

Física 2º Bachillerato

Campos magnéticos

C. 1 -Una partícula puntual con carga $+q$ y masa m entra con velocidad v perpendicularmente a un campo magnético \mathbf{B} constante.

a- Dibuja y calcula la fuerza magnética que actúa sobre ella.

b- Demuestra razonadamente que la partícula describirá una trayectoria circular sin modificar el módulo de la velocidad siendo el radio de curvatura $R = m \cdot v / q \cdot B$ y el período de revolución $T = 2 \cdot \pi \cdot m / q \cdot B$

c- Explica el movimiento que hubiera descrito caso de tener carga negativa.

d- Estudia cualitativamente el movimiento de la partícula si v no es perpendicular a \mathbf{B} .

C. 2 -Selector de velocidades. Disponemos de un conjunto de partículas con la misma carga que penetran en una zona del espacio donde existen un campo \mathbf{E} y otro \mathbf{B} constantes y perpendiculares entre sí, siendo v perpendicular a ambos.

a- Demuestra que las partículas cuya velocidad sea $v = E/B$ atravesarán los campos sin desviarse.

Este sistema permite seleccionar partículas en función de la velocidad que llevan variando E y (o) B .

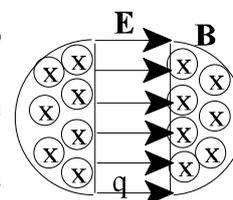
C. 3- Espectrógrafo de masas. Considera un conjunto de partículas con la misma carga que han pasado por un selector de velocidades y que entran perpendicularmente a un \mathbf{B} constante. Utilizando los resultados del problema.1 dibuja la trayectoria seguida por dos partículas de distinta masa.

Este sistema se utiliza para separar isótopos previamente ionizados y en el análisis de compuestos orgánicos previa ruptura y ionización de los mismos.

C. 4- Acelerador de partículas. Sometemos a un conjunto de partículas elementales cargadas, protones, electrones, partículas alfa, a un campo eléctrico \mathbf{E} y a otro campo magnético \mathbf{B} tal y como se indica en el esquema.

El campo \mathbf{B} es constante y \mathbf{E} es constante en módulo y dirección pero alternando su sentido de modo que cuando q entre en él la fuerza eléctrica le aumente la rapidez.

Utilizando los resultados anteriores dibuja la trayectoria que seguirá una carga $+q$ dejada a la acción de ambos campos.



Este sistema denominado también ciclotrón o betatrón se utiliza para acelerar partículas cargadas hasta que alcancen una gran velocidad y energía. Esto permite producir reacciones nucleares, estudiar el comportamiento de la materia a altas velocidades y energías, profundizar en la estructura de la materia...

C.5- El tubo de TV. Los campos eléctricos y magnéticos del problema 2 son el fundamento del tubo de TV. Un chorro de electrones obtenidos por efecto termoiónico (calentamiento de un filamento por una corriente), son acelerados mediante un campo \mathbf{E} . Los electrones penetran perpendicularmente a sendos campos cruzados \mathbf{E} y \mathbf{B} variables creados por una señal proveniente de la antena del aparato. El chorro de electrones se desviará verticalmente en función de los valores que en ese instante tengan los campos. Un segundo campo electromagnético generado por el propio aparato, dependiente del tiempo en forma de señal en diente de sierra se aplica a los electrones en la dirección horizontal y perpendicularmente a la velocidad. Los electrones sufrirán una desviación horizontal en función de los valores que en ese instante tengan los campos.

El impacto de los electrones en la pantalla previamente pintada produce destellos luminosos. La rapidez del proceso y la retentiva de nuestro cerebro nos hacen ver la pantalla iluminada.

Los ejercicios con ** tienen más dificultades matemáticas

- Determina las unidades del coeficiente de permeabilidad magnética μ_0 en el S.I.
- Determina el valor de la expresión: $(1/\epsilon_0 \cdot \mu_0)^{1/2}$ e indica sus unidades en el S.I. ¿Conoces a qué corresponde este resultado?
R: $3 \cdot 10^8$ m/s
- Un electrón que se mueve con rapidez de $6 \cdot 10^8$ m/s en la dirección positiva del eje X penetra en un campo electromagnético. **E** tiene la dirección +Y y **B** tiene la dirección del eje Z siendo su módulo $3 \cdot 10^{-7}$ wb/m². Determina, si es posible, el valor de **E** y el sentido de **B** para que el electrón atravesase el campo sin desviarse.
R: 180N/C
- Un electrón se mueve con una velocidad de 10^7 i m/s cuando penetra en un campo magnético constante de valor **B** = (i + 2j + 3k)wb/m² . Determina el valor de la fuerza que actúa sobre el mismo. Explica qué sucedería si el campo fuera **B** = (i + 3k) wb/m².
R: a- (4,8j -3,2 k)10⁻¹² N b- 4,8·10⁻¹² j N
- Un haz de iones monovalentes positivos se acelera por medio de una tensión de 125V. Una vez acelerado penetra perpendicularmente a un campo magnético constante de 0,0378 wb/m² describiendo un arco de circunferencia de 23cm de radio. Calcula la masa atómica de los iones.
R: $4,83 \cdot 10^{-26}$ kg
- Considera un hilo conductor de longitud L por el que circula una corriente i. Dibuja y calcula la fuerza que actúa sobre el mismo cuando se encuentra en un campo magnético **B** constante si:
a- El hilo tiene la dirección del campo. b- El hilo es perpendicular al campo.
c- El hilo forma un ángulo ϕ con el campo.
R: a. 0, b. $i \cdot L \cdot B$, .c. $i \cdot L \cdot B \cdot \text{sen} \phi$
- Considera una espira conductora rectangular de lados a y b por la que circula una corriente i colocada en el seno de un campo magnético **B** constante que tiene la dirección positiva del eje Y. La espira, con un lado b sobre el eje Z forma un ángulo ϕ con el campo **B**.
a- Dibuja y calcula la fuerza que actúa sobre cada trozo de hilo y calcula la fuerza resultante.
b- Calcula el momento de las fuerzas con respecto a un punto cualquiera.
c- Discute qué sucedería si se tratara de una bobina con N espiras dispuestas como ésta.
R: a- o b- $M = i \cdot a \cdot b \cdot \text{sen} \phi \mathbf{k}$
Información: El galvanómetro de cuadro móvil consiste en una bobina con N espiras en el seno de un campo magnético B de modo que éste sea siempre perpendicular a los lados verticales de la espira. La bobina se encuentra suspendida por un hilo de torsión que cumple con que $M = k \cdot \phi$ Del problema anterior se deduce que el giro que experimenta el galvanómetro es proporcional a la intensidad pues $\text{sen} \phi = 1$.
Inf. El fundamento del motor eléctrico es el mismo que el del galvanómetro, pero permitiendo que la bobina gire alrededor de un eje por efecto del momento producido por las fuerzas magnéticas.

8. Utilizando la ley de Biot y Savart demuestra que el campo magnético creado por una espira circular por la que circula una corriente i en el centro de la misma tiene por módulo $B_0 = \mu_0 \cdot i / 2 \cdot R$.

b- Si consideramos que el campo B_0 es el mismo en todos los puntos de la superficie de la espira, calcula el flujo magnético que la atraviesa debido a la corriente i . Observa que el flujo depende de la geometría del sistema y de la intensidad de corriente de la forma $\Phi = cte \cdot i$

c- Calcula el campo magnético creado por dos espiras iguales concéntricas perpendiculares entre sí en el centro de las mismas si por ambas circula la misma intensidad i .

R: c- $B_0 = 2^{1/2} \cdot \mu_0 \cdot i / 2R$

9.a- Utilizando el teorema de Ampère demuestra que el campo magnético creado por un hilo conductor recto indefinido en un punto a una distancia a del mismo tiene por módulo $B_0 = \mu_0 i / 2 \cdot \pi \cdot a$

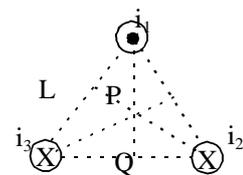
b- **Resuelve el apartado anterior utilizando la ley de Biot y Savart.

c- **Utilizando la ley de Biot y Savart demuestra que el campo creado por un hilo recto no indefinido por el que circula una corriente i en un punto P situado a una distancia a del mismo viene dado por:

$B = (\mu_0 i / 4 \cdot \pi \cdot a) \cdot (\text{sen}\phi_1 + \text{sen}\phi_2)$ siendo ϕ_1 y ϕ_2 los ángulos con que se ven los extremos del hilo desde P.

d- **Aplicando el resultado del apartado anterior calcula el valor de B_0 en el centro de una espira cuadrada de lado d cuando por la misma circula una corriente i .

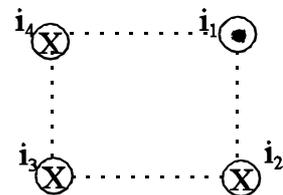
10. Calcula el valor del campo magnético creado por tres conductores rectos indefinidos y paralelos en los puntos P y Q conocidas las intensidades de corriente i_1, i_2, i_3 y la distancia entre hilos L.



11. Considera cuatro hilos rectos indefinidos perpendiculares al papel por los que circulan corrientes de intensidades 5, 10, 15 y 20 A en el sentido indicado.

Calcula el valor de B_0 en el centro del cuadrado de lado $2^{1/2}$ m.

R: $4,5 \cdot 10^{-6} T$



12. Determina la fuerza que ejerce un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente de 4A sobre otro de 60 cm, paralelo y por el que circula la misma corriente, situado a una distancia de 40 cm. Indica en qué casos la fuerza será atractiva y en qué casos repulsiva.

R: $4,8 \cdot 10^{-6} N$

13. Calcula el valor del campo magnético creado por los conductores representados por los que circula una corriente i en el punto O.

R: a- $\mu_0 i / 4R$ b- $\mu_0 i / 8R$



14. ** Calcula el flujo magnético que atraviesa una espira rectangular de lados a y b debido a la corriente que circula por un hilo recto indefinido paralelo a los lados b de la espira a una distancia x del primer lado. Observa que el flujo depende de la geometría del sistema, del medio y de la intensidad de corriente de la forma $\Phi = cte \cdot i$

Si la intensidad de corriente varía con el tiempo demuestra que la fem inducida viene dada por:

$\varepsilon = - cte \cdot di/dt$

