉCTRICA

2

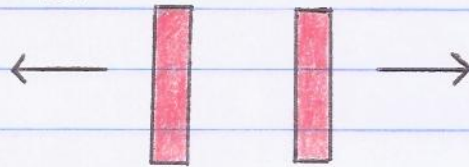
DESPUÉS DE FROTAR ÁMBAR CON LANA
LOS GRIEGOS DESCUBRIERON QUE EL ÁMBAR
ATRAÍA OTROS OBJETOS (600 A.C.)

EL ÁMBAR ADQUIERE CARGA ELÉCTRICA

SE DICE QUE SE CARGA ELÉCTRICAMENTE

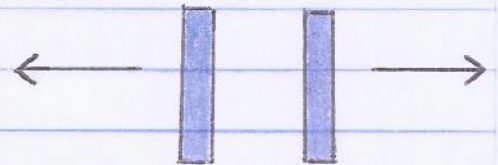
OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL 1

- A) SE FROTA UNA BARRA DE PLÁSTICO CON LANA
- B) SE FROTA OTRA BARRA DE PLÁSTICO CON "OTRA" LANA
- C) SE ACERCAN LAS BARRAS SIN TOCARSE
- D) LAS BARRAS SE REPELEN

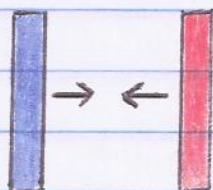


OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL 2

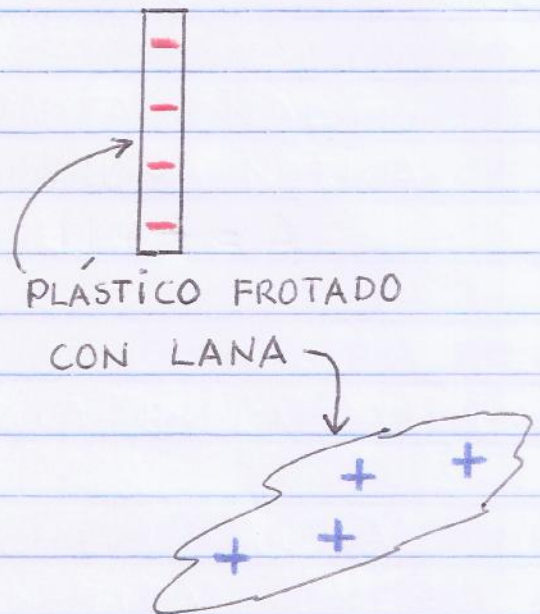
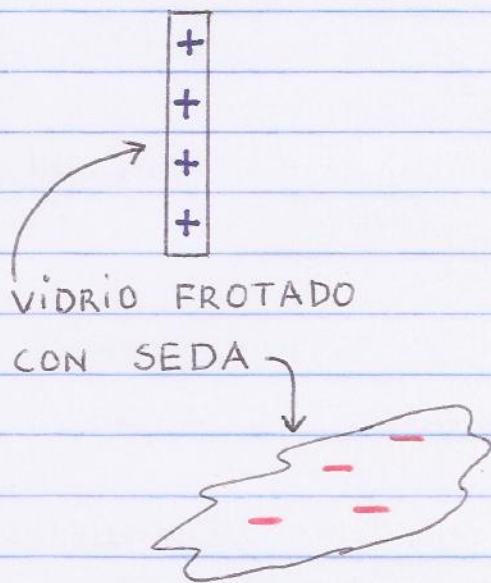
- A) SE FROTA UNA BARRA DE VIDRIO CON SEDA
- B) SE FROTA OTRA BARRA DE VIDRIO CON "OTRA" SEDA
- C) SE ACERCAN LAS BARRAS DE VIDRIO SIN TOCARSE
- D) LAS BARRAS DE VIDRIO SE REPELEN



OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL 3



3
¿ POR QUÉ EL VIDRIO SE CARGA POSITIVAMENTE
Y EL PLÁSTICO NEGATIVAMENTE ?



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

ÁTOMO = { NÚCLEO CON PROTONES
Y NEUTRONES

+

ELECTRONES ALREDEDOR DEL NÚCLEO }

LOS ELECTRONES TIENEN CARGA ELÉCTRICA NEGATIVA

LOS PROTONES TIENEN CARGA ELÉCTRICA POSITIVA

LOS NEUTRONES SON NEUTROS

NOTACIÓN

Z = número atómico = número de protones del núcleo

N = número de neutrones del núcleo

A = número de nucleones (protones + neutrones del núcleo)

$$A = Z + N$$

EN UN ÁTOMO NEUTRO, EL NÚMERO DE ELECTRONES ES IGUAL AL NÚMERO ATÓMICO.

EN UN ÁTOMO NO NEUTRO, EL NÚMERO DE ELECTRONES ES DISTINTO QUE EL NÚMERO DE PROTONES DEL NÚCLEO.

SI EL NÚMERO DE ELECTRONES DE UN ÁTOMO ES MAYOR QUE EL NÚMERO DE PROTONES DEL NÚCLEO, ENTONCES LA CARGA ELÉCTRICA NETA DEL ÁTOMO ES NEGATIVA (IÓN NEGATIVO).

EN EL CASO OPUESTO, LA CARGA ELÉCTRICA NETA DEL ÁTOMO ES POSITIVA (IÓN POSITIVO).

¿CÓMO SE GENERA UN IÓN POSITIVO?

EXTRAYENDO ELECTRONES A UN ÁTOMO

¿CÓMO SE PRODUCE UN IÓN NEGATIVO?

AÑADIENDO ELECTRONES A UN ÁTOMO

PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA ELÉCTRICA

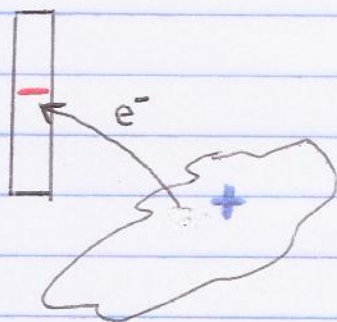
5

LA SUMA ALGEBRAICA DE TODAS LAS CARGAS ELÉCTRICAS DE UN SISTEMA CERRADO ES CONSTANTE

¿SUMA ALGEBRAICA? ¿SISTEMA CERRADO?

EJEMPLO DE UN SISTEMA CERRADO

$S = \{ \text{BARRA DE PLÁSTICO} + \text{PEDAZO DE PIEL DE ANIMAL, AMBOS INICIALMENTE NEUTROS} \}$



LA CARGA ELÉCTRICA NO SE CREA NI SE DESTRUYE ; SIMPLEMENTE SE TRANSFIERE DE UN CUERPO A OTRO

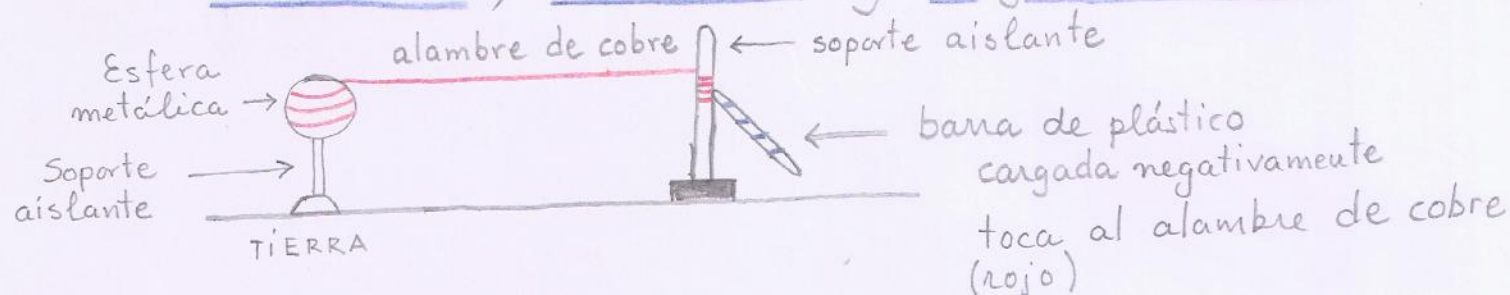
PRINCIPIO DE CUANTIZACIÓN DE LA CARGA

LA MAGNITUD DE CUALQUIER CANTIDAD OBSERVABLE DE CARGA ELÉCTRICA ES UN MÚLTIPLO ENTERO DE LA MAGNITUD DE LA CARGA ELÉCTRICA DEL ELECTRÓN.

Principio de cuantización de la carga

La magnitud de cualquier cantidad observable de carga eléctrica es un múltiplo entero de la magnitud de la carga eléctrica del electrón.

- ✓ Hasta ahora no se ha podido encontrar o medir una partícula que tenga una carga eléctrica cuya magnitud sea una fracción de la magnitud de la carga eléctrica del electrón.
- ✓ Parece que la mínima magnitud de carga eléctrica es la del electrón. Por lo menos es lo que se ha encontrado hasta este momento.

21.2 Conductores, aisladores y cargas inducidas

y transfiere electrones a la esfera metálica.

- ✓ El alambre de cobre es un conductor de electricidad.
- ✓ Si se realiza el experimento reemplazando al alambre de cobre por un hilo de nylon, se observa que no se transfiere carga eléctrica a la esfera.
- ✓ El hilo de nylon es un aislador de la electricidad.
- ✓ Un conductor permite que la carga eléctrica se mueva con facilidad a través de él. Un aislante no.

Ejemplo de aislante

Las fibras de una alfombra de nylon en un día seco.

- ✓ Al caminar sobre la alfombra, el roce de los zapatos contra las fibras produce una acumulación de electrones en nuestro cuerpo.
- ✓ La carga que tenemos en nuestro cuerpo permanece en él porque no puede fluir por ser un aislante.
- ✓ Si tocamos una perilla metálica para abrir una puerta, ocurre una transferencia de electrones de nuestros dedos a la perilla y sentimos la descarga.

- ✓ Casi todos los metales son conductores.
- ✓ La mayoría de los no metales son aisladores.
- ✓ Dentro de un conductor sólido como el cobre hay muchos electrones libres, esto es, electrones que por estar débilmente enlazados a los átomos del sólido, pueden moverse con relativa facilidad a través de éste.
- ✓ Dentro de un aislador sólido hay pocos electrones libres (o ninguno) y la carga no se puede desplazar libremente a través de él.
- ✓ Los materiales semiconductores tienen propiedades intermedias entre las de buenos conductores y los buenos aisladores.

¿Cómo se carga eléctricamente un cuerpo?

1) Tocándolo con otro cuerpo que esté cargado eléctricamente

Por ejemplo : si una barra de plástico cargada negativamente toca una esfera metálica durante un tiempo, algunos de los electrones de la barra se transfieren a la esfera metálica, cargándose negativamente la esfera y quedando la barra con una carga negativa neta pero de menor magnitud a su carga original.

Los dos cuerpos quedan cargados con cargas del mismo signo

Cargar por inducción

13

Esfera
conductora

soporte aislante

barra cargada

alambre conductor

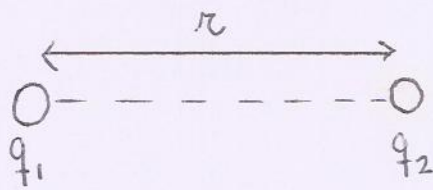
TIERRA

Mención adicional:

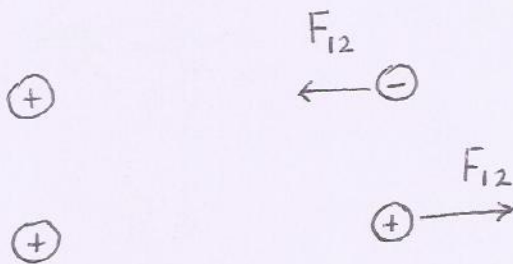
Proceso electrostático de pintura (El objeto a pintar se conecta a tierra y se proporciona una carga eléctrica negativa a los gotitas de pintura a medida que estas salen a través de la boquilla de la pistola nebulizadora).

Por último : un cuerpo con carga eléctrica ejerce fuerzas incluso sobre objetos que no tienen carga neta.
(pag. 799, S-Z, Vol. 2, Edic. 11) Ejemplo de peine y papelitos.
(leer y entender)

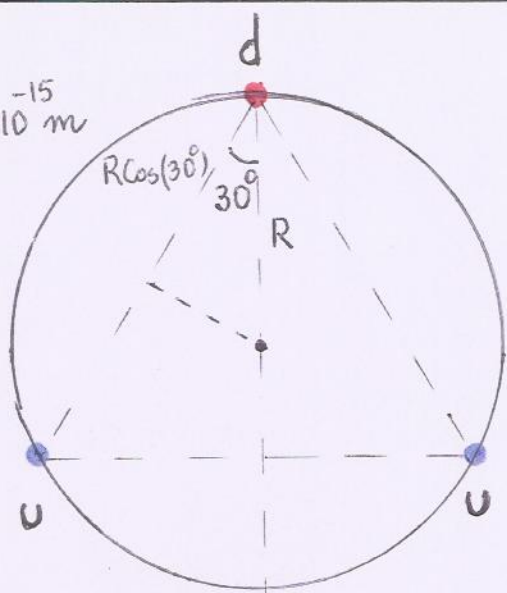
- ✓ La fuerza eléctrica entre dos partículas con carga se debilita al aumentar la distancia.
- ✓ Ahora suponga que la fuerza eléctrica fuera independiente de la distancia.
- ✓ En este caso, ¿un peine con carga causaría que un aislador neutro se polarizara como en la Fig. 21.7? (Sears-Zemansky, pag. 799) ¿Por qué?
- ✓ ¿El aislador neutro sería atraído hacia el peine? ¿Por qué?



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



$$R = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$



Modelo Estándar de Física

$$\Rightarrow \text{protón} = \textcircled{u} + \textcircled{u} + \textcircled{d}$$

u = quark "up"

d = quark "down"

$$q_u = \frac{2}{3} e \quad ; \quad q_d = -\frac{1}{3} e$$

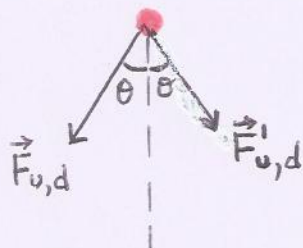
$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_p = q_u + q_u + q_d = \frac{2}{3} e + \frac{2}{3} e - \frac{1}{3} e \Rightarrow q_p = e$$

$$r_{ud} = 2 R \cos(30^\circ) = 2 R \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} R$$

Fuerza que actúa sobre el quark down

$$|\vec{F}_{u,d}| = |\vec{F}'_{u,d}|$$



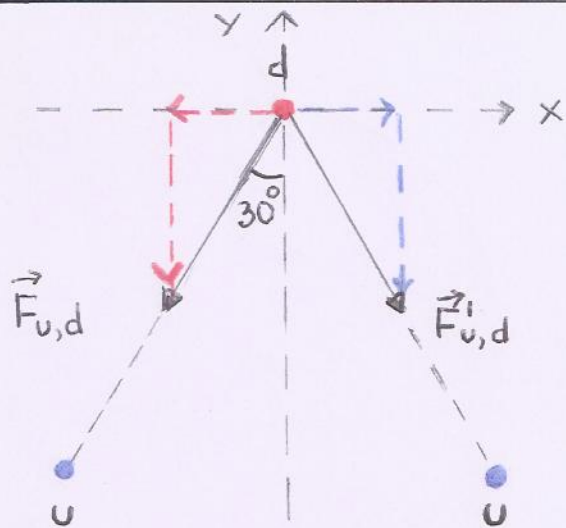
$$|\vec{F}_{u,d}| = F_{u,d} = K \frac{q_u q_d}{r_{ud}^2}$$

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

$$F_{u,d} = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{\left(\frac{2}{3} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}\right) \left(\frac{1}{3} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}\right)}{\left(\sqrt{3} \times 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}\right)^2}$$

$$F_{u,d} = \frac{9 \times 10^9 \times \left(\frac{2}{3}\right) \left(\frac{1}{3}\right) \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{3 \times (1.2 \times 10^{-15})^2} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} = \frac{2}{3} \times 10^9 \frac{(1.6)^2 (10^{-19})^2}{(1.2)^2 (10^{-15})^2} \text{ N}$$

$$F_{u,d} = \frac{2}{3} \times 10^9 \frac{2.56 \times 10^{-38}}{1.44 \times 10^{-30}} \text{ N} = 11.85 \text{ N}$$



✓ Las componentes horizontales de las fuerzas $\vec{F}_{u,d}$ y $\vec{F}'_{u,d}$ se anulan

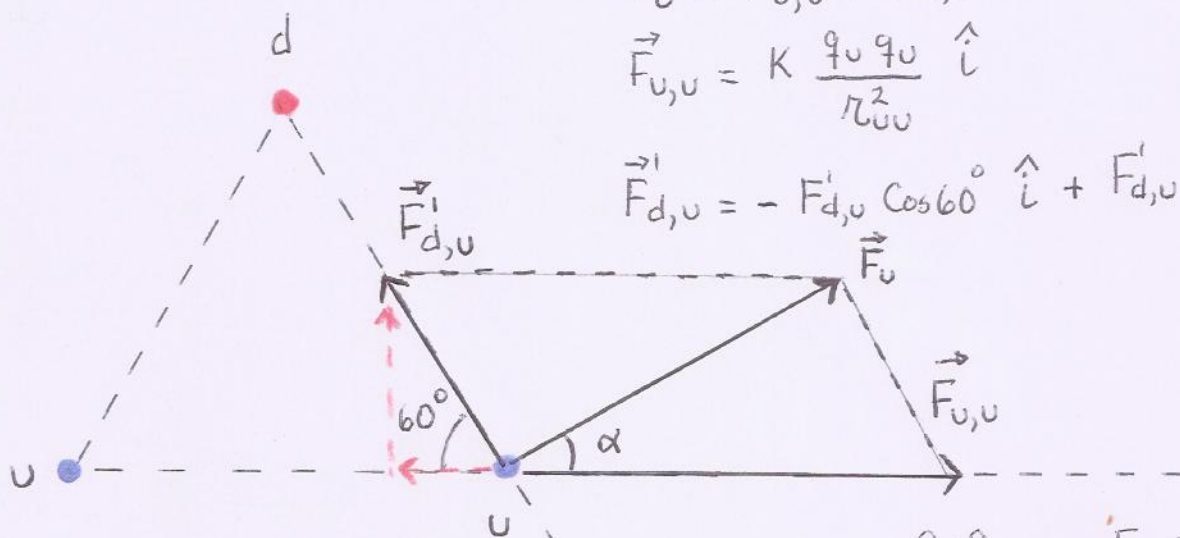
✓ Las componentes verticales se suman y como son iguales

$$\vec{F}_{\text{resultante}} = 2 F_{u,d} \cos 30^\circ (-\hat{j})$$

$$\vec{F}_{\text{resultante}} = 2 \times 11.85 \times \frac{\sqrt{3}}{2} (-\hat{j}) = 20.5 (-\hat{j}) \text{ N}$$

$$\vec{F}_{u,u} = K \frac{q_u q_u}{r_{uu}^2} \hat{i}$$

$$\vec{F}'_{d,u} = -F'_{d,u} \cos 60^\circ \hat{i} + F'_{d,u} \sin 60^\circ \hat{j}$$



$$F'_{d,u} = k \frac{q_d q_u}{r_{du}^2} = F_{u,d} = 11.85 \text{ N}$$

$$n_{uv} = n_{vd} = \sqrt{3} R \quad ; \quad R = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$q_v = \frac{2}{3}e$$

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

$$F_{u,v} = |\vec{F}_{u,v}| = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{\left(\frac{2}{3} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{C}\right)^2}{\left(\sqrt{3} \times 1.2 \times 10^{-15} \text{m}\right)^2} = 9 \times 10^9 \frac{\frac{4}{9} \times 2.56 \times 10^{-38}}{3 \times 1.44 \times 10^{-30}} \text{N}$$

$$\vec{F}_{u,u} = 2.37 \times 10^4 \hat{i} \text{ (N)} = 23.7 \hat{i} \text{ (N)}$$

$$\vec{F}_{d,u} = -11.85 \times \frac{1}{2} \hat{i} + 11.85 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{j} = -5.93 \hat{i} + 10.25 \hat{j} \text{ (N)}$$

$$\vec{F}_v = 23.7 \hat{i} + (-5.93 \hat{i} + 10.25 \hat{j}) = 17.8 \hat{i} + 10.25 \hat{j} \text{ (N)}$$

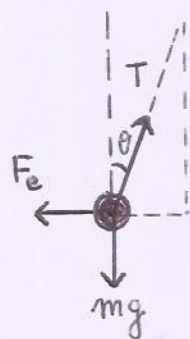
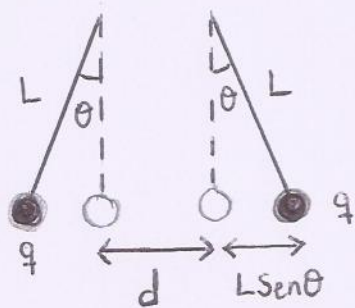
$$F_0 = \sqrt{(17.8)^2 + (10.25)^2} \text{ N} = \sqrt{316.84 + 105.06} \text{ N} = 20.5 \text{ N}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{F_{0,y}}{F_{0,x}}\right) = \arctan\left(\frac{10.25}{17.8}\right) = 29.9^\circ$$

Dos esferitas idénticas de masa m , están suspendidas mediante hilos aislantes cuya longitud es L .

Inicialmente la distancia entre las esferitas es d y después de recibir cada esferita una carga q , se repelen entre sí, hasta que quedan en equilibrio formando un ángulo θ con la vertical.

¿Cuál es la magnitud de la carga q ?



$$\begin{cases} T \cos \theta = mg \\ T \sin \theta = F_e \end{cases}$$

$$\tan \theta = \frac{F_e}{mg}$$

$$\tan \theta = \frac{K \frac{q^2}{(d + 2L \sin \theta)^2}}{mg} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |q| = \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{K}} (d + 2L \sin \theta)$$

$$F_e = K \frac{q q}{r_{qq}^2} = K \frac{q^2}{(d + 2L \sin \theta)^2}$$

$$mg \tan \theta = K \frac{q^2}{(d + 2L \sin \theta)^2}$$