

Experimento 04 - Máquina de atwood

Giovani Garuffi	<i>RA: 155559</i>
João Baraldi	<i>RA: 158044</i>
Lauro Cruz	<i>RA: 156175</i>
Lucas Schanner	<i>RA: 156412</i>
Pedro Stringhini	<i>RA: 156983</i>

October 13, 2014

1 Resumo

Inicialmente, prendeu-se um fio (inextensível) com duas massas nas extremidades em uma polia em torno de um eixo fixo (Máquina de Atwood). Após variar a diferença entre as massas das extremidades dos pesos dos fios (com discos de metal de massas variadas) e obter os períodos de queda de da massa de maior peso com um cronômetro, foi utilizada a fórmula $\Delta m = (\frac{2h}{gR^2})(I + MR^2)\frac{1}{t^2} + (\frac{\tau_a}{gR})$ para determinar o momento de inércia da polia e o torque do atrito. Após a transformação linear da equação em X , traçou-se um gráfico de Δm por $1/t^2$. A partir desses dados e das dimensões do cilindro (calculadas com um paquímetro), foi possível a determinação do momento de inércia aproximado e do torque realizado pela força de atrito na polia.

2 Objetivos

O experimento realizado teve como objetivo estudar a máquina de Atwood, utilizando para isso a determinação do momento de inércia da polia utilizada e do torque realizado pelo atrito entre tal polia e o fio que a toca. $T = \sqrt{\frac{8\pi I_0 L}{Gr^4}}$

3 Procedimento Experimental e Coleta de Dados

3.1 Materiais utilizados

Para a realização deste experimento, foram utilizados os seguintes materiais:

- Polia de latão com eixo;
- fio leve e inextensível;
- dois pesos de suspensão;
- vários discos metálicos que se acoplam aos pesos;
- fita métrica;
- paquímetro;
- balança de precisão;
- cronômetro.

3.2 Procedimento

A montagem do experimento da Máquina de Atwood consiste em dois pesos de suspensão ligados por um fio leve e inextensível (foi utilizado um pedaço de barabante), que passa por uma polia, um cilindro (no caso, um de latão de raio R , medido com o paquímetro, e momento de inércia I), como mostra a figura 1.

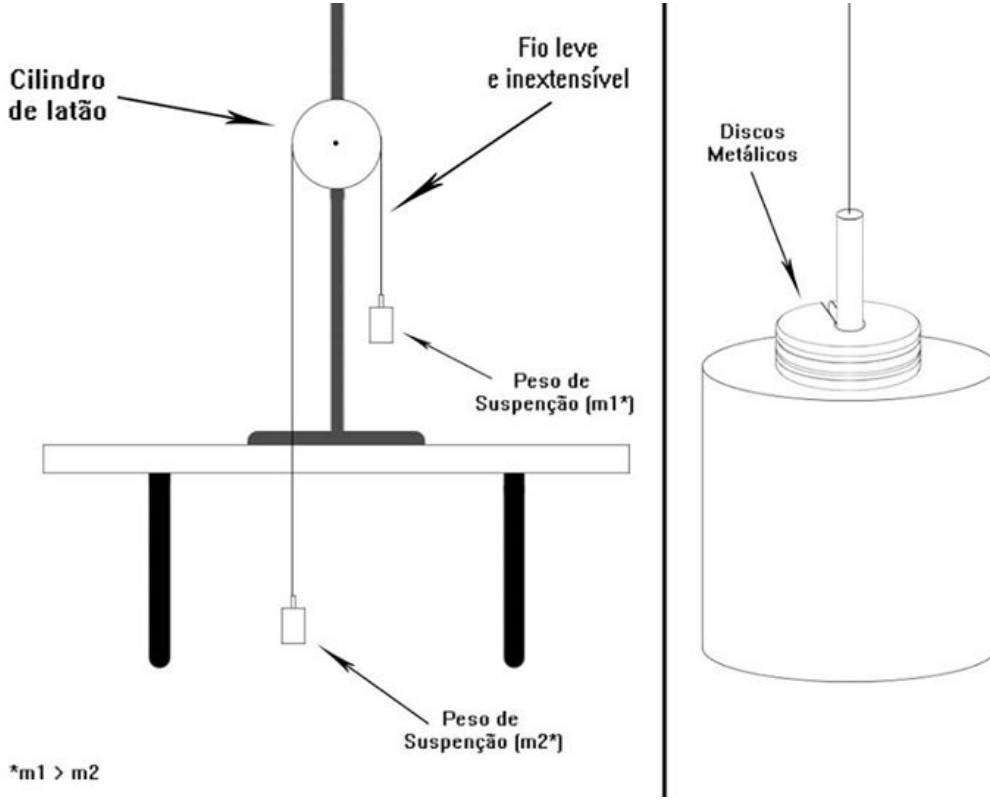


Figure 1: Montagem experimental

Entre os pesos de suspensão, são distribuídos discos metálicos que aumentam sua massa total (vide figura 1). O objetivo desses discos é variar a massa em cada extremidade do fio, mas manter a soma $m1 + m2$ (vide figura 1) constante. Para tal, basta-se apenas passar os discos de um peso para o outro, para assim, dada a equação

$$\Delta m = (2h/gR^2)(I + MR^2)(1/t^2) + \tau_a/(gR),$$

apenas Δm , que é a diferença $m1 - m2$, mude, enquanto M , que é a soma $m1 + m2$, mantem-se constante.

O experimento em si consiste em abandonar o corpo mais pesado, $m1$, de uma altura h constante, mensurada com a fita métrica, e medir o tempo t de queda, com o cronômetro. Esse procedimento foi realizado três vezes e então foi tirado o tempo medio.

3.3 Dados Obtidos

As massas dos pesos de suspensão foram medidas, tais que

$$m1 = (891.6 \pm 0.1)g \text{ e } m2 = (895.7 \pm 0.1)g$$

Já os discos têm massas de, em gramas:

Table 1: Massas dos discos metálicos

m_{d1}	m_{d2}	m_{d3}	m_{d4}	m_{d5}	m_{d6}	m_{d7}	m_{d8}
9.0 ± 0.1	9.1 ± 0.1	3.7 ± 0.1	3.9 ± 0.1	2.0 ± 0.1	9.4 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1

Então, pôde ser montada a seguinte tabela:

Table 2: Tempos medidos para o respectivo Δm

$\Delta m(g)$	$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$t_{medio}(s)$
37.0 ± 0.1	4.31 ± 0.01	4.21 ± 0.01	4.21 ± 0.01	4.24 ± 0.03
29.2 ± 0.1	4.43 ± 0.01	4.64 ± 0.01	4.46 ± 0.01	4.51 ± 0.05
10.2 ± 0.1	8.45 ± 0.01	8.24 ± 0.01	8.32 ± 0.01	8.34 ± 0.05
10.4 ± 0.1	8.76 ± 0.01	8.65 ± 0.01	8.40 ± 0.01	8.60 ± 0.09
9.8 ± 0.1	8.51 ± 0.01	8.53 ± 0.01	8.50 ± 0.01	8.51 ± 0.01
13.6 ± 0.1	7.18 ± 0.01	7.28 ± 0.01	7.31 ± 0.01	7.26 ± 0.03

Isso tudo, para $h = (115.00 \pm 0.05) \text{ cm}$, $M = (1829,0 \pm 0.3) \text{ g}$ e $R = (6.025 \pm 0.003) \text{ cm}$

4 Análise dos Resultados e Discussões

4.1 Regressão linear

Pela equação

$$\Delta m = \frac{2h}{gR^2} \cdot (I + MR^2) \frac{1}{t^2} + \frac{\tau_a}{gR}$$

Onde $\Delta m = m_1 - m_2$, $M = m_1 + m_2$, h é a altura inicial, t é o tempo em que os corpos se deslocam de h , I é o momento de inércia do cilindro de latão, R é o seu raio.

Vemos que existe uma relação linear entre Δm e $\frac{1}{t^2}$. Para explorar essa relação, foi construída a Tabela 3, relacionando Δm à $\frac{1}{t^2}$.

Table 3: A diferença de massa, relacionada à grandeza $1/t^2$.

$\Delta m (g)$	$t (s)$	$1/t^2 (s^{-2})$
37.0 ± 0.1	4.24 ± 0.03	0.055 ± 0.001
29.2 ± 0.1	4.51 ± 0.05	0.049 ± 0.001
10.2 ± 0.1	8.34 ± 0.05	0.0143 ± 0.0002
10.4 ± 0.1	8.60 ± 0.09	0.0135 ± 0.0003
9.8 ± 0.1	8.51 ± 0.01	0.01379 ± 0.0002
13.6 ± 0.1	7.26 ± 0.03	0.0189 ± 0.0003

Fazendo a regressão linear de Δm X $\frac{1}{t^2}$, pelo método de mínimos quadrados, obtem-se os seguintes coeficientes:

$$a = 0.00138 \pm 0.00005$$

$$b = 0.0002 \pm 0.0005$$

A reta resultante da regressão linear, sobreposta aos pontos medidos experimentalmente pode ser vista na Figura 2. Nota-se que o experimento falhou em coletar dados distribuídos uniformemente sobre o eixo Δm , e isso pode acarretar erros e incertezas.

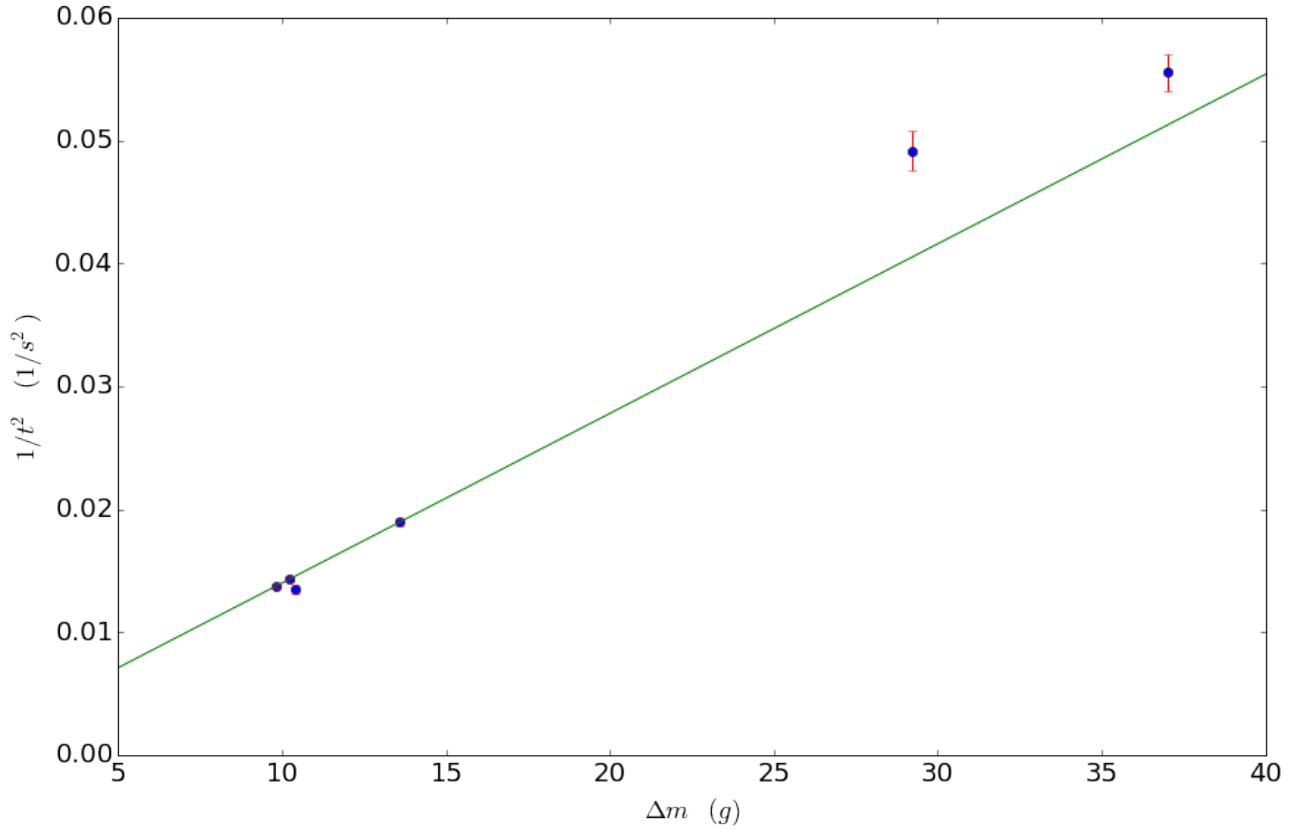


Figure 2: Regressão linear de Δm por $1/t^2$ sobreposta aos pontos experimentais

4.2 Significado do coeficiente angular

O momento de inércia da polia de latão pode ser escrito em função do coeficiente angular a pela fórmula

$$I = a \cdot \frac{gR^2}{2h} - MR^2,$$

$$\Delta I = \sqrt{\Delta a^2 \cdot \frac{g^2 R^4}{4h^2} + \Delta R^2 \cdot \left(a \frac{g}{h^2} - M\right)^2 + \Delta M^2 \cdot R^4}$$

Sendo ΔI o erro da polia.

4.3 Significado do coeficiente linear

5 Conclusões