

Ejercicios resueltos de Campo Eléctrico

1. Hallar la intensidad del campo eléctrico, en el aire, a una distancia de 30 cm de la carga $q = 5 \times 10^{-9} \text{ C}$. 500 [N/C]

Datos:

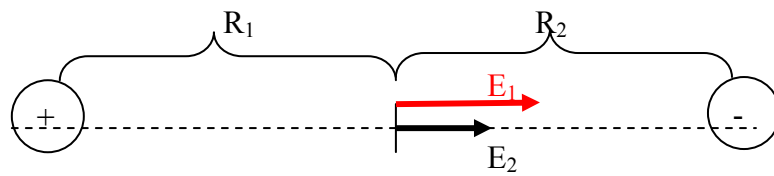
$$q = 5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r = 0,3 \text{ m}$$

$$E = \frac{kq}{r^2} \quad E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9}}{0,3^2} = 500 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

2. Hallar la intensidad del campo eléctrico en el aire entre dos cargas puntuales de 20×10^{-8} y -5×10^{-8} [C], distantes 10 [cm]. Haga lo mismo considerando que reemplaza la carga de -5×10^{-8} por una de 5×10^{-8} [C]. 9×10^5 [N/C], 54×10^4 [N/C]

Parte 1.



Datos:

$$q_1 = 20 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$q_2 = -5 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$R_1 = 0,05 \text{ m}$$

$$R_2 = 0,05 \text{ m}$$

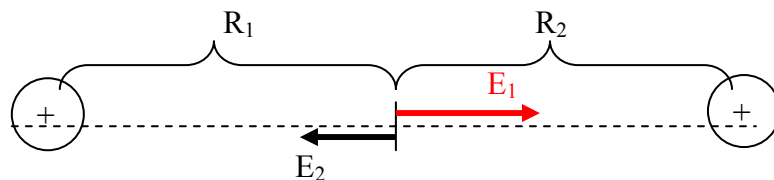
$$E_1 = \frac{kq_1}{R_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-8}}{0,05^2} = 720.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{R_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (-5 \times 10^{-8})}{0,05^2} = -180.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E = |E_1| + |E_2| = |720.000| + |-180.000| = 900.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E = 900.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right], \text{ hacia la derecha de la figura.}$$

Parte 2.



Datos:

$$q_1 = 20 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$q_2 = 5 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$R_1 = 0,05 \text{ m}$$

$$R_2 = 0,05 \text{ m}$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{R_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-8}}{0,05^2} = 720.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

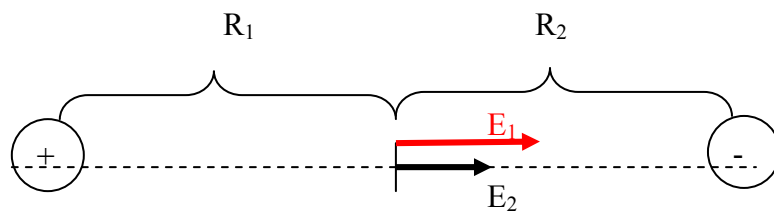
$$E_2 = \frac{kq_2}{R_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{0,05^2} = 180.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E = |E_1| - |E_2| = |720.000| - |180.000| = 540.000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E = 540.000 \left[\frac{N}{C} \right], \text{ hacia la derecha}$$

3. Dos cargas eléctricas de 3 y $-8 \text{ } [\mu\text{C}]$ están a dos metros. Calcular la intensidad de campo en el punto medio del trazo que une estas cargas. $9,9 \times 10^4 \text{ } [N/C]$

Parte 1.



Datos:

$$q_1 = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$R_1 = 1 \text{ m}$$

$$R_2 = 1 \text{ m}$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{R_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{1^2} = 27.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{R_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (-8 \times 10^{-6})}{1^2} = -72.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

$$E = |E_1| + |E_2| = |27.000| + |-72.000| = 99.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

$$E = 99.000 \left[\frac{N}{C} \right], \text{ hacia la derecha de la figura.}$$

4. Calcular la intensidad en un punto de un campo eléctrico si al colocar la carga de $48 \text{ } \mu\text{C}$ en él, el campo actúa con la fuerza de 1,6 N. $(1/3) \times 10^5 \text{ N/C}$

Datos:

$$Q = 48 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$F = 1,6 \text{ N}$$

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{1,6}{48 \times 10^{-6}} = 33.333 \left[\frac{N}{C} \right]$$

5. Calcular la intensidad del campo eléctrico en un punto situado a 18 km de una carga de $120 \text{ } \mu\text{C}$.

Datos:

$$q = 120 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$R = 18 \text{ km} = 18.000 \text{ m}$$

$$E = \frac{kq}{R^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 120 \times 10^{-6}}{18.000^2} = 0,0033 \left[\frac{N}{C} \right]$$

6. Hallar la intensidad del campo eléctrico en un punto del aire situado a 3 cm de una carga de $5 \times 10^{-8} \text{ C}$. $5 \times 10^5 \text{ N/C}$

Datos:

$$q = 5 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$R = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$E = \frac{kq}{R^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{0,3^2} = 500.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

El campo se dirige hacia fuera de la carga.

7. Calcular la intensidad del campo eléctrico en un punto del aire situado a 1μ (10^{-9} metros) de un núcleo atómico de helio cuya carga vale 2 electrones. $2,88 \times 10^9 \text{ N/C}$

Datos:

$$q = 2e = 2 \times (-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) = -3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$R = 1 \mu = 10^{-9} \text{ m}$$

$$E = \frac{kq}{R^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (-3,2 \times 10^{-19})}{(10^{-9})^2} = -2,88 \times 10^9 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

Ese campo es dirigido hacia la carga.

8. Hallar la aceleración de un protón en un campo eléctrico de intensidad 500 N/C . ¿Cuántas veces esta aceleración es mayor que la debida a la gravedad? $4,8 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$, $4,9 \times 10^9$ (Recuerde que $F = ma$, masa del protón $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

Datos:

$$q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$E = 500 \text{ N/C}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F = qE$$

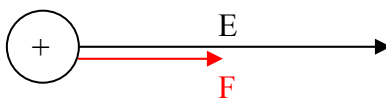
$$ma = qE$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 500}{1,67 \times 10^{-27}} = 4,79 \times 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\frac{a}{g} = \frac{4,79 \times 10^{10}}{9,8} = 4,88 \times 10^9$$

$$a = 4,88 \times 10^9 g$$

9. En un punto P del espacio existe un campo eléctrico E de $5 \times 10^4 \text{ N/C}$, dirigido hacia la derecha. a) Si una carga positiva de $1,5 \mu\text{C}$, se coloca en P, ¿cuál será el valor de la fuerza eléctrica que actúa sobre ella?, ¿en qué sentido se moverá la carga?, b) responda las pregunta (a) suponiendo que la carga es negativa. $7,5 \times 10^{-2} \text{ N}$; $7,5 \times 10^{-2} \text{ N}$



Datos:

$$q = 1,5 \mu\text{C} = 1,5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

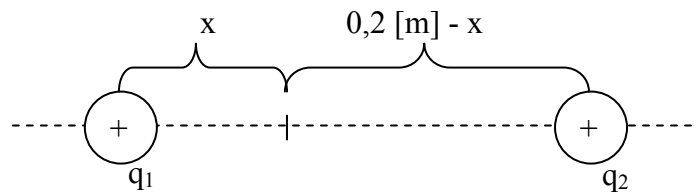
$$E = 5 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$F = qE = 1,5 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^4 = 0,075 [\text{N}]$$

Como la carga es positiva, el campo actuará con una fuerza en la misma dirección del campo, por lo tanto se moverá hacia la derecha.

- b) Si la carga es negativa. Entonces la fuerza será en sentido contrario al campo, en consecuencia la carga se moverá hacia la izquierda. El valor numérico de la fuerza que actúa sobre ella seguirá igual.

10. Dos cargas positivas de $1,5 \mu\text{C}$ y $3 \mu\text{C}$, que están separadas 20 cm. ¿En qué punto será nulo el campo eléctrico creado por esas cargas? entre ellas a 8,3 cm de la primera.



Datos:

$$q_1 = 1,5 \mu\text{C} = 1,5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 3 \mu\text{C} = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r_1 = x$$

$$r_2 = 0,2 \text{ [m]} - x$$

$$|E_1| = |E_2|$$

$$\left| \frac{kq_1}{r_1^2} \right| = \left| \frac{kq_2}{r_2^2} \right|$$

cancelando

$$\left| \frac{1,5 \times 10^{-6}}{x^2} \right| = \left| \frac{3 \times 10^{-6}}{(0,2 - x)^2} \right|$$

cancelando

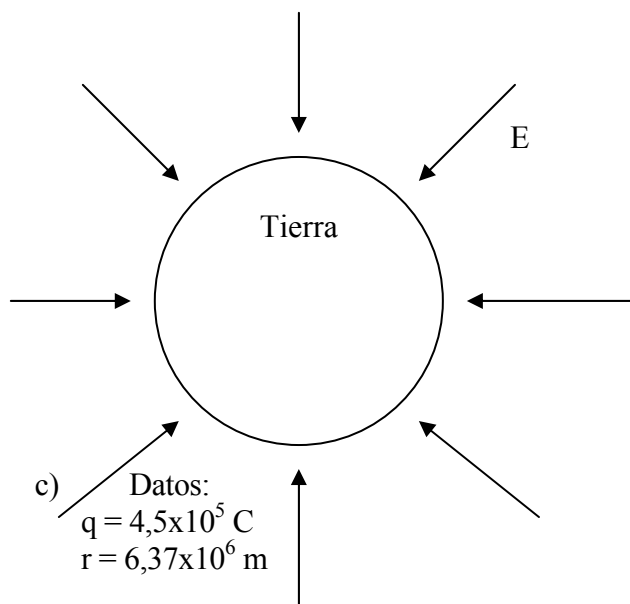
$$\left| \frac{1}{x^2} \right| = \left| \frac{2}{(0,2 - x)^2} \right| / \sqrt{}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{\sqrt{2}}{0,2 - x}$$

despejando

$$x = 0,083 \text{ [m]}$$

11. Se comprueba que en la proximidad de la superficie de la Tierra, existe un campo eléctrico, aproximadamente 100 N/C , dirigido verticalmente hacia abajo.
- a) ¿Cuál es el signo de la carga eléctrica existente en la Tierra?, b) ¿Cuál es el valor de esta carga?, c) Como la Tierra es un conductor, esta carga está distribuida casi totalmente en su superficie, ¿cuál es entonces, la carga existente en cada metro cuadrado de la superficie terrestre? Tiene que usar, para la letra c) la fórmula del área superficial de una esfera. $4,5 \times 10^5 \text{ C}$; $8,8 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$



- a) Si el campo se dirige **hacia** Tierra, entonces debe tener signo negativo.

- b) Datos:

$$E = 100 \text{ N/C}$$

$$r = 6.370 \text{ km} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

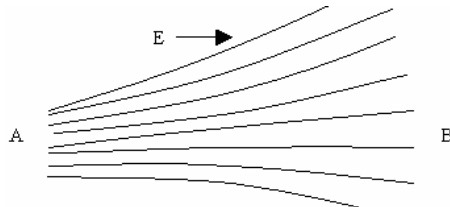
$$q = \frac{Er^2}{k} = \frac{100 \times (6,37 \times 10^6)^2}{9 \times 10^9}$$

$$q = 4,5 \times 10^5 \text{ [C]}$$

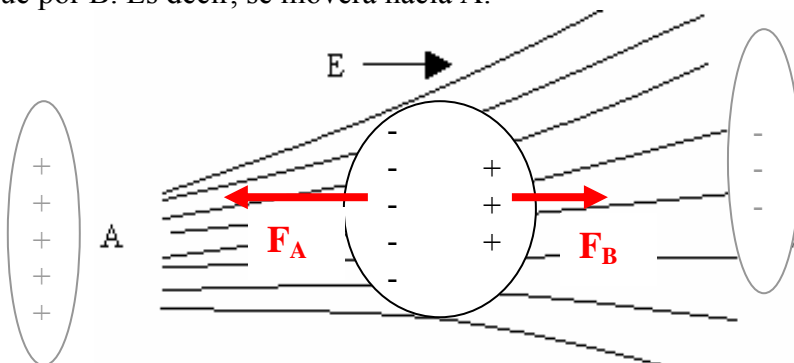
Recuerden que es negativa.

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi r^2} = \frac{4,5 \times 10^5}{4 \times 3,14 \times (6,37 \times 10^6)^2} = 8,83 \times 10^{-10} \left[\frac{C}{m^2} \right]$$

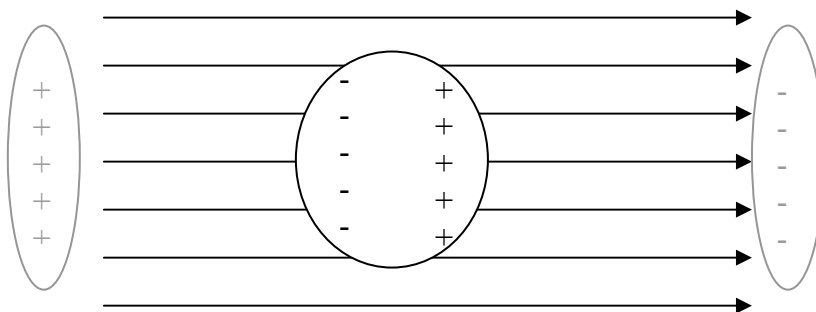
- 12.- La figura muestra las líneas de fuerza de un campo eléctrico. a) ¿Este campo es más intenso en las proximidades de la región A o de la región B?, b) Si se coloca un cuerpo pequeño metálico descargado en este campo, ¿quedará en equilibrio?, c) ¿Cómo se modificaría su respuesta a la pregunta anterior si el campo fuese uniforme?



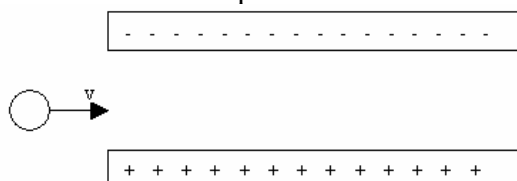
- a) Es más intenso en la región A, debido a que las líneas de campo en esa zona convergen.
 b) El cuerpo metálico al estar descargado, neutro, tiene cargas eléctricas positivas y negativas repartidas uniformemente sobre su superficie. Al ser colocado en una zona donde hay campo eléctrico su carga se polarizará, es decir, la zona (del cuerpo) expuesta hacia el lado de donde vienen las líneas de campo se “cargará” negativamente y el lado expuesto hacia el sector donde se dirige el campo se “cargará” positivamente. Ahora, como se muestra en la figura, se puede suponer que en A hay una carga positiva y en B una positiva, la magnitud de A es mayor que la de B, por lo tanto el cuerpo descargado tendrá más carga positiva hacia A que positiva hacia B. En consecuencia será atraído con mayor intensidad por A que por B. Es decir, se moverá hacia A.



- c) Si el campo es uniforme, el cuerpo descargado será atraído igualmente por A y por B, por lo tanto no se moverá.

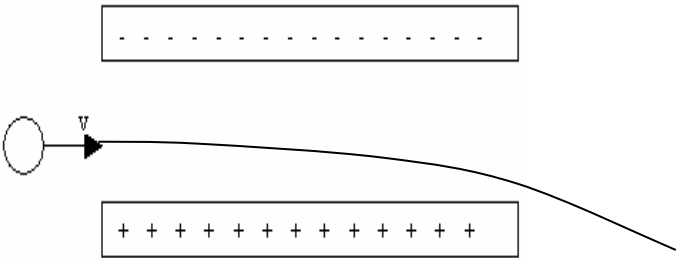


- 13.- Un electrón y un protón penetran con velocidad v entre las placas mostradas en la figura. a) Describa cualitativamente el movimiento de cada uno. b) Al emerger de las placas, ¿cuál de los dos habrá experimentado una desviación mayor?



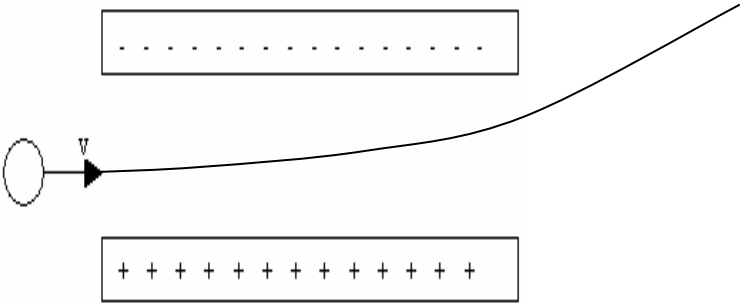
Si entra un electrón.

Si entra un electrón será afectado por una fuerza eléctrica hacia la placa positiva y por una fuerza gravitacional hacia abajo, en consecuencia ambas fuerzas se sumarán y se desviará hacia abajo en forma parabólica.



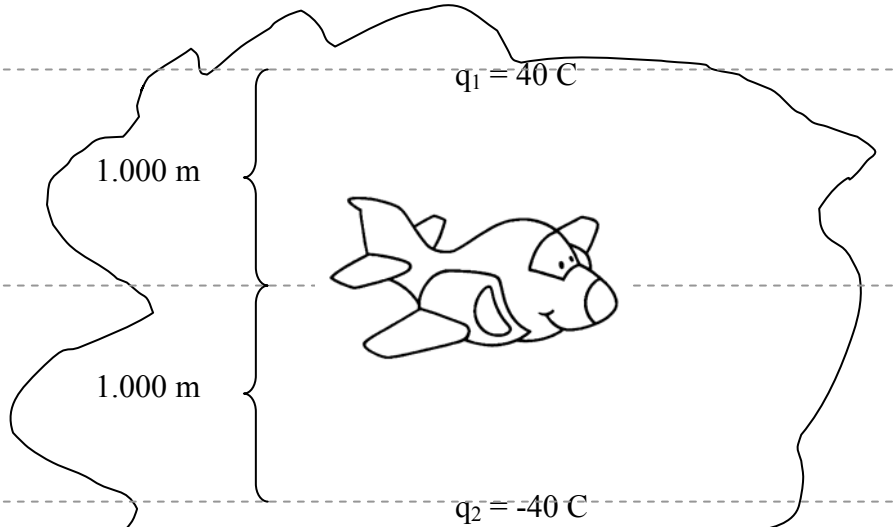
Si entra un protón.

Si es un protón será afectado por una fuerza eléctrica hacia la placa negativa, hacia arriba, y por la fuerza gravitacional hacia abajo, en consecuencia ambas fuerzas se restarán. Y como la fuerza eléctrica es mayor que la gravitacional la fuerza resultante será menor que en el caso del electrón, pero igual se desviará hacia arriba.

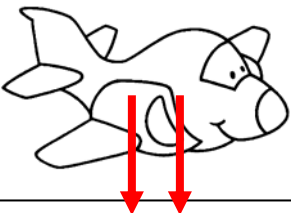


Finalmente, se desviará menos en el caso que sea un protón.

14. Un avión vuela a través de un nubarrón a una altura de 2.000 m. Si hay una concentración de carga de 40 C a una altura de 3.000 m dentro de la nube y -40 C a una altura de 1.000 m, ¿cuál es el campo eléctrico en el exterior de la aeronave?, y ¿en el interior?



Fuera del avión es como determinar el campo eléctrico en el punto medio entre dos cargas, una de 40 C y la otra de -40 C. Por lo tanto sería:



E_1 E_2

$$E_1 = \frac{kq_1}{R_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 40}{1.000^2} = 360.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{R_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (-40)}{1.000^2} = -360.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

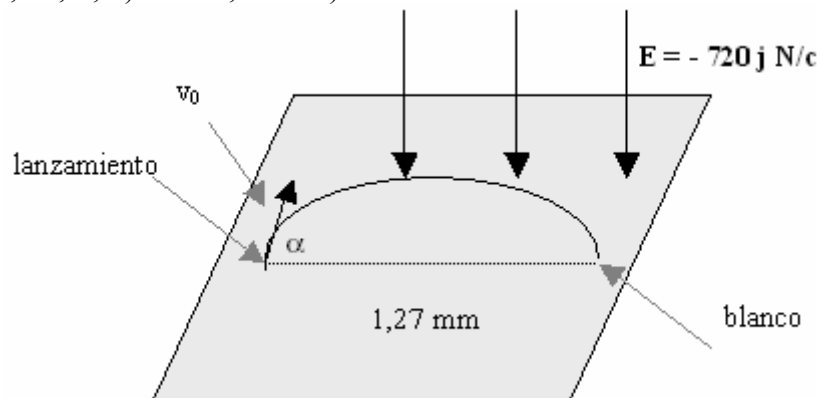
$$E = |E_1| + |E_2| = |360.000| + |-360.000| = 720.000 \left[\frac{N}{C} \right]$$

Se dirigiría hacia abajo.

En el interior del avión.

El campo es nulo $E = 0$ N/C. ¿Por qué? El avión es metálico y actúa como jaula de Faraday, el interior queda aislado de los fenómenos eléctricos que ocurren en el exterior.

15. Este es un ejercicio extra. Se lanzan protones con una velocidad inicial $v_0 = 9.550$ m/s dentro de una región donde se presenta un campo eléctrico uniforme $E = -720$ N/C (verticalmente hacia abajo). Los protones van a incidir sobre un blanco que se encuentra a una distancia horizontal de 1,27 mm del punto donde se lanzaron los protones. Determine a) los dos ángulos de lanzamiento que darán como resultado el impacto, b) el tiempo total de vuelo para cada trayectoria. (a) $36,9^\circ$; $53,1^\circ$; b) 167 ns; 221 ns)



Examinemos la situación para un protón.

Si se lanza hacia arriba con un ángulo α , respecto a la horizontal, al ingresar al campo eléctrico, que se dirige hacia abajo, será afectado por una fuerza hacia abajo, por lo tanto acelerará hacia abajo y su comportamiento será similar a la de un proyectil.

Entonces, si conocemos la aceleración hacia abajo, podemos aplicar la ecuación de alcance

máximo en el lanzamiento de un proyectil $x = -\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$, donde $g = -9,8$ m/s², pero en nuestro

caso no será g , será el valor de la aceleración que se obtiene por la fuerza eléctrica que se dirige

hacia abajo más la aceleración de gravedad que también se dirige hacia abajo $x = -\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{a}$

Datos:

$$q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$E = -720 \text{ N/C}$$

$$m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$x = 1,27 \text{ mm} = 0,00127 \text{ m}$$

$$F = qE$$

$$ma = qE$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times (-720)}{1,67 \times 10^{-27}} = -6,9 \times 10^{10} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$a = a + g = -6,9 \times 10^{10} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$x = -\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{a}$$

despejando

$$\alpha = \frac{\arcsen\left(-\frac{ax}{v_0^2}\right)}{2} = \frac{\arcsen\left(-\frac{-6,9 \times 10^{10} \times 0,00127}{9.550^2}\right)}{2} = 36,96^\circ$$

Ese es un ángulo, el otro es su complemento, es decir $53,04^\circ$

b) el tiempo de vuelo, sería:

$$t = -\frac{2v_0 \sin \alpha}{a}$$

$$t_1 = -\frac{2 \times 9.550 \times \sin 36,96^\circ}{-6,9 \times 10^{10}} = 16,6 \mu s$$

$$t_2 = -\frac{2 \times 9.550 \times \sin 53,04^\circ}{-6,9 \times 10^{10}} = 21,1 \mu s$$

Preguntas:

1. Al definir el campo eléctrico, ¿por qué es necesario especificar que la magnitud de la carga de prueba es muy pequeña?

Porque no debe afectar al campo que se está estudiando, si no fuera pequeña su efecto podría ser significativo.

2. ¿Cuándo es válido representar de manera aproximada una distribución de carga por medio de una carga puntual?

Cuando se determina el campo eléctrico a una distancia muy grande comparada con el tamaño de la carga.

3. Explique por qué las líneas de campo eléctrico no forman lazos cerrados (curvas cerradas).

Cada línea se dirige desde una carga positiva hacia una negativa o hacia el infinito. Para que haya un lazo cerrado tendría que darse el caso que una línea emergiera de una carga y se dirigiera a la misma carga, pero eso contradice su propia definición.

4. Es posible que un campo eléctrico exista en el espacio vacío.

Sí. No hay problemas. Siempre y cuando el efecto del campo eléctrico generado por una carga, o un sistema de cargas, alcance esa posición, donde haya vacío.

Además, no es necesario pensar en espacio, no. Basta que, por ejemplo, tomemos una pequeña botella, le sacamos el aire, por lo tanto queda vacío en su interior, y al lado de

la botella colocamos una carga eléctrica. El campo que genera esa carga pasará a través de la botella, incluyendo su zona vacía. Ahora, si la botella fuera metálica... bueno, pero eso es otro cuento.

5. Un electrón libre y un protón libre se ponen en un campo eléctrico idéntico. Compare las fuerzas eléctricas sobre cada partícula. Compare sus aceleraciones.

La aceleración del electrón será mucho mayor (aproximadamente 10.000 veces) que la que adquiera el protón. Hay que recordar que la aceleración y la masa son cantidades inversamente proporcionales, y la masa del protón es aproximadamente 10.000 veces mayor que la del electrón.

6. Explique que sucede con la magnitud del campo eléctrico de una carga puntual cuando r tiende a cero.

Si r tiende a cero, el campo tiende a infinito. Esto es por simple definición de la división en los números reales.

Pero igual se puede apreciar con las líneas de campo. Cerca de una carga las líneas convergen, y mientras más cerca se está de la carga hay mayor convergencia, en consecuencia si nos acercamos mucho a una carga las líneas indican que el campo crece mucho.

7. Una carga negativa se pone en una región del espacio donde el campo eléctrico está dirigido verticalmente hacia arriba. ¿cuál es la dirección de la fuerza eléctrica experimentada por esa carga?

Una carga negativa siempre será afectada por una fuerza en contra del campo negativo. Hay que tomar en cuenta que el campo se dirige siempre desde una carga positiva hacia una negativa. Por lo que si se coloca una carga negativa en el campo, será atraída por la carga positiva que lo genera, y eso es en contra del campo.

8. Una carga $4q$ está a una distancia r de una carga $-q$. Compare el número de líneas de campo eléctrico que salen de la carga $4q$ con el número que entra a la carga $-q$.

La cantidad de líneas de campo es directamente proporcional con la magnitud de la carga que genera el campo. Por lo tanto, en la carga $4q$ (cualquiera sea su signo) habrá 4 veces más líneas de campo que en torno a una carga q (cualquiera sea su signo).

9. Considere dos cargas puntuales iguales separadas una distancia d . ¿En qué parte, aparte del infinito, una tercera carga de prueba no experimentaría una fuerza neta?

En el punto medio del trazo que une a ambas cargas. En ese punto, dado que las cargas son iguales, el campo eléctrico generado por una carga será igual y en sentido opuesto al de la otra carga, y al sumarlos se anularán. Por lo que la fuerza eléctrica, al no haber campo, será nula.

10. ¿Cómo se indica la intensidad de un campo eléctrico cuando se representa por medio de líneas de campo?

Con un vector tangente a la línea de campo, en el punto donde se desee conocer.

11. ¿Qué aspecto tienen las líneas de campo cuando la intensidad del campo es la misma en todos los puntos de una región?

Son líneas paralelas. Corresponde a un campo eléctrico uniforme.

12. ¿Se puede construir un escudo para resguardarse del campo gravitatorio?, ¿se puede construir un escudo para resguardarse del campo eléctrico?

Si. Si fuera metálico. Convirtiéndose en una jaula de Faraday. Ahí, en su interior, los fenómenos eléctricos externos no afectan a su interior.