

Introdução

Neste experimento, tem-se como objetivo estudar o giroscópio de forma quantitativa. O giroscópio é o exemplo de um corpo cujo eixo de rotação muda de direção. Neste experimento utilizou-se como giroscópio uma roda de bicicleta que era posta a girar em torno de seu eixo (movimento de spin) e em seguida colocada sobre um suporte de modo que este suporte se tornou um segundo eixo de rotação, em torno do qual a roda iniciou seu movimento de precessão. Em consequência do movimento de precessão, o eixo de rotação da roda (de spin) mudava de direção a cada instante de tempo.

A fim de analisar quantitativamente o movimento do giroscópio, foram obtidos dados experimentais visando comparar os dois movimentos de rotação executados pelo giroscópio.

Descrição experimental

Como já mencionado na introdução, o aparato experimental consistia em uma roda de bicicleta, esta roda de bicicleta possuía uma haste que passava pelo centro da roda. Esta haste possuía três furos, sob um destes furos foi apoiada a roda, sobre um suporte vertical, já possuindo velocidade de spin ω_s . A distância entre o furo da haste que esta sob o suporte vertical e o centro da roda foi denominada braço de alavanca, cujo valor medido foi de $0,092 \pm 0,005$ (m) sendo esta incerteza associada à leitura da distância que foi efetuada com uma trena e que se fez bastante difícil devido a presença dos raios da roda de bicicleta.

À partir do momento em que a roda foi posta sobre o suporte vertical, iniciou-se o movimento de precessão. Com o auxílio de um cronometro mediu-se o tempo que o giroscópio levava para dar uma volta completa em torno do suporte vertical. Considerou-se incerteza associada à medida do tempo que o giroscópio levava para executar seu movimento de precessão, o tempo de reação médio humano, cujo valor é de 0,2 (s).

Análise de dados e resultados obtidos

Após ter medido três vezes o tempo que o giroscópio levou para executar seu movimento de precessão, em torno do suporte vertical, a cada volta. Foi elaborada a Tabela 1 contendo tais valores, além dos valores obtidos para o braço de alavanca e a massa da roda

Tabela 1- Período de Precessão					
Massa da Roda : $3,30 \pm 0,02$ (Kg)					
Distância do eixo de precessão (braço de alavanca): $0,092 \pm 0,005$ (cm)					
Medição 01					
T precessão(s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
	5,3	4,8	5,1	4,6	4,5
Medição 02					
T precessão(s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
	6,1	5,9	5,5	5,6	5,11
Medição 03					
T precessão(s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
	4,9	4,8	4,4	4,1	4,0

Tendo os valores do período de período de precessão $T_{precessão}$ em mãos, calculou-se a velocidade de precessão ω_p para cada volta utilizando-se a expressão 1

$$\omega = \frac{2\pi}{T_{precessão}} \quad \text{eq 1}$$

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para ω_p juntamente com suas respectivas incertezas.

Tabela 2- Velocidade de Precessão (ω_p)					
Medição 01					
ω precessão (rad/s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
	1,19 \pm 0,04	1,31 \pm 0,05	1,23 \pm 0,05	1,37 \pm 0,06	1,40 \pm 0,06
Medição 02					
ω precessão (rad/s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
	1,03 \pm 0,03	1,06 \pm 0,04	1,14 \pm 0,04	1,12 \pm 0,04	1,23 \pm 0,05
Medição 03					
ω precessão (rad/s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
	1,28 \pm 0,05	1,31 \pm 0,05	1,43 \pm 0,06	1,53 \pm 0,07	1,57 \pm 0,08

Respondendo o item B4

Analisando a tabela 2 é possível perceber que os valores da velocidade de precessão ω_p diferem bastante entre uma medição e outra. De modo que não seja possível reproduzir o experimento sempre sob as mesmas condições, pois a velocidade de precessão ω_p varia em cada medição devido à velocidade de spin ω_s inicial dada a roda em cada medição.

Com o intuito de obter dados à respeito da velocidade de spin ω_s , utilizou-se a equação

$$\omega_s = \frac{MgD}{I\omega_{precessão}} \quad \text{eq 2}$$

Sendo M a massa da roda, g a aceleração da gravidade local, D o braço de alavanca e I o momento de inércia da roda cujo valor é de $0,22 \pm 0,01$ (kg.m²).

Os valores obtidos para ω_s estão apresentados na tabela 3, juntamente com suas respectivas incertezas.

Tabela 3- Velocidade de Spin (ω_s)					
Medição 01					
ω spin (rad/s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
		11,57 \pm 0,85	10,47 \pm 0,79	11,13 \pm 0,83	10,04 \pm 0,77
Medição 02					
ω spin (rad/s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
		13,31 \pm 0,95	12,87 \pm 0,92	12,00 \pm 0,88	12,22 \pm 0,89
Medição 03					
ω spin (rad/s)	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta
		10,69 \pm 0,80	10,47 \pm 0,79	9,60 \pm 0,75	8,95 \pm 0,71

Respondendo o item B5

Analisando a Tabela 2, observa-se que existe diferença entre os valores de ω_p a cada volta, de tal forma que as velocidades aumentam ao longo do tempo, embora, em algumas voltas a velocidade não aumenta, isto é esperado, pois a roda acaba pendulando um pouco durante o movimento e estas oscilações podem alterar a velocidade.

Se comparados os valores de ω_p da Tabela 2 com os valores de ω_s da tabela 3, pode-se perceber que as velocidades de spin diminuem ao longo do tempo a cada volta observada.

Tal comportamento é plausível se levada em conta a equação 2.

Conclusão

Os resultados experimentais mostram que a velocidade de precessão ω_p aumenta ao longo do tempo, isto pode ser observado através da Tabela 2. em contrapartida a velocidade de spin ω_s diminui ao longo do tempo, como pode ser observado pela Tabela 3. Como já foi discutido na Análise de dados, estes resultados são compatíveis com o modelo teórico descrito pela equação 2.

Assim como já foi explicado no relatório anterior, cujo enfoque era o estudo qualitativo do movimento do giroscópio. A diminuição da velocidade de spin ao longo do tempo pode ser devida à ação da força de atrito existente entre o eixo de rotação da roda, ou até mesmo devido ao atrito com o próprio ar. Desta forma, verifica-se que os resultados obtidos neste experimento estão de acordo com as análises qualitativas realizadas no experimento anterior.

Portanto, pode-se concluir que o objetivo do experimento foi atingido. Tendo em vista que foi possível analisar os movimentos de precessão e de spin do giroscópio à partir dos dados experimentais obtidos.