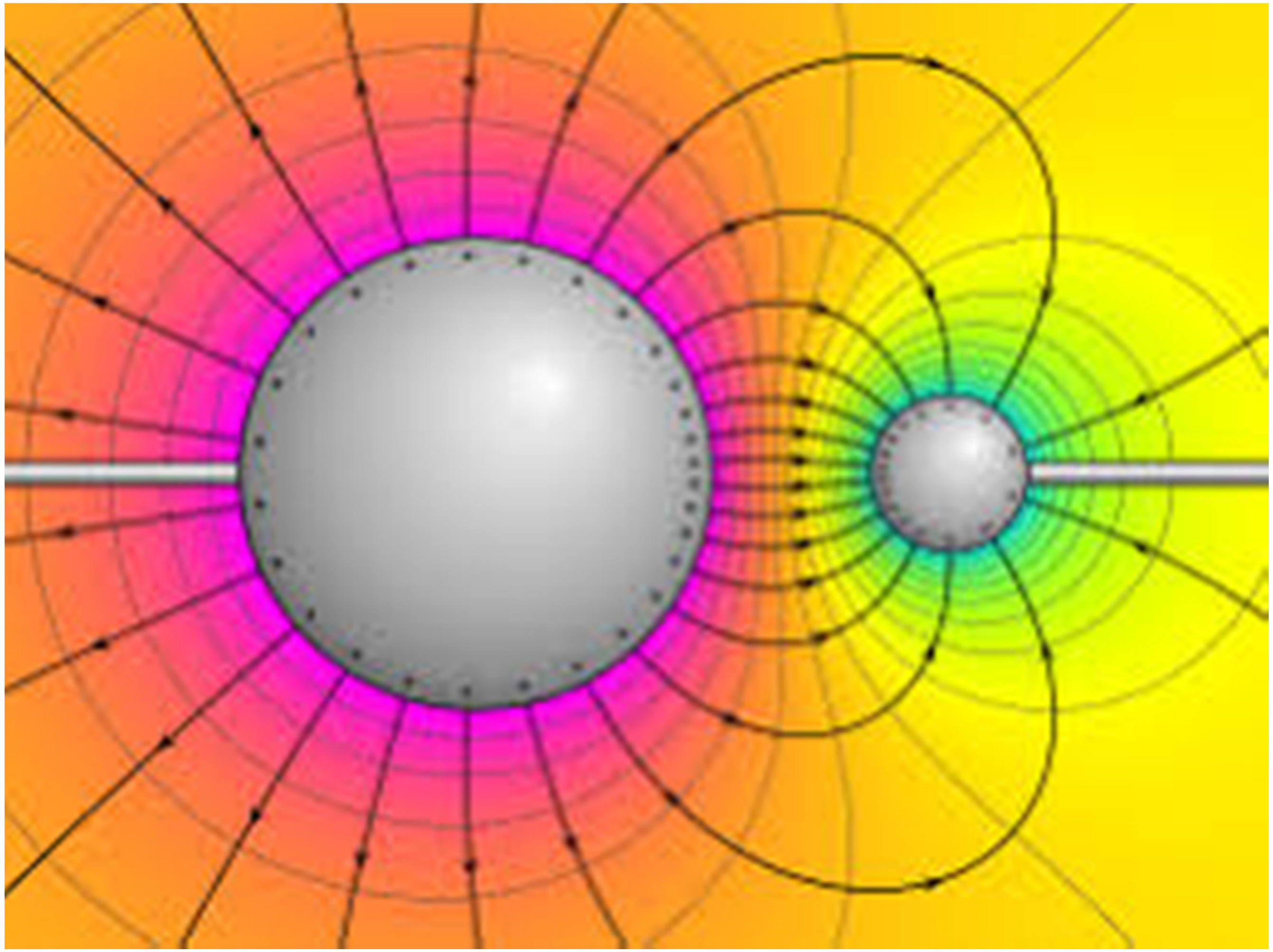
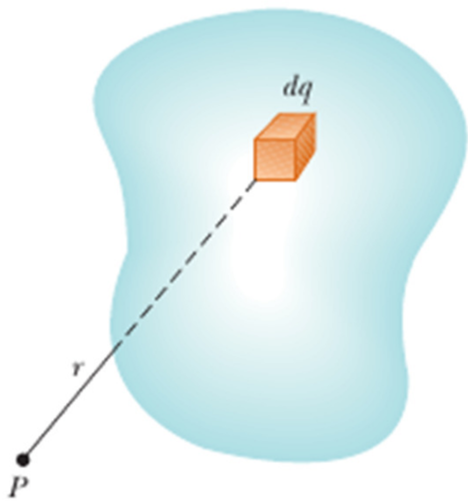
Potencial Eléctrico



Potencial Eléctrico

- **POTENCIAL ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA.**

Es posible calcular el potencial eléctrico en un punto P debido una distribución continua de cargas dividiendo el cuerpo que pequeños elementos de carga dq, que consideraremos como cargas puntuales.



La contribución al potencial de ese elemento de carga es :

$$dV = \frac{k\,dq}{r}$$

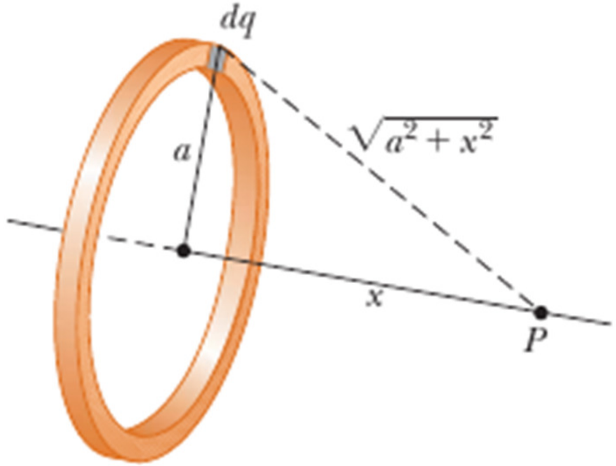
Por lo que el potencial total en P será:

$$\boxed{V(P) = \int \frac{k\,dq}{r}}$$

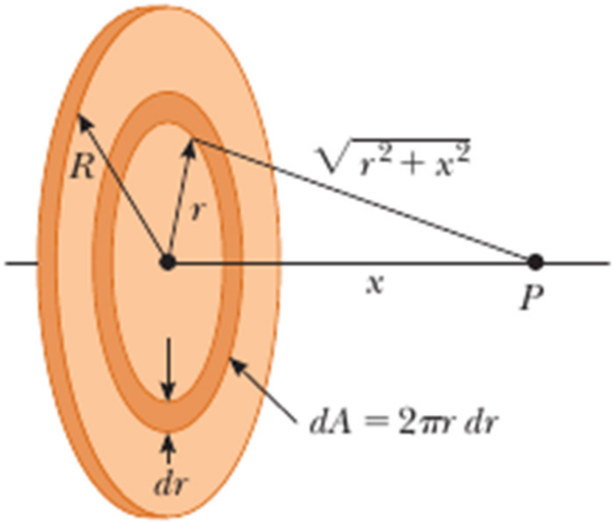
Potencial Eléctrico de Distribuciones Continuas

♦ **EJEMPLOS:**

1) Encontrar una expresión para el potencial eléctrico de un anillo de radio a, con una carga Q uniformemente distribuida, sobre un punto P ubicado sobre el eje del anillo, a una distancia x del centro del mismo.



2) Encontrar el potencial eléctrico en un punto P sobre el eje de un disco de radio R, que tiene una densidad de carga uniforme σ.



Potencial Eléctrico

♦ SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES

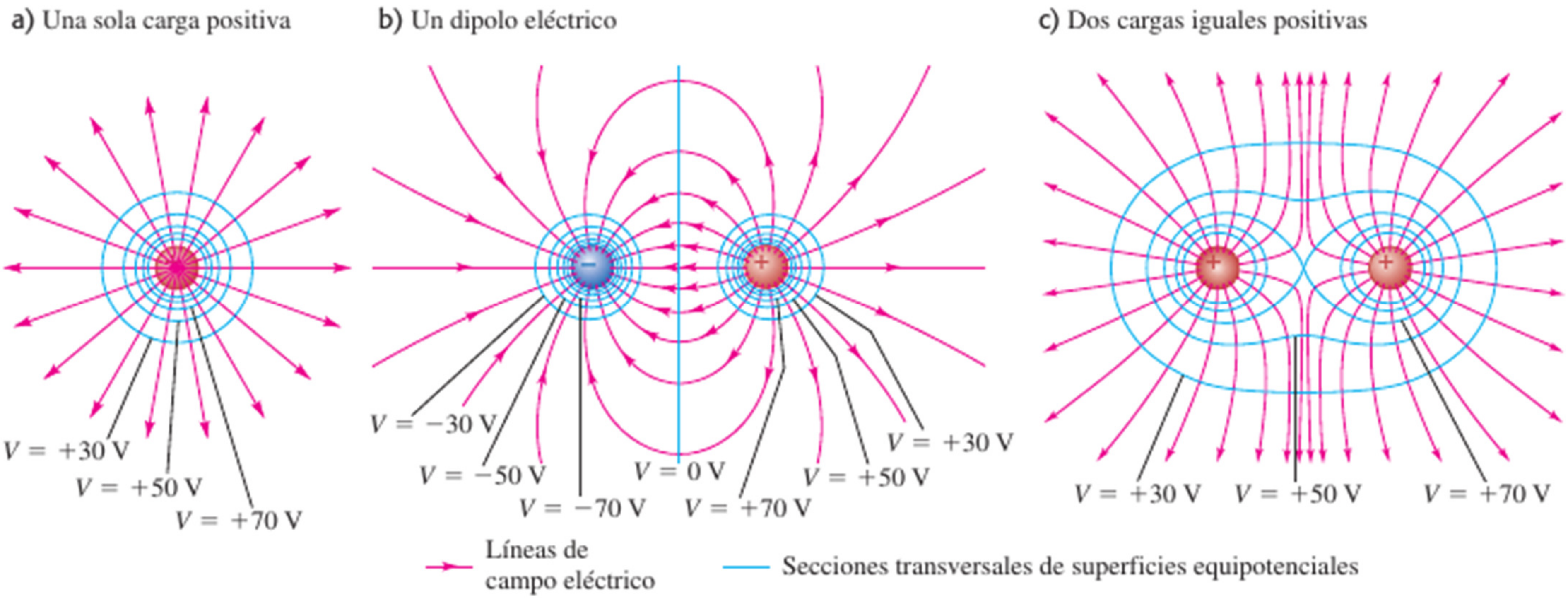
Definición: Una "superficie equipotencial" es una superficie tridimensional sobre la cual el potencial eléctrico V es constante (es decir, todos los puntos sobre la superficie tienen el mismo potencial).

Por lo tanto:

- Si una carga de prueba q_0 se desplaza de un punto a otro sobre una superficie equipotencial, la energía potencial eléctrica $U = q_0 V$ permanece constante.
- Como la energía potencial no cambia a medida que la carga de prueba se traslada sobre una superficie equipotencial, el campo eléctrico no realiza trabajo sobre la carga. De ello deducimos que $\vec{E}$ debe ser perpendicular a la superficie en cada punto, de manera que $\vec{F} = q_0 \vec{E}$ sea perpendicular al desplazamiento.

> Consecuencia: Las líneas de campo y las superficies equipotenciales siempre son perpendiculares entre sí.

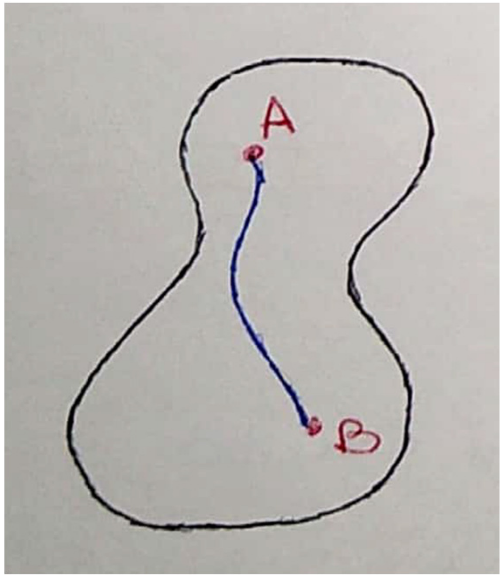
Superficies Equipotenciales



Potencial en Conductores

Propiedad importante: Dentro de un conductor, el potencial eléctrico debe ser constante.

Demostración: Sea un conductor de forma arbitraria, y tomemos dos puntos cualesquiera A y B dentro de ese conductor.



Sabemos que, dentro del conductor, $\vec{E} = 0$ (en el caso electrostático).

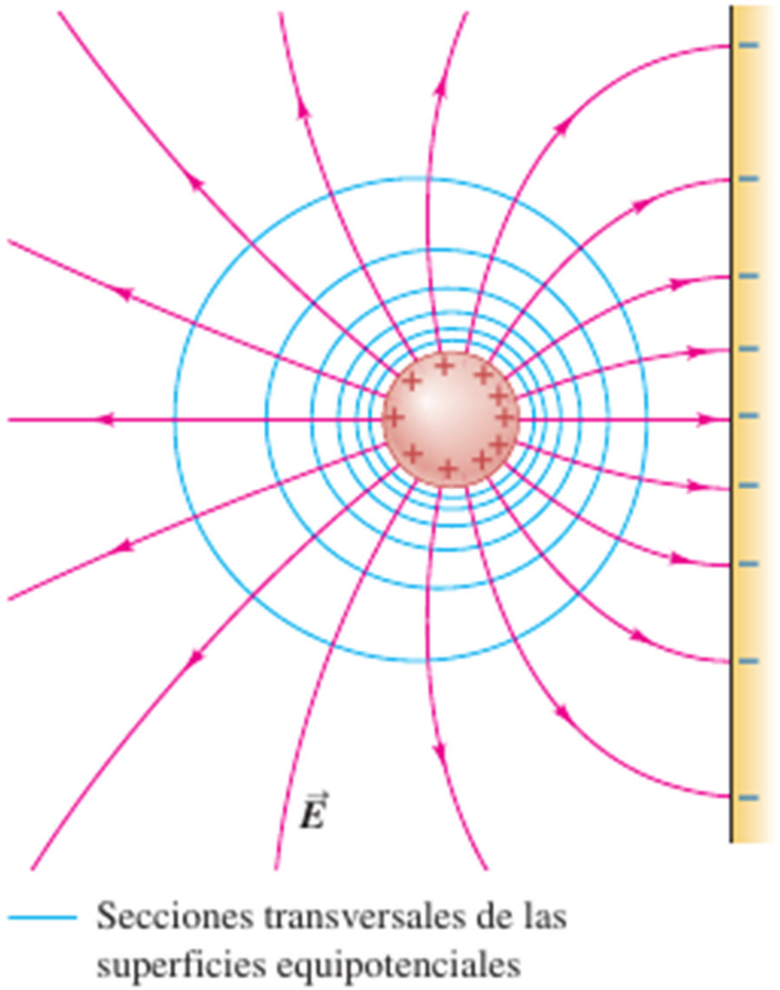
Por definición:

$$V_B - V_A = -\underbrace{\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}}_{\text{A lo largo de cualquier trayectoria.}} = 0$$

$$\rightarrow V_B - V_A = 0 \rightarrow \boxed{V_B = V_A}$$

Potencial en Conductores

Consecuencia: Cualquier par de puntos dentro del conductor están al mismo potencial → $V = cte$ dentro del conductor.



Cuando las cargas están en reposo, la superficie de un conductor siempre es una equipotencial y, como $\vec{E}$ debe ser perpendicular a una equipotencial, entonces $\vec{E}$ justo fuera del conductor debe ser perpendicular a la superficie del mismo en cada punto.

Potencial Eléctrico

♦ **CÁLCULO DEL POTENCIAL ELÉCTRICO A PARTIR DEL CAMPO**

Si se conoce el modo en que el campo eléctrico depende de la posición, es posible calcular el potencial en un punto P a partir de su definición:

$$V(r_p) - V_A = -\int_A^P \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Estableciendo que el potencial es igual a cero en algún punto A conveniente:

$$\boxed{V(r_p) = -\int_A^P \vec{E} \cdot d\vec{l}} \longrightarrow$$

A lo largo de alguna trayectoria que conecte A con P.

Este es el caso en los problemas en que el campo eléctrico se obtuvo previamente mediante la Ley de Gauss.

Potencial Eléctrico

♦ **EJEMPLOS:**

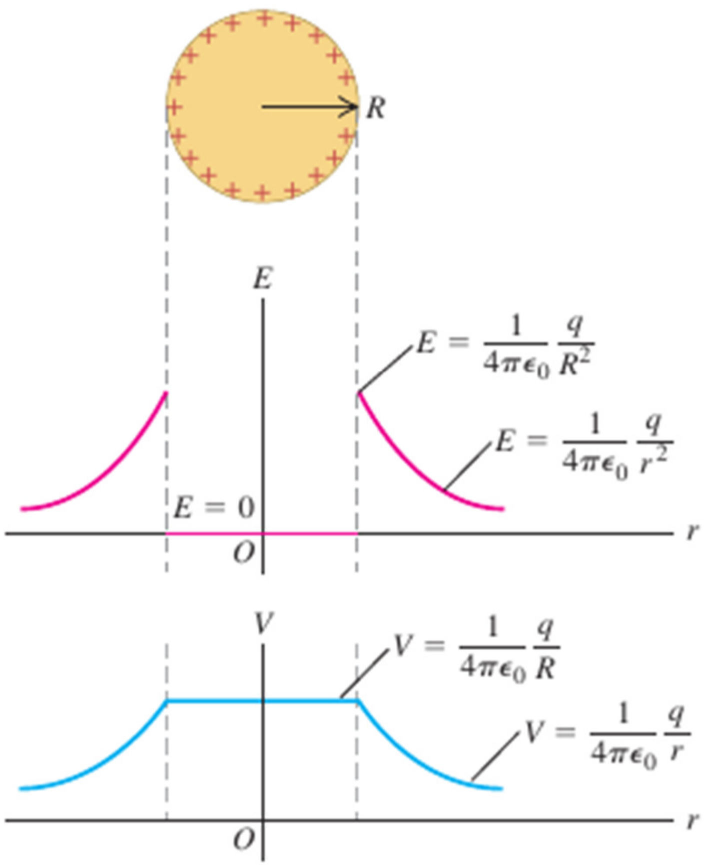
1) Calcular el potencial eléctrico, en todo el espacio, de una esfera conductora de radio R que porta una carga neta Q.

Solución:

En el pizarrón.

Notar que el campo eléctrico es discontinuo en la superficie de la esfera conductora, pero el potencial es una función continua de r.

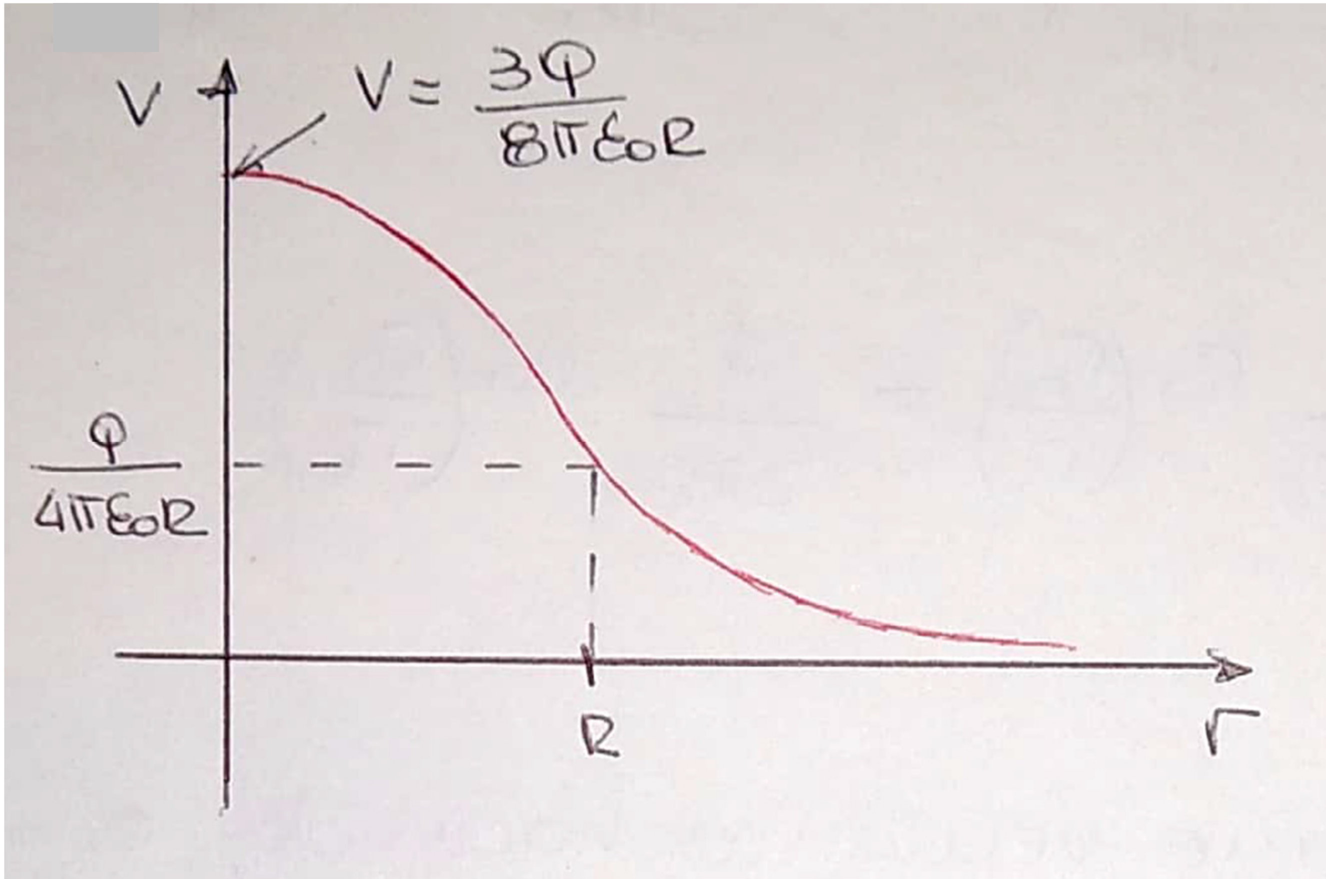
Magnitud del campo eléctrico E y el potencial V en puntos dentro y fuera de una esfera conductora con carga positiva.



Potencial Eléctrico

2) Una esfera no conductora de radio R tiene una carga Q uniformemente distribuida en su volumen. Calcular el potencial eléctrico en todo el espacio, como función de r, y graficarlo.

Solución:
En el pizarrón.



Potencial Eléctrico

3) Encontrar el potencial eléctrico a una distancia r de un alambre recto e infinito, con densidad lineal de carga λ.

Solución:
En el pizarrón.

Nota: En los casos con simetría cilíndrica, no es posible elegir $V = 0$ en el infinito (como veníamos haciendo), porque eso haría que el potencial diverja.
La dificultad radica en que la distribución de cargas en sí se extiende al infinito.
Para solucionar este inconveniente, recordemos que V puede establecerse como cero en cualquier punto que se desee, por lo tanto basta con tomar cualquier otro punto de referencia.

Potencial Eléctrico

4) Un cilindro conductor muy largo, de radio R, tiene una densidad lineal de carga uniforme λ. Calcular el potencial eléctrico en todo el espacio, eligiendo $V = 0$ en R. Graficar $V\ vs\ r$.

Solución:
En el pizarrón.