



# FÍSICA

**2º BACHILLERATO**  
**TEMA 2: Campo Eléctrico**

## CAMPO ELÉCTRICO

### Fuerza Eléctrica.

“El valor de la fuerza con que se atraen o repelen dos cargas eléctricas en reposo es directamente proporcional al producto de dichas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.”(Ley de Coulomb).

El módulo de esta fuerza vale:

$$F = K \frac{Q \cdot q}{d^2}$$

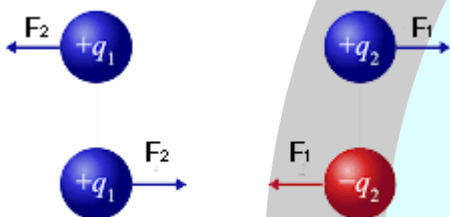
Q y q: valor de las cargas que interaccionan

d : distancia entre cargas.

K: cte que depende del medio

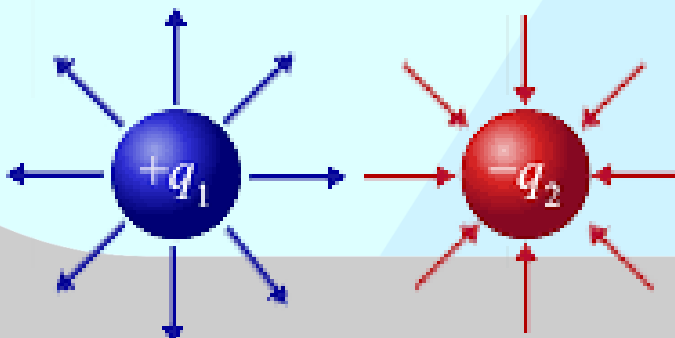
La constante K también puede expresarse en función de la constante dieléctrica (o permitividad) del medio en el que se encuentran las cargas  $\epsilon$ .

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$



### Campo Eléctrico, intensidad de Campo Eléctrico o Campo.

- La intensidad de campo, **establece un vector** (y sólo uno) para cada uno de los puntos del espacio. El campo eléctrico es un **campo vectorial**.
- El valor del campo eléctrico en un punto **es independiente de la carga de prueba** y depende sólo de la carga que crea el campo y la distancia a la que esté el punto considerado.
- Los puntos que estén a una misma distancia de la carga central **tendrán un mismo valor** para la intensidad de campo. La distancia se toma desde el centro de la carga.
- La intensidad del campo eléctrico **decrece muy rápidamente con la distancia**, ya que es **inversamente proporcional a su cuadrado**.
- **El sentido del vector campo eléctrico depende del signo de la carga**. Si ésta es positiva el campo es radial y saliente (se dice que en el lugar en el que hay una carga positiva existe una "fuente" del campo) Si la carga es negativa el campo es radial y entrante (se dice que existe un "sumidero" del campo)



Tanto en la fuerza eléctrica como en la intensidad de campo eléctrico lo mejor es siempre hacer el dibujo de las fuerzas y de los campos, calcular el módulo de ellas y por trigonometría hacer la descomposición de los vectores.

### Energía potencial Eléctrica

El campo eléctrico es un campo de fuerzas conservativos, al igual que el campo gravitatorio, por esta razón es posible describir los fenómenos electrostáticos en función de una magnitud escalar llamada energía potencial eléctrica, que varía con la posición.

$$E_{P(r)} = K \frac{Q \cdot q}{r}$$

### Potencial Eléctrico

- a) El potencial es una **magnitud escalar** que sirve para caracterizar un campo eléctrico, ya que el valor del mismo sólo depende de la carga que crea el campo y de la distancia del punto a la carga.
- b) En el caso de una carga puntual el potencial es el mismo en todos los puntos que equidistan de la carga que lo crea.
- c) El **signo del potencial** coincide con el signo de la carga que lo crea, es decir positivo si la carga es positiva y negativo si la carga es negativa.
- d) El potencial es:

$$V = K \frac{Q}{r}$$

- e) **Conocida la diferencia de potencial eléctrica** entre dos puntos de un campo eléctrico, se puede calcular el trabajo realizado por las fuerzas del campo para trasladar una carga q entre esos dos puntos:

Si el  $W < 0$  es externo al campo y si es  $W > 0$  es en contra del campo

$$W_A^B = -\Delta E_P = -(E_{P(B)} - E_{P(A)}) = -(qV_{(B)} - qV_{(A)}) = -q\Delta V$$

### Movimiento de una carga en un campo eléctrico uniforme



Sobre la carga actuará debido al campo eléctrico una fuerza constante:

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

Que le comunicará una aceleración

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q \cdot \vec{E}}{m}$$

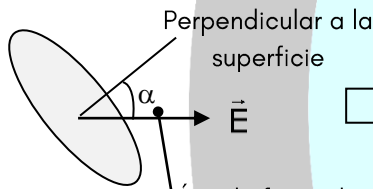
### Flujo del campo Eléctrico

Por convenio la intensidad del campo eléctrico es proporcional al número de líneas de campo que atraviesan la unidad de superficie colocada perpendicularmente a ellas.

Si consideramos una superficie S, colocada perpendicularmente a las líneas de campo, y la multiplicamos por el campo eléctrico, la magnitud así definida será proporcional al número de líneas de campo que atraviesan dicha superficie. Esta nueva magnitud recibe el nombre de flujo del campo eléctrico ( $\phi_E$ ):

$$\phi_E = E \cdot S$$

Si la superficie no está colocada perpendicularmente a las líneas de campo, sino que forma con ellas cierto ángulo, el flujo del campo eléctrico a través de esa superficie viene dado por:



Perpendicular a la superficie  
 Ángulo formado por el vector campo eléctrico y la perpendicular a la superficie.

$$\phi_E = E \cdot S \cdot \cos \alpha$$

**Flujo máximo para  $\alpha = 0$ .**  
 Superficie perpendicular al campo.

La unidad S.I. de flujo del campo eléctrico es el  $N \cdot m^2 / C$ .

### Teorema de Gauss

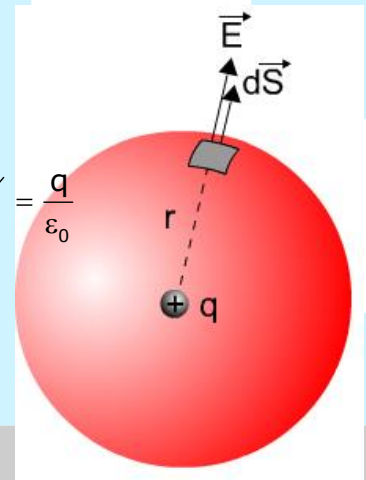
El teorema de Gauss<sup>(1)</sup> relaciona el flujo a través de una superficie cerrada (denominada gaussiana) con la carga eléctrica presente en su interior.

Si consideramos una superficie esférica de radio r que rodea una carga q situada en su interior, el flujo a través de la superficie considerada vendrá dado por:

$$\phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_S E \, dS \cos \alpha = E \int_S dS = E S = k \frac{q}{r^2} 4 \pi r^2 = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{q}{r^2} 4 \pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Luego podemos escribir:

$$\phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$



Si hay varias cargas en el interior de la gaussiana, la carga  $q$  será la carga neta (suma algebraica de las cargas).

**El flujo del campo eléctrico a través de cualquier superficie cerrada es igual a la carga eléctrica neta en su interior dividida por  $\epsilon_0$**

Problemas para repasar

**Ejercicio 1** (Oviedo. 2009-2010)

Dos cargas de  $1,0 \text{ nC}$  y de  $-2,0 \text{ nC}$  están situadas en reposo en los puntos  $(0, 0)$  y  $(10, 0) \text{ cm}$ , respectivamente.

Determinar las componentes del campo eléctrico en el punto  $(20, 20) \text{ cm}$ . **Sol.  $-85.5 \text{ i} - 240.5 \text{ j}$**

Una vez obtenidas esas componentes, sin hacer más cálculos, ¿cuáles son las componentes del campo eléctrico en el punto  $(20 \text{ cm}, -20 \text{ cm})$ . **Sol.  $-85.5 \text{ i} + 240.5 \text{ j N/C}$**

**Ejercicio 2** (Oviedo. 2010-2011)

Se tienen tres cargas eléctricas iguales de valor  $+2,0 \text{ nC}$  dispuestas en tres de los cuatro vértices de un cuadrado de lado  $1,4 \text{ m}$ . Determinar

El valor del potencial electrostático en el cuarto vértice. **Sol.  $34, 81 \text{ V}$**

El trabajo necesario para llevar una carga de  $+1,0 \text{ nC}$  desde el cuarto vértice hasta el infinito. **Sol.  $3,48 \cdot 10^{-8} \text{ J}$**

DATOS: Permitividad dieléctrica del vacío  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

**Ejercicio 3**

Dos esferas muy pequeñas (de radio despreciable) pesan  $4 \text{ N}$  cada una y están suspendidas de un mismo punto por sendos hilos de  $5 \text{ cm}$  de longitud. Al cargar cada una de las esferas con la misma carga negativa, los hilos se separan y, en la situación de equilibrio, forman un ángulo de  $45^\circ$  con la vertical. Calcular el valor de la carga. **Sol.  $1,46 \cdot 10^{-6} \text{ C}$**

**Ejercicio 4**

Una carga positiva de  $2 \mu \text{ C}$  está en el origen de un sistema de coordenadas. Calcular:

a) Campo eléctrico en el punto  $(2,3) \text{ m}$  y fuerza electrostática ejercida sobre una partícula cargada con  $-2 \mu \text{ C}$  situada en dicho punto. **Sol.  $\mathbf{F} = (-1.54 \text{ i} - 2.3 \text{ j}) \cdot 10^{-3} \text{ N}$**

b) Potencial eléctrico  $V$  en un punto  $P$  situado a  $4 \text{ m}$  del origen (considerando  $V_\infty=0$ ) **Sol.  $4500$**

v

c) ¿Cuánto trabajo debe ser realizado por un agente exterior para llevar una carga de  $3 \mu\text{C}$  desde el infinito hasta P?. **Sol. 0.0135 J**