Tema 1

Fundamentos de Electromagnetismo

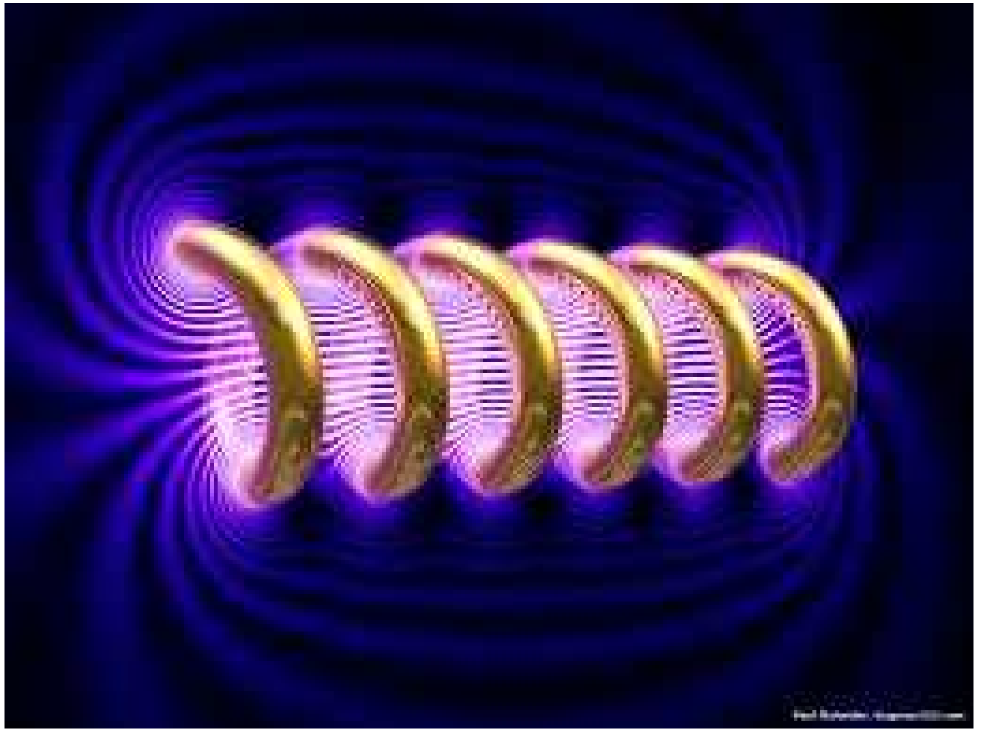
Electrostática

1. Concepto de carga
2. Ley de Coulomb
3. Campo eléctrico
4. Flujo de campo eléctrico.
5. Ley de Gauss
6. Campo Eléctrico y carga en conductores
7. Trabajo eléctrico
8. Energía potencial eléctrica
9. Potencial eléctrico
10. Capacitores y capacitancia

Electrodinámica

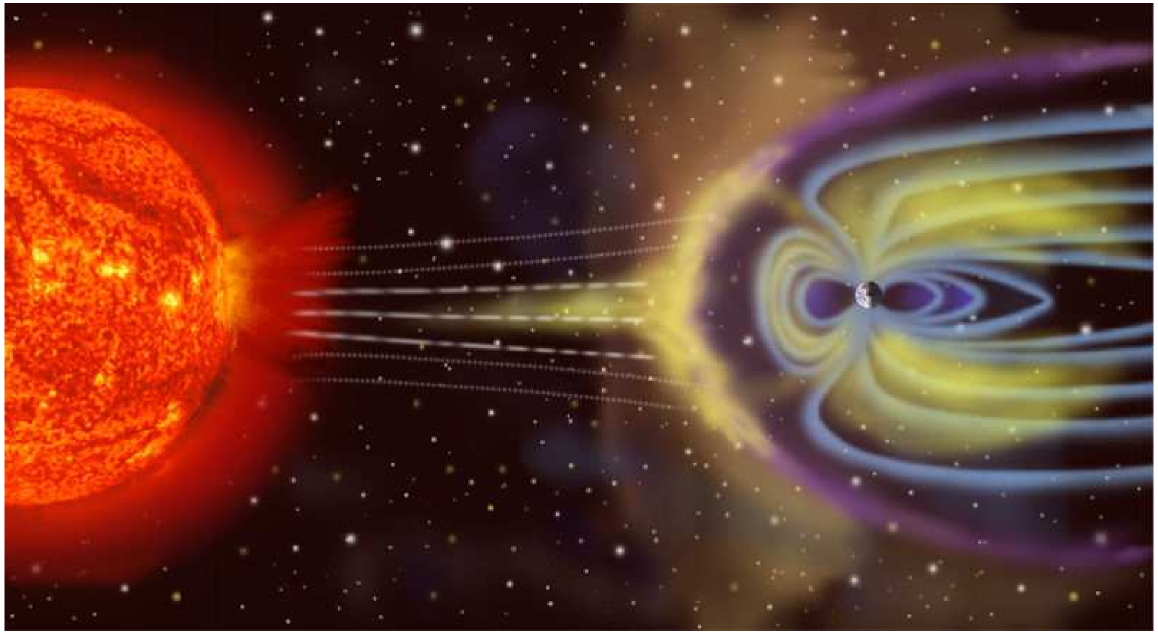
11. Corriente eléctrica
12. Campo magnético
13. Ley de Lorentz
14. Ley de Biot y Sarvat
15. Flujo de campo magnético
16. Ley de ampere
17. Ley de Faraday-Lenz.
18. Fenómeno de autoinducción. Bobina o Solenoide.

El Electromagnetismo es una rama de la Física que estudia y unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría



Líneas de Campo Magnético creado por un solenoide. Imagen de Paul Nylander

El Electromagnetismo describe los fenómenos físicos macroscópicos en los cuales intervienen cargas eléctricas en reposo y en movimiento, usando para ello campos eléctricos y magnéticos y sus efectos sobre las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas



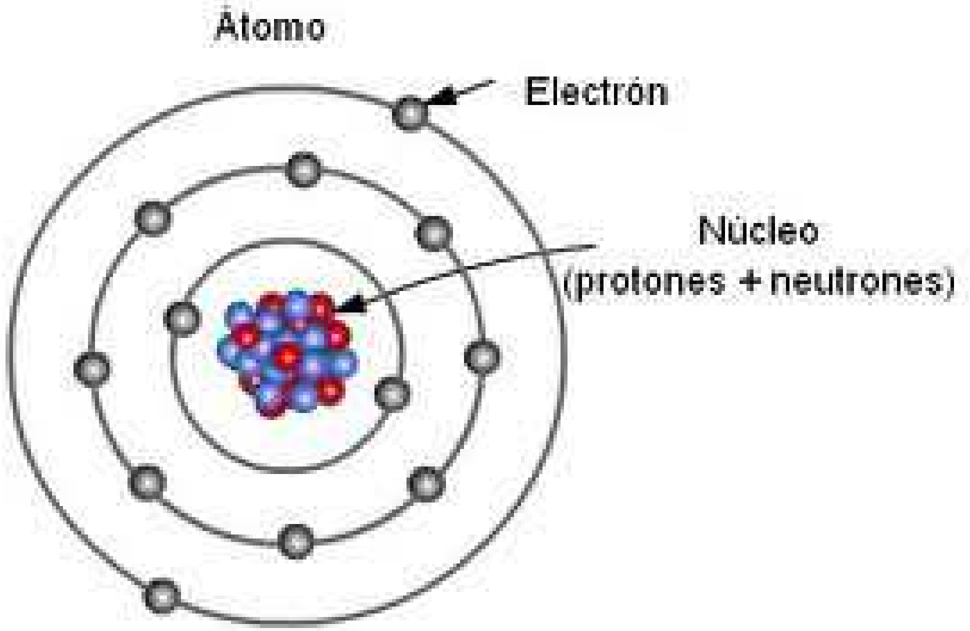
Interacción viento solar con la Magnetosfera de la Tierra.
http://es.wikipedia.org/wiki/Magnetosfera

1. Electrostática

La Electrostática estudia los fenómenos que ocurren debido a una propiedad intrínseca y discreta de la materia, la carga, cuando es estacionaria o no depende del tiempo.

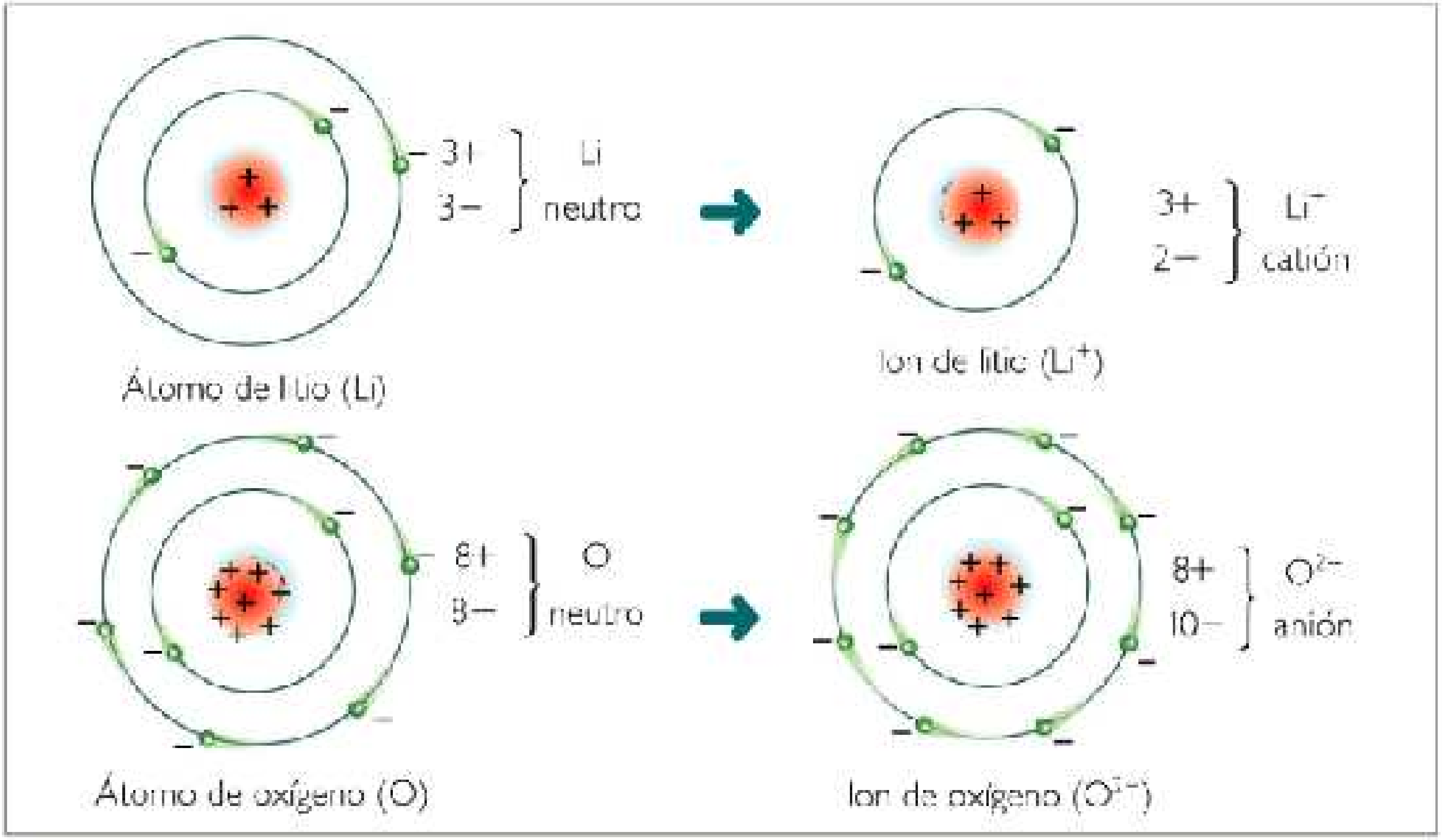
Concepto de carga.

La unidad de carga elemental, es decir, la más pequeña observable, es la carga que tiene el electrón.

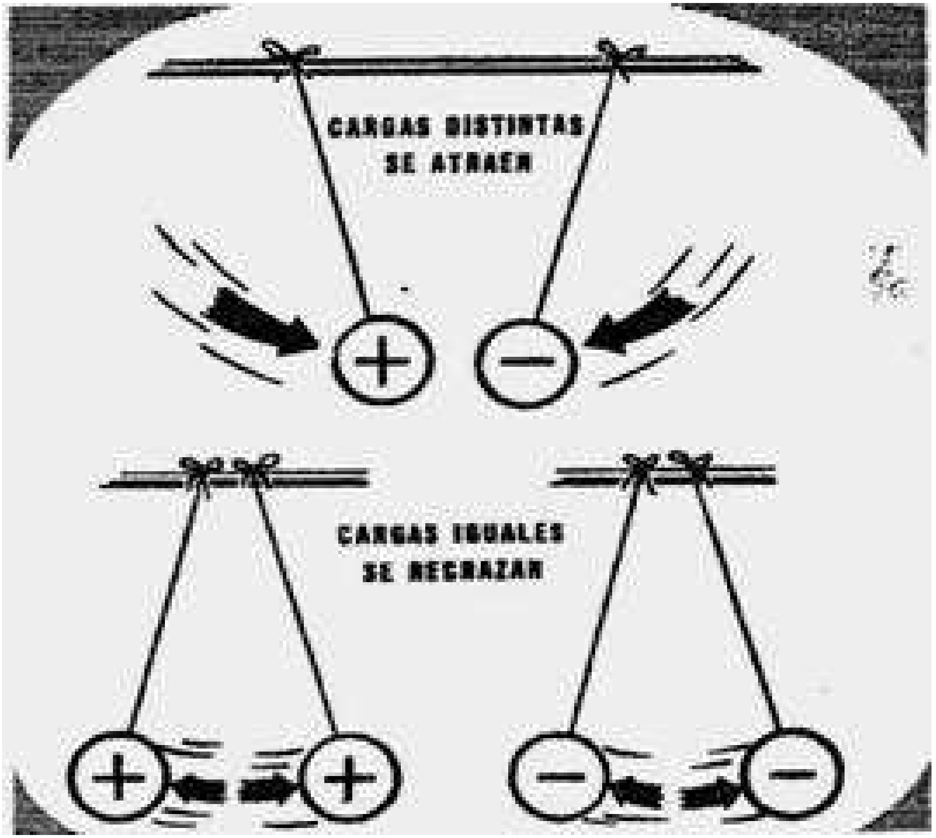


Se dice que un cuerpo está cargado eléctricamente cuando tiene exceso o falta de electrones en los átomos que lo componen

El defecto de electrones se la denomina carga positiva y al exceso carga negativa



La relación entre los dos tipos de carga es de atracción cuando son diferentes y de repulsión cuando son iguales



Propiedades que cumplen las cargas eléctricas:

-Conservación de la carga: en un sistema aislado (en el que no puede haber intercambio de materia con el exterior) la carga total no varía.

-Cuantización de la carga: la carga que tiene la materia es un múltiplo entero de la carga elemental del electrón.

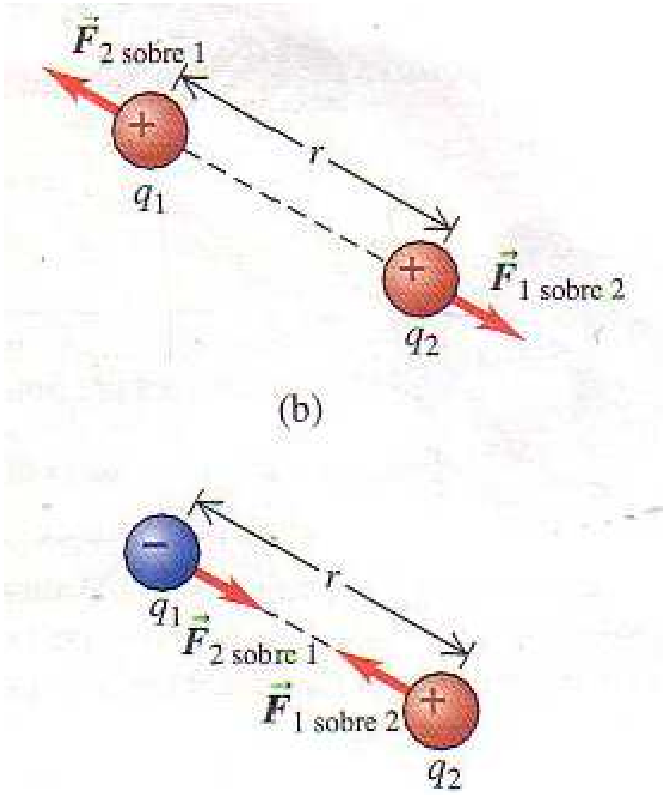
-Carga del electrón $$q = 1.6 \times 10^{-19} C$$

-*Unidad de carga en el Sistema Internacional de unidades:* Culombio (C)

-<u>Pregunta: </u>¿Cuántos electrones necesito para tener un culombio de carga?

2. Ley de Coulomb

La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas puntales es directamente proporcional al producto de las dos cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



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

Vector unitario

$$\vec{F}_{1\to 2} = K\frac{q_1 \cdot q_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2}\hat{r} \qquad \hat{r} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$

$$K_0 \approx 9 \times 10^9\, Nm^2/C^2 \qquad K_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

Para el vacío

$$\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\, Faradio/m$$

Permitividad eléctrica vacío

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades

Conclusiones a partir de esta ley:

• Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo opuesto se atraen

• La fuerza de Coulomb verifica la tercera ley de Newton: la fuerza que hace una primera carga sobre una segunda tiene el mismo módulo que la fuerza que hace la segunda sobre la primera, pero con sentido contrario.

• La carga eléctrica cumple el principio de superposición: la fuerza ejercida por un sistema de cargas es igual a la suma de las fuerzas que ejercen cada carga por separado.

• La fuerza es proporcional a la inversa de la distancia al cuadrado.

3. Campo Eléctrico

Las cargas elementales al no encontrarse solas se las debe tratar como una distribución de ellas

Un campo físico es una región del espacio donde existe una magnitud escalar o vectorial dependiente o independiente del tiempo

El campo eléctrico está definido como la región del espacio donde actúan las fuerzas eléctricas

La intensidad de campo eléctrico $\vec{E}$ se define como el límite al que tiende la fuerza de una distribución de carga sobre una carga positiva q_0 que tiende a cero

$$\vec{E} = \lim_{q_0 \to 0} \frac{\vec{F}_0}{q_0}$$

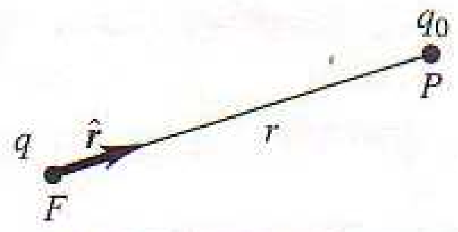
Campo eléctrico

Campo eléctrico creado por una carga q

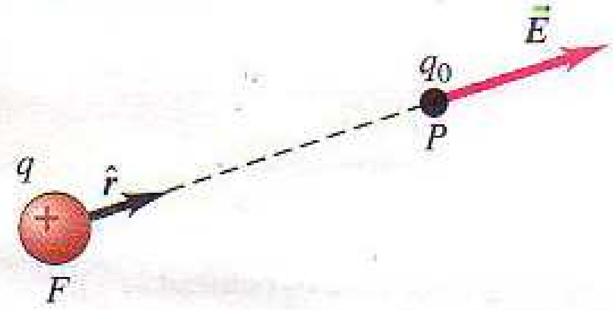
$$\vec{E} = K\frac{q}{r^2}\hat{r}$$

Vector unitario $\qquad \hat{r} = \dfrac{\vec{r}_p - \vec{r}_q}{\left|\vec{r}_p - \vec{r}_q\right|}$

El campo eléctrico existe independientemente de que se ponga una segunda carga o no.
 Es una propiedad que adquiere el espacio por introducir una carga.



(a) El vector unitario $\hat{r}$ apunta de la fuente puntual F al punto del campo P



(b) En cada punto P, el campo eléctrico establecido por una carga puntual *positiva* aislada q apunta directamente alejándose de la carga, en la misma dirección que $\hat{r}$

(c) En cada punto P, el campo eléctrico establecido por una carga puntual *negativa* aislada q apunta directamente *hacia* la carga, en dirección *opuesta* a la de $\hat{r}$

Principio de Superposición

Campo eléctrico de una distribución discreta de cargas:

El campo eléctrico en cada punto es la suma de los campos eléctricos generados por cada una de las cargas en dicho punto

$$\vec{E}(\vec{r}_p) = K\frac{q_1}{|\vec{r}_p - \vec{r}_1|^2}\frac{\vec{r}_p - \vec{r}_1}{|\vec{r}_p - \vec{r}_1|} + K\frac{q_2}{|\vec{r}_p - \vec{r}_2|^2}\frac{\vec{r}_p - \vec{r}_2}{|\vec{r}_p - \vec{r}_2|} + \ldots = K\sum_{j=1}^{N}\frac{q_j}{|\vec{r}_p - \vec{r}_j|^2}\frac{\vec{r}_p - \vec{r}_j}{|r_p - \vec{r}_j|}$$

Para una distribución continua de carga:

Las cargas se transforman en diferenciales de carga, y las sumatorias en integrales.

$$\vec{E}(\vec{r}_p) = K\int_{V'}\frac{\rho(\vec{r}\,')}{|\vec{r}_p - \vec{r}\,'|^2}\frac{\vec{r}_p - \vec{r}\,'}{|\vec{r}_p - \vec{r}\,'|}dV'$$

$$\rho(\vec{r}\,') = \frac{dQ}{dV'}$$

Densidad volúmica de carga

DENSIDADES DE CARGA

Densidad lineal de carga λ es la carga por unidad de longitud

$$\lambda = \frac{dQ}{dl}$$

Densidad superficial de carga σ es la carga por unidad de superficie

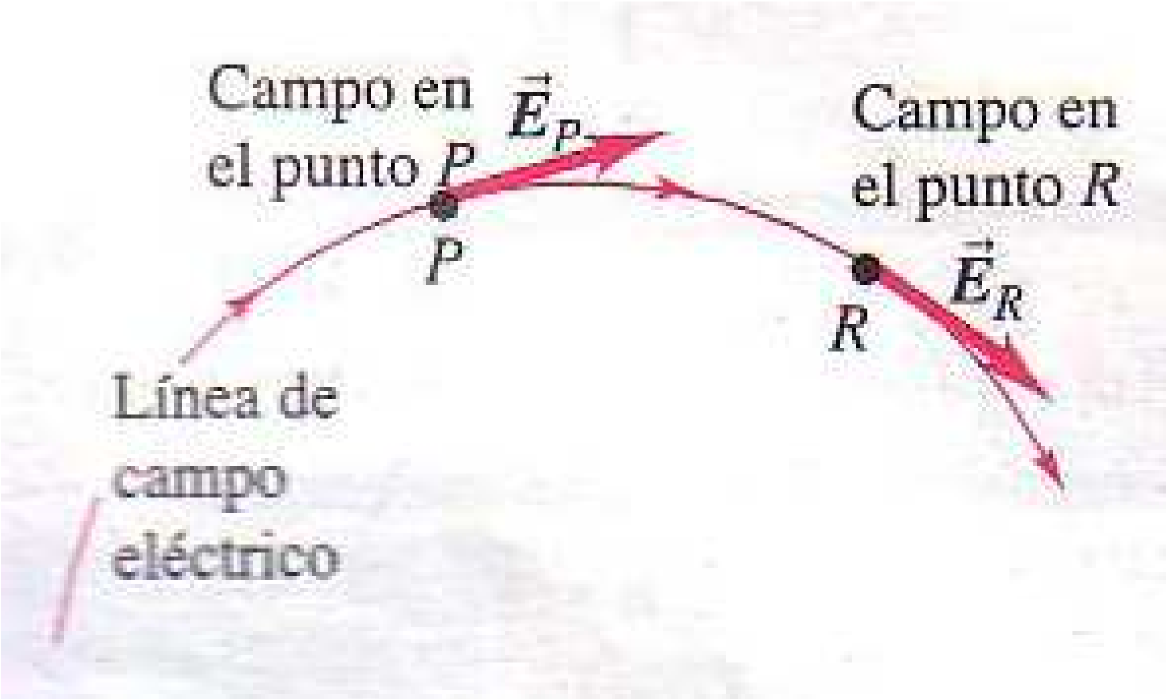
$$\sigma = \frac{dQ}{dS}$$

Densidad volumétrica de carga ρ es la carga por unidad de volumen

$$\rho = \frac{dQ}{dV}$$

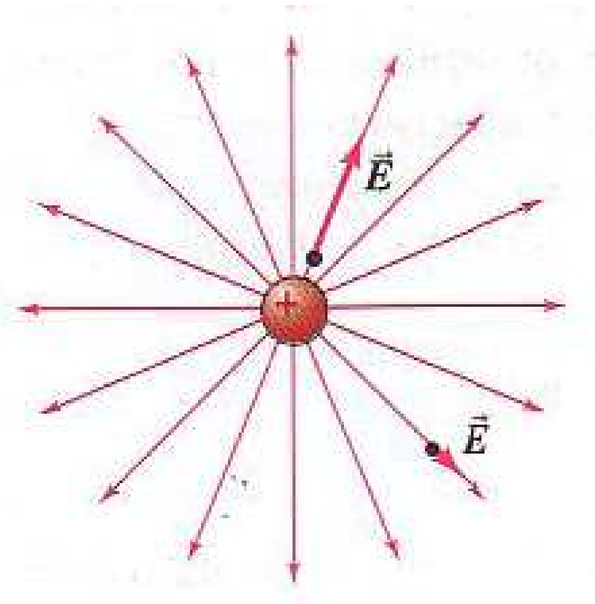
Línea de campo eléctrico

Una **línea de campo eléctrico** es una recta o curva imaginaria trazada a través de una región del espacio, de modo tal que su tangente en cualquier punto tenga la dirección del vector de campo eléctrico en ese Punto.

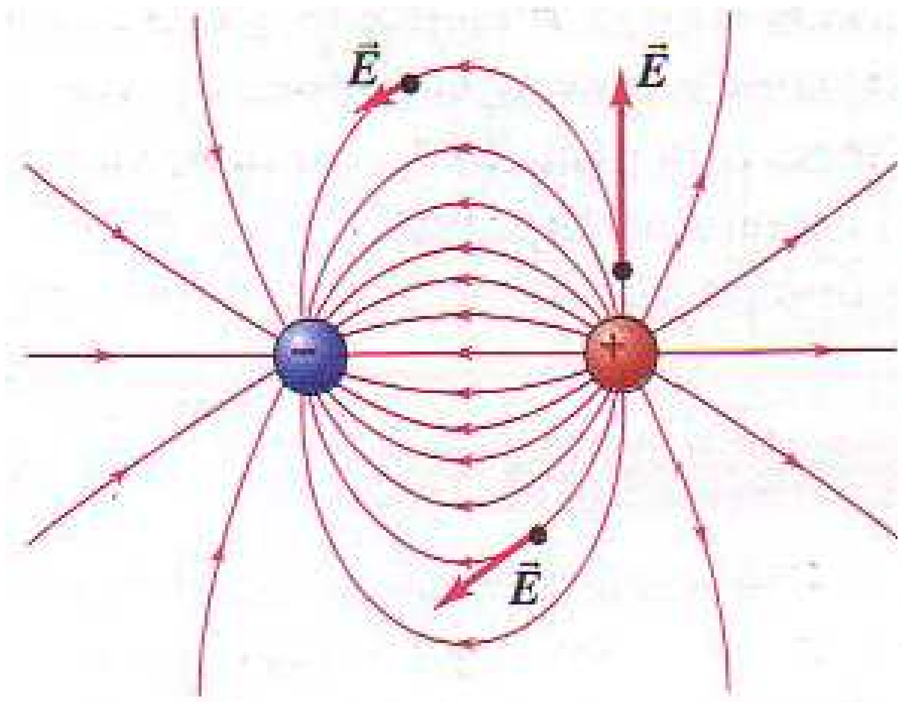


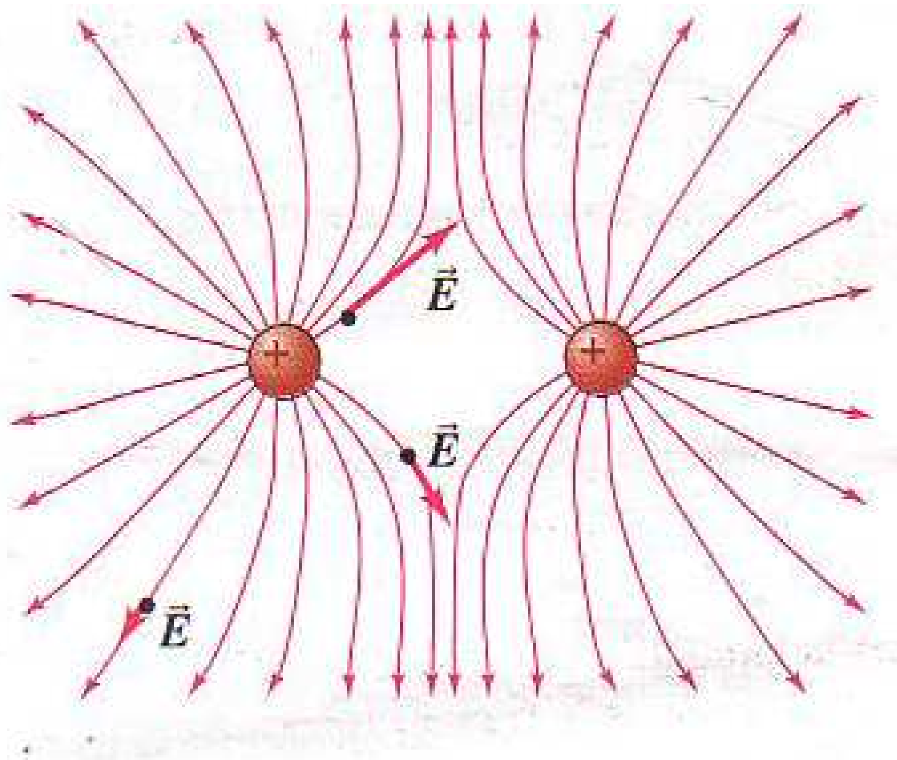
Para una carga puntual,

las líneas de campo serían radiales



Para un sistema de dos cargas





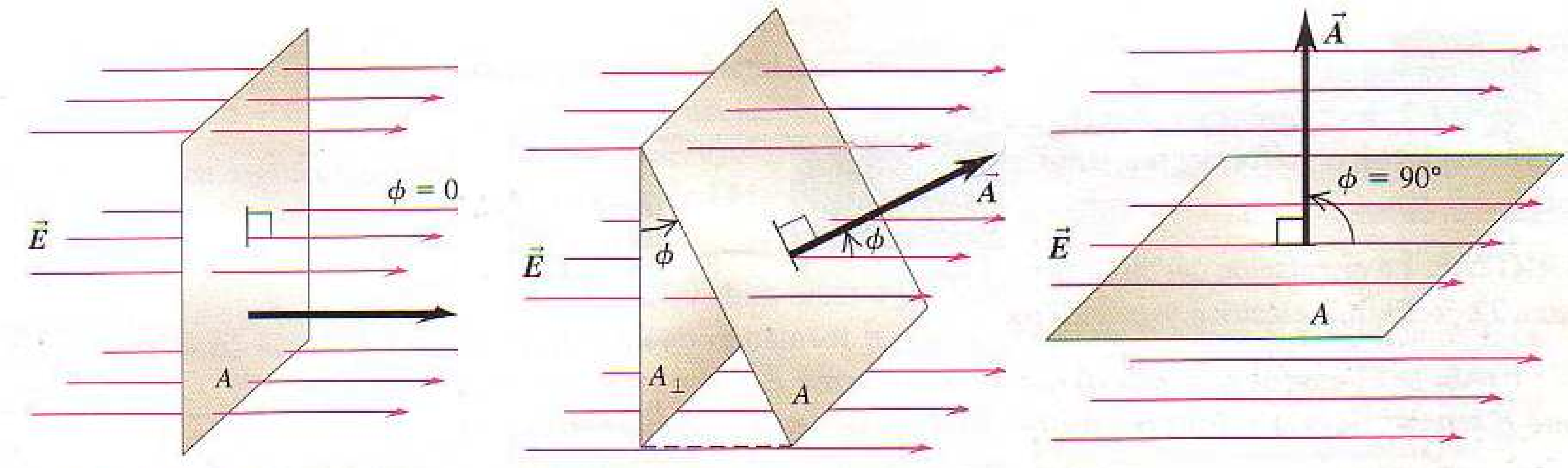
4. Flujo de campo eléctrico:

Número de líneas de campo que atraviesan una determinada superficie A

$$\Phi_E = \int E \cos\phi \cdot dA = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Donde ϕ es el ángulo que forma el vector de campo eléctrico con el vector de diferencial de superficie

Ejemplo de flujo de campo eléctrico para una superficie A



(a) Superficie de frente al campo eléctrico $\vec{E}$ y $\vec{A}$ el ángulo entre $\vec{E}$ y $\vec{A}$ es $\phi = 0$ flujo $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA$

(b) Superficie inclinada respecto a la orienta de cara en un ángulo ϕ el ángulo entre $\vec{E}$ y $\vec{A}$ es ϕ flujo $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos \phi$

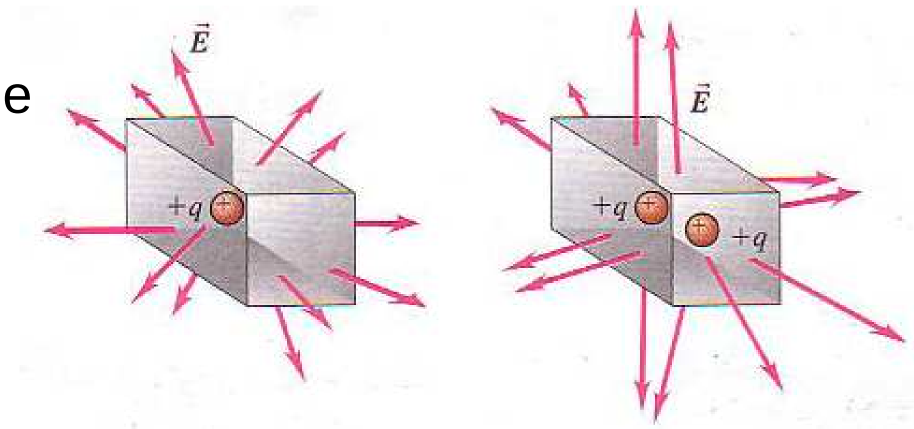
(c) La superficie presenta su borde al campo eléctrico $\vec{E}$ y $\vec{A}$ perpendiculares el ángulo entre $\vec{E}$ y $\vec{A}$ es $\phi = 90°$ flujo $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos 90° = 0$

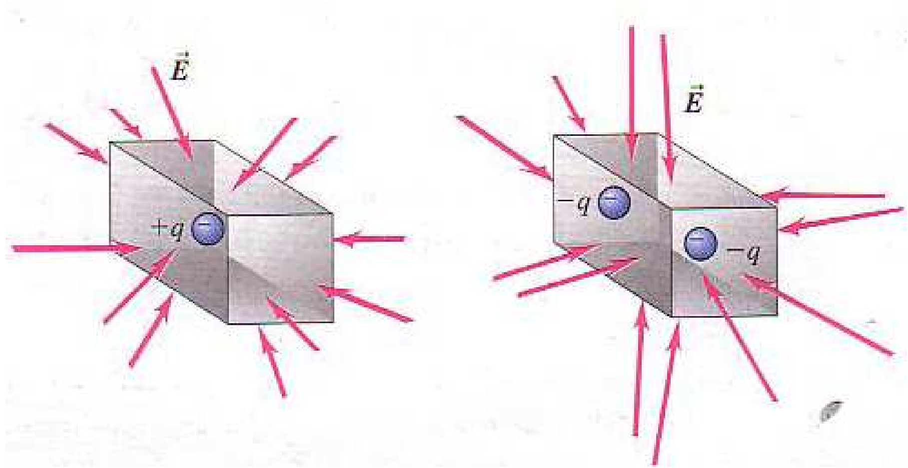
5. Ley de Gauss

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 4\pi K_0 Q_{encerrada} = \frac{Q_{encerrada}}{\varepsilon_0}$$

El flujo total de un campo eléctrico a través de una superficie cerrada es igual al cociente entre la suma algebraica de las cargas contenidas en el volumen limitado por ella y la permitividad del vacío.

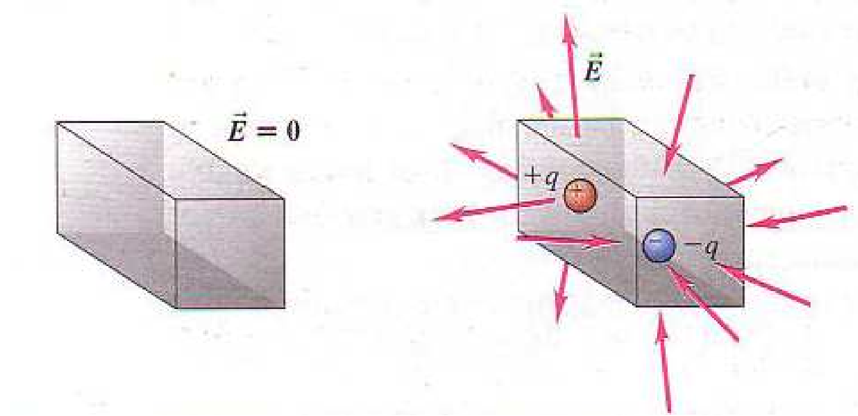
un flujo positivo implica la existencia de cargas positivas dentro del volumen





un flujo negativo se corresponde con cargas negativas dentro del volumen

Un flujo neto cero indica que no hay carga dentro del volumen o que la suma de las cargas es igual a cero.



6. Campo Eléctrico y carga en conductores

Según la conductividad σ de un material sólido podemos distinguir tres clases:

Conductores: Metales Aluminio, Cobre, Oro

Semiconductores: Silicio Germanio

Aislantes o Dieléctricos: Vidrio, madera, cerámica

Los semiconductores son materiales que pueden comportarse como aislantes o conductores en función del campo eléctrico aplicado

Conductividad:
http://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_el%C3%A9ctrica

Conductor en equilibrio electroestático

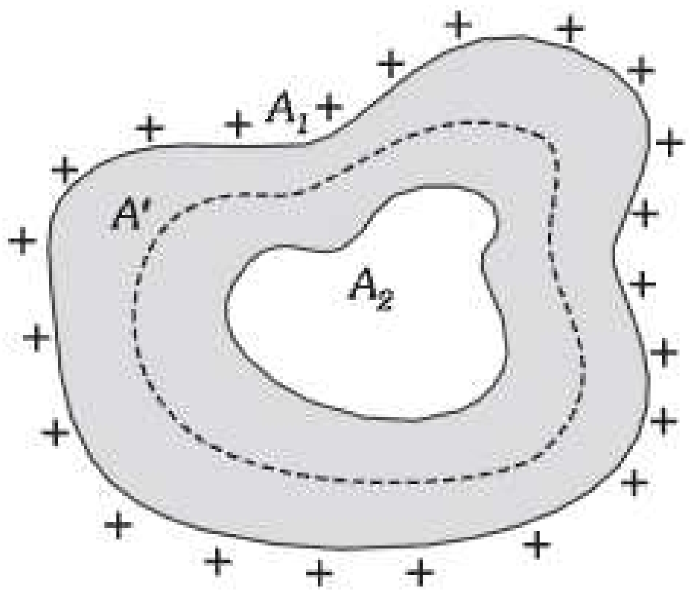
Si introducimos una carga en un conductor

La carga se distribuye por la superficie

El campo eléctrico dentro del material es cero

El campo eléctrico en la superficie es perpendicular a la misma

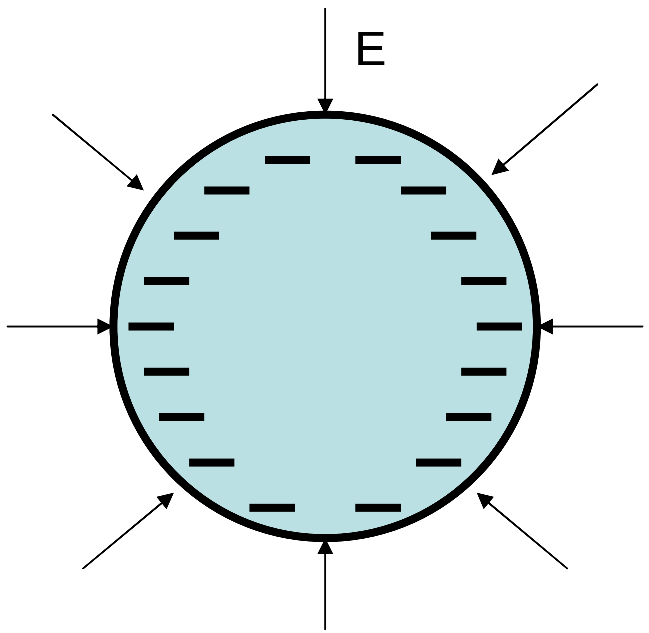
La carga se acumula en las zonas puntiagudas del material



Las cargas tienden a repelerse entre si, por eso se sitúan en la superficie.

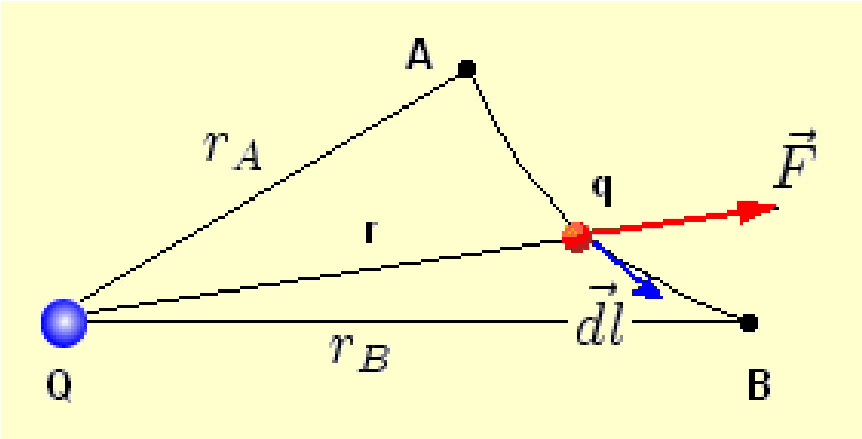
El campo eléctrico en la superficie es perpendicular a esta. Si no lo fuera habría movimiento de cargas y no estaría en equilibrio

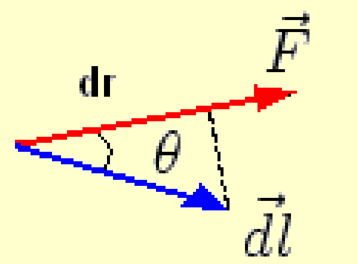
Se necesita mas carga en las zonas puntiagudas para equilibra las fuerzas tangentes.



7. Trabajo eléctrico.

Cuando una partícula con carga se desplaza en un campo eléctrico, el campo ejerce una fuerza que puede realizar ***trabajo*** sobre la partícula.





Trabajo = fuerza · Longitud

Este trabajo viene expresado en Julios

Julio=Newton·Metro

$$dW = \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl} \qquad \vec{F} \cdot \vec{dl} = F \cdot dl \cdot \cos\theta = F \cdot dr$$

$$W_{AB} = \int_A^B K \frac{Q \cdot q}{r^2} dr = KQq \int_A^B \frac{1}{r^2} dr = KQq \cdot \left[-\frac{1}{r} \right]_A^B = KQq \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

El trabajo se puede expresar en función del campo eléctrico

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{l} = q\vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$W_{AB} = q \cdot \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Este trabajo se puede expresar también en términos de energía potencial eléctrica U

$$W_{AB} = U_A - U_B$$

8. Energía de potencial eléctrica

Se define la energía de potencial eléctrica en un punto del espacio como el trabajo que realiza el campo eléctrico al llevar esta carga desde dicho punto al infinito.

$$U_r = K \frac{Q \cdot q}{r}$$

También se puede definir como el trabajo necesario que hay que realizar aplicando una fuerza externa para llevar una carga q desde el infinito hasta dicho punto. Este trabajo es el mismo.

Nosotros estudiamos el problema desde
el punto de vista del trabajo realizado por el campo eléctrico

En el punto A la energía potencial eléctrica es

$$U_A = W_{A\infty} = \int_A^\infty K\frac{Q\cdot q}{r^2}dr = KQq\int_A^\infty \frac{1}{r^2}dr = KQq\cdot\left[-\frac{1}{r}\right]_A^\infty = KQq\left(\frac{1}{r_A}-\frac{1}{\infty}\right) = KQq\frac{1}{r_A}$$

En el punto B la energía potencial eléctrica es

$$U_B = W_{B\infty} = \int_B^\infty K\frac{Q\cdot q}{r^2}dr = KQq\int_B^\infty \frac{1}{r^2}dr = KQq\cdot\left[-\frac{1}{r}\right]_B^\infty = KQq\left(\frac{1}{r_B}-\frac{1}{\infty}\right) = KQq\frac{1}{r_B}$$

$$W_{AB} = U_A - U_B$$

La energía potencial eléctrica en el infinito es cero

Trabajo eléctrico

El trabajo W no depende del camino seguido por la partícula para ir desde la posición A a la posición B

Cuando sucede esto se dice que la fuerza es conservativa

La fuerza F, que ejerce la carga Q sobre la carga q es conservativa.

9. Potencial eléctrico

Un potencial es *energía potencial por unidad de carga.*

Se define el potencial *V* en cualquier punto de un campo eléctrico como la energía potencial eléctrica *por unidad de carga* asociada con una carga de prueba *q* en ese punto.

$$V = \frac{U}{q} \qquad\qquad V = K\frac{Q}{r}$$

La unidad del potencial es el Voltio
Voltio=Julio/Culombio

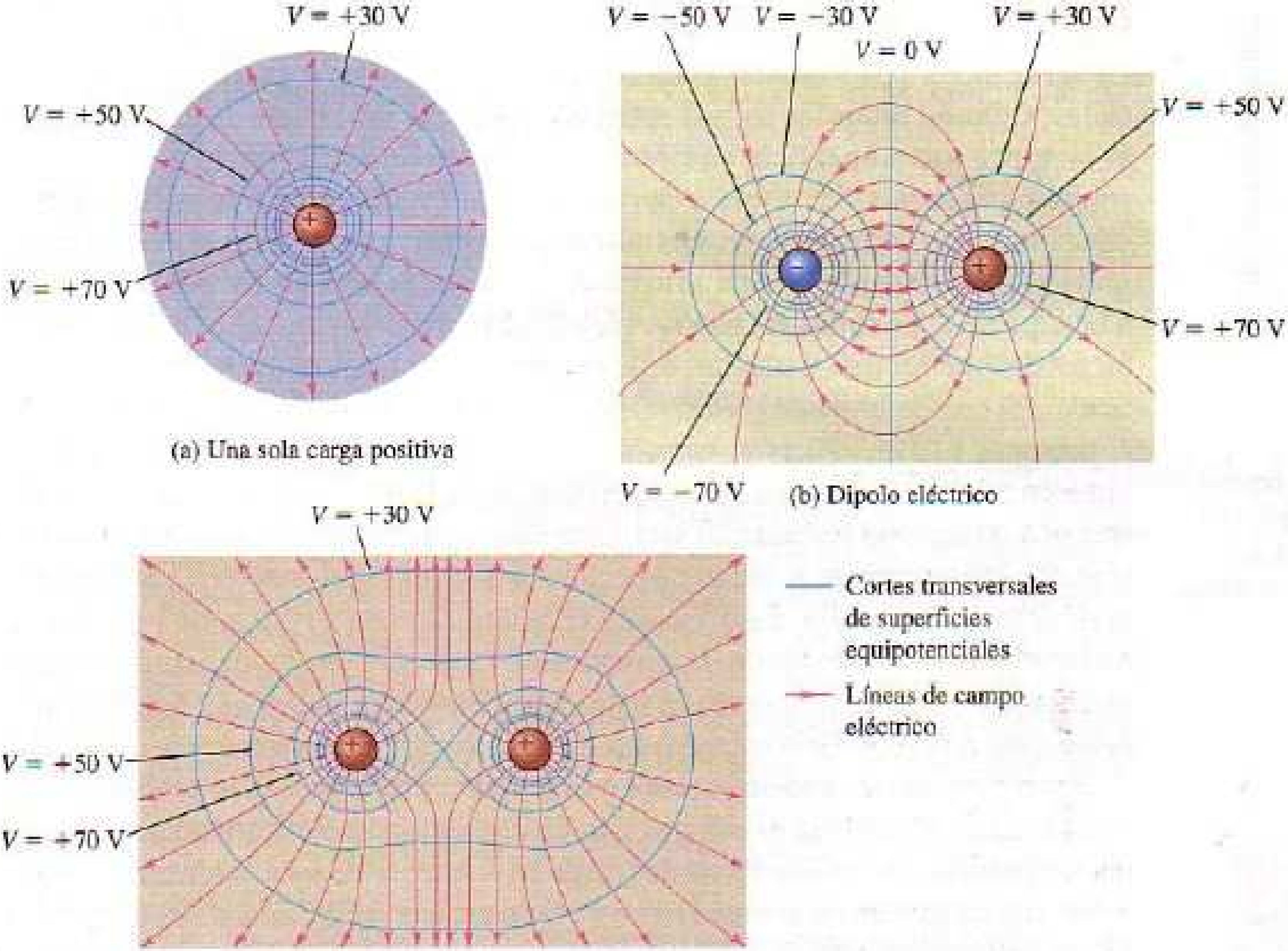
El potencial en A debido a la carga Q es: $V_A = K \dfrac{Q}{r_A}$

El potencial en B debido a la carga Q es: $V_B = K \dfrac{Q}{r_B}$

Diferencia de potencial

La diferencia de potencial entre los puntos A y B es el trabajo por unidad de carga que realiza el campo eléctrico cuando una carga se desplaza de A a B

$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$



(a) Una sola carga positiva

(b) Dipolo eléctrico

(c) Dos cargas positivas iguales

Relación de la diferencia de potencial con el campo eléctrico

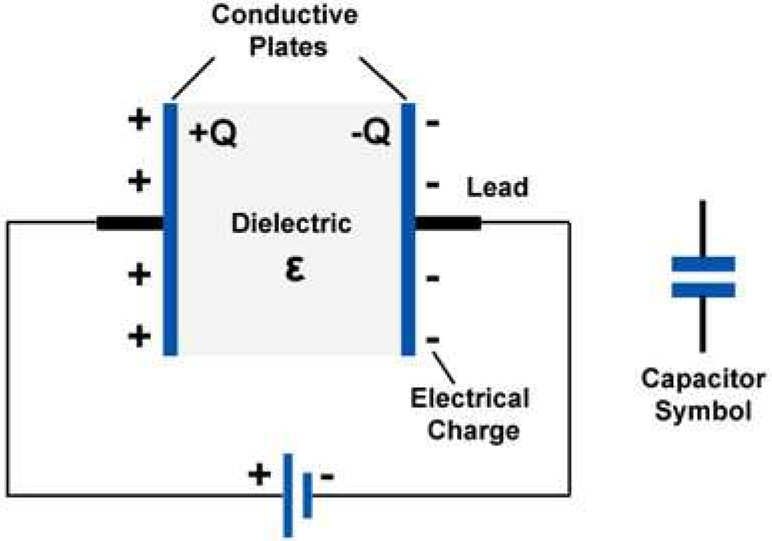
$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$V_A - V_B = -\int_A^B dV = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$-dV = \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Diferencial de potencial o un incremento de potencial se refiere
a potencial final menos potencial inicial

10. Condensador



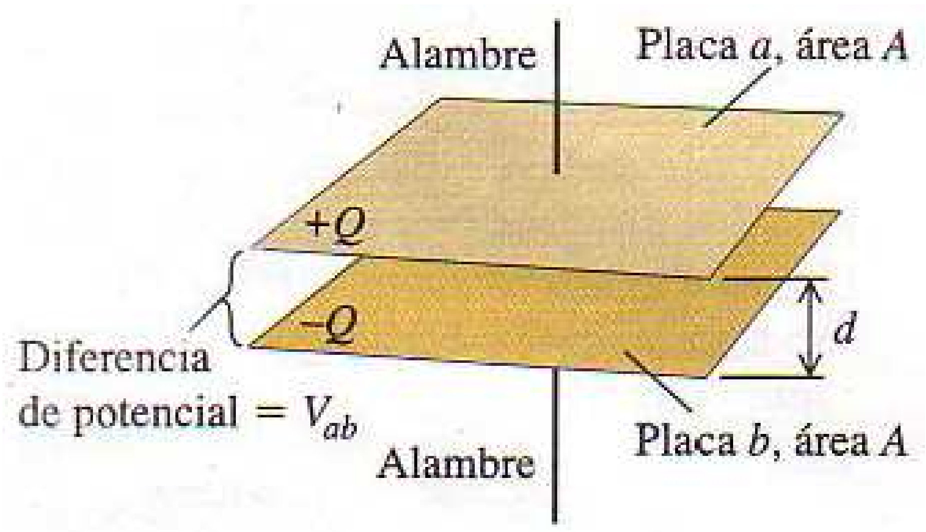
$$C = Q / V$$

Un condensador es un dispositivo formado por dos conductores,generalmente placas o laminas que se encuentran separadas por un aislante (o un vacío) una determinada distancia d. Al aplicar una diferencia de potencial entre las mismas, estas adquieren una carga igual pero de signo contrario.

Se define la capacitancia o capacidad de un condensador C como el cociente entre la carga que contiene el condensador. En una de sus laminas Q y la diferencia de potencial entre las dos placas

La unidad de capacidad es el FARADIO (F) Faradio = Culombio/Voltio

La capacidad solo depende de la geometría del condensador es directamente proporcional al área de cada placa A e inversamente proporcional a la distancia que las separa d



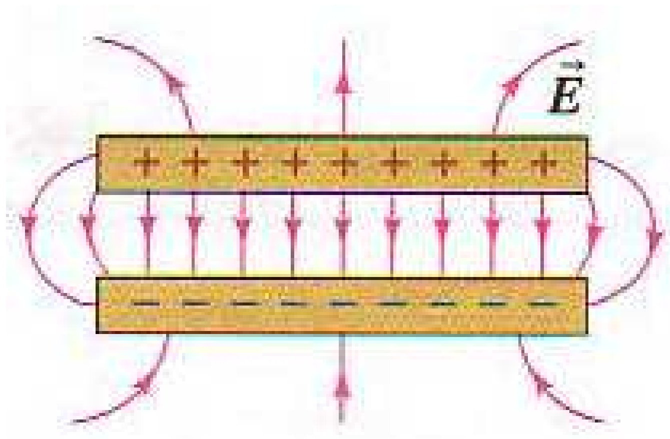
$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

ε es la permitividad del dieléctrico o del vacío

Campo eléctrico en un condensador

El campo eléctrico dentro del condensador es constante e igual a la densidad superficial de carga de sus placas partido de la permitividad del material que las separa.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$



El campo eléctrico en el exterior del condensado es casi nulo.

11. Corriente eléctrica

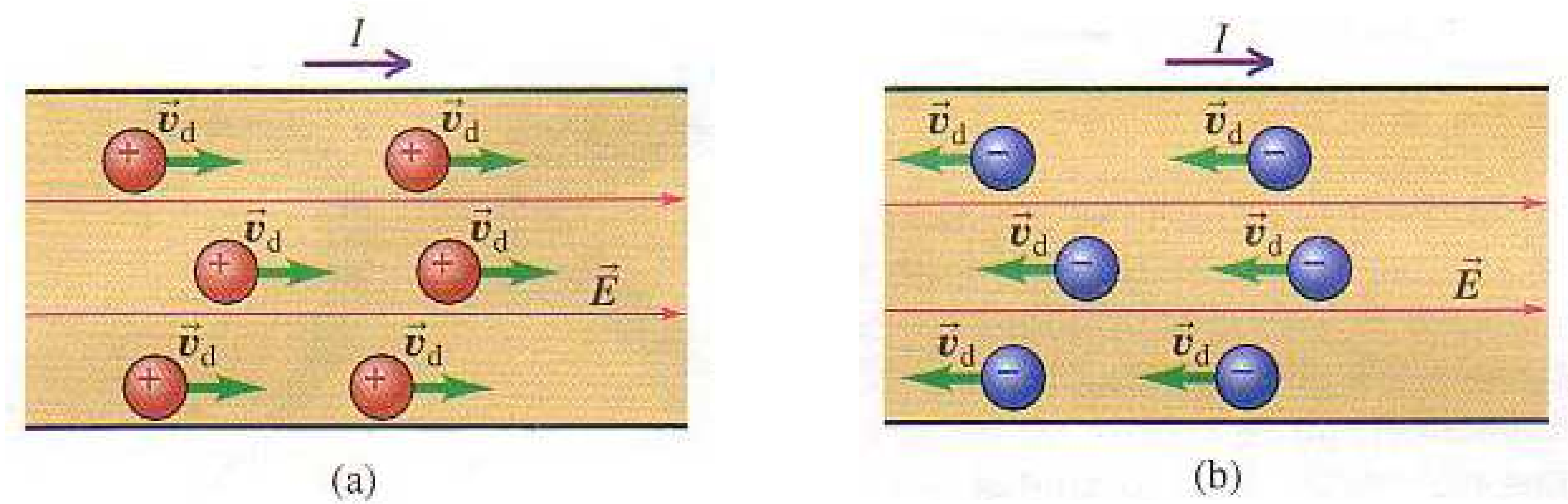
La corriente es el flujo de portadores de carga eléctrica

Este flujo se debe a una diferencia de potencial eléctrico

Al aplicar una diferencia de Tensión se crea un campo eléctrico que ejerce una fuerza sobre las cargas y las mueve

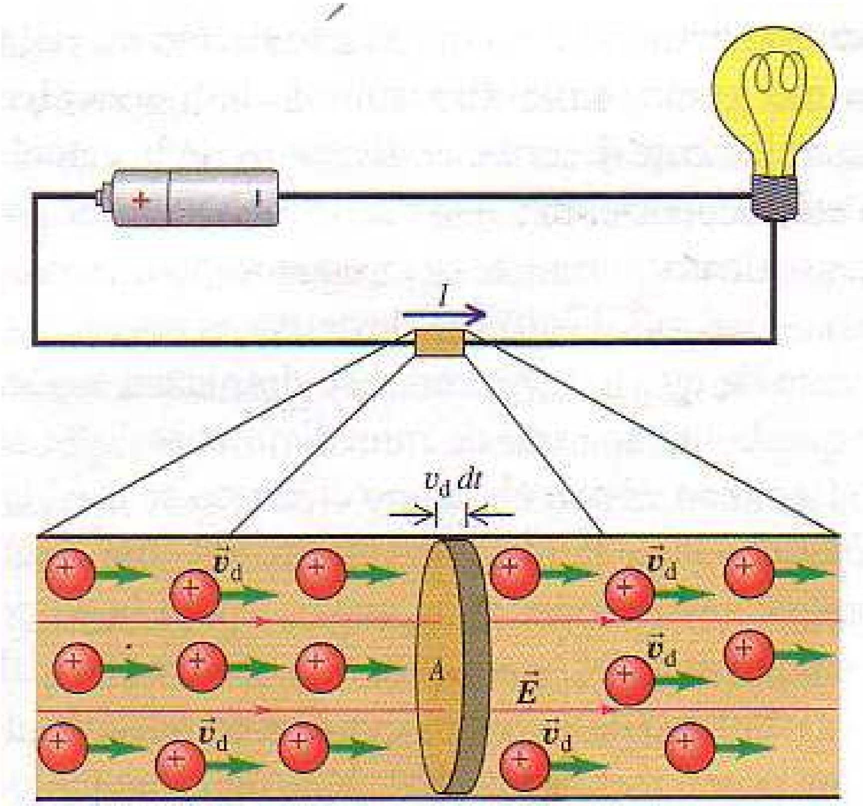
Para cargas positivas

Para cargas negativas



La medida de corriente eléctrica es la **INTENSIDAD**

La intensidad se define como la cantidad de carga que atraviesa una superficie en intervalo de tiempo determinado



$I = \Delta Q/\Delta t$ Unidad AMPERIO

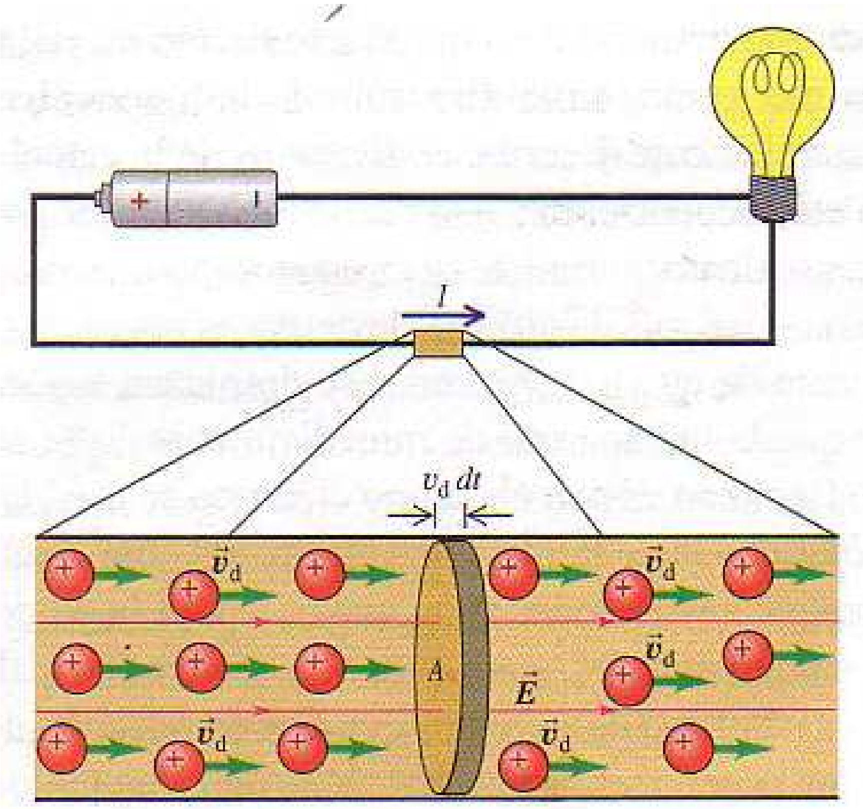
Amperio =Culombio / Segundo

Para paso no uniforme de corriente

$$\mathbf{I = dQ/dt}$$

Debido a los choques entre los portadores y átomos del material los portadores se mueven a una determinada velocidad. Que se llama velocidad de deriva $\mathbf{v_d}$

Podemos expresar la intensidad en función de la velocidad de deriva



$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A$$

Donde q es la carga del electrón

n la concentración de portadores de carga por unidad de volumen

A el área de la sección del cable

$$dQ = qnAv_d dt$$

Densidad de Corriente

Es la corriente I por unidad de area de sección transversal

$$J = \frac{I}{A}$$

A: Superficie o sección

Así la intensidad de corriente puede ser calculada como la integral de la densidad de corriente

$$I = \int J \cdot dA$$

Relación entre la densidad de corriente J y el campo Eléctrico E

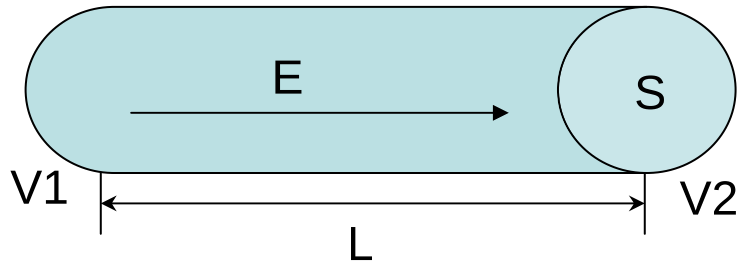
Se cumple que $$J = \sigma \cdot E$$

Donde σ es la conductividad del materia.

Por tanto la conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de un material de dejar pasar la corriente eléctrica

Relación entre la diferencia de potencial y la intensidad en un conductor

Tomando un hilo conductor de longitud L y con una sección de área S



Con un Potencial V1en el extremo izquierdo mayor que V2 en el extremo derecho de forma que la dirección del campo eléctrico es de V1 hacia V2

Relación del campo eléctrico con la variación de potencial

$$E = \frac{-dV}{dl}$$

Relación del campo eléctrico con la variación de potencial $$E = \frac{-dV}{dl}$$

Variación del potencial $$dV = V_2 - V_1$$

El Campo Eléctrico en un conductor $$E = \frac{-(V_2 - V_1)}{L} \qquad E = \frac{V_1 - V_2}{L}$$

Usando la relación de la densidad de corriente con el campo eléctrico podemos calcular

$$J = \sigma \cdot E$$

La relación de la densidad de corriente con el potencial $$J = \sigma \frac{V_1 - V_2}{L}$$

Y la relación de la Intensidad de corriente con el potencial

$$I = \int J \cdot dS = \int \sigma \frac{V_1 - V_2}{L} \cdot dS \qquad I = \frac{\sigma \cdot S}{L}\left(V_1 - V_2\right)$$

Ley de Ohm

Ley de Ohm
Relación entre la caída de potencial y intensidad en un material

$$I = \sigma \frac{S}{L}(V_1 - V_2)$$

$$(V_1 - V_2) = \frac{1}{\sigma}\frac{L}{S} I = \rho \frac{L}{S} I = R \cdot I$$

Donde ρ es la resistividad que es la inversa de la conductividad

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

(Ohmio·Metro)

y R la resistencia cuya unidad es el Ohmio (Ω)

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

$$V_1 - V_2 = R \cdot I$$

Ley de Ohm

Relación de la Intensidad con la velocidad de deriva

En un diferencial de cable dl un cable con un área de sección A se tiene un diferencial de carga dQ que será igual a

$$dQ = nqAdl$$

Donde n es la concentración de portadores de carga por unidad de volumen

q es la carga del electrón

Recordando La intensidad es la variación de carga por el tiempo I=dQ/dt

La intensidad también se puede expresar en función de la velocidad de deriva v_d de los portadores de cargar del cable conductor

$$I = \frac{dQ}{dt} = nqA\frac{dl}{dt} = nqAv_d$$

12. CAMPO MAGNETICO

Un Campo Magnético es un campo creado por imanes permanentes

o por una carga en movimiento.

El campo magnético también llamado inducción magnética es un campo

Vectorial. Se representa con la letra $\vec{B}$

Unidades el Tesla T. $1\ \mathrm{T} = 1\ \mathrm{N \cdot s \cdot m^{-1} \cdot C^{-1}}$

Se cumple:

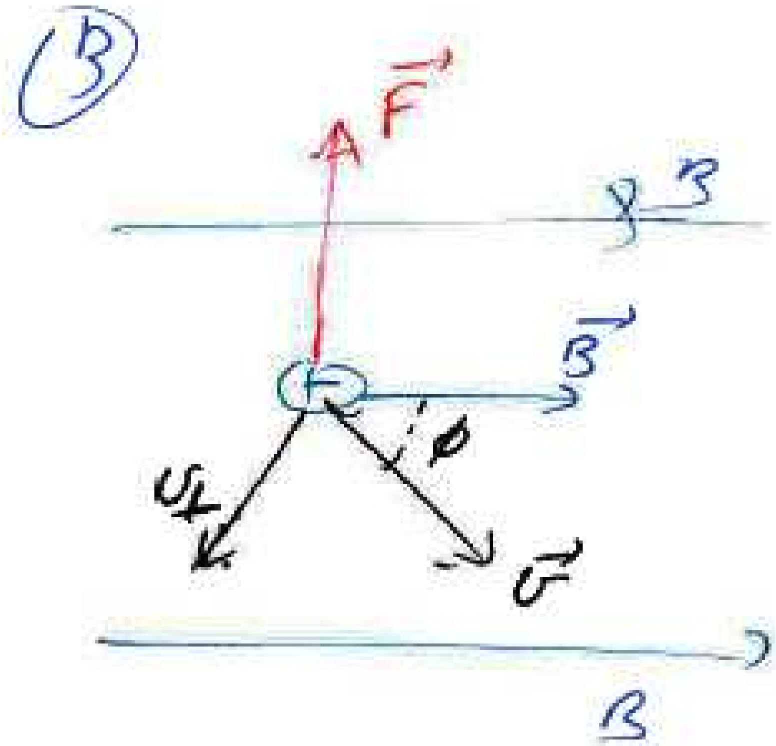
1) Una carga en movimiento o una corriente eléctrica crea una campo magnético

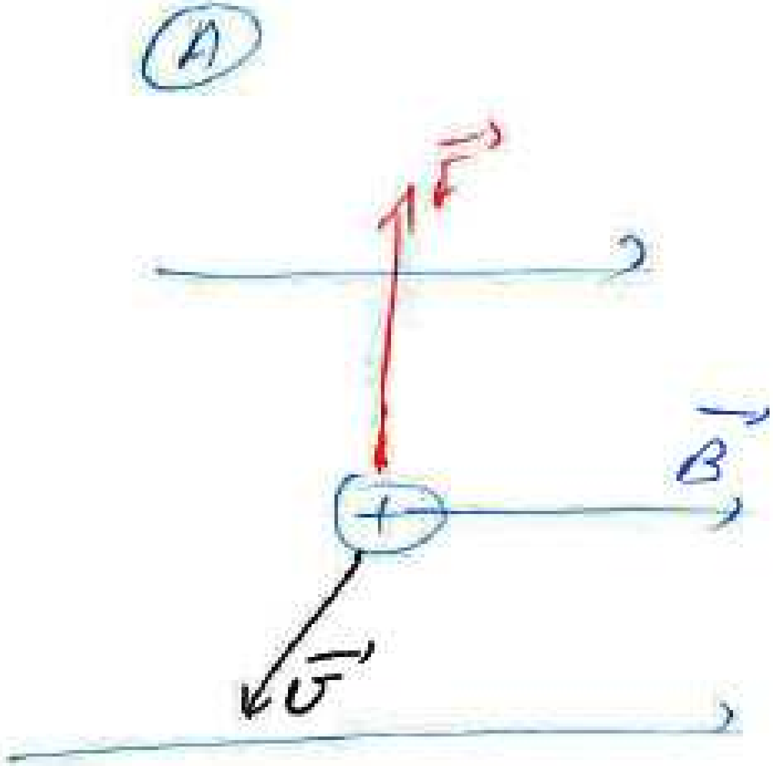
2) Una carga en movimiento o corriente eléctrica influenciada por un campo magnético B experimenta una fuerza perpendicular al movimiento de la carga.

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$\vec{v}$ Es la velocidad de la carga

Esta fuerza se calcula como el producto vectorial de la velocidad y el campo magnético multiplicado por el valor de la carga



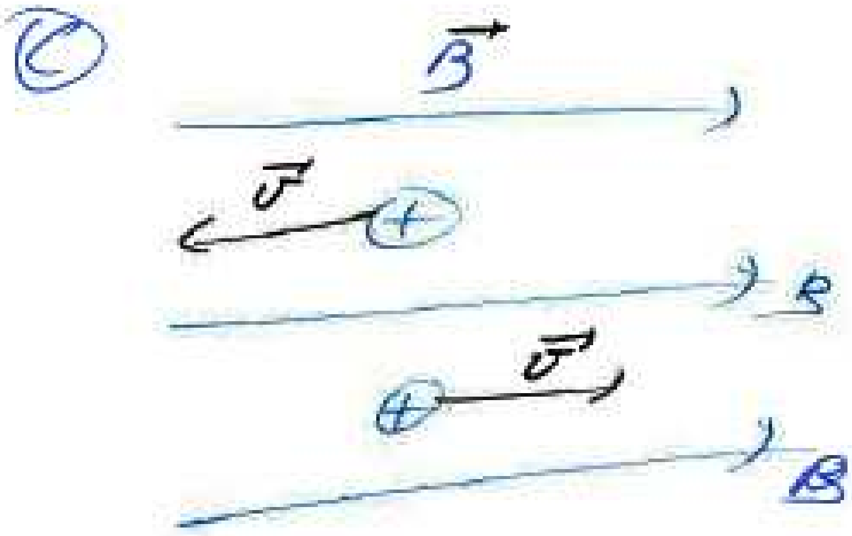


$F = q\,v\,B\,\mathrm{sen}\,\phi$

$F = q\,v\,B$

$v_{\perp} = v\,\mathrm{sen}\,\phi$

ϕ es el ángulo que forma la velocidad con el campo magnético



$$F = 0$$

$$\text{Amperio} = \frac{\text{Culombio}}{\text{Seg}}$$

$$1\ \text{Tesla} = \frac{\text{Newton}}{\text{culombio}} \cdot \frac{\text{Seg}}{\text{metro}} = \frac{\text{Newton}}{\text{Amp} \cdot \text{m}}$$

13. Ley de Lorentz

La fuerza que experimenta una carga en presencia a la vez de un campo eléctrico y un campo magnético viene dada por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = q \cdot \left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} \right)$$

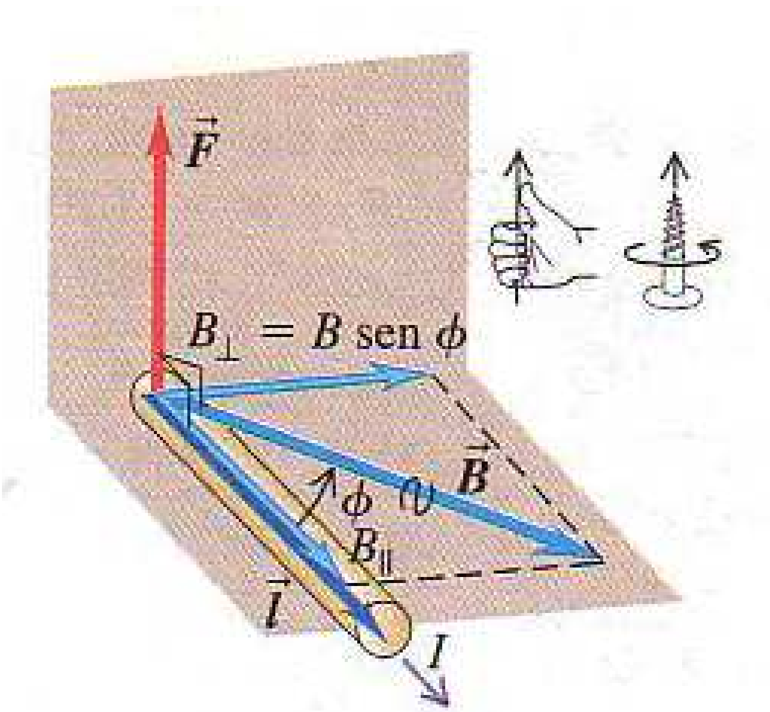
Fuerza que ejerce un campo magnético sobre un cable conductor

Un cable conductor por el cual circula una corriente I dentro de un campo magnético B se vera sometido a una fuerza

$$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$$

Modulo de la fuerza

$$F = IlBsen\phi$$



ϕ es el ángulo que forma la intensidad con el campo magnético

La fuerza para un campo magnético B sobre una carga q es $$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

La fuerza para un campo magnético B sobre un trozo de cable de longitud dl es

$$\vec{F} = dQ \cdot \vec{v} \times \vec{B} = nqAdl \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$$F = nqAv_d dlBsen\phi = IdlBsen\phi$$

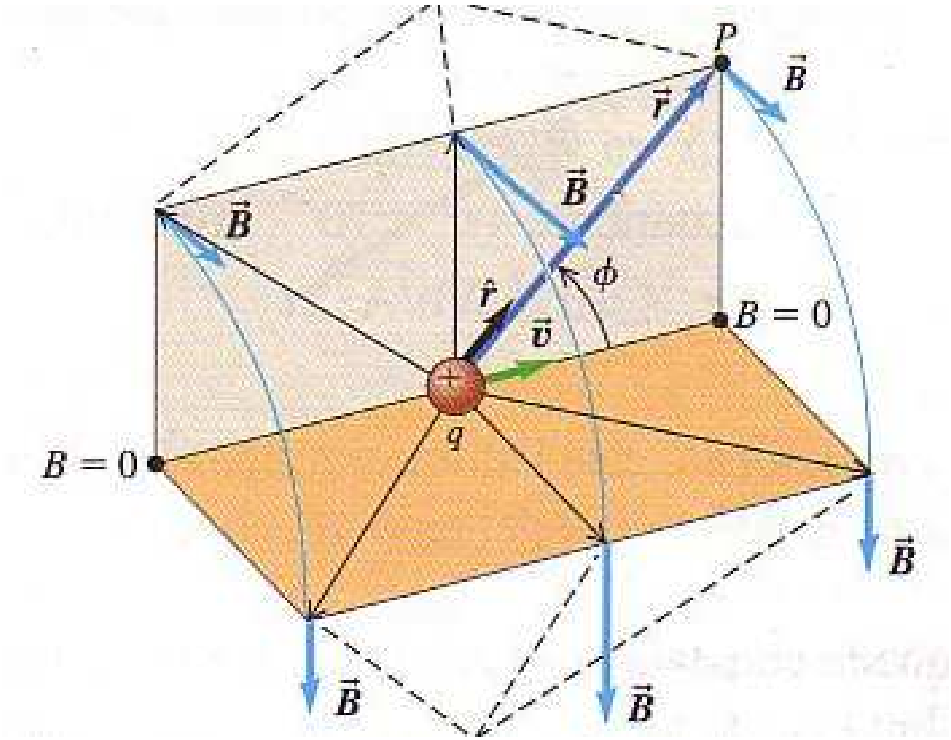
Para un cable de longitud L $$F = ILBsen\phi$$

Si el campo magnético es perpendicular al cable $$F = ILB$$

Si representamos el cable mediante el vector l $$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$$

14. Ley de Biot y Savart.

Campo magnético de una carga en movimiento



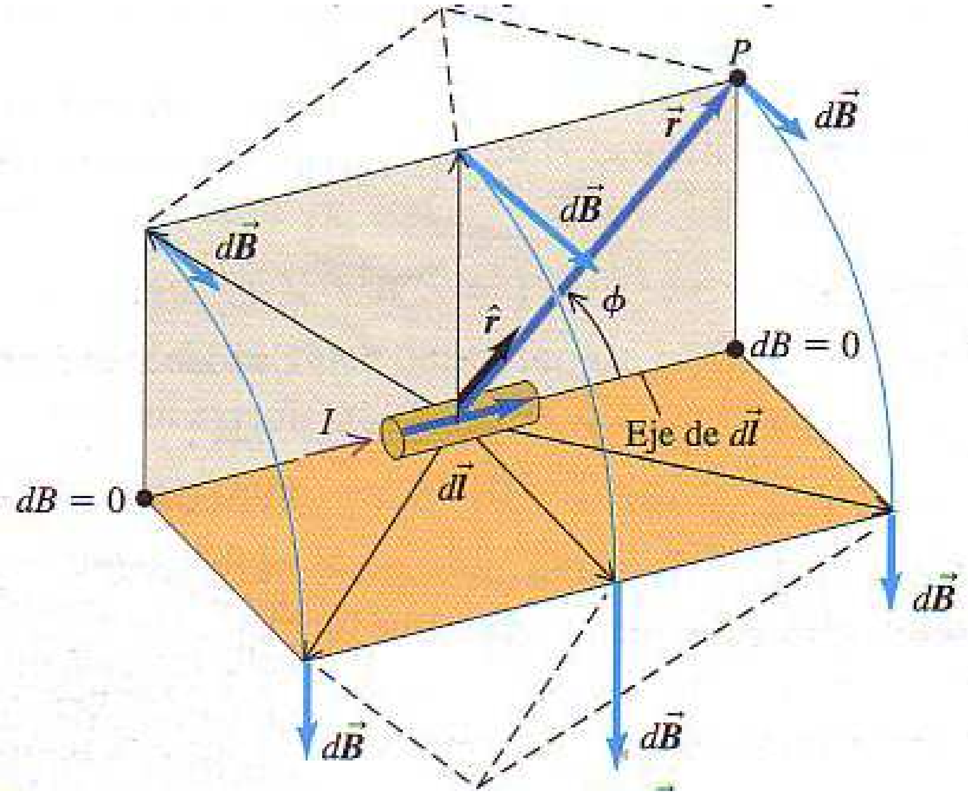
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \cdot (\vec{v} \times \hat{r})}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|q| \cdot v \cdot sen\phi}{r^2}$$

μ_0 = 4π·10e-7 T·m/A
Permitividad magnetica vacio

Una carga que se desplaza a velocidad v crea un campo magnético
Cuyas líneas de campo son círculos centrados en la línea del
movimiento de la carga

Campo magnético de un elemento de corriente.



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot (d\vec{l} \times \hat{r})}{r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot dl \cdot sen\phi}{r^2}$$

Para una carga

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|q| \cdot v \cdot sen\phi}{r^2}$$

En la trozo de cable dl tenemos una caga

$$dQ = nqAdl$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{nqAdl \cdot v \cdot sen\phi}{r^2}$$

Donde n es la concentración de portadores de carga por unidad de volumen

A el área de la sección de cable

De la definición de intensidad de corriente

$$I = nqv_d A$$

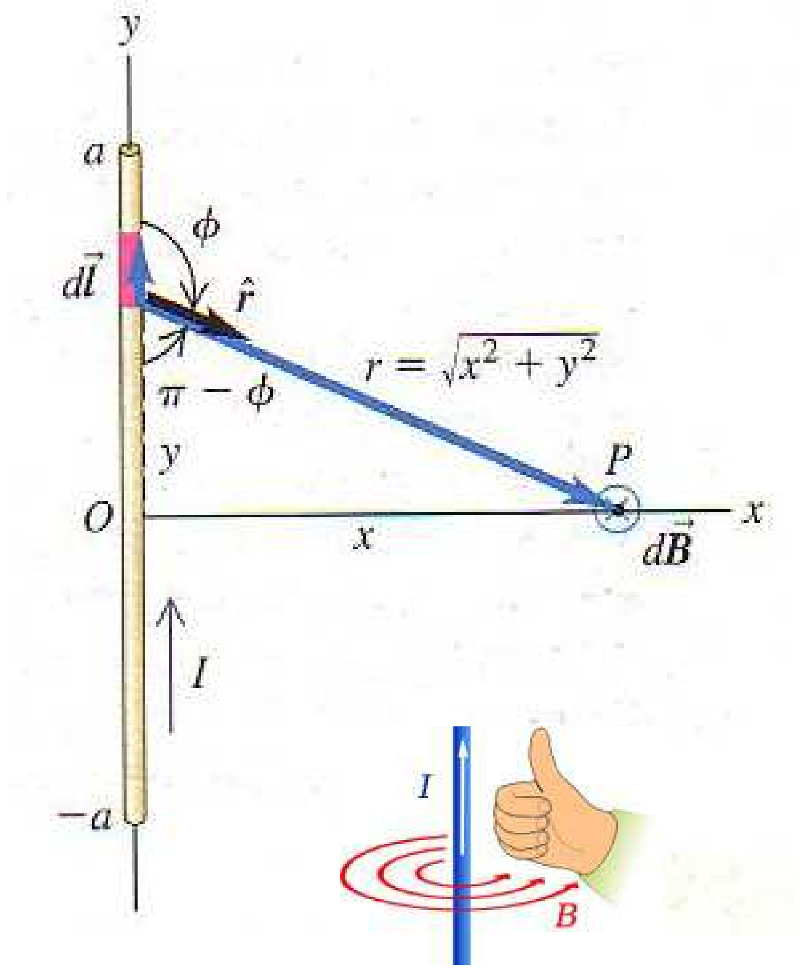
El campo magnético en función de la intensidad es

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \cdot sen\phi}{r^2}$$

Campo magnético de un cable de longitud 2a

Integrando la expresión anterior entre (-a, a)

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-a}^{a} \frac{sen\phi \cdot dl}{r^2}$$



Regla de la mano derecha

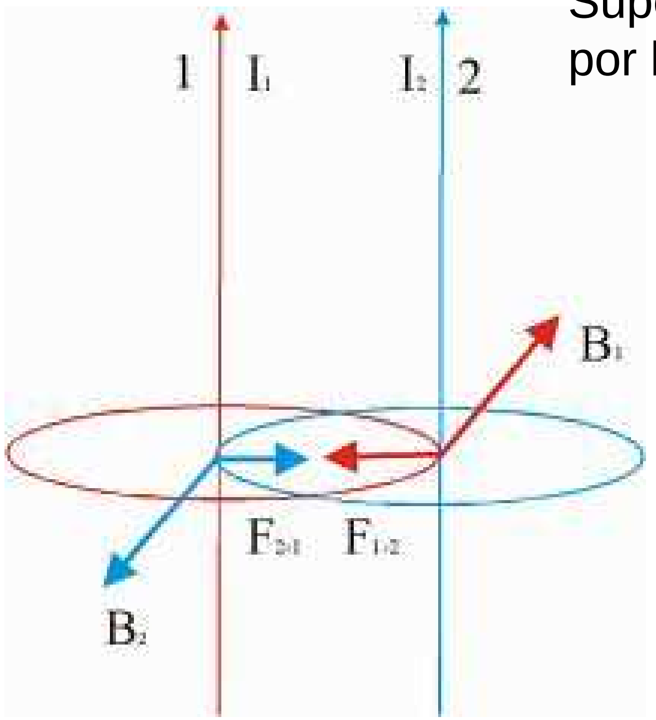
$$sen\phi = sen(\pi - \phi) = \frac{x}{r} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-a}^{a} \frac{x \cdot dy}{\left(x^2 + y^2\right)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{2a}{x \cdot \left(x^2 + a^2\right)^{1/2}}$$

Si a>>x $$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot x}$$

Fuerza entre conductores paralelos



Supongamos que tenemos dos cables conductores paralelos por los cuales pasan corrientes en el mismo sentido

Estos cables generan un campo magnético de valor

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot r}$$

Y los campos magnéticos a los que esta sometidos los cables conductores provocaran una fuerza sobre ellos

$$F = ILB$$

Por tanto la fuerza que aparece en los dos cables será

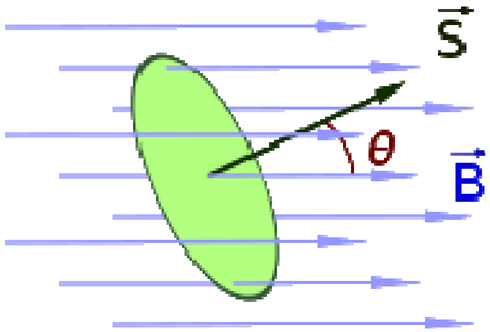
$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi \cdot r}$$

15. Flujo de campo Magnético

Se define el flujo de campo magnético ϕ_B a través de una superficie

Su unidad es el Weber 1Wb = 1T·m^2

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int B \cdot S \cdot \cos\theta$$

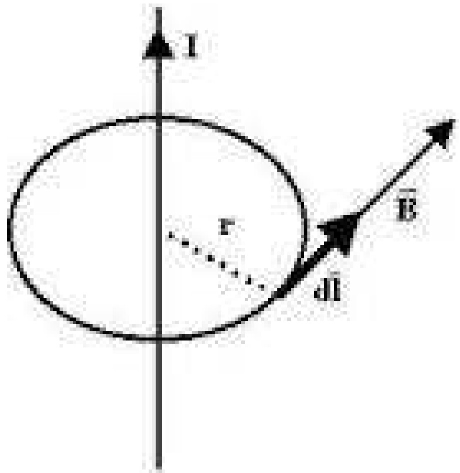


El flujo de campo Magnético a través de una superficie cerrada es nulo

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

16. Ley de Ampere

La circulación del campo magnético a través de una línea cerrada es proporcional a la corriente que corta la superficie limitada por esa línea cerrada



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I$$

17. Ley de Faraday. Ley de Lenz

Se puede inducir una corriente eléctrica en una espira mediante el uso de campos electromagnéticos variables

Cuando se varia el flujo del campo magnético que atraviesa una superficie limitada por una espira aparece una fuerza electromotriz

La fuerza electromotriz ε (fem) pone en movimiento las cargas en un circuito

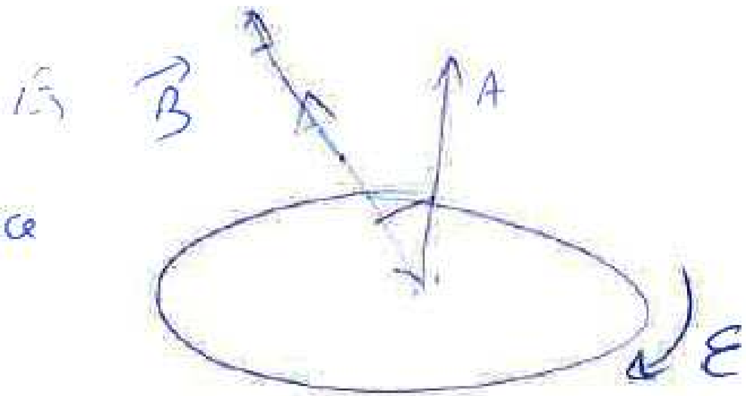
Video: http://youtu.be/8QG8sqDwM1c

$$\varepsilon = \frac{-d\phi_B}{dt}$$

Si el flujo del campo magnético aumenta
Aparece una fuerza electromotriz que provoca una corriente en sentido horario en la espira

$$\mathcal{E} = \frac{-d\phi_B}{dt}$$

B crece

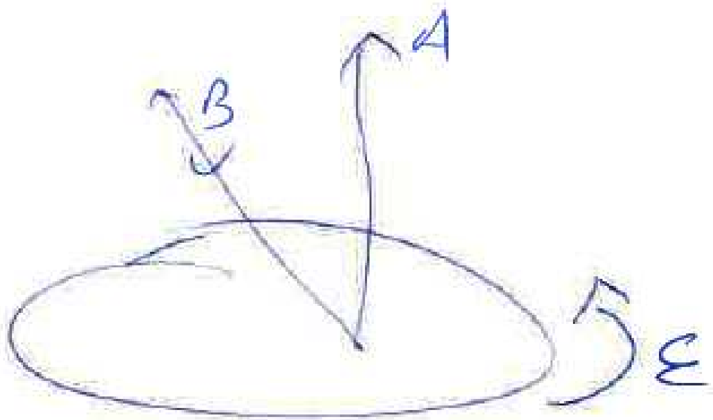


flujo de B $\phi_B = B\,A\,\cos\theta$

Si ϕ_B disminuye

Aparece una fem que provoca una corriente en sentido antihorario en la espira

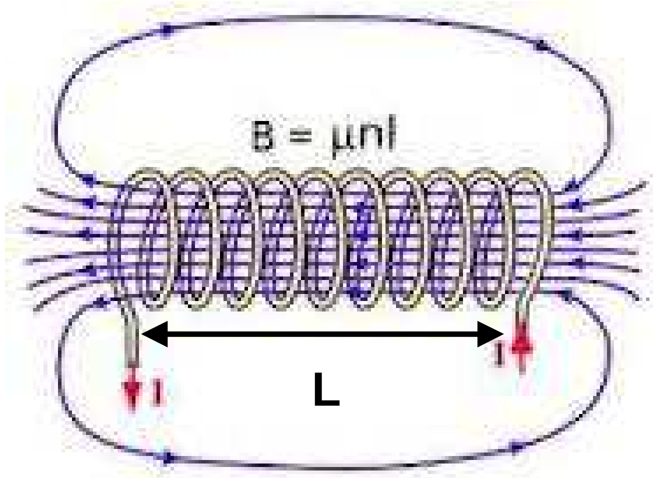
B decrece



18 Fenómenos de autoinducción. Bobina o solenoide.

El campo magnético generado por una bobina es

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} \qquad n = \frac{N}{L}$$



$$B = \mu_0 nI$$

N es el numero de espiras o vueltas de que consta la bobina

L es la longitud de bobina

n es el numero de espiras por unidad de longitud

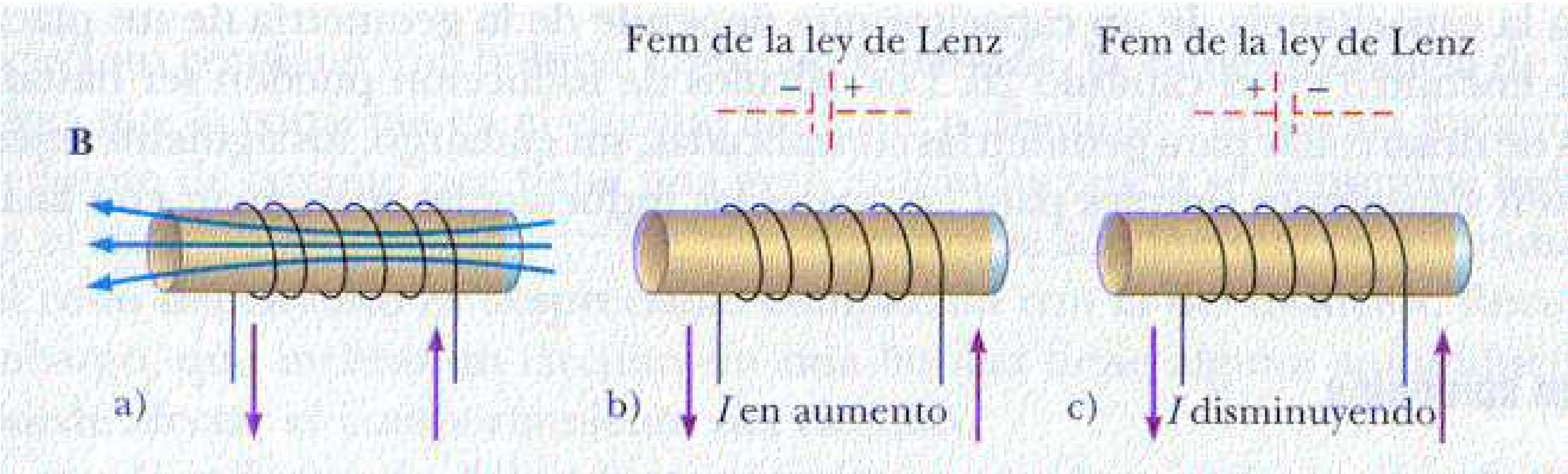
I la intensidad que pasa por la bobina

Bobina con corriente alterna

En el caso de que la corriente sea alterna la corriente varia con el tiempo

Esto provoca un flujo variable en la bobina, esta variación de flujo por la ley de Lenz hace que aparezca una fuerza electromotriz **fem** que se opondrá a las variaciones de corriente.

A este efecto se el llama autoinducción



la **Inductancia** L es una medida de la oposición a un cambio de corriente de un inductor o bobina

El valor de la inductancia se calcula como

$$L = \frac{N\phi_B}{I}$$

Unidad de autoinductancia
Henrio H

Se puede relacionar la variación del flujo del campo magnético y la variación de la Corriente en una bobina con la siguiente expresión

$$N\frac{d\phi_B}{dt} = L\frac{dI}{dt}$$

$$\varepsilon = N\frac{-d\phi_B}{dt}$$

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$$

$$V_{ab} = V_a - V_b = L\frac{dI}{dt}$$

Relación entre la caída de tensión y la corriente en una Bobina