

Roteiro de laboratório  
Disciplina: 5910195 Física Básica I

Experiência 2: Determinação de  $g$

**OBJETIVO:** Determinação da aceleração da gravidade local através do movimento de um corpo em queda livre.

**INTRODUÇÃO:** A aceleração da gravidade pode ser determinada através da contagem do tempo de queda de objetos a partir de uma altura conhecida. Entretanto, essa medição é de difícil realização experimental, devido à cronometragem de tempos curtos de queda. Para solucionar esse problema, neste experimento será utilizado um cronômetro automático, que consiste de dois detectores de posição (**D1** e **D2**) ligados a um medidor de tempo. O primeiro detector (**D1**) tem o objetivo de disparar o medidor de tempo, O segundo detector (**D2**) pára o medidor de tempo quando a extremidade do objeto que está caindo passa por este.

As equações que governam o movimento de um corpo em queda livre (somente sob a influência da força de gravidade) são obtidas a partir da aceleração da gravidade  $g$ . Escolhendo-se o eixo  $z$  orientado verticalmente para baixo, tem-se:

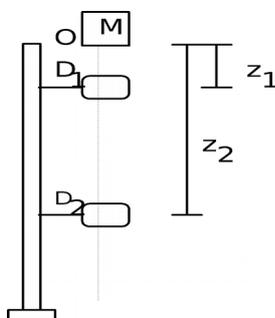
$$\vec{a} = g \cdot \hat{z}$$

$$g = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v(t) = v_0 + gt$$

$$v = \frac{dz}{dt} \Rightarrow z(t) = z_0 + v_0 t + g \frac{t^2}{2}$$

onde  $v_0$  e  $z_0$  são a velocidade e posição iniciais (no instante  $t = 0$ );  $v(t)$  e  $z(t)$  são a velocidade e posição no instante  $t$ , respectivamente.

O esquema experimental é apresentado na **figura 1**. O corpo **M** é solto, a partir do repouso (ponto **O**), a uma distância  $z_1$  do detector **D1** e  $z_2$  do detector **D2**.



**Fig. 1** Esquema experimental utilizado para medir a aceleração da gravidade.

O intervalo de tempo  $t$  medido pelo cronômetro automático refere-se ao tempo gasto para o corpo percorrer a distância  $z_2 - z_1$ . Para se determinar a aceleração da gravidade  $g$ , usa-se o conceito de velocidade média  $\bar{v}$  entre os detectores. Sendo  $t_1$  o tempo necessário

para o corpo chegar ao detector **D1** (a partir do repouso  $z_0 = v_0 = 0$ , em  $t = 0$ ), pode-se escrever:

$$z_1 = g \frac{t_1^2}{2} \quad z_2 = g \frac{(t_1 + \Delta t)^2}{2}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{z_2 - z_1}{\Delta t} = gt_1 + \frac{g\Delta t}{2} = \sqrt{2z_1g} + \frac{g\Delta t}{2}$$

A partir de um gráfico de  $\bar{v}$  em função do intervalo de tempo  $t$ , é possível determinar  $g$  e  $z_1$ .

O valor da altura  $z_1$  não deve ser zero pois um corpo em queda livre, a partir do repouso, leva cerca de 14 ms para percorrer o primeiro milímetro da trajetória, o que certamente comprometeria a exatidão da medida. Além disso, a altura  $z_1$  também não deve ser comparável à distância entre os detectores ( $z_2 - z_1$ ), pois isso acarretaria uma medida de tempo relativamente pequena, o que comprometeria a precisão das medidas. Um valor aconselhável de  $z_1$  seria da ordem de 5 cm.

Obs: A força de atrito, devida à resistência do ar, vale aproximadamente 0,1 % da força peso (atração gravitacional) para um corpo cilíndrico de massa de 200 gramas. Sendo assim, pode-se desprezar a resistência do ar neste experimento, uma vez que os desvios relativos introduzidos estão dentro da incerteza das medidas.

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

1. Alinhe os detectores de posição do cronômetro automático para que o corpo em queda livre ultrapasse as regiões sensíveis de ambos (**Figura 1**). Colocando o primeiro dos detectores a 5 cm ( $z_1$ ) de onde será solto o corpo.
2. Solte o corpo da posição **O** (cuidado para não dar impulso à sua trajetória) e meça o intervalo de tempo  $\Delta t$  para cinco diferentes distâncias ( $z_2 - z_1$ ) entre os detectores (10, 20, 50, 100, 120 cm, mudando sempre  $z_2$ , deixando  $z_1$  constante). Repita a medida cinco vezes para cada distância e calcule o valor médio dos tempos medidos. Preencha a Tabela 1.

$\Delta z = z_2 - z_1$ (cm)	$\Delta t_1$ (s)	$\Delta t_2$ (s)	$\Delta t_3$ (s)	$\Delta t_4$ (s)	$\Delta t_5$ (s)	$\Delta \bar{t}$ (s)	$\bar{v} = \left(\frac{\Delta z}{\Delta \bar{t}}\right) \text{cm/s}$

Tabela 1 – Tempos de queda de um objeto de massa  $m = \underline{\hspace{2cm}}$ .

3. Repita os dois passos anteriores com um objeto de outra massa, preenchendo outra tabela igual à Tabela 1.

Nota: Não esqueça de anotar as incertezas instrumentais dos instrumentos utilizados (cronômetro, régua e fita métrica).

#### ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO:

##### -Resultados:

Faça os gráficos de  $\bar{v} \times \Delta t$  para os dois corpos (massas) utilizados. Determine os valores de  $g$  e  $z_1$  a partir dos ajustes lineares dos pontos experimentais. Obtenha também suas incertezas.

**-Discussão:** Compare os valores de  $g$  obtidos para os dois corpos com o valor teórico e discuta possíveis diferenças.

**-Conclusões:** Verifique se os objetivos foram alcançados (ou não), faça sugestões para a melhoria do experimento ou sugira outro método experimental simples para estimar esta importante grandeza física.