

FISICA II

Coloquio N° 5:

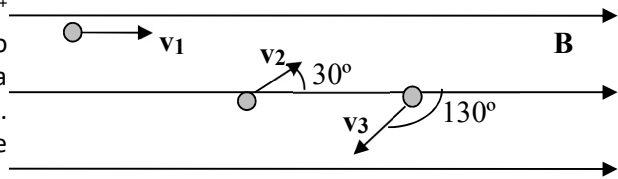
Magnetismo. Fenómenos independientes del tiempo

Problemas a resolver en el coloquio:

Permeabilidad del vacío: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

Problema 1. Fuerza sobre cargas

- a) Las esferitas de la figura representan iones K^+ en movimiento en el seno de un campo magnético uniforme de 0.35 T. El módulo de la velocidad en todos los casos es de 100 m/s. Dibuje los vectores fuerza magnética sobre cada ion y calcule los módulos de cada fuerza.

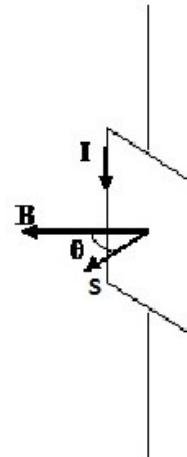


- b) Repita el dibujo y el cálculo para el caso de iones Cl^-

Problema 2. Momento magnético de una bobina con corriente. Torque y energía en un B exterior.

Una bobina cuadrada de 20 vueltas y 5 cm de lado, por la que circula una corriente de 0.1 A, se coloca en un campo magnético **externo** uniforme **B** de 1T, según muestra la figura. La bobina puede girar según el eje vertical.

- a) ¿Cuánto vale el módulo del momento dipolar magnético de la bobina? Dibuje el vector momento dipolar **m**.
- b) Calcule el módulo y dibuje el vector torque que ejerce el campo magnético **B** sobre la bobina cuando se la mantiene sujeta en la posición del dibujo, si el ángulo θ vale 30°
- c) Calcule la energía magnética de la bobina en esa posición.
- d) ¿Cuál es la posición de mínima energía de la bobina?
- e) Recalcule los ítems anteriores para el caso en que se invierta el sentido de la corriente en la bobina.



Problema 3. Campo creado por un conductor rectilíneo muy fino

Un conductor recto muy delgado y largo lleva una corriente I.

- a) Calcule la expresión del campo magnético creado por este conductor en función de la distancia al mismo, utilizando la ley de Ampere.
- b) Dibuje las líneas de campo magnético.
- c) Grafique módulo de **B** en función de r, para una corriente fija.
- d) Grafique módulo de **B** en función de I, para un punto ubicado a una distancia fija del conductor.
- e) Calcule el módulo del campo para un punto ubicado a 1 cm del conductor, si la corriente es de 1A. Determine dirección y sentido de ese campo, en un dibujo donde la corriente salga de la hoja.

Problema 4- Fuerza entre conductores

Dos conductores rectos y paralelos (1 y 2), están separados una distancia a. Ambos conductores tienen una longitud $l \gg a$. Las corrientes en los conductores son I_1 e I_2 , y tienen sentidos opuestos. Usando el resultado conocido para el campo de un conductor rectilíneo, obtenga las expresiones de:

- a) El módulo del campo magnético B_1 creado por el conductor 1 en los puntos que ocupa el conductor 2. Haga un esquema mostrando los dos conductores y el vector campo calculado.
- b) El módulo de la fuerza por unidad de longitud que ejerce el conductor 1 sobre el 2. Indique el vector fuerza en el dibujo anterior.

- c) Ahora calcule el módulo del campo magnético B_2 creado por el conductor 2 en los puntos que ocupa el conductor 1, y la fuerza que ejerce 2 sobre 1. Dibuje el vector fuerza.
- d) ¿Puede concluir que se cumple el principio de acción y reacción en este caso?
- e) Repita los cálculos anteriores para la situación en que las corrientes tienen igual sentido.

Problemas adicionales

Problema 1. Fuerza sobre un conductor con corriente

Un electroimán produce en una región del espacio un campo magnético uniforme de 1.2 T. Por esa región y en forma perpendicular al campo \mathbf{B} pasa un cable recto que transporta una corriente de 20 A. Haga un esquema de la situación ¿Qué fuerza por unidad de longitud se ejerce sobre el cable? Dibuje el vector fuerza.

Problema 2- Campo creado por dos conductores

Dos conductores rectos y paralelos, están separados una distancia $2a$. Si por los conductores circulan corrientes iguales en sentidos opuestos, dé las expresiones para el módulo del campo magnético resultante en los siguientes puntos situados en el plano de los conductores (**utilice el resultado conocido para el campo de un conductor rectilíneo y el principio de superposición**):

- a) punto equidistante entre ambos.
- b) punto a una distancia a de uno y $3a$ del otro.
- c) Haga los dibujos correspondientes a cada caso, indicando los vectores campo de cada conductor y el vector campo resultante.
- d) Repetir cálculo para el caso en que por los conductores circulen corrientes iguales con el **mismo** sentido.

Problema 3. Campo creado por un conductor rectilíneo grueso.

Por un conductor cilíndrico macizo de radio $a = 0.5$ cm circula una corriente de 100 A, uniformemente distribuida en toda su sección. Suponiendo que el conductor es muy largo:

- a) analice si se dan las condiciones de simetría necesarias para aplicar la ley de Ampère
- b) Halle la expresión para el módulo del campo magnético en función de la distancia r al eje del conductor ($B = f(r)$) para el interior ($r < a$) y el exterior ($r > a$) del conductor. Dibuje las curvas de Ampere que usa en cada caso. Ubique el conductor saliendo de su hoja, e indique claramente el sentido de la corriente.
- c) Grafique el módulo de B en función de r . ¿Es continuo en $r = a$?
- d) Calcule el módulo de \mathbf{B} en los siguientes puntos y dibuje el vector campo en cada caso: -un punto situado a 0.1 cm del eje del conductor. -un punto en la superficie del conductor. -un punto exterior al conductor, a 0.2 cm de su superficie (OJO!)
- e) Calcule el módulo de la fuerza sobre un ion Na^+ que se aleja con una velocidad de 20 m/s en dirección perpendicular al conductor, cuando el ion se encuentra a una distancia de 0.2 cm de su superficie. Dibuje todos los vectores involucrados.

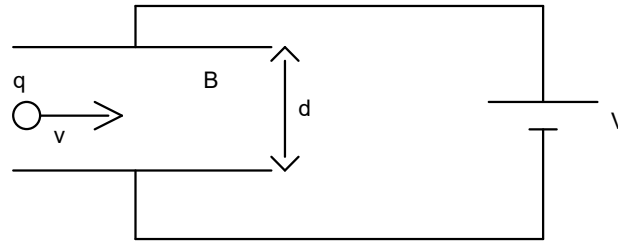
Analice los cambios que se observarán si la partícula que se aleja es un electrón

Problema 4. Selector de velocidades

- a) Calcule el módulo del campo eléctrico entre las placas del condensador del dibujo, y dibuje el vector campo en el esquema.
- b) Analice la dirección y sentido de la fuerza que ejerce el campo eléctrico sobre la partícula cargada q . Indique la dirección y sentido que debe tener un campo magnético uniforme \mathbf{B} en esa zona para que la fuerza magnética se oponga a la fuerza eléctrica. Dibuje los vectores campos y fuerzas (suponga que las placas son muy grandes y su separación es muy pequeña)
- c) En función de los datos, calcule qué velocidad debe tener la partícula con carga q para que pase entre las placas sin desviarse.
- d) ¿Qué sucederá si su velocidad es menor que la calculada? ¿Qué sucederá si es mayor?

e) ¿Cómo influyen la masa y la carga de la partícula en el cálculo de la velocidad? ¿Por qué se llama a este dispositivo "selector de velocidades"?

Datos: $V=100\text{ V}$, $d=0.5\text{ cm}$, $B=0.1\text{ T}$ $q=4\text{ }\mu\text{C}$



Problema 5. Un espectrómetro de masas

La **Figura 1** muestra el esquema de un tipo de espectrómetro de masa con un selector de velocidades. Los módulos de los campos entre las placas del selector son $|E| = 1.5 \times 10^5\text{ V/m}$ y $|B_1| = 0.42\text{ T}$. Los iones ingresan al selector de velocidades y a la salida entran en una región donde hay otro campo magnético de módulo $|B_2| = 1.2\text{ T}$. Este espectrómetro sirve para separar iones que tengan la misma velocidad. Se analiza una muestra que contiene iones de tres isótopos de Magnesio, ^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg , cada uno con carga $+2e$.

- Dibuje los sentidos de los campos magnéticos: B_1 entre las placas del selector de velocidades y B_2 en la región de deflexión, para que las trayectorias sean las del dibujo.
- Calcule la velocidad con que los iones salen del selector de velocidades. Esa velocidad ¿depende de la masa de los iones? ¿Y de su carga?
- Considerando que la masa de cada isótopo se puede calcular multiplicando su correspondiente número másico por la masa del protón ($m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}\text{ Kg}$), calcule los radios de las trayectorias descriptas por cada isótopo.
- Los iones inciden en la placa sensible del dibujo, donde la intensidad de cada línea es proporcional a la cantidad de cada isótopo. Indique a qué isótopo corresponde cada línea sobre la placa, y calcule la distancia entre cada par de líneas.

Figura 1

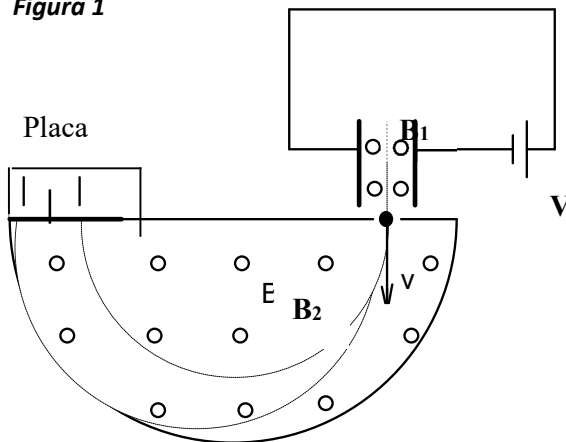
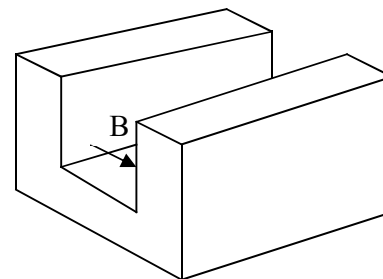


Figura 2



Problema 6. Más sobre fuerza sobre un conductor con corriente

Sobre el plato de una balanza granataria se coloca un imán como el de la **Figura 2**, que produce entre sus polos un campo magnético aproximadamente uniforme, con dirección horizontal. En esta situación, la lectura de la balanza es de 1.5774 N .

- Realice el diagrama de cuerpo libre para el imán. ¿A qué corresponde la lectura de la balanza?
- En la región comprendida entre los brazos del imán se suspende un conductor recto, ubicado horizontalmente y en dirección perpendicular al campo, de longitud $l = 8.4 \times 10^{-2}\text{ m}$, por el que

circula una corriente I . Indique en dos esquemas la dirección y sentido de la fuerza magnética que aparece sobre el conductor para ambos sentidos de circulación de corriente.

- La fuerza magnética sobre el conductor es el resultado de la interacción del conductor con el imán. Indique la dirección y sentido de la reacción aplicada en el imán en cada uno de los casos del inciso (b)
- Se observa que cuando la corriente que circula por el conductor es de 3 A, la lectura de la balanza cambia a 1.5968 N. Realice el diagrama de cuerpo libre para el imán en esta nueva situación y determine a qué se debe el cambio de lectura de la balanza.
- Determine el módulo del campo magnético creado por el imán.
- Calcule la nueva lectura de la balanza al invertir el sentido de la corriente.

Problema 7- Campos magnéticos creados por solenoide y por toroide

Utilice la ley de Ampère para calcular la expresión del módulo del campo magnético creado por:

- un solenoide muy largo, en puntos de su interior, lejos de sus extremos; tiene n vueltas por unidad de longitud y corriente I ;
- un toroide de N vueltas, de radio interior a y radio exterior b , en todas las regiones del espacio ($r < a$, $a < r < b$, $r > b$). (Toroide: solenoide cerrado en forma de rosquilla)

Dibuje en todos los casos las curvas de Ampere utilizadas y detalle el razonamiento.

