

FICHA DE PROYECTO - 2018

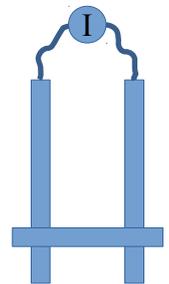
<b>TÍTULO: GRAVITON CONTRA MAGNETO</b>	
Centro: IES Clot del Moro	Curso y Ciclo : 1º BAT
<b>Categoría de concurso:</b> FÍSICA	
Nombre del profesor/a tutor/a: M.ª Antonia Tortajada Sanz y José Luis Roche Gascó.	
<b>Nombre y apellidos de los alumnos:</b>	
1. Pablo Fernández Silva.	3. Francisco Javier Chenovart Macías.
2. Javier Gil Garcerá.	4. Jaime Martínez

**1. Resumen breve del proyecto y objetivos**

En este proyecto se ha estudiado la fuerza de Lorentz que aparece sobre una carga al circular por una región del espacio en la que existe un campo magnético. Mediante la realización de diversas *medidas cualitativas*, se ha comprobado la existencia de dicha fuerza, así como su dependencia con diversas magnitudes. También se ha realizado una serie de *medidas cuantitativas* en las que, comparando la fuerza de Lorentz con la fuerza peso, logramos finalmente calcular el valor del campo magnético que genera la primera.

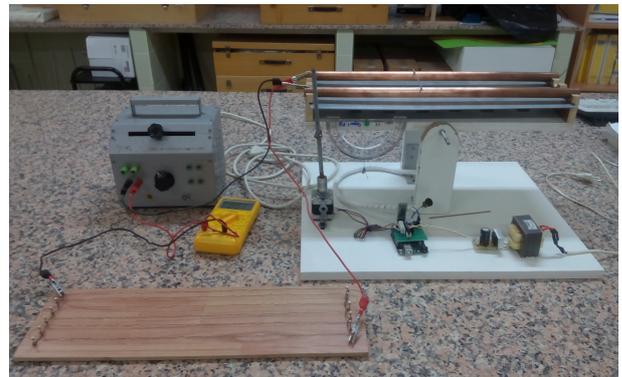
**2. Material y montaje**

Para todo ello, se ha utilizado un circuito como el del esquema adjunto, formado por dos conductores rectilíneos, paralelos y fijos, conectados a una fuente de intensidad de corriente variable, y en contacto con un tercer conductor rectilíneo móvil, que cierra el circuito. Asimismo, se ha montado 35 imanes de neodimio sobre una plancha metálica para generar un campo magnético uniforme, que podamos colocar en diversas posiciones. Por último, el circuito se ha montado sobre una peana cuya inclinación es ajustable tanto manualmente como de forma automática mediante un programa de arduino que monitoriza un sistema de sensores y controla un motor que modifica dicha inclinación.



Así, para realizar el montaje completo hemos necesitado:

- Peana balancín de madera.
- Electrónica de control de la inclinación.
- Tubos de cobre y aluminio de distintos tamaños.
- Fuente de alimentación continua regulable.
- Resistencia de alta disipación de potencia.
- Imanes de neodimio montados en una placa metálica.
- Cableado de interconexión.
- Multímetro.
- Balanza.
- Pie de rey.
- Semicírculo graduado.
- Calculadora científica.



**3. Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas**

Las fuerzas con un papel relevante a lo largo del proyecto han sido:

-Fuerza peso en plano inclinado ( $F_P$ ): la fuerza peso de un cuerpo situado sobre un plano inclinado, se puede descomponer en  $F_{Px}$ , tangente al plano y  $F_{Py}$  perpendicular al mismo. Tanto una como otra se pueden calcular fácilmente conociendo el peso del cuerpo y el ángulo de inclinación del plano.

-Fuerza de rozamiento ( $F_R$ ): que ha supuesto una dificultad en el balance entre la fuerza peso y la de Lorentz. Hemos resuelto esta dificultad eligiendo una geometría cilíndrica de los conductores (que minimiza el rozamiento), lijando los conductores tras cada medida para minimizar el efecto de las microsoldaduras (que aumentan el rozamiento), y repitiendo cada medida varias veces para, usando su media, reducir errores.

-Fuerza de Lorentz ( $F_L$ ): su nombre se debe a H.A. Lorentz, que la caracterizó completamente. La Ley de Lorentz establece que una partícula con carga  $q$  que circula a una velocidad  $\vec{v}$  por un punto en el que existe una intensidad de campo magnético  $\vec{B}$ , se ve sometida a una fuerza  $\vec{F}_{Lq}$ , dada por:

$$\vec{F}_{Lq} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Donde, si  $\vec{B}$  es uniforme en todo el volumen ocupado por el conductor móvil, podemos obtener la fuerza total,  $\vec{F}_L$  sobre dicho conductor como la suma de las fuerzas experimentadas por cada una de sus cargas:

$$\vec{F}_L = qn Sv \cdot L \cdot \vec{u}_v \times \vec{B}$$

Siendo  $n$  el número de partículas por unidad de volumen,  $S$  y  $L$  la sección y longitud del conductor móvil, y  $\vec{v} = v \cdot \vec{u}_v$  la velocidad media de las partículas expresada como producto de su módulo por un vector

FICHA DE PROYECTO - 2018

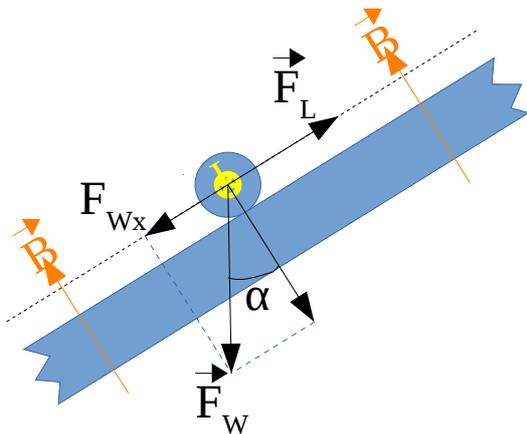
unitario. Si ahora escribimos  $qnSv=I$ , intensidad de corriente a través del conductor móvil, tenemos:

$$\vec{F}_L = I \cdot L \cdot \vec{u}_v \times \vec{B}$$

Fuerza que, siendo  $\beta$  el ángulo formado por los vectores  $\vec{B}$  y  $\vec{u}_v$  (con dirección y sentido de  $I$ ) y llamando por simplicidad  $|\vec{F}_L|=F_L$   $|\vec{B}|=B$  tiene un módulo de valor:

$$|\vec{F}_L|=I \cdot L \cdot |\vec{u}_v| \cdot |\vec{B}| \cdot \text{sen}\beta \rightarrow F_L = I \cdot L \cdot B \cdot \text{sen}\beta$$

En función de dicho ángulo la fuerza de Lorentz que experimenta el conductor móvil será nula ( $\beta=0$ ) o alcanzará su máximo ( $\beta=90^\circ$ ), lo que pondremos de manifiesto en los estudios cualitativos a realizar.



A continuación, analizamos las fuerzas que actúan sobre el conductor móvil en la situación mostrada en la figura, es decir:

- $\beta=90^\circ$ , con lo que la fuerza de Lorentz es:

$$F_L = I \cdot L \cdot B \cdot \text{sen}\beta \rightarrow F_L = I \cdot L \cdot B$$

- Y circuito inclinado, con lo que aparece una componente de fuerza peso contrapuesta a la anterior, de módulo:

$$F_{Px} = m \cdot g \cdot \cos(90 - \alpha) = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$$

Con  $m$  la masa del conductor móvil,  $d$  su densidad y  $\alpha$  el ángulo de inclinación del circuito respecto a la horizontal.

Realizando el balance de ambas fuerzas y modificando los parámetros que aparecen en sus fórmulas ( $I$ ,  $m$ ,  $\alpha$ ,  $L$ , etc.) llevaremos a cabo los estudios siguientes.

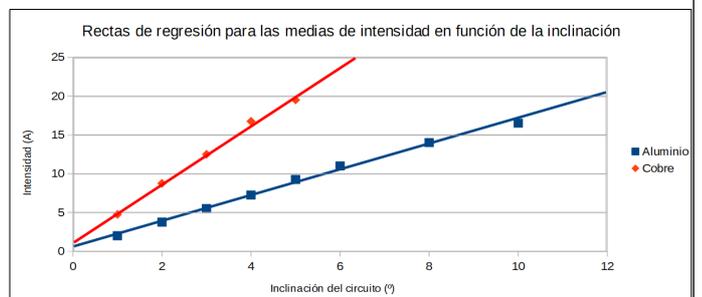
4. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

Por un lado, se ha realizado una serie de medidas cualitativas:

- Colocando los imanes en distintas posiciones se muestra la existencia, dirección y sentido de  $\vec{F}_L$ .
- Variando la intensidad se observa la dependencia lineal de  $F_L$  con ésta.
- Cambiando el material del conductor móvil se evidencia que solo cambia la densidad pero no la corriente.
- Variando la distancia entre los conductores fijos se demuestra la dependencia de  $F_L$  con la longitud efectiva del conductor móvil,  $L$ .

Por otro lado, con el montaje descrito en 2, el circuito puede inclinarse, creando así una componente de la fuerza peso del conductor móvil  $F_{Px}$  que compense la fuerza de Lorentz  $F_L$  y consiga que el conductor móvil quede en equilibrio.

Realizando varias veces estas medidas para ángulos de inclinación entre 0 y 10°, y tomando sus medias se obtuvo la nube de puntos adjunta.



A partir de la que, mediante un ajuste por recta de regresión lineal, se determinó el valor de la pendiente para ambos materiales, y, sustituyendo en el balance de fuerzas descrito en 3, el campo magnético generado por los imanes en la región que ocupa el conductor móvil:

$$I \cdot L \cdot B = m \cdot g \cdot \text{sen}\alpha \rightarrow B = \frac{m \cdot g}{L} \cdot \text{sen}\alpha = \frac{m \cdot g}{L} \cdot \frac{1}{\text{pte}} \rightarrow \begin{cases} B_{Al} = 1,63 \cdot 10^{-3} T \\ B_{Cu} = 1,68 \cdot 10^{-3} T \end{cases}$$

5. Conclusiones

A lo largo del proyecto se ha logrado cubrir todos los objetivos planteados para el mismo, tanto los cualitativos como los cuantitativos. Tales resultados son solo válidos en las proximidades del conductor móvil, dado el rápido descenso del campo magnético con la distancia.

El proyecto combina conocimientos de diversas áreas: física, tecnología, programación, estadística, etc, pudiendo considerarse un proyecto multidisciplinar muy útil en el aprendizaje de los alumnos de bachillerato.

6. Bibliografía

- [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo\\_magnetico/varilla/varilla.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_magnetico/varilla/varilla.htm)
- <https://www.fiscalab.com/apartado/ley-de-lorentz>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza\\_de\\_Lorentz](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_de_Lorentz)

- Libro de física de 2º de bachillerato, editorial ECIR
- Libro de física de 2º de bachillerato, editorial OXFORD EDUCATION
- Libro de física de 2º de bachillerato, editorial SM

