

Relatório – Experimento “Roda de Inércia”

Deyvid José Souza Santos 7993533

Professora Orientadora: Nora Lia Maidana
Mecânica dos Corpos Rígidos e dos Fluidos (4300152)

INTRODUÇÃO

O presente relatório baseia-se num experimento realizado com uma roda de inércia, a qual foi acelerada por meio da queda de um peso amarrado na mesma, e tem como objetivo estudar o movimento de rotação desenvolvido pela roda ao longo da queda desse peso; permitindo assim comparar os resultados experimentais com as previsões teóricas acerca do movimento rotacional dos objetos.

DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL

O arranjo experimental consistiu numa roda de inércia [figura 1] (composta por um disco de aço com $25,49 \pm 0,01$ cm de diâmetro e com massa de $3600 \text{ g} \pm 1\%$, bem como por um disco de acrílico de $7,940 \pm 0,002$ cm de diâmetro e com massa de $65 \text{ g} \pm 1\%$), a qual foi conectada a um suporte de ferro [figura 2] que era sustentado por uma base de madeira em contato com o piso [figura 3].



Figura 1. Roda de Inércia



Figura 2. Suporte de Ferro



Figura 3. Base de Madeira

Além disso, um peso de $52,75 \text{ g} \pm 1\%$ foi preso numa das extremidades da roda por meio de um fio [figura 4] e um transferidor foi adaptado ao suporte de ferro para registrar os deslocamentos angulares sofridos pelo disco ao longo da queda do peso [figura 5]; movimentos estes que foram filmados por meio de uma câmera [figura 6].



Figura 4. Peso



Figura 5. Transferidor



Figura 6. Filmadora

ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

A tabela 1 mostra os valores das posições θ_i (em graus) da roda de inércia ao longo do tempo t_i (em segundos) registrados pela filmadora; valores esses que permitiram construir a tabela 2 e o gráfico anexo no final do relatório, os quais relacionam a velocidade angular média $\omega(t_i)$ [em graus por segundo] com o instante médio t_i [em segundos], obtidos a partir das equações 1 e 2.

θ_i (graus)	t_i (s)
118	27,661
119	27,728
120	27,794
121	27,861
122	27,928
124	27,995
127	28,061
130	28,128
135	28,195
139	28,262
144	28,328
150	28,395
156	28,462
163	28,528
170	28,595

Tabela 1. Valores das posições da roda de inércia em função do tempo .

$\omega(t_i)$ [graus/s]	t_i (s)
4,292	13,864
5,714	14,264
15,038	27,728
15,038	27,794
15,038	27,861
22,388	27,928
37,594	27,995
45,113	28,061
59,701	28,128
67,164	28,195
67,669	28,262
82,707	28,328
89,552	28,395
97,744	28,462
105,263	28,528

Tabela 2. Valores das velocidades angulares da roda de inércia em função do tempo.

$$t_i = \frac{(t_{i+1}) + (t_{i-1})}{2} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\omega(t_i) = (\theta_{i+1} - \theta_{i-1}) / (t_{i+1} - t_{i-1}) \quad (\text{Equação 2})$$

A partir do ajuste de uma linha de tendência linear aos dados do gráfico foi possível determinar um valor de $134,637 \text{ graus/s}^2 = 2,349 \pm 0,161 \text{ rad/s}^2$ para a aceleração angular α da roda de inércia, o qual é bem próximo do valor $\alpha' = 2,295 \pm 0,062 \text{ rad/s}^2$ para a aceleração prevista teoricamente, calculado a partir dos conceitos de torque e momento de inércia.

Para a obtenção das incertezas de α [σ_α] e α' [$\sigma_{\alpha'}$], bem como para o cálculo da aceleração teórica da polia [α'] foram utilizadas as equações abaixo:

$$\alpha' = \tau / I_{total} = (mgd) / 0,5(m_{AC}R_{AC}^2 + m_{Fe}R_{Fe}^2) \quad (\text{Equação 3})$$

onde τ é o torque devido ao objeto pendurado no fio; m é a massa desse objeto; I_{total} é o momento de inércia total da polia; g é a aceleração da gravidade no local; d é a medida do braço de alavanca (equivalente ao raio do disco de ferro); m_{AC} é a massa do disco de acrílico; m_{Fe} é a massa do disco de ferro; R_{AC} é o raio do disco de acrílico e R_{Fe} é o raio do disco de ferro.

$$\sigma_{\alpha'} = \alpha' [(\sigma_\tau/\tau)^2 + (\sigma_{I_{total}}/I_{total})^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 4})$$

onde σ_τ é a incerteza no valor do torque e $\sigma_{I_{total}}$ é a incerteza no valor do momento de inércia total.

$$\sigma_\alpha = (\sigma_\omega \sqrt{12}) / (T \sqrt{N}) \quad (\text{Equação 5})$$

onde σ_ω é a incerteza no valor da velocidade angular da roda de inércia; T é o intervalo de tempo total considerado e N é o número de pontos experimentais.

CONCLUSÃO

O objetivo do experimento era medir a aceleração angular de uma roda de inércia em movimento e com isso poder confrontar os resultados experimentais com as previsões teóricas baseadas nos conceitos de dinâmica rotacional, tais como o torque e o momento de inércia. Para isso, fez-se necessário proceder com o experimento da maneira descrita ao longo do relatório, o que resultou nas tabelas 1 e 2 e no gráfico abaixo, os quais possibilitaram verificar que a razão entre as acelerações α (experimental) e α' (teórica) foi de aproximadamente **1,024**; o que evidencia pouca discrepância nos resultados.

Assim sendo, pode-se comprovar que **o atrito não influenciou significativamente no movimento da polia** e que a descrição teórica está de fato em concordância com os valores empíricos coletados; o que deixa claro que o objetivo inicial foi alcançado.



OBSERVAÇÕES: Tive dificuldade em construir o gráfico a partir do Excel, por isso optei em fazê-lo “à mão” e, além disso, para o ajuste da reta no gráfico considerei apenas os dados que nele estão expostos (os quatro primeiros valores de $\omega(t_i) \times t_i$ foram omitidos).