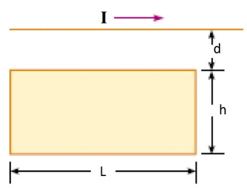
**FÍSICA GENERAL III -** 2022
**Departamento de Física - UNLP**

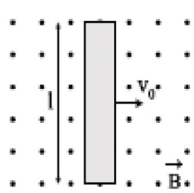
**Práctica 7:** ***Ley de Faraday y Ley de Lenz: Inducción magnética y propiedades magnéticas de la materia***

1. Un campo magnético uniforme forma un ángulo de $30°$ con una bobina circular de 300 vueltas y un radio de $4\,cm$. El campo varía a razón de $85\,T/s$, permaneciendo fijo en dirección. $(a)$ Determinar el módulo de la fem inducida en la bobina. $(b)$ Si la resistencia de la bobina es $200\,\Omega$, ¿cuál es la corriente inducida?

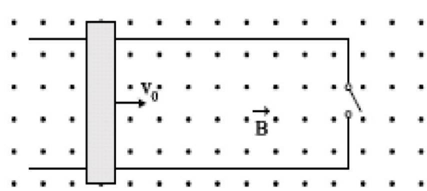
2. Un alambre largo y rectilíneo transporta una corriente I. Una espira rectangular con dos lados paralelos al alambre tiene los lados $h$ y $L$, siendo $d$ la distancia entre el lado más próximo y el alambre, $(a)$ Calcular el flujo magnético que atraviesa la espira rectangular, $(b)$ Si la corriente que transporta el alambre varía con el tiempo $t$ como $I = I_0 e^{-t/\tau}$, hallar la fem y el sentido de circulación de la corriente inducidas en la espira.




3. Una varilla metálica de longitud $l$, masa $m$ y resistencia $R$ se mueve con velocidad $v_0$ en dirección perpendicular a su eje y a un campo de inducción magnética $B$ uniforme, como se muestra en la figura $a$. $(a)$ Hallar la magnitud y dirección del campo eléctrico en la varilla y la diferencia de potencial entre sus extremos. $(b)$ Suponer ahora que la varilla se mueve sobre un marco conductor (figura $b$), el cual se encuentra en reposo respecto del observador. Si se cierra la llave en un dado instante $t = 0$, ¿cuál es la corriente que circula inicialmente por dicho marco? $(c)$ Utilizando la ley de Faraday, calcular la fem inducida al cerrar el circuito, comparando con el resultado obtenido en $(a)$. Verificar que el sentido de la corriente es tal que se satisface la ley de Lenz. $(d)$ Probar que luego de cerrar la llave actúa sobre la varilla una fuerza de frenado, de modo tal que su velocidad decrece según $v = v_0 e^{-t/\tau}$, donde $\tau = mR/(Bl)^2$ , $(e)$ Calcular a qué distancia mínima del lado derecho del marco debe encontrarse la varilla en $t = 0$, de modo tal que se detenga completamente antes de chocar con él. $(f)$ Calcular la producción de calor por efecto Joule, mostrando que la energía total disipada en la resistencia una vez que la varilla se ha detenido es igual a $\frac{1}{2}mv_0^2$.




**(a)**




**(b)**

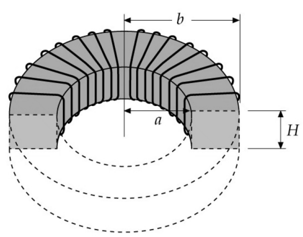
4. Sobre el eje de una espira circular de radio $a$ se encuentra otra espira de radio $r \ll a$, paralela a la anterior, y ubicada a una distancia $x$ de su centro. Por la espira grande circula una corriente constante de $3\,A$, en sentido antihorario si se mira desde la espira pequeña. Para $a = 20\,cm$, $r = 1\,cm$ y $x = 20\,cm$, calcular $(a)$ la fem inducida en la espira pequeña si ésta se está alejando de la espira grande con una velocidad de $10\,m/s$ en la dirección del eje (dado que $r \ll a$, puede considerarse que el campo magnético sobre la superficie de la espira pequeña es aproximadamente uniforme).
   $(b)$ Indicar cuál será el sentido de la corriente inducida y justificar.

5. Una bobina circular de 300 vueltas y un radio de $5\,cm$ se conecta a un integrador de corriente. La resistencia total del circuito es $20\,\Omega$. El plano de la bobina se orienta inicialmente de modo que sea perpendicular al campo magnético terrestre en un punto determinado. Cuando la bobina gira $90°$, la carga que pasa a través del integrador se mide y resulta ser igual a $9,4\,\mu C$. Calcular el valor del campo magnético terrestre en ese punto.

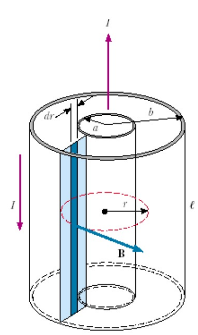
6. Por una bobina con una autoinducción de $8\,H$ circula una corriente de $3\,A$, y ésta aumenta a razón de $200\,A/s$. $(a)$ Hallar el flujo magnético que atraviesa la bobina. $(b)$ Hallar la fem inducida en la misma.

7. Un solenoide de radio $2\,cm$ se encuentra dentro de otro solenoide de radio $5\,cm$ de forma coaxial. Cada uno tiene $25\,cm$ de longitud y poseen respectivamente 300 y 1000 vueltas. Determinar su inductancia mutua.

8. Demostrar que la inductancia de un toroide de sección rectangular como el que se indica en la figura viene dado 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.




9. Los cables coaxiales que se utilizan, por ejemplo, en las redes de televisión por cable, pueden modelarse como formado por dos cáscaras conductoras cilíndricas de radios $a$ y $b$ y longitud $l$. Su conductor central conduce una corriente estacionaria $I$ y el conductor exterior proporciona la trayectoria de retorno. $(a)$ Calcular la inductancia $L$ del cable, $(b)$ Calcular la energía almacenada en el campo magnético del cable.

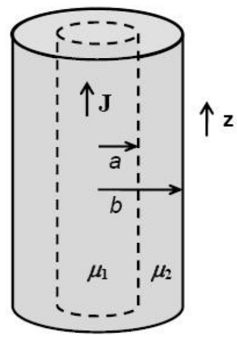


10. Un solenoide con 16 vueltas/$cm$ transporta una corriente de $1,3\,A$. ($a$) ¿En cuánto aumenta el campo magnético dentro del solenoide cuando se inserta una barra de cromo perfectamente ajustada? ($b$) Hallar la magnetización de la barra. (para el Cr, $K_m - 1 = 3,3 \times 10^{-4}$).

11. Un solenoide con 12 vueltas/$cm$ posee un núcleo de hierro recocido. Cuando la intensidad de corriente es de $0,5\,A$, el campo magnético dentro del núcleo de hierro es de $1,36\,T$. Determinar ($a$) el campo de intensidad magnética $\mathbf{H}$. ($b$) La permeabilidad relativa $K_m$. ($c$) La magnetización $\mathbf{M}$.

12. La intensidad magnética de saturación para el hierro recocido es de $3,6 \times 10^2\,A/m$, mientras que su magnetización de saturación es de $1,72 \times 10^6\,A/m$. ($a$) Hallar la permeabilidad $\mu$ y la permeabilidad relativa $K_m$ del material en la saturación. ($b$) Considerar un solenoide de $20\,cm$ de longitud cuyo devanado contiene 1000 espiras. Si se rellena el solenoide con hierro recocido, ¿cuál debe ser la intensidad mínima de la corriente para obtener la magnetización de saturación?

13. Un alambre conductor infinito con radio $a$ y permeabilidad magnética $\mu_1$ está rodeado por un aislador de radio $b$ y permeabilidad magnética $\mu_2$. El alambre transporta una densidad de corriente no uniforme $\mathbf{J}(\mathbf{r}) = f(r)\,\hat{\mathbf{k}}$, en coordenadas cilíndricas, donde $f(r) = k\,r^2$ para $r \leq a$, y $f(r) = 0$ afuera. Encontrar los campos $\mathbf{H}$, $\mathbf{B}$ y $\mathbf{M}$ en todo el espacio.




*Resultados:* 1a: $\varepsilon = 111$ V, 1b: $I = 0.55$ A. 2a: $\phi = \frac{L\mu_0 I}{2\pi}\ln(1+h/d)$, 2b: Sentido horario. 3a: $\mathbf{B} = v_0 B\mathbf{k}$, $V = lv_0B$. 4: $\varepsilon = 7.85\cdot 10^{-8}$ V, antihorario. 5: $B = 79.7\,\mu$T. 6a: $\phi = 24$ T/$^2$, 6b: $\varepsilon = 1600$ V. 7: $M = 0.0019$ H. 9a: $L = \frac{\mu_0 l}{2\pi}\ln(b/a)$. 10a: aumenta $K_m$ veces, 10b: $M = 0.68$ A/m. 11a: $H = 600$ A/m, 11b: $\mu_r \sim 1800$, 11c: $M = 1.08\cdot 10^6$ A/m. 12a: $\mu = 0.006$, $\mu_r = 4778$, 12b: $I = 0.072$ A. 13: $\mathbf{H} = \frac{k}{4}r^3\boldsymbol{\theta}$ para $r < a$, $\mathbf{H} = \frac{k}{4}a^3\boldsymbol{\theta}$ para $r \geq a$. $\mathbf{B} = \mu_1\mathbf{H}$ para $r < a$, $\mathbf{B} = \mu_2\mathbf{H}$ para $a < r < b$, $\mathbf{B} = \mu_0\mathbf{H}$ para $r > b$. $\mathbf{M} = (\frac{\mu_1}{\mu_0} - 1)\mathbf{H}$ para $r < a$, $\mathbf{M} = (\frac{\mu_2}{\mu_0} - 1)\mathbf{H}$ para $a < r < b$, $\mathbf{M} = 0$ para $r > b$