CAMPO ELÉCTRICO

CARGA ELÉCTRICA

La *carga eléctrica* es un atributo de las partículas elementales que la poseen, caracterizado por la fuerza electrostática que entre ellas se ejerce. Dicha fuerza es atractiva si las cargas respectivas son de signo contrario, y repulsiva si son del mismo signo.
La carga libre más pequeña que se conoce es la del *electrón* **I)** $(e = 1,60 \cdot 10^{-19} C)$, siendo C (Coulomb) la unidad de carga en el sistema internacional de unidades (SI) $\left(1C = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^{18} e\right)$. Dicha carga es negativa. La antipartícula del electrón es el *positrón*, con la misma masa e igual valor de carga, pero positiva. La otra partícula elemental cargada que interviene en la constitución de los átomos es el protón, cuya carga es positiva y del mismo valor que e, siendo su masa unas 2000 veces mayor; su antipartícula es el antiprotón, con la misma masa e igual valor de carga, pero negativa.
En un sistema aislado la carga se conserva, es decir, la suma de las cargas positivas y negativas no varia, sea cual fuese el proceso en estudio, lo que constituye el *principio de conservación de la carga eléctrica*.
Hasta el momento todas las cargas libres que se han observado son múltiplos enteros, positivos ó negativos, de la carga del electrón, lo que se entiende por *cuantificación de la carga eléctrica*.

DISTRIBUCIONES DE CARGA

Debido a la imposibilidad de localizar de forma exacta un electrón, no es posible asociar una carga puntual a un punto concreto del espacio. Pero ya que en la práctica se trabaja con un número elevado de cargas, se puede hablar de densidad de carga como una relación entre el número de partículas y el volumen que ocupan.

Distribuciones de carga puntuales

Se caracterizan por tener la carga concentrada en puntos, que aun poseyendo un gran número de partículas elementales, ocupan un volumen de dimensión despreciable con respecto al resto de dimensiones consideradas en el problema.

Distribuciones continuas de carga

Son aglomerados de carga, en los que no es despreciable el volumen ocupado, y que deben caracterizarse por funciones que representen la densidad de carga. Dependiendo de la geometría del problema podemos considerar:

Densidades de carga volumétrica: **II)** $\rho_v = \rho = \lim_{\triangle v \to 0} \frac{\triangle q}{\triangle v}$

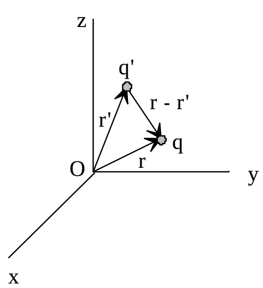
Densidades de carga superficial: **III)** $\rho_s = \sigma = \lim_{\triangle s \to 0} \frac{\triangle q}{\triangle s}$

Densidades de carga lineal: **IV)** $\rho_l = \lambda = \lim_{\triangle l \to 0} \frac{\triangle q}{\triangle l}$

Los elementos $\triangle v, \triangle s$ y Δl son muy pequeños desde el punto de vista macroscópico, pero contienen un gran número de partículas elementales de forma que las densidades representen unos valores medios con una variación suave de un punto a otro, sin discontinuidades.

LEY DE COULOMB

A partir de experimentos realizados por Coulomb en 1785 se llegó a la siguiente ley:
La fuerza entre dos cargas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, su dirección es la de la recta que une las cargas y el sentido depende de los signos respectivos, de atracción si son de signo opuesto y de repulsión si son del mismo signo.



V) $$\boxed{\vec{F} = k \frac{q\, q' \left(\vec{r} - \vec{r}\,'\right)}{\left|\vec{r} - \vec{r}\,'\right|^3}}$$

El valor de k depende del sistema de unidades utilizado, en el SI:

VI) $k = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o} = 9 \cdot 10^9 \; [N \cdot m^2 \cdot C^{-2}]$

Siendo $\varepsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12} \; [F \cdot m^{-1}]$ la permitividad eléctrica del vacío, muy próxima a la del aire seco.

CAMPO ELÉCTRICO

CAMPO ELÉCTRICO

Campo es una región del espacio donde existe una distribución de una magnitud escalar o vectorial, que puede además ser o no dependiente del tiempo. *Campo eléctrico* es la región del espacio donde actúan las fuerzas eléctricas.

La *intensidad de campo eléctrico* $\vec{E}$ es el límite al que tiende la fuerza de una distribución de carga sobre una carga de prueba positiva $\triangle q$ que tiende a cero:

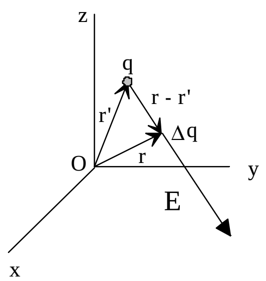
VII)

$$\boxed{\vec{E} = \lim_{\Delta q \to 0} \frac{\vec{F}_{\triangle q}}{\Delta q}}$$

La unidad en el SI, deducida de la ecuación anterior, es el $N \cdot C^{-1}$, aunque en la práctica se utiliza más $V \cdot m^{-1}$, deducida en un apartado posterior.

El campo eléctrico en $\vec{r}$ debido a una carga puntual q situada en $\vec{r}'$ es: **VIII)**

$$\boxed{\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4 \pi \varepsilon_o} \frac{q\left(\vec{r} - \vec{r}'\right)}{\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|^3}}$$



El campo eléctrico representa en cada punto una propiedad local asociada a dicho punto. Una vez conocido el campo en un punto no necesitamos saber quién lo origina para calcular la fuerza sobre una carga u otra propiedad relacionada con el campo.

Las *lineas de campo* son lineas tangentes al vector intensidad de campo en cada punto de este. Nunca se cortan (de hacerlo significaría que en dicho punto $\vec{E}$ poseería dos direcciones distintas, lo que contradice la definición de que a cada punto sólo le corresponde un valor único de intensidad de campo). También nos da una representación visual de $\left|\vec{E}\right|$, su valor dependerá de la densidad de las lineas de campo en la región considerada del espacio. Una vez conocido el campo eléctrico en un punto determinado del espacio, la fuerza sobre una carga q' debido a aquel será:

IX) $\vec{F} = q' \cdot \vec{E}$

PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN LINEAL DE FUERZAS Y CAMPOS DEBIDOS A DISTRIBUCIONES DE CARGA

Distribuciones de cargas puntuales

Fuerza ejercida sobre una carga q situada en $\vec{r}$, debida a un sistema de cargas puntuales $q_i$situadas en $\vec{r}_i$: **X)**

$$\boxed{\vec{F}_q = \frac{1}{4 \pi \varepsilon_o} \sum_{i=1}^{N} \frac{q \cdot q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_i)}$$

Intensidad de campo eléctrico en el punto situado en $\vec{r}$ debido a un sistema de cargas puntuales q_i situadas en $\vec{r}_i$: **XI)**

$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4 \pi \varepsilon_o} \sum_{i=1}^{N} \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_i)}$$

Distribuciones continuas de carga

La fuerza sobre una carga q situada en $\vec{r}$ debida a una distribución continua de carga ρ se obtiene dividiendo el volumen que ocupa la distribución en volúmenes elementales dv', y considerando a $\rho\left(\vec{r}'\right)dv'$ como una carga puntual situada en $\vec{r}'$. En este caso la suma de los componentes individuales se transforma en una integral.

XII) El campo eléctrico y la fuerza en el punto $\vec{r}$ debido a la distribución de densidad de carga $\rho\left(\vec{r}'\right)$ son:

$$\boxed{\vec{F}_q = \frac{q}{4 \pi \varepsilon_o} \int_V \frac{\rho\left(\vec{r}'\right) dv'}{\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|^3} \cdot \left(\vec{r} - \vec{r}'\right)}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4 \pi \varepsilon_o} \int_V \frac{\rho\left(\vec{r}'\right) dv'}{\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|^3} \cdot \left(\vec{r} - \vec{r}'\right)}$$