

F 809

Instrumentação para Ensino

Relatório Final

Projeto: Giroscópio

Aluno: Fabricio Fogaroli Ribeiro

Orientador: Prof. Daniel Wisnivesky



1. Introdução

O conceito de momento angular e torque são conceitos físicos ensinados a todos os alunos do ensino médio. A dificuldade de entendimento destes conceitos, junto com a escassez de experimentos que facilitem demonstrações, faz com que muitas pessoas percam o interesse pela Física, além de perderem a curiosidade em descobrir outras coisas interessantes do mundo científico.

Neste contexto foi desenvolvido a idéia de construção de um giroscópio de laboratório. Equipamento este que permite entender alguns conceitos físicos, além de possuir uma gama muito grande de aplicações.

O giroscópio a ser construído utiliza apenas peças mecânicas além de ser de simples demonstração, permitindo sua utilização em escolas de ensino médio e em cursos de física básica do nível superior.

2. Atividades Desenvolvidas

Inicialmente foi feito um estudo teórico dos conceitos de momento angular, torque, precessão e nutação, verificando como estes se aplicam ao experimento construído. Analisando estes conceitos foi possível planejar uma forma de fazer um estudo quantitativo utilizando o giroscópio, proposta esta que acabou não se concluindo devido a várias dificuldades encontradas na montagem.

A seguir foram feitos os desenhos das peças necessárias na montagem, sendo feito um desenho detalhado, que foi enviado para a oficina mecânica, e um desenho mostrando a montagem final do experimento.

Após as peças terem sido “fabricadas”, o experimento foi montado e algumas correções precisaram ser feitas, de modo que a demonstração correta pudesse ser realizada sem muita dificuldade.

3. Descrição das Atividades

Abaixo estão relacionadas as atividades citadas no item anterior, com uma descrição completa do que foi realizado.

3.1. Levantamento Teórico

O momento angular (L) é uma grandeza física associada a movimentação de corpos com relação a um ponto fixo, ou seja, ela nos dá uma informação que depende da velocidade da partícula em questão e da distância da mesma até o ponto de referência. Quando tratamos um disco girando ao redor de um eixo, o momento angular total será dado pela somatória dos momentos angulares referente a cada pedaço do disco.

Matematicamente podemos descrever o momento angular pela equação abaixo:

$$L = m(r \times v)$$

onde r é a distância da partícula até o ponto de referência.
 v é a velocidade da partícula.

Quando tratamos um corpo físico em rotação podemos escrever o momento angular em função do momento de inércia do corpo físico e da velocidade de rotação do corpo. Ou seja:

$$L = I.W$$

Quando variamos o momento angular de uma partícula, esta produz um torque que é dado pela derivada do momento angular, ou seja:

$$T = \frac{dL}{dt}$$

No experimento do giroscópio vamos girar o disco situado em um dos cantos do eixo de livre movimentação. Esta rotação produzirá um momento angular na direção do eixo de sustentação.

Vamos supor que o eixo está em equilíbrio num instante inicial devido aos contrapesos, se adicionarmos uma massa extra na extremidade do eixo, uma força irá surgir no local, puxando o eixo para baixo. Isso irá produzir uma modificação no momento angular, que por sua vez produz um torque no eixo de forma que este começa a rodar sobre o eixo de sustentação a base.

Este movimento de rotação recebe o nome de precessão. Igualando o torque a força com que o corpo descrito puxa o eixo para baixo, teremos uma relação matemática para a velocidade de precessão, esta é dada por:

$$W = d \frac{\emptyset}{dt} = \frac{mgd}{IW}$$

Se soltamos o giroscópio de uma posição diferente da horizontal, considerando que a massa de desequilíbrio já esteja presa ao eixo, veremos movimentos de nutação, ou seja, movimentos de

oscilação que podem ser descritos de uma forma mais clara na figura a seguir:

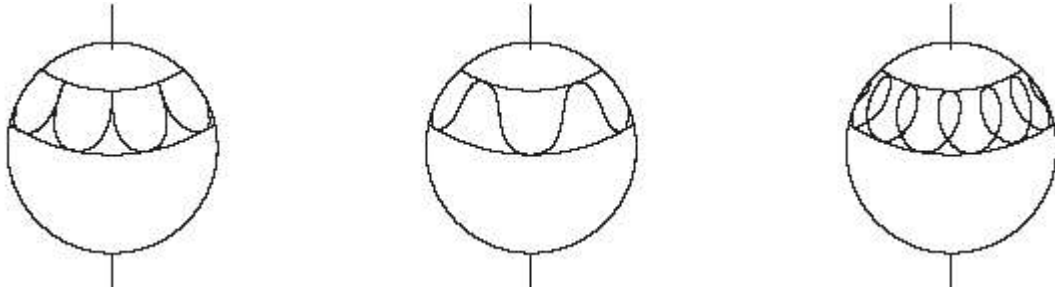


fig.1 – Descrição de Movimento de Nutação.

3.2. Análise Quantitativa

Para fazer uma determinação quantitativa das grandezas envolvidas no experimento, precisamos determinar o momento angular do disco. Para isso podemos enrolar um barbante ao redor deste, e com o uso de uma roldana, pendurar uma massa conhecida sobre este barbante.

Se o corpo estiver em queda livre teremos a força que está sendo aplicada sobre o disco. Com a ajuda de um cronômetro podemos determinar o tempo que esta força estava sendo aplicada sobre o disco, com isso determinamos o momento de inércia do corpo e o momento angular.

As relações matemáticas podem ser facilmente obtidas utilizando as equações já descritas acima e fazendo um estudo das forças ao aplicarmos um corpo para “puxar o barbante”. Os resultados finais são:

$$I = \frac{(mt^2 r^{(2)})}{(2y)} \left(g - 2 \frac{y}{t^{(2)}} \right)$$

$$L = \frac{(2Iy)}{(r.t)}$$

onde: y é a altura de queda do corpo.

t é o tempo gasto para percorrer a distância y .

r é o raio do disco.

m é a massa do corpo em queda.

g é a aceleração da gravidade.

3.3. Desenhos e Montagem Final

Os desenhos finais foram feitos baseados nas informações obtidas na descrição do giroscópio da PASCO (ver referência), para esclarecer a montagem final utilizamos também como base o desenho da figura abaixo:

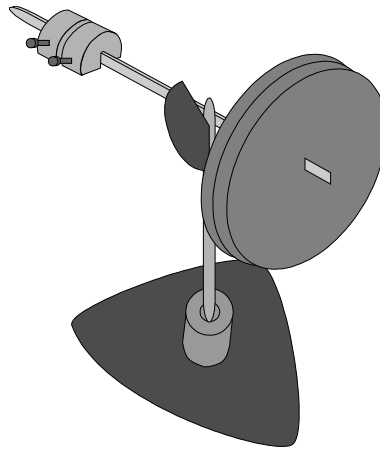


fig.2– Desenho da estrutura do experimento.

Após discutir detalhadamente cada desenho na oficina mecânica, foram feitas adaptações com o objetivo de simplificar o desenho final. O diagrama com todas as peças e suas respectivas dimensões estão anexas a este relatório.

A estrutura final conta com o mínimo de peças possíveis, os locais onde ocorrerá deslizamento foram planejados para possuir um contato direto. Em uma construção mais precisa seria necessário alterar o desenho de forma a instalar rolimãs ou qualquer outro sistema complexo de rolamento, de forma a reduzir ao máximo o atrito.

3.4. Montagem e Teste com o Experimento

Com as peças em mão foi possível montar o experimento e simular os resultados obtidos no levantamento teórico.

Foi necessário fazer correções na peça que ligava os dois eixos da montagem, o sistema projetado inicialmente apresentava um atrito muito grande, dificultando a movimentação da estrutura completa. Nesta correção, a peça em “U” foi ampliada, e em vez de furos laterais foram utilizadas canaletas laterais para deslocamento do pino que prende o eixo superior. Com esta correção foi possível realizar os experimentos desejados, verificando movimentos de precessão e nutação.

Não foi possível fazer uma análise quantitativa do problema devido a estas forças de atrito existentes, elas dificultam muito a rotação dos discos, impedindo um cálculo preciso do movimento. Para que haja rotação suficiente nos discos foi necessário fazer uso de fitas de borracha que são presas ao redor do disco e puxadas bruscamente, obtendo então um momento angular inicial alto sobre o disco.

Para realizar o experimento não foi necessário utilizar o peso extra, que causaria o desequilíbrio. Como a análise quantitativa foi abandonada o desequilíbrio foi obtido de uma forma mais simples apenas deslocando levemente um dos contrapesos preso ao eixo.

4. Resultados Obtidos

Os resultados obtidos com o experimento estão de acordo com o esperado. Verificamos que a montagem apresenta grandes forças de atrito em todas as peças, isso pode estar relacionado ao material utilizado, no caso ferro fundido, pois este é um material muito denso e as peças apresentam dimensões relativamente grandes.

Uma forma de contornar as dificuldades de movimentação encontradas seria aumentar o diâmetro dos discos, o que aumentaria o momento angular do mesmo. Além disso seria útil construir um sistema preso ao disco que facilitasse a rotação do mesmo.

5. Conclusões Finais

Analisando o experimento final concluímos que foi possível demonstrar os fenômenos físicos envolvidos, sendo este o tema principal para a construção do experimento.

Algumas correções precisam ser feitas em uma novo projeto, de forma a reduzir as forças de atrito e facilitar o estudo quantitativo. Com isto o experimento ganha novas dimensões, permitindo explorar de forma mais completa os conceitos, sendo assim mais interessante para alunos de graduação em física.

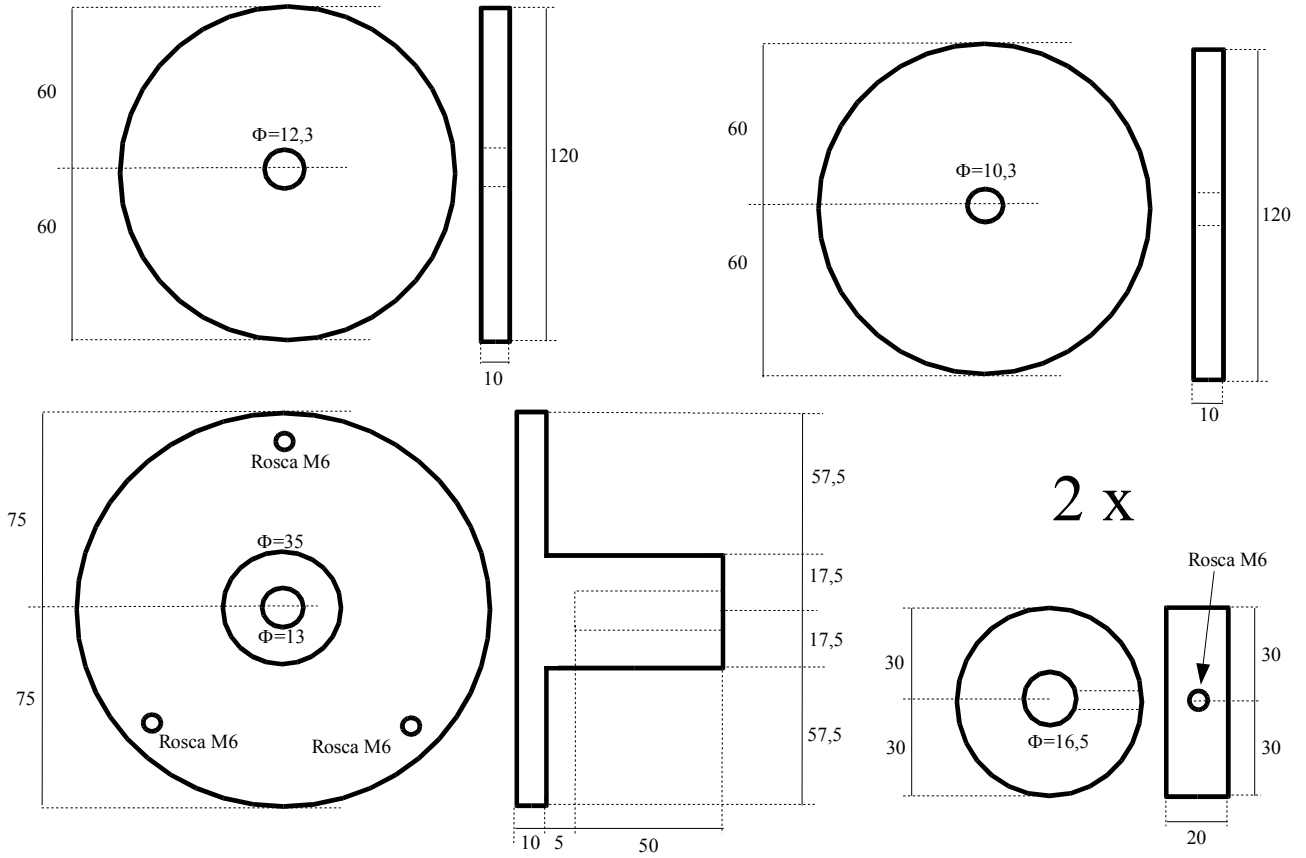
No caso de uma análise quantitativa é necessário um estudo completo das fontes de erro e da propagação dos mesmos para o resultado final. Esta discussão não foi feita neste relatório, mas é facilmente encontrada e apostilas de métodos experimentais em física.

6. Referências

- <http://www.pasco.com/physicsequipment/home.html>
- Simon, K. R. **Mecânica**. 3º Ed. Editora Campus.
- Halliday, D. Resnik, R. Walker, J. **Fundamentos de Física**. Vol.1 - Mecânica, 4ºed.

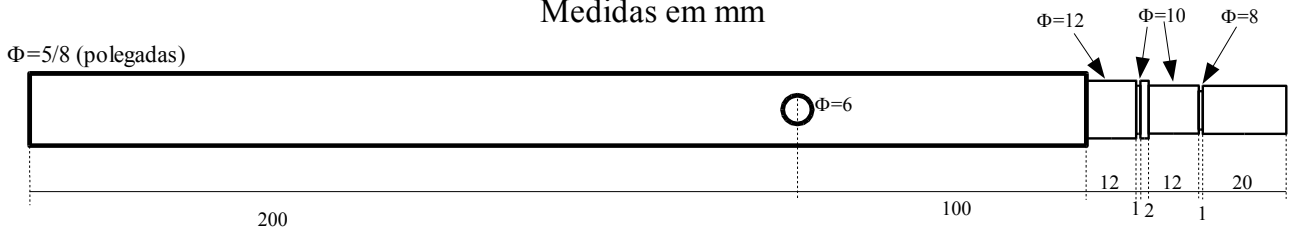
Anexo 1 – Desenhos Detalhados das Peças

Medidas em mm



2 x

Medidas em mm



$\Phi=1/2$ (polegada)

