



TAREFAS

- Confirmação da proporcionalidade entre a frequência de rotação f_R do disco em rotação e o tempo T_p de uma precessão do giroscópio e determinação do momento de inércia da aplicação gráfica $f_R(T_p)$.
- Confirmação da proporcionalidade entre frequência de rotação f_R e frequência de nutação f_N através da aplicação gráfica $f_N(f_R)$ e dos tempos correspondentes $T_R(T_N)$.

OBJETIVO

Análise experimental da precessão e nutação de um giroscópio e determinação do momento de inércia

RESUMO

Um giroscópio realiza, além de sua movimentação de rotação, uma movimentação de precessão e nutação, conforme o caso se uma força externa e, com ela, um torque adicional age sobre o eixo de rotação ou se o eixo de rotação do giroscópio em rotação sofre desvio de sua posição de equilíbrio. Nisto, o período de precessão é inversamente proporcional ao período de rotação e o período de nutação é diretamente proporcional ao período de rotação. A dependência do período de precessão do período de rotação permite a determinação do momento de inércia do disco em rotação.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Giroscópio	U52006
2	Barreira luminosa	U11365
1	Díodo laser, vermelho	U22000
1	3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)	U11300-230 ou
	3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)	U11300-115
1	3B NETlab™	U11310
3	Tripé 150 mm	U13270
3	Manga universal	U13255
3	Vara de apoio, 750 mm	U15003

FUNDAMENTOS GERAIS

Um giroscópio é um corpo sólido que gira ao redor de um eixo fixado em um ponto. Se uma força externa atinge o eixo, então o torque causa uma alteração do impulso de rotação. O giroscópio se movimenta, então, na direção perpendicular ao eixo de forma e à força incidente. Este movimento é chamado de precessão. Se um giroscópio em rotação sofre colisão contra seu eixo de rotação,

ele realiza movimentos de tombamento, chamados de nutação. Ambos os movimentos se sobrepõem, em geral.

Na experiência, é usado um giroscópio cujo disco circular grande gira com pouco atrito ao redor de um eixo posicionado sobre um ponto de apoio. Um contrapeso é ajustado de forma que o ponto de apoio corresponda ao centro de gravidade. Se o giroscópio estiver em equilíbrio e o disco de rotação é colocado em rotação, um impulso de rotação L constante age:

$$(1) \quad L = I \cdot \omega_R$$

I : momento de inércia, ω_R : velocidade angular

O momento de inércia do disco em rotação do giroscópio é dado por:

$$(2) \quad I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

M : massa do disco, R : raio do disco

Se o disco de rotação recebe o peso de uma massa adicional m , então isto gera, através do torque τ causado pelo peso adicional, uma alteração do impulso de rotação:

$$(3) \quad \tau = m \cdot g \cdot r = \frac{dL}{dt}$$

r : distância do ponto de suporte do eixo de rotação até o ponto de ataque da massa adicional

O eixo de rotação se move, então, conforme Fig. 2, pelo ângulo

$$(4) \quad d\varphi = \frac{dL}{L} = \frac{m \cdot g \cdot r \cdot dt}{L}$$

e precessa. Daí se conclui, para a velocidade angular do movimento de precessão:

$$(5) \quad \omega_p = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{m \cdot g \cdot r}{L} = \frac{m \cdot g \cdot r}{I \cdot \omega_R}$$

e com $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$:

$$(6) \quad \frac{1}{T_p} = f_p = \frac{m \cdot g \cdot r}{I} \cdot T_R$$

Se o disco de rotação é posto em rotação sem torque externo adicional e o eixo de rotação é levemente golpeado lateralmente, o giroscópio realiza movimentos de nutação. A velocidade angular da nutação é diretamente proporcional à velocidade angular da rotação:

$$(7) \quad \omega_N = C \cdot \omega_R \quad \text{ou} \quad T_R = C \cdot T_N$$

C : constante

Na experiência, os movimentos de rotação, precessão e nutação são registrados com fotocélulas e os percursos temporais dos pulsos registrados e representados com auxílio de 3B NETlog™ e 3B NETlab™.

ANÁLISE

Os períodos de rotação, precessão e nutação são determinados pelos percursos temporais registrados dos pulsos. Conforme equação (6), o período de precessão é inversamente proporcional ao período de rotação e, conforme equação (7), o período de nutação é diretamente proporcional ao período de rotação. Nos diagramas correspondentes, os valores de medição, portanto, estão, no âmbito da precisão de medição, localizados sobre uma reta de origem. A partir da inclinação de uma reta adaptada aos pontos de medição $f_R(T_p)$, o momento de inércia do disco giratório do giroscópio pode ser determinado experimentalmente e comparado com o momento de inércia calculado teoricamente a partir da equação (2).

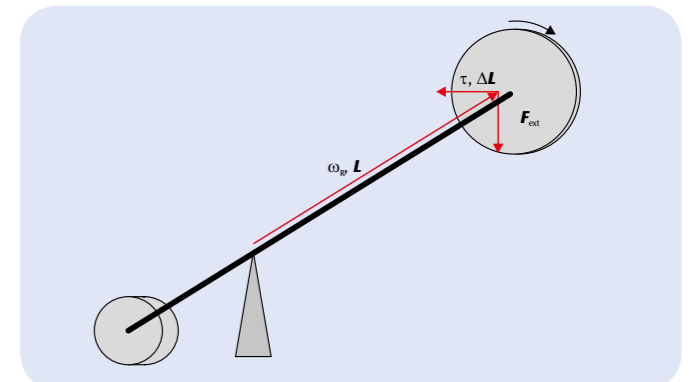


Fig. 1: Desenho esquemático do giroscópio para a precessão

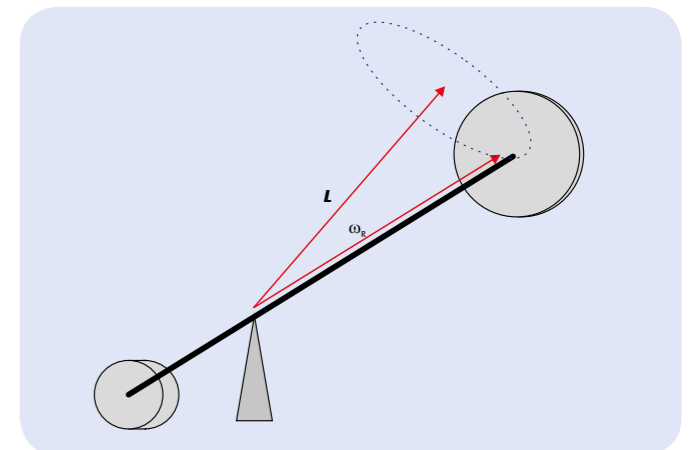


Fig. 2: Desenho esquemático do giroscópio para a nutação

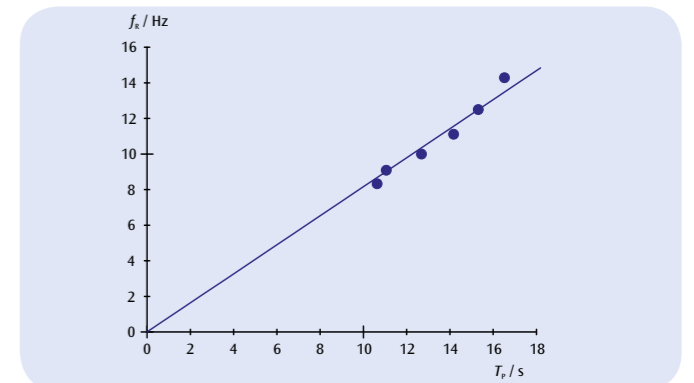


Fig. 3: Frequência de rotação f do disco giratório em dependência do tempo de precessão T_p .

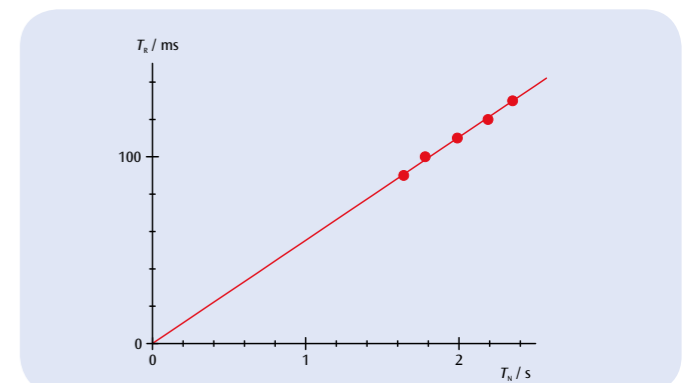


Fig. 4: Tempo de rotação T_R em dependência do tempo de nutação T_N