

## QUEDA LIVRE

### Material Utilizado:

- um conjunto para queda livre constituído de:
  - um adaptador para queda livre (PASCO ME-92907B), constituído de
    - duas esferas de aço de diâmetros de 13 mm e 16 mm
    - um mecanismo de liberação da esfera de aço
    - uma caixa de controle
    - uma plataforma receptora
  - um contador de tempo (PASCO ME-9215A)
- uma trena milimetrada
- um paquímetro
- uma garra de mesa
- uma garra de ângulo reto
- uma haste (~1 m)

**Objetivo do Experimento:** Medir a aceleração local da gravidade a partir da dependência entre altura e tempo de queda de um corpo.

---

### INTRODUÇÃO

Neste experimento a aceleração local da gravidade é medida de forma simples e precisa. Para obter-se uma boa precisão, utiliza-se um cronômetro que permite a leitura de décimos de milésimos de segundo e faz-se uso de um arranjo experimental que garante um sincronismo entre a liberação do corpo (a partir do repouso), e a partida do cronômetro, bem como entre a interrupção da queda e a parada do cronômetro.

No arranjo experimental a ser utilizado (veja Fig. 1), uma esfera de aço (que é o corpo a ser liberado) é fixada entre contatos elétricos do circuito do cronômetro, atuando como uma chave (inicialmente fechada) neste circuito. Quando a esfera é liberada, este circuito é interrompido, o que faz com que *simultaneamente* o cronômetro seja disparado, iniciando a contagem de tempo. A queda da esfera é interrompida quando a mesma choca-se contra uma placa, que atua como outra chave interruptora (inicialmente aberta), o que desarma o circuito do cronômetro, interrompendo a contagem de tempo.

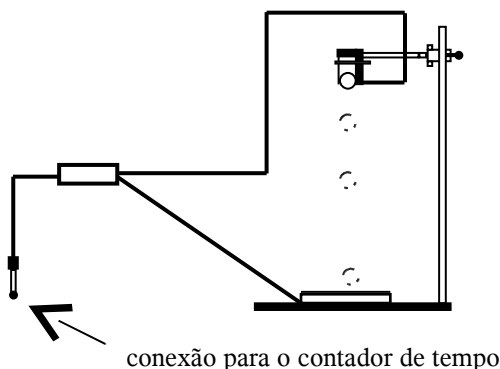


Figura 1 – Representação esquemática da montagem para o experimento de queda livre.

## PROCEDIMENTO

1. Fixe (através de uma garra de ângulo reto, por exemplo) o mecanismo de liberação da esfera a uma haste vertical (fixada na borda de uma mesa através de uma garra de mesa, por exemplo), de modo a permitir a queda livre vertical da esfera. Para obter melhores resultados, é recomendável uma altura inicial de 2 metros, aproximadamente.
2. Fixe uma das esferas de metal no mecanismo de liberação. Para tanto, você deve primeiro pressionar o pino aproximando a placa de liberação do parafuso de contato elétrico, fixando esta placa através do parafuso de aperto manual.
3. Posicione a plataforma receptora do adaptador de queda livre no piso, diretamente abaixo da bola.
4. Libere a esfera, desapertando o parafuso do mecanismo de liberação. Ela deve cair sobre o centro da plataforma receptora. Caso contrário, reposicione esta de forma adequada. Fixe novamente a esfera no mecanismo de liberação.
5. Meça com uma trena milimetrada e registre a distância vertical  $y$  entre a superfície da placa receptora (pressionada para tanto) e o centro da esfera (centro do orifício da placa de liberação).
6. Insira o plugue conector do adaptador para queda livre na fêmea apropriada do contador de tempo.
7. Ligue o contador e selecione o modo de operação GATE e a resolução de 0,1 ms.
8. Pise (levemente) na plataforma receptora para iniciar a eletrônica do contador de tempo.
9. Zere o indicador de tempo do contador pressionando o botão RESET.
10. Libere a esfera, desapertando o parafuso do mecanismo de liberação. Registre o tempo  $t_1$  de queda indicado pelo cada contador.
11. Repita, para esta posição, a medição do tempo de queda da esfera, obtendo e registrando quatro outros valores  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ , e  $t_5$ .
12. Repita o procedimento dos itens 10 e 11 para pelo menos nove outras posições verticais do mecanismo de liberação.

13. Desligue o contador de tempo.
14. Meça o diâmetro  $2R$  da esfera com o auxílio do paquímetro.
15. Complete a tabela da folha de resultados, calculando as diversas alturas  $h$  de queda da esfera, através da operação  $h = y - R$ , bem como, os tempos médios de queda  $t$  correspondentes.
16. Construa um gráfico  $h$  versus  $t^2$ .
17. Que tipo de movimento a dependência experimental  $h$  versus  $t^2$  sugere?

Teoricamente, se pudermos desprezar a resistência do ar, o movimento estudado é um movimento com aceleração constante, a aceleração da gravidade. Se esta avaliação está correta ou não, apenas o resultado do experimento pode dizer. Se a aceleração da esfera for realmente constante, então a altura de queda da mesma deve depender quadraticamente do tempo de queda  $t$ . Você deverá testar esta hipótese fazendo um ajuste da curva experimental, propondo uma curva de ajuste que seja descrita por uma dependência linear  $h$  com  $t^2$  (isto é, uma reta) e observando a qualidade do ajuste.

30. Com o auxílio de um programa apropriado, e para cada um dos casos investigados (carrinho leve e carrinho pesado) obtenha um ajuste da curva experimental  $h$  versus  $t^2$  e identifique os parâmetros de ajuste que forneçam a aceleração do carrinho. Obtenha um valor para a aceleração da gravidade  $g$  bem como para a incerteza  $\Delta g$  associada à mesma.

## FOLHA DE DADOS E RESULTADOS

### *Experimento: Queda Livre*

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### COMPONENTES DO GRUPO

NOME \_\_\_\_\_

NOME \_\_\_\_\_

NOME \_\_\_\_\_

NOME \_\_\_\_\_

Diâmetro da esfera:  $2 R = (\text{____} \pm \text{____}) \text{ mm}$ .

#### DEPENDÊNCIA ENTRE ALTURA E TEMPO DE QUEDA

$y$ (mm)	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	$t_4$ (s)	$t_5$ (s)	$t$ (s)	$h$ (mm)

Obtenção do Ajuste  $h = A + B t^2$  e da Aceleração da Gravidade  $g$

$A = (\text{____} \pm \text{____}) \text{ m}^2/\text{s}^2, \quad B = (\text{____} \pm \text{____}) \text{ m/s}^2$
$g = (\text{____} \pm \text{____}) \text{ m/s}^2$