

1. Simulación de la Ley de Coulomb con ScienSolar (Modelo 24 - Fuerza de Coulomb)

1.1. Objetivos

- Comprender la ley de Coulomb y su carácter vectorial.
- Analizar la superposición de fuerzas eléctricas producidas por varias cargas.
- Visualizar la dirección y magnitud de la fuerza eléctrica en tres dimensiones.
- Comparar resultados analíticos con simulaciones realizadas en ScienSolar.

1.2. Fundamento teórico

La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales se describe mediante la ley de Coulomb:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

donde:

- k es la constante de Coulomb,
- q_1 y q_2 son las magnitudes de las cargas,
- r es la distancia entre ellas,
- $\hat{r}$ es el vector unitario que indica la dirección de la fuerza.

Cuando varias cargas actúan sobre una carga de prueba Q , la fuerza total se obtiene mediante el principio de superposición:

$$\vec{F}_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad (2)$$

donde cada $\vec{F}_i$ representa la fuerza producida por una carga q_i .

1.3. Configuración de la simulación

Descargue de la lista de modelos, el modelo **24 - Fuerza de Coulomb**. En este modelo:

- Magnitud de la carga Q : celda C7
- Posición de Q : A10, B10, C10
- Magnitud de las cargas q_i : C42, C60, C78, etc
- Posición de q_i :
 - q_1 : A28, B28, C28
 - q_2 : A46, B46, C46
 - q_3 : A64, B64, C64
- Componentes de la fuerza resultante: A21, B21, C21
- Magnitud de la fuerza total: G14
- Número de cargas: botones +OBJ y -OBJ
- Actualizar cambios con el botón XYZ (G2)
- Ajuste de la escala del modelo con el botón **Auto**, ubicado en la celda E5.

Parte I. Cuestionario conceptual

1. Enuncie la ley de Coulomb.
2. Explique por qué la fuerza eléctrica es una magnitud vectorial.
3. ¿Qué significa que la fuerza eléctrica sea inversamente proporcional al cuadrado de la distancia?
4. ¿Qué ocurre cuando dos cargas tienen el mismo signo?
5. ¿Qué ocurre cuando las cargas tienen signos opuestos?
6. ¿Qué representa el vector unitario en la ley de Coulomb?
7. Explique el principio de superposición.
8. ¿Cómo se obtiene la fuerza resultante cuando actúan varias cargas sobre una carga de prueba?
9. ¿Qué sucede con la fuerza resultante si las cargas están distribuidas simétricamente?
10. ¿Por qué es útil analizar estas fuerzas en tres dimensiones?

Parte II. Ejercicios de simulación

Ejercicio 1: Fuerza entre dos cargas

Configure:

$$Q = 5$$

Ubique la carga Q en el origen.

Coloque para la siguiente carga (elimine las demás cargas con el botón -OBJ):

$$q_1 = 3$$

en la posición

$$(4, 0, 0)$$

Registre los resultados:

F_x	F_y	F_z	$ \vec{F} $

Oprima **XYZ** y luego varias veces el botón **Auto** hasta conseguir una escala del modelo que obtenga una imagen de los vectores en el espacio tridimensional cercana a la realidad.

Ejercicio 2: Simetría de cargas

Ubique dos cargas iguales:

$$q_1 = q_2 = 2$$

en:

$$(4, 0, 0) \quad (-4, 0, 0)$$

Responda:

- ¿Cuál es la fuerza resultante sobre Q ?
- ¿Por qué ocurre este resultado?

Ejercicio 3: Tres cargas en el espacio

Configure:

$$q_1 = 3, \quad q_2 = -2, \quad q_3 = 4$$

en:

$$(3, 0, 0), \quad (0, 4, 0), \quad (0, 0, 5)$$

Complete la tabla:

Carga	Distancia a Q	$ \vec{F}_i $	Dirección
q_1			
q_2			
q_3			

Utilice los botones **XYZ**, **XY**, **XZ**, **YZ** para ver las fuerzas desde diferentes planos.

Ejercicio 4: Dependencia con la distancia

Coloque ahora una sola carga:

$$q_1 = 3$$

y varíe la posición:

$$(2, 0, 0), (4, 0, 0), (6, 0, 0)$$

Registre:

Distancia	Magnitud de la fuerza
2	
4	
6	

Analice cómo cambia la fuerza con la distancia.

Ejercicio 5: Superposición de fuerzas

Agregue cuatro cargas usando el botón +OBJ.
Distribúyalas en posiciones arbitrarias alrededor de Q .
Determine:

- las componentes de la fuerza resultante
- la magnitud total de la fuerza
- la dirección del vector resultante

Explique cómo se aplica el principio de superposición.

Análisis

1. Compare los resultados analíticos con los obtenidos en la simulación.
2. Explique cualquier diferencia observada.
3. Describa cómo influye la distribución espacial de las cargas en la dirección de la fuerza resultante.
4. ¿En qué casos la fuerza resultante puede ser cero?