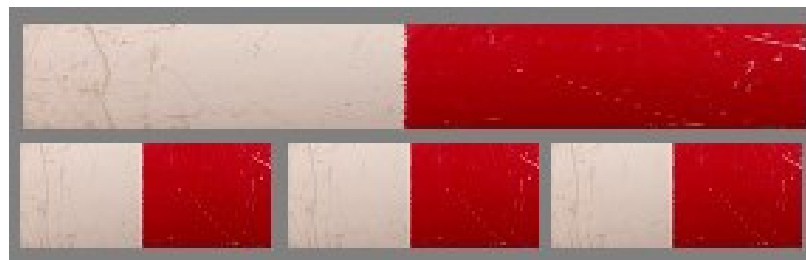


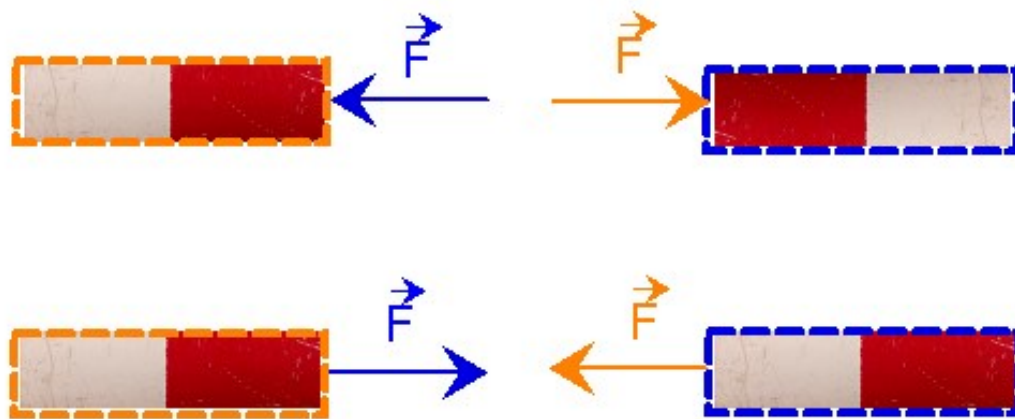
Magnetismo (parte I)

Generalidades

Todos los imanes tienen dos polos: Norte y Sur, y como se puede demostrar fácilmente, al dividir un imán en dos o más partes, se consiguen igual cantidad de imanes, es decir, **los polos de un mismo imán son inseparables**.



Cuando dos imanes se enfrentan, estos se ejercen fuerzas mutuas y recíprocas. Experimentalmente se comprueba que si se enfrentan polos de igual nombre: Norte vs Norte, o Sur vs Sur, estas fuerzas, que de aquí en mas denominaremos **fuerzas magnéticas**, serán de **repulsión**...



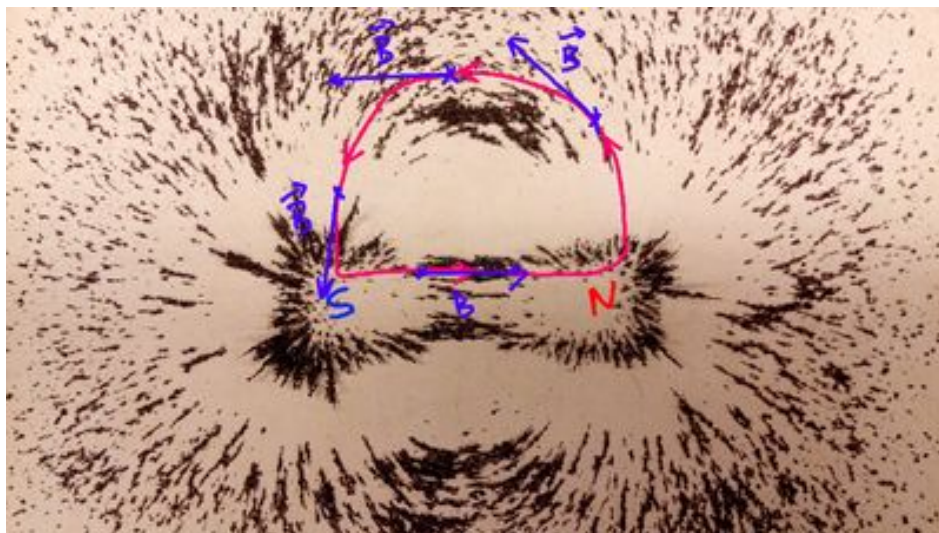
y si se enfrentan dos polos con nombres distintos, las fuerzas que se ejercen mutuamente serán de **atracción**.

Noten la analogía con las partículas o cuerpos cargados eléctricamente (¿se acuerdan?).

Más aun, como demuestra esta simple experiencia, para el surgimiento de estas fuerzas no es necesario el contacto físico entre los imanes, pues bastaría acercar los imanes para que se hagan apreciables las fuerzas entre ellos, es decir: las fuerzas entre imanes, son fuerzas de **acción a distancia**. Nuevamente la analogía con las fuerzas eléctricas es posible... y siguiendo esta analogía, podemos inferir la existencia de los **campos magnéticos** responsables de esta interacción a distancia.

Siguiendo con las analogías con el campo eléctrico, los campos magnéticos deben tener sus correspondientes líneas de campo, y sus respectivos vectores campos magnéticos. Para visibilizar las líneas del campo magnético de un imán barra, lo que se hace es situar el imán debajo de una cartulina, y espolvorear limadura de hierro, las cuales ocupan determinadas posiciones con

sus correspondientes orientaciones, sugiriendo la forma y extensión de la línea magnéticas del campo.

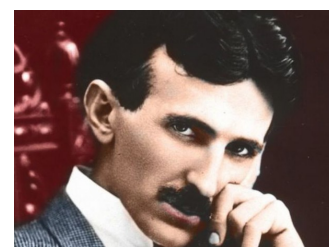


Por cada punto del espacio donde existe un el campo magnético pasa una **única** línea de campo magnético, y en ese punto perteneciente a la línea del campo, existirá un vector campo magnético **localmente tangente** a dicha línea. En la foto de arriba se trata de ejemplificar (modestamente) todo lo dicho. En fucsia se representa una línea del campo magnético que se cierra dentro del imán (notar el sentido en el que se recorre la línea), y cuatro vectores de campo magnético en cuatro puntos de la misma línea. Un defecto del dibujo es que el largo de cada vector no es representativo de la intensidad local del campo magnético.

Una diferencia fundamental entre las líneas del campo magnético a las del campo eléctrico, es que las últimas son curvas abiertas (inician en las cargas positivas y finalizan en las negativas), y **las líneas del campo magnético son curvas cerradas**.

El "Tesla" _____

La unidad internacional destinada para medir la intensidad de los campos magnéticos es el **tesla** (=T), en honor al ingeniero electricista croata **Nikola Tesla**.



Un tesla de intensidad puede resultar ser un valor muy elevado, como por ejemplo, para medir el campo magnético de la Tierra. En su lugar queda más cómodo medir el campo magnético en microtesla ($=\mu\text{T}$) o en nanotesla ($=\text{nT}$). Un microtesla es la millonésima parte de un tesla ($1\mu\text{T} = 1 \times 10^{-6} \text{ T}$), y un nanotesla es la mil millonésima parte de un tesla ($1\text{nT} = 1 \times 10^{-9} \text{ T}$).

Actividad _____

Otra unidad de uso común para medir la intensidad del campo magnético es el **gauss** (=Gs). La relación del gauss con el tesla se da por:

$$1 \text{ T} = 10\,000 \text{ Gs}$$

Para tener idea aquí les dejo un “ranking” de intensidades de campos magnéticos:

1. campo magnético promedio de la Tierra: $< 1 \text{ Gs}$
2. imán de “heladera”: $\sim 100 \text{ Gs}$
3. **resonancia magnética nuclear**: $\sim 10\,000 \text{ Gs}$
4. imanes superconductores del **LHC**: $\sim 83\,000 \text{ Gs}$
5. campo magnético más intenso producido **artificialmente**: $\sim 1\,000\,000 \text{ Gs}$
6. **magnetar o magnetoestrella**: $\sim 10^{15} \text{ Gs}$ (iguau!)

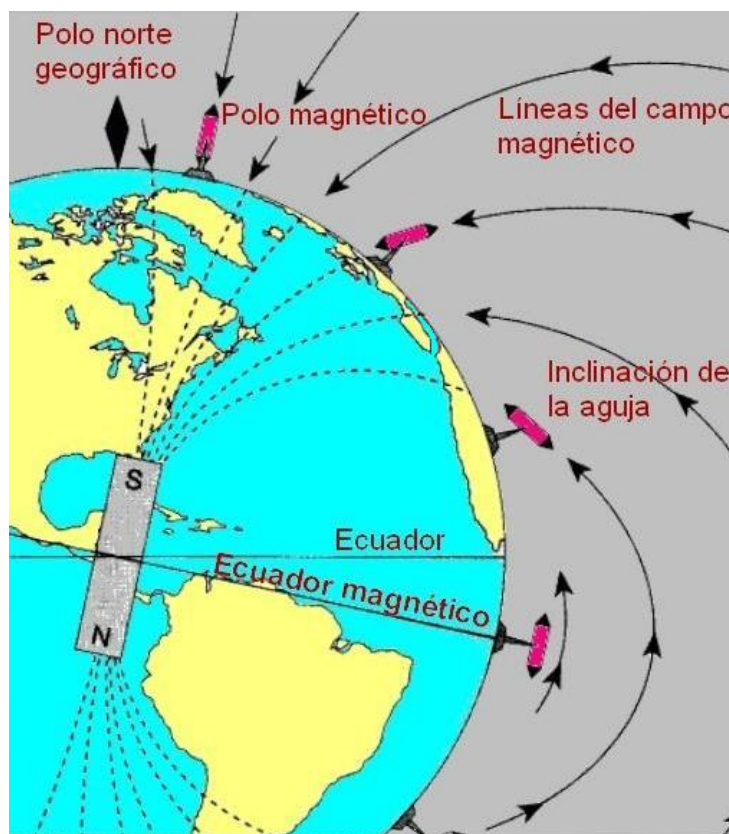
Convertir las intensidades de los campos magnéticos anteriores a tesla (T).

Geomagnetismo: Magnetismo terrestre

Desde que Gilbert¹ (1544-1603) descubrió que la Tierra genera su propio campo magnético, desde entonces es trillada la idea de que la misma se comporta como un gigantesco imán barra, tal como se muestra en la siguiente figura.

Hay que distinguir entre polo geográfico y polo magnético. Los polos geográficos son los dos puntos diametralmente opuestos de la superficie de la Tierra por los que pasa el eje de rotación de la misma, mientras que los polos magnéticos son los dos puntos (uno en cada hemisferio) de la superficie de la Tierra, donde la aguja de la brújula quedaría orientada verticalmente. Por tal motivo la aguja de la brújula en los polos magnéticos se vuelve inútil, no marca ninguna otra dirección que la vertical.

Más aun, los polos magnéticos están en los hemisferios opuestos (ver figura): **El polo norte magnético está en el hemisferio sur, y el polo sur magnético en el hemisferio norte.**



Un dato curioso es que los polos magnéticos no siempre estuvieron localizados en el mismo lugar. El polo sur magnético (el “falso” norte magnético) hace 250 millones de años se localizaba en algún lugar del actual desierto del Sahara.

En la actualidad el “falso” polo Norte magnético se sitúa en las coordenadas 86.29° N y 160.06° O , cerca de la isla Ellef Ringnes (Canadá), mientras que el “falso” polo Sur magnético se sitúa en

¹Médico de profesión y de cabecera de la reina Isabel I, y aficionado a la Física.

las coordenadas 64.28° S y 136.59° E, en la bahía de Commonwealth (Antártida).

Más aun, como norma general la intensidad del campo magnético aumenta o disminuye con la latitud, haciéndose más intenso en los polos y menos intenso en el ecuador. Estos valores de intensidad están comprendidos entre los 25 μT y los 65 μT . Sin embargo existen regiones del planeta discrepantes con la norma. Estas regiones discrepantes constituyen las denominadas anomalías magnéticas. Uruguay se encuentra íntegramente en una de estas anomalías, la **Anomalía del Atlántico Sur o AAS**, donde el campo magnético alcanza (dentro de la anomalía en la situación de Uruguay) el valor más bajo en intensidad: nuestro país es uno de los menos “magnéticos” del mundo! En nuestro país la intensidad del campo magnético ronda los 23 μT , lo que significa una intensidad por debajo de la mitad del promedio mundial. **Aquí** otro artículo que se relaciona con la AAS.

Actividad _____

El campo magnético de la Tierra, además de hacer que las brújulas funcionen y que las aves migratorias sepan hacia donde van, cumple una función protectora, y literalmente, vital, a la hora de protegernos de la natural agresión del Sol y de otras estrellas. Si no fuera por el campo magnético de la Tierra, la vida terrestre (y “aérea”), tal como la conocemos sería diferente.

Una tormenta solar representa una amenaza **real** a nuestra civilización tecnológica, tan dependiente de los electricidad, las telecomunicaciones, de internet, etc. . . En este **artículo** el autor nos da una idea de lo preocupante que podría ser para nuestra civilización una tormenta solar que nos “pegue” directamente, a pesar de la protección del campo magnético de la Tierra.

La actividad consiste en leer y resumir el artículo, y dar una opinión al final del resumen.

Complementando lo anterior, el Observatorio Geofísico de nuestro país publicó oportunamente este interesante (y preocupante) **artículo**. . . ¡nadie está a salvo de una tormenta solar si nos toca!

3D Compass and Magnetometer _____

Una aplicación que vamos a usar en algunas prácticas es la app **3D Compass and Magnetometer**, y que pueden descargar de **Google Play**, y de la **App Store**^a.

^aAquí hay que desembolsar 1,99 dólares.



Actividad _____

¿Qué tan confiables son las “aplicaciones brújulas” de los celulares?

Hay multitud de aplicaciones que “dicen” funcionar como brújulas. Algunas de ellas utilizan un sensor del celular llamado **magnetómetro**, que detecta el campo magnético y mide su intensidad local. Dos aplicaciones de este tipo son: 3D Compass and Magnetometer (se descarga de Google Play), y Compass (se descarga de F-Droid (<https://f-droid.org/>)). Otras aplicaciones se valen del GPS u otros servicios de geolocalización. Ejemplo de este tipo de aplicación es SatStat (se descarga de F-Droid).

Esta actividad consiste en marcar los puntos cardinales (rosa de los vientos) dado por la aplicación sobre la siguiente foto, y comparar con una brújula real.



Aquí algunas preguntitas:

1. Si la “aplicación brújula” discrepa con la brújula real, ¿a que puede deberse, y como podría corregirse?
2. Las aplicaciones que basan su funcionamiento en el GPS tienen, en relación a las que funcionan en base al magnetómetro, su “pro y contra”. ¿Cuál sería su “pro y contra”?