

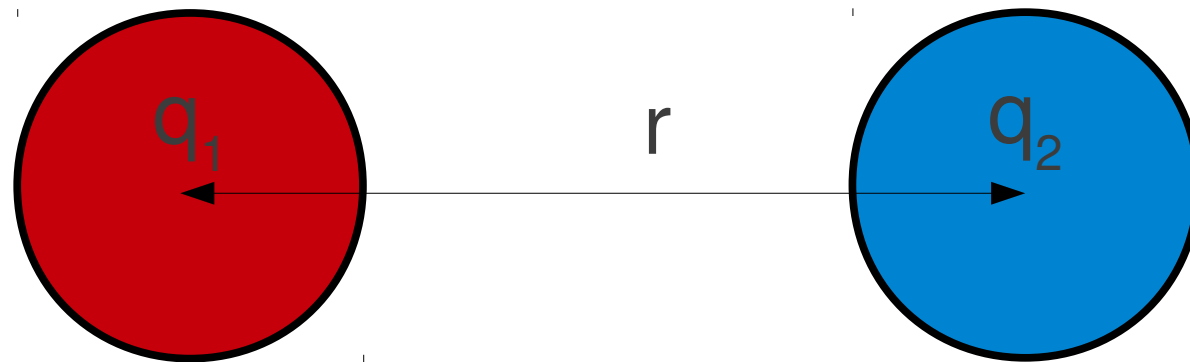


Introducción a la Física (2013)

- Unidad: 02
- Clase: 04
- Fecha: 20130806M
- Contenido: Electrostática
- Web: http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/
- Archivo: 20130806M-HA-electrostatica.pdf

En la naturaleza existe otra interacción

- Es de largo alcance (como la gravedad)
- Tiene “dos” tipos de cargas
 - Convención: Carga Positiva (+) y Carga Negativa (-)
 - Unidad de carga \rightarrow Coulomb \rightarrow **C**
- Depende de la posición relativa entre las cargas
- ¿podemos aventurar una dependencia funcional para la energía potencial asociada?



Relación entre las interacciones G y E

$$E_e(r) = 9 \times 10^9 \frac{\text{J m}}{\text{C}^2} \frac{(1 \text{ C})(-1 \text{ C})}{1 \text{ m}} = -9 \times 10^9 \text{ J}$$

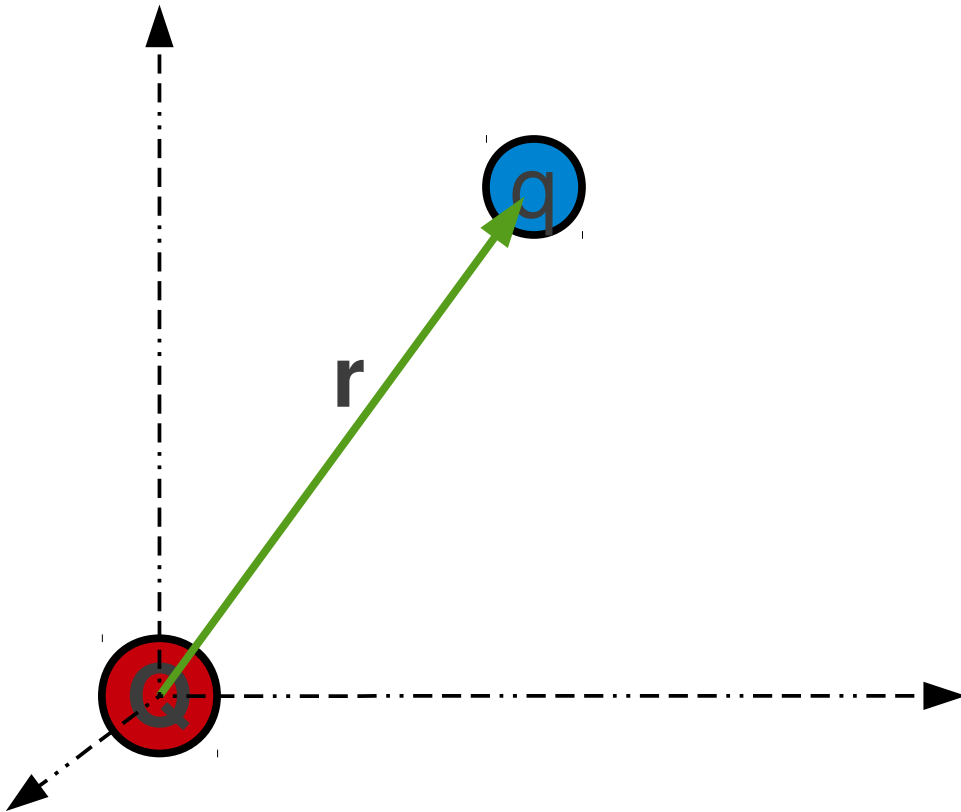
$$E_g = -6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{J m}}{\text{kg}^2} \frac{(1 \text{ kg})(1 \text{ kg})}{1 \text{ m}} = -6.67 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$\frac{E_e}{E_g} = \frac{-9 \times 10^9 \text{ J}}{-6.67 \times 10^{-11} \text{ J}} = 1.35 \times 10^{20}$$

1.35 x 10²⁰

Potencial eléctrico

Q es mi carga "fuente"
q es mi carga de prueba
V(r) es el potencial eléctrico



$$E_e(\mathbf{r}) = k_e \frac{Qq}{|\mathbf{r}|}$$

$$E_e(\mathbf{r}) = q k_e \frac{Q}{|\mathbf{r}|}$$

$$E_e(\mathbf{r}) = q \left(k_e \frac{Q}{|\mathbf{r}|} \right)$$

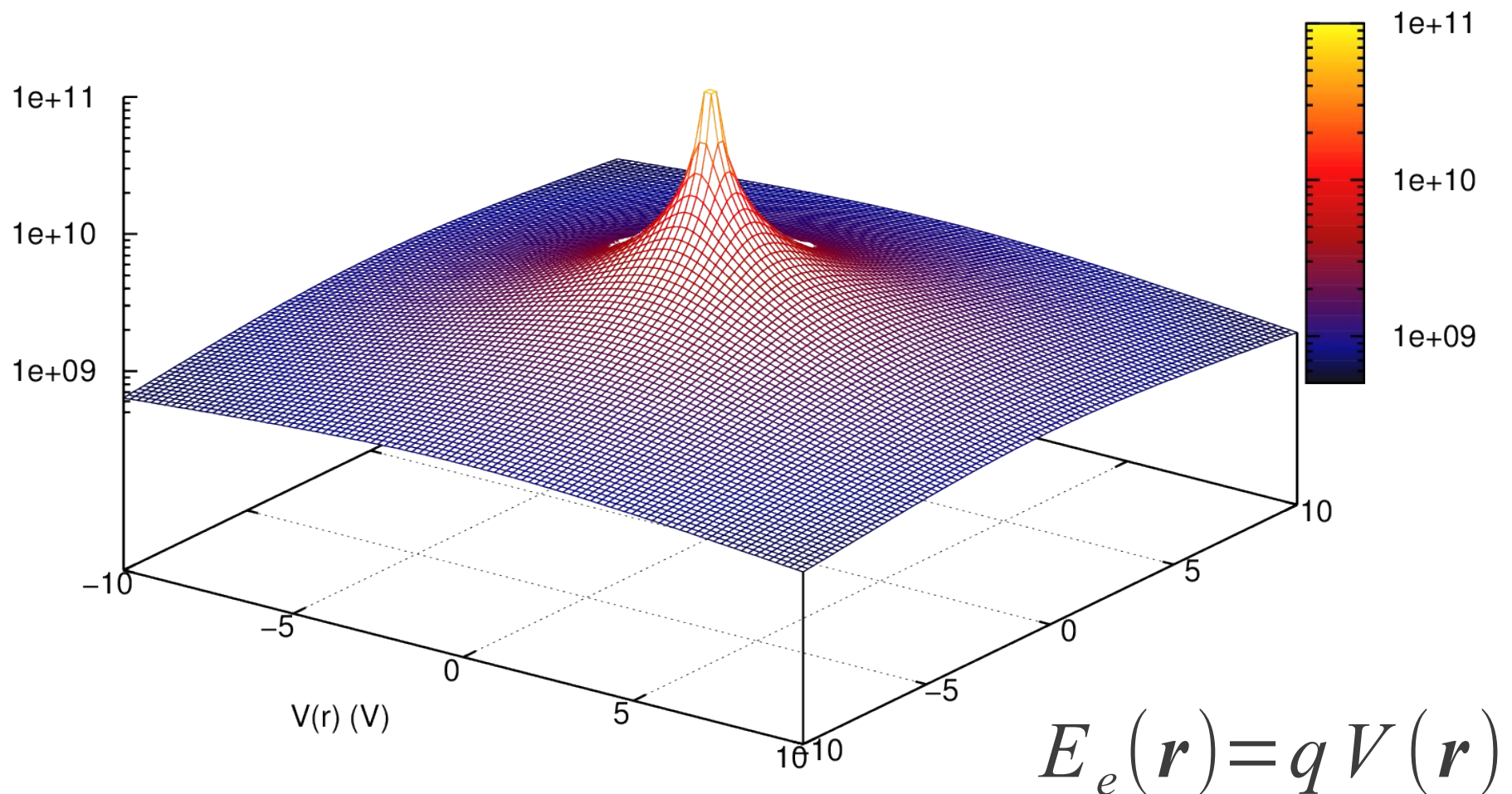
$$E_e(\mathbf{r}) = q V(\mathbf{r})$$

V(r) es un campo escalar

$$[V] = \text{Voltio} = \text{J/C}$$

Potencial eléctrico en el plano $z=0$

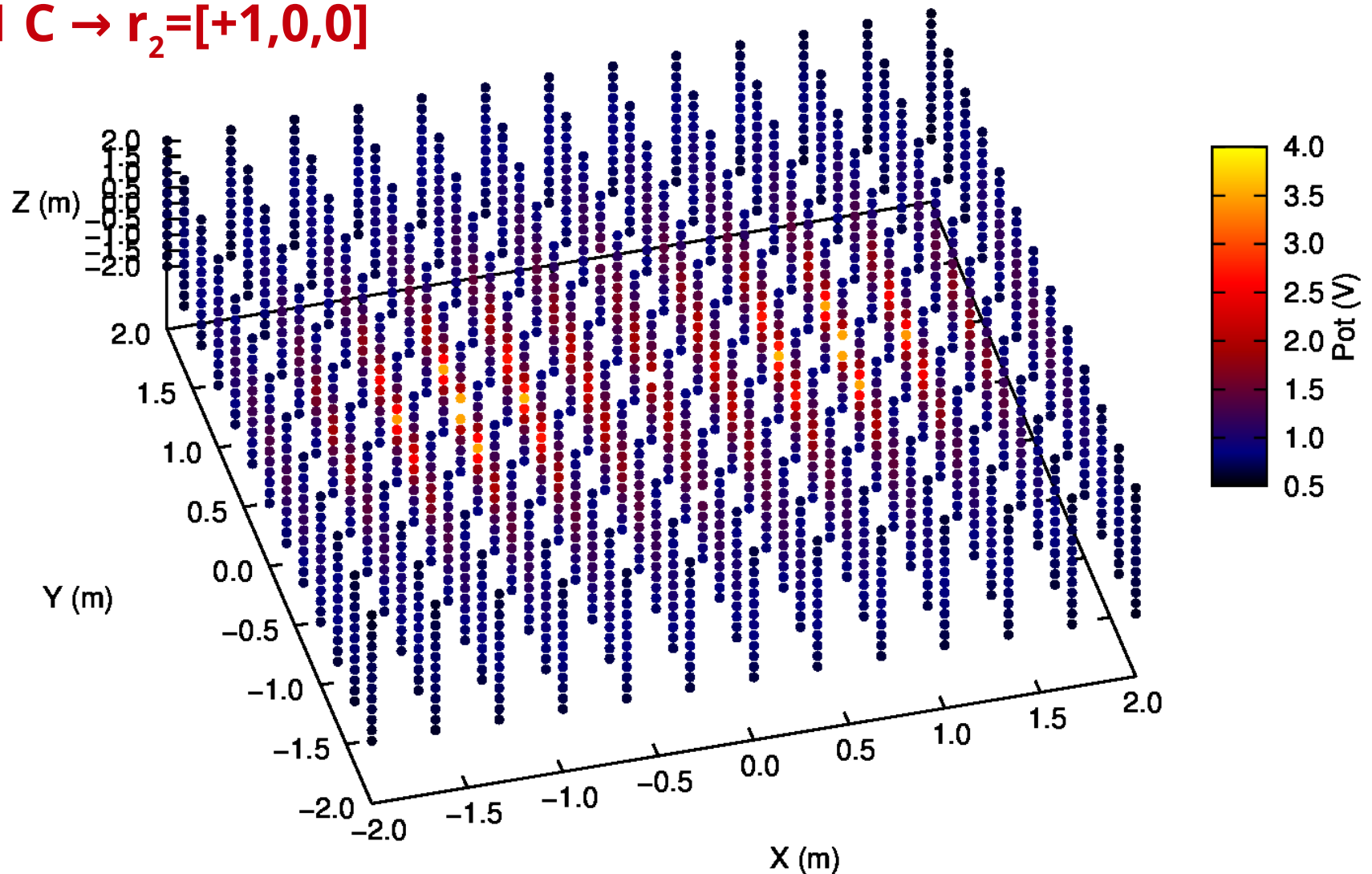
Carga "Puntual" ← Sin distribución espacial de carga
 $Q=1$ C en el origen



Potencial eléctrico en el espacio

$$Q_1 = +1 \text{ C} \rightarrow r_1 = [-1, 0, 0]$$

$$Q_2 = +1 \text{ C} \rightarrow r_2 = [+1, 0, 0]$$



Potencial eléctrico → distribución de cargas puntuales

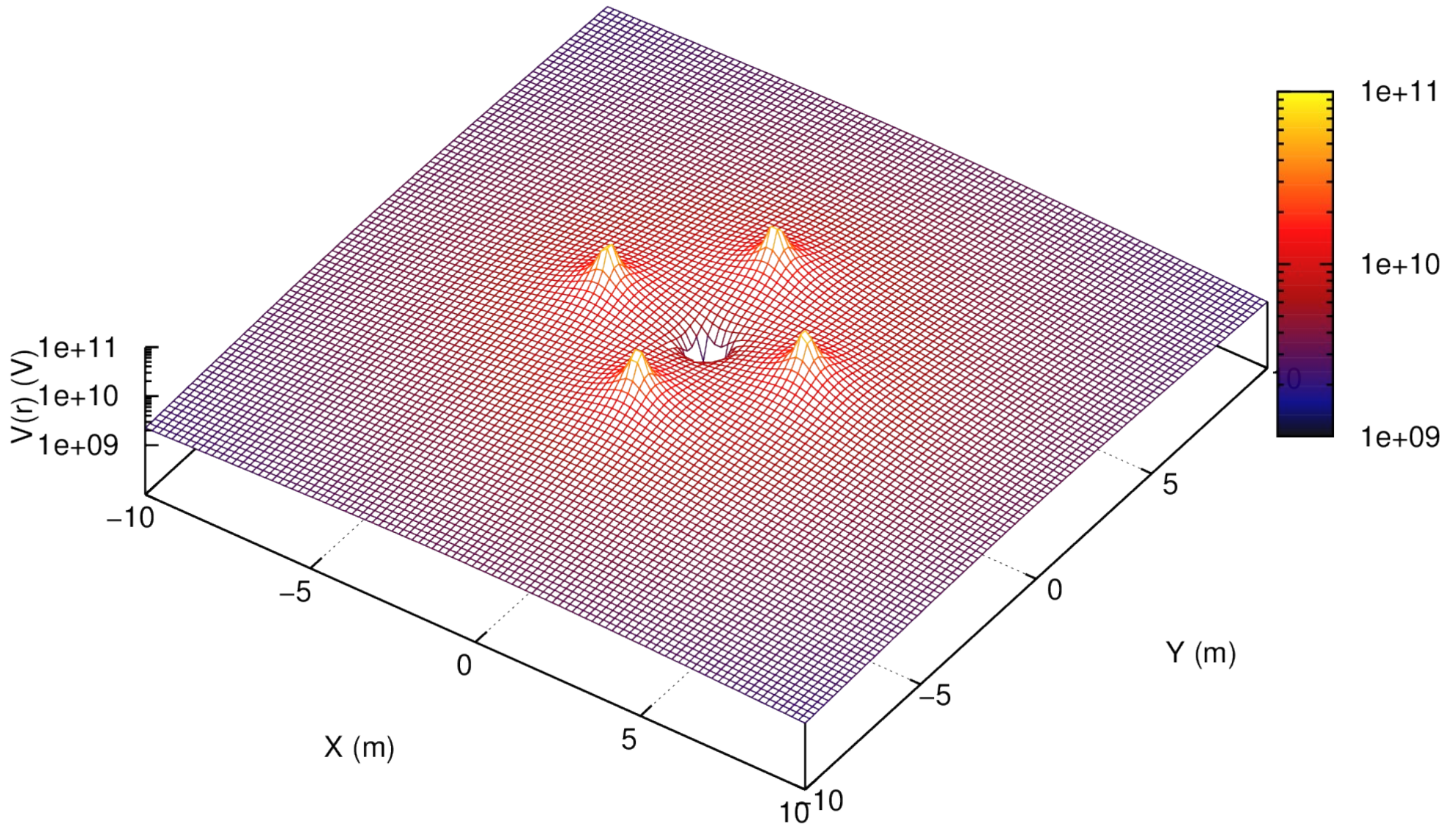
- Principio de superposición:
 - Supongo que cada carga es independiente
 - Calculo los potenciales asociados a cada carga
 - Sumo todos los potenciales
- Si tengo N cargas, cada una Q_i , en las posiciones \mathbf{r}_i , el potencial en el punto \mathbf{r} será:

$$V(\mathbf{r}) = \sum_i^N V_i(\mathbf{r}) = \sum_i^N k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

- Y la energía potencial para una carga q de prueba:

$$E_e(\mathbf{r}) = q V(\mathbf{r}) = q \sum_i^N k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

4 cargas $Q=1\text{C}$ en $X=\pm 3\text{ m}$ y $Y=\pm 3$ y una carga $Q=-0.5\text{ C}$ en el origen



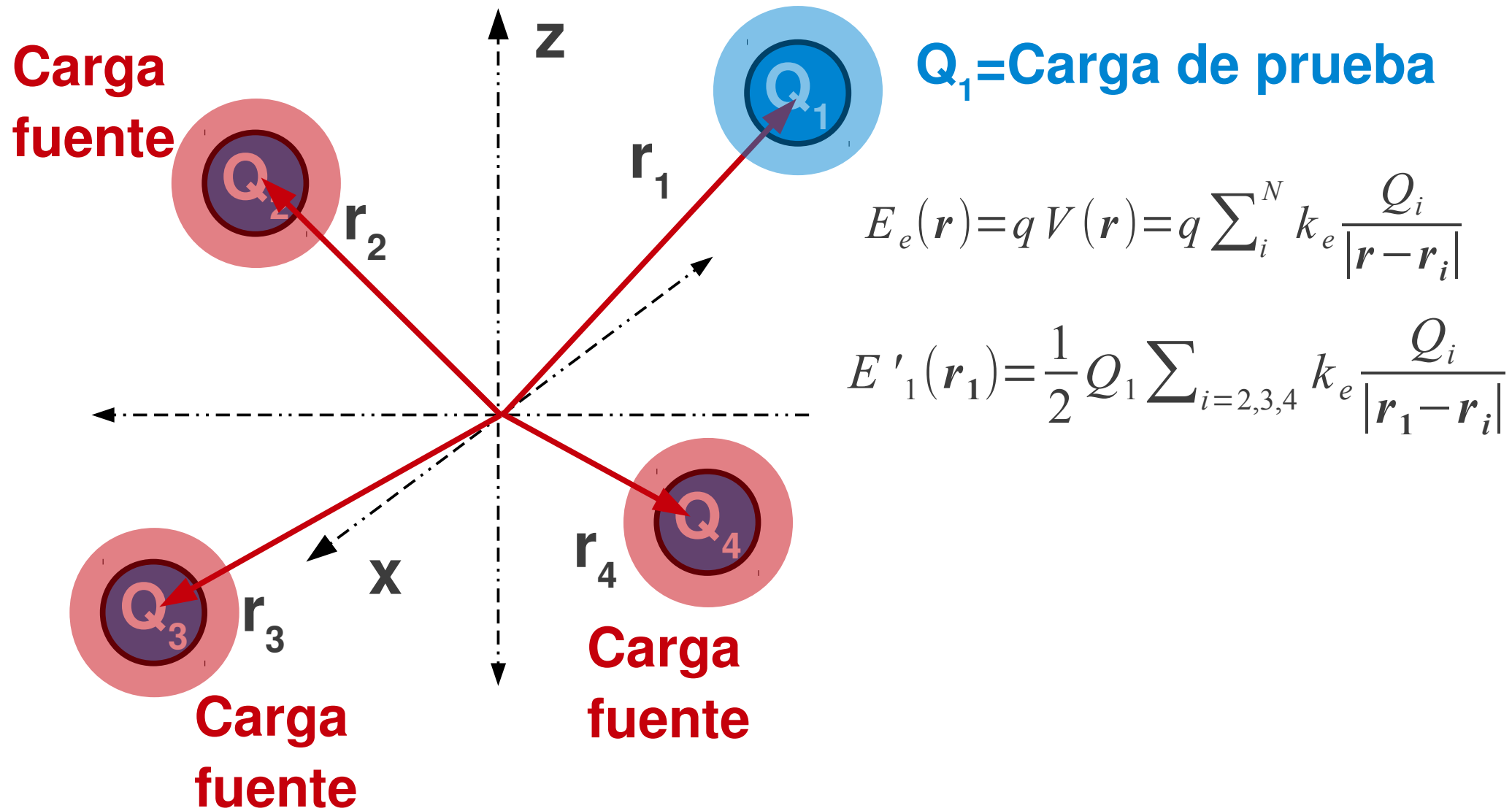
Energía almacenada en una configuración de cargas

- Sabemos que para una carga de prueba:

$$E_e(\mathbf{r}) = q V(\mathbf{r}) = q \sum_i^N k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

- Ahora, cada carga Q_i , podría pensarse como una carga de prueba para las otras $Q_{j \neq i}$ cargas:
- Veamos un ejemplo:

Ejemplo: energía de configuración 4 cargas $Q_1...Q_4$ en posiciones $r_1...r_4$



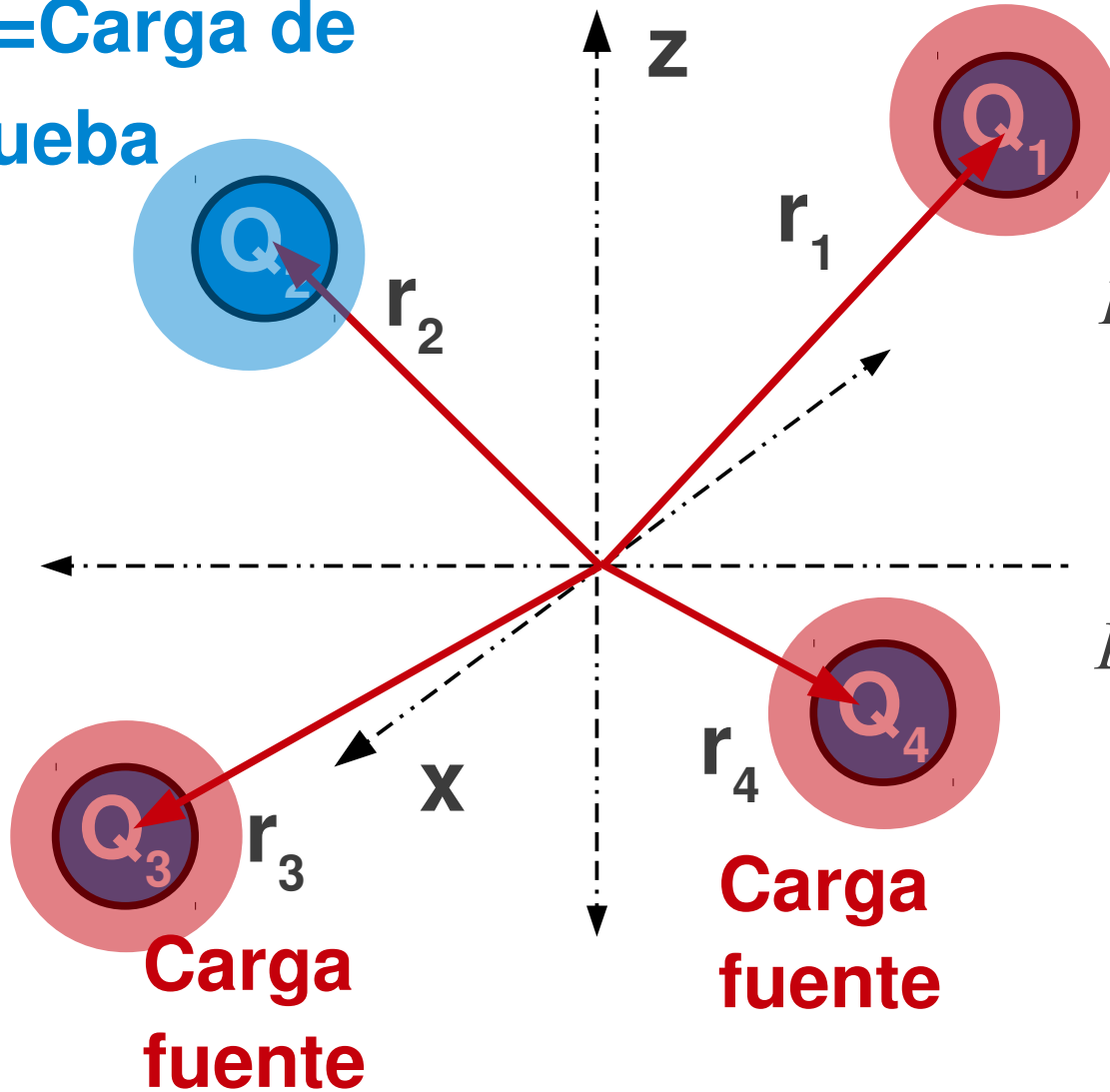
Ejemplo: energía de configuración 4 cargas $Q_1 \dots Q_4$ en posiciones $r_1 \dots r_4$

Q_2 =Carga de prueba

Carga fuente

$$E_e(\mathbf{r}) = q V(\mathbf{r}) = q \sum_i^N k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

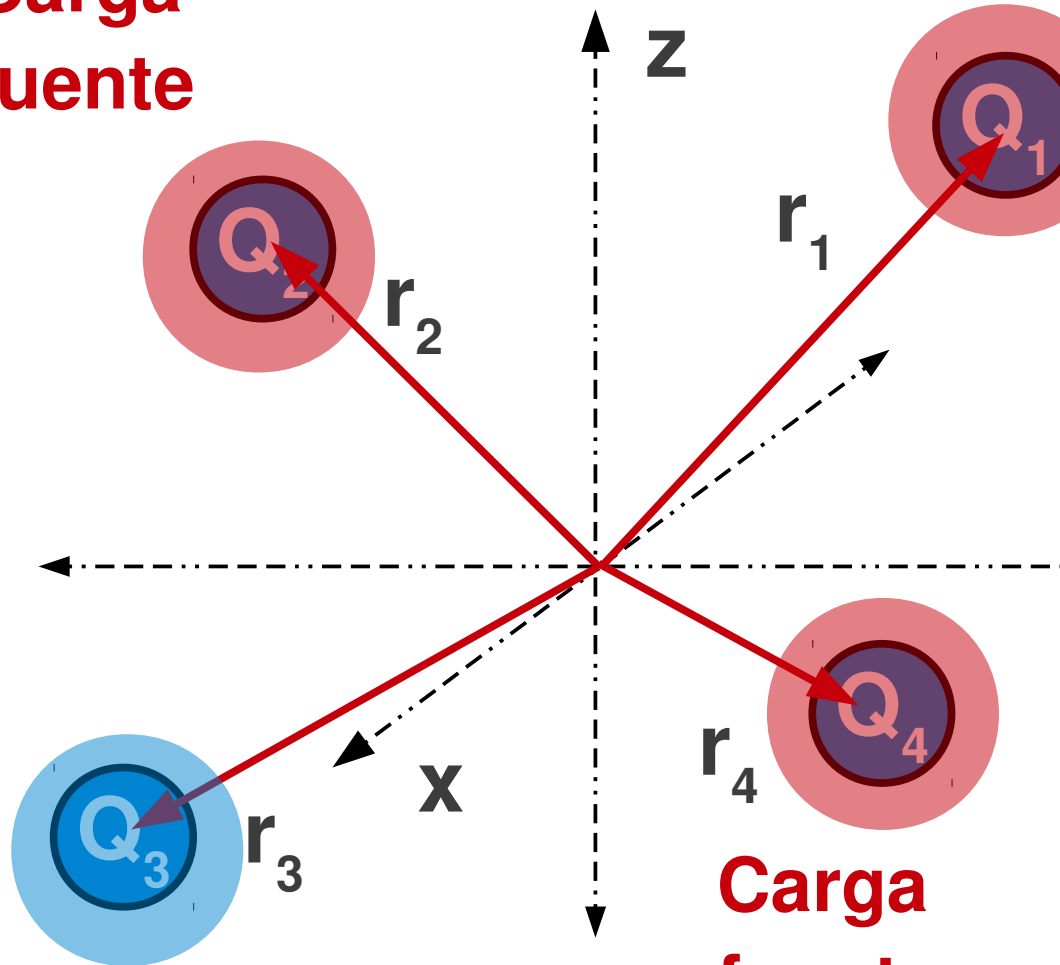
$$E'_2(\mathbf{r}_2) = \frac{1}{2} Q_2 \sum_{i=1,3,4} k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_i|}$$



Ejemplo: energía de configuración 4 cargas $Q_1...Q_4$ en posiciones $r_1...r_4$

**Carga
fuente**

Carga fuente



$$E_e(\mathbf{r}) = q V(\mathbf{r}) = q \sum_i^N k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

$$E'_3(\mathbf{r}_3) = \frac{1}{2} Q_3 \sum_{i=1,2,4} k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_i|}$$

**Carga
fuente**

**Q_3 =Carga de
prueba**

Ejemplo: energía de configuración 4 cargas $Q_1...Q_4$ en posiciones $r_1...r_4$

**Carga
fuente**

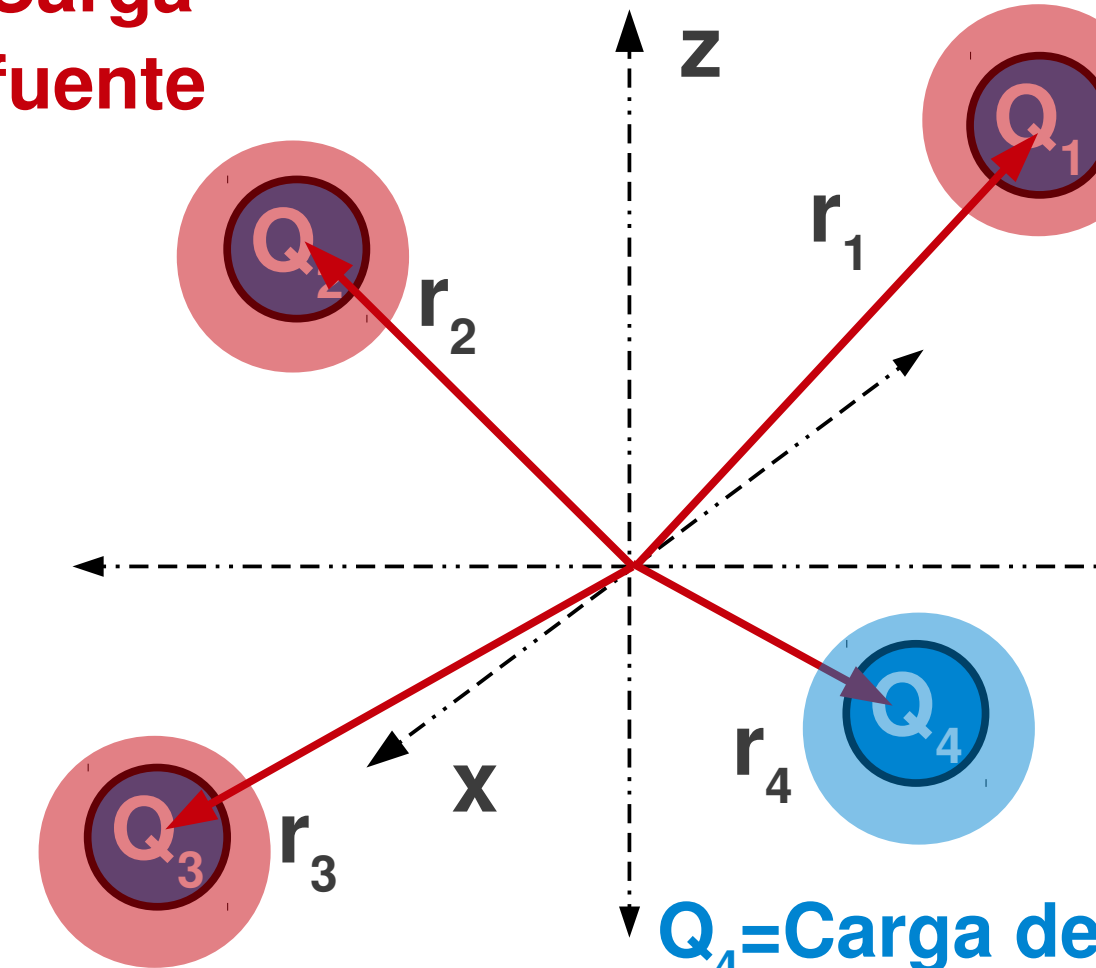
Carga fuente

$$E_e(\mathbf{r}) = q V(\mathbf{r}) = q \sum_i^N k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

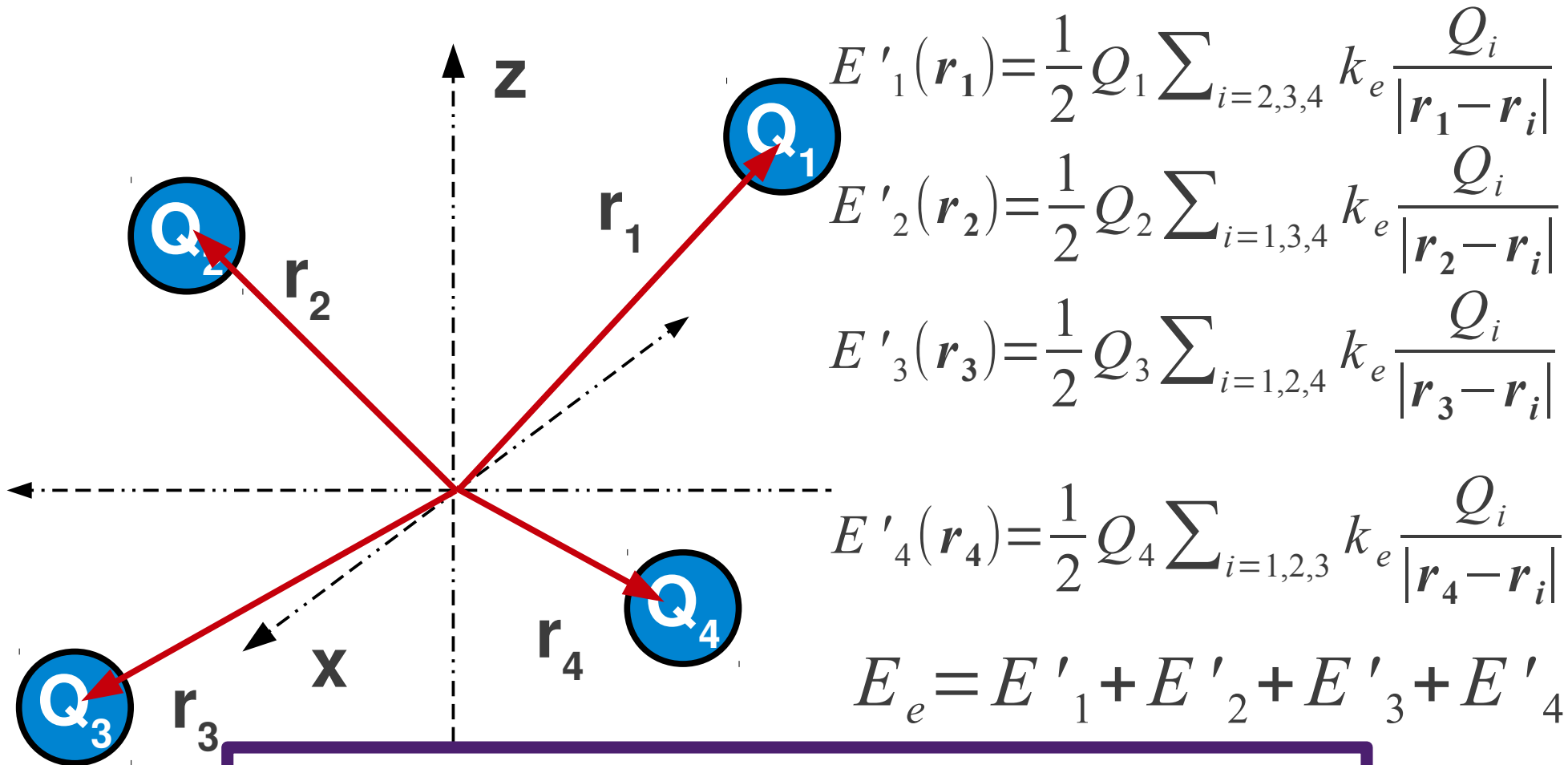
**Q_4 =Carga de
prueba**

$$E'_4(\mathbf{r}_4) = \frac{1}{2} Q_4 \sum_{i=1,2,3} k_e \frac{Q_i}{|\mathbf{r}_4 - \mathbf{r}_i|}$$

**Carga
fuente**



Energía de un sistema de N cargas



$$E_e = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N Q_i \left(\sum_{j \neq i}^N k_e \frac{Q_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|} \right)$$