

Medição Experimental da Inércia Rotacional da Roda

Introdução

Ao realizarmos o experimento do Giroscópio Quantitativo, nos deparamos com uma dificuldade ao tentar conciliar os dados experimentais com a teoria: eles simplesmente não concordavam! Estávamos utilizando a fórmula $\omega_p = \frac{Mgd}{I\omega_s}$, presente no roteiro da experiência. Conhecíamos bem as grandezas M , g e d , assim como ω_s . Em relação a I , adotamos uma simplificação e tratamos a roda como um aro. Logo, sua inércia rotacional seria dada por $I = M \cdot R^2$.

Quando substituímos todas as informações em $\omega_p = \frac{Mgd}{I\omega_s}$, constatamos que os resultados discrepantes continuavam, apesar de todos os cálculos estarem aparentemente corretos. Diversos fatores poderiam influenciar na produção de tal discrepância: desde um problema nos dados experimentais até uma teoria incompleta devido ao uso de simplificações e aproximações em sua dedução. Por fim, após muita reflexão, chegou-se à conclusão de que o resultado ruim poderia ser reflexo de uma má atribuição de valor à grandeza I . Em outras palavras, a simplificação mencionada anteriormente (onde se tratava a roda como um aro) poderia não ser satisfatória.

A medição experimental

A solução então foi determinar o valor de I de forma experimental. O procedimento adotado é o utilizado nos laboratórios didáticos para se determinar a inércia rotacional de um disco metálico (comumente chamado de "disco de inércia"). Primeiramente, a roda foi suspensa com a ajuda de uma estrutura de madeira, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1. Estrutura de madeira utilizada para sustentar a roda.

Contudo, assim que foi apoiada em tal estrutura, a roda passou a girar sozinha! Isso evidencia a sua distribuição de massa não uniforme, o que poderia comprometer medições subsequentes. Para resolver esse problema, tivemos que balanceá-la utilizando esferas metálicas pequenas e colocando-as em pontos estratégicos na borda interna da roda. [Clique aqui](#) para saber como foi feito o balanceamento.

Assim que o giro cessou, um fio de nylon foi enrolado na borda externa da roda. Em sua extremidade, fora amarrado um suporte contendo discos metálicos, conforme mostra a Figura 2. Juntos, o suporte e o disco possuíam massa de $(49,4 \pm 0,1) \text{ g}$ e, quando abandonados, eles desciam.



Figura 2. O suporte e os discos metálicos foram usados para produzir o torque na roda e fazer com que ela girasse.

Da análise teórica das equações de movimento para o conjunto suporte + discos e para a roda, podemos extrair a seguinte relação: $I = MR^2 \frac{g-a}{a}$. [Clique aqui](#) para ver a dedução dessa fórmula. Como se trata, com boa aproximação, de um movimento uniformemente variado, podemos escrever $a = 2 \frac{\Delta s}{\Delta t^2}$. [Clique aqui](#) para ver a dedução dessa fórmula.

Percebemos que os dados de interesse no experimento da inércia são Δs e Δt . Com eles, podemos calcular a aceleração de queda (a) e, conseqüentemente, a inércia rotacional (I). Para determinar Δs e Δt , fizemos uso de uma trena e um cronômetro digital, como mostra a Figura 3.

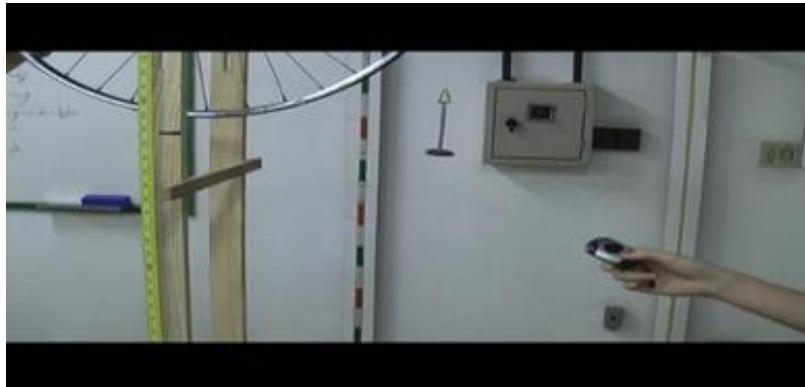


Figura 3. O cronômetro digital e a trena foram utilizados para a medição do tempo gasto e a distância percorrida pelo peso (suporte + discos).

A partir dos procedimentos expostos, os resultados para a e I obtidos foram:

$$\Delta s = (161,7 \pm 0,5) \text{ cm}$$

$$\Delta t = (3,79 \pm 0,03) \text{ cm}$$

$$a = (0,224 \pm 0,003) \text{ m/s}^2$$

$$I = (0,217 \pm 0,007) \text{ kg.m}^2$$