

Departamento de Física
.UBAexactas 



Física 3
V-2022
Parte 12

Conductor

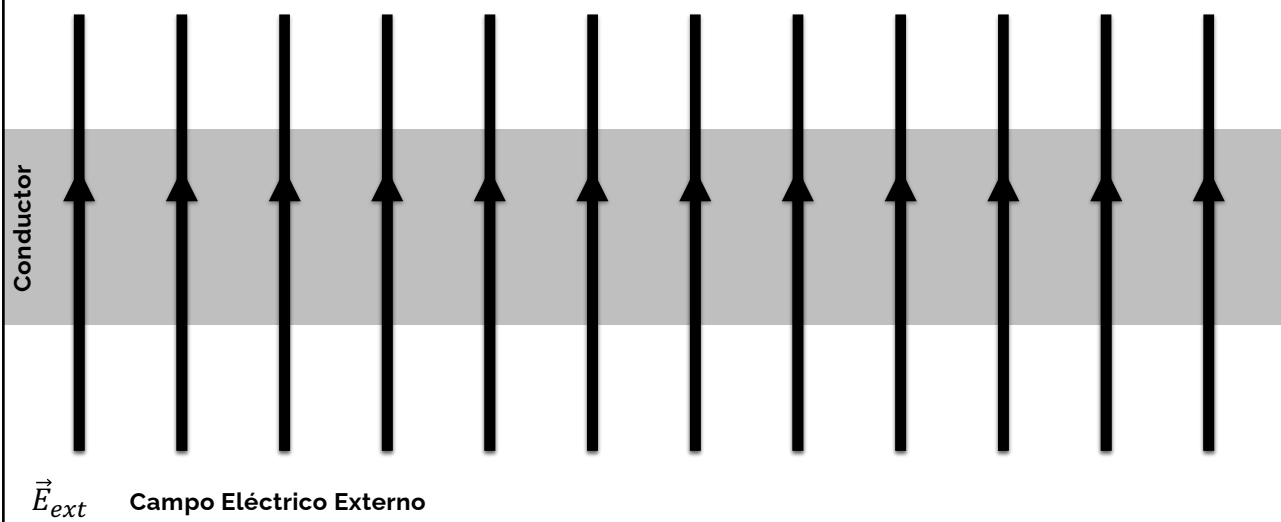
Material en el cuál los portadores de carga pueden moverse libremente

Conductor **neutro** en un campo eléctrico

Las cargas se reorganizan rápidamente (**Cu**: $\sim 10^{-19}$ s) hasta que el campo electrostático se anula en el interior

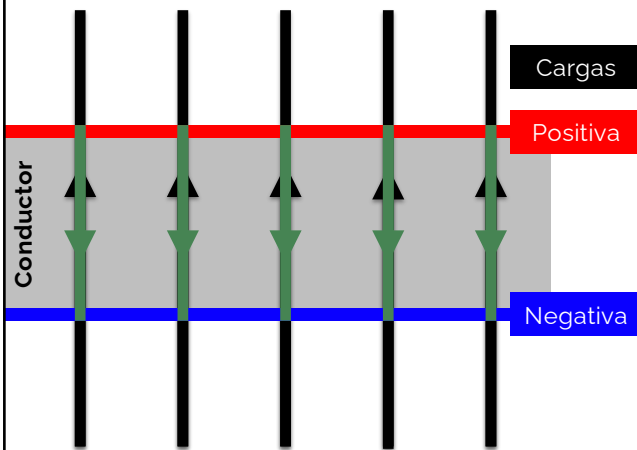
Conductor **neutro** en un campo eléctrico

Ejemplo



Conductor **neutro** en un campo eléctrico

Ejemplo



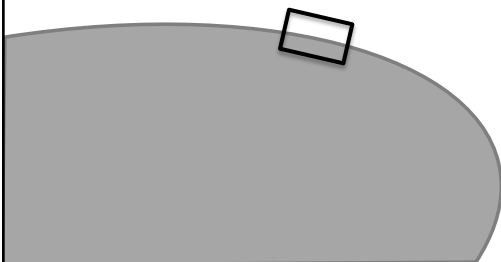
$$\vec{E}_{tot} = \vec{E}_{ext} + \vec{E}_{int} = 0$$

$$|\vec{E}_{int}| = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Conductor **hueco**

Conductor **hueco** y **carga**

Campo cerca de un conductor



$$E_{\parallel} = 0$$

Forma diferencial

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

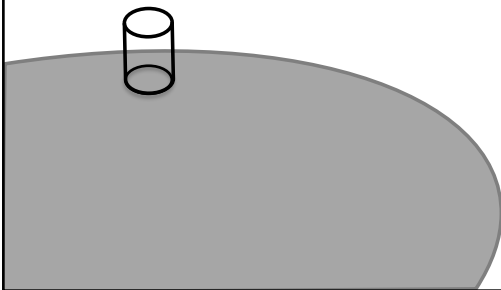
Divergencia del campo eléctrico

Rotor del campo eléctrico

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$$

Campo cerca de un conductor



$$E_{\perp} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$E_{\parallel} = 0$$

Forma diferencial

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

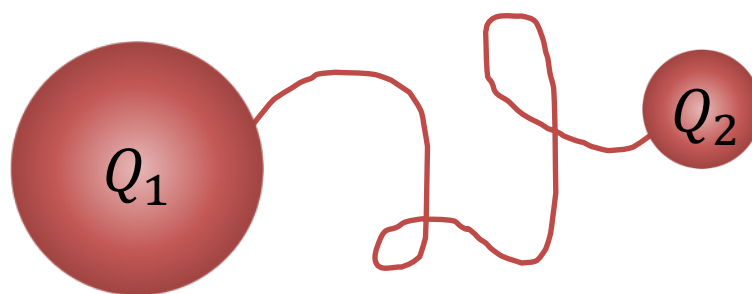
Divergencia del campo eléctrico

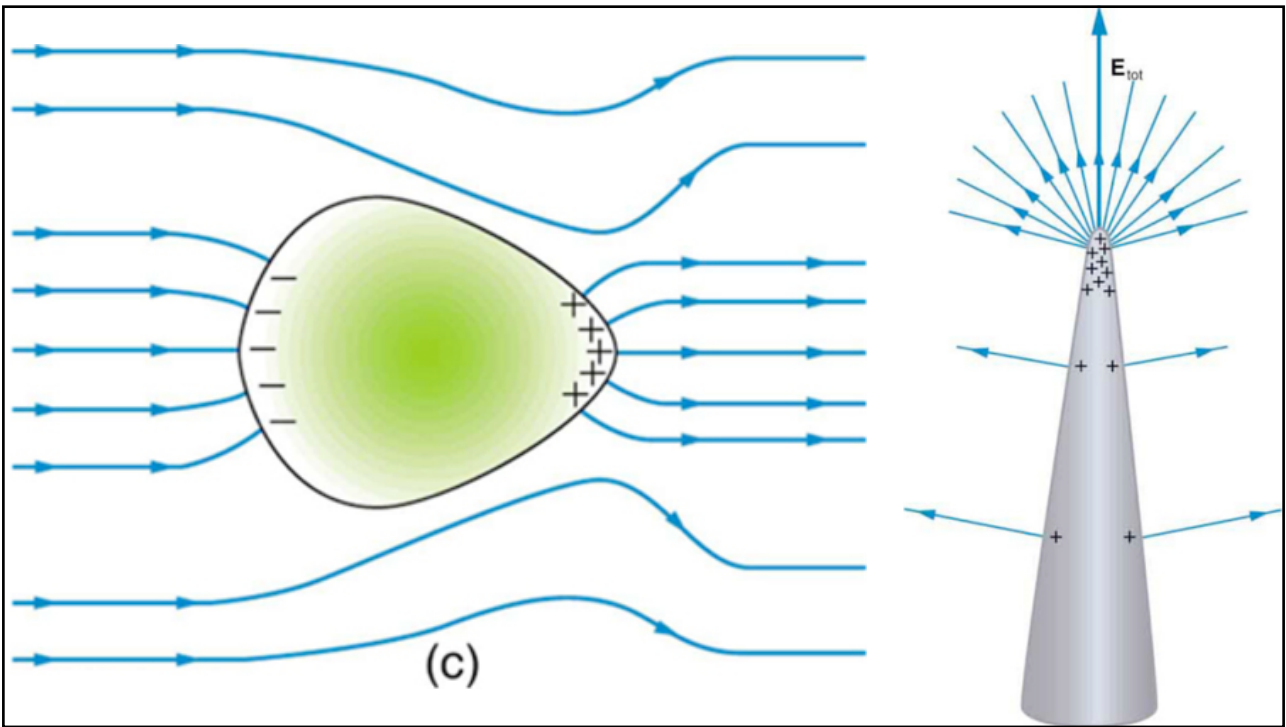
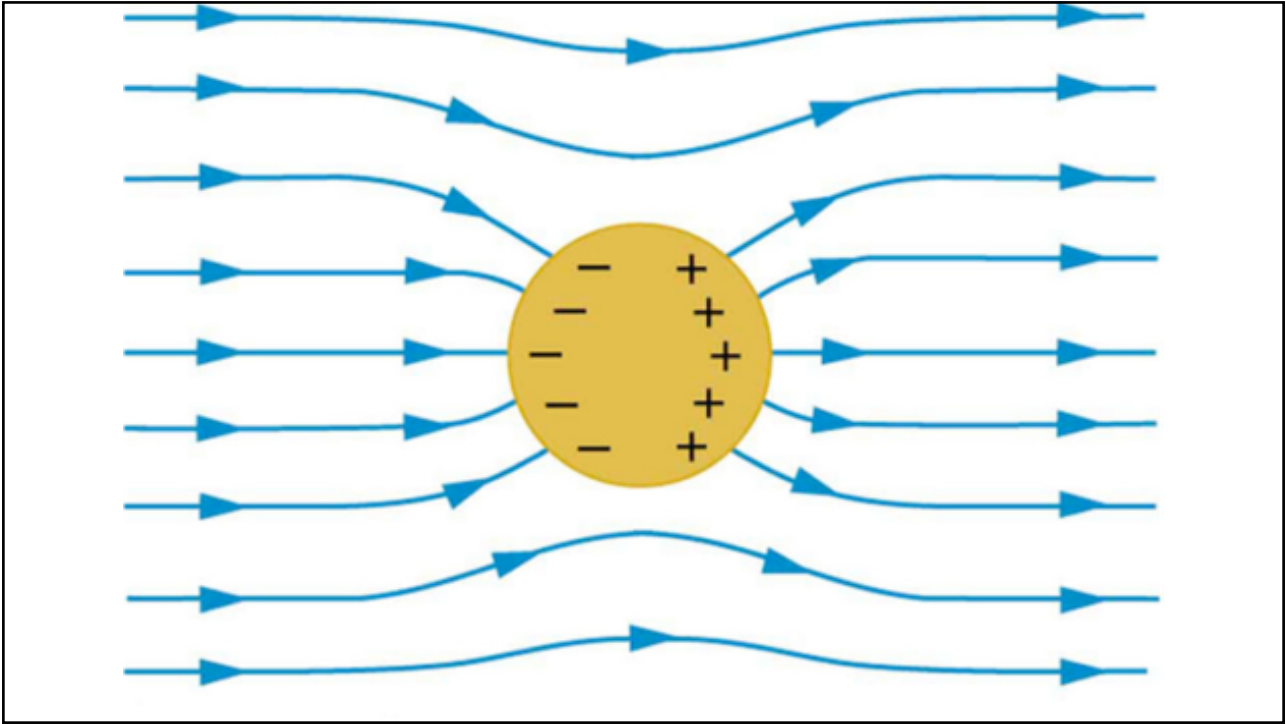
Rotor del campo eléctrico

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$$

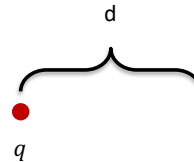
Campo cerca de la punta un conductor





Carga puntual frente a un conductor

¿Cuánto vale el **potencial** y el **campo** en todo el espacio?



semi-infinito
conectado a tierra

$$V_{\text{dentro}} = 0$$

La Ecuación de Poisson (y de Laplace)

Forma diferencial

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

Divergencia del campo eléctrico

Rotor del campo eléctrico

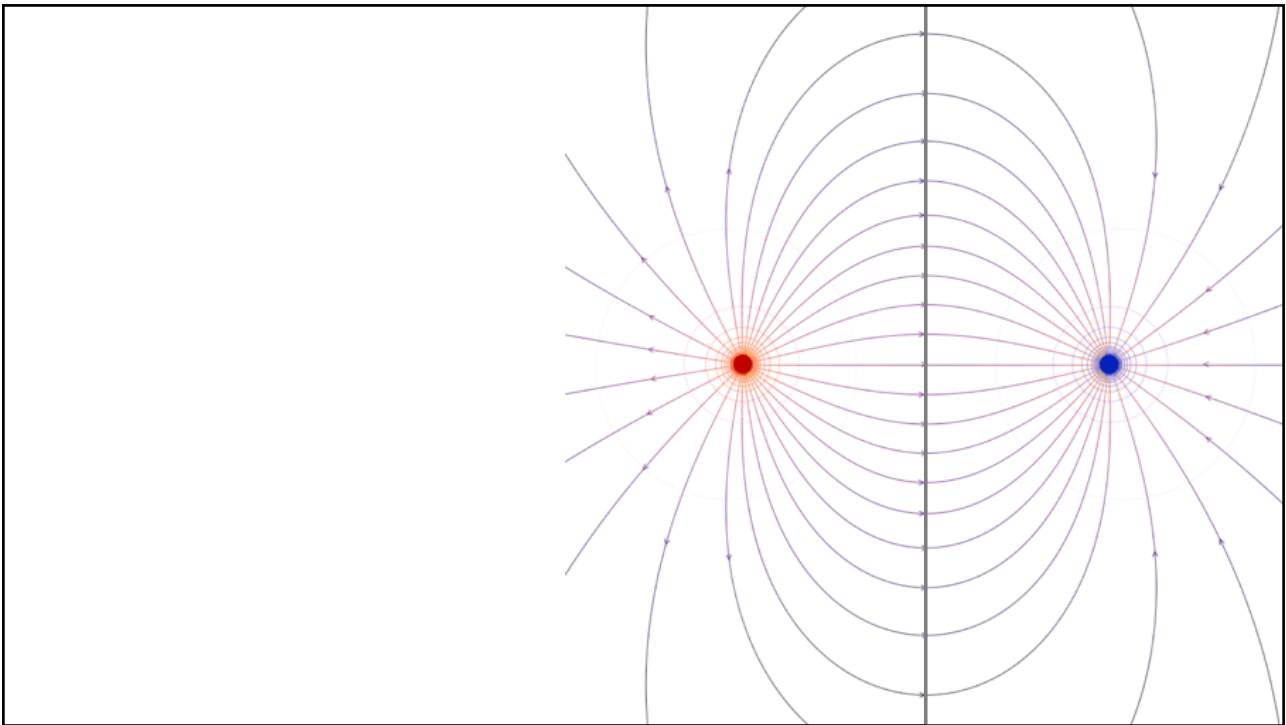
$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$$

$$\frac{\rho}{\epsilon_0} = \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \vec{\nabla} \cdot (-\vec{\nabla}V) = -\nabla^2 V$$

$$\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$$

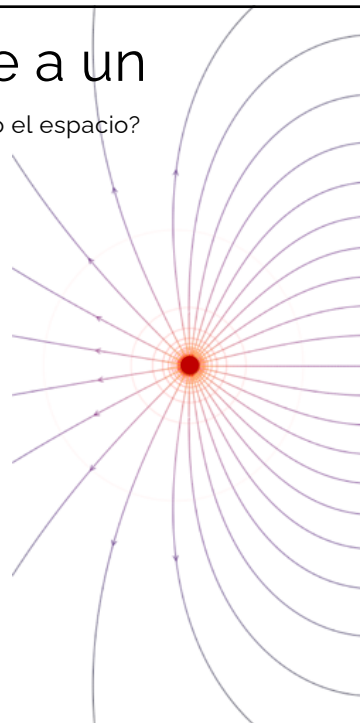
La ecuación tiene **una solución única** dada una condición de contorno en una **superficie cerrada**.



Carga puntual frente a un

¿Cuánto vale el **potencial** y el **campo** en todo el espacio?

$V_{\text{afuera}} = \text{dipolo}$



conductor

$$\vec{E}_{\text{dentro}} = 0$$

$$V_{\text{dentro}} = 0$$

Carga puntual frente a un conductor

¿Cuánto vale el **potencial** y el **campo** en todo el espacio?

$$V \begin{cases} 0 & z \geq 0 \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{|\vec{r} + d\hat{z}|} - \frac{1}{|\vec{r} - d\hat{z}|} \right) & z < 0 \end{cases}$$

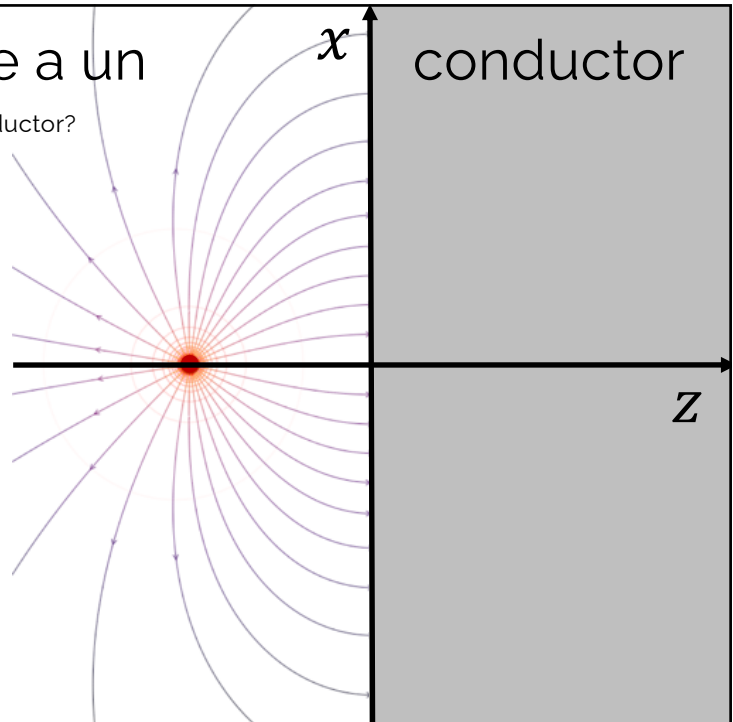
$$\vec{E} \begin{cases} 0 & z \geq 0 \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{(\vec{r} + d\hat{z})}{|\vec{r} + d\hat{z}|^3} - \frac{(\vec{r} - d\hat{z})}{|\vec{r} - d\hat{z}|^3} \right) & z < 0 \end{cases}$$

(en la mitad izquierda)

Carga puntual frente a un

¿Cómo es la **distribución de carga** en el conductor?

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{(\vec{r} + d\hat{z})}{|\vec{r} + d\hat{z}|^3} - \frac{(\vec{r} - d\hat{z})}{|\vec{r} - d\hat{z}|^3} \right)$$



python

<https://colab.research.google.com/drive/1BPBddd2LYUxsZi9R6ZpduM4bbj7gCYm?usp=sharing>

Analogías con electrostáticas

The Feynman Lectures on Physics. Volumen 2. Capítulo 12

Summary The same equations have the same solutions!

Systems analogous to electrostatics: $\nabla \cdot \vec{J} = S$; $\vec{J} = -K \nabla \psi$; $\therefore \nabla \cdot (K \nabla \psi) = -S$

System ↓	S	J	K	ψ
electrostatics $\nabla \cdot (K \nabla \phi) = -\rho/\epsilon_0$	ρ/ϵ_0 = charge density/ ϵ_0	$K\vec{E}$	K dielectric constant	ϕ electrical potential
Diffusion Neutrons $\nabla \cdot (D \nabla n) = -S$ Heat $\nabla \cdot (K \nabla T) = -S$	Neutrons generated Heat (per section Vol)	\vec{J} = flux of neutrons \vec{H} = heat flux	D = diffusion constant K = thermal conduct.	n = density of neutrons T = Temp.
Stretched Membrane $\nabla \cdot (\tau \nabla u) = p$ (2D/minor)	p = Vertical force per area		τ = tension or force/length in stretch	u = z-displacement of membrane (assume small)
Irrrotational Incompressible water flow $\nabla \cdot (\nabla \psi) = 0$ ETC	0	\vec{V} Velocity	1	Velocity Potential $\vec{V} = -\nabla \psi$



Campo y potencial en conductores

1. Dentro del conductor el **campo electrostático** es **nulo**.

$$\vec{E}_{tot} = 0$$

2. Dentro del conductor el **potencial electrostático** es **constante**.

$$V = \text{constante}$$

3. La componente tangencial a **la superficie exterior** del **campo eléctrico** es nulo.

$$E_{\parallel} = 0 \quad E_{\perp} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

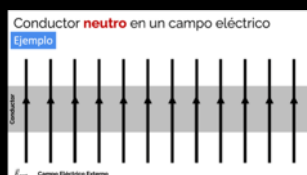
Distribución de **carga** en conductores

1. La **carga** en exceso se acumula en las **superficies**.
2. La **densidad volumétrica de carga** interior es nula.

$$\rho_{int} = 0$$

3. La **densidad superficial de carga** es mayor en las puntas.

¿Cuánto vale la fuerza entre dos conductores?



Próximo episodio en **2 días**

Watch Credits

▶ Next Episode