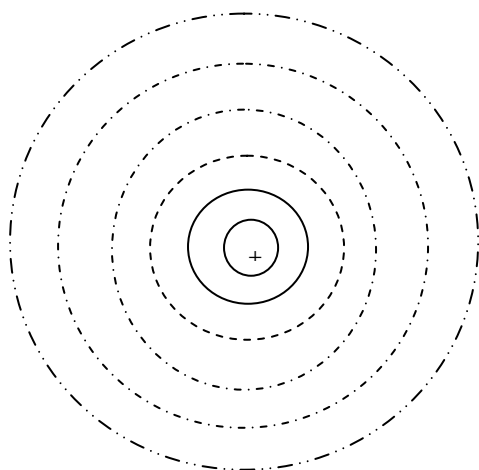
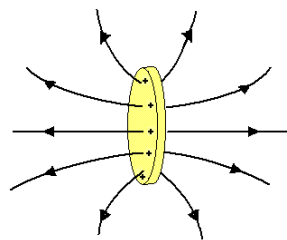


CAMPO ELECTRICO

Introducción.

El campo eléctrico es la zona del espacio donde cargas eléctricas ejercen su influencia. Es decir que cada carga eléctrica con su presencia modifica las propiedades del espacio que la rodea.



+Q: Es la carga “generadora” del campo eléctrico.



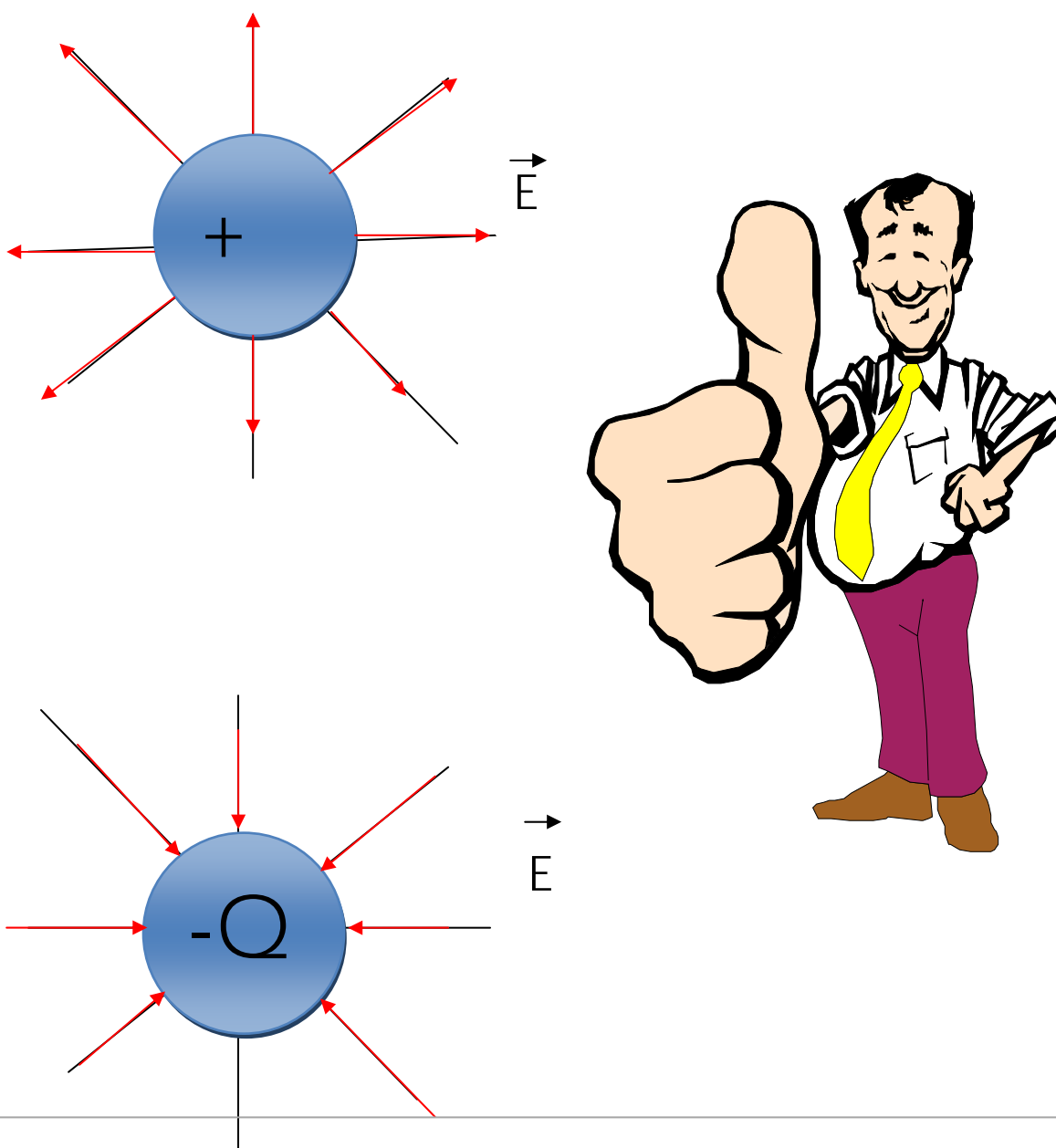
Definición:

Se llama intensidad de campo eléctrico \vec{E} en un punto al valor de la fuerza resultante de origen eléctrico que actúa sobre una carga puntual dividido el valor de la carga (carga exploradora, elemental o testigo) colocada en dicho punto.

Las cargas eléctricas no precisan de ningún medio material para ejercer su influencia sobre otras, de ahí que las fuerzas eléctricas sean consideradas fuerzas de acción a distancia. Cuando en la naturaleza se da una situación de este estilo, se recurre a la idea de campo para facilitar la descripción en

términos físicos de la influencia que uno o más cuerpos ejercen sobre el espacio que les rodea.

La noción física de campo se corresponde con la de un espacio dotado de propiedades medibles. En el caso de que se trate de un campo de fuerzas éste viene a ser aquella región del espacio en donde se dejan sentir los efectos de fuerzas a distancia. Así, la influencia gravitatoria sobre el espacio que rodea la Tierra se hace visible cuando en cualquiera de sus puntos se sitúa, a modo de detector, un cuerpo de prueba y se mide su peso, es decir, la fuerza con que la Tierra lo atrae. Dicha influencia gravitatoria se conoce como campo gravitatorio terrestre. De un modo análogo la física introduce la noción de campo magnético y también la de campo eléctrico o electrostático.

Campo Eléctrico.



El campo eléctrico es el modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica. Matemáticamente se lo describe como un campo vectorial en el cual una carga eléctrica puntual de valor "q" sufrirá los efectos de una fuerza mecánica "F" que vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

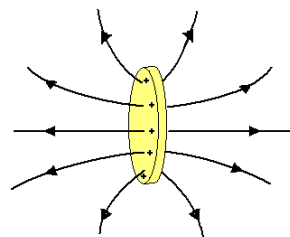
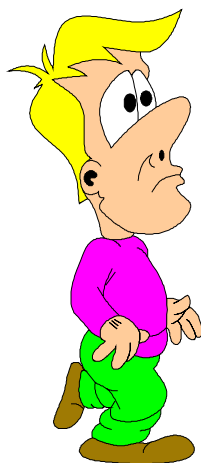
Esta definición indica que el campo no es directamente medible, sino a través de la medición de la fuerza actuante sobre alguna carga. La idea de campo eléctrico fue propuesta por Michael Faraday al demostrar el principio de inducción electromagnética en el año 1832.

A partir de la ecuación anterior podemos definir un campo eléctrico en un punto p como:

$$\vec{E} = kq\hat{a}/a^2 = kq\vec{a}/a^3$$

Donde sabemos que k es la constante de un campo se halla $k = 1/(4\pi\epsilon)$; donde ϵ es la constante del ambiente o espacio donde se está estudiando el campo. \hat{a} es el vector dirección o unitario que va desde la carga hasta el punto. a es la norma del vector \vec{a} que define la distancia entre el punto y la carga.

Representación geométrica



Líneas de campo eléctrico correspondientes a una moneda con carga eléctrica positiva.

Un campo eléctrico estático puede ser representado con un campo vectorial, o con líneas vectoriales (líneas de campo). Las líneas vectoriales se utilizan para crear una visualización del campo.

Se suele representar en dos dimensiones, aunque un caso más general incluye todo el espacio tridimensional. Existen infinitas líneas de campo, sin embargo se representan sólo unas pocas por claridad.

Líneas de campo.

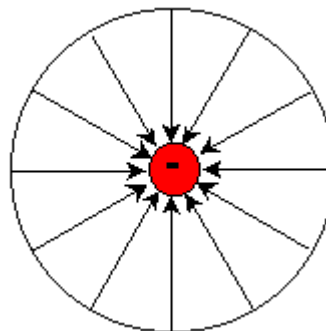
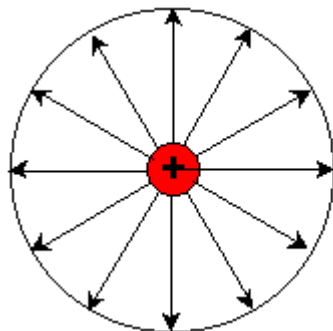
- Son líneas perpendiculares a la superficie del cuerpo, de manera que su tangente en un punto coincide con la dirección del campo en ese punto.
- A mayor concentración de líneas, mayor módulo. En el ejemplo de la moneda, el campo es mayor en las cercanías de esta y disminuye a medida que nos alejamos de ella.
- Uniendo los puntos en los que el campo eléctrico es igual, formamos superficies equipotenciales (ver Potencial eléctrico); puntos donde el potencial tiene el mismo valor numérico.

Líneas de fuerza.

La presencia de un campo eléctrico puede indicarse dibujando líneas de fuerza eléctricas al igual que se indican en el campo gravitatorio, mediante líneas de fuerza gravitatorias.

Propiedades:

- 1) El vector campo eléctrico es tangente a las líneas de fuerza en cada punto.
- 2) Como el número de puntos en el espacio es infinito, sólo se dibujan algunas líneas representativas y que indican el campo, dibujando líneas continuas que empiezan o terminan en las cargas. Parten de cargas positivas y llegan a cargas negativas.



Tomando superficies esféricas alrededor de la carga y un número fijo de líneas de fuerza podemos calcular las que pasan por unidad de superficie

2) En consecuencia el número de líneas de fuerza por unidad de superficie disminuye en forma inversamente proporcional a r^2 al igual que disminuye el campo eléctrico.

Si adoptamos un número fijo de líneas de fuerza para cierta carga puntual, la intensidad de campo eléctrico E estará determinada por la densidad de líneas de fuerza.

Características de las líneas de fuerza.

1. El número de líneas que parten de una carga positiva o llegan a una negativa es proporcional a la carga.
2. Las líneas se dibujan simétricamente saliendo o entrando en la carga puntual.
- 3.

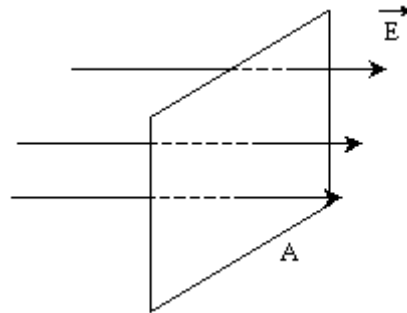
Las líneas empiezan o terminan solamente en las cargas.

4. La densidad de líneas es proporcional a la intensidad de campo eléctrico.
5. El campo es tangente a la línea de fuerza.
6. Las líneas de fuerza no se cortan nunca. (unicidad del campo).

Flujo Eléctrico.

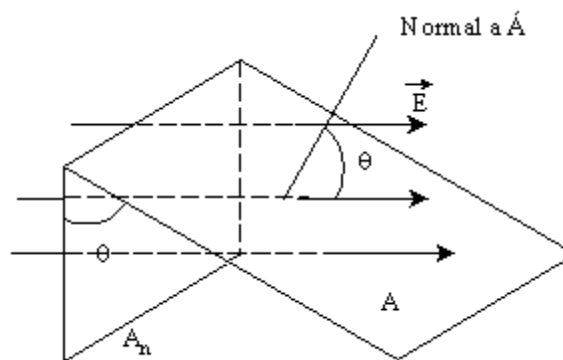
Conociendo el campo eléctrico podemos determinar pues por medio de una cierta convención el número de líneas de fuerza por unidad de superficie.

Supongamos un campo uniforme en una región del espacio, el número de líneas de fuerza por unidad de superficie es proporcional al valor del campo eléctrico y el número de líneas que atraviesa esta superficie es proporcional al producto $E \times A$.



La constante de proporcionalidad entre Φ y N depende de la selección del número de líneas de fuerza que entren o salgan de la carga unidad.

Cuando existe un ángulo entre el plano y las líneas de fuerza disminuye el campo y sucede que:



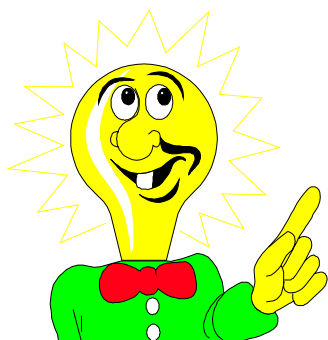
Intensidad del Campo Eléctrico.

Donde Q es la carga puntual que genera el campo eléctrico r , la distancia entre la carga que genera el campo y el punto (P) donde se quiere determinar la intensidad del campo. Si se supone que la prueba (q_0) colocada en (P), se experimentará una fuerza dada por:

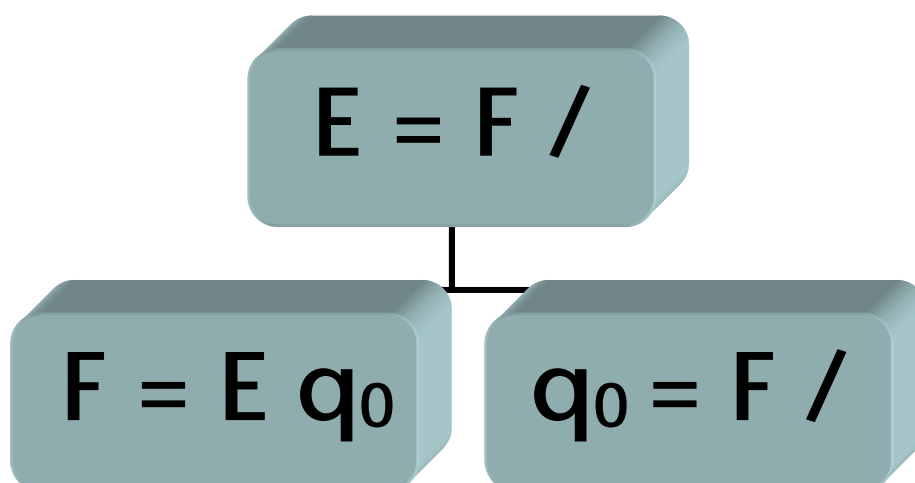
$$F = \frac{K \cdot Q \cdot q_0}{r^2}$$

Se sabe que el valor del campo en P viene dado por:

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



Campo creado por una Carga Puntual.



Como el campo eléctrico tiene la expresión general de

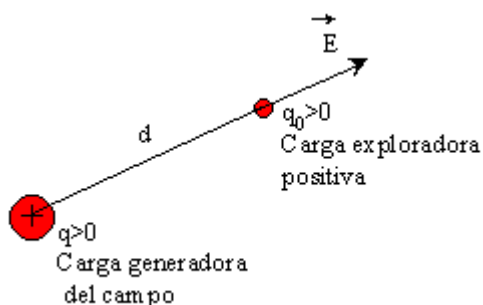
$$E = \frac{F}{q_0}$$

Y por la ley de Coulomb entonces

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



$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{k \frac{q \cdot q_0}{d^2}}{q_0} = k \frac{q \cdot \cancel{q_0}}{\cancel{q_0} \cdot d^2} = k \frac{q}{d^2}$$



Por lo tanto el valor del campo es directamente proporcional a la carga que lo genera e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la carga puntual y el punto considerado.

En cuanto a la dirección y sentido del campo será como sigue:

La dirección es la definida por la carga y el punto considerado y el sentido será alejándose de la carga generadora cuando esta es positiva y apuntando hacia la carga cuando la misma es negativa.

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

El cociente de una fuerza electrostática F y una carga eléctrica Q . Que tiene unidades de Newton / Coulombio

Si la fuerza en la primera expresión se reemplaza por la segunda se obtiene:

$$E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$$



La anterior fórmula sirve para calcular el campo eléctrico generado por la carga Q a una distancia r . Se observa que el campo depende de la carga que lo genera y de la distancia de la carga al punto donde se calcula.

Esta forma de describir las fuerzas del campo y su variación con la posición hace más sencillos los cálculos, particularmente cuando se ha de trabajar con campos debidos a muchas, cargas.

La unidad de campo eléctrico podría fácilmente deducirse de la siguiente fórmula:

Para expresar la unidad de campo eléctrico se pueden utilizar otras magnitudes, que ayudarán a que el concepto de campo eléctrico quede mas claro.

Una carga ubicada en un campo eléctrico E , es afectada por este y se ejercerá sobre ella una fuerza F .

Ahora, si esta carga se desplaza una distancia " d " entre los puntos A y B, en sentido opuesto a la fuerza, se habrá realizado un trabajo (W). El trabajo realizado está definido por lo siguiente: Trabajo = Fuerza x distancia. Entonces la fórmula queda:

$$W = F \times d = Q \times E \times d$$

Ya que $F = Q \times E$

Manipulando la fórmula anterior se obtiene: $W / Q = E \times d$.

La expresión $E \times d$ se llama diferencia de potencial entre los puntos A y B, y se representa como V_{AB} . Entonces $V_{AB} = E \times d$.

Despejando el campo eléctrico de la última ecuación se obtiene:

$$E = V_{AB}/d$$



Y la unidad es: voltios/metros

Consideraciones:

Por lo tanto el campo eléctrico será una magnitud vectorial cuyas características son:

- a) Su dirección será la misma que la del vector fuerza
- b) Tendrá el mismo sentido de la fuerza dado que se obtiene de dividir por un escalar positivo
- c) Su módulo será igual al cociente entre el módulo de la fuerza resultante y la carga sobre la cual se aplica dicha fuerza. $E=F/q_0$
- d) Se ubica a partir del punto en donde se colocó la carga exploradora positiva
- e) El valor de la carga exploradora q_0 deberá ser muy pequeña para que no altere el valor del campo y siempre se considera positiva.

Vectorialmente se puede expresar como lo que nos estaría indicando dado que es un producto de un escalar por un vector que el sentido del campo depende del signo de la carga, si ésta es positiva ambos vectores tendrán el mismo sentido y se es negativa, serán de sentidos contrarios.

Unidades del Campo Eléctrico

1. Sistema Internacional

$$[E] = \frac{1N}{1C} = \frac{1}{N}C$$

2. Sistema C.G.S.

$$[E] = \frac{1dina}{1statcoulomb} = \frac{1d}{1stc} = 1d/stc$$



Dado que el campo eléctrico resulta del cociente entre una fuerza y una carga su unidad será la unidad de fuerza sobre la unidad de carga que en el sistema S.I. (Sistema Internacional) es un Newton (N) dividido por un Coulomb (C) o sea N/C

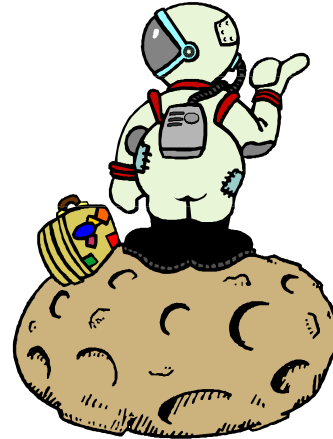
La unidad de intensidad de campo E es el cociente entre la unidad de fuerza y la unidad de carga; en el SI equivale, por tanto, al newton (N)/coulomb (C).

VARIABLE	M.K.S.	C.G.S.
FUERZA [F]	NEWTON [N]	DINAS [DYN]
INTENSIDAD [E]	[N/C]	[DYN/STC]
CARGA [Q]	[C]	[STC]
DISTANCIA [D]	[m]	[Cm]

CONSTANTE [K]

$9 \cdot 10^9$ [N m²/ c²]

1 [dyn Cm² / stc²]



Referencias Bibliográficas:

- Marcelo Alonso, Edward J. Finn (1976). *Física*. Fondo Educativo Interamericano.
- Robert Resnick, David Halliday (2004). *Física 4ta. Edición Vol. 1* (en Español). SECSA, México.
- Santillana, Física 4, ed. Santillana La Paz, Bolivia, 2008, 176p
- Serway, Raymond A., Física, Tomo 1, Mc. Graw-Hill, México D.F. México, 1988
- Paul W. Zitzewitz, física 1, principios y problemas, Mc. Graw-Hill, Santafé de Bogotá, Colombia, 1995
- Física General, Ing. Juan Goñi G. ; Compañía Editorial E.I.R.L., 1º ed. Bolivia,, 1998.