

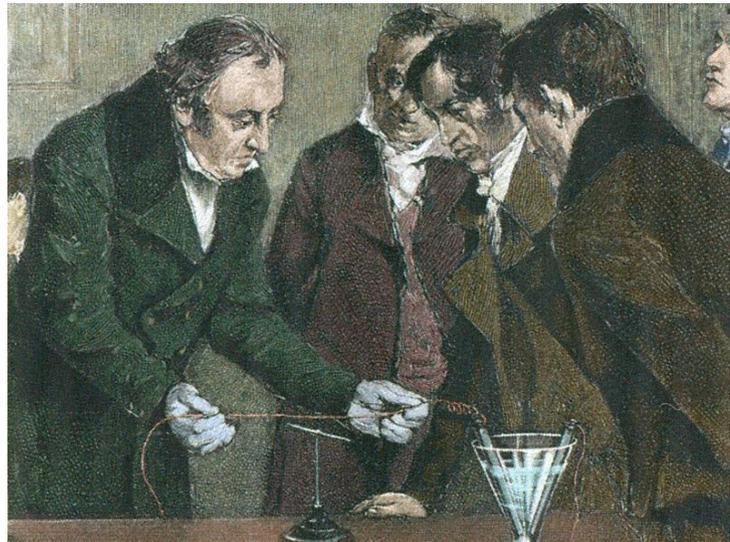
Magnetismo (parte 2)

Experimento de Oersted

En el invierno de 1819-1820, **Hans C. Oersted** profesor de Física de la Universidad de Copenhage, descubrió que al hacer circular una corriente eléctrica continua por un cable **paralelo** a la aguja de una brújula cercana, esta giraba cierto ángulo.

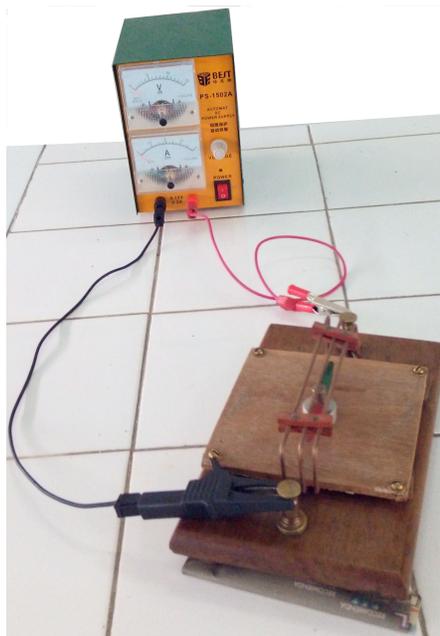
En la ilustración de la derecha, aparece Oersted haciendo una demostración con público del fenómeno descubierto por él.

Este descubrimiento llega en un momento oportuno en la historia de la Física, fue de gran importancia, ya que por ese entonces no se conocía la relación íntima entre la electricidad y el magnetismo. Con este experimento, **Oersted unifica la Electricidad con el Magnetismo en una sola teoría: la teoría Electromagnética^a**.

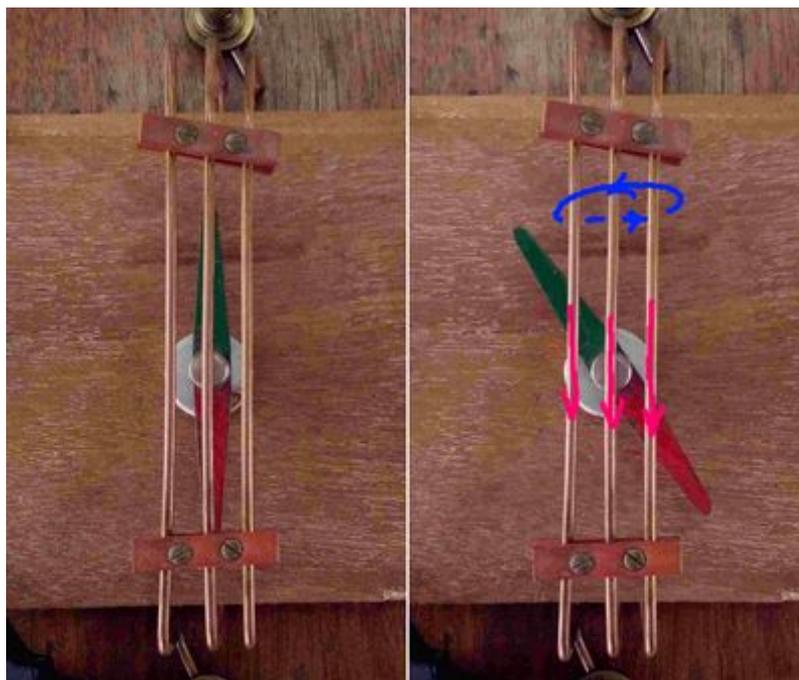


^aEn los tiempos de Oersted no existía la Teoría Electromagnética, y en su lugar se enseñaban tres materias de forma independiente: Electricidad (que en nuestros tiempos entenderíamos por Electrostática), Galvanismo (estudiaba los efectos de la corriente continua), y Magnetismo (estudiaba los efectos de los imanes y el magnetismo terrestre.).

En la siguiente foto se muestra el montaje experimental moderno del experimento de Oersted.



En estas otra fotos se muestra el giro de la aguja una vez que se hace circular un corriente eléctrica por el alambre de cobre que pasa tres veces por encima de aguja (más adelante quedará claro porque).



Más aun, al **aumentar la intensidad** de la corriente, **aumentaba el ángulo** de desviación de la aguja, y si **invertía el sentido de circulación** de la corriente eléctrica, también se **invertía el giro** de la agua de la brújula.

Adicionalmente, en la foto se representa en azul una línea del campo magnético, cuyo sentido se determina por la **regla de la mano derecha “modificada”**, algo que explico más adelante.

En definitiva:

- Toda corriente eléctrica genera un campo magnético.
- La intensidad del campo magnético aumenta con la intensidad de la corriente eléctrica.
- El sentido del campo magnético se invierte con el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Tres configuraciones de corrientes eléctricas, tres campos magnéticos _____

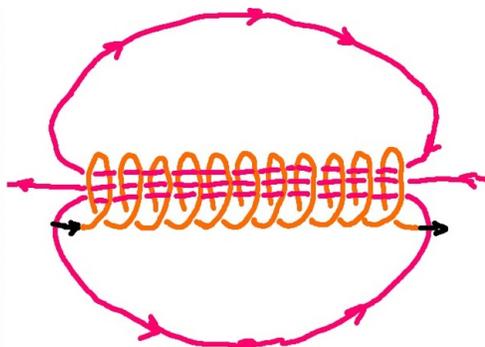
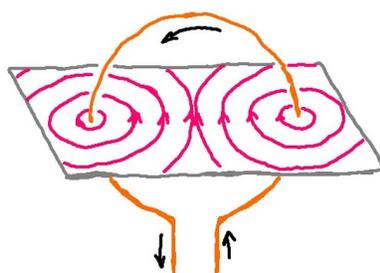
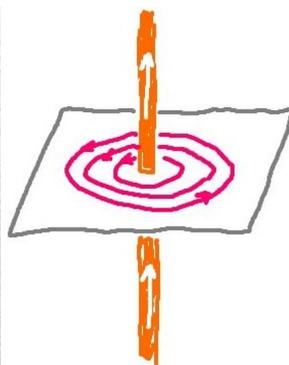
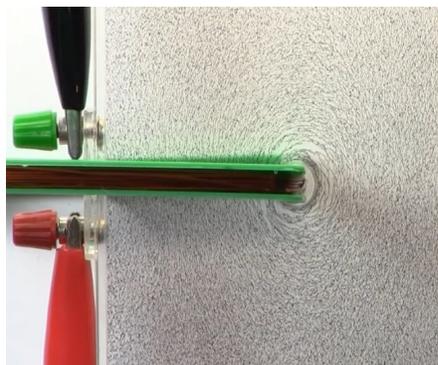
Dependiendo de la forma del alambre de cobre, será la manera en que la corriente circulará por dicho alambre, y consecuentemente las líneas del campo magnético¹ generado, tendrán su forma distintiva. Cuando se habla de configuración, nos referimos a la forma que debe tener el alambre, para que la corriente eléctrica al circular por él, genere un determinado campo magnético. Las configuraciones más simples son, la del conductor rectilíneo, la bobina², y el solenoide.

¹Y el propio campo magnético.

²El de una espira. Una bobina es un enrollado de alambre de cobre esmaltado sobre si mismo. Cada vuelta de alambre se puede considerar como una espira. Por lo tanto una bobina puede considerarse como muchas espiras pegaditas una con otra y conectadas entre si.

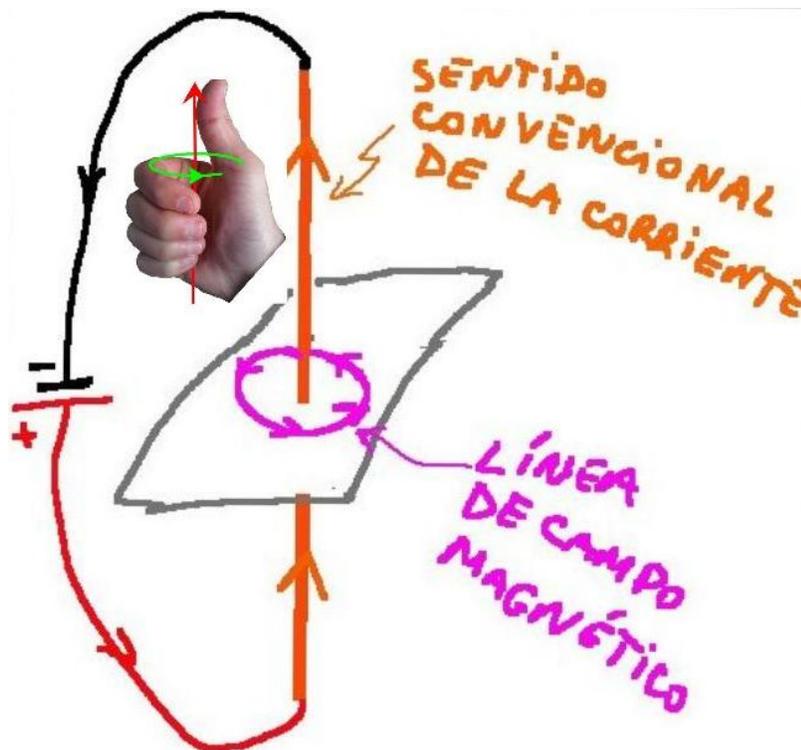
Veán [este](#) magnífico video donde se muestran estas tres configuraciones, y como se visualiza el campo magnético con limaduras de hierro, en suspensión en un aceite de baja densidad.

A continuación se muestran tres capturas de pantalla del video anterior, con su correspondiente “caricatura” a la derecha para facilitar la asociación con una de las configuraciones antes mencionada, empezando con el conductor rectilíneo, siguiendo con la bobina, y finalmente el solenoide.



Intensidad del campo magnético debido a una corriente eléctrica que circula por un conductor rectilíneo (y regla de la mano derecha)

Supongamos que tenemos un alambre de cobre recto y orientado verticalmente, cuyos extremos se conectan a una fuente de voltaje (ver dibujo). A media altura del alambre situamos una cartulina perforada en su centro y atravesada por dicho alambre.



Como toda corriente eléctrica genera un campo magnético, al espolvorear con limaduras de hierro la cartulina, éstas formaran círculos concéntricos alrededor del alambre, poniendo en evidencia la forma de las líneas del campo magnético para una corriente eléctrica rectilínea, tal como se vio en el video anterior. Por simplicidad en el dibujo, solo se representa uno de estos círculos concéntricos en fucsia. Para determinar el sentido de la línea del campo, disponemos de la regla de la mano **derecha**. En el caso presente debemos orientar el pulgar paralelo al alambre indicando el sentido convencional de la corriente eléctrica³, mientras que los dedos restantes en “modo” envolvente respecto al alambre estarían señalando el sentido de la línea del campo... fácil, ¿no?

Antes de seguir hay que aclarar el significado de los símbolos \odot y \otimes , que nos serán útiles de aquí en más. Estos se utilizan cuando es necesario representar la dirección y el sentido de un vector perpendicular al plano de la figura. El significado de los símbolos es el siguiente:

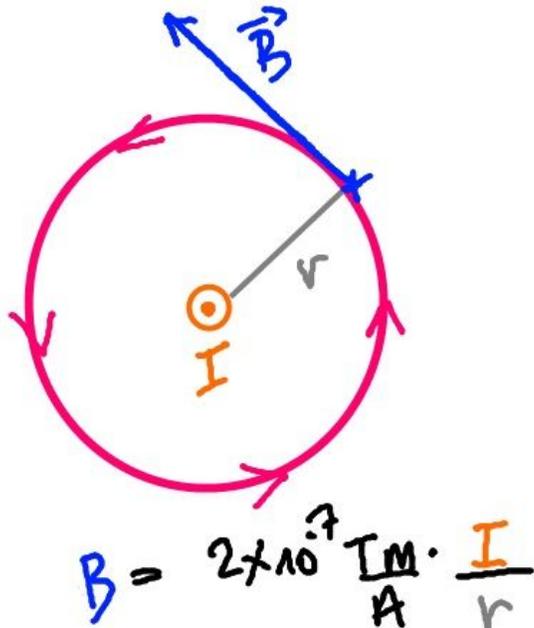
| | |
|----------------|----------------|
| \odot | \otimes |
| hacia nosotros | desde nosotros |

Normalmente los vectores representados de esta forma son el campo magnético \vec{B} , la velocidad \vec{v} , y la dirección y el sentido convencional de la corriente⁴.

³¿Se acuerdan?.. la corriente circula del borne positivo de la fuente al negativo.

⁴No confundir con la intensidad de la corriente eléctrica. Esta representa una característica de la corriente eléctrica, y es además una magnitud escalar.

Pero, ¿qué hay de la intensidad del campo magnético a cierta distancia del alambre? En la siguiente figura se representa la situación: Se pretende calcular la intensidad del campo magnético a una cierta distancia r del alambre.



Como podrán notar del dibujo, r es el radio de la línea del campo magnético (que es una circunferencia), que pasa por el punto (azul) del espacio donde se quiere calcular la intensidad del campo magnético. En ese punto del espacio hay un **vector** campo magnético localmente tangente a dicha a línea de campo. La intensidad B del campo magnético dependerá, como ya sabemos, de la intensidad de la corriente eléctrica I , y de la distancia r , y estará dada por la ecuación:

$$B = 2 \times 10^{-7} \text{ Tm/A} \cdot \frac{I}{r}$$

Actividad _____

Queda para ustedes averiguar como se calcula la intensidad del campo magnético en los **centros** de una bobina y de un solenoide, y por supuesto explicar el significado de cada letra que aparece en la fórmula.

Actividad _____

Anteriormente les mencioné la regla de la mano derecha aplicada a un alambre **rectilíneo**. . . pero, ¿cómo se adaptaría la regla de la mano derecha para conductores **curvos**, como por ejemplo, una bobina, una espira, o solenoide? Dicho de otra manera, ¿el pulgar señala el sentido de qué, el del campo ó el de la corriente?, y los dedos restantes en “modo” envolvente, ¿el sentido del campo ó el de la corriente?

Ya sabemos que existen partículas (cuánticas) como el protón y el electrón que son portadoras de carga eléctrica. Pero esta situación no parece existir en la naturaleza con partículas (cuánticas) portadoras de una carga magnética. A las **hipotéticas** partículas portadoras de carga magnética, los Físicos las denominan monopolos magnéticos. **Lo cierto es que al día de hoy nadie se ha topada con un monopolo magnético**, por más que en la teoría los monopolos si existen, algo que además, es anhelado por algunos Físicos. De aquí que los polos Norte y Sur sean inseparables, existan simultáneamente, y que las líneas del campo magnético sen cerradas.

¿Se acuerdan de la la ley de Gauss que vimos para el campo eléctrico? Pues bien, hay una “versión” de la ley de Gauss para el campo magnético, iy es tan importante como su “versión” para el campo eléctrico!

A continuación deajo una comparativa entre el magnetismo y la electricidad.

| Electricidad | Magnetismo |
|--|---|
| Existen en la naturaleza partículas portadoras de carga eléctrica (“monopolos eléctricos”) del tipo positiva (ej.: protones) o del tipo negativa (ej.: electrones). | No existen (o no hay evidencia de su existencia) partículas portadoras de “carga magnética” denominados monopolos magnéticos del tipo norte y del tipo sur. |
| Es posible la separación de partículas positivas de las negativas. | Es imposible separar el polo norte del polo sur. |
| La ley de Gauss prevé que si la carga neta es interior a una gaussiana, el flujo del campo eléctrico a través de dicha gaussiana se da por: $\Phi_E = 1.129 \times 10^{11} \text{ N m}^2/\text{C}^2 \times q_{neta}$. | Como la carga neta no existe o es nula en el universo conocido, la ley de Gauss preve que el flujo del campo magnético a través de cualquier gaussiana siempre es nulo, es decir: $\Phi_B = 0$. |
| Las líneas del campo eléctrico son curvas abiertas, dirigidas desde las cargas positivas hacia las cargas negativas. | Las líneas del campo magnético son curvas cerradas: en un imán, las líneas del campo están dirigidas desde el polo norte hacia el polo sur por fuera del imán, y por dentro del mismo, desde el polo sur al polo norte. |
| Son fuentes de campos eléctricos las partículas cargadas en reposo o movimiento. | Son fuentes de campos magnéticos las partículas cargadas que estén en movimiento o las corrientes eléctricas. |
| Los campos eléctricos pueden actuar sobre partículas cargadas en reposo (velocidad relativa nula). | Los campos magnéticos solo pueden actuar sobre partículas cargadas en movimiento o corrientes eléctricas. |