

Laboratório de Física – Cursos de Exatas e Engenharia
Folha de Resultados

Nome: <u>Bernardo Filipe Cardeira Cozac</u>	Nº: <u>90242</u>	Classificação
Nome: <u>Diogo Alexandre Botas Carvalho</u>	Nº: <u>90247</u>	
Nome: <u>Diogo Coelho De Freitas</u>	Nº: <u>90147</u>	
Nome: _____	Nº: _____	
Curso: <u>LEI</u> Turma: <u>P L 5</u> Grupo: <u>2</u> Data de Realização: <u>25 / 03 / 2025</u>		

QUEDA LIVRE

1. Objetivo da Experiência

Com esta experiência de laboratório, procuramos compreender, na prática, como atuam as leis do movimento num corpo em queda livre, sob a influência exclusiva da gravidade. O principal objetivo é verificar a validade da lei da queda dos corpos e determinar o valor da aceleração da gravidade (g) no local da experiência.

Ao deixar cair uma esfera metálica de diferentes alturas e medir o tempo que demora a atingir o solo, conseguimos analisar o seu movimento e perceber de que forma a gravidade atua de forma constante. Com base nesses dados, é possível estabelecer uma relação entre a altura de queda e o quadrado do tempo, permitindo calcular com precisão o valor de g.

Em suma, este trabalho permite-nos aprofundar a compreensão do movimento dos corpos e desenvolver competências essenciais para a realização de experiências científicas de forma rigorosa e fundamentada.

2. Dados Experimentais

Incerteza da altura: $\pm 1 \times 10^{-3} \text{ s}$
Incerteza do cronómetro: $\pm 1 \times 10^{-6} \text{ s}$

h(m)	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
0,23	0,180990	0,180770	0,180324	0,180324	0,180104	0,180660	0,179648	0,180710	0,180690	0,181020
0,30	0,216732	0,217842	0,219294	0,218964	0,218776	0,216688	0,218190	0,217858	0,218208	0,217414
0,37	0,247736	0,247374	0,246904	0,248162	0,247348	0,248678	0,248290	0,248090	0,248064	0,248186
0,44	0,276132	0,276320	0,276820	0,277902	0,276108	0,275966	0,276386	0,275474	0,276438	0,275848
0,51	0,300774	0,299414	0,299604	0,300014	0,300778	0,301372	0,300986	0,301038	0,301086	0,300624
0,58	0,323604	0,323050	0,324024	0,323718	0,321164	0,323522	0,324646	0,322244	0,324000	0,323232
0,65	0,345004	0,345188	0,344496	0,348488	0,344836	0,344332	0,345026	0,344678	0,344404	0,344376
0,72	0,363595	0,364432	0,364312	0,363888	0,363204	0,362000	0,361038	0,364154	0,364046	0,364458
0,79	0,382752	0,381918	0,382544	0,381896	0,382304	0,383104	0,382130	0,383296	0,381908	0,381688
0,86	0,401814	0,401094	0,401064	0,401386	0,401836	0,401766	0,401672	0,401868	0,402054	0,401774

3. Cálculos

h(m)	\bar{t}	\bar{t}^2	$u(\bar{t})$	$u(\bar{t}^2)$
0,23	0,180524	0,0325889	0,0001345	0.0000485608
0,30	0,2179966	0,0475225	0,000278943	0.0001216170
0,37	0,2478832	0,0614461	0,000168928	0.0000837487
0,44	0,2763394	0,0763635	0,000208469	0.0001152160
0,51	0,300569	0,0903417	0,000209972	0.0001262220
0,58	0,3233204	0,1045361	0,000314164	0.0002031510
0,65	0,3450828	0,1190821	0,000390285	0.0002693610
0,72	0,3635127	0,1321415	0,000360995	0.0002624530
0,79	0,382354	0,1461946	0,000174463	0.0001334140
0,86	0,4016328	0,1613089	0,000106501	0.0000855484

Apresente aqui sucintamente os cálculos efetuados

Cálculo do Tempo Médio \bar{t}

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

$n = 10$ Por exemplo com $h = 0,23 \text{ m}$ (todos os exemplos serão com esta altura) $\bar{t} = 0,180524 \text{ s}$

$$\bar{t} = \frac{1}{10} (0,180990 + 0,180770 + 0,180324 + 0,180324 + 0,180104 + 0,180660 + 0,179648 + 0,180710 + 0,180690 + 0,181020)$$

Desvio Padrão Amostral s

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

Calcular (exmplo $h = 0,23 \text{ m}$): $s = \sqrt{\frac{1}{9} (1,606 \times 10^{-6})} = 0,000423 \text{ s}$

Incerteza da média dos tempos $u(\bar{t})$

$$u(\bar{t}) = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0,000423}{\sqrt{10}} = 0,0001345 \text{ s}$$

Quadrado da média \bar{t}^2

$$\bar{t}^2 = (0,180524)^2 = 0,0325889 \text{ s}^2$$

Quadrado da média \bar{t}^2

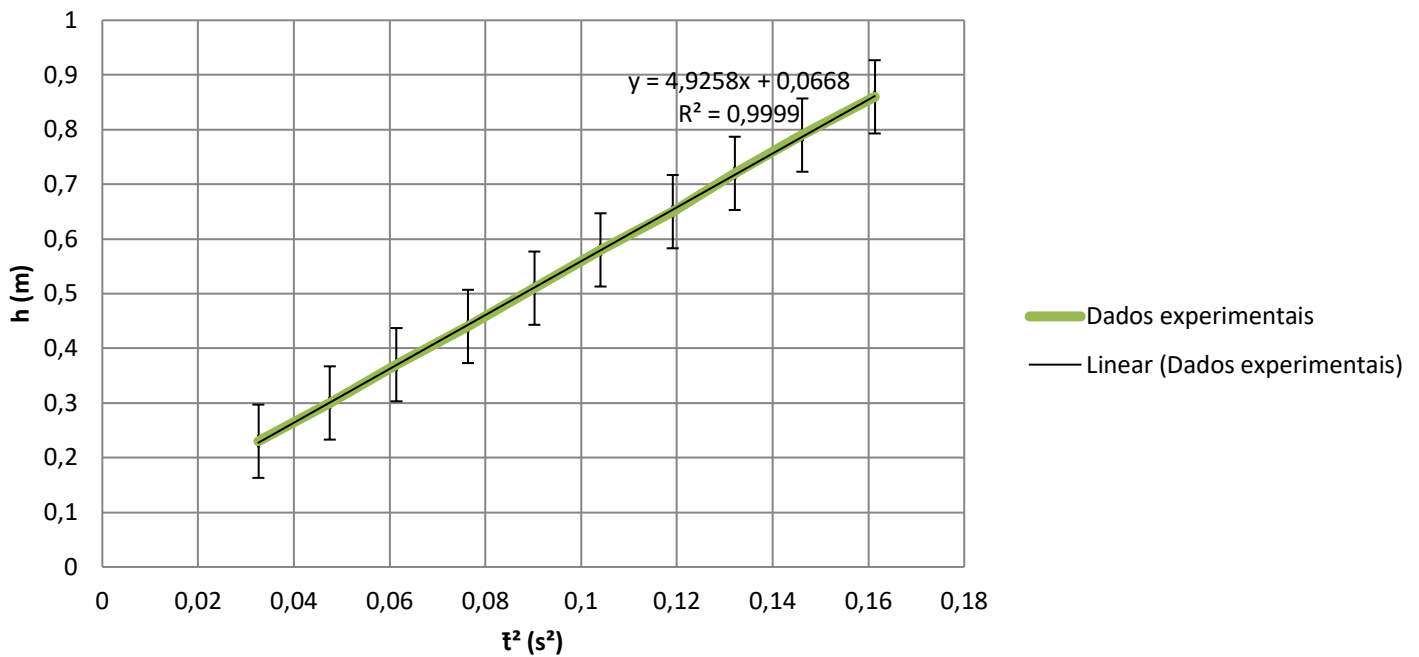
$$u(\bar{t}^2) = \left| \frac{d(\bar{t}^2)}{d\bar{t}} \right| \cdot u(\bar{t}) = 2 \cdot \bar{t} \cdot u(\bar{t})$$

$$u(\bar{t}^2) = 2 \cdot 0,180524 \cdot 0,0001345 = 0.0000485608 \text{ s}^2$$

4. Gráfico

(Pode substituir esta folha pelo seu papel milimétrico)

Gráfico de h em função de \bar{t}^2



5. Resultados

(apresente aqui, se necessário, os cálculos adicionais. Apresentar estimativas das incertezas.)

$$h = m \cdot \bar{t}^2 + b \quad h = 4,9258 \cdot \bar{t}^2 + 0,0668$$

Declive: $(4,9258 \pm 0,0230) \text{ m/s}^2$ **g:** $(9,8516 \pm 0,0460) \text{ m/s}^2$

$$u(m) = 0,0230 \text{ m/s}^2 \quad u(b) = 0,0150 \text{ m}$$

Cálculo da gravidade g e da sua incerteza $u(g)$

$$g = 2m \quad u(g) = 2 \cdot u(m)$$

$$g = 2 \cdot 4,9258 = 9,8516 \text{ m/s}^2 \quad u(g) = 2 \cdot 0,0230 = 0,0460 \text{ m/s}^2$$

Comparação com o valor aceite para Faro

$$g_{exp} = 9,8516 \pm 0,0460 \text{ m/s}^2 \quad g_{Faro} = 9,873 \pm 0,032 \text{ m/s}^2$$

$$|g_{Faro} - g_{exp}| = |9,873 - 9,8516| = 0,0214 \text{ m/s}^2$$

$$u_{total} = u_{(g_{exp})} + u_{(g_{Faro})} = 0,0460 + 0,032 = 0,078 \text{ m/s}^2$$

A diferença entre o valor experimental obtido para a aceleração da gravidade ($g = 9,8516 \pm 0,0460 \text{ m/s}^2$) e o valor de referência para Faro ($g = 9,873 \pm 0,032 \text{ m/s}^2$) é de apenas $0,0214 \text{ m/s}^2$. Esta diferença é pequena e encontra-se dentro do intervalo de incerteza, o que significa que os dois valores são compatíveis e que a experiência foi bem-sucedida.

Este resultado é bastante satisfatório, pois mostra que, mesmo com materiais e métodos simples, é possível obter medições com boa precisão. Apesar de existirem sempre pequenas limitações, como o tempo de reação do cronómetro ou o momento exato em que a esfera é libertada, os dados recolhidos revelaram-se consistentes.

O valor da ordenada na origem ($b = 0,0668 \text{ m}$), apesar de pequeno, pode indicar uma pequena diferença no início da medição, talvez por algum atraso ou desalinhamento. No entanto, essa diferença teve pouco impacto no resultado, como se vê pela excelente aproximação da linha de tendência ($R^2 \approx 0,9999$).

Este tipo de atividade mostra como a análise dos dados e a estimativa das incertezas são fundamentais para dar sentido aos resultados obtidos. Mais do que chegar a um número, importa perceber a confiança que podemos ter nesse número.

No final, esta experiência permitiu:

- Compreender melhor o movimento de queda livre;
- Aprender a recolher, organizar e interpretar dados experimentais;
- Determinar um valor de g muito próximo do valor aceite;
- E refletir sobre a importância dos erros e incertezas nas medições.

O resultado confirma o modelo teórico de forma convincente e foi uma excelente oportunidade para aplicar conhecimentos e desenvolver pensamento crítico.