



Grupo:

Número	Nome	Rubrica
26246	Aleida Tavares	Aleida Tavares
26043	Pedro Varela	Pedro Varela
26051	Ana Sofia Miranda	Ana Sofia Miranda
26026	Francisco Nobre	f
26059	Jéssica Gomes	Jéssica Gomes

### 1. Procedimento:

Um carrinho com massa  $m_1$  de 1048g foi largado da posição  $X_0$  definida pelo pino de diâmetro  $\varnothing_p=9,5\text{mm}$ , desloca-se ao longo do trilho devido à força de tração causada pela massa  $m_2$  pendente da roldana. Ao passar a fotocélula que foi colocada ao longo do trilho em diferentes posições ( $X$ ), foi registado o tempo de deslocamento observado num contador digital. Fizeram-se 4 experiências com a massa  $m_2$  progressivamente crescente. Para cada experiência realizaram-se 3 repetições para cada posição da fotocélula. O quadro abaixo representa os resultados das medições:

Tabela 1 – Resultados experimentais

	$X_0= 0,134\text{m}$			$m_1= 1,048\text{kg}$			$\varnothing_p= 9,5\text{mm}$					
	Experiência 1 $m_2= 15\text{g}$			Experiência 2 $m_2= 35\text{g}$			Experiência 3 $m_2= 65\text{g}$			Experiência 4 $m_2= 90\text{g}$		
X (cm)	$\Delta t_1$ (ms)	$\Delta t_2$ (ms)	$\Delta t_3$ (ms)	$\Delta t_1$ (ms)	$\Delta t_2$ (ms)	$\Delta t_3$ (ms)	$\Delta t_1$ (ms)	$\Delta t_2$ (ms)	$\Delta t_3$ (ms)	$\Delta t_1$ (ms)	$\Delta t_2$ (ms)	$\Delta t_3$ (ms)
30	47,5	48,1	48,1	31,1	31,8	31,2	22,8	23,2	23,2	19,1	19,8	19,8
50	32,3	32,9	32,8	20,9	21,5	21,5	15,5	15,6	15,6	13,1	13,5	13,2
70	26,3	27,1	27,4	17,2	17,7	17,6	12,7	12,9	12,9	10,5	11,3	10,9
90	23,2	23,6	23,1	14,6	15,1	15,1	10,8	11,1	10,7	9,0	9,5	9,1
110	20,2	21,1	20,9	13,1	13,6	13,0	9,5	9,7	9,7	8,1	8,3	8,1

### 2. Tratamento de dados:

A velocidade instantânea foi medida 3 vezes para cada posição, expresso em  $\text{m s}^{-1}$ :  $v = \frac{\varnothing p}{\Delta t}$  (1)

Fez-se a velocidade média a partir do tempo de percurso para cada posição:  $vm = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$  (2)

No movimento uniformemente acelerado a velocidade instantânea é tanto maior quanto maior for a distância percorrida. Assim o movimento é uniformemente acelerado e a relação entre a posição e a velocidade e a aceleração do corpo é dada pela equações paramétricas:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (3)$$

$$v = v_0 + a t \quad (4)$$

A equação cartesiana que relaciona o quadrado da velocidade instantânea  $v^2$  e o deslocamento  $(x - x_0)$  do carrinho entre a posição inicial e a posição da fotocélula é:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (5)$$

Sendo que o carrinho é largado do repouso, logo  $v_0 = 0$ . Tendo medida a velocidade, pode obter-se a partir da equação (5) o valor da aceleração:  $a = \frac{v^2}{2(x-x_0)}$  (6)

### 3. Cálculos da aceleração do movimento

Utilizámos as seguintes fórmulas para calcular:

- Velocidade,  $v(m/s)$ : Fórmula (1);

- Aceleração,  $a(m/s^2)$ : Fórmula (5);

- Média aritmética da aceleração,  $am(m/s^2)$ :  $am = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i}{5}$  (7)

- Desvio padrão da aceleração:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}}$  (8)

- Incerteza da aceleração:  $\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  (9)

Tabela 2 – Cálculos da aceleração do movimento

Experiência 1 m2=15g					Experiência 2 m2=35g				
v(m/s)	a(m/s <sup>2</sup> )	am(m/s <sup>2</sup> )	$\sigma_x$	$\sigma$	v(m/s)	a(m/s <sup>2</sup> )	am(m/s <sup>2</sup> )	$\sigma_x$	$\sigma$
0,20	0,12	0,11	0,002	0,0045	0,30	0,28	0,27	0,006	0,0133
0,29	0,12				0,45	0,27			
0,35	0,11				0,54	0,26			
0,41	0,11				0,64	0,26			
0,46	0,11				0,72	0,27			
Experiência 3 m2=65g					Experiência 4 m2=90g				
v(m/s)	a(m/s <sup>2</sup> )	am(m/s <sup>2</sup> )	$\sigma_x$	$\sigma$	v(m/s)	a(m/s <sup>2</sup> )	am(m/s <sup>2</sup> )	$\sigma_x$	$\sigma$
0,41	0,51	0,50	0,005	0,0111	0,49	0,71	0,70	0,007	0,0147
0,61	0,51				0,72	0,70			
0,74	0,48				0,87	0,67			
0,87	0,5				1,03	0,70			
0,99	0,5				1,16	0,70			

Analisando: Pela observação da Tabela 2 podemos verificar que à medida que a massa 2 é maior, maior ficam os valores de velocidade e aceleração, concluindo mais uma vez que o movimento do corpo é uniformemente acelerado.

### 4. Relação entre a velocidade instantânea ao quadrado, $v^2$ , e o deslocamento do carinho, $(x - x_0)$

Tabela 3 – Cálculos da velocidade instantânea ao quadrado,  $v^2$

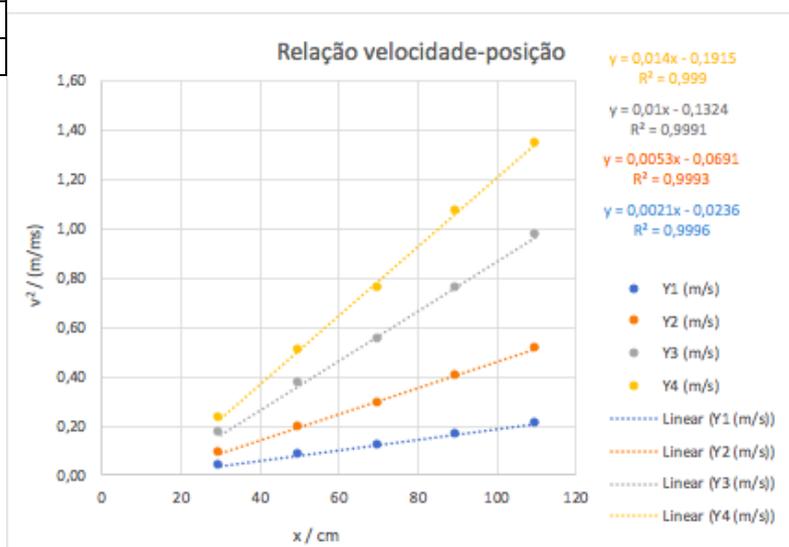
Xo = 0,134m		m1 = 1,048kg				Øp = 9,5 mm		
	Experiência 1 m2= 15g		Experiência 2 m2= 35g		Experiência 3 m2= 65g		Experiência 4 m2= 90g	
ΔX (cm)	Δt médio (ms)	v <sub>i</sub> <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	Δt médio (ms)	v <sub>i</sub> <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	Δt médio (ms)	v <sub>i</sub> <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	Δt médio (ms)	v <sub>i</sub> <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
16,6	47,9	0,0393	31,4	0,0915	23	0,171	19,6	0,235
36,6	32,7	0,0844	21,3	0,199	15,6	0,371	13,3	0,51
56,6	26,9	0,125	17,5	0,295	12,8	0,551	10,9	0,76
76,6	23,3	0,166	14,9	0,406	10,9	0,76	9,2	1,07
96,6	20,7	0,211	13,2	0,518	9,63	0,973	8,17	1,35

Tabela 4 – Relação posição – velocidade

x (cm)	Y1 (m/s)	Y2 (m/s)	Y3 (m/s)	Y4 (m/s)
30	0,2	0,3	0,41	0,49
50	0,29	0,45	0,61	0,71
70	0,35	0,54	0,74	0,87
90	0,41	0,67	0,87	1,03
110	0,46	0,72	0,99	1,16

Gráfico 1 – Relação posição – velocidade

(Tendo em conta os dados da Tabela 4)



## 5. Conclusões:

Em teoria, num movimento retilíneo uniforme, a aceleração apresenta-se constante uma vez que o atrito é desprezável. Esta aceleração é nos dada pela inclinação da reta apresentada no gráfico 1.

Pelos cálculos realizados podemos concluir que, quanto maior a distância percorrida pelo carrinho, maior a sua velocidade instantânea; quanto maior a massa colocada na roldana, maior a sua velocidade e, por consequência, maior a sua aceleração, pois estas grandezas são diretamente proporcionais.

Porém, de acordo com o gráfico 1, tanto a experiência 3 como a experiência 4, apresenta maior variação dos valores de velocidade. Para além disso, apesar dos valores de aceleração serem muito próximos uns dos outros, apresentam pequenas variações. Estas pequenas variações podem ser explicadas pela má leitura dos resultados (erro aleatório), má utilização do material ou erros nos cálculos, devido ao número de casas decimais, por exemplo.