

Guia de trabajo práctico: experimento “Giroscopio Cualitativo”

A) Introducción

La experiencia pretende familiarizar al alumno con los objetos físicos llamados *giroscopios*, por medio de un análisis cualitativa de su movimiento a lo largo del tiempo (ve al ítem “Introducción teórica” del Apéndice para mayores detalles).

B) Procedimiento de análisis

B1. Observa los videos de esta experiencia y presta especial atención al *movimiento de precesión* del giroscopio.

B2. A partir de los cuadros de la condición que te fue indicada, monta una tabla con los valores de θ_p (ángulos de precesión) y los respectivos instantes de tempo que aparecen en cada cuadro.

Importante:

a) En el video se observa el movimiento circular del giroscopio y se constata que completa varias vueltas. Sin embargo, para disminuir errores de paralaje¹ así como la influencia del movimiento de nutación (que puede hacer el análisis de la experiencia más compleja), los cuadros con los que trabajaremos siempre muestran al giroscopio en un único cuadrante (figura 1).

b) Serán utilizadas solamente el primero y el último cuadro de cada vuelta. Con esas imágenes podrás medir (para cada vuelta), dos posiciones del giroscopio y sus respectivos instantes de tiempo.

c) El círculo sobre cual el giroscopio realiza el movimiento fue dividido en ángulos de 15° , razón por la cual no es posible tener una precisión muy buena en la determinación de la posición angular del eje del giroscopio. Recomendamos que dividas (de forma imaginaria) el intervalo en 3 partes, cada una correspondería a 5° . Así, la posición del giroscopio sobre el círculo será dada por múltiplos de 5° (por ejemplo: 305° , 335° , etc). Adopta el error para ese valor como siendo $2,5^\circ$. Acuérdate que posteriormente, todos los valores de ángulos en grados ($^\circ$) deben ser convertidos a radianos.



Figura 1 – Restricción del análisis movimiento del giroscopio a un cuadrante para atenuar errores de paralaje y otros efectos de movimiento. La parte más oscura del gráfico representa el cuadrante analizado.

B3. Con la tabla del ítem anterior montada, calcula la velocidad angular de precesión media para cada par de fotos de cada vuelta:

¹ Errores de paralaje son aquellos cometidos cuando el observador, el objeto observado y el instrumento de medida (en este caso específico, el círculo sobre el cual el giroscopio realiza el movimiento cumple el papel de “instrumento de medida”) no están alineados correctamente. En consecuencia, los valores experimentales y, por lo tanto, los resultados experimentales presentan un desvío en relación a los valores verdaderos.

$$\bar{\omega}_p = \frac{\Delta\theta_p}{\Delta t} = \frac{\theta_{final} - \theta_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}. \quad (I)$$

Esa será la velocidad en el instante medio, dada por:

$$\bar{t}_i = \frac{t_{i+1} + t_{i-1}}{2}. \quad (II)$$

Adiciona una columna a la tabla con los valores de $\bar{\omega}_p$ para cada \bar{t}_i , calcula los errores de la velocidad angular considerando nulo el error del tiempo (para más informaciones busca el “*Roteiro de Cálculo de Incertezas*” en la página “*Guias*” del sitio web de los experimentos virtuales).

B4. El objetivo ahora consiste en analizar el comportamiento a lo largo del tiempo de los valores de $\bar{\omega}_p$ (velocidad angular de precesión) del ítem anterior. Reflexiona sobre la siguiente pregunta: ¿la velocidad de precesión aumenta, disminuye o permanece constante a lo largo del tiempo?

B5. Con los valores de \bar{t}_i y $\bar{\omega}_p$ del ítem 3, construye un gráfico de $\bar{\omega}_p$ x \bar{t}_i . Observa el comportamiento de $\bar{\omega}_p$ (aumenta, disminuye, permanece constante?). ¿Esa respuesta es compatible con la del ítem B4?

B6. Busca una posible explicación para el comportamiento observado. (Lleva en consideración la expresión III de la “Introducción Teórica” y analiza lo que ocurre con las otras magnitudes relacionadas a $\bar{\omega}_p$). ¿Tus conclusiones son compatibles con el comportamiento esperado? Justifica.

C) Procedimiento de elaboración del informe

Entrega un informe con los siguientes ítems:

C1. *Introducción*: Escribe una introducción resumida que contenga el objetivo del experimento.

C2. *Descripción*: detalla el arreglo experimental de forma sintética, no dejes de mencionar los principales dispositivos, componentes utilizados y sus características.

C3. *Análisis de datos y resultados obtenidos*: presenta los valores brutos extraídos del análisis inicial del conjunto de cuadros (tabla del ítem B2). Transcribe la tabla construida del ítem B3, diseña el gráfico asociado. A partir de todas esas informaciones, responde las preguntas de los ítems B4, B5 y B6.

4. *Conclusión*: vuelve a la introducción para recordar el objetivo del experimento. Escribe la conclusión de acuerdo a la pregunta: “¿la experiencia consiguió cumplirlo? ¿Porqué?”.

D) Apêndice

1. Introdução teórica

Un giroscopio típico está compuesto por un disco (muchas veces llamado volante o rotor). El centro es traspasado por un eje de cualquier dimensión, pero que generalmente sobresale en partes iguales para cada lado del disco (figura 2). Cuando el disco es colocado a girar y uno de los extremos del eje es colocado sobre un apoyo, dependiendo de la rapidez de su giro, se observa que el conjunto adquiere una cierta estabilidad, cuando el sentido común diría que debería caer.

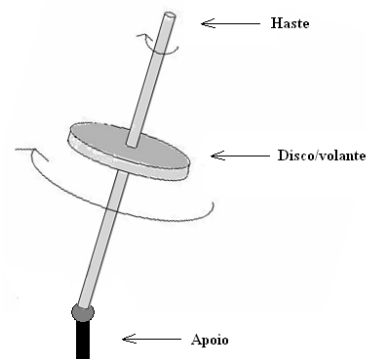


Figura 2 – Esquema y componentes básicos de un giroscopio.

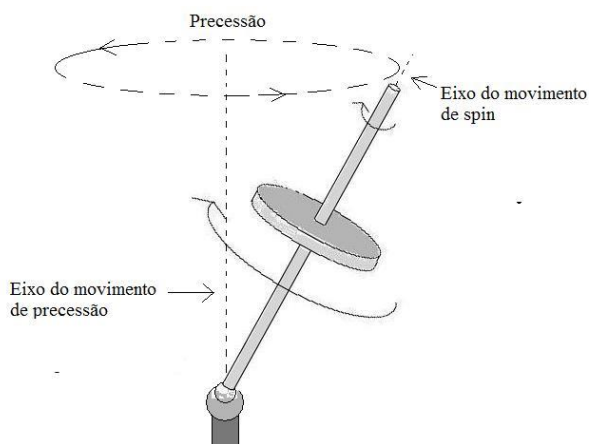


Figura 3 – Eje de rotación de espín inclinado. Situación como la de trompos de juguete o el propio giroscopio de esta experiencia.

El caso de un trompo de juguete, o el giroscopio utilizado en esta experiencia se asemeja a la configuración mostrada en la figura 2, pero difiere de aquel porque la inclinación del eje de rotación no es vertical (figura 3). Percibimos la existencia de dos movimientos: el primero, del volante sobre el eje de rotación, denominado movimiento de espín, y el segundo, de rotación del eje sobre el punto de apoyo, llamado de precesión (eventualmente, puede haber un tercer tipo de movimiento, el de nutación; sin embargo, para los fines prácticos de esta experiencia iremos a desconsiderar este último).

Debemos recordar que la velocidad de precesión ω_p de un giroscopio es dada por:

$$\omega_p = \frac{Mgd}{I\omega_s} \quad \text{(III)}$$

donde M representa a la masa del giroscopio, g el módulo da aceleración de la gravedad, d la distancia del punto de apoyo al centro de masa del volante (coincidiendo generalmente con el punto en que el eje atraviesa el disco) e I la inercia rotacional del giroscopio en relación al eje de rotación relacionado al movimiento de espín.

Referência Bibliográfica

VUOLO, José Henrique. *Fundamentos da Teoria de Erros*. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. *Curso de Física Básica: 1 – Mecânica*. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.