

8 de febrero de 2024.

①

• Campo eléctrico.

• Carga eléctrica.

⇒ Leer sección 1-1 Las fuerzas eléctricas de las "Lecciones de Física de Feynman" Vol. 2. Páginas 1-1 y 1-2.

→ La existencia de la carga eléctrica puede demostrarse mediante diferentes experimentos como frotar un globo sobre nuestra cabeza (cabello) y ~~acercarlo~~ acercarlo a pedazos de papel. Estos se verán atraídos por el globo demostrando así que hay una fuerza atractiva.

→ Esto también puede experimentarse cuando le damos toques a un compañero, es decir, le damos una descarga. Esto sucede cuando frotamos, por ejemplo, nuestros pies en una alfombra.

→ Benjamin Franklin descubrió que existen dos tipos de estas interacciones: cuando son atractivas y cuando son repulsivas. Haciendo una analogía con la fuerza gravitacional, se propuso que deben existir dos tipos de carga: positiva y negativa. Donde la carga la entenderemos como una propiedad más de la materia. Es decir, por ahora, la materia tiene "masa" y "carga" (eléctrica).

8 de febrero de 2024.

(2)

→ De distintas observaciones se llegó a la conclusión de que cargas de un mismo signo se repelen

y cargas de un signo distinto se atraen.

→ Pueden realizar el experimento frotando dos globos entre sí.

• Propiedades.

→ La carga eléctrica siempre se conserva.

→ Es decir, cuando se lleva a cabo el proceso de electrificación, se transfiere la misma cantidad de carga de un cuerpo a otro. Un cuerpo adquiere carga negativa mientras que el otro cuerpo adquiere la misma cantidad de carga pero positiva.

→ Ahora se sabe, gracias a Millikan, que las cargas eléctricas se presentan como múltiplos de una carga fundamental o base que suele denotarse como e .

→ Al electrón se le asocia la carga $-e$ mientras que el protón tiene una carga $+e$. Por otro lado, el neutrón no tiene carga eléctrica, es decir, es neutro.

8 de febrero de 2024,

(3)

• Ley de Coulomb.

→ Coulomb midió las magnitudes de las fuerzas eléctricas entre objetos con carga usando la balanza de torsión.

⇒ Nota: La fuerza eléctrica es mucho más grande que la fuerza de gravedad.

• Pregunta: ¿Por qué los protones en el núcleo de los átomos están unidos si la fuerza eléctrica es muy grande?

R: Fuerzas nucleares.

→ Para resolver los ejercicios siguientes y como simplificación consideraremos cargas puntuales, es decir, una partícula de tamaño cero que tiene carga eléctrica.

→ Experimentalmente se encontró que la magnitud de la fuerza entre dos cargas puntuales está dada por la ley de Coulomb.

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

; q_1, q_2 son las cargas

; r es la distancia entre ellas.

; K_e es la constante de Coulomb.

8 de febrero de 2024.

(4)

→ La unidad de carga en el SI es el Coulomb - C.

→ Mientras que la constante de Coulomb es (en el SI)

$$k_e = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

• Ejercicio en clase. Hallar las unidades de la ley de Coulomb.

→ Además,

Donde ϵ_0 es la permitividad del vacío

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

$$\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$$

→ Tendencia a polarizarse.

→ Y la carga del electrón es

$$e = 1.60218 \times 10^{-19} \text{C}$$

• Ejercicio en clase. ¿Qué tan fuertes son las fuerzas? Calcular las fuerzas gravitacional y eléctrica entre un protón y un electrón en el ~~un~~ átomo de hidrógeno. La distancia es aproximadamente. $r = (5.3 \times 10^{-11} \text{m})$

→ Coulomb

$$F_e = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = (8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}) \frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{C})^2}{(5.3 \times 10^{-11} \text{m})^2} = \underline{8.2 \times 10^{-8} \text{N}}$$

→ Newton

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

8 de febrero de 2024.

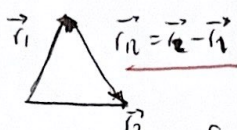
(5)

→ Como las fuerzas son vectores, la ley de Coulomb se escribe como

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

La fuerza que ejerce q_1 sobre q_2 .

\hat{r}_{12} va de q_1 a q_2



Nota: Las cargas ya no tienen el valor absoluto porque sus signos nos dirán si la fuerza es atractiva o repulsiva.

→ Si tenemos más de dos cargas, la fuerza ejercida sobre una partícula por el resto de ellas es la suma (superposición) de las fuerzas individuales.

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41} + \dots$$

• Ejercicio en clase. Dos partículas con carga q se encuentran separadas a una distancia d y experimentan una fuerza eléctrica de magnitud F . Si la carga de cada una y la distancia entre ellas se triplica, ¿Cuál es la nueva fuerza?

$$F = k \frac{q^2}{d^2}$$

Con $q' = 3q$ y $d' = 3d$ tenemos

$$F' = k \frac{q'^2}{d'^2} = k \frac{(3q)^2}{(3d)^2} = k \frac{q^2}{d^2} = F$$

8 de febrero de 2024.

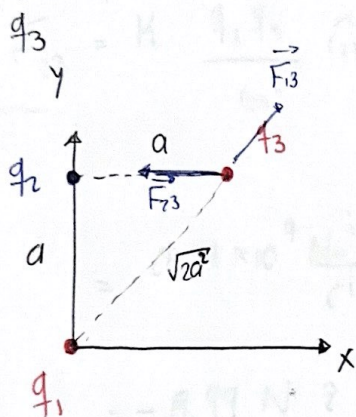
6

• Ejercicio en clase. Tenemos tres cargas puntuales cada una ubicada en las esquinas de un triángulo rectángulo.

$$q_1 = q_3 = 5.0 \mu\text{C}$$

$$q_2 = -2.0 \mu\text{C}$$

Los catetos del triángulo miden $a = 0.1 \text{ m}$. Hallar la fuerza resultante, sobre



→ Fuerza que ejerce q_1 sobre q_3

$$\vec{F}_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} \hat{r}_{13}$$

→ Hallamos las posiciones

$$\vec{r}_1 = (0,0)$$

$$\vec{r}_2 = (0,a)$$

$$\vec{r}_3 = (a,a)$$

→ Entonces

$$\vec{r}_{13} = \vec{r}_3 - \vec{r}_1 = (a,a) - (0,0) = (a,a)$$

$$\hat{r}_{13} = \frac{1}{\sqrt{2}a} (a,a)$$

→ De lo anterior,

$$\vec{F}_{13} = k \frac{q_1 q_3}{(\sqrt{2}a)^2} \frac{(a,a)}{\sqrt{2}a} = \left(8.99 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(5 \times 10^{-6} \text{ C})^2}{(\sqrt{2})^3 (0.1 \text{ m})^2} (1,1)$$

$$= 7.9 \text{ N} \cdot (1,1) = 7.9 \text{ N} (\hat{i} + \hat{j})$$

$$\|\vec{F}_{13}\| = \sqrt{(7.9)^2 + (7.9)^2} \text{ N} = 11.17 \text{ N}$$

Note: No sale lo mismo por los redondeos.

8 de febrero de 2024.

(7)

→ Fuerza que ejerce q_2 sobre q_3 .

→ Hallamos el vector unitario

$$\vec{r}_{23} = \vec{r}_3 - \vec{r}_2 = (a, a) - (0, a) = (a, 0)$$

$$\hat{r}_{23} = \frac{(a, 0)}{a} = (1, 0) = \hat{i}$$

→ Usando la ley de Coulomb.

$$\vec{F}_{23} = K \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} \hat{r}_{23} = (8.99 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}) \frac{(5 \times 10^{-6} C)(-2 \times 10^{-6} C)}{a^2} \hat{i}$$

$$= (8.99 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}) \frac{(5 \times 10^{-6} C)(-2 \times 10^{-6} C)}{(0.1 m)^2} \hat{i}$$

$$= -8.99 N \hat{i}$$

$$\|\vec{F}_{23}\| = 8.99 N$$

→ La fuerza resultante es

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = (7.9 N, 7.9 N) + (-8.99 N, 0)$$

$$= -1.09 N \hat{i} + 7.9 N \hat{j}$$