

UNIVERSIDAD DON BOSCO

Departamento de Ciencias Básicas



TRABAJO COOPERATIVO DE INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA No. 1

Electricidad y Magnetismo

Ing. Wilfredo Ernesto Aguilera Recinos

Grupo Teórico: 5T

INTEGRANTES	CARNET	FIRMA
Carlos Antonio Cruz Claros	CC111015	
Nelson Geovany Gonzáles Hernández	GH131492	
Edwin Kurt Vinicio de León Marroquín	DM131458	
Carlos Ernesto Quintanilla Meléndez	QM111467	

CICLO I-2015

INDICE

Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
1. Movimiento de cargas puntuales en un campo eléctrico uniforme	4
1.1 Aceleración de una carga puntual de magnitud “q”	5
1.2 Aceleración de un protón y de un electrón	6
2. Un dipolo en un campo eléctrico uniforme	7
2.1 Momento de torsión y momento dipolar	7
2.2 Trabajo y energía potencial de un dipolo en un campo eléctrico	8
3. Problemas de TCIB 1	9
Bibliografía	12

OBJETIVO GENERAL:

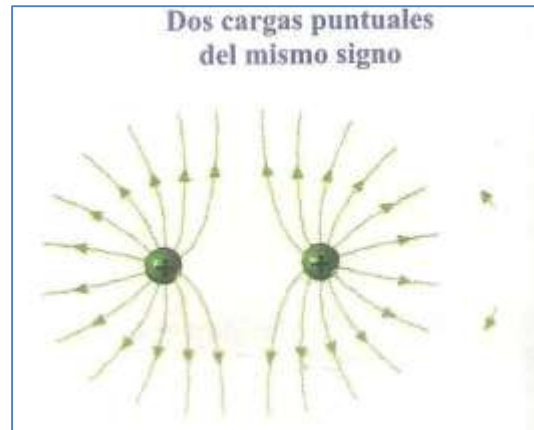
Capacitar a los estudiantes en la investigación bibliográfica en el de otras fuentes de consulta para que a través de éstas y del trabajo cooperativo, fortalezcan sus criterios, experimenten otras formas de aprendizaje y mejoren o adquieran un mayor conocimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Calcular la aceleración de una carga puntual de magnitud q y masa m , moviéndose en un campo eléctrico de intensidad E .
- Aplicar las ecuaciones cinemáticas para calcular la posición, velocidad o desplazamiento de una carga puntual en un campo eléctrico uniforme.
- Calcular la energía cinética de una carga puntual y/o el trabajo realizado sobre ésta por un campo eléctrico uniforme.
- Calcular el momento de un dipolo eléctrico y el momento de torsión sobre el dipolo por un campo eléctrico uniforme.
- Determinar la energía potencial de un sistema dipolo-campo eléctrico, conociendo la orientación y el momento dipolar del dipolo y la magnitud del campo eléctrico.
- Calcular el cambio de energía potencial de un dipolo cuando éste cambia de orientación en un campo eléctrico.
- Calcular el trabajo de un campo eléctrico sobre un dipolo eléctrico, cuando éste cambia de orientación.

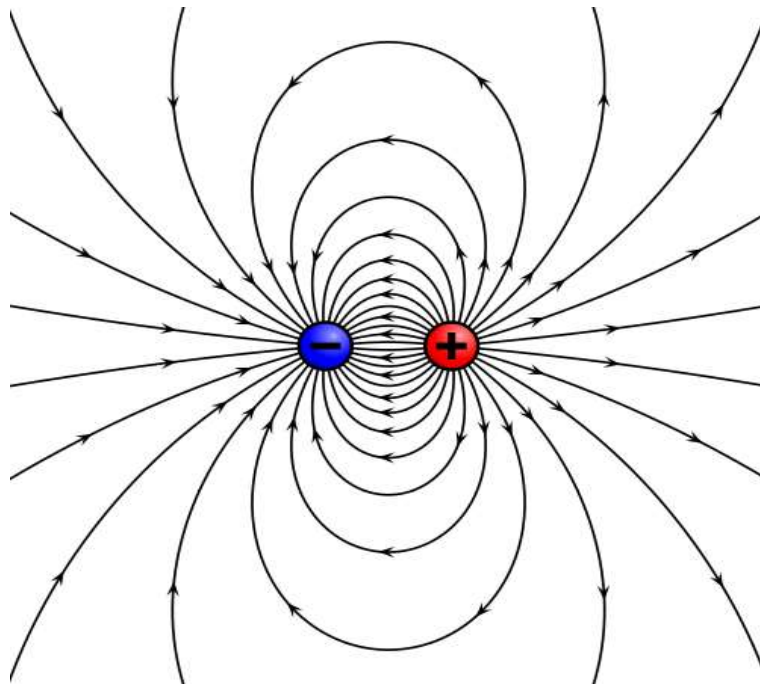
1. MOVIMIENTO DE CARGAS PUNTUALES EN UN CAMPO ELECTICO UNIFORME

Cargas puntuales: Son aquellos cuerpos de masa " m ", cargados eléctricamente, cuyas dimensiones son despreciables o se pueden considerar una partícula (punto en el espacio) respecto al sistema.

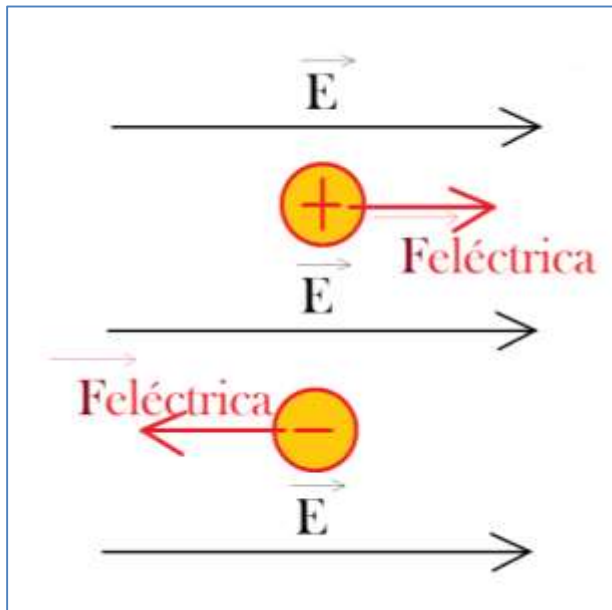


Las cargas eléctricas son simbolizadas con la letra " q " en minúsculas, su unidad de medida como todas las cargas es el coulomb.

Campo Eléctrico: Es una representación espacial de un modelo que describe la interacción entre dos cuerpos con naturaleza eléctrica. Es un campo de fuerza creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas (la causa del flujo eléctrico) y se mide en Voltios por metro (V/m) o Newton por Coulomb (N/C).



La dirección del campo no cambia aunque la carga de prueba utilizada sea de diferente naturaleza eléctrica.



El campo Eléctrico se define como:

“El vector E del campo eléctrico en un punto en el espacio se define como la fuerza eléctrica F , que actúa sobre una carga de prueba positiva q colocada en ese punto, dividida entre la carga de prueba”

$$E = \frac{F}{q_0}$$

1.1 ACELERACION DE UNA CARGA PUNTUAL DE MAGNITUD q Y MASA m

Cuando una carga se coloca dentro de un campo eléctrico, la fuerza eléctrica ejercida sobre la carga sería:

$$F = Eq_0$$

Si la única fuerza que actúa sobre la partícula es dicha fuerza, la fuerza eléctrica se convierte en fuerza neta la cual provoca que se acelere y sabiendo según la ley de Newton de la sumatoria de fuerzas es igual a masa por aceleración podemos deducir la aceleración de una carga puntual en un campo eléctrico uniforme de la siguiente manera:

$$\sum F = ma$$

$$F = ma$$

Sabemos que la fuerza eléctrica equivale al valor del campo por el valor de la carga, y sustituimos:

$$Eq_0 = ma$$

Para encontrar la aceleración únicamente despejamos:

$$a = \frac{Eq_0}{m}$$

Donde:

a : Aceleración de una carga puntual en un campo eléctrico uniforme ($\frac{m}{s^2}$)

E : El valor del campo eléctrico (N/C)

q_0 : El valor de la carga (C)

m : La masa de la carga (Kg)

1.2 ACELERACION DE UN PROTON Y UN ELECTRON

Las masas del protón y electrón son:

$$\text{Proton (p)} = 9.1094 \times 10^{-31}$$

$$\text{Electron (e)} = 1.67262 \times 10^{-27}$$

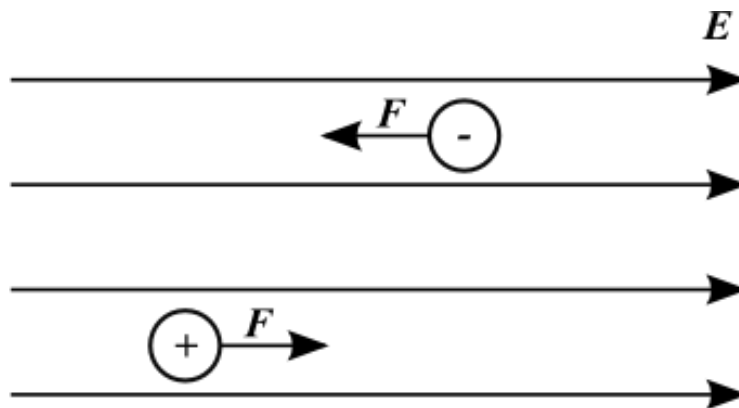
La masa del protón es mayor que la del electrón y con la ecuación de aceleración se observa que la aceleración es inversamente proporcional a la masa de este, a mayor masa menos aceleración tendrá la carga. Entonces podemos decir que la aceleración del protón es menor que la del electrón y lo comprobamos así:

$$m_p > m_e$$

Entonces:

$$a_p < a_e$$

Otra diferencia entre la aceleración del electrón y el protón es la dirección como se observa en la ilustración si una fuente genera un campo eléctrico y en dicho campo se coloca una carga existirá una fuerza eléctrica de repulsión o atracción dependiendo del tipo de cargas que interactúen, como la aceleración que experimenta la carga es en la misma dirección de la fuerza de repulsión o de atracción esta tendrá diferentes resultados para un electrón y un protón.



Entonces:

Si el campo eléctrico de la carga fuente es positivo:

Para el protón: experimenta una fuerza eléctrica de repulsión y por consiguiente una aceleración en el mismo sentido que la fuerza.

Para el electrón: experimenta una fuerza eléctrica de atracción y por consiguiente la aceleración en el mismo sentido que el campo eléctrico.

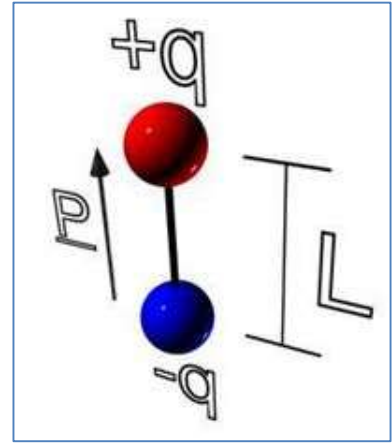
Si el campo eléctrico de la carga fuente es negativo:

Para el protón: experimenta una fuerza de atracción y por consiguiente una aceleración en el mismo sentido que el campo eléctrico.

Para el electrón: experimenta una fuerza de repulsión y por consiguiente una aceleración en el mismo sentido que la fuerza.

2. UN DIPOLO EN UN CAMPO ELECTRICO UNIFORME

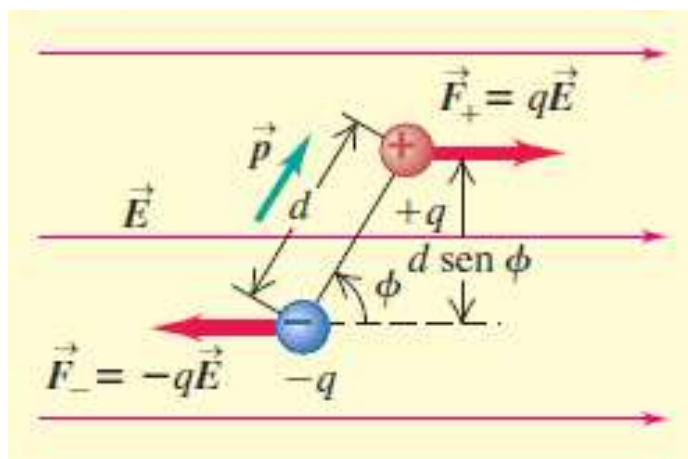
Dipolo Eléctrico: Es un par de cargas puntuales de igual magnitud y signos opuestos (una carga positiva q y una carga negativa $-q$) separadas por una distancia d .



2.1 MOMENTO DE TORSION Y MOMENTO DIPOLAR

Podemos afirmar que: "La fuerza neta sobre un dipolo eléctrico en un campo eléctrico externo uniforme es cero".

Pero también es importante considerar que las fuerzas no actúan a lo largo de la misma recta, por tanto sus momentos de torsión no suman cero. Los momentos de torsión se calculan con respecto al centro del dipolo así:



Donde:

φ : Angulo entre el campo el eléctrico y el eje del dipolo.

$d/2\text{sen}\varphi$: Brazo de palanca

\vec{E} : Campo eléctrico

\vec{F}_- : Fuerza ejercida por la carga $-q$ de magnitud $-qE$

\vec{F}_+ : Fuerza ejercida por la carga q de magnitud qE

El momento de torsión de ambas fuerzas tiene la misma magnitud de $(qE)\left(\frac{d}{2}\right)\text{sen}\varphi$ y ambas hacen girar el dipolo en sentido horario. Por tanto, la magnitud del momento de torsión neto es el doble de la magnitud de cualquiera de los momentos de torsión individuales:

$$\tau = qEd\text{sen}\varphi$$

Donde $d\text{sen}\varphi$ es la distancia entre las líneas de acción de fuerzas.

Momento dipolar eléctrico: es el producto de la separación d con la carga y su magnitud se denota por:

$$p = qd \text{ [Cm]}$$

Si sustituimos p en la ecuación del momento de torsión:

$$\tau = pE \sin \varphi$$

En su forma vectorial:

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

2.2 TRABAJO Y ENERGIA POTENCIAL DE UN DIPOLO EN UN CAMPO ELECTRICO

Cuando un dipolo cambia su dirección en un campo eléctrico, el momento de torsión del campo eléctrico realiza trabajo sobre el, esto conlleva a un cambio de energía potencial.

El trabajo dW realizado por un momento de torsión durante un desplazamiento infinitesimal $d\varphi$ esta dado por:

$$dW = \tau d\varphi$$

Debido a que el momento de torsión es en la dirección en que φ , disminuye el momento de torsión y puede expresarse como:

$$\tau = -pE \sin \varphi$$

El trabajo requerido para hacer girar el dipolo, esta dado por:

$$W = \int dW = \int \tau d\varphi = U$$

Teniendo en cuenta que: $W = -\Delta U$.

Entonces, si consideramos un desplazamiento finito de φ_1 a φ_2 , el trabajo realizado sobre el dipolo es:

$$U = \int_{\varphi_0}^{\varphi} pE \sin \varphi d\varphi = -pE [\cos \varphi - \cos \varphi_0]$$

La energía potencial para un dipolo seria:

$$U = -pE \cos \theta$$

Y el trabajo para el dipolo seria:

$$W = -[U_f - U_0]$$

$$W = pE \cos \varphi_2 - pE \cos \varphi_1$$

3. PROBLEMAS DE TCIB 1

1- Un electrón con una velocidad inicial de $2.54 \times 10^6 \text{ m/s}$, se mueve paralelamente a un campo eléctrico uniforme de magnitud 1200 N/C .

a) ¿Qué distancia recorrerá el electrón en el campo hasta detenerse instantáneamente?

b) ¿En cuánto tiempo recorre la distancia calculada en el literal anterior?

c) ¿Qué fracción de su energía cinética perdió el electrón a la mitad de la distancia recorrida antes de detenerse?

Solución:

$$v_0 = 2.54 \times 10^6 \text{ m/s}, E = 1200 \text{ N/C}, m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

a) $\Delta x = ?$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19})(1200)}{9.11 \times 10^{-31}} = 2.11 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(0^2 - 2.54 \times 10^6)^2}{2(2.11 \times 10^{14})} = 0.0153 \text{ m}$$

b) $t = ?$

$$v_f = v_0 + at$$

$$t = \frac{v_f - v_0}{a} = \frac{0 - (-2.54 \times 10^6)}{2.11 \times 10^{14}} = 1.20 \times 10^{-8} \text{ s}$$

c) Fracción de energía perdida:

$$\frac{t}{2} \text{ para } K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v_f = v_0 + at = (2.54 \times 10^6) + (2.11 \times 10^{14}) \left(\frac{1.20 \times 10^{-8}}{2} \right) = 3.806 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$\text{Fraccion: } 1 - \frac{\frac{1}{2}mv_f^2}{\frac{1}{2}mv_0^2} = 1 - \frac{3.806 \times 10^6^2}{2.54 \times 10^6^2} = 0.33$$

2- Dos grandes placas conductoras paralelas con cargas de igual magnitud y diferente signo están separadas 3.10 cm y entre ellas existe un campo eléctrico uniforme. Un electrón considerado en reposo, sale de la placa negativa y en 28.0 ns golpea la placa positiva.

a) ¿Cuál es el valor de la velocidad del electrón al instante de golpear la placa?

b) ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico entre las placas?

Solución:

$$\Delta x = 3.10 \text{ cm}, v_0 = 0, t = 28.0 \text{ ns}, m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

a) $V_f = ?$

$$\Delta x = \frac{1}{2}(v_f - v_0)t$$

$$v_f = \frac{2\Delta x}{t} - v_0 = \frac{2(0.031)}{28.0 \times 10^{-9}} - 0 = 2.21 \times 10^6 \text{ m/s}$$

b) $E = ?$

$$E = \frac{ma}{q_0}$$

$$a = \frac{v_f}{t} = \frac{2.21 \times 10^6}{28.0 \times 10^{-9}} = 7.89 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$$

$$E = \frac{(9.11 \times 10^{-31})(7.89 \times 10^{13})}{1.6 \times 10^{-19}} = 449.24 \text{ N/C}$$

3- Un dipolo con cargas de magnitud 1.54 nC separadas una distancia de 6.40 μm , se encuentra en un campo eléctrico uniforme de 1300 N/C.

Determinar:

- La magnitud de su momento dipolar eléctrico (p).
- El valor máximo del momento de torsión que el campo eléctrico puede ejercer sobre el dipolo.
- La energía potencial del sistema dipolo-campo eléctrico, cuando el momento de torsión es máximo.
- El valor máximo de la energía potencial que puede poseer el sistema dipolo-campo eléctrico.
- El trabajo necesario (hecho por un agente externo) para orientar el dipolo desde su posición angular de máxima energía potencial hasta la posición angular donde la energía potencial es cero.

Solución:

$$q = 1.54 \times 10^{-9} \text{ C}, d = 6.40 \times 10^{-6} \text{ m}, E = 1300 \text{ N/C}$$

a) $p = ?$

$$p = qd$$

$$p = (1.54 \times 10^{-9})(6.40 \times 10^{-6}) = \mathbf{9.856 \times 10^{-15} \text{ Cm}}$$

b) $\tau_{\max} = ?$

$$\tau = pE \sin \varphi$$

$\varphi = \pi/2$ Para que sea máxima

$$\tau_{\max} = (9.85 \times 10^{-15})(1300) \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = \mathbf{1.281 \times 10^{-11} \text{ Nm}}$$

c) $U = ?$ cuando τ_{\max}

$$U = -pE \cos \varphi$$

$$U = -(9.85 \times 10^{-15})(1300) \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = \mathbf{0 \text{ J}}$$

d) $U_{\max} = ?$

$$U = -pE \cos \varphi$$

$\varphi = \pi$ Para que sea máxima.

$$U = -(9.856 \times 10^{-15})(1300) \cos(\pi) = \mathbf{1.28 \times 10^{-11} \text{ J}}$$

e) $W = ?$

$$W = -[U_f - U_0]$$

$$W = pE \cos \varphi_2 - pE \cos \varphi_1$$

$$\varphi_1 = \frac{\pi}{2} \text{ y } \varphi_2 = \pi$$

$$W = (9.856 \times 10^{-15})(1300) \cos(\pi) - (9.856 \times 10^{-15})(1300) \cos\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \mathbf{1.281 \times 10^{-11} \text{ J}}$$

BIBLIOGRAFIA

Electricidad y magnetismo / Sears Zemansky / 12ª edición / Capítulo 21. Carga eléctrica y campo eléctrico / Sección 21.7. Dipolos eléctricos / Págs. 735 – 738.

Electricidad y magnetismo / Raymond Serway / 7ª edición / Capítulo 1. Campos eléctricos / Sección 1.7. Movimiento de partículas cargadas en un campo Eléctrico uniforme / Págs. 21 – 23 / Capítulo 4. Capacitancia y materiales dieléctricos / Sección 4.6 Dipolo eléctrico en un campo eléctrico / Págs. 98 – 100.

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_electrico/dipolo/dipolo.htm. Consulta: 02/02/2015