

Universidade de São Paulo

Relatório1 – Situação A1

Roda de Inércia

Nomes: Adileise Maria – 7580672

Érica de Oliveira – 7658809

Profº : Nora Lia Maidana

## Introdução

Este experimento consiste na análise e comparação envolvidas no movimento de rotação de uma roda de inércia acelerada pela queda de um peso amarrado na extremidade de um fio enrolado na mesma. O confronto entre o resultado obtido em laboratório e o teórico, calculado em uma situação “ideal”, leva a conclusão sobre a influência exercida pelo atrito na aceleração da roda.

## Descrição Experimental

Para a composição deste experimento, foram utilizados:

- Disco de aço com diâmetro de  $25,49 \pm 0,01$  (cm) e massa  $3600 \pm 0,01$  (g)
- Disco de acrílico com diâmetro de  $7,940 \pm 0,002$  (cm) e massa  $65,0 \pm 0,01$  (g)
- Barbante
- Peso de massa 151,90 g

Através disso pudemos observar a variação das posições ( $\theta$ ) no disco de acrílico (transferidor), e assim calcular a velocidade angular ( $\omega_{ij}$ ), aceleração  $\alpha$ , os momentos de inércia  $I$  e o torque  $\tau$ .

## Análise de Dados e Resultados Obtidos

Observamos 15 fotos e através delas obtivemos os valores do tempo ( $t$ ) em segundos e das posições ( $\theta$ ) de cada uma delas em graus, que estão expostas na tabela 1.

Tabela 1: Contém os valores das posições e dos tempos de cada uma das fotos

| Foto | $\theta$ (°) | t(s)  |
|------|--------------|-------|
| 1    | 100,0        | 9,243 |
| 2    | 100,1        | 9,276 |
| 3    | 101,0        | 9,309 |
| 4    | 102,5        | 9,343 |
| 5    | 104,0        | 9,376 |
| 6    | 105,5        | 9,409 |
| 7    | 108,5        | 9,443 |
| 8    | 111,0        | 9,476 |
| 9    | 114,0        | 9,509 |
| 10   | 117,5        | 9,543 |
| 11   | 121,5        | 9,576 |
| 12   | 125,5        | 9,610 |
| 13   | 130,5        | 9,643 |
| 14   | 136,5        | 9,676 |
| 15   | 141,0        | 9,710 |

Através desses dados, pudemos calcular o  $\bar{t}$  (tempo médio) através da equação:

$$\bar{t}_i = \frac{t_{i+1} + t_{i-1}}{2} \quad (\text{Fórmula 1})$$

E a velocidade angular ( $\omega$ ) para cada tempo médio com sua respectiva incerteza:

$$\omega_{[t_{i+1}, t_{i-1}]} = \frac{\theta_{i+1} + \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \quad (\text{Fórmula 2})$$

$$\sigma_{\omega(t_i)} = \frac{\sqrt{2}}{\Delta t} \sigma_{\theta_i} \quad (\text{Fórmula 3})$$

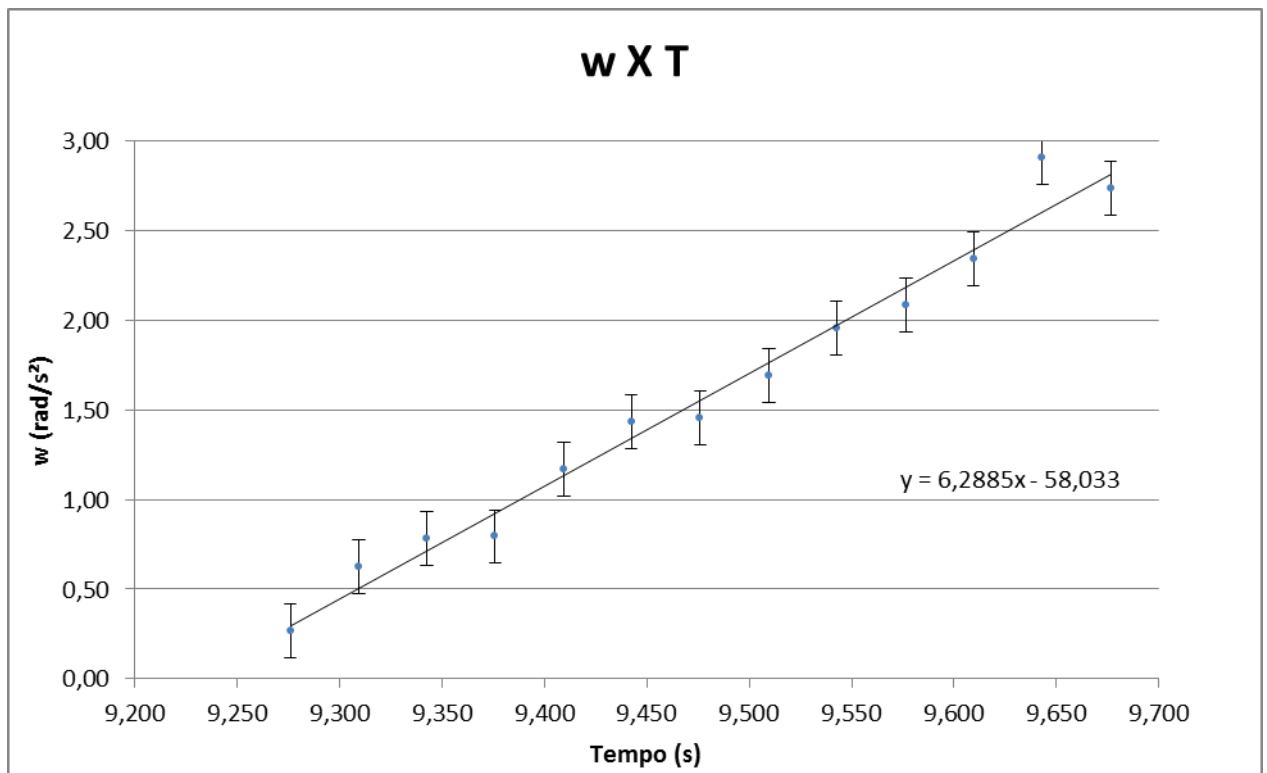
Consideramos a metade da menor divisão para o valor da incerteza de ( $\theta$ ).

Tabela 2: Contém os valores do tempo médio e das velocidades angulares.

| t (s) | $\omega(^{\circ}/s^2)$ |
|-------|------------------------|
| 9,276 | 15,152                 |
| 9,310 | 35,821                 |
| 9,343 | 44,776                 |
| 9,376 | 45,455                 |
| 9,410 | 67,164                 |
| 9,443 | 82,090                 |
| 9,476 | 83,333                 |
| 9,510 | 97,015                 |
| 9,543 | 111,940                |
| 9,577 | 119,403                |
| 9,610 | 134,328                |
| 9,643 | 166,667                |
| 9,677 | 156,716                |

Com esses dados, conseguimos a aceleração angular  $\alpha$  através do coeficiente angular da reta.

Gráfico 1: Gráfico de velocidade angular por tempo médio com suas barras de erro.



Convertendo a aceleração obtida de ( $^{\circ}/s^2$ ) para ( $rad/s^2$ ),obtivemos os seguintes valores:

$$\alpha = 360,31 (^{\circ}/s^2)$$

$$\alpha = 6,29 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

E calculamos sua respectiva incerteza através de :

$$\sigma_{\alpha} = \frac{\sigma_{\omega}\sqrt{12}}{T\sqrt{N}} \text{ (Fórmula 4)}$$

Sendo T o intervalo de tempo total e N o número de pontos experimentais (Tabela 1).

Com o objetivo de fazer uma comparação de resultados, calculamos a aceleração teórica ( $\alpha'$ ), para um sistema sem atrito:

$$\alpha' = \frac{\tau}{I_{Total}} = \frac{mgd}{\frac{m_{ac}+R_{ac}^2}{2} + \frac{m_{aço}+R_{aço}^2}{2}} \text{ (Fórmula 5)}$$

Onde :

- $\tau$  é o torque devido ao peso no fio
- I é o momento de inércia das rodas
- $m_{ac}$  e  $m_{aço}$  são as massas de cada uma das rodas (acrílico e aço, respectivamente)

**-d é o tamanho do braço onde está o objeto**

- $R_{ac}$  e  $R_{aço}$  os raios das rodas de acrílico e aço.

$$\sigma_{\alpha'} = \alpha \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\tau}}{\tau}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I_{total}}\right)^2} \text{ (Fórmula 6)}$$

Sendo  $\sigma_{\tau}$   $\sigma_I$   $\sigma_{I_{total}}$  dados por:

$$\sigma_{\tau} = \tau \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{d}\right)^2} \text{ (Fórmula 7)}$$

$$\sigma_{I_{total}} = I_{total} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{I_{ac}}}{I_{ac}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{I_{aço}}}{I_{aço}}\right)^2} \text{ (Fórmula 8)}$$

$$\sigma_I = I \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma_R}{R}\right)^2} \text{ (Fórmula 9)}$$

Em posse dos valores real e teórico, pudemos fazer a relação:

$$K = \frac{\alpha}{\alpha'} \text{ (Fórmula 10)}$$

E calcular sua incerteza:

$$\sigma_K = k \sqrt{\frac{\sigma_{\alpha}}{\alpha}} + \sqrt{\frac{\sigma_{\alpha'}}{\alpha'}} \text{ (Fórmula 11)}$$

Obtendo:

Tabelas 3 e 4 : Contém os resultados finais das acelerações teórica e real, com suas respectivas incertezas e os valores de k e sua incerteza, calculados com as fórmulas 10 e 11.

| Acelerações (rad/s <sup>2</sup> ) |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Real ( $\alpha$ )                 | Teórica ( $\alpha'$ ) |
| 6,29                              | 6,61                  |
| $\sigma\alpha$                    | $\sigma\alpha'$       |
| 0,29                              | 0,12                  |

|            |      |
|------------|------|
| k          | 0,95 |
| $\sigma k$ | 0,05 |

### Conclusão

Através desta experiência pudemos observar claramente as grandezas cinemáticas e dinâmicas associadas ao movimento de rotação.

Os diferentes tipos de material das duas rodas, acrílico e aço, e seus diferentes tamanhos nos permitiram ver a variação dos seus momentos de inércia (I), sendo o da roda de aço muito maior, devido a sua massa e peso, justificado pela equação:

$$I = \frac{mR^2}{2} \quad (\text{Fórmula 12})$$

Podemos concluir, a partir da comparação de resultados laboratoriais e teóricos, que o atrito influenciou muito pouco na aceleração do objeto. Através da relação entre elas, obtivemos um resultado  $k = 0,95$ , o que demonstra que o atrito atuante em laboratório não diminuiu significativamente a aceleração ( $\alpha$ ) do corpo. E assim, pudemos obter numa boa aproximação entre o resultado experimental e o teórico, alcançando com eficácia o objetivo do experimento.