

Electromagnetismo 1

S04 - Campo eléctrico

Josue Meneses Díaz

Universidad de Santiago de Chile

Campo

Concepto de Campo

- Un escalar es una cantidad determinada completamente por su magnitud.
- Un vector es una cantidad que se determina completamente por su magnitud, dirección y sentido.
- Un campo es de gran importancia en ciencia, particularmente en física. La idea es **atribuir propiedades físicas al espacio**.
 - Escalar
 - Vectorial

La teoría de campo sostiene que los objetos interactúan a través de campos, que son distribuciones en el espacio que transmiten fuerzas entre los objetos. Estos campos actúan como mediadores de la interacción entre los objetos.

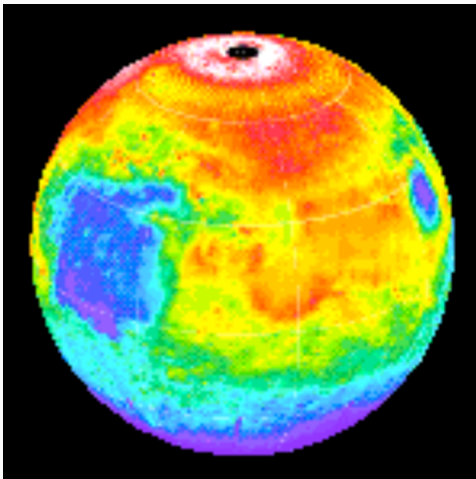
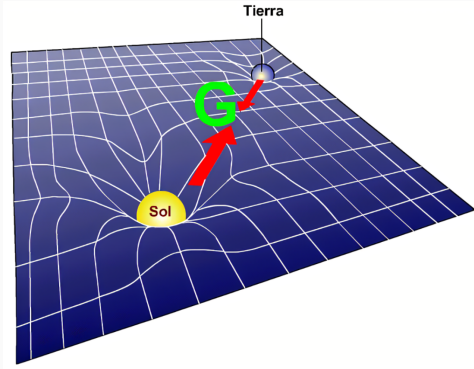
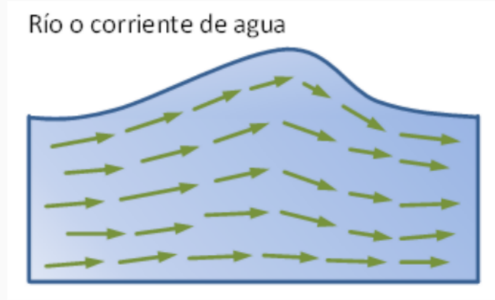


Figure 1: Mapa de temperatura nocturna de Marte utilizando las primeras 500 órbitas del Espectrómetro de Emisión Térmica, Mars Global Surveyor (MGS).

Ejemplo de campos vectorial



a)



b)

Figure 2: a) Campo gravitacional de la tierra. b) Campo de velocidad en un fluido.

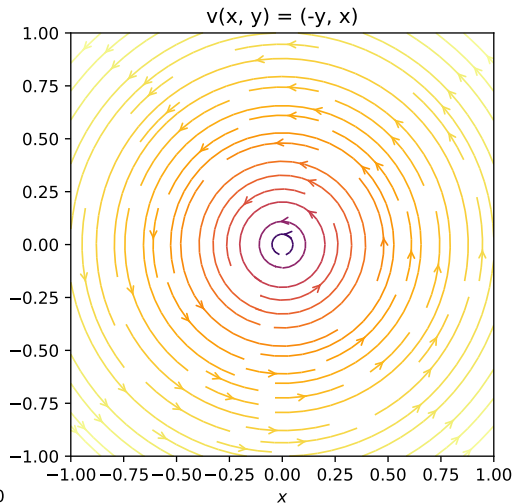
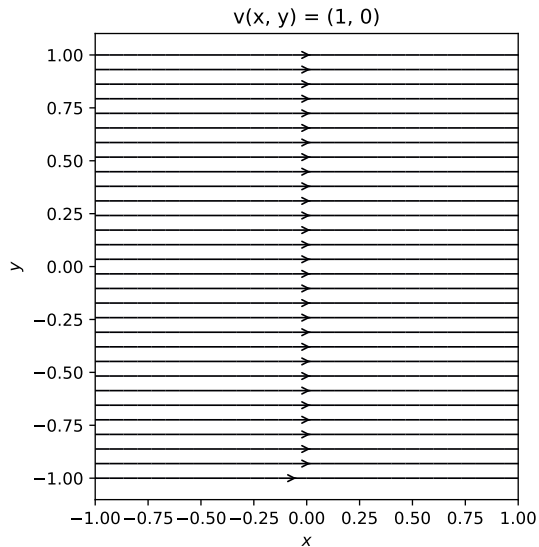
Ejemplo

Graficar el campo vectorial $v(x, y) = \hat{i}$ en 6 puntos aleatorios.

Graficar el campo vectorial $v(x, y) = -y\hat{i} + x\hat{j}$ en los puntos:

- $(1, 0)$
- $(\sqrt{2}/2, \sqrt{2}/2)$
- $(0, 1)$
- $(-\sqrt{2}/2, \sqrt{2}/2)$
- $(-1, 0)$
- $(-\sqrt{2}/2, -\sqrt{2}/2)$
- $(0, -1)$
- $(\sqrt{2}/2, -\sqrt{2}/2)$

Ejemplos de campos vectoriales 1



Campo eléctrico

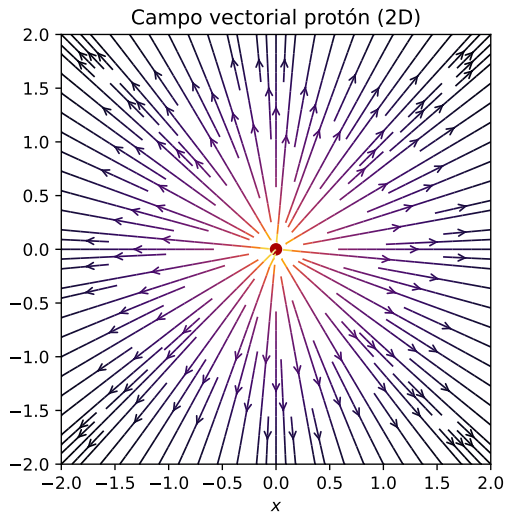
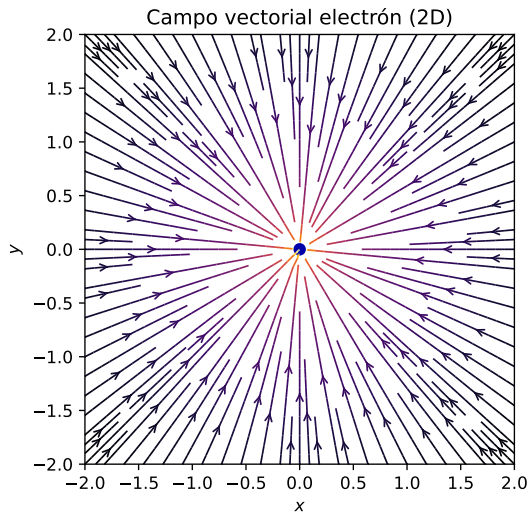
Campo eléctrico \vec{E}

La fuerza electrostática, al igual que la fuerza gravitatoria, es una fuerza que actúa a distancia, incluso cuando los objetos no están en contacto entre sí. Una carga eléctrica q produce un **campo eléctrico** en todas partes. Este campo se puede medir mediante la medición de una “carga de prueba” positiva q_0 . Definimos el campo eléctrico \vec{E} como:

$$\vec{E} = \lim_{q_0 \rightarrow 0} \frac{\vec{F}_e}{q_0} = k_e \frac{q}{r^2} \hat{r} [N/C]$$

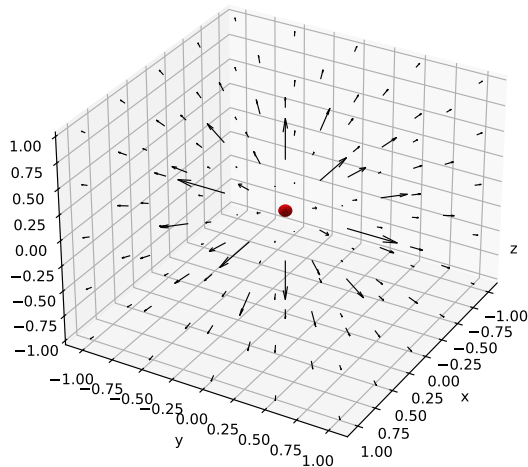
Donde decimos que la carga q crea un campo eléctrico \vec{E} que ejerce una fuerza $\vec{F}_e = q_0 \vec{E}$ sobre una carga de prueba q_0 .

Ejemplos de campos vectoriales 2

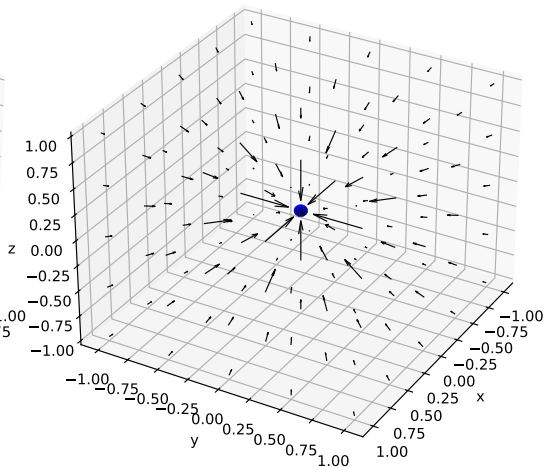


Ejemplo campo vectorial 3

Campo vectorial +Q



Campo vectorial -Q



Ejemplo

¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico \vec{E} en un punto situado a 2,0 m de una carga puntual $q = 4,0$ nC?

¿Cuál es la fuerza que experimenta una partícula de 3 C a 2 m?

Ejemplo

Una carga puntual $q = -8,0$ nC se localiza en el origen. Calcular el campo eléctrico en el punto (1.2, -1.6) m, respecto a la carga.

Dibuje el vector campo eléctrico en el punto.

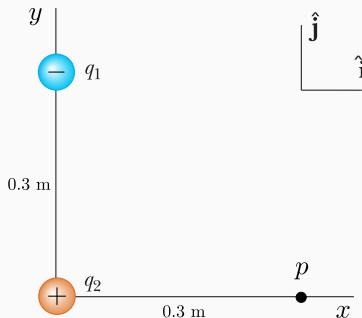
Usando el principio de superposición, el campo eléctrico total debido a un grupo de cargas es igual a la suma vectorial de los campos eléctricos de cargas individuales:

$$\vec{\mathbf{E}} = \sum_i \vec{\mathbf{E}}_i = \sum_i k_e \frac{q_i}{r_i^2} \hat{\mathbf{r}}.$$

Ejemplo

Calcular el campo eléctrico \vec{E}_p generado por las cargas $q_1 = -3,1\mu C$ y $q_2 = 1,2\mu C$ en el punto p .

Calcular la fuerza sobre una carga $q_3 = 5\mu C$ colocada en el punto p

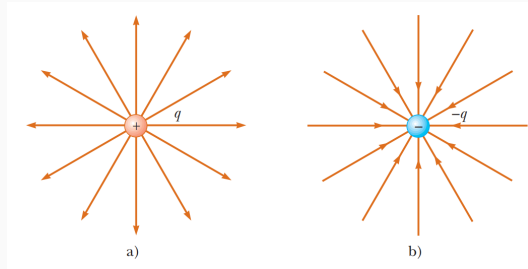


Las líneas de campo eléctrico proporcionan una representación gráfica conveniente del campo eléctrico en el espacio. Para dibujarlas, tener en cuenta los siguientes puntos:

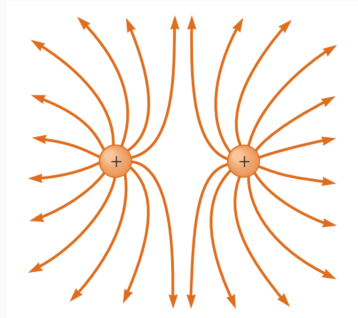
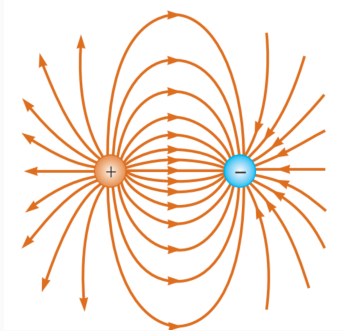
- El vector del campo eléctrico \vec{E} es tangente a la línea de campo en cada punto, con la dirección indicada por una flecha que coincide con la dirección del campo eléctrico.
- La densidad de las líneas de campo es proporcional a la magnitud del campo eléctrico en la región. Por lo tanto, las líneas estarán más cercanas donde el campo eléctrico sea intenso y más separadas donde sea débil.

Para representar las líneas de un campo eléctrico:

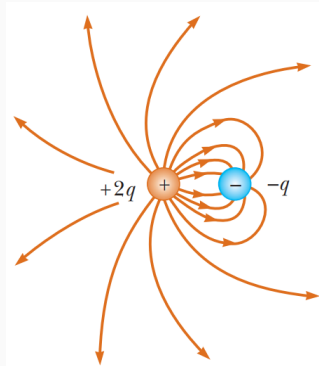
- Las líneas comienzan en cargas positivas y terminan en cargas negativas, o en el infinito si hay un exceso de carga.
- El número de líneas que parten de una carga positiva o llegan a una carga negativa es proporcional a la magnitud de la carga.
- Las líneas no se cruzan entre sí.
- El número de líneas dibujadas saliendo de una carga positiva o acercándose a una carga negativa es proporcional a la magnitud de dichas cargas.



Ejemplos de líneas de campo eléctrico



Ejemplos de líneas de campo eléctrico 2



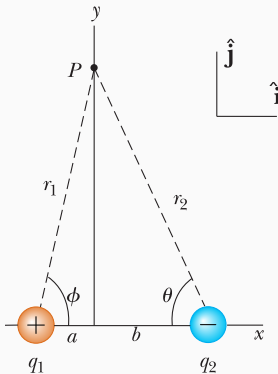
Ejemplo: Dipolo eléctrico

Dipolo eléctrico

Ejemplo (Dipolo eléctrico)

Calcular el campo eléctrico en el punto p generado por las cargas $q_1 = q$ y $q_2 = -q$. Dejar expresado el resultado en terminos de ke , q , a , b e y .

Dibuje las lineas de campo generadas por el dipolo



$$q_1 = -e \quad q_2 = e$$

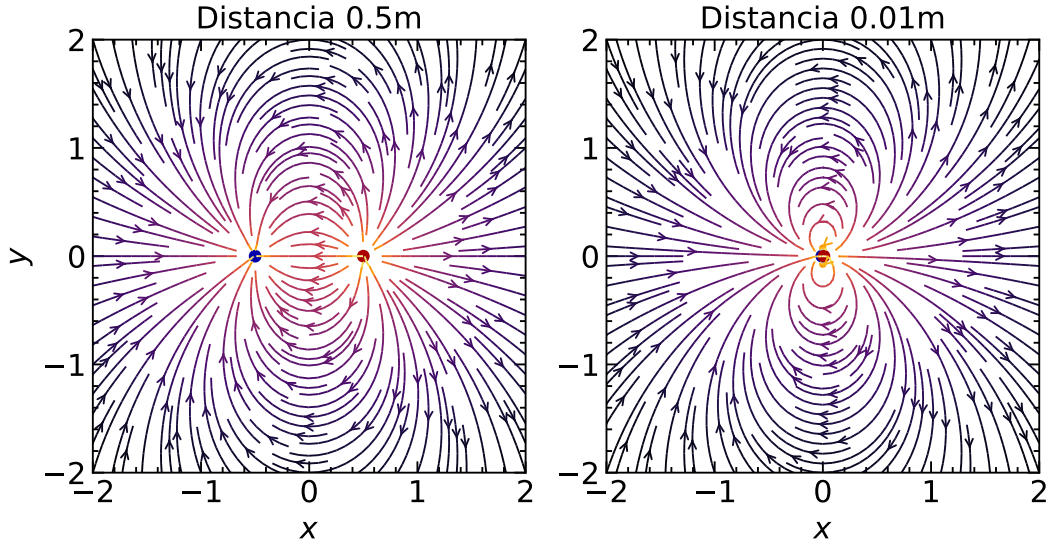


Figure 6: Color representa mayor intensidad del campo eléctrico. Amarillo > negro.

Resumen

- Los resultados experimentales muestran que los objetos interactúan a través de **campos**, los cuales atribuyen propiedades al espacio (escalar o vectorial), que permiten la transmisión de fuerzas entre los objetos.
- El campo eléctrico es un campo vectorial generado por una fuente puntual. Su formula es:

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

- El campo eléctrico \vec{E} , al igual que la fuerza de Coulomb, cumple con el principio de superposición:

$$\vec{\mathbf{E}} = \sum_i \vec{\mathbf{E}}_i = \sum_i k_e \frac{q_i}{r_i^2} \hat{\mathbf{r}}.$$

Referencias

- Serway, Raymond A., and John W. Jewett. “23 Campos Eléctricos. 23.3 Ley de Coulomb 23.4 El Campo Eléctrico.” In Física Para Ciencias e Ingeniería Con Física Moderna, 7ma ed. Vol. 2. CENGAGE learning, 2005.
- Freedman, Young, and S. Zemansky. “21 CARGA ELÉCTRICA Y CAMPO ELÉCTRICO. 21.4 Campo Eléctrico y Fuerzas Eléctricas.” In Física Universitaria, 2009.