

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.

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

onde σ_τ é a incerteza no valor do torque e σ_I é a incerteza no valor do momento de inércia total.

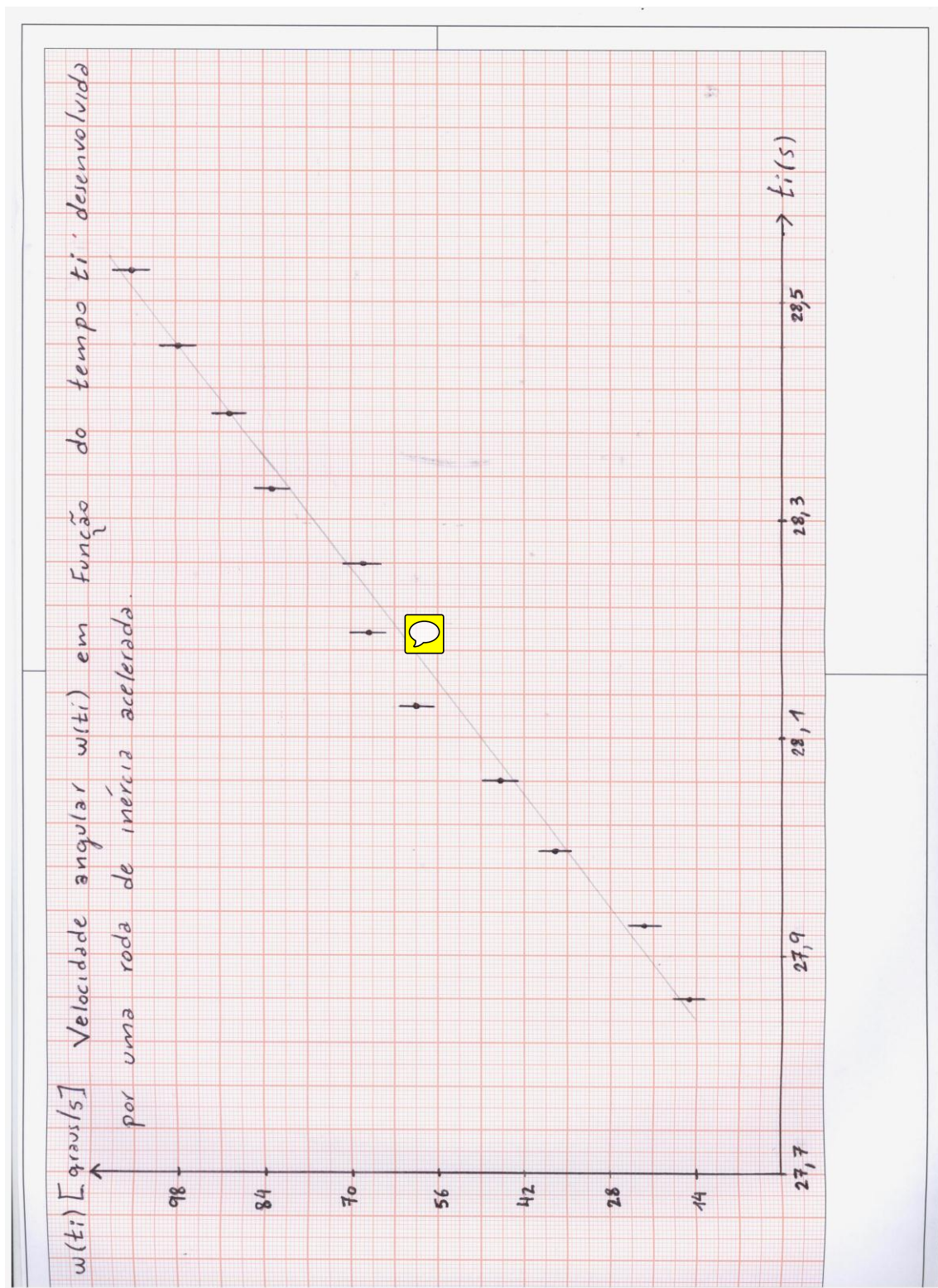
$$\sigma_\alpha = (\sigma_\omega \sqrt{12}) / (T \sqrt{N}) \quad (\text{Equação 5})$$

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).