

Miguel Ribeiro (Nº 26127) ; Hélder Guerreiro (Nº 25946) ; Tiago Vieira (Nº 26129) ; Pedro Amado (Nº 26128)

Relatório TP2-4 - Força de Atrito num Plano Inclinado.

1- Procedimento experimental

1) Montou-se o dispositivo experimental conforme a Figura 1.

2) Colocou-se em repouso o corpo com massa m_c na posição X_0 , definida pelo pino numa escala métrica existente no trilho.

3) Colocou-se numa posição X ao meio do trilho o portal com a fotocélula. Para valores pequenos da massa m_2 o corpo m_c desce a rampa.

4) Colocou-se o corpo em repouso na parte superior da rampa, em X_0d a uma distância de 0.475 m do portal de medição X . O corpo é largado, desce a rampa e mede-se a sua velocidade ao atravessar o portal. Para valores grandes massa m_2 o corpo m_c sobe a rampa.

5) Colocou-se o corpo em repouso na parte inferior da rampa, em X_0s a uma distância de 0.500 m do portal de medição. O corpo é largado, sobe a rampa e mede-se a sua velocidade ao atravessar o portal.

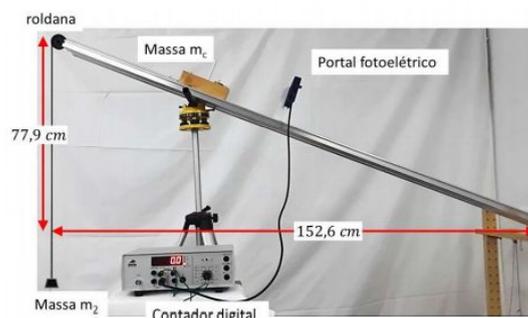


Figura 1

Quadro 1 – Resultados experimentais.

Para $195\text{ g} > m_2 > 35\text{ g}$ o corpo permanece em repouso. (O menor valor de massas disponível era 5 g).

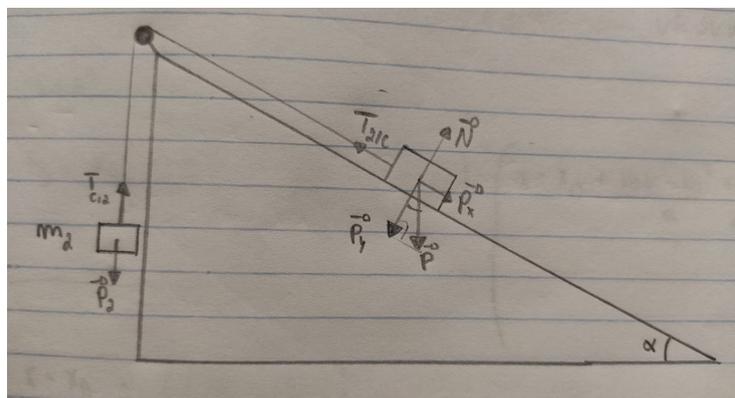
Corpo desce a rampa		Corpo sobe a rampa	
$X - X_{0d} = 0,475\text{ m}$		$X - X_{0s} = 0,50\text{ m}$	
$m_c = 0,350\text{ kg}$		$m_c = 0,350\text{ kg}$	
$\phi_p = 9,5\text{ mm}$		$\phi_p = 9,5\text{ mm}$	
$m_2\text{ (g)}$	$\Delta t\text{ (ms)}$	$m_2\text{ (g)}$	$\Delta t\text{ (ms)}$
30	13,6	200	15,5
20	10,5	210	12,5
15	9,2	230	9,6

$X - X_{0d}$ – é o deslocamento do corpo entre a posição de repouso e a posição de medição da velocidade, quando desce a rampa.

$X - X_{0s}$ – é o deslocamento do corpo entre a posição de repouso e a posição de medição da velocidade, quando sobe a rampa.

ϕ_p – é o diâmetro do pino para medição da velocidade.

Diagrama de Forças-»



2- Tratamento de Dados:

Na Descida:

Para $m_2 = 30g$

$$v = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{13,6 \times 10^{-3}} = 0,69 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,69}{13,6 \times 10^{-3}} = 50,70 \text{ m/s}^2$$

$\vec{P}_y = |\vec{N}|$

$$\begin{cases} P_x - F_a - T_{2,c} = m_c \times a \\ T_{c,2} - P_2 = m_2 \times a \end{cases}$$

$\Rightarrow P_x - F_a - P_2 = (m_c + m_2) \times a$
 $\Rightarrow (P_x - P_2) - [(m_c + m_2) \times a] = F_a$
 $\Rightarrow 1,59 - 30 \times 10^{-2} - (0,350 + 30 \times 10^{-3}) \times 50,73 = F_a$
 $\Rightarrow F_a = -17,99 \text{ N}$

$P_x = m \times g \times \sin \alpha$
 $\tan \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos } \alpha} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$
 $= \frac{7,9 \times 10^{-2} \text{ m}}{152,6 \times 10^{-2} \text{ m}} = 0,51 \text{ m}$
 $\tan \alpha = 0,51 \Rightarrow \alpha = 27^\circ$
 $P_x = 0,350 \times 10 \times \sin 27^\circ = 1,59 \text{ N}$
 $P_2 = m_2 \times g = 30 \times 10^{-3} \times 10 = 30 \times 10^{-2} \text{ N}$

Para $m_2 = 20g$

$$v = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{10,5 \times 10^{-3}} = 0,9 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,9}{10,5 \times 10^{-3}} = 85,71 \text{ m/s}^2$$

$P_x = 1,59 \text{ N}$
 $P_2 = m_2 \times g = 20 \times 10^{-3} \times 10 = 20 \times 10^{-2} \text{ N}$

$(P_x - P_2) - [(m_c + m_2) \times a] = F_a \Rightarrow 1,59 - 20 \times 10^{-2} - (0,35 + 20 \times 10^{-3}) \times 85,71 = F_a$
 $\Rightarrow F_a = -30,32 \text{ N}$

Para $m_2 = 15g$

$$v = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{9,2 \times 10^{-3}} = 1,032 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{1,032}{9,2 \times 10^{-3}} = 112,17 \text{ m/s}^2$$

$P_x = 1,59 \text{ N}$
 $P_2 = m_2 \times g = 15 \times 10^{-3} \times 10 = 15 \times 10^{-2} \text{ N}$

$(P_x - P_2) - [(m_c + m_2) \times a] = F_a$
 $\Rightarrow F_a = 1,59 - 15 \times 10^{-2} - (0,35 + 15 \times 10^{-3}) \times 112,17$
 $\Rightarrow F_a = -39,68 \text{ N}$

Na Subida:

Para $m_2 = 200g$

$$v = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{15,5 \times 10^{-3}} = 0,61 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,61}{15,5} = 39,36 \text{ m/s}^2$$

$P_x = m \times g \times \sin \alpha$
 $\tan \alpha = \frac{7,9 \times 10^{-2}}{152,6 \times 10^{-2}} = 0,52$
 $\tan \alpha = 0,52 \Rightarrow \alpha = 27^\circ$
 $P_x = 0,350 \times 10 \times \sin 27^\circ = 1,59 \text{ N}$
 $\vec{P}_y = |\vec{N}|$

$$\begin{cases} P_2 - T_{c,2} = m_2 \times a \\ T_{2,c} - P_x - F_a = m_c \times a \end{cases}$$

$P_2 - P_x - F_a = (m_c + m_2) \times a$
 $\Rightarrow 200 \times 10^{-2} - 1,59 - (0,35 + 200 \times 10^{-3}) \times 39,36 = F_a$
 $\Rightarrow F_a = -21,23 \text{ N}$

Para $m_2 = 210g$

$$v = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{12,5 \times 10^{-3}} = 0,76 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,76}{12,5 \times 10^{-3}} = 60,8 \text{ m/s}^2$$

$P_x = 1,59 \text{ N}$
 $P_2 = m \times g = 210 \times 10^{-3} \times 10 = 210 \times 10^{-2} \text{ N}$

$P_2 - P_x - F_a = (m_c + m_2) \times a$
 $\Rightarrow 210 \times 10^{-2} - 1,59 - (0,35 + 210 \times 10^{-3}) \times 60,8 = F_a$
 $\Rightarrow F_a = -33,54 \text{ N}$

Para $m_2 = 230g$

$$v = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{9,6 \times 10^{-3}} = 0,99 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{0,99}{9,6 \times 10^{-3}} = 103,13 \text{ m/s}^2$$

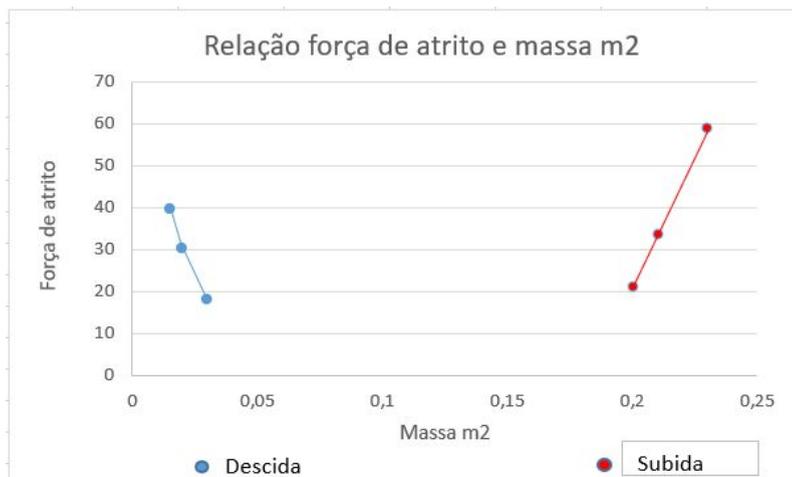
$P_x = 1,59 \text{ N}$
 $P_2 = m \times g = 230 \times 10^{-3} \times 10 = 230 \times 10^{-2} \text{ N}$

$P_2 - P_x - F_a = (m_c + m_2) \times a$
 $\Rightarrow 230 \times 10^{-2} - 1,59 - (0,35 + 230 \times 10^{-3}) \times 103,13 = F_a$
 $\Rightarrow F_a = -59,1 \text{ N}$

3-Relação entre a força de atrito e a massa(2):

Subida	
Massa m2 (kg)	Força de atrito(N)
0,2	21,23
0,21	33,54
0,23	59,1

Descida	
Massa m2 (kg)	Força de atrito(N)
0,03	17,99
0,02	30,32
0,015	39,5



Após uma análise do gráfico, concluímos que na descida, à medida que a massa m2 diminui a força de atrito aumenta. Já na subida, à medida que a massa m2 aumenta, a força de atrito aumenta.

4-Cálculo dos coeficientes de atrito entre o corpo e o plano

$$|\vec{P}_y| = |\vec{N}| = P \times \cos \alpha = m \times g \times \cos \alpha =$$

$$= 0,35 \times 10 \times \cos 27 = 3,12 \text{ N}$$

$$F_a = \mu \times N = \mu \times P_y \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{F_a}{P_y}$$

Na Descida

Para $F_a = 17,99 \text{ N}$

$$\mu = \frac{17,99}{3,12} = 5,77$$

Para $F_a = 30,32 \text{ N}$

$$\mu = \frac{30,32}{3,12} = 9,72$$

Para $F_a = 39,5$

$$\mu = \frac{39,5}{3,12} = 12,66$$

Na Subida

Para $F_a = 21,23 \text{ N}$

$$\mu = \frac{21,23}{3,12} = 6,80$$

Para $F_a = 33,54 \text{ N}$

$$\mu = \frac{33,54}{3,12} = 10,75$$

Para $F_a = 59,1 \text{ N}$

$$\mu = \frac{59,1}{3,12} = 18,94$$