

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
JOINVILLE



Roteiro da Experiência 4

Máquina de Atwood - Leis de Newton

FÍSICA EXPERIMENTAL I – FEX1001

Joinville/SC, julho de 2022

1. Objetivo

Determinar experimentalmente a aceleração da gravidade local com uma Máquina de Atwood (*Figura 1*).

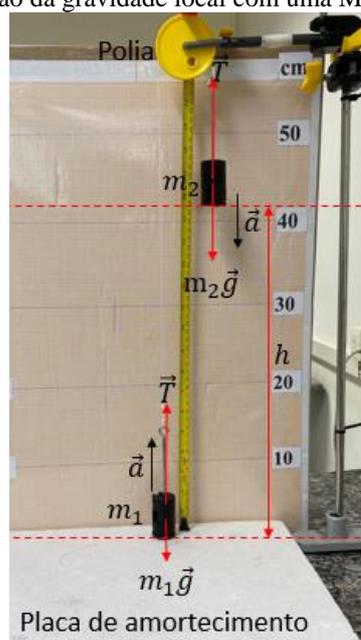


Figura 1: Diagrama de corpo livre em uma Máquina de Atwood.

2. Teoria

A dinâmica de translação de um objeto é descrita pela 2ª lei de Newton [1] $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, onde m é a massa e \vec{a} a aceleração. Na Máquina de Atwood da *Figura 1*, onde as massas m_1 e $m_2 > m_1$ unidas através de um fio ideal que passa por uma polia ideal, a aceleração é constante [1, 2] (Seção 7. Demonstração)

$$a = \left(\frac{g}{M_{total}}\right)(m_2 - m_1). \quad (1)$$

A massa total do sistema é $M_{total} = m_1 + m_2$, onde g é a aceleração da gravidade local [3].

3. Descrição da Experiência

Nesta experiência, a massa total do sistema é mantida constante ($M_{total} = cte$). Para cada diferença de massas ($m_2 - m_1$) escolhida arbitrariamente é medido o tempo de queda t da massa m_2 de uma altura h . A partir das medidas do tempo e distância percorrida, é calculada a aceleração.

4. Equipamento/Material

- 1 tripé, 1 haste longa, 1 polia com haste, 1 prendedor, 1 fio, 1 conjunto de massas, 1 placa de amortecimento, trena, balança digital e cronômetro digital ou filmadora do celular.

5. Procedimento Experimental

Caso a balança digital não esteja funcionando, considerar os valores de referência como números inteiros (precisão infinita $\Delta m = 0 \text{ g}$).

- Conecte a haste longa no tripé e com prendedor conecte a polia no topo da haste, certifique que a polia fique no plano vertical e passe o fio na polia.
- Consulte a **Seção 8. Conjunto de massas do laboratório**, identifique o conjunto a ser utilizado.
- Coloque na balança digital todas as massas (suporte de massas e massas) e anote a massa total M_{total} na **Tabela 1**.
- Coloque uma placa de amortecimento na bancada, abaixo da polia. A massa m_1 partirá sempre da placa e a massa m_2 partirá sempre da mesma altura h (cerca de 40 cm) da placa. Meça com trena a altura h e identifique o erro de escala da trena Δh e o erro de escala do tempo Δt do método utilizado e anote.
- Para cada massa da referência da **Tabela 1**, pese na balança digital, anote, e pendure cada uma das massas nas extremidades do fio e meça o tempo de queda da massa m_2 , com instrumento de medida [4] e anote os valores na tabela. Escolha uma das alternativas para medida do tempo.
 - Cronômetro digital:** Cronometre várias vezes até encontrar três valores próximos do tempo.
 - Vídeo-análise:** Posicione a filmadora frontalmente a meia-altura da placa de amortecimento de uma distância que apareçam as duas massas. Grave três vídeos, faça vídeo-análise e obtenha o tempo.

6. Resultados

I. Identificação das variáveis físicas e os instrumentos utilizados para medida direta ou medida indireta.

Identifique as variáveis das quantidades físicas (veja a 3. Descrição da Experiência) e o erro de escala dos instrumentos de medida (veja o 4. Equipamento/Material) utilizados ou o erro propagado da medida indireta.

Quantidade Física	Variável	Instrumento/Medida indireta	Erro de escala/propagado
Diferença de massas ($m_2 - m_1$)		Balança digital	$\Delta m =$
Aceleração a		Medida indireta	Tabela 3

II. Tabelas.

Tabela 1 (* valor de referência)								Tabela 2		Tabela 3
$M_{total}(kg) =$		$h(m) =$		$\Delta h(m) =$		$\Delta t(s) =$				
$m_2(g)^*$	$m_2(g)$	$m_1(g)^*$	$m_1(g)$	$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$\bar{t}(s)$	$m_2 - m_1(kg)$	$a(m/s^2)$	$\Delta a(m/s^2)$
160		160						0	0	
170		150								
180		140								
190		130								
200		120								
210		110								

(a) Calcule o tempo médio e complete a **Tabela 1**.

(b) Calcule a diferença de massas e complete a **Tabela 2** na unidade indicada.

(c) Pela equação de MRUV [1] de um objeto que parte do repouso e desloca h em um tempo t , a aceleração é $a = \frac{2h}{t^2}$ (2). Usando o tempo médio obtido anteriormente, calcule e complete a **Tabela 2**.

(d) Determine a equação do erro propagado na aceleração pela equação (2) e utilizando o tempo médio e a aceleração obtidos anteriormente, calcule e complete a **Tabela 3**.

III. Construção de gráfico linear e determinação dos coeficientes a' e b' da equação da reta $y'(x') = a'x' + b'$.

(a) A partir da **Tabela 2**, faça um gráfico linear.

(b) Indique na reta obtida no gráfico, os pontos P_1 , P_2 e P_3 . Apresente os valores lidos com suas respectivas unidades.

(c) A partir dos valores dos pontos P_1 , P_2 e P_3 , calcule os coeficientes o valor de a' e b' com suas respectivas unidades.

(d) Linearize a equação (1) para o gráfico construído e obtenha as equações para a' e b' .

IV. Determinação Experimental de g e Erro.

(a) Determine o valor experimental de g a partir dos valores de a' e b' da 6.III.(c) e das equações obtidas na linearização da 6.III.(d). A massa total M_{total} é o valor anotado na **Tabela 1**.

(b) Determine o erro percentual de g . Considere como valor de referência $g = 9,79061 m/s^2$ [3]. Quais são as possíveis fontes de erro?

7. Demonstração

A 2ª lei de Newton para translação para objeto m_1 e m_2 são respectivamente

$$\sum F_x = m_1 a \rightarrow T - m_1 g = m_1 a, \quad (2)$$

$$\sum F = m_2 a \rightarrow m_2 g - T = m_2 a. \quad (3)$$

Somando as equações (2) e (3) obtém-se

$$a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) g \quad (4).$$

A massa total do sistema é $M_{total} = m_1 + m_2$ e a equação (4) é reescrita como

$$a = \left(\frac{g}{M_{total}} \right) (m_2 - m_1).$$

8. Conjunto de massas do laboratório (* valor de referência)

PHYWE		3B SCIENTIFIC (dourado)	
Peças	Total	Peças	Total
2 x 10 g (suporte)	20 g	2 x 50 g (suporte)	100 g
5 x 10 g	50 g	5 x 10 g	50 g
5 x 50 g	250 g	3 x 50 g	150 g
		4 x 5 g	20 g
M_{total}	320 g	M_{total}	320 g

Referências

- [1] HALLIDAY, D., RENSHICK, R. e WALKER, J. – Fundamentos de Física – Volume 1 – Mecânica – Livros Técnicos e Científicos Editora – 8ª Edição.
- [2] Experiência 3 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variável, FEX1001, UDESC/CCT, Joinville, 2022.
- [3] <https://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=e856809e0d522d3153e2e7e8ec263bf2>
Para localidade Joinville/SC, Brasil
- [4] Instrumentos de medidas, FEX1001, UDESC/CCT, Joinville, 2022.