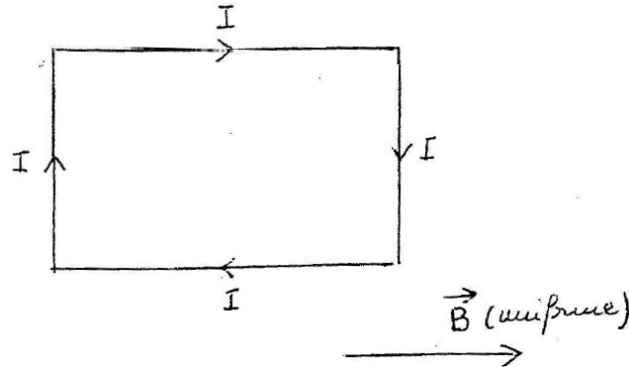


B2. Un camp magnètic de 0,08 T actua sobre una espira rectangular de 12 cm x 10 cm el pla de la qual conté la direcció del camp (vegeu la figura). Pel conductor de l'espira s'hi fa circular un corrent de 10 A en el sentit de les agulles del rellotge.

- Determineu el vector moment magnètic de l'espira.
- Calculeu la força que el camp magnètic fa sobre cada costat de l'espira, i la força resultant sobre tota ella, i descriuiu qualitativament quin és l'efecte dinàmic total del camp sobre l'espira.
- Indiqueu raonadament quina hauria de ser la posició de l'espira en el si d'aquest camp magnètic per romandre en equilibri estable.



Un campo magnético de 0,08 T actúa sobre una espira rectangular de 12 cm x 10 cm el plano de la cual contiene la dirección del campo (ver figura). Por el conductor de la espira se hace circular una corriente de 10 A en el sentido de las agujas del reloj.

- Determinar el vector momento magnético de la espira.
- Calcular la fuerza que el campo magnético hace sobre cada lado de la espira, y la fuerza resultante sobre toda ella, y describa cualitativamente cuál es el efecto dinámico total del campo sobre la espira.
- Indicar razonadamente cuál debería ser la posición de la espira en el seno de este campo magnético para permanecer en equilibrio estable.

Referencias:

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo\\_magnetico/momento/momento.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_magnetico/momento/momento.htm)  
<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/magnet/espira.html>

a) El momento magnético de la espira plana es un vector cuyo módulo es igual al producto de la corriente por la superficie, dirección perpendicular al plano de la espira, y sentido asociado al giro de la corriente y la regla del sacacorchos. Por lo tanto será un vector que entre en el plano del dibujo  $\otimes$ , de módulo  $|\vec{m}| = I \cdot S = 10 \cdot (0,12 \cdot 0,10) = 0,12 \text{ A} \cdot \text{m}^2$

b) La fuerza sobre un conductor rectilíneo viene determinada por la ley de Laplace  $\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$ . En los extremos superior e inferior de la espira la corriente es paralela al campo magnético, por lo que la fuerza es nula.

En el extremo derecho del dibujo, el producto va dirigido hacia fuera del papel  $\odot$ , y su módulo es  $F = I l B = 10 \cdot 0,10 \cdot 0,08 = 0,08 \text{ N}$

En el extremo izquierdo del dibujo, el producto va dirigido hacia dentro del papel  $\otimes$ , y su módulo es el mismo que en el extremo derecho.

La fuerza resultante sobre la espira es nula, ya que los vectores son iguales en módulo pero tienen sentidos opuestos. Sin embargo el efecto dinámico es hacer girar la espira, ya que ambas fuerzas están actuando sobre distintos puntos de una espira que asumimos rígida.

El momento magnético respecto a un punto situado en el centro de la espira  $\vec{M}_0 = \sum \vec{r} \times \vec{F}$  es la suma de los momentos asociados a las fuerzas sobre extremos derecho e izquierdo. Ambos vectores

momento tienen misma dirección, que es vertical en la figura, y mismo sentido, que es dirigido hacia abajo en la figura.

El módulo es  $M=2rF=2\cdot(0,12/2)\cdot0,08=0,0096\text{ N}\cdot\text{m}$

c) Se puede comprobar que el vector momento de las fuerzas es igual al producto vectorial del vector momento de la espira por el vector campo magnético: en la situación inicial de la figura son perpendiculares y hay un momento que la hace girar.

Para que haya un equilibrio, el momento de las fuerzas debe de ser cero, lo que implica que el vector momento de la espira debe ser paralelo al campo magnético, y eso implica que la espira es perpendicular al campo magnético (Cuando la espira es perpendicular al campo magnético, en los lados superior e inferior sí hay una fuerza no nula, que intentan deformar la espira, pero no hacerla girar)

El equilibrio ocurre en dos situaciones:

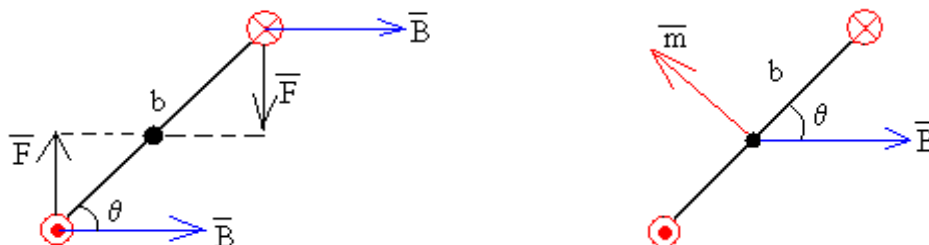
A. Cuando la espira esté girada  $90^\circ$  sobre un eje vertical respecto plano vertical inicial (el par de fuerzas hace que el giro respecto posición inicial sea en el sentido de las agujas del reloj visto desde arriba, quedaría formando  $90^\circ$  en el sentido de las agujas del reloj visto desde arriba, inicialmente en esta vista la espira estaría en la línea de los  $0^\circ$ , con la corriente entrante en el plano en el lado derecho, y tras girar  $90^\circ$  quedaría en la parte inferior); en ese momento vector momento de las fuerzas y vector momento de la espira tienen el mismo sentido.

B. Cuando la espira esté girada  $270^\circ$  respecto a su eje vertical; en ese momento vector momento de las fuerzas y vector momento de la espira tienen sentidos opuestos.

Como se pide permanecer en un equilibrio estable, implica que ante una mínima alteración de la situación de equilibrio, las fuerzas deben volver a llevar a la espira a su posición de equilibrio.

En la situación B, si la espira se desplaza y está a un poco más de los  $270^\circ$ , el producto vectorial del vector momento de la espira por el vector campo magnético ya no será nulo, y en este caso hará girar la espira para sacarla del equilibrio, por lo que no es un equilibrio estable.

Salir de la situación B sería esta situación, vista superior



[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo\\_magnetico/momento/momento.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_magnetico/momento/momento.htm)

En la situación A, si la espira se desplaza y está a un poco más de los  $90^\circ$ , el producto vectorial del vector momento de la espira por el vector campo magnético ya no será nulo, y en este caso hará girar la espira para devolverla al equilibrio, por lo que es un equilibrio estable.

(se puede hacer el mismo razonamiento para desplazarla la espira un poco menos de  $90^\circ$  y de  $270^\circ$ , y se llega a la misma conclusión)