

Magnetismo

Hasta ahora venimos estudiando electrostática, es decir, cargas eléctricas **en reposo**.

Pero ¿qué sucede cuando las cargas se mueven? En ese caso, hablamos de electrodinámica, es decir, de corrientes eléctricas, como vimos en el práctico

Las cargas eléctricas se mueven a muy altas velocidades, y sus efectos pueden entenderse a partir de la teoría de la relatividad, que sustituye la teoría mecánica clásica.

- En particular, vamos a profundizar en un fenómeno y es el siguiente: cuando existen cargas en movimiento, aparecen entre ellas, además de las fuerzas eléctricas, otras fuerzas, a las que llamamos fuerzas magnéticas.

- Dos cargas en reposo ejercen entre sí fuerzas electrostáticas.
- Dos cargas en movimiento ejercen entre sí fuerzas eléctricas y magnéticas.

Introducción histórica

¿Cuándo comenzó el estudio del magnetismo? Por supuesto, este fenómeno empezó a despertar curiosidad por sus efectos macroscópicos, es decir, accesibles a simple vista.

Si hablamos de "magnetismo" ¿qué es lo primero que piensan? El magnetismo comenzó con el descubrimiento de un imán.

Otra vez, como en el caso de la electricidad, tenemos que situarnos en la Antigüedad (unos 2500 años antes de nuestra era). Parece que fue en Magnesia, una colonia griega de Asia Menor, que se encontró una piedra. Esa piedrita atraía pequeños trozos de hierro: se había descubierto el primer imán natural.

A esa piedra, que contenía un óxido de hierro, se le llamó Magnetita, en honor a la ciudad donde fue descubierta.

Tales de Mileto estudió la magnetita, y varios años más adelante, Sócrates hacía lo mismo que hacemos nosotros ahora, jugaba con los imanes: él dejaba pequeños anillos de hierro colgando uno de oro y toda la cadena colgando de un imán. Algo que hoy suele hacerse con los clips.

Hoy llamamos **Magnetismo**, al conjunto de propiedades de estos objetos

- *Imanes permanentes*
- En la actualidad, no empleamos imanes naturales, sino que aprovechamos una propiedad: si se acerca un pequeño trozo de hierro al imán natural, este se "contagia", y comienza a comportarse como un imán.
- De la misma manera que una regla cargada induce carga en los papelitos, el imán natural puede magnetizar trocitos de hierro.
- Cuando un fragmento de hierro retiene este poder durante mucho tiempo, decimos que es un imán permanente, aunque, por supuesto, es solamente en teoría.
- Así obtenemos imanes de distintas formas o tamaños, más prácticos.
- *Utilidad*
- ¿Dónde encontramos imanes? Qué se iba a imaginar Tales, que este fenómeno iba a desembocar en cassettes, discos compactos, impresoras, altavoces, imanes de heladera, motores eléctricos, parlantes, hasta instrumentos médicos.
- Incluso se han encontrado cristales de magnetita en bacterias, y en el mismo cerebro humano.

Propiedades de los imanes

Los imanes afectan a todas las sustancias, pero solo tiene **efectos** considerables en aquellas que son **ferromagnéticas**, metales como el hierro, el níquel y el cobalto. Luego veremos esto con más profundidad.

- -Ya que los imanes atraen al hierro, una manera ingeniosa de estudiar sus propiedades es esparciendo pequeños trocitos de hierro limado, o sea, limaduras de hierro



Observen que hay dos regiones en las que las limaduras se aglutinan, se amontonan, en claro contraste con el resto del imán. A estas regiones se las denomina **POLOS**, y son regiones que atraen al hierro con mayor intensidad.

La mayoría de los imanes poseen 2 polos, ubicados en sus extremos.

¿Qué nombres reciben los polos magnéticos?

Observe que deben existir 2 tipos de polos magnéticos, para explicar la atracción y la repulsión.

Estos polos NO pueden llamarse positivo y negativo, pues sería confuso (ya se usó ese nombre para diferenciar cargas eléctricas).

Para nombrar lo polos magnéticos, se utiliza una propiedad de los imanes de barra:

Si dejamos a un imán de barra girar libremente, suspendido de un hilo, se orienta en la dirección Norte Sur geográfico terrestre.

Llamaremos **Polo Norte** al que señala hacia el Norte geográfico de la Tierra y **Polo Sur** al que señala hacia el Sur.

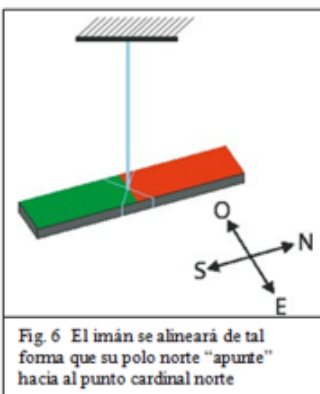


Fig 6 El imán se alineará de tal forma que su polo norte "apunte" hacia al punto cardinal norte

El imán siempre se detiene en la misma posición, de tal forma que el polo norte se orienta hacia el punto cardinal norte y por lo tanto el polo sur hacia el punto cardinal sur

Interacción entre polos magnéticos

- Vamos a hablar de 2 polos diferentes, que poseen una ley fundamental de interacción:
- Polos del mismo nombre se repelen
- Polos de distinto nombre se atraen
- Esta es una **ley fundamental**: no sabemos por qué es así, solo podemos describirla.
- Se acepta como cierta porque se verifica experimentalmente, pero no se puede justificar en teoría: es así y no sabemos explicar por qué

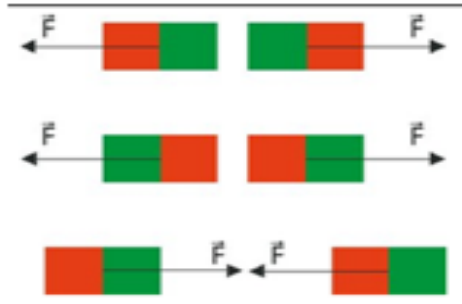


Fig. 5 Dependiendo de que extremos que se enfrenten, los imanes realizan fuerzas de atracción o de repulsión

- Los imanes interactúan ejerciéndose fuerzas a distancia
- El módulo de las fuerzas que se ejercen depende de la distancia entre ellos. Cuanto menor es la distancia entre ellos mayor es la fuerza de interacción.

Propiedad:

Indivisibilidad de los polos. Hasta el momento, no se han encontrado monopolos magnéticos, es decir, un polo N, sin su respectivo sur o viceversa. Este concepto es, así tan inofensivo como parece, uno de los pilares del electromagnetismo clásico: a provocado miles de problemas: los seres humanos tendemos a pensar en simetrías: si hay dos cargas eléctricas separadas, debe haber dos polos magnéticos separados. Así lo creyó P. Dirac, un científico muy destacado, que se dedicó a buscar el monopolos, pero nunca lo logró.

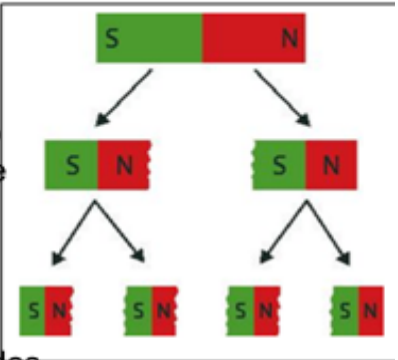
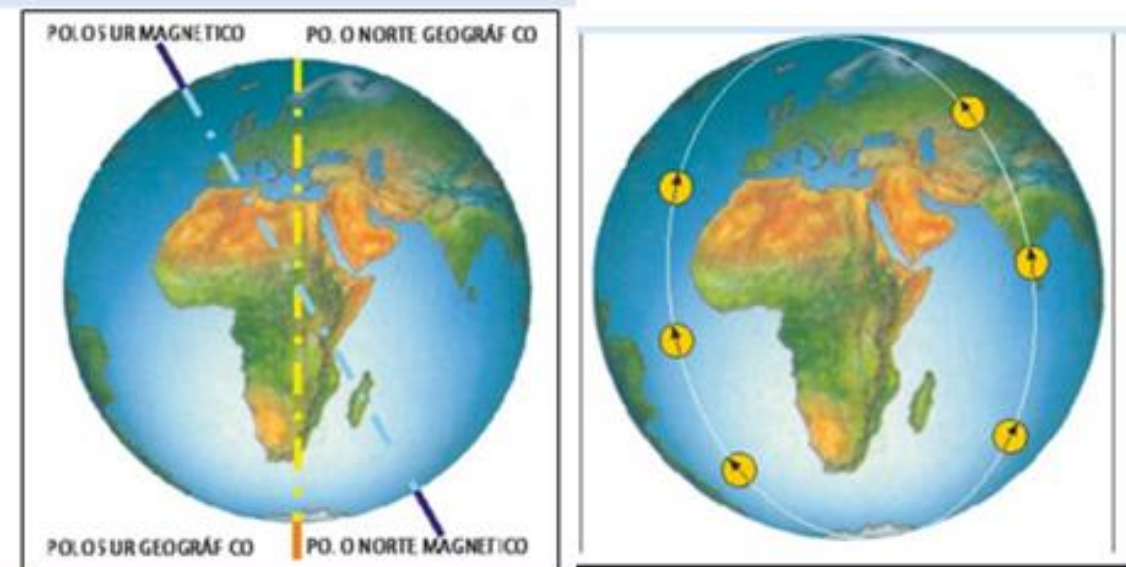


Fig. 9 Si partes un imán a la mitad obtienes dos imanes cada uno con un polo norte y con un polo sur. Puedes partarlos en las partes que quieras y cada una tendrá sus dos polos.

Los polos magnéticos son inseparables. En todo imán, independientemente de su forma o tamaño, siempre encontraremos un polo norte y un polo sur

Magnetismo terrestre



A los efectos prácticos podemos considerar a la Tierra como un gran imán, donde el polo magnético sur está aproximadamente en el polo geográfico norte y el polo magnético norte aproximadamente en el polo geográfico sur.

Campo magnético

Interacción a distancia

Cuando consideramos la interacción entre cargas eléctricas, discutimos el problema de la interacción a distancia: una carga eléctrica ejerce sobre otra una fuerza de atracción o repulsión sin que hubiese contacto entre ellas, y se desconoce el mecanismo a través del cuál lo hace. Este desconocimiento, nos llevó a buscar una herramienta conceptual que actuara como intermediario entre carga y carga: el campo eléctrico.

Ahora: ¿está presente en el magnetismo el problema de la interacción a distancia? Como hemos visto, el polo N de un imán atrae al polo S de otro. Cabe entonces la pregunta: ¿Cómo hace este imán para hacer fuerza sobre este otro, sin tocarlo? ¿Cómo “sabe” este otro imán que el primero está allí?

Un imán ejerce fuerza sobre otro SIN TOCARLO: otra vez aparece el problema de la **interacción a distancia**, que, como ya explicamos, genera una cierta incomodidad en los científicos.

Aparece, otra vez, el concepto de campo.

Podríamos hacer para el magnetismo, un razonamiento análogo al utilizado para la electricidad: qué pasaría si ahora, que no hay ningún imán cerca, coloco aquí una brújula: apunta en la dirección del campo magnético terrestre. Pero, si acerco el imán y vuelvo a

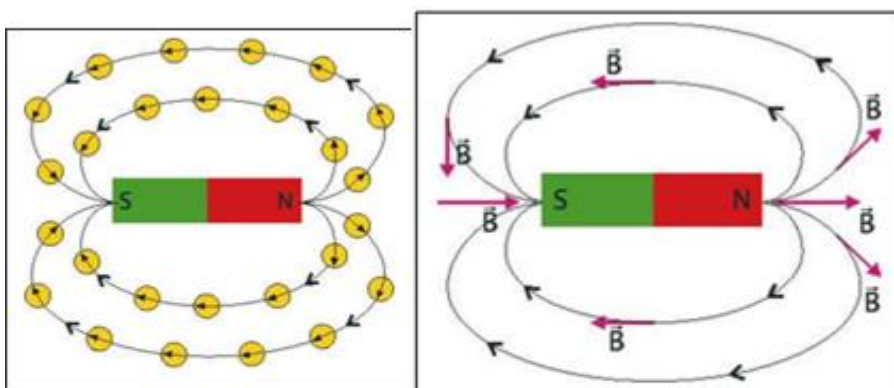
colocar la brújula, ya no se comporta igual, la aguja magnética se desvía. Algo cambió en esta región que hace que la brújula no se comporte como antes. Decimos que el imán *creó un campo magnético*.

campo magnético: es la región del espacio alterada por cargas en movimiento (por ejemplo, imanes).

Para representar el campo magnético se utilizan:

- a) Vector campo magnético (\vec{B})
- b) Líneas de campo magnético.

a) Vector campo magnético (\vec{B})



- B : tiene igual dirección y sentido que la aguja magnética de una brújula ubicada en el punto.
- Su módulo depende de la intensidad del campo magnético. $[B] = T$ (tesla) "se mide en tesla"

Líneas de campo magnético

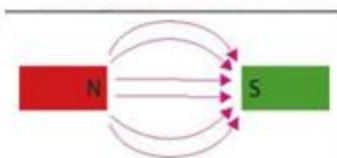
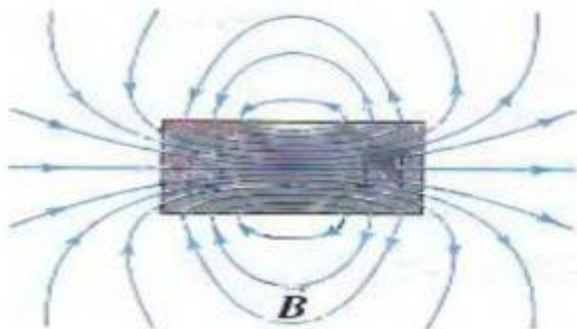


Fig. 16 Cuando enfrentamos dos polos opuestos el campo magnético es intenso. Las líneas van desde el

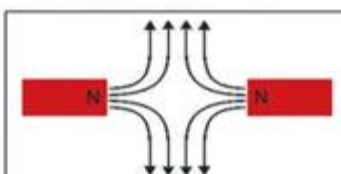


Fig. 17 Si enfrentamos dos polos iguales, el campo resultante es muy débil, observe la poca densidad de

Características de las líneas de campo magnético

1-Son tangentes al vector \vec{B} para cada punto.

2-Son cerradas:

Sentido: de Norte a Sur (por fuera del imán).

de Sur a norte (por dentro del imán)

3-Nunca se cortan.

4-El número de líneas de campo se vincula con la intensidad del campo magnético en la región: cuanto mayor sea la densidad de líneas de campo haya en una superficie (cuanto más "apretadas" se vean), más intenso es allí el campo magnético, y mayor será el módulo del vector \vec{B}

¿Por qué las líneas de campo magnético son CERRADAS?

Recuerde la Ley de Gauss: el flujo eléctrico sobre una superficie cerrada estaba relacionado con la carga neta encerrada en ella (si la carga neta es cero, también lo será el flujo).

Si existiera algo así como una carga magnética individual (monopolo), el flujo magnético a través de una superficie cerrada sería proporcional a la carga magnética encerrada. Pero no se han observado en la naturaleza monopolos magnéticos, por lo que el flujo magnético total, DEBE SER SIEMPRE CERO

Resumiendo:

- LEY DE GAUSS PARA EL MAGNETISMO:

$$\Phi_B = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

CUIDADO A diferencia de las líneas de campo eléctrico, que comienzan y terminan en cargas eléctricas, las líneas de campo magnético *nunca* tienen extremos; un extremo de esta naturaleza indicaría la presencia de un monopolo. Uno podría sentirse tentado a dibujar líneas de campo magnético que comienzan en el polo norte de un imán y terminan en el polo sur. Sin embargo, como lo indica la figura 27.11, las líneas de campo de un imán continúan de hecho a través del interior del imán. Como cualquier otra línea de campo magnético, forman espiras cerradas.

Magnetismo a escala microscópica

- A nivel atómico, los electrones se comportan de forma que sugiere la idea de que giran constantemente. El electrón corresponde a una carga circulante y es el imán dipolar atómico fundamental.
- La mayoría de las sustancias tienen campo magnético neto casi nulo, porque los electrones, al girar, anulan sus efectos entre sí. Son sustancias **paramagnéticas**, pero no existe material que no tenga una respuesta magnética, aunque sea pequeña. La mayor parte de las sustancias son débilmente magnéticas, y algunas son repelidas por el imán, es decir, son **diamagnéticas**.
- Aquellas sustancias, como las que mencionábamos al principio, que son atraídas fuertemente por el imán, se llaman **ferromagnéticas**. Estas tienen más cantidad de electrones desapareados, es decir, electrones que no poseen otro electrón que gire en sentido contrario y anule sus efecto magnético. Estos electrones se mueven de forma cooperativa, dando un efecto apreciable a simple vista.



Fig. 22 La fotografía muestra un fenómeno meteorológico llamado Aurora Boreal. Investiga que relación tiene con el tema que estamos estudiando (campo magnético)
