

## LMA Física II: Electricidad y Magnetismo - 1C 2022

## Guía N°6: Energía magnética

**Problema 1:** Un cable coaxil está formado de la siguiente manera: se tiene un cilindro conductor de radio  $a$ , rodeado por un cascarón cilíndrico conductor de radio interno  $b$  y radio externo  $c$ , cuyo eje coincide con el del cilindro interior. Por ambos conductores circulan corrientes netas iguales pero en sentido opuesto.

- a) Calcular el campo magnético en todo el espacio usando la aproximación de cable infinito.
- b) Calcular la energía almacenada en el campo magnético por unidad de longitud.
- c) Conociendo la relación entre energía y autoinductancia, usar el resultado anterior para hallar la autoinductancia del cable, suponiendo una longitud total  $l$ .
- d) Evaluar el resultado anterior para el caso de  $l = 1\text{m}$ ,  $b = 2a$ ,  $c = 4a$ . Expresar en mH.

**Problema 2:** Un solenoide superconductor diseñado para imágenes médicas del cuerpo humano por resonancia magnética nuclear tiene 0,9 m de diámetro y 2,2 m de longitud. El campo en el centro es de 0,4 T. Despreciando efectos de borde, estimar la energía almacenada en el campo magnético (en Joules).

**Problema 3:** El momento magnético de un átomo de hierro es aproximadamente  $2,2 \mu_B$ , donde  $\mu_B \simeq 9,3 \times 10^{-24} \text{ J/T}$  es el “magnetón de Bohr”. Estimar la magnetización de saturación de un trozo de hierro. Escribir (en Tesla) el valor de campo magnético correspondiente a esa magnetización.

**Problema 4:** Un solenoide está formado por un arrollamiento de 60 vueltas/m de alambre que conduce una corriente de 5 A. El solenoide se llena con hierro, el cual tiene una permeabilidad magnética relativa  $\kappa_m = 5000$ . Encuentre el campo magnético debido solamente a la corriente del solenoide, la magnetización y el campo magnético total dentro del núcleo de hierro. Compare con el resultado del problema anterior.

**Problema 5:** Se tiene un imán permanente con forma de cilindro de radio  $R$  y altura  $a$ . La magnetización en el interior del imán es uniforme,  $\vec{M} = \vec{M}_0$ , y apunta en la dirección del eje del cilindro. El valor de  $M_0$  es independiente de la presencia de campos externos. El campo magnético  $\vec{B}$  generado por este imán puede pensarse como causado por las “corrientes de magnetización”, que circulan por el borde del imán. Se trata de corrientes en superficie que se “enrollan” en torno

del imán, y que tienen magnitud uniforme dada por  $M_0$ . Se puede pensar entonces en el imán como si fuera una cinta de ancho  $a$  con corriente total  $I_{\text{mag}} = aM_0$  y cuyos extremos están pegados formando un cilindro de radio  $R$  (ver figura).



- a) Explicar por qué no tiene sentido definir una permeabilidad magnética en este caso.
- b) Mostrar que la magnetización tiene unidades de corriente superficial, de modo que  $I_{\text{mag}}$  efectivamente tiene unidades de corriente.
- c) Usando como punto de partida la corriente de magnetización descrita, calcular el campo  $\vec{B}$  sobre todo el eje  $z$ , tomado como el eje del imán.
- d) Dibujar las líneas de campo  $\vec{B}$  en todo el espacio.