



UC Física I 2020-2021

Relatório da atividade prática nº1

“Movimento Retilíneo com aceleração constante”

$\phi p = 0,0095m$

$X_0 = 0,134m$

$M_1 = 1,048kg$

X (m)	Experiência 1			Experiência 2			Experiência 3			Experiência 4		
	$M_2=0,010kg$			$M_2=0,030kg$			$M_2=0,065kg$			$M_2=0,100kg$		
	$\Delta t_1$ (s)			$\Delta t_2$ (s)			$\Delta t_3$ (s)			$\Delta t_4$ (s)		
0,3	0,0613	0,061	0,0616	0,0332	0,0341	0,0343	0,0228	0,0232	0,023	0,0181	0,0189	0,0187
0,5	0,0416	0,0423	0,0413	0,0228	0,0234	0,0229	0,0155	0,0156	0,0157	0,0124	0,0128	0,0126
0,7	0,0336	0,0335	0,0343	0,0183	0,019	0,0195	0,0127	0,0129	0,0129	0,0101	0,0105	0,0104
0,9	0,0289	0,0292	0,0287	0,0165	0,0161	0,0159	0,0108	0,0111	0,0107	0,0086	0,0088	0,0088
1,1	0,026	0,0259	0,0263	0,0141	0,0147	0,0142	0,0095	0,0097	0,0097	0,0079	0,0076	0,0077

Tabela 1. Resultados das medições efetuadas experimentalmente

Procedimento do tratamento de dados

Como já referido anteriormente fez-se a anotação de x (portal com fotocélula) em 5 posições diferentes ao longo de um trilho, de forma a diminuir os erros experimentais. Para que os cálculos da velocidade instantânea e da aceleração em cada x se tornassem mais precisos, repetiu-se cada experiência três vezes. Finalmente, após a passagem do pino na fotocélula, foi apontado o tempo que este demorava a passar pelo feixe de luz da fotocélula em milissegundos.

Começámos por determinar a velocidade instantânea para cada valor registado, utilizando a seguinte

equação:  $v = \frac{\phi p}{\Delta t}$

X (m)	velocidade instantânea (m/s)											
	Experiência 1			Experiência 2			Experiência 3			Experiência 4		
	$M_2=0,010kg$			$M_2=0,030kg$			$M_2=0,065kg$			$M_2=0,100kg$		
0,3	0,1550	0,1557	0,1542	0,2861	0,2786	0,2770	0,4167	0,4095	0,4130	0,5249	0,5026	0,5080
0,5	0,2284	0,2246	0,2300	0,4167	0,4060	0,4148	0,6129	0,6090	0,6051	0,7661	0,7422	0,7540
0,7	0,2827	0,2836	0,2770	0,5191	0,5000	0,4872	0,7480	0,7364	0,7364	0,9406	0,9048	0,9135
0,9	0,3287	0,3253	0,3310	0,5758	0,5901	0,5975	0,8796	0,8559	0,8879	1,1047	1,0795	1,0795
1,1	0,3654	0,3668	0,3612	0,6738	0,6463	0,6690	1,0000	0,9794	0,9794	1,2025	1,2500	1,2338

Tabela 2. Cálculo das velocidades instantâneas

Antes de efetuar os cálculos seguintes é necessário calcular a velocidade instantânea média do corpo para cada experiência e para cada posição do portal fotoelétrico. Este cálculo foi obtido segundo a equação:

$$v_{media} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$$

velocidade instantânea média (m/s)				
	Experiência 1	Experiência 2	Experiência 3	Experiência 4
<b>X (m)</b>	M <sub>2</sub> =0,010kg	M <sub>2</sub> =0,030kg	M <sub>2</sub> =0,065kg	M <sub>2</sub> =0,100kg
<b>0,3</b>	0,1550	0,2806	0,4131	0,5118
<b>0,5</b>	0,2277	0,4125	0,6090	0,7541
<b>0,7</b>	0,2811	0,5021	0,7403	0,9196
<b>0,9</b>	0,3284	0,5878	0,8744	1,0879
<b>1,1</b>	0,3645	0,6630	0,9863	1,2288

**Tabela 3.** Cálculo das velocidades instantâneas

Para obter o valor da aceleração, através da transformação da equação cartesiana:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad \text{em} \quad a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)}$$

Primeiramente começámos por calcular a velocidade quadrada relacionando com o  $\Delta x$ , sendo x a posição da fotocélula e  $x_0$  a posição inicial do pino no referencial do trilho

v <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )				
	Experiência 1	Experiência 2	Experiência 3	Experiência 4
<b>(X-X<sub>0</sub>) (m)</b>	M <sub>2</sub> =0,010kg	M <sub>2</sub> =0,030kg	M <sub>2</sub> =0,065kg	M <sub>2</sub> =0,100kg
<b>0,166</b>	0,0240	0,0787	0,1706	0,2620
<b>0,366</b>	0,0518	0,1702	0,3709	0,5687
<b>0,566</b>	0,0790	0,2521	0,5480	0,8457
<b>0,766</b>	0,1078	0,3455	0,7647	1,1836
<b>0,966</b>	0,1328	0,4396	0,9727	1,5099

**Tabela 4.** Cálculo da velocidade quadrada

Seguidamente, calculámos a aceleração através da equação referida anteriormente:  $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)}$ , achando, de seguida, para cada aceleração, o valor mais provável, o desvio padrão e a respetiva

incerteza, através das expressões seguintes:  $\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$ ;  $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  e  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n}}$

aceleração (m/s <sup>2</sup> )				
	Experiência 1	Experiência 2	Experiência 3	Experiência 4
<b>X (m)</b>	M <sub>2</sub> =0,010kg	M <sub>2</sub> =0,030kg	M <sub>2</sub> =0,065kg	M <sub>2</sub> =0,100kg
<b>0,3</b>	0,0723	0,2371	0,5139	0,7891
<b>0,5</b>	0,0708	0,2325	0,5067	0,7769
<b>0,7</b>	0,0698	0,2227	0,4841	0,7471
<b>0,9</b>	0,0704	0,2255	0,4991	0,7726
<b>1,1</b>	0,0688	0,2275	0,5035	0,7815

**Tabela 5.** Cálculo da aceleração

Média ( $\bar{a}$ )	0,0704	0,2291	0,5015	0,7734
Desvio Padrão ( $\sigma$ )	0,001323	0,005735	0,011089	0,015958
Incerteza ( $\sigma_{\bar{x}}$ )	0,0005917	0,0002565	0,0049592	0,0071366
$\bar{a} \pm \sigma_{\bar{x}}$	$0,0704 \pm 0,00059$	$0,2291 \pm 0,00026$	$0,5015 \pm 0,00496$	$0,7734 \pm 0,00714$

Tabela 6 – Valor mais provável, Desvio Padrão, Incerteza e representação final da aceleração

Por fim, a partir dos dados da tabela 4, fizemos a representação gráfica da relação entre  $v^2$  e  $(X-X_0)$ .

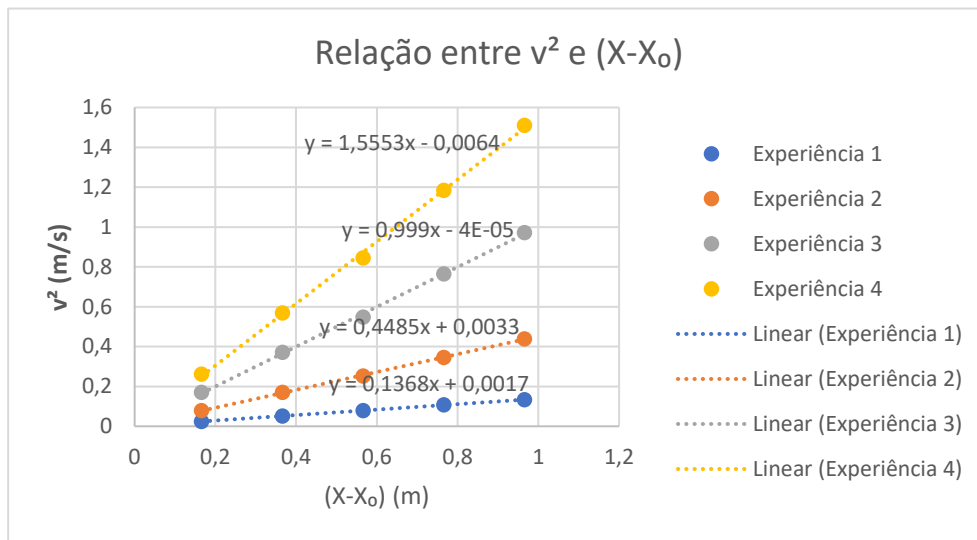


Gráfico 1 – Representação gráfica da relação entre o quadrado da velocidade instantânea ( $v^2$ ) e o deslocamento do carrinho entre a posição inicial e a posição da fotocélula ( $X-X_0$ )

### Conclusão

De acordo com a experiência conseguimos relacionar a velocidade de um objeto e o espaço que o mesmo percorre no movimento linear uniformemente acelerado. Estudámos o movimento retilíneo com aceleração constante, há medida que aumenta a distância da célula fotoelétrica ao pino, a velocidade ao quadrado também vai aumentar, isto é, a velocidade ao quadrado é proporcionalmente direta à distância percorrida em todas as experiências realizadas. Para elaboração do gráfico precedente, utilizou-se a equação que relaciona, tal como se pode observar, o quadrado da velocidade do corpo com o seu deslocamento, em que o quadrado da velocidade assume valores das ordenadas, o deslocamento assume valores das abscissas, o valor da aceleração adquirida pelo corpo é metade do valor do declive da reta da regressão linear correspondente e o quadrado da velocidade inicial é ordenada na origem. Através da equação cartesiana  $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \Leftrightarrow v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ , em que  $v_0^2 = 0$  pois inicialmente o corpo está em repouso), é possível observar que o declive da reta é igual ao dobro da aceleração, ou seja:  $2a = \frac{v^2 - v_0^2}{(x - x_0)}$

Para uma mesma experiência, é possível concluir que o valor da aceleração é constante, ou seja, para os quatro intervalos de tempo considerados, o valor do desvio do valor da aceleração obtido nesse intervalo relativamente ao valor médio é, aproximadamente igual a zero. Claramente, esse valor nunca poderá ser nulo, uma vez que há sempre e inevitavelmente dissipações de energia, devido às chamadas forças dissipativas, a saber: a força de atrito existente entre as superfícies de contacto e a força de resistência do ar e, essencialmente no caso da massa  $M_2$ ; também o facto de se considerar o fio como inextensível e de massa desprezável pode contribuir para estes erros, dado que o fio terá sempre alguma elasticidade e alguma massa ainda que muitíssimo pequena; além disto é difícil largar o corpo sem velocidade inicial e garantir que o feixe fotoelétrico se encontre paralelo ao plano horizontal.