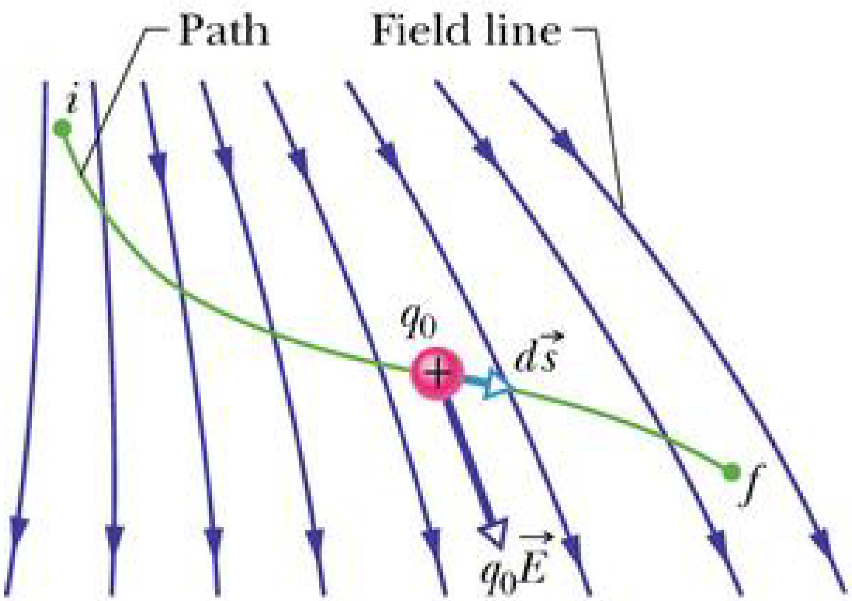
Cap. 25 - Potencial Eléctrico

- El otro gran concepto es el de energía.
- Otra manera de mirar la misma realidad.
- El concepto de potencial eléctrico está intimamente relacionado al concepto de energía potencial.



La energía potencial es energía de posición.

En un movimiento, el cambio en energía potencial es igual al negativo del trabajo.

$$\Delta U = U_f - U_i = -W.$$

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}.$$

$$W = q\vec{E} \cdot \vec{d} = qEd\cos\theta.$$

Una vez más, queremos hacer un concepto independiente de la carga de prueba que se está moviendo.

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{U_f}{q} - \frac{U_i}{q} = \frac{\Delta U}{q} = -\frac{W}{q}$$

$$V_f - V_i = -\int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s}.$$

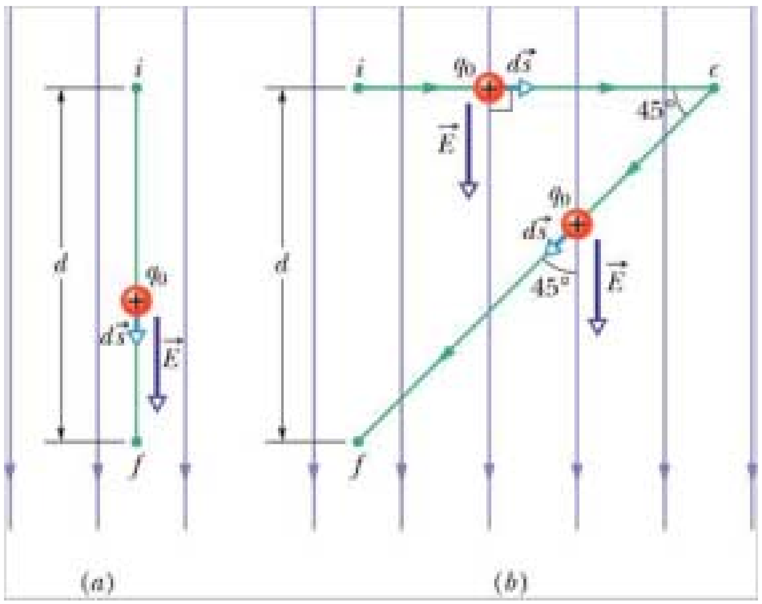
- Lo más importante acerca del concepto de energía potencial es que un sistema se tiende a mover hacia los puntos donde la energía potencial es más pequeña.
- El potencial eléctrico es igual excepto que el movimiento también depende del signo de la carga puntiforme.
- Si es positiva, se tiende a mover para disminuir el potencial.
- Si es negativa, se tiende a mover para aumentar el potencial.

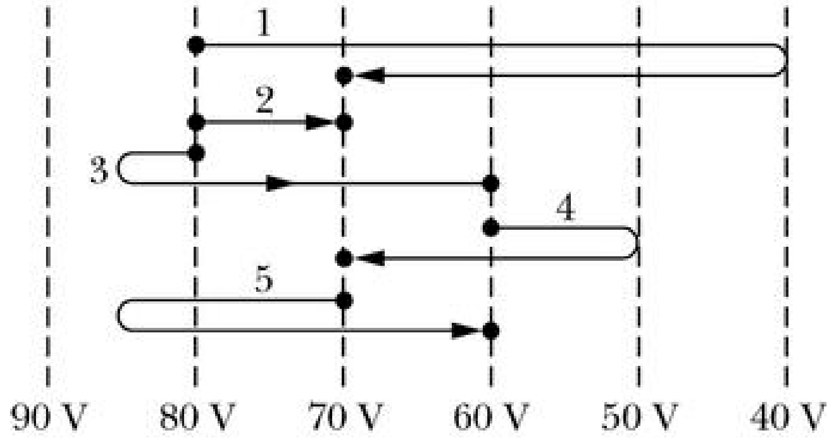
El potencial eléctrico tiene las mismas características que U.

La fuerza eléctrica es una fuerza conservadora.

El cambio en potencial es independiente de la trayectoria.

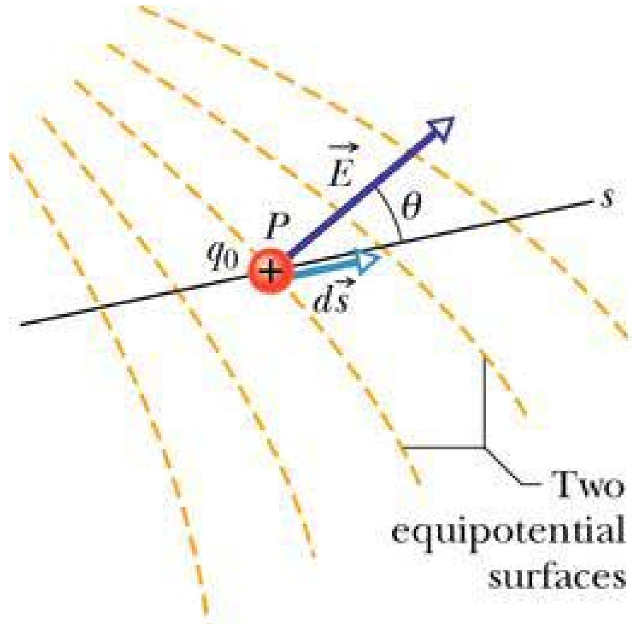
Depende sólo de la posición inicial y final.

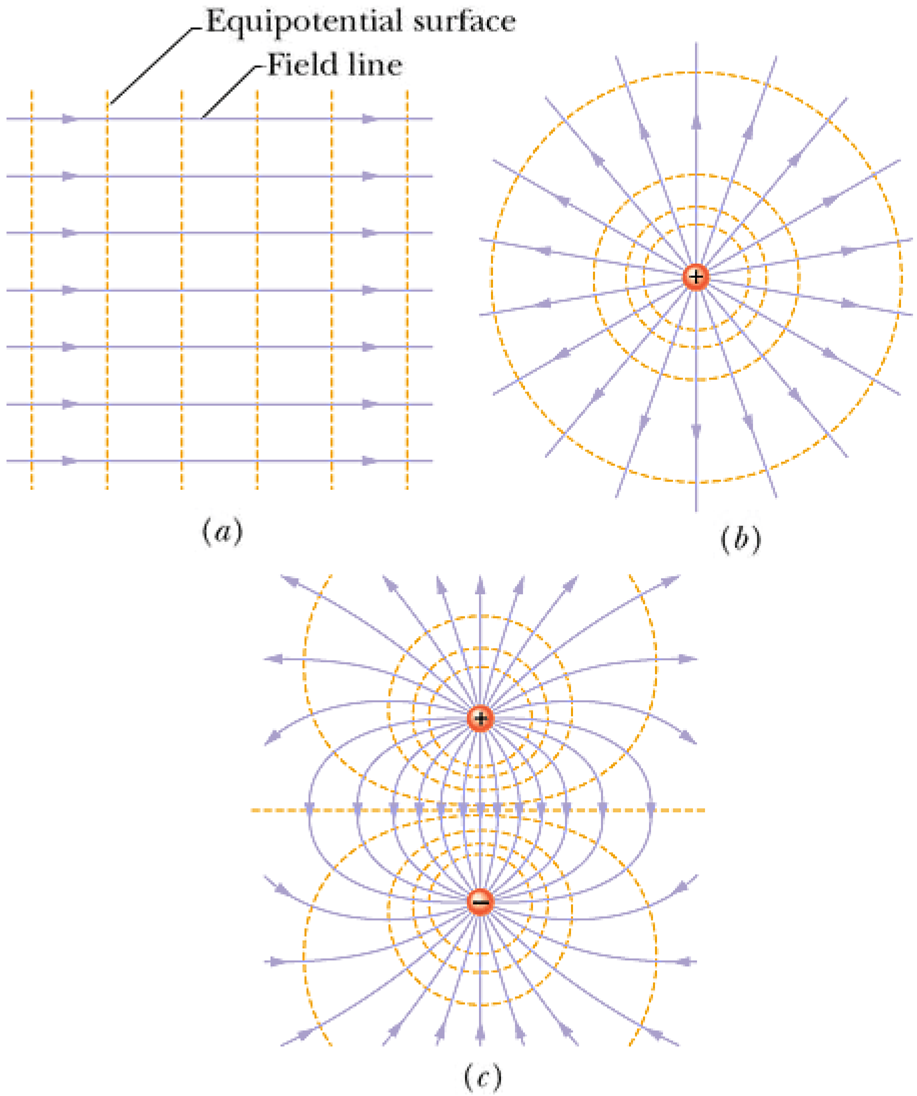


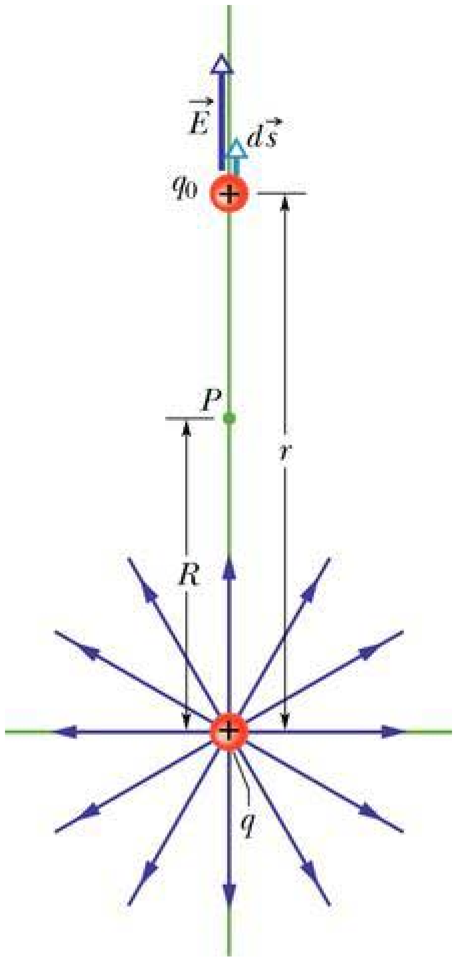


Superficies Equipotenciales
Puntos que tienen el mismo valor de Potencial

Las lineas de campo quedan perpendiculares a las superficies equipotenciales.




Equipotential surface
Field line
(a)
(b)
(c)



El potencial de una carga puntiforme.

Lo calculamos considerando el movimiento de una carga de prueba desde el punto P hasta un punto infinitamente lejos.

Definimos el potencial en infinito como cero.

$$V_f - V_i = -\int_R^\infty E\,dr.$$

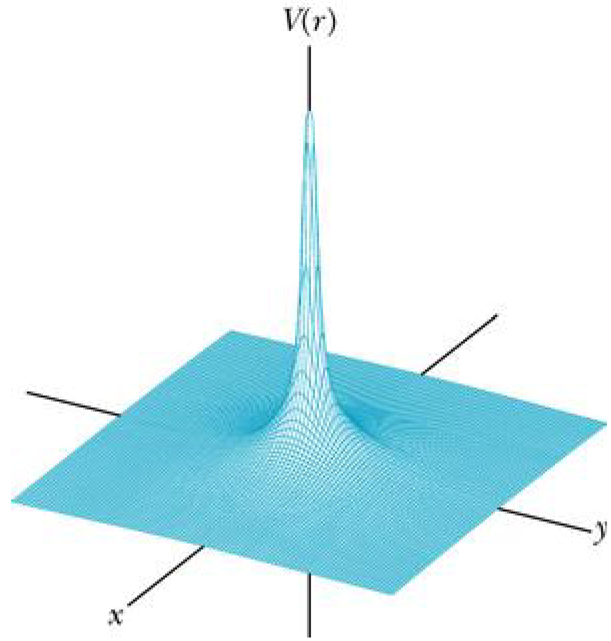
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}.$$

$$0 - V = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0}\int_R^\infty \frac{1}{r^2}dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{1}{r}\right]_R^\infty = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R}.$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$$

$$V = \sum_{i=1}^{n} V_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}$$

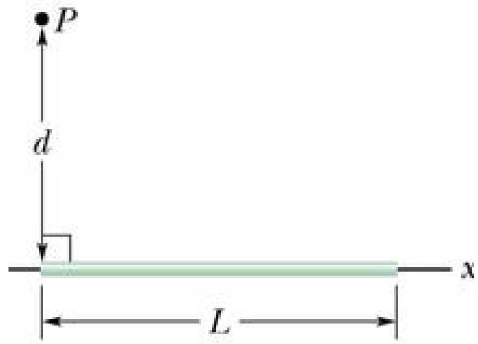
El potencial en los puntos de un espacio de dos dimensiones alrededor de una carga puntiforme positiva.



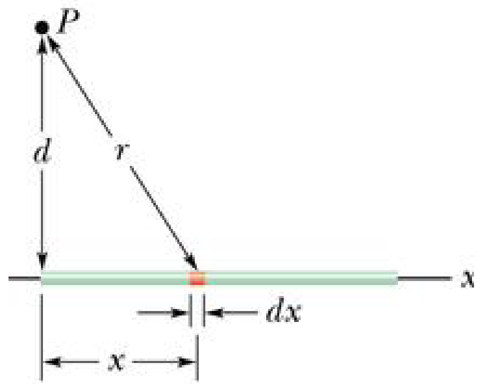
Es muy grande cerca de la carga.

Ese es el meollo de potencial eléctrico. Es grande cerca de la carga positiva y más pequeño cerca de la carga negativa. Cuando me muevo de la positiva a la negativa, el cambio en potencial es negativo.

Cálculo de Potencial Debido a Una Distribución de Carga Continua.



(a)



(b)

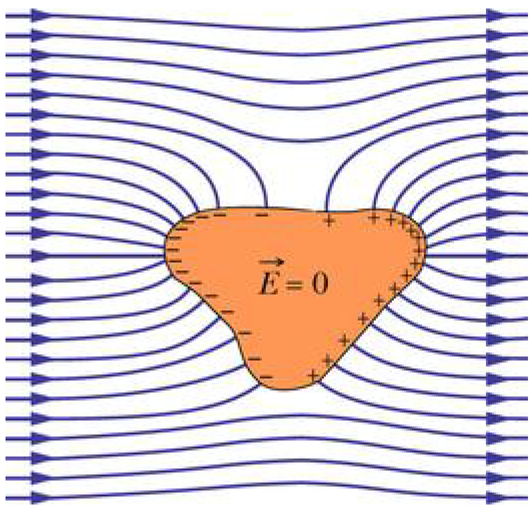
$$V = \int dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r}.$$

$$dq = \lambda\, dx.$$

$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{dq}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{\lambda\, dx}{\left(x^2 + d^2\right)^{1/2}}.$$

$$V = \int dV = \int_0^L \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{\lambda}{\left(x^2 + d^2\right)^{1/2}}\,dx$$

El Potencial para un Pedazo de Metal



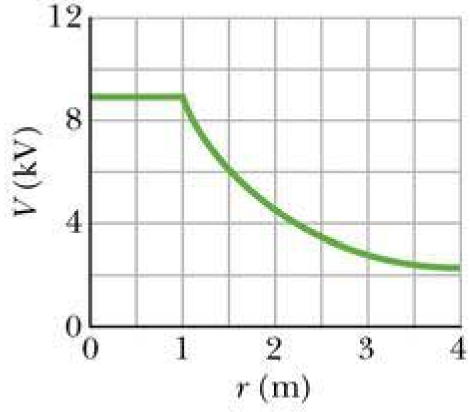
Un metal en un E externo. Fíjese que E=0 dentro del metal aunque no hay simetría en esta situación que me permita usar la ley de Gauss para calcular E afuera. Tampoco puedo usar Gauss para calcular la distribución de carga.

Ya sabemos que una característica de un metal (conductor) en electrostática (cuando no hay corriente) es que siempre E=0 en el cuerpo del conductor aunque haya un E externo como en el diagrama.

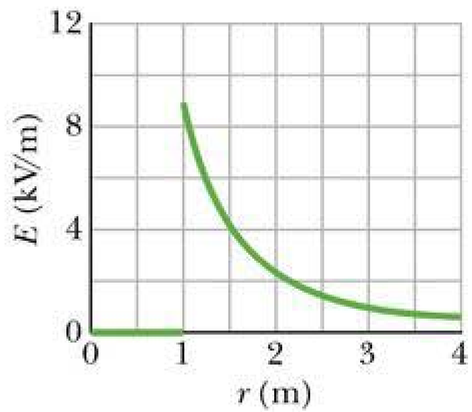
Este hecho inmediatamente implica que todos los puntos del metal tienen el mismo valor de potencial, o sea, no hay diferencia en potencial entre cualquiera dos puntos del conductor. La derivación de este resultado es considerando el integral que es la definición de ΔV y tomando una trayectoria enteramente dentro del metal. Obtenemos

$\Delta V = 0$.

Este resultado es general independiente de que haya o no simetría para poder usar la ley de Gauss.

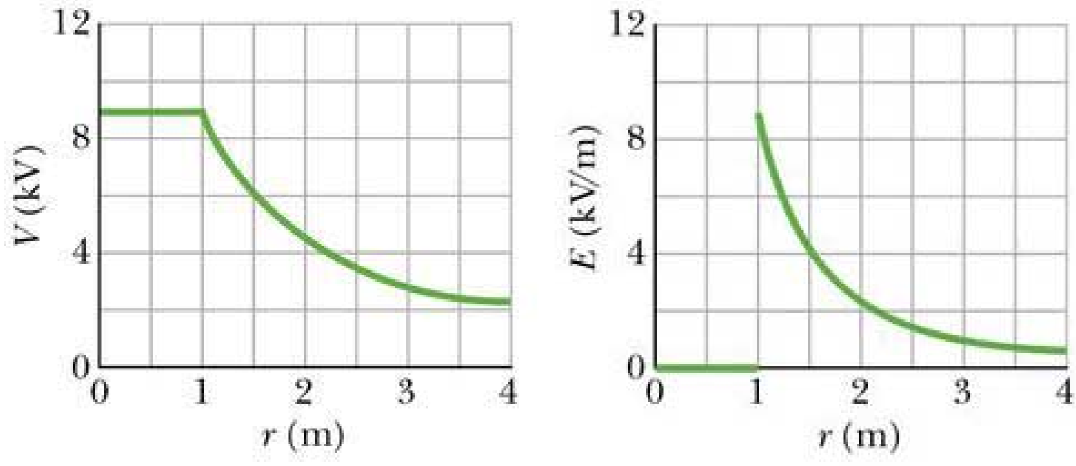


(a)



(b)

Gráfica de V para Esfera Metálica



(a) (b)

Para una esfera metálica con carga sí podemos usar (y hemos usado) Gauss para calcular E (gráfica de la derecha). Usamos ese resultado para calcular V (gráfica de la izquierda). Fuera de la carga (radio = 1m), V disminuye como 1/r. Dentro de la carga (r<1m), V es constante como explicamos en la transparencia anterior.