FI4004-1 Electrodinámica
Profesora: Daniela Mancilla
Auxiliar: Benjamín Pérez

Auxiliar #3: Inducción

29 de agosto de 2019

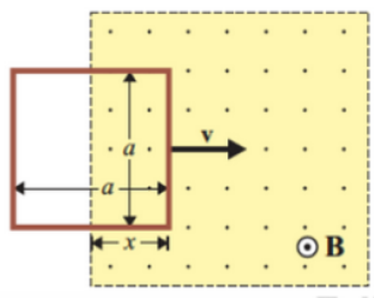
P1. Una espira cuadrada de lado a, hecha de un hilo metálico de sección A y resistencia R, penetra en un campo magnético uniforme de módulo B que sale de la página (ver figura). La espira se mueve hacia la zona del campo magnético con velocidad v_0. En $t = 0$ la espira entra al campo.

a) Calcule la corriente inducida en la espira cuando ésta ha penetrado una distancia x en el campo y se mueve con velocidad v_0. ¿En qué sentido viajará esta corriente?

b) Encuentre la fuerza que el campo magnético ejerce sobre la espira.

c) Si la velocidad de la espira se mantiene constante, determine la potencia disipada en ella debido al efecto Joule. ¿De dónde proviene la energía disipada?

d) Si se deja que la espira frene por acción del campo magnético, determine cómo cambia la velocidad en el tiempo, así como la energía total disipada por efecto Joule.

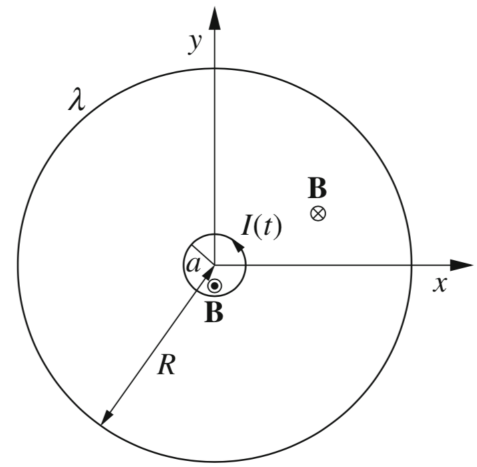


P2. Un anillo no conductor de radio R y masa M se encuentra en el plano $x - y$ como se muestra en la figura. El anillo es de grosor despreciable y tiene una carga Q distribuida uniformemente. Además es libre de rotar respecto al eje z. Otro anillo superconductor de radio $a \ll R$ coaxial al anillo anterior lleva una corriente I_0. Este anillo, en $t = 0$, es calentado de forma que pierde su conductividad y la corriente decae a 0 según $I = I(t)$.

a) Despreciando efectos de auto-inductancia calcule la velocidad angular $\omega = \omega(t)$ del anillo grande como función de $I(t)$. Evalué la velocidad angular final ω_f y el momentum angular del anillo L_f.

b) Discuta como los resultados en la parte *a*) son modificados al considerar la auto inductancia del anillo.

Note que en la pregunta anterior no existen torques externos al sistema, sin embargo el momentum angular inicial es distinto del final. ¿Cómo se podría explicar ésto?



P3. *a*) Demuestre que en una región del espacio libre de cargas, el campo eléctrico inducido por un campo magnético variable en el tiempo se puede calcular a partir de:

$$\vec{E}(\vec{r},t) \sim \int \frac{\dot{\vec{B}}(\vec{r}',t) \times (\vec{r}-\vec{r}')}{\|\vec{r}-\vec{r}'\|^3} d^3r'$$

b) Considere el caso en que $\dot{\vec{B}}$ tiene simetría cilíndrica, es decir, no es función del ángulo azimutal ϕ alrededor del eje z y apunta en $\hat{z}$. Encuentre, en este caso, una expresión para el campo eléctrico expresada en función de la derivada temporal del flujo magnético $\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$ a través de de una superficie S correspondiente a un círculo de radio r.

c) Sea $\vec{B} = B(r,t)\hat{z}$ el campo en el plano $z = 0$. Considere una partícula de carga q y masa m describiendo en ese plano una órbita circular de radio a bajo la influencia de ese campo. Determine el valor de $\dot{\Phi}_m(t)$ para que el radio de la órbita permanezca estacionario. ¿Qué momentum adquiere la partícula?