

Guía N° 4: Campo Magnético, Ley de Ampere y Faraday e Inductancia

P1. Un electrón se mueve en un campo magnético **B** con una velocidad:

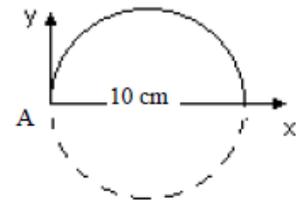
$$\vec{v} = (4 \times 10^5 \vec{i} + 7.1 \times 10^5 \vec{j}) [m/s]$$

experimenta una fuerza de

$$\vec{F} = (-2.7 \times 10^{-13} \vec{i} + 1.5 \times 10^{-13} \vec{j}) [N]$$

Calcular la magnitud del campo magnético, si sabemos que su componente $B_x = 0$.

P2. Un electrón en el punto A de la figura tiene una velocidad $\vec{v} = 10^7 \vec{j} [m/s]$ y se introduce en un campo magnético uniforme, de manera que lo obliga a moverse según la trayectoria indicada.



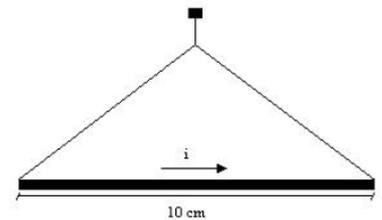
a) Calcular el campo magnético que hace que el electrón se mueva en la trayectoria mencionada.

b) Calcular el tiempo empleado en efectuar una vuelta. Verificar que dicho tiempo de revolución es independiente del radio de la trayectoria.

c) Calcular a) y b) considerando que el electrón tiene una velocidad

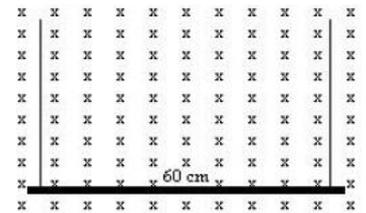
$$\vec{v} = (8 \times 10^6 \vec{i} + 2 \times 10^2 \vec{k}) [m/s]$$

P3. Un conductor que pesa 10 Kg se cuelga de una balanza. por el conductor circula una corriente de 9 A. Si la indicación de la balanza es de 4 Kg y se sabe que en la región donde está colocado el conductor existe un campo magnético uniforme:

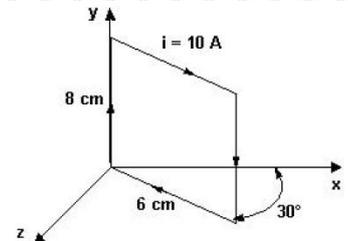


Calcular el sentido, módulo y dirección de dicho campo.

P4. Un alambre de 60 cm de longitud y 10 g de masa está suspendido por medio de dos alambres flexibles, en un campo magnético $B = 0.4 \text{ Wb/m}^2$. Determinar que intensidad de corriente debe circular por el alambre de 60 cm para eliminar la tensión en los alambres que lo sostienen. Indicar el sentido de circulación de la corriente.



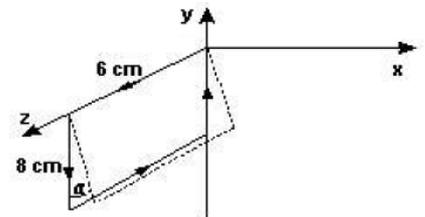
P5. La espira rectangular que muestra la figura, puede rotar alrededor del eje Y y lleva una corriente de 10 A en el sentido indicado.



a) Si la espira se encuentra en una región donde existe un campo magnético uniforme $B = 0.2 \text{ Wb/m}^2$, paralelo al eje x, hallar la fuerza ejercida sobre cada lado de la espira, y el momento necesario para mantener la espira en la posición mostrada.

b) Repetir la pregunta a) pero considerando que el campo magnético es paralelo al eje z.

P6. La espira rectangular de la figura tiene una masa por unidad de longitud de valor 0.1 g/cm y gira alrededor del eje z sin rozamiento. Por la espira circula una corriente de intensidad 10 A en el sentido indicado. Calcular la magnitud y el sentido del campo magnético paralelo al eje y que hará que la espira se desvíe hasta formar un ángulo α de 40° con el plano yz.



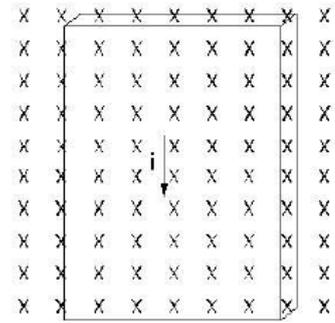
P8. Una cinta metálica por la que circula una corriente eléctrica se coloca en un campo magnético uniforme perpendicular a la cinta como se ve en la figura.

- a) Determinar la diferencia de potencial entre los bordes de la cinta, estableciendo cuál de ellos se encuentra a mayor potencial. Considerar los dos casos posibles de portadores de carga.
- b) Probar que el coeficiente de Hall del material R_H es:

$$R_H = \frac{E}{j B} = \frac{1}{n q}$$

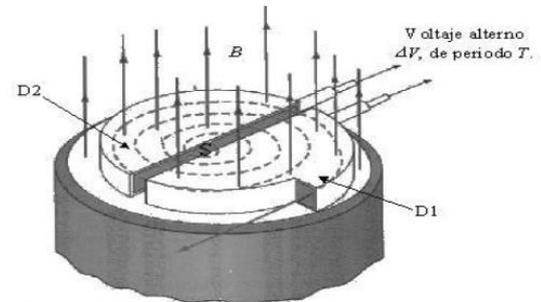
donde E es el campo eléctrico generado por acumulación de cargas en los bordes, B es el campo magnético aplicado, j la densidad de corriente, n el numero de portadores por unidad de volumen y q la carga del portador.

- c) Si la cinta fuera de oro de densidad 19300 Kg/m^3 , y cada átomo contribuye con un electrón a la corriente ¿Cuál es su coeficiente de Hall? ($N_{av} = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, peso atómico $M = 197 \text{ gr/mol}$)



P9. El campo magnético de un ciclotrón tiene el valor de $B = 0.5 \text{ Wb/m}^2$,

- a) ¿Cuál debe ser la frecuencia de la tensión alterna aplicada a los electrodos para que las alternancias del potencial tengan un sincronismo con el movimiento de los iones del hidrógeno?
- b) ¿Cuál será la energía de los iones cuando el radio de la trayectoria es de 1 m?
- c) ¿Cuántas revoluciones habrán de dar los iones para alcanzar esta energía si la máxima diferencia de potencial entre los electrodos es de 20000 V?



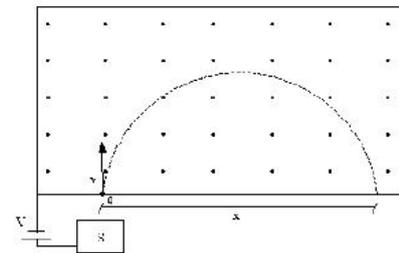
(En esta figura no se ha dibujado la cara del polo superior del imán)

P10. La figura muestra en forma esquemática un dispositivo usado para medir masas de iones. Un ion de masa m y carga q se produce esencialmente en reposo, en la fuente S. El ion, se acelera a través de una diferencia de potencial V y penetra en un campo magnético B . Dentro del campo el ion se mueve y llega a impactar sobre una placa fotográfica, registrándose el impacto a una distancia x de la rendija de entrada.

- a) Demostrar que la masa m queda determinada por:

$$m = \frac{B^2 q x^2}{8V}$$

- b) En el dispositivo mencionado se introducen dos tipos de iones con la misma carga q , pero cuya masa difiere en una cantidad pequeña. Calcular la diferencia de masa en términos de V, q, m, B y la distancia entre las marcas de la placa fotográfica.

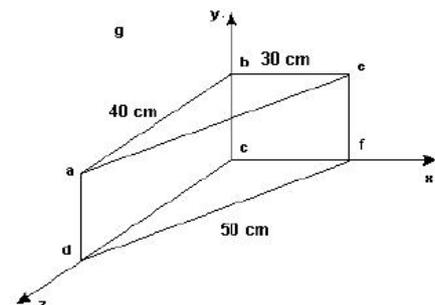


P11. Suponiendo que pueda encontrarse una trayectoria circular alrededor de la Tierra sobre la cual el campo magnético sea horizontal, constante e igual a 0.5 G:

- a) ¿Qué rápido debe dispararse un protón para que circunde la Tierra?
 - b) ¿En que dirección?
 - c) ¿Esto es posible?
- $R_{Tierra} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

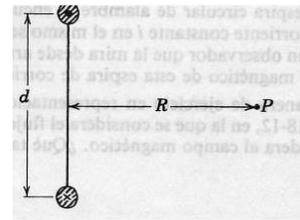
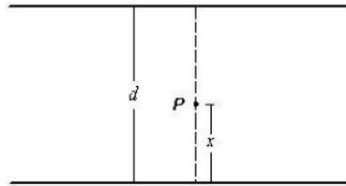
P12. La inducción magnética en una cierta región del espacio es $B = 2 \hat{i} \text{ Wb/m}^2$.

- a) ¿Cuál es el flujo magnético a través de la superficie abcd?
- b) Idem para la superficie becf
- c) Idem para la superficie aefd
- d) Idem para la superficie total que encierra el volumen mostrado lado $bc = 30 \text{ cm}$



P13. Dos alambres paralelos, están separados una distancia d y llevan corrientes de igual intensidad I , pero de sentidos opuestos.

a) Hallara la inducción magnética para puntos entre los alambres en función de la distancia x .

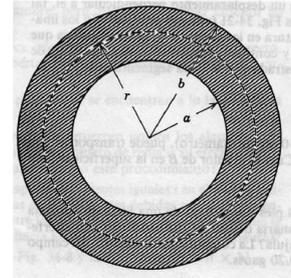


b) Demostrar que B en el punto P , fuera del plano de los alambres, y que equidista de los mismos, está dado por :

$$B = \frac{2\mu_0 id}{\pi(4R^2 + d^2)}$$

¿Cuál es la dirección de B ?

P14. La figura muestra a un conductor cilíndrico hueco, cuyos radios son a y b , que transporta una corriente I , distribuida uniformemente en toda su sección transversal.



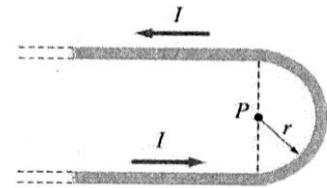
a) Demostrarque el campo magnético B en los puntos internos al cuerpo del conductor (esto es , en $a < r < b$) está dado por:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi(b^2 - a^2)} \frac{r^2 - a^2}{r}$$

Comprobar esta fórmula en el caso límite en el que $a = 0$.

b) Hacer una gráfica aproximada del comportamiento general de $B(r)$ desde $r = 0$ hasta $r \rightarrow \infty$.

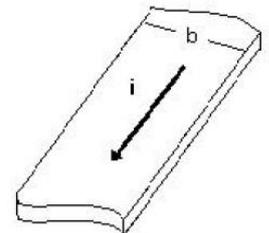
P15. Calcular el campo magnético B en el punto P de la figura, que corresponde al centro del semicírculo.



P16. Una cinta conductora rectilínea y delgada de ancho b , lleva una corriente de intensidad I , distribuida uniformemente en todo su ancho.

a) Hallar una expresión para el campo magnético en un punto del plano de la cinta y a una distancia a del borde más próximo de la misma.

b) Encontrar B a una distancia r del centro de la tira, perpendicularmente a ella.

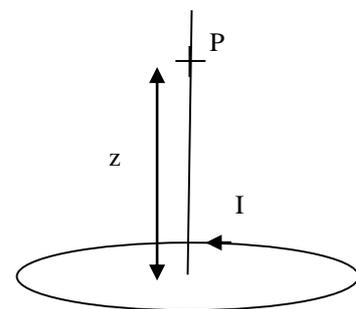


P17. Dada una espira de radio R , por la cual circula una corriente I , se pide calcular:

a) el campo magnético en un punto P sobre el eje que pasa por el centro de la espira a una distancia z de su centro.

Recordar que en el caso de una espira $B(z = 0) = \frac{\mu_0 I}{2R}$

b) Considerar ahora un disco con una distribución de carga por unidad de área uniforme σ que rota a una velocidad ω . Calcular el campo magnético en un punto ubicado sobre el eje que pasa por el centro del disco a una distancia z del centro.

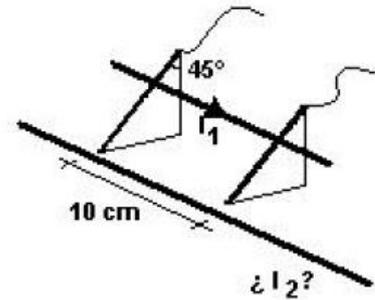


Ayuda: Para el disco $B(z = 0) = \frac{\mu_0 \sigma \omega R}{2}$

Nota 1: Considerar como si el disco fuera un continuo de espiras concéntricas.

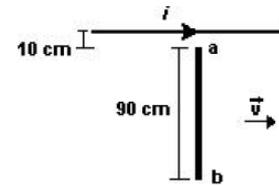
Nota 2: $\int \frac{r^3}{(r^2 + z^2)^{3/2}} dr = \frac{(2z^2 + r^2)}{(r^2 + z^2)^{1/2}}$

P18. Un hilo de 10 cm de largo, se puede deslizar sobre dos varillas que forman 45° con la vertical. Estas varillas están conectadas a un generador de fem de modo que por ellas y el conductor de 10 cm circula una corriente I_1 de valor conocido. Otro conductor muy largo, fijo y paralelo al conductor móvil, lleva una corriente I_2 cuyo valor también es conocido y con un cierto sentido. Hallar el sentido de circulación de I_2 respecto de I_1 para que los conductores se mantengan separados y una distancia de equilibrio entre ambos conductores. Considere la masa del hilo móvil como m .



P19. Una varilla metálica se mueve con una velocidad constante $v = 2 \text{ i m/s}$ paralelamente a un conductor recto que lleva una corriente de 40 A.

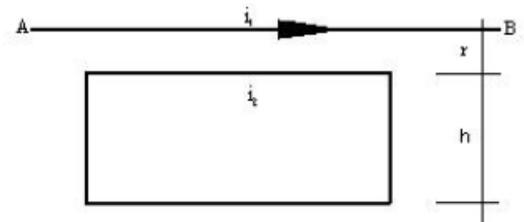
- a) Calcular la diferencia de potencial que aparece entre los extremos de la varilla.
- b) Determinar cuál de los extremos se encuentra a mayor potencial



Nota: Ver Feynmann tomo II Capítulo 13-6

P20. Dado el siguiente sistema de un conductor rectilíneo infinito y una espira rectangular de lados h y l (este último paralelo al conductor rectilíneo),

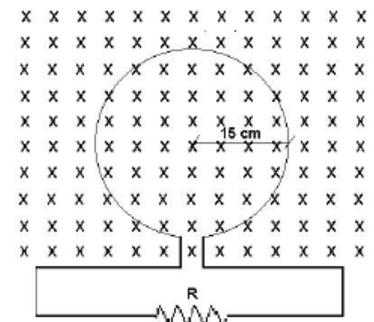
- a) Calcular la fuerza resultante que actúa sobre la espira
- b) Calcular el flujo magnético a través de la espira debido a la corriente I_1 .



P21. En la figura el campo magnético mostrado está variando en el tiempo según la relación:

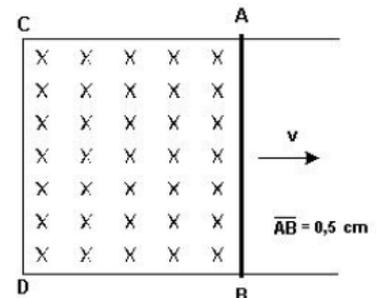
$$B = (6 \times t^2 + 7 \times t + 1) [Wb/m^2]$$

- a) Calcular la magnitud de la fem inducida en la espira en el instante $t = 2 \text{ s}$.
- b) Indicar el sentido de circulación de la corriente por la resistencia R



P22. La figura muestra una barra conductora AB que hace contacto con las guías metálicas CA y DB, colocada en un campo magnético que forma un ángulo de 60° con el plano ABDC.

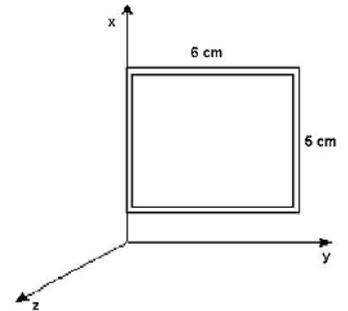
- a) Calcular la fem inducida si $B = 500 \text{ mWb/m}^2$ y la barra AB se mueve con una velocidad de 4 m/s hacia la derecha.
- b) Determinar que extremo de la barra se encuentra a mayor potencial.



23. Una espira rectangular se mueve a través de una región en la cual el campo magnético está dado por $\mathbf{B} = (6-y) \mathbf{i}$.

a) Hallar la fem inducida en la espira en función del tiempo, si consideramos que en $t = 0$ la misma se encuentra en la posición que muestra la figura. La velocidad es de 2 m/s según el eje y . La espira parte del reposo y tiene una aceleración $\mathbf{a} = 2 \mathbf{j} \text{ m/s}^2$.

b) Repetir el punto a) en el caso de que el movimiento es paralelo al eje z y también para el caso en que el movimiento es paralelo al eje x . En cada caso encontrar la corriente inducida si la resistencia de la espira es de 2Ω .



P24. Una espira de lados a y b gira con una frecuencia f en un campo magnético uniforme B tal como lo sugiere la figura:

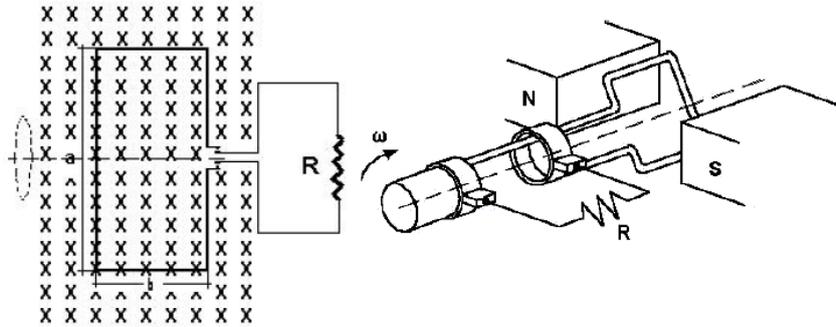
a) Demostrar que en la espira aparece una fem inducida dada por la expresión:

$$\varepsilon = 2 \pi f b a B \sin(2 \pi f t)$$

Donde t es el tiempo.

b) ¿Cuál sería la fem inducida si el cuadro tuviera n vueltas de alambre conductor?

c) Hallar la expresión para la I que circula por la resistencia R .



P25. Dos alambres paralelos, cuyos centros están separados por una distancia d , transportan corrientes iguales y opuestas. Demostrar que, ignorando el flujo en los alambres, la inductancia de una fracción l de tal pareja de alambres está dada por:

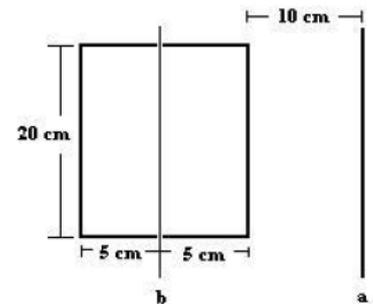
$$L = \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d-a}{a}$$

Donde a es el radio de los alambres.

P26. La espira de la figura tiene N vueltas, sus lados tienen longitudes de 10 cm y 20 cm y está próximo a un conductor rectilíneo muy largo.

a) Encontrar el coeficiente de inducción mutua en el caso que el conductor esté en posición a .

b) Repetir el cálculo con el conductor en la posición b .



P27. Una varilla de longitud $(r_B - r_A)$ puede deslizarse sobre dos barras paralelas y conductoras como se muestra en la figura.

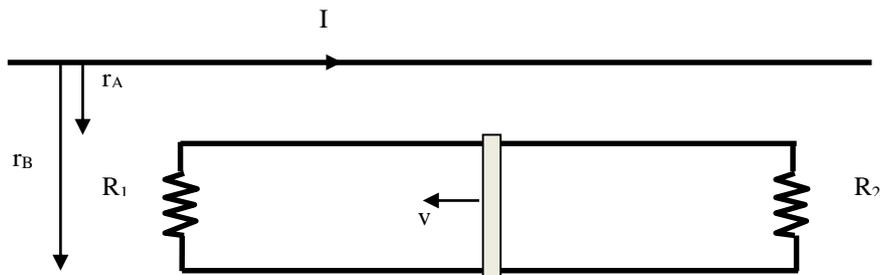
Adicionalmente dos resistencias R_1 y R_2 están conectadas al final de estas barras. Adicionalmente hay un cable paralelo al circuito por el cual circula una corriente I como se indica en la figura.

Suponer que un agente externo empuja la barra hacia la izquierda a una velocidad constante v . Evaluar las siguientes cantidades:

a) La corriente a través de las dos resistencias

b) La potencia total disipada por las resistencias.

c) La fuerza necesaria para mantener la velocidad de la varilla en un valor constante.



P28. Se tiene un circuito en serie que consta de una bobina de inductancia L , una resistencia R y una batería de potencial V . Para un tiempo $t = \tau$, donde τ es la constante de tiempo, después de que se cierra el interruptor, encontrar lo siguiente:

- La corriente y la *fem* inducida en el inductor
- La pérdida de potencia de la batería y la potencia que se está almacenando en el inductor

P29. Considerar el circuito de la figura. Determinar la corriente a través de cada resistor:

- Inmediatamente después que el interruptor es cerrado
- Un tiempo extenso luego de que el interruptor es cerrado

Suponer que el interruptor es abierto nuevamente un tiempo bien largo luego de que fuera cerrado:

- ¿Cuál es la corriente inmediatamente después de que el interruptor es abierto?
- ¿Después de un tiempo largo?

