

Universidade de São Paulo

Nicolas J. L. de Carlos

Nº USP: 8538992



**Mecânica dos corpos rígidos e fluidos**  
**Giroscópio Quantitativo**

São Paulo

2014

## Introdução

O experimento tem como objetivo o estudo, entendimento e quantização do movimento de um giroscópio grande. Desta vez obteremos a partir dos dados e única e exclusivamente deles as informações necessárias e assim poderemos inferir com certeza o que acontece com o passar do tempo com relação a esse movimento específico.

## Descrição Experimental

O aparato experimental consistia em um giroscópio construído com uma roda de bicicleta e um eixo passando por seu centro que através de rolamentos acabava por girar bastante vezes com um atrito interno muito pequeno como mostrado na figura 1.

Isso permitia que ao ser colocado em movimento e tendo seu eixo apoiado em um suporte vertical, podia iniciar seu movimento de precessão.

O momento de inércia deste giroscópio tem valor de  $I = (0,217 \pm 0,007)$  e foi obtido experimentalmente pela equipe de laboratório.

Com a ajuda de cronômetros foi possível marcar o tempo de cada volta realizada no movimento de precessão e pudemos enfim descobrir de esse tempo aumenta ou diminui em função do tempo.

## Dados e Discussões

Como dito anteriormente, colocou-se o grande giroscópio em movimento apoiado em um eixo vertical com seu ponto de apoio a uma distancia de 7,7 centímetros do centro de massa do dispositivo e então foram feitas medições do período de precessão deste arranjo.

Também foi fornecido a massa do giroscópio em questão que era necessária para os cálculos futuros.

A distancia que poderíamos ter colocado o apoio poderia ser diferente da usada uma vez que axistiam vários pontos de apoio sobre o eixo entretanto a distancia usada acima era a mais recomendada uma vez que era a menor e por isso o giroscópio dava mais voltas em precessão.

Os dados obtidos são mostrados na tabela a seguir:

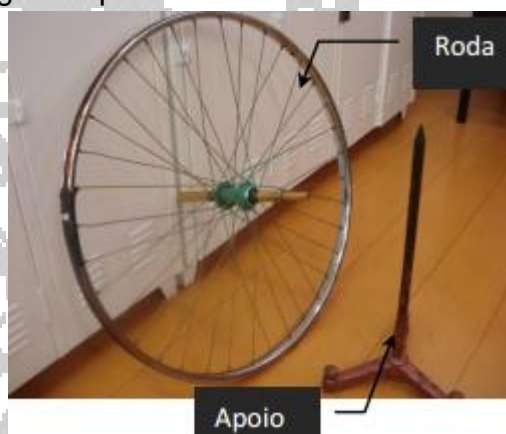


Figura 1: Giroscópio e Apoio Vertical

<b>Tabela 1 - Períodos de precessão</b>						
<b>massa da roda (kg):</b>	3,46	± σM		0,02		
<b>Distancia do eixo de precessão (cm):</b>	0,077	± σD		0,002		
<b>Medição 1</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>T Precessão (s):</b>	14,2	11,62	10,7	#	#	#
<b>Medição 2</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>T Precessão (s):</b>	9,5	8,3	7,3	7	#	#
<b>Medição 3</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>T Precessão (s):</b>	14,1	13	10,7	10	9,6	9

Com esses dados obtidos pudemos obter as velocidades instantâneas de precessão por meio da clássica fórmula de velocidade angular e o erro nessa medida propagando o erro a partir desta:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

E também temos:

$$\sigma_{\omega} = \frac{\omega}{T} \sigma_T$$

Onde T é o período obtido na tabela numero 1 e W a velocidade de precessão e obtemos então a tabela a seguir:

<b>Tabela 02 - Velocidade de precessão (W precessão)</b>						
<b>Medição 1</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>W precessão (rad/s)</b>	0,442	0,541	0,587	#	#	#
<b>±σW</b>	0,006	0,009	0,011	#	#	#
<b>Medição 2</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>W precessão (rad/s)</b>	0,661	0,757	0,861	0,898	#	#
<b>±σW</b>	0,014	0,018	0,024	0,026	#	#
<b>Medição 3</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>W precessão (rad/s)</b>	0,446	0,483	0,587	0,628	0,654	0,698
<b>±σW</b>	0,006	0,007	0,011	0,013	0,014	0,016

Já destas duas tabelas podemos inferir com certeza olhando para os dados obtidos que o período para cada uma das voltas da tabela numero 1 vai diminuindo com o passar do tempo ou seja, a velocidade de precessão vai aumentando contra - intuitivamente com o passar do tempo e isso se confirma quando analisamos os dados obtidos na tabela de numero dois.

Sabemos previamente pela fórmula do da velocidade de precessão do giroscópio que caso esta aumente, obrigatoriamente a velocidade de Spin do giroscópio deve diminuir e então para descobrir se isso continua valendo montamos então a tabela numero 3 apresentada a seguir a partir da formula citada e tivemos esse dado confirmado:

Tabela 3 - Velocidade de Spin						
<b>Medição 1</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>w spin</b>	27,14	22,21	20,45	#	#	#
<b>±σ Ws</b>	0,04	0,04	0,05	#	#	#
<b>Medição 2</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>w spin</b>	18,15	15,86	13,95	13,38	#	#
<b>±σ Ws</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	#	#
<b>Medição 3</b>						
	1ª volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	5ª volta	6ª Volta
<b>w spin</b>	26,95	24,84	20,45	19,11	18,35	17,20
<b>±σ Ws</b>	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05

Sendo os dados da tabela 3 obtidos pelas seguintes formulas de velocidade de Spin e propagação do erro destas:

$$\omega_{spin} = \frac{mgD}{I\omega_{precessão}}$$

E também temos:

$$\sigma_{\omega_{spin}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\omega_{precessão}}}{\omega_{precessão}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2}$$

Podemos então, a partir destes dados inferir com certeza que como o período de revolução diminui com o passar do tempo, sua velocidade de precessão

deve aumentar e para que isso aconteça é preciso que a velocidade de Spin do giroscópio diminua.

## **Conclusão**

O objetivo da experiência com certeza foi alcançado uma vez que pudemos, por meio de dados empíricos obtidos experimentalmente, constatar que a prática de relaciona perfeitamente com a teoria obtida a partir da fórmula da velocidade de precessão do giroscópio.

Sobre o desafio, embora existam uma série de ideias para medir a velocidade de Spin do giroscópio, todas são muito complexas e difíceis de realizar e exigiriam muito esforço mecânico para sua produção, então a melhor investida seria mesmo a deste relatório.

