



- Unidad: 03
- Clase: 01
- Fecha: 20140814J
- Contenido: Electrostática
- Web: http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/
- Archivo: 20140814J-HA-electrostática.pdf



En el episodio anterior...



En el episodio anterior...

- Recordar:
 - Examen parcial, Martes 02/Sep/2014 LL402 10.00 am
 - **Asistencia Obligatoria**
 - Un ejercicio de cada guía

Estamos a tiempo



Estamos a tiempo



Estamos a tiempo

Recicla



Reusa

Reduce

Estamos a tiempo Reflexiona

Reforesta

Recicla



Reusa

Reduce

Estamos a tiempo
Reflexiona

Reforesta

Recicla

Responsabilízate

Reusa

Reduce

**Mientras esperamos que los gobiernos
tomen conciencia y verdaderas
acciones...**

**Analice sus acciones y actúe a
conciencia**

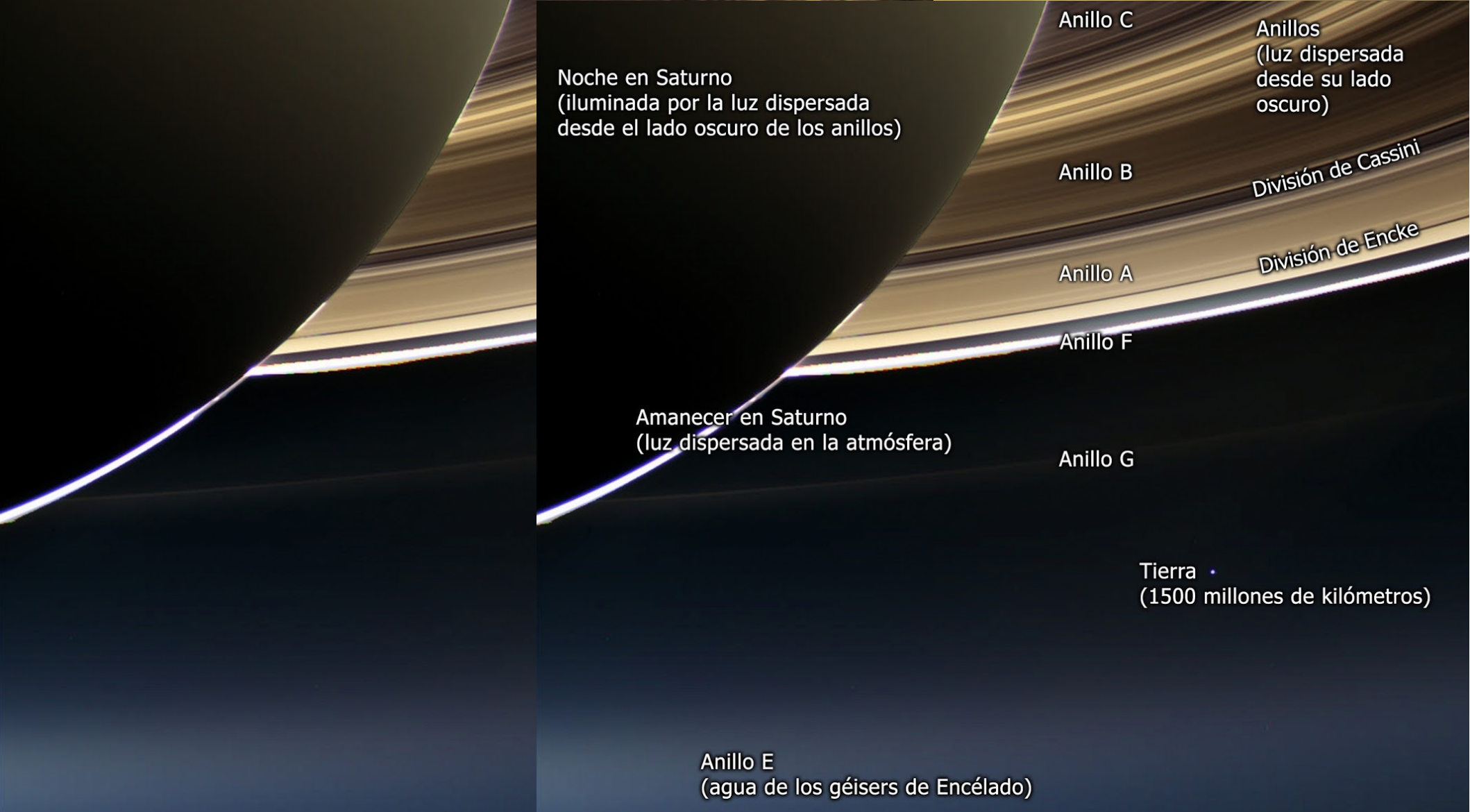
**Incluya en el cálculo de la rentabilidad
de su proyecto el costo real de la
reparación total ambiental**

**Penalice con su consumo
y con su voto**

En el episodio anterior...



Imagen tomada por la sonda Galileo desde una distancia de 6.2 millones de km



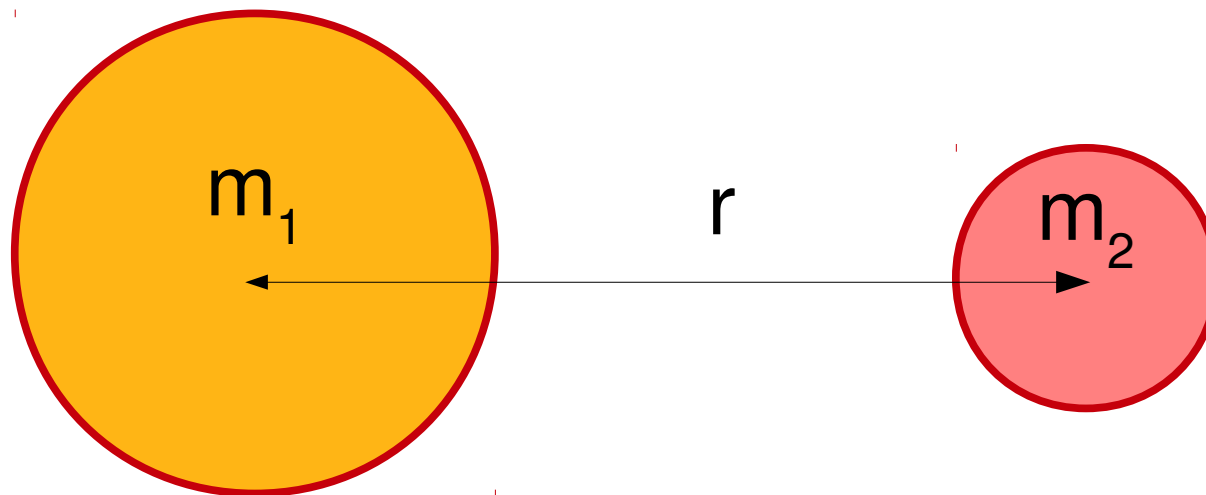
Usted está aquí →

Imágenes de la sonda Cassini, a 1500 millones de km de casa

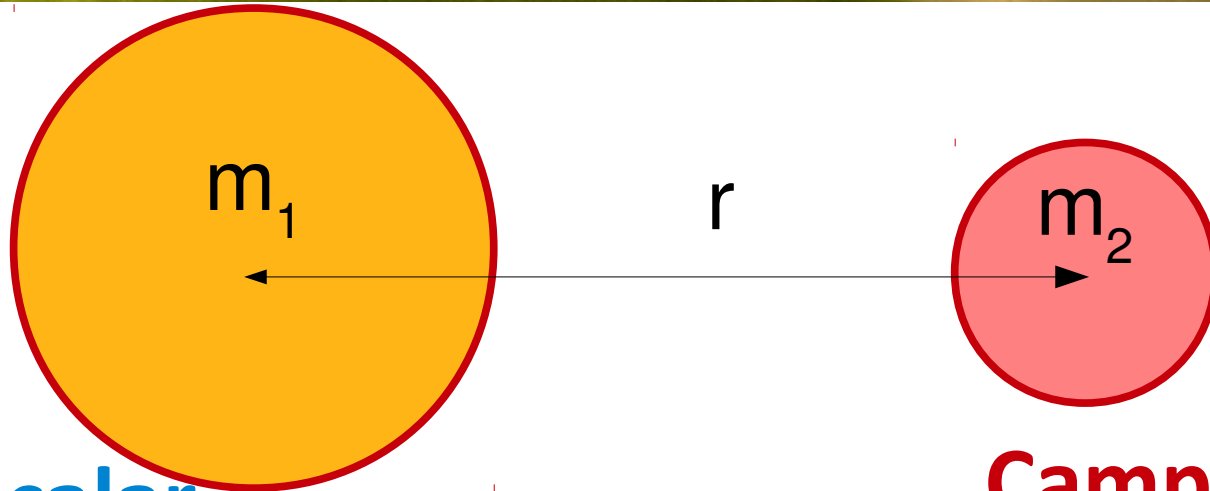
- Interacción \rightarrow Energía Potencial
 - Interacción \rightarrow “Cargas”
 - Depende de
 - La magnitud de las cargas
 - la posición relativa de las cargas \rightarrow configuración espacial del sistema

Interacción gravitatoria

- Es de largo alcance: $F_G \sim 1/r^2$
- Es atractiva
- Tiene un único tipo de “carga” \rightarrow masa
- Unidad de carga \rightarrow kilogramo \rightarrow **kg**
- Depende de la posición relativa entre las cargas



Energía potencial gravitatoria



Campo Escalar

$$U_g(\vec{r}) = -G \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}|}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{J m}}{\text{kg}^2}$$

Campo Vectorial

$$\vec{F}_g(\vec{r}) = G \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}|^2} \hat{r}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$$

Energía “Y” Potencial, Fuerzas “Y” Campos

- **Potencial de interacción** es la energía potencial de interacción por unidad de carga

$$V_i(\vec{r}) = \frac{U_i(\vec{r})}{q_i}$$

- P. ej: Potencial Gravitatorio: $V_g(\vec{r}) = \frac{1}{m} \left(\frac{-G M m}{|\vec{r}|} \right)$

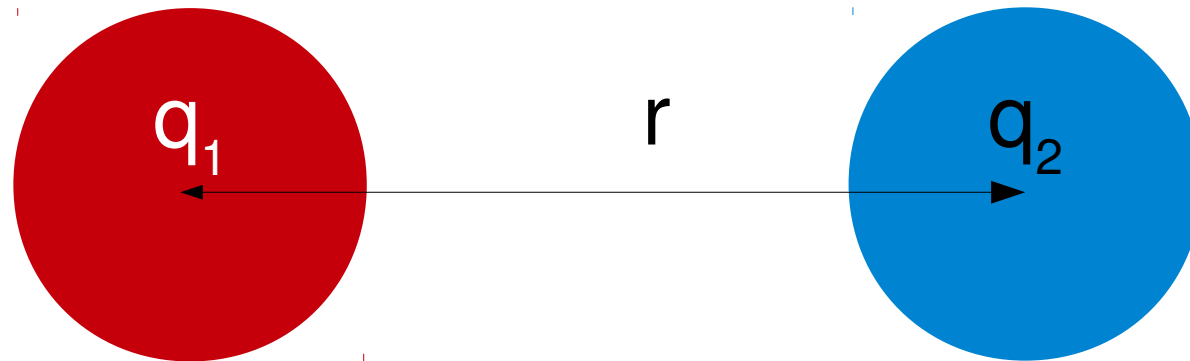
- **Campo de interacción** es la fuerza de interacción por unidad de carga

$$\vec{f}_i(\vec{r}) = \frac{\vec{F}_i(\vec{r})}{q_i}$$

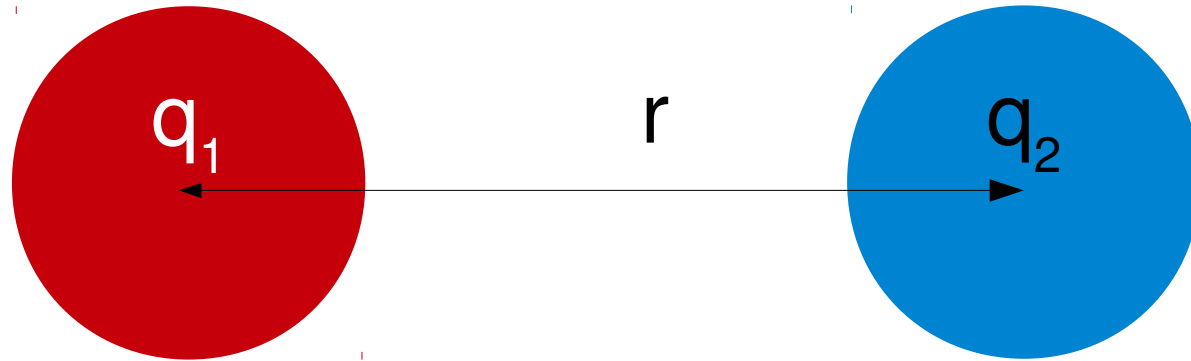
P. ej: Campo gravitatorio $\vec{f}_g(\vec{r}) \equiv \vec{g}(\vec{r}) = \frac{1}{m} \left(G \frac{M m}{|\vec{r}|^2} \hat{r} \right)$

En la naturaleza existe otra interacción

- Es de largo alcance (como la gravedad)
- Pero tiene “dos” tipos de cargas
 - Convención de nombres: Carga Positiva (+) y Carga Negativa (-)
 - Unidad de carga \rightarrow Coulomb \rightarrow **C**
- Puede ser atractiva o repulsiva (según el tipo de cargas que interactúan)
- Y depende de la posición relativa entre las cargas



Energía potencial electrostática



Campo Escalar

$$U_e(\vec{r}) = k_e \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}|}$$

Campo Vectorial

$$\vec{F}_e(\vec{r}) = k_e \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}|^2} \hat{r}$$

$$k_e \equiv \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \times 10^9 \frac{\text{J m}}{\text{C}^2} \simeq 9 \times 10^9 \frac{\text{J m}}{\text{C}^2}$$

k_e = Constante de Coulomb

Idea de la magnitud de la intensidad de la interacción



$$U_e(\vec{r}) = k_e \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}|}$$

$$U_g(\vec{r}) = -G \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}|}$$

$$k_e = 9 \times 10^9 \frac{\text{J m}}{\text{C}^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{J m}}{\text{kg}^2}$$

**Supongo dos cuerpos, con masas $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$, y cargas $q_1 = +1 \text{ C}$ y $q_2 = -1 \text{ C}$, separados por una distancia de 1 m .
¿Cuál es la relación entre la energías potenciales electrostática y gravitatorias?**



Relación entre las interacciones G y E

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

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

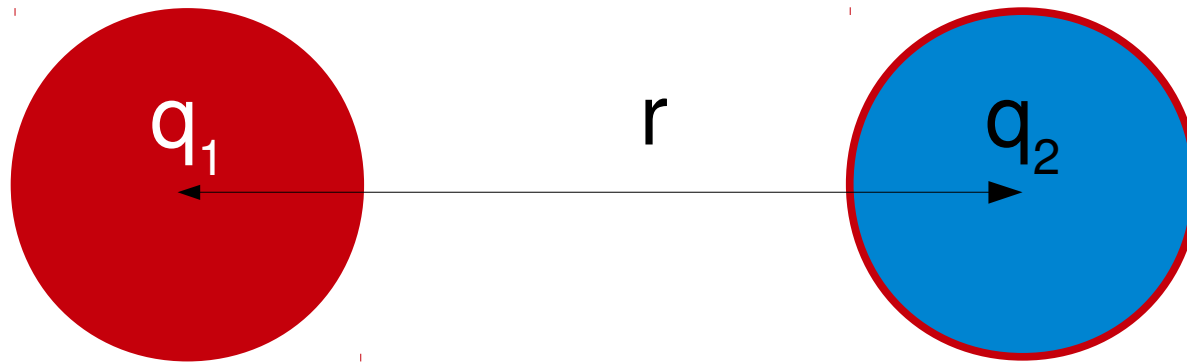
$$\frac{U_e}{U_g} = \frac{-9 \times 10^9 \text{ J}}{-6.67 \times 10^{-11} \text{ J}} = 1.35 \times 10^{20}$$

1.35 x 10²⁰

Algunos ejemplos



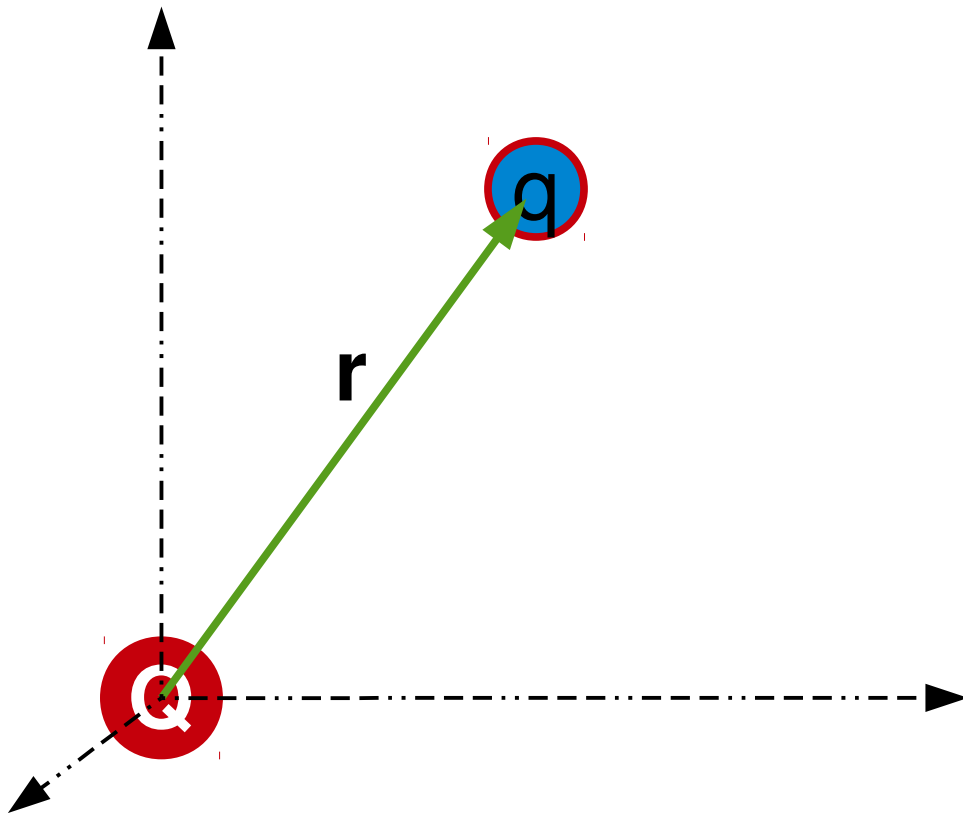
- Al igual que en el caso gravitatorio, consideramos la referencia para la energía potencial electrostática en el infinito:



- La energía potencial electrostática de dos cuerpos a distancia r es igual al trabajo necesario para separar esos cuerpos desde esa distancia r hasta una distancia **infinita**.

Potencial eléctrico

**Q es mi carga “fuente”
q es mi carga de prueba
V(r) es el potencial eléctrico**



$$U_e(\vec{r}) = k_e \frac{Qq}{|\vec{r}|}$$

$$U_e(\vec{r}) = q k_e \frac{Q}{|\vec{r}|}$$

$$U_e(\vec{r}) = q \left(k_e \frac{Q}{|\vec{r}|} \right)$$

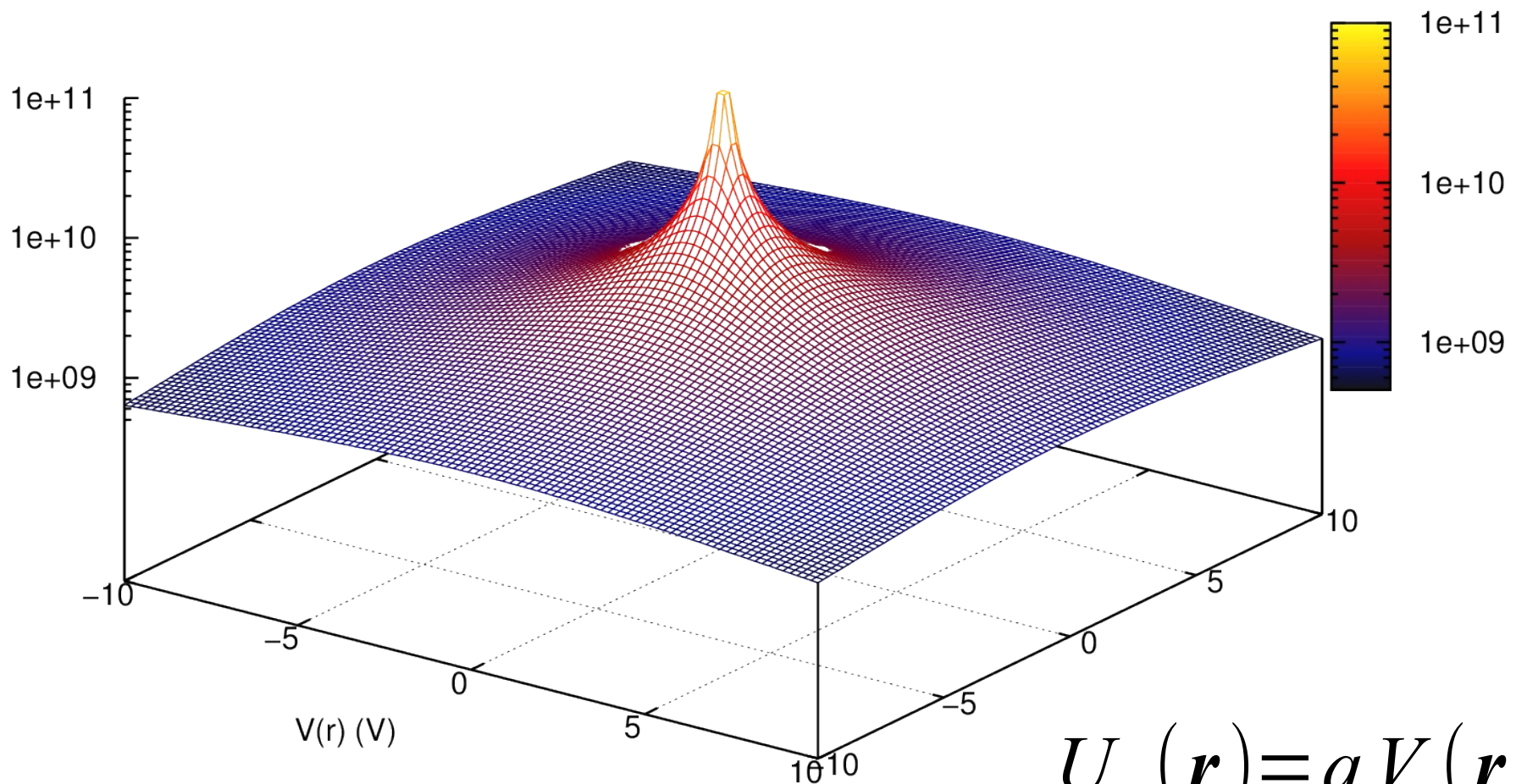
$$U_e(\vec{r}) = q V(\vec{r})$$

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



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

Potencial eléctrico → distribución de cargas puntuales



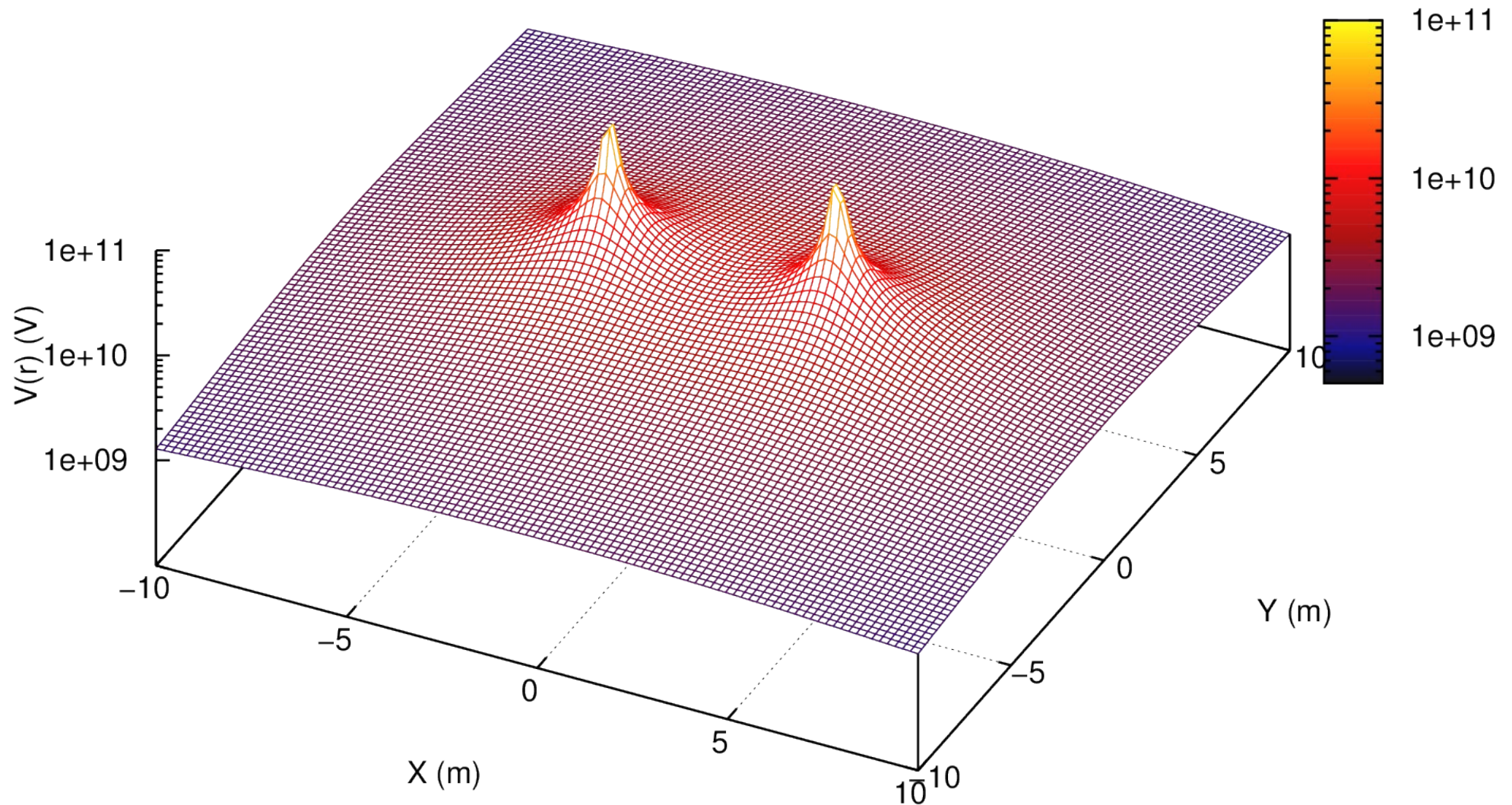
- Principio de superposición:
 - Supongo que cada carga es independiente
 - Calculo los potenciales asociados a cada carga
 - Sumo todos los potenciales
- Si tengo N cargas, cada una Q_i , en las posiciones \mathbf{r}_i , el potencial en el punto \mathbf{r} será:

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

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

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

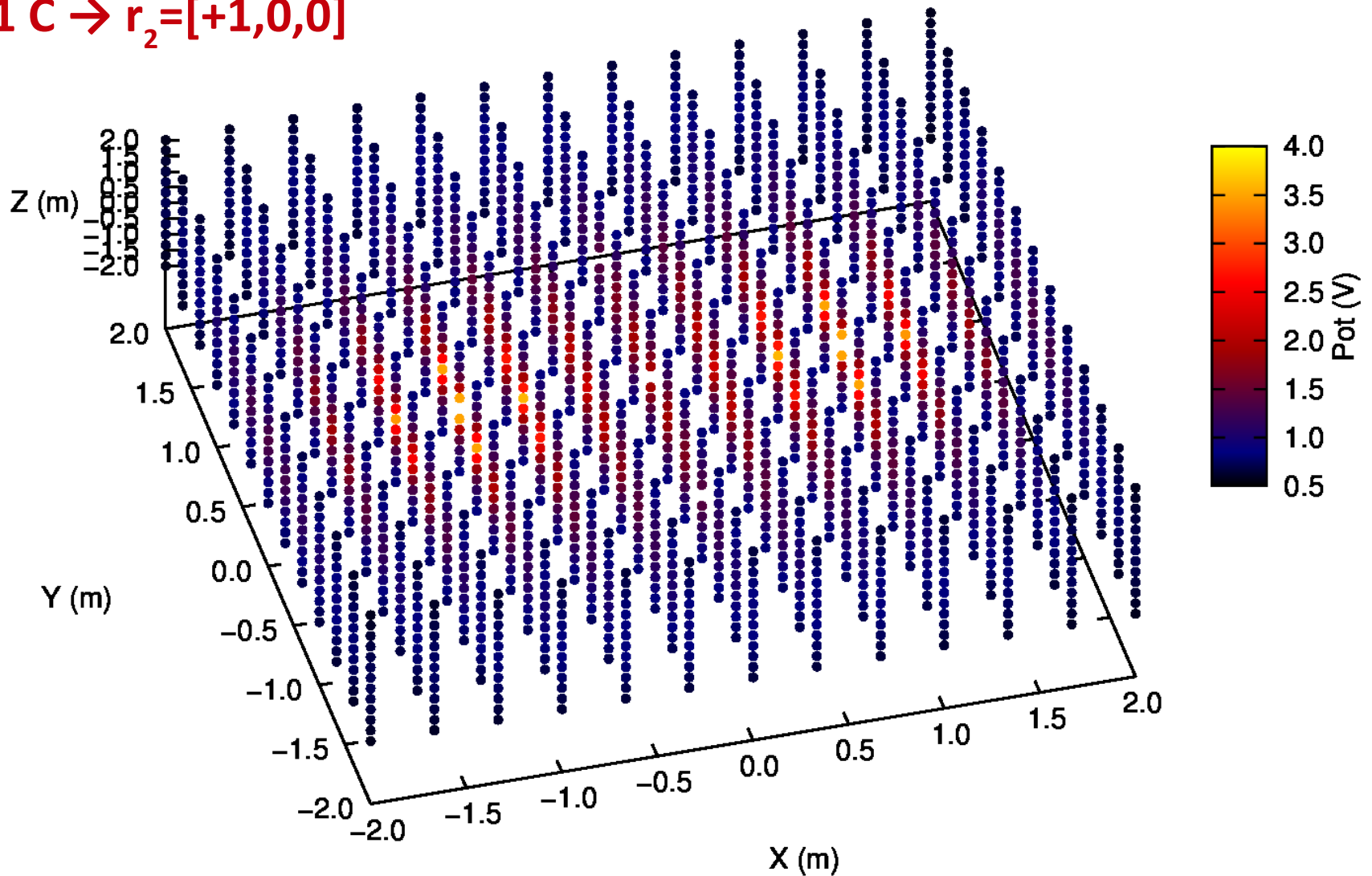
2 cargas $Q=1\text{C}$ en $X=\pm 3\text{ m}$



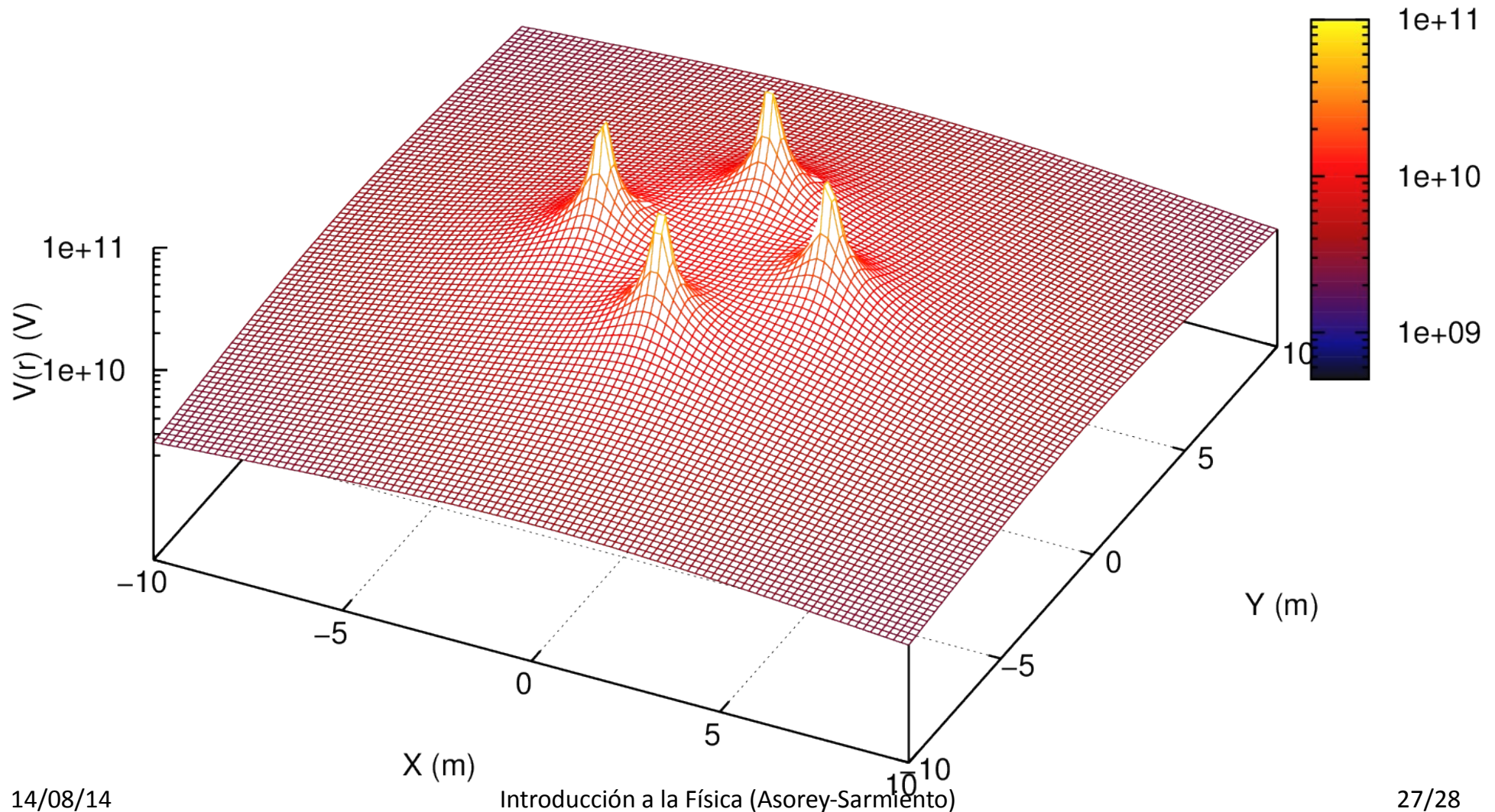
Potencial eléctrico en el espacio

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

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



4 cargas $Q=1\text{C}$ en $X=+/- 3\text{ m}$ y $Y=+/- 3$



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

