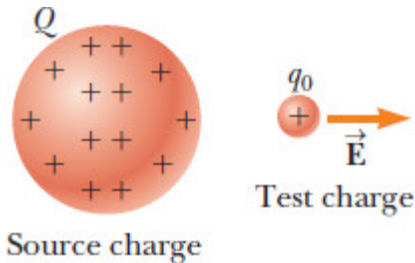


4. El Campo Eléctrico

El campo eléctrico \vec{E} , producido por ciertas cargas, se define como la fuerza eléctrica que actúa sobre una carga de prueba q_0 , dividido la carga q_0 :

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

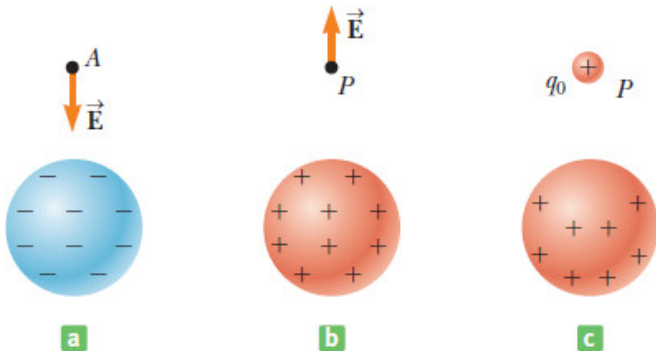


Michael Faraday (1791 –1867)

El Campo Eléctrico

Por definición, q_0 es **positiva**.

La carga de prueba debe ser **arbitrariamente pequeña**.



El Campo Eléctrico

Una vez que se conoce el campo eléctrico en un punto dado, se puede calcular la fuerza que este ejerce sobre **cualquier** carga q localizada en ese punto:

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

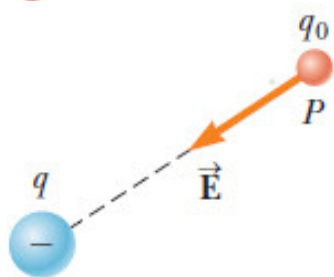
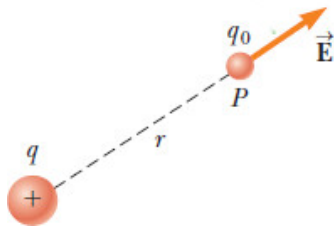
Campo de Carga Puntual

Una carga puntual q , ejerce una fuerza eléctrica sobre una carga puntual q_0 , localizada en r :

$$F = k_e \frac{q q_0}{r^2}$$

El campo eléctrico debido a la carga q en r es:

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



Campo Eléctrico

Problema 2.11

Un cuerpo de masa $m = 5.0 \text{ g}$, y carga $q = 4.0 \mu\text{C}$, se mantiene suspendido por un campo eléctrico. Su magnitud es: Calcular:

1. $8.2 \times 10^2 \text{ N/C}$.
2. $1.2 \times 10^4 \text{ N/C}$.
3. $2.0 \times 10^{-2} \text{ N/C}$.
4. $5.1 \times 10^6 \text{ N/C}$.
5. $3.7 \times 10^3 \text{ N/C}$.
6. Ninguna de las anteriores.

Campo Eléctrico

Pregunta 2.9

(<https://goo.gl/d3wYjF>)

Se coloca una carga de prueba de $q_0 = +3\mu\text{C}$ en el punto P , en el cual existe un campo eléctrico externo dirigido hacia la derecha, con magnitud $E = 4 \times 10^6 \text{ N/C}$. Si se reemplaza la carga de prueba por otra carga de $q_0 = -3\mu\text{C}$, ¿Qué sucede con el campo eléctrico externo en el punto P ?

1. No cambia.
2. Cambia su dirección.
3. Cambia sólo su magnitud.
4. Cambia en una forma que no podemos determinar.
5. Ninguna de las anteriores.

Campo Eléctrico

Pregunta 2.10

(<https://goo.gl/d3wYjF>)

Se coloca un electrón y luego un protón en el mismo campo eléctrico. ¿Cómo se comparan las fuerzas en ambas partículas?

1. La fuerza en el protón es un millón de veces mayor.
2. La fuerza en el electrón es un millón de veces mayor.
3. Las fuerzas son iguales.
4. La fuerza en el protón es miles de veces mayor.
5. Ninguna de las anteriores.

Campo Eléctrico

Pregunta 2.11

(<https://goo.gl/d3wYjF>)

Se coloca un electrón y luego un protón en el mismo campo eléctrico. ¿Cómo se comparan las aceleraciones en ambas partículas?

1. La aceleración en el protón es un millón de veces mayor.
2. La aceleración en el electrón es un millón de veces mayor.
3. Las aceleraciones son iguales.
4. La aceleración en el protón es miles de veces mayor.
5. Ninguna de las anteriores.

La Gota de Aceite de Millikan

Problema 2.12

Unas gotas de aceite en el vacío son ionizadas por radiación, adquiriendo carga negativa. Se las somete a un campo eléctrico $E = 5.92 \times 10^4$ N/C, direccionado hacia abajo.

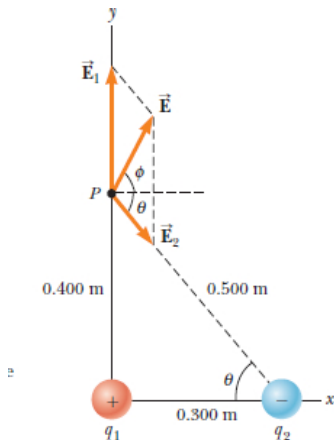
1. Se observa que una gota de masa $m = 2.93 \times 10^{-15}$ kg, se mantiene suspendida. Calcular la carga de esta gota.
2. Alternando el sentido del campo eléctrico, se logra observar a otra gota con la misma masa, que cae desde el estado de reposo, haciendo 10.3 cm en 0.250 s. Calcular la carga de esta segunda gota.

El Campo Eléctrico

Problema 2.13

La carga $q_1 = 7.00 \mu\text{C}$, está ubicada en el origen, y la carga $q_2 = -5.00 \mu\text{C}$ está en el punto $(0.3, 0)$ m.

1. Calcular el campo eléctrico en el punto $P = (0, 0.4)$ m.
2. Calcular la fuerza que se ejerce sobre una carga $q_0 = 2.00 \times 10^{-8}$ C, ubicada en P .

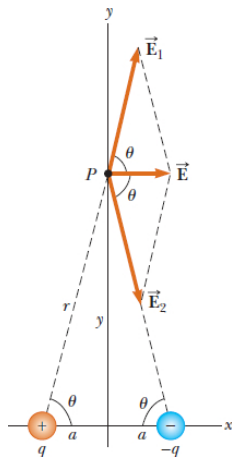


El Campo Eléctrico

Problema 2.14

Evaluar el campo eléctrico producido por un dipolo, sobre la bisectriz perpendicular de la línea que une a las dos cargas.

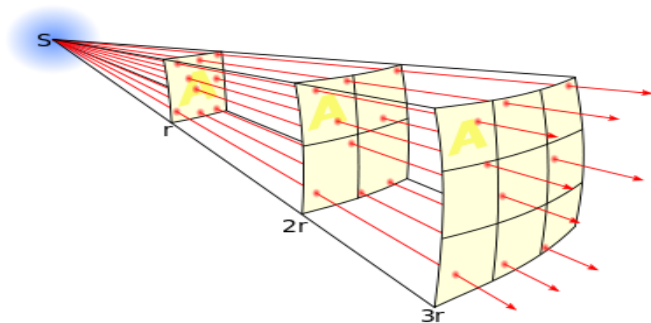
1. Mostrar que $E_y = 0$.
2. Mostrar que $E_x = k_e \frac{2qa}{\sqrt{(a^2+y^2)^3}}$.
3. Evaluar el resultado para distancias $y \gg a$.



Líneas de Campo Eléctrico

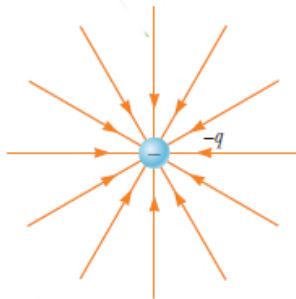
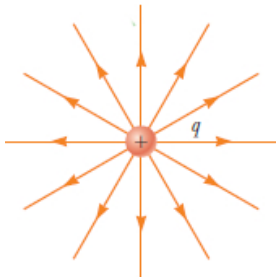
Introducidas por Michael Faraday para visualizar los campos, cumplen con las siguientes propiedades:

1. El campo eléctrico \vec{E} es tangente a las líneas de campo eléctrico, en cada punto.
2. El número de líneas por unidad de área perpendicular a las líneas, es proporcional a la magnitud del campo en esa región.



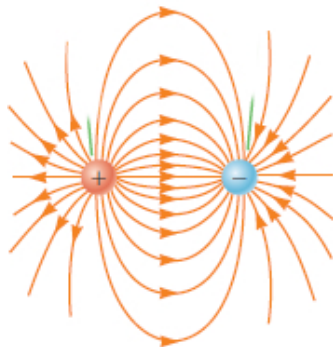
Líneas de Campo Eléctrico: Cargas Puntuales

1. Las líneas de campo de una carga puntual positiva son salientes.
2. En el caso de carga negativa, las líneas son entrantes.



Líneas de Campo Eléctrico: Dipolo Eléctrico

1. Las líneas de un grupo de cargas deben nacer en una carga positiva, y terminar en una carga negativa. Si hay exceso de cargas, algunas de ellas pueden nacer o morir en algún punto infinitamente lejano.
2. El número de líneas que salen de una carga positiva, o entran a una carga negativa, es proporcional a la magnitud de esta carga.
3. Las líneas de campo no se cortan entre ellas.

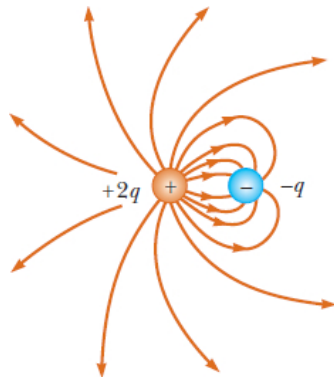


(Dipolo Eléctrico)

Líneas de Campo Eléctrico: Diferentes cargas

El número de líneas que salen de una carga positiva, o entran a una carga negativa, es proporcional a la magnitud de esta carga.

En este caso, de la carga $+2q$ sale el doble de las líneas que entran en $-q$.



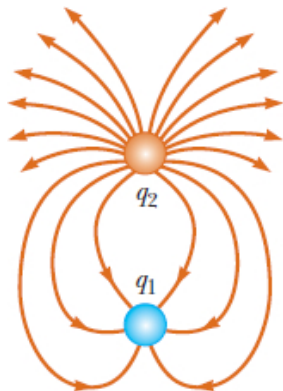
(Dipolo Eléctrico)

Líneas de Campo Eléctrico

Pregunta 2.12

Señalar la respuesta correcta.

1. q_2 es positivo y q_1 negativo. $\frac{q_2}{q_1} = 3$.
2. q_2 es positivo y q_1 negativo. $\frac{q_2}{q_1} = 4$.
3. q_2 es negativo y q_1 positivo. $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{3}$.
4. No se puede determinar por inspección visual.
5. Ninguna de las anteriores.

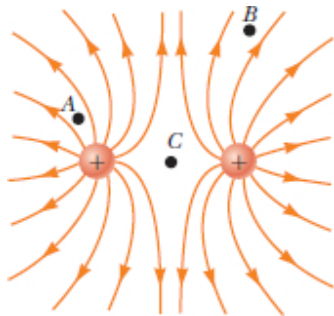


Líneas de Campo Eléctrico

Pregunta 2.13

Ordenar las magnitudes de los campos eléctricos en los puntos A , B y C , de mayor a menor.

1. A, B, C
2. A, C, B
3. C, A, B
4. No se puede determinar por inspección visual.
5. Ninguna de las anteriores.



Campo Eléctrico: Número finito de cargas puntuales

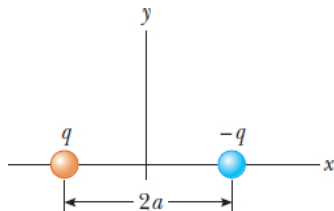
Si tenemos N cargas puntuales, el campo en un punto se calcula como:

$$\begin{aligned}\vec{E} &= k_e \frac{q_1}{r_1^2} \hat{r}_1 + k_e \frac{q_2}{r_2^2} \hat{r}_2 + k_e \frac{q_3}{r_3^2} \hat{r}_3 + \dots + k_e \frac{q_N}{r_N^2} \hat{r}_N \\ &= k_e \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i\end{aligned}$$

Líneas de Campo Eléctrico

Problema 2.15

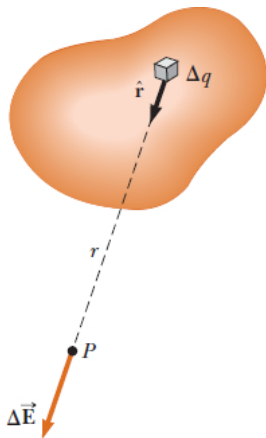
1. Encontrar el campo eléctrico en un punto **distante** sobre el eje $+x$.
2. Encontrar el campo eléctrico en un punto **distante** sobre el eje $+y$.



Campo Eléctrico: Distribución de Carga Continua

El campo eléctrico $\Delta\vec{E}$ debido al elemento de carga Δq :

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



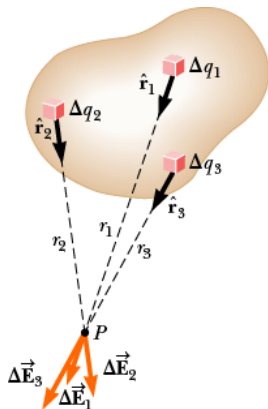
Campo Eléctrico: Distribución de Carga Continua

El campo total es la suma de estas contribuciones

$$\vec{E} \approx k_e \sum_i \frac{\Delta q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

Exactamente, llevando al límite:

$$\vec{E} = k_e \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$



Campo Eléctrico:

Distribución de Carga Continua

Cuando hagamos cálculos en distribuciones de cargas, utilizaremos las **densidades de carga**:

1. densidad de carga **volumétrica**:

$$\rho \equiv \frac{Q}{V} \quad [C/m^3] \qquad dq = \rho dV$$

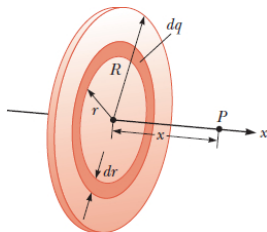
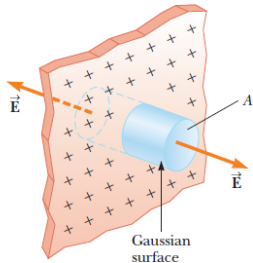
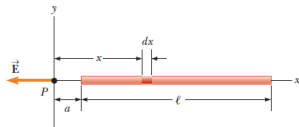
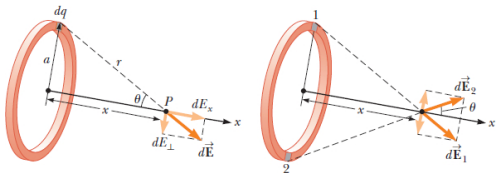
2. densidad de carga **superficial**:

$$\sigma \equiv \frac{Q}{A} \quad [C/m^2] \qquad dq = \sigma dA$$

3. densidad de carga **lineal**:

$$\lambda \equiv \frac{Q}{l} \quad [C/m] \qquad dq = \lambda dl$$

Problemas que (por ahora) NO vamos a poder resolver



Cuidado !

1. Las líneas de campo eléctrico no representan las trayectorias de las partículas cargadas.
2. Las líneas de campo no son reales.

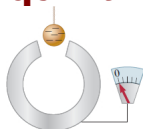
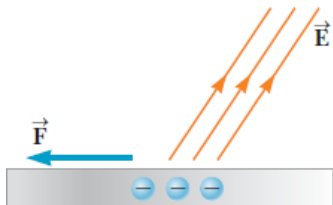
5. Equilibrio Electrostático

Cuando no ocurre movimiento neto de carga dentro de un conductor, se dice que el conductor está en **equilibrio electrostático**.

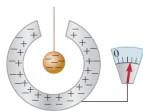
Conductor aislado en Equilibrio

1. El campo eléctrico es nulo **dentro** del conductor.
2. Cualquier exceso de carga reside en la **superficie** del conductor.
3. El campo eléctrico justo afuera del conductor es **perpendicular** a la superficie.
4. La carga se acumula en los puntos **agudos**.

Conductor aislado en Equilibrio



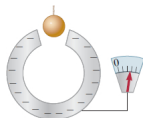
a



b

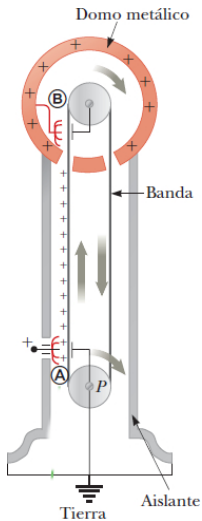


c



d

Generador de Van de Graaff



Molino de Campo Eléctrico

1. Las líneas de campo terminan en la placa, que está cargada negativamente.
2. Si se acerca la segunda placa, las líneas terminan en ésta, que ahora está cargada negativamente.
3. Las cargas de la placa superior repelen a las de la placa inferior, que al pasar por el amperímetro registran una corriente eléctrica.
4. Durante una tormenta eléctrica, el campo puede incrementar su valor de 100 N/C , a 20000 N/C .

