

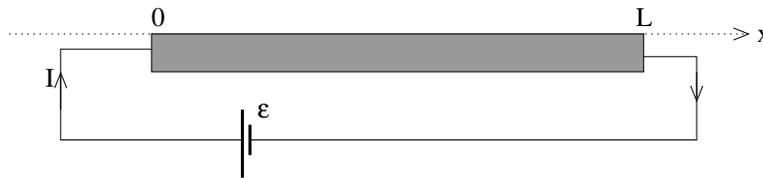
(Desarrolle sus respuestas y **cuide la presentación**. Sin calculadora.)

Relaciones útiles:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\epsilon_0 \quad \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$$

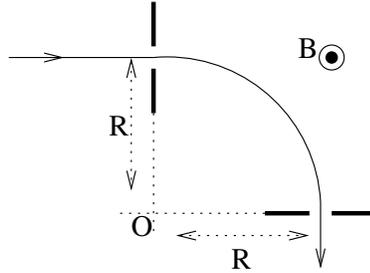
I Cargas libres en conductividad variable 1D.

Un segmento de alambre conductor está orientado a lo largo del eje x , tiene largo L , y una sección transversal A . Está hecho de material cuya conductividad varía a lo largo del alambre como $\sigma(x) = \sigma_0 L/x$, en que el origen del eje x coincide con la extremidad del conductor de donde proviene la intensidad de corriente. Este segmento de alambre es conectado a una batería usando cables de resistencia nula. La batería provee una fuerza electromotriz ϵ . En lo que sigue considere que todo ocurre en estado estacionario ($\partial/\partial t = 0$), y que la corriente circula uniformemente a lo largo del segmento, entre $x = 0$ y $x = L$.



1. (1.5 pt) ¿Cuál es la resistencia R del segmento? (considere el segmento como una secuencia de sub-segmentos de largo dx).
2. (1.5 pt) ¿Cuál es la densidad de corriente \vec{j} en el interior del segmento conductor?
3. (1.5 pt) ¿Cuál es el campo eléctrico \vec{E} al interior del segmento conductor?
4. (1.5 pt) ¿Cuál es la densidad de carga al interior del segmento conductor?

II Espectrógrafo de masa.



1. (2.0 pt) Calcule las trayectorias de una partícula con carga q , y masa m , en un campo magnético uniforme $\vec{B} = B\hat{z}$ si la velocidad y la posición inicial ($t = 0$) son $\vec{v} = v_0\hat{x}$ y $\vec{r} = R\hat{y}$.
2. (0.5 pt) ¿Se puede usar un campo \vec{B} uniforme para entregar energía cinética a una partícula cargada?
3. (3.5 pt) Considere un gas ionizado, en que sus iones constituyentes tienen carga $q = e$, y son acelerado en un condensador por una diferencia de potencial ϕ , hasta chocar con la placa negativa. Existe un orificio a través de esta placa, diseñado como colimador para producir un haz fino de iones que entran en una región de campo magnético uniforme, con magnitud ajustable pero cuya dirección es ortogonal a la del haz. Los iones son desviados hasta chocar con otro colimador, como se indica en la Figura.
 - ¿Cuál es la masa de las partículas que logran cruzar el segundo colimador?
 - Equipamos el aparato con una pantalla luminiscente a la salida del segundo colimador, explique cómo se podría utilizar este dispositivo para determinar la masa de las partículas constituyentes. ¿De qué sirve conocer las masas de las partículas del gas?

III Fuerza entre dipolos magnéticos.

Calcular la fuerza entre dos dipolos magnéticos \vec{m} , idénticos y paralelos, y con direcciones ortogonales a su separación, dado el campo magnético de un dipolo en \vec{r} :

$$\vec{B}(\vec{r}) = -\mu_0 \vec{\nabla} \phi_{\text{dip}}, \quad \text{con } \phi_{\text{dip}} = \frac{\vec{m}}{4\pi} \cdot \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}.$$

Compare esta fuerza con la repulsión electrostática de dos electrones separados por 1 \AA , si ambos espines están orientados paralelamente y son ortogonales al vector separación (datos: momento magnético del electrón, $9,274 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$, y $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$). Haga sus estimaciones sin calculadores (sólo se pide un resultado aproximado).