Física 3 – 2do. cuatrimestre de 2019 – Segundo parcial (25/11/2019)

(Justifique todas sus respuestas. Entregue los distintos problemas en hojas separadas. Ponga su nombre en todas las hojas. Se aprueba con 5,50 puntos, con la condición de tener al menos dos de los ejercicios con más del 50% de su desarrollo correcto. Todos los ejercicios valen lo mismo.)

P1. Se tiene un arrollamiento de N vueltas sobre un prisma recto cuya base es un triángulo equilátero (de lado a) y cuya altura es L, por el cual circula una corriente I . El arrollamiento es lo suficientemente denso de modo que se lo puede aproximar por una densidad superficial de corriente $\vec{g}$ uniforme sin componente vertical, tal como se muestra en la Figura 1. Considere que el origen de coordenadas está centrado en el arrollamiento siendo el eje z el eje de simetría, que pasa perpendicular al triángulo de la base por su centro.

a) Calcule primero el campo magnético en el eje z de una espira triangular equilátera de corriente i y lado a. La espira está ubicada sobre en el plano $x - y$ y el eje z, es el eje de simetría. Luego exprese el campo de la espira si esta se encuentra en un plano $z = z_o$.

Ayuda*:* Justifique que el campo en el eje z es paralelo al mismo. Puede tomar en cuenta que el módulo del campo $\vec{B}$ de un segmento de corriente i en un punto simétrico que dista una distancia d de su centro es $B_i(d) = \frac{\mu_0 i}{4\pi d}\frac{a}{(d^2+a^2/4)^{1/2}}$.

b) Ahora considere el problema planteado. Halle explícitamente $\vec{g}$ en función de los datos del problema y calcule el campo magnético en el eje z (es decir, halle $\vec{B}(x = 0, y = 0, z)$). Use una de las integrales propuestas en la Figura 1.

c) Utilizando el resultado del punto anterior, ahora se quiere hallar el campo $\vec{B}$ y el campo $\vec{H}$ en el eje z de un imán permanente con magnetización $\vec{M} = M_0\hat{z}$ cuya geometría es igual a la del arrollamiento anterior. Para resolver este punto:

i) Calcule las fuentes en superficie y en volumen del campo $\vec{B}$ del imán.

ii) Escriba en forma precisa las expresiones para $\vec{B}(x = 0, y = 0, z)$ y $\vec{H}(x = 0, y = 0, z)$ en función de los parámetros del imán.

Datos: N, I, a, L, M_0

P2. Una barra conductora de masa m y resistencia R desliza sin rozamiento sobre un par de rieles metálicos perfectos muy largos y paralelos bajo los efectos de la gravedad. Ambos rieles están separados una distancia l y se encuentran conectados entre sí en su base por un cable de resistencia despreciable. La inclinación angular de los rieles respecto de la horizontal es θ. En toda la región hay un campo magnético $\vec{B}$ uniforme con dirección vertical y sentido hacia arriba. Puede despreciar efectos autoinductivos. El esquema completo se muestra en la Figura 2. Se pide:

a) Calcule la fuerza electromotriz (*fem*) inducida sobre el circuito y determine la corriente como función de la velocidad. Explicite el sentido de circulación y justifique. Puede considerar que los rieles tienen un largo total D.

b) Halle la fuerza magnética sobre la barra. Plantee la ecuación de movimiento de la barra en la dirección del desplazamiento y muestre que la barra adquiere una velocidad límite estacionaria. Calcúlela.

c) Asumiendo el movimiento estacionario del inciso anterior calcule la potencia disipada en la barra por efecto Joule. A su vez determine el trabajo por unidad de tiempo de la fuerza peso. ¿Deberían ser iguales?, ¿por qué?.

d) Considere el mismo problema pero revirtiendo el sentido del campo $\vec{B}$ (ahora apunta hacia abajo). En este caso, ¿cuáles son los sentidos de circulación de la corriente y de la fuerza magnética sobre la barra?, ¿adquiere una velocidad límite?.

Ayuda: No es necesario rehacer todo el problema. Argumente sus respuestas.

Datos: m, g, R, l, B, θ.

P3. En el circuito de la izquierda de la Figura 3 se pone el interruptor en la posición 1 en $t = 0$ y se aplica una tensión continua $V_1 = 10\,\text{V}$.

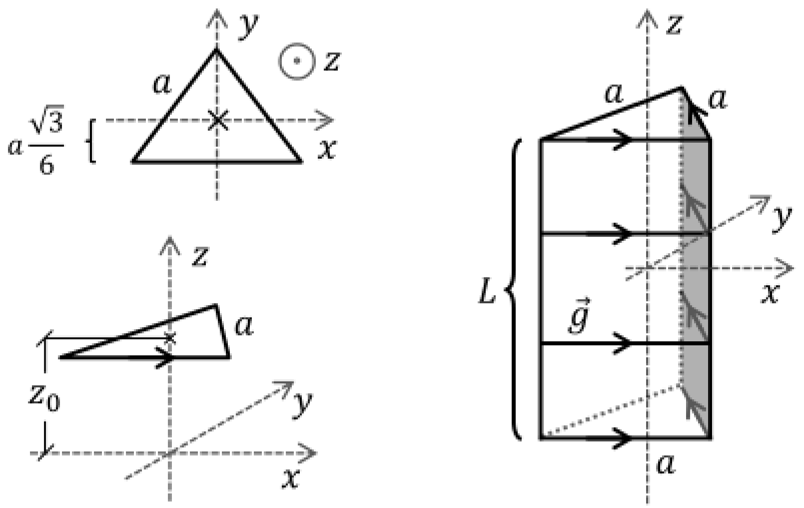
a) Calcular la intensidad $i = i(t)$ para $0 < t < 500\,\mu\text{s}$ y graficarla. El capacitor se encuentra inicialmente descargado.

b) En $t = 500\,\mu\text{s}$ se pasa la llave a la posición 2. Calcular la intensidad $i = i(t)$ para $t >> 500\,\mu\text{s}$ (regimen estacionario). La tensión alterna tiene amplitud $V_2 = 10\,\text{V}$ y frecuencia angular $\omega = 1000\text{s}^{-1}$.

c) Calcule el valor medio de la potencia entregada por la fuente y el valor medio de la potencia disipada por la resistencia.

d) Ahora se le agrega la rama de la derecha al circuito, conectando los puntos a con a' y b con b'. Determine el valor de L para el cual la diferencia de potencial entre c y d se anula. Justifique.

Datos: $V_1 = 10\text{V}$, $V_2 = 10\text{V}$, $\omega = 1000\text{s}^{-1}$, $R = 1000\Omega$, $C = 1\mu\text{F}$



$$\int \frac{1}{(x^2+a^2)^{3/2}}\,dx = \frac{x}{a^2\sqrt{a^2+x^2}} + C$$

$$\int \frac{1}{(b^2+x^2)\sqrt{c^2+x^2}}\,dx = \frac{\tan^{-1}\left(\frac{x\sqrt{c^2-b^2}}{b\sqrt{c^2+x^2}}\right)}{b\sqrt{c^2-b^2}} + C$$

Figura 1

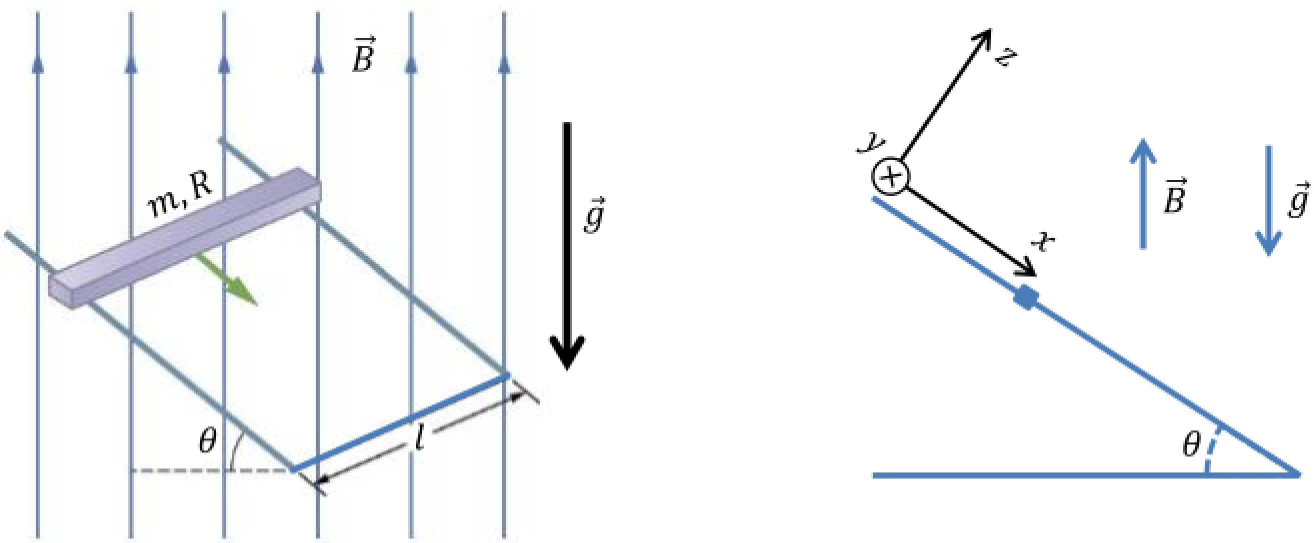


Figura 2

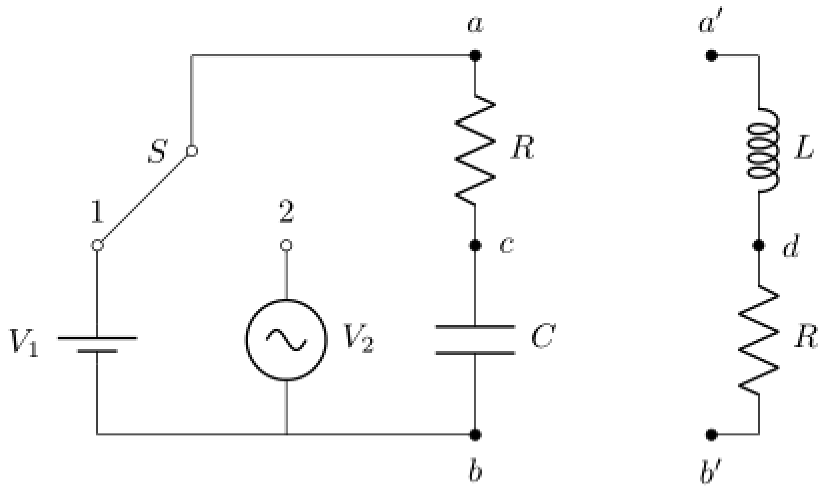


Figura 3