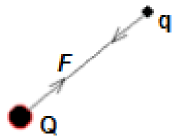
1. CAMPO ELÉCTRICO



Ley de Coulomb:

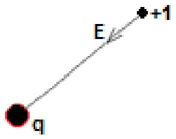
Fuerza de interacción entre dos cargas eléctricas Q y q situadas a una distancia r entre sí.

Módulo: $F_{12} = F_{21} = K \dfrac{q_1 q_2}{r^2}$ Sentido: según el valor de las cargas. Repulsiva del mismo signo.

Donde K es la Constante de Coulomb de $K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \dfrac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$ valor:

Permitividad relativa de un $\varepsilon_r = \dfrac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ medio:

Concepto de campo eléctrico



Cuando, se supone, que solamente está presente una carga Q.

$\vec{E} = K \dfrac{q}{r^2}$ $|\vec{E}| = \dfrac{|\vec{F}|}{q}$ o $\boldsymbol{F = E \cdot q}$

Campo eléctrico creado por una distribución de cargas puntuales:

Aplicar el principio de superposición: $\Sigma E = E_1 + E_2 + E_3$

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} = E_1 \cos\alpha_1 + E_2 \cos\alpha_2$$
$$E_y = E_{1y} + E_{2y} = E_1 \operatorname{sen}\alpha_1 + E_2 \operatorname{sen}\alpha_2 \quad +\ldots$$

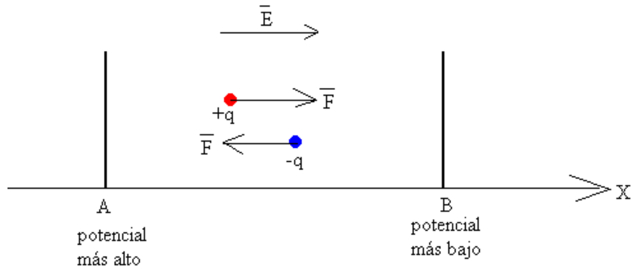
Campo producido por un conjunto de cargas es la suma vectorial de los campos producidos por cada una de las cargas individuales en el punto P $\mathbf{E} = \sum_i \mathbf{E}_i = \sum_i \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{q_i}{r_i^2} \hat{\mathbf{r}}_i$

Trabajo y energía potencial

La fuerza de atracción entre dos masas es conservativa, por tanto el trabajo de una fuerza conservativa, es igual a la diferencia entre el valor inicial y el valor final.

Trabajo: $dW = \mathbf{F} \cdot \mathbf{dl} = F \cdot dl \cdot \cos\varphi = F \cdot dr$ - $W = \int_A^B \mathbf{F} \cdot \mathbf{dl} = E_{pA} - E_{pB} = q(V_A - V_B)$ >

donde dr es el desplazamiento infinitesimal de la partícula



- El campo eléctrico realiza un trabajo W cuando una carga positiva q se mueve desde un lugar A en el que el potencial es alto a otro B en el que el potencial es más bajo. Si q>0 y VA>VB entonces W>0.
- El campo eléctrico realiza un trabajo cuando una carga negativa q se mueve desde un lugar B en el que el potencial es más bajo a otro A en el que el potencial es más alto.
- Una fuerza externa tendrá que realizar un trabajo para trasladar una carga negativa q desde un lugar A en el que el potencial es más alto hacia otro lugar B en el que el potencial más bajo.

Energía potencial: $E_p = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{Qq}{r}$

El nivel cero de energía potencial se ha establecido en el infinito, para $r = \infty$, $E_p = 0$

La energía total de la partícula es constante, en cualquier punto de la trayectoria. $E = \dfrac{1}{2} m v^2 + E_p = \text{cte}$

$\Delta Ec + \Delta Ep = W$ o también: $\Delta Ep = -W \rightarrow E = -dV/dx$

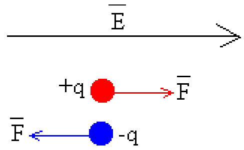
Potencial eléctrico

Potencial *V* supone la energía potencial de la unidad de carga positiva imaginariamente situada en P, $V=E_p/q$. El potencial es escalar y se mide en volt (V).

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{-W_{AB}^{el}}{q_0} = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r}$$

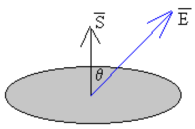
Relaciones entre fuerzas y campos



Una carga en un campo eléctrico **E** experimenta una fuerza: ***F = q·E***

Dirección misma que el campo, pero el sentido puede ser el mismo o el contrario dependiendo de que la carga sea positiva o negativa.

Flujo del campo eléctrico



Φ =**E·S** producto escalar del vector campo por el vector superficie

La dirección es perpendicular al plano que la contiene.

Si el vector campo E y el vector superficie S son perpendiculares el flujo es cero

$$\oint \mathbf{E}\cdot d\mathbf{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

Teorema de Gauss: flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada es igual al cociente entre la carga que hay en el interior de dicha superficie dividido entre e0

2. CAMPO MAGNÉTICO E INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Movimiento en un campo magnético

Fuerza sobre una carga en movimiento = la carga por el producto vectorial velocidad x campo

$$\vec{F}_m = q\vec{v}\wedge\vec{B} = \begin{cases} \text{Módulo: } qvB \sin\alpha \\ \text{Dirección: perpendicular al plano } (\vec{v},\vec{B}) \\ \text{Sentido: regla del producto vectorial} \end{cases}$$

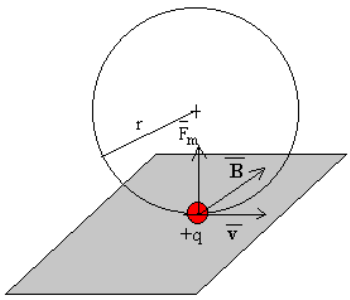
$\vec{F} = q\,(\vec{v}\,x\,\vec{B})$ o también: $\vec{F} = Q\begin{vmatrix} \vec{\imath} & \vec{\jmath} & \vec{k} \\ v1 & v2 & v3 \\ B1 & B2 & B3 \end{vmatrix}$ de módulo: ***F = |q| · v · B · sin*** α

Ley de Lorentz: Como la fuerza eléctrica es: $\boldsymbol{F_e = q\cdot E}$ y la magnética $\boldsymbol{F_m = q\cdot v\wedge B}$

podemos usar el principio de superposición: $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v}\wedge\vec{B})$.

y su aceleración será debida a ambas fuerzas:

$$F = m\cdot a \;\rightarrow\; a = \frac{F}{m} = \frac{Fe + Fm}{m}$$



Partícula sometida a un campo magnético uniforme

La fuerza que experimenta la carga le hará describir una circunferencia.

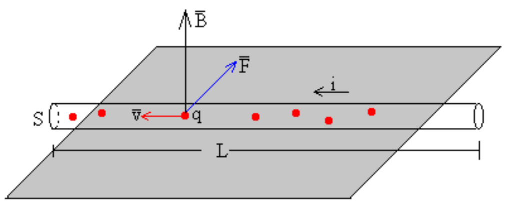
Igualando las fuerzas (centrípeta y magnética):

$$\Sigma F = m\,a \;\rightarrow\; |Q|vB = m\,a_n \;\rightarrow\; |Q|vB = m\,\frac{v^2}{R} \;\rightarrow\; R = \frac{mv}{qB}.$$

de donde se puede deducir que el radio de la trayectoria, la velocidad angular, la frecuencia o la E_c

ω = v/r = q B v / m v = q·B / m → $f = \omega / 2\pi$ = q·B / 2π m ; $E_c = ½\, mv^2$ = ½ m (QBR/m)^2

Fuerza electromagnética sobre un conductor



Si una carga positiva q se mueve con velocidad v recibe una fuerza del campo magnético B: $\boldsymbol{F_m = q\cdot v\wedge B}$

En un elemento de longitud dl la fuerza será: $dF = B\cdot I\cdot dL$

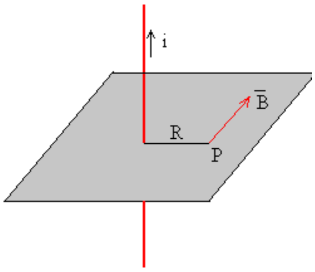
$\vec{F} = \mathrm{I}\,(\vec{l}\,x\,\vec{B})$ → su módulo: ***F = I L B Sin*** α

Si el conductor es rectilíneo: **F = B I L**

Si es una espira rectangular se genera un par de fuerzas.

Campo magnético creado por conductores. Ley de Biot-Savart

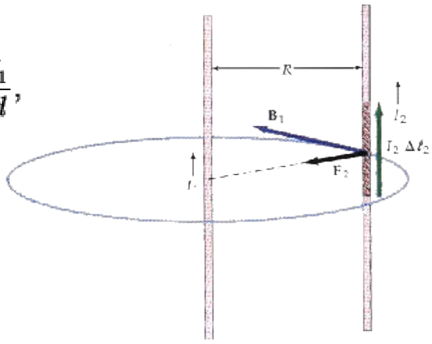
Proporcional a la intensidad e inversa a la distancia o radio.



- Si es rectilíneo: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I d\vec{\ell} \wedge \vec{u}_r}{r^2} = \begin{cases} \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\ell \sin\alpha}{r^2} \\ \perp \text{plano } (d\vec{\ell}, \vec{r}) \\ \text{regla producto vectorial} \end{cases}$

- Si es infinito: $B = \frac{\mu\, I}{2\,\pi\, r}$ Si es una espira: $B = \frac{\mu_0\, I}{2\, R}$

  Si es una bobina: $B = \mu\, n\, I$ siendo n la densidad de espiras por unidad de longitud y μ la permeabilidad del núcleo que puede ser el vacío o de material ferromagnético.



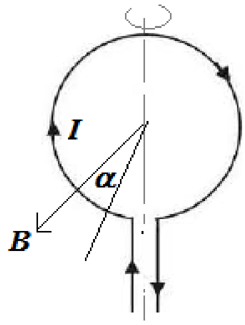
- Si hay dos conductores paralelos, se genera e cada uno: $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$,

  y claro está, este hilo segundo por el cual circula una corriente I_2 experimentará una fuerza por estar sometido a este campo de valor: $F_2 = I_2 L \cdot B_1$

  Por unidad de longitud L: $\frac{F}{l} = I_2 B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d}$.

Flujo del campo magnético

$\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = BS \cos\theta$



Si la espira rota (generador de corriente):

El flujo del campo magnético: $\Phi = B \cdot S \cos\varphi = B \cdot S \cdot \cos(wt)$

$\mathscr{E}(t) = -\frac{d\Phi}{dt}$ $\varepsilon(t) = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t$

Inducción electromagnética. Ley de Faraday

En una espira: $\mathscr{E}(t) = \frac{d\Phi}{dt}$ En varias espiras: $\mathscr{E}(t) = \mathrm{N}\,\frac{d\Phi}{dt}$