

**Introdução às medidas físicas (4300152)**  
**Aulas 6 e 7– Queda livre**

Grupo:

Nome:

Nome:

Nome:

**Introdução:**

Qual é o objetivo do experimento?

Qual é o método que usará para atingir seu objetivo?

**Medidas Experimentais:**

Descreva sucintamente tanto o *arranjo experimental* quanto o *procedimento* usado para obter os parâmetros de interesse para obtenção do valor da aceleração da gravidade.

Na Tabela 1 apresente tanto as medidas das posições do corpo a cada  $1/60$  s, como os valores dos intervalos (distintos) medidos por cada aluno (incluindo suas incertezas) que serão usados depois no cálculo das velocidades instantâneas.

Tabela 1: Medidas das posições do corpo em função do tempo e medidas das distâncias percorridas em intervalos  $\Delta T$ .

Medidas		Aluno 1		Aluno 2		Aluno 3	
Tempo (1/60 s)	Posição (cm)	pontos usados	$\Delta T=(1/60 \text{ s})$ Distância (cm)	pontos usados	$\Delta T=(2/60 \text{ s})$ Distância (cm)	pontos usados	$\Delta T=(1/60 \text{ s})$ Distância (cm)
0		0 - 1					
1				0 - 2		1 - 2	
2		2 - 3		1 - 3			
3						3 - 4	
4		4 - 5					
5				4 - 6		5 - 6	
6		6 - 7		5 - 7			
7						7 - 8	
8		8 - 9					
9				8 - 10		9 - 10	
10		10 - 11		9 - 11			
11						11- 12	
12		12 - 13					
13				12 - 14		13- 14	
14		14 - 15		13 - 15			
15						15 - 16	
16		16 - 17					
17				16 - 18		17 - 18	
18		18 - 19		17 - 19			
19						19 - 20	
20		20 - 21					
21				20 - 22		21 - 22	
22		22 - 23		21 - 23			
23						23 - 24	
24		24 - 25					
25				24 - 26		25 - 26	
26		26 - 27		25 - 27			
27						27 - 28	
28		28 - 29					
29				28 - 30		29 - 30	
30		30 - 31		29 - 31			
31						31 - 32	
32		32 - 33					
33				32 - 34		33 - 34	
34							



Justifique as incertezas obtidas para os valores de velocidade instantânea.

Usando os valores da Tabela 2, cada aluno deve fazer um gráfico da velocidade instantânea em função do tempo em papel milimetrado, incluindo as incertezas. Esses gráficos devem ser anexados a esse guia na data de entrega. Coerentemente com as hipóteses do experimento, cada aluno deve ajustar uma *reta* no respectivo gráfico, de maneira a obter tanto o valor da aceleração da gravidade ( $g$ ) quanto o valor de  $V_0$  e suas respectivas incertezas, e apresentá-los na Tabela 3.

Tabela 3. Valores da aceleração da gravidade ( $g$ ) e velocidade inicial ( $V_0$ ) obtido pelos alunos graficamente

Aluno	$g$ (cm/s <sup>2</sup> )	$V_0$ (cm/s)
1		
2		
3		

Justifique as incertezas apresentadas na Tabela 3.

## ii. Linearização

Uma maneira alternativa de obter o valor da aceleração da gravidade é fazer um gráfico da *posição* em função do *tempo ao quadrado* – linearizando-se assim um gráfico com forma de parábola ( $x = \frac{1}{2} g t^2$ ). Lembre-se que o coeficiente angular obtido nesse gráfico corresponde a  $\frac{1}{2} g$ . Cada aluno deve fazer o gráfico como descrito, em papel milimetrado, usando um conjunto distinto de pontos experimentais (posições). Para orientar a divisão dos pontos entre os alunos e auxiliar na colocação dos pontos nos gráficos, reescreva os dados da Tabela 1 na Tabela 4. Lembre-se que o tempo  $t$  é o centro do intervalo de tempo no qual obteve a velocidade. (anexe os gráficos também ao guia).

Tabela 4. Posições do corpo em queda livre em função do tempo e em função do tempo ao quadrado

Aluno 1			Aluno 2			Aluno 3		
Tempo $t$ (ut)	$t^2$ (ut <sup>2</sup> )	Posição $x$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$t^2$ (ut <sup>2</sup> )	Posição $x$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$t^2$ (ut <sup>2</sup> )	Posição $x$ (cm)
1			2			3		
4			5			6		
7			8			9		
10			11			12		
13			14			15		
16			17			18		
19			20			21		
22			23			24		
25			26			27		
28			29			30		
31			32			33		

A partir de ajustes de reta aos dados de cada gráfico linearizado obtenha tanto o coeficiente angular e linear e apresente-os na Tabela 5. Na mesma tabela apresente os respectivos valores de aceleração da gravidade derivados desses valores.

Tabela 5. Coeficientes linear e angular para os ajustes de reta dos gráficos posição  $x$  tempo ao quadrado e respectivos valores derivados de aceleração da gravidade ( $g$ ).

Aluno	Coeficiente angular	Coeficiente linear	$g$ (cm/s <sup>2</sup> )
1			
2			
3			

Justifique os valores de incerteza nos valores da Tabela 5.

Como valor final da aceleração da gravidade para esse trabalho, calcule a média ponderada usando todos os valores disponíveis.

$$g_{\text{Média ponderada}} = \pm$$

### iii. Simulação e comparação com dados obtidos

Para verificar se os resultados obtidos para os valores da aceleração da gravidade representam adequadamente os pontos experimentais medidos, vamos analisar como ficariam esses valores experimentais se assumíssemos os resultados como os valores verdadeiros para a aceleração da gravidade.

Para essa comparação cada aluno deverá fazer um gráfico (em papel milimetrado) de *posição* em função do *tempo* com o mesmo conjunto de instantes definido na Tabela 4. Coloque no mesmo gráfico tanto os pontos experimentais *medidos* (Tabela 4) como aqueles *esperados* usando o respectivo valor de aceleração da gravidade apresentado na Tabela 3. Essas estimativas devem ser feitas para o mesmo instante de tempo dos valores colocados no gráfico e usar os valores extremos da aceleração da gravidade obtida ( $g + \text{incerteza}$  e  $g - \text{incerteza}$ ) (Tab. 6), ou seja:

$$x_{esp}^+ = \frac{1}{2}(g + \sigma_g)t^2 \quad e \quad x_{esp}^- = \frac{1}{2}(g - \sigma_g)t^2$$

Tabela 6. Simulação das posições do corpo em queda livre em função do tempo

Aluno 1			Aluno 2			Aluno 3		
Tempo $t$ (ut)	$x_{esp}^+$ (cm)	$x_{esp}^-$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$x_{esp}^+$ (cm)	$x_{esp}^-$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$x_{esp}^+$ (cm)	$x_{esp}^-$ (cm)
1			2			3		
4			5			6		
7			8			9		
10			11			12		
13			14			15		
16			17			18		
19			20			21		
22			23			24		
25			26			27		
28			29			30		
31			32			33		

Anexe os gráficos ao guia.

## **Discussão:**

Essa seção deve ser desenvolvida pelo grupo e entregue em folha anexa a esse guia. Abaixo alguns pontos que devem ser abordados nesse item:

- 1- nível de compatibilidade entre os resultados individuais e a média ponderada, bem como com o valor esperado de  $978,6 \text{ cm/s}^2$ .
- 2- análises gráficas (tanto para o gráfico Velocidade *versus* Tempo quanto o de Posição *versus* Tempo<sup>2</sup>) validam a hipótese inicial ( $V_0 = 0 \text{ cm/s}$ ) e que o movimento pode ser tratado como uniformemente variado?
- 3- As incertezas dos resultados individuais e da média ponderada permitem afirmar que o método utilizado é preciso para determinar o valor de  $g$ ?
- 4- Adequabilidade do ajuste dos valores simulados com os experimentais em todo o intervalo de medida.