

➤ **Nº de Pregunta:**

069

➤ **Descripción de la Impugnación:**

Solicito la anulación de la pregunta por tener varias interpretaciones posibles.

➤ **Justificación:**

La autoinducción de un toroide de **sección rectangular** con radio interior  $a$ , radio exterior  $b$  y altura  $h$  en el que existe un arrollamiento de  $N$  vueltas de un cable conductor que transporta una corriente  $I_0$ , viene dado por:

$$L = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} h \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

La demostración de esta fórmula se puede encontrar en el problema 59 del capítulo 28 del “Solucionario de Física para la Ciencia y la Tecnología (Vol. 2) - 5ª Edición” de Paul A. Tipler (páginas 665-666)

Interpretación 1:

En el enunciado nos habla de un toroide de **sección cuadrada**, de modo que la altura viene dada por la diferencia entre el radio externo y el radio interno, esto es,  $h=b-a$ . Si lo llevamos a nuestro problema, cuando  $a=3\text{cm}$  y  $b=5\text{cm}$ :

$$L_o = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} (0.05 - 0.03) \ln\left(\frac{0.05}{0.03}\right) = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} 0.02 \ln\left(\frac{5}{3}\right)$$

Y para  $a=6\text{cm}$  y  $b=10\text{cm}$ , considerando que la altura cambia también para mantener la sección cuadrada:

$$L = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} (0.10 - 0.06) \ln\left(\frac{0.10}{0.06}\right) = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} 0.04 \ln\left(\frac{5}{3}\right)$$

Dividiendo ambas expresiones y despejando la nueva autoinducción obtenemos:

$$L = \frac{0.04}{0.02} L_o = 2L_o$$

Que se corresponde con la opción 4.

Interpretación 2:

Para obtener la opción dada por correcta, sólo hemos de considerar que la única dimensión que varía son los radios interno y externo, es decir, la altura no varía. Y por consiguiente, la autoinducción no varía.

Dado que hay dos posibles interpretaciones del problema, pues el enunciado puede inducir a error, solicito la anulación de esta pregunta.

53 \*\*\* Demostrar que la inductancia de un toroide de sección rectangular como el que indica la figura 28.52 viene dada por  $L = \frac{\mu_0 N^2 H \ln(b/a)}{2\pi}$ , donde  $N$  es el número total de vueltas,  $a$  es el radio interior,  $b$  el radio exterior y  $H$  la altura del toroide.

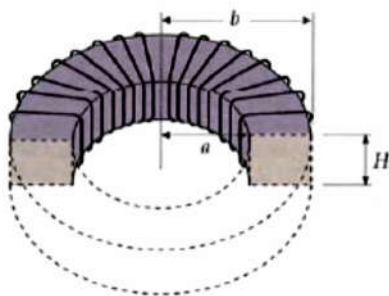


FIGURA 28.52  
Problema 53

59 \*\*\*

**Picture the Problem** We can use Ampere's law to express the magnetic field inside the rectangular toroid and the definition of magnetic flux to express  $\phi_m$  through the toroid. We can then use the definition of self-inductance of a solenoid to express  $L$ .

Using the definition of the self-inductance of a solenoid, express  $L$  in terms of  $\phi_m$ ,  $N$ , and  $I$ :

$$L = \frac{N\phi_m}{I} \quad (1)$$

Apply Ampere's law to a closed path of radius  $a < r < b$ :

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = B2\pi r = \mu_0 I_C$$

$$\text{or, because } I_C = NI, \\ B2\pi r = \mu_0 NI$$

Solve for  $B$  to obtain:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$$

Express the flux in a strip of height  $H$  and width  $dr$ :

$$d\phi_m = BHdr$$

Substitute for  $B$  and integrate  $d\phi_m$  from  $r = a$  to  $r = b$  to obtain:

$$\phi_m = \frac{\mu_0 NIH}{2\pi} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 NIH}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

Substitute in equation (1) and simplify to obtain:

$$L = \boxed{\frac{\mu_0 N^2 H}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$

**BIBLIOGRAFÍA:**

Título: Física para la ciencia y la tecnología. Volumen 2.

Autores: Paul Allen Tipler, Gene Mosca

Editorial: Reverté

Edición: 6ª, 2010

Página: 991