

## ESTUDIO DE UN PÉNDULO SIMPLE

- a) Se medirá el periodo del péndulo en función de la amplitud, manteniendo constante la longitud. Se representarán los resultados en una gráfica periodo-amplitud, constatándose que, en el caso de pequeñas oscilaciones, el primero resulta independiente de la amplitud.
- b) Haciendo variar la longitud del péndulo, se determinará la intensidad del campo gravitatorio local (aceleración de gravedad local), utilizando la gráfica del cuadrado del periodo frente a la longitud  $T^2$  vs  $L$ , por medio de la determinación de la pendiente, que se correlacionará oportunamente.

$$T^2 = (4 \pi^2 / g) L$$

$L$ : Distancia del centro de suspensión al centro de masas de la esferilla

- c) Alternativa al apartado b)

Se supone desconocida la relación entre  $T$  y  $L$ .

Se mide el periodo en función de la longitud, representándose la gráfica  $T$  vs  $L$ . Tras comprobar que no es una recta, se presenta la posibilidad de una linealización, tomando logaritmos.

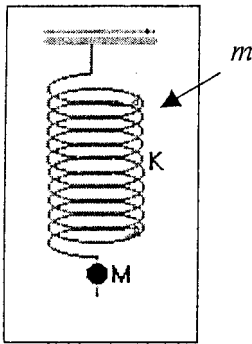
La determinación de la ordenada en el origen proporciona el valor de  $g_{loc}$  de una manera sencilla.

## ESTUDIO DE UN MUELLE REAL

- Determinación de la constante elástica del muelle midiendo los estiramientos ( $\varepsilon$ ) que se producen en él, al someterle a la acción de diferentes pesos ( $mg$ ). Se obtendrá la gráfica de  $\varepsilon$  frente a  $mg$  y, a partir de ella, la pendiente, que se correlacionará oportunamente.
- Se constatará que el comportamiento dinámico del muelle resulta independiente de la amplitud de las oscilaciones, siempre que se trabaje dentro del límite elástico. Resulta conveniente representar el cuadrado del periodo frente a la masa colgada y analizar la gráfica obtenida, determinando la pendiente.

Planificación:

De la teoría de las oscilaciones de un muelle se sabe que, para pequeñas oscilaciones, el periodo viene dado por la expresión:



$$T = 2 \pi \sqrt{M/k}$$

$M$ : masa suspendida del muelle  
 $k$ : constante elástica del muelle

Pero un muelle real tiene cierta masa  $m$ , por lo que la masa total que oscila es superior a  $M$ . Ahora bien, no todos los elementos de masa del muelle oscilan como lo hace  $M$  o el punto extremo del muelle; por ejemplo, el punto de suspensión no oscila en absoluto. Cada elemento de masa del muelle tiene su propia oscilación.

Se trata de determinar cómo influye la masa del muelle,  $m$ , en dicho periodo y buscar una explicación teórica.

Para ello, podemos modificar la ecuación del periodo, escribiéndola en la forma:

$$T = 2 \pi \sqrt{M'/k}$$

con  $M' = M + \Delta m$ ;

$\Delta m$  es la contribución del muelle y supone una cierta fracción de su masa:

$$\Delta m = f m, \text{ con } 0 < f < 1, \text{ o, si se prefiere, expresada en \%}.$$

El modo de proceder consiste en medir el periodo de oscilación del muelle para distintos valores de la masa  $M$  (realizar, al menos, 3 mediciones del periodo para cada valor de masa).

Debe buscarse la forma más conveniente de tabular datos, elegir qué variables representar gráficamente, procesar los datos y obtener el mejor valor para  $k$  y para  $M'$ . Ello permitirá determinar  $\Delta m$ .

## VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE: ARMÓNICOS EN UNA COLUMNA DE AIRE DE LONGITUD VARIABLE

- a) Se esquematizarán las ondas estacionarias que se formen.
- b) Se incidirá en el tratamiento de datos y su análisis, obteniéndose la velocidad en función de la longitud de la columna de aire y de la frecuencia del sonido.

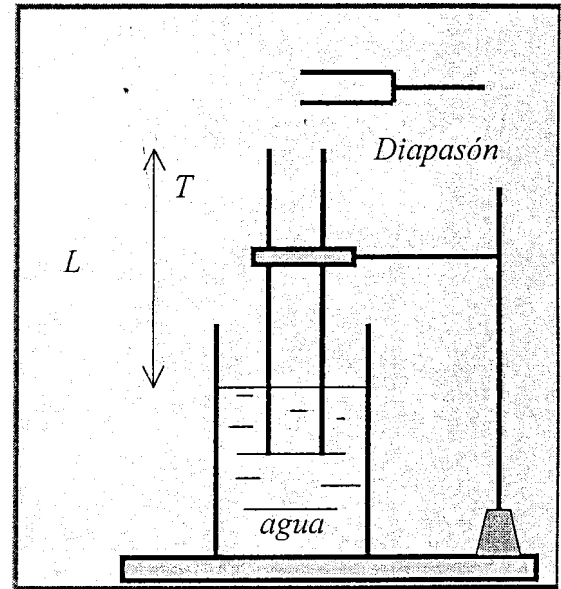
### Planificación:

Se supone conocida la teoría de las ondas estacionarias en un tubo con un extremo abierto y el otro cerrado.

El tubo  $T$  de la figura soportará exclusivamente ondas con un máximo de desplazamiento en el extremo abierto y un desplazamiento nulo en el cerrado. Así, tendrá que ocurrir:

$$L_n = (2n - 1) \lambda/4, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Se efectúa el montaje de la figura y se va variando la posición del tubo  $T$  relativa al nivel de agua en el recipiente, hasta escuchar una resonancia correspondiente a la onda estacionaria que se forma en la columna de aire.



Habida cuenta de que el diapasón de referencia tiene una frecuencia fija,  $f$ , podemos determinar la velocidad de propagación del sonido en el aire,  $c_{\text{aire}}$ .

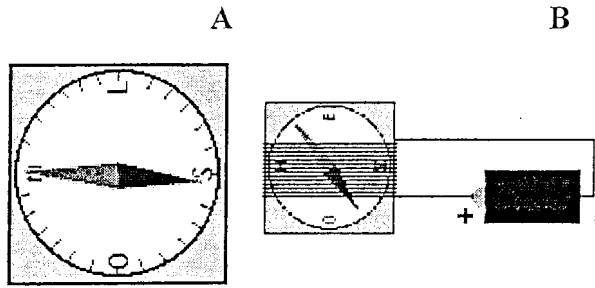
Se trata de obtener todas las ondas estacionarias posibles y, por tanto, diferentes valores de  $c_{\text{aire}}$ , a partir de:

$$c = (4f / 2n - 1) L_n$$

Debe considerarse la forma más conveniente de tabular datos y realizar el tratamiento oportuno para proporcionar un único resultado e informar de su incertidumbre.

## EXPERIENCIAS DE OERSTED Y DE FARADAY - LENZ

- a) La experiencia de Oersted suele salir bien con una simple pila y basta una brújula barata.



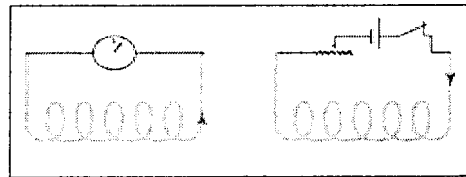
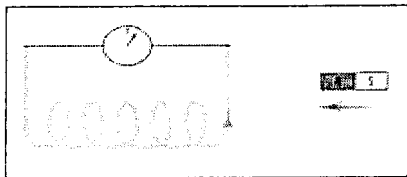
Suponiendo conocido el campo magnético originado por una corriente rectilínea larga y determinando la desviación de la brújula, se puede calcular la componente horizontal del campo magnético terrestre local.

- b) Experiencias de Faraday - Lenz

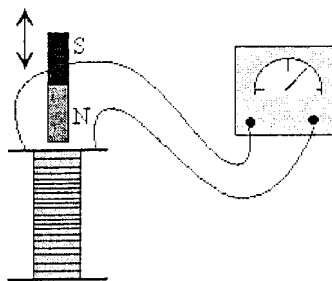
Lo que interesa es **que varíe el flujo** que atraviesa la bobina conectada al miliamperímetro, **sin importar cuál sea la razón de ello**.

Se pueden realizar las siguientes actividades:

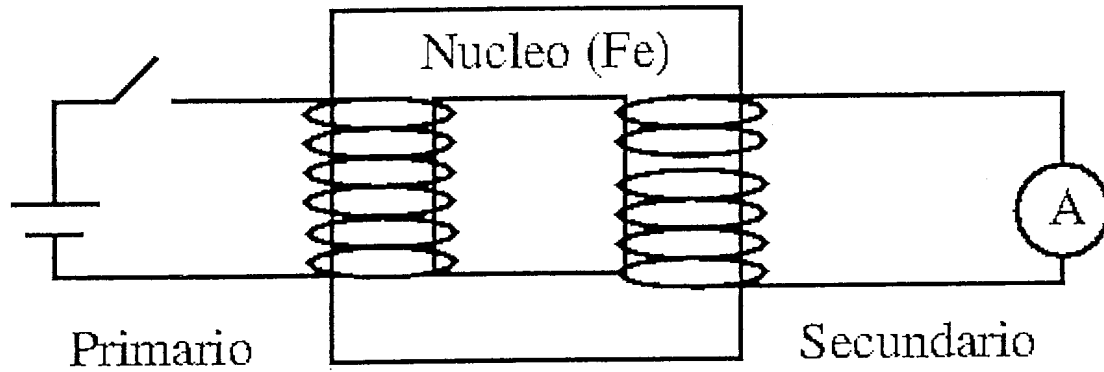
- Introducir y sacar el imán de la bobina, probando con los dos polos
- Dejar fijo el imán y que sea la bobina la que se acerque y se aleje, probando también con ambos polos
- Abrir y cerrar un circuito accionando el interruptor
- Modificar la intensidad de corriente de un circuito mediante una resistencia variable o haciendo circular por él una corriente alterna (AC).



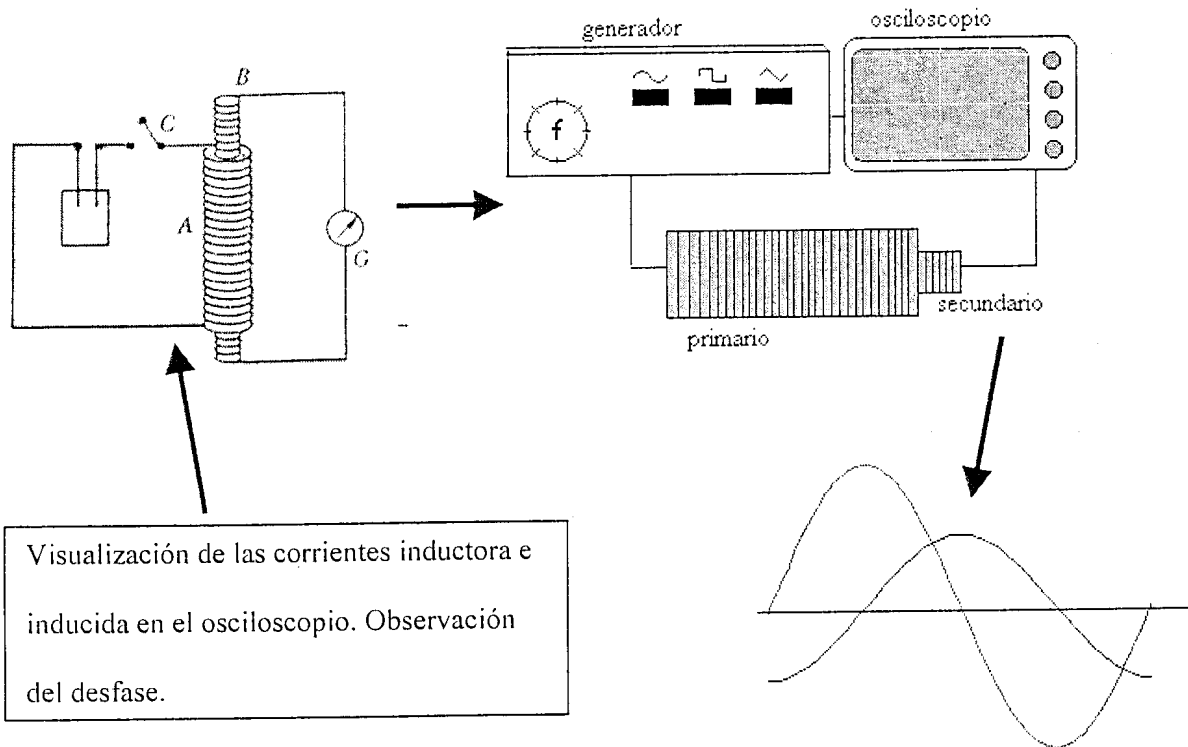
También conexión a AC



- Puede resultar interesante realizar mediciones **con multímetros** en el primario y el secundario de un transformador, , contrastar resultados y proporcionar una explicación sencilla, basada en la conservación de la energía.



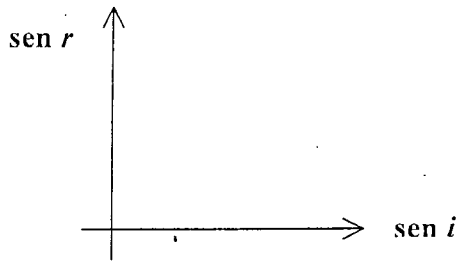
- Así mismo, se puede plantear el montaje siguiente (siempre que se disponga del material adecuado), que hace uso de un osciloscopio y dos bobinados con número diferente de espiras (transformador).



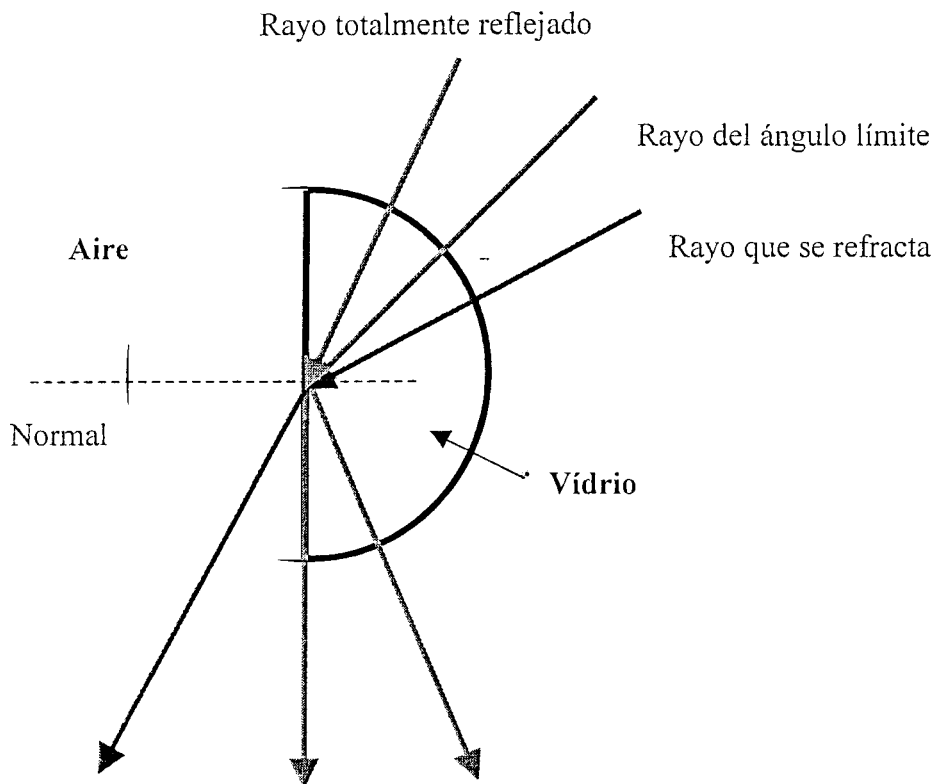
El propósito - en todo caso - es **constatar cualitativamente**, de una u otra forma, **la ley de Faraday – Lenz**, en sus distintas perspectivas.

## ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE UNA LÁMINA SEMICILÍNDRICA DE VIDRIO

- Variar el ángulo de incidencia (ver figura), aplicándose a continuación la ley de Snell.
- Incidir en el tratamiento de datos y en la obtención de la gráfica oportuna ( $\text{sen } r - \text{sen } i$ ), para obtener el índice de refracción del vidrio.

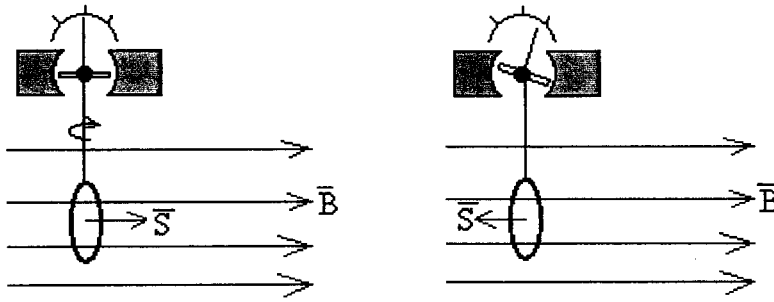


- Constatar la existencia de un ángulo límite y determinar su valor.



## Medida de un campo magnético uniforme

Un campo magnético uniforme se puede medir girando rápidamente media vuelta una bobina exploradora. La carga que pasa a través de la bobina se mide mediante un galvanómetro cuyo periodo de oscilación es mucho mayor que el tiempo que tarda la bobina en girar media vuelta.



El flujo en la situación inicial de la bobina es  $\Phi = NS \cdot B$ , y en la situación final es  $\Phi' = -NS \cdot B$ .

El flujo cambia en  $\Delta\Phi = -2NS \cdot B$  en un pequeño intervalo de tiempo  $\Delta t$ . Aplicando la ley de Faraday, la fem vale

$$V_e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{2NSB}{\Delta t}$$

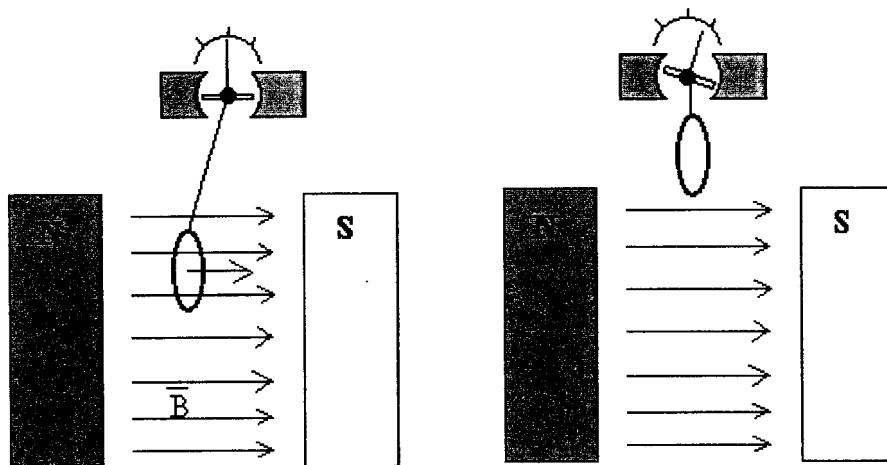
Si la resistencia total del circuito es  $R$ . La carga que pasa por el galvanómetro se obtiene integrando la intensidad de la corriente inducida  $i = V_e/R$ .

$$q = \int_0^{\Delta t} i \cdot dt = \frac{2BNS}{R} \quad B = \frac{qR}{2NS}$$

Como el galvanómetro balístico nos mide la carga  $q$ , conociendo los datos relativos a la bobina exploradora (área  $S$  y número de espiras  $N$ ) podemos despejar el valor de la intensidad del campo magnético  $B$ .

## Medida de un campo magnético no uniforme

Es posible medir un campo magnético no uniforme mediante una bobina conectada a un galvanómetro balístico.



Cuando una pequeña bobina exploradora formada por  $N$  espiras de área  $S$ , se saca de una región en la que hay un campo magnético uniforme  $B$  hacia una región en la que no hay campo magnético, se produce una fem en la bobina.

El flujo cambia de  $\Phi = B \cdot NS$  a  $\Phi = 0$  en un intervalo de tiempo pequeño  $\Delta t$ . Aplicando la ley de Faraday, la fem inducida será

$$V_{\epsilon} = -\frac{0 - BNS}{\Delta t} = \frac{BNS}{\Delta t}$$

Si se conecta la bobina exploradora a un galvanómetro balístico. La corriente inducida que circula por el circuito formado por la bobina exploradora y el galvanómetro es

$$i = V_{\epsilon} / R$$

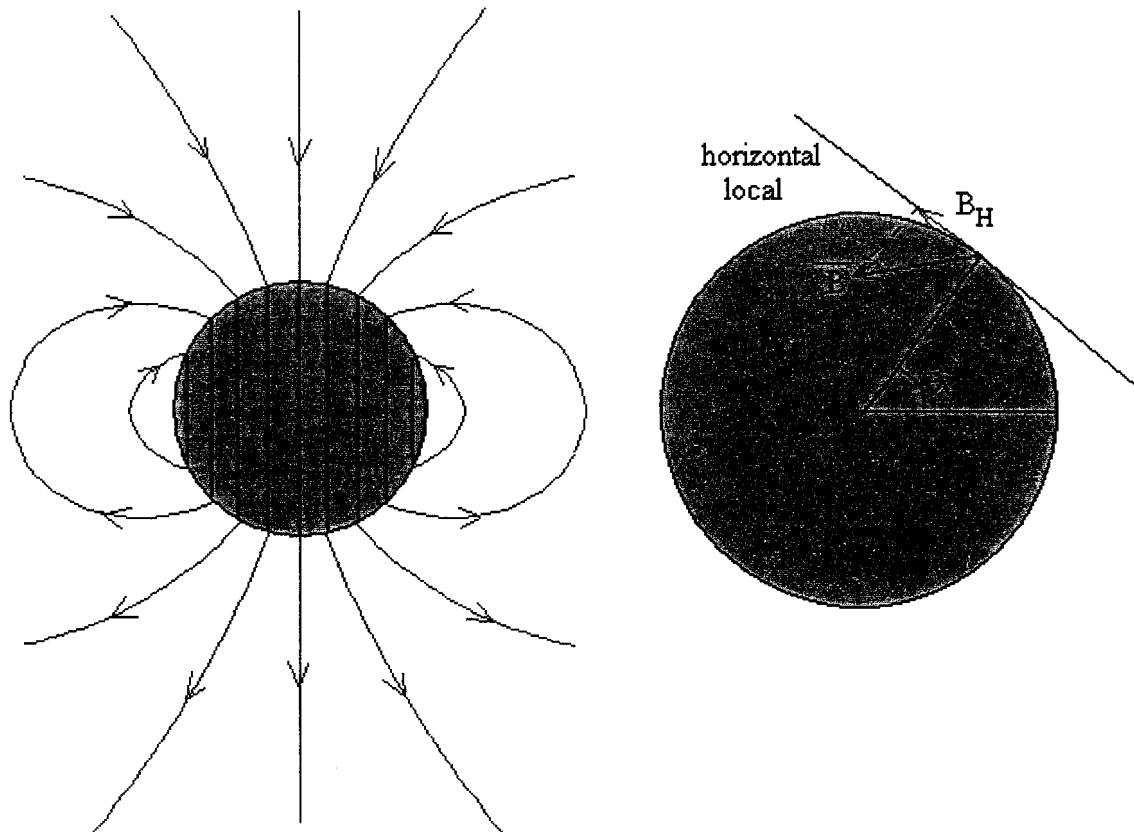
Donde  $R$  es la resistencia del circuito. La carga total  $q$  que pasa por el galvanómetro se obtiene integrando la intensidad de la corriente inducida

$$q = \int_0^{\Delta t} i \cdot dt = \frac{BNS}{R} \quad B = \frac{qR}{NS}$$

Como el galvanómetro balístico nos mide la carga  $q$ , conociendo los datos relativos a la bobina exploradora (área  $S$  y número de espiras  $N$ ) podemos despejar el valor de la intensidad del campo magnético  $B$  en la región considerada.

# Medida de la componente horizontal del campo magnético terrestre

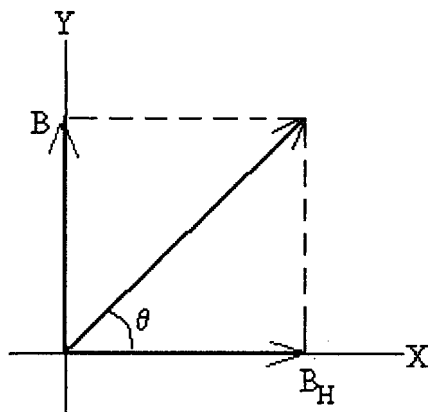
En la figura, se muestra un modelo simplificado del campo magnético terrestre, que en una primera aproximación, es el mismo que el de una esfera imantada uniformemente. Los polos geográfico y magnético de la Tierra no coinciden, e incluso a lo largo de la historia se han producido inversiones de los polos magnéticos.



Como puede apreciarse en la parte derecha de la figura, la componente horizontal (local) del campo magnético terrestre  $B_H$  se dirige siempre hacia el polo Norte.

Para medir esta componente, se pueden realizar distintos experimentos.

## Primer método



Llamemos eje X a la dirección horizontal Norte-Sur. Producimos un campo magnético  $\mathbf{B}$ , en la dirección del eje Y, cuya intensidad calculamos. Una brújula que se orientará en la dirección del campo magnético resultante. Midiendo el ángulo  $\theta$  que forma el campo resultante con el eje X, obtenemos el valor de la componente horizontal  $B_H$  del campo magnético terrestre.

$$\tan \theta = \frac{B}{B_H}$$

El valor que se ha medido de esta componente en España es del orden de  $0.25 \cdot 10^{-4} \text{ T} = 0.25$  gauss.