



## 2ª Atividade Prática:

# Queda Livre

Professor(a): \_\_\_\_\_ turma: \_\_\_\_\_

nome: \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> USP: \_\_\_\_\_

nome: \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> USP: \_\_\_\_\_

nome: \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> USP: \_\_\_\_\_

nome: \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> USP: \_\_\_\_\_

Data da realização do experimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Data da entrega do relatório: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**O relatório deve ser entregue no prazo de 1 semana para o professor, em sala de aula.**

Os cálculos devem ser feitos de forma clara e anexados ao relatório. Cada resultado apresentado deverá ser seguido da indicação do anexo onde os cálculos, que levaram à obtenção daquele resultado, foram feitos.

Está autorizado o uso de planilhas de cálculo (como por exemplo Excel, ou Origin) para apresentação dos dados, desde que isto seja feito da forma correta (escalas, barras de erro, unidades, etc.).

## Objetivo

O objetivo do experimento é obter o valor da aceleração da gravidade local através da análise de um corpo em queda livre. A fim de tornar viável a realização do experimento de forma simples, desprezaremos a resistência do ar e consideraremos o movimento uniformemente acelerado.

# 1) Introdução

Quando os efeitos da resistência do ar podem ser desprezados, todos os corpos, em um determinado local, caem com a mesma aceleração, independentemente dos seus tamanhos, formas e pesos. Além disso, quando a distância percorrida pelo corpo é pequena em comparação com o raio da Terra, esta aceleração pode ser considerada constante. Utilizando um modelo “ideal” que despreza os efeitos da rotação da Terra, a resistência do ar e a variação da aceleração com a altura do corpo, podemos então descrever o movimento de queda livre através das equações do movimento uniformemente acelerado (MRUV), sendo que neste caso a aceleração da queda livre corresponde à aceleração da gravidade local:

$$y(t) = y_0 + v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

$$v(t) = v_0 - gt \quad (2)$$

onde  $y(t)$  é a posição do corpo em função do tempo,  $v(t)$  a sua velocidade, e  $g$  a aceleração da gravidade. O eixo  $y$  foi adotado como positivo com o sentido para cima. O valor exato da aceleração da gravidade varia de acordo com o local da superfície da Terra em que nos encontramos. Normalmente, utilizamos  $g \approx 9.8 \text{ m/s}^2$  na superfície da Terra ou próximo a ela. Medidas mais precisas, realizadas por pesquisadores do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP (IAG) com um gravímetro de alta precisão, determinaram que, no Laboratório Didático do IFUSP,  $g = 9.7864 \pm 0.0003 \text{ m/s}^2$ .

## 2) Arranjo Experimental

Neste experimento, utilizaremos uma montagem padrão do Laboratório Didático do IFUSP para realizar uma medida de  $g$  através do estudo do movimento de queda livre de um corpo. O equipamento consiste numa haste metálica montada verticalmente sobre um tripé, no topo da qual está fixado um eletroímã. Um corpo de prova, na forma de um ovo, que um anel metálico no meio, e uma incrustação de ferro em uma das pontas, cai entre dois fios metálicos esticados ao longo da haste (fig 1). O eletroímã e os fios metálicos são conectados a um equipamento denominado faiscador, que consiste em dois circuitos elétricos que funcionam alternadamente. Um dos circuitos energiza o eletroímã que prende o corpo de prova através da incrustação de ferro, enquanto que o outro circuito gera pulsos de alta tensão (sincronizados com a rede elétrica) entre os dois fios metálicos. Com a chave

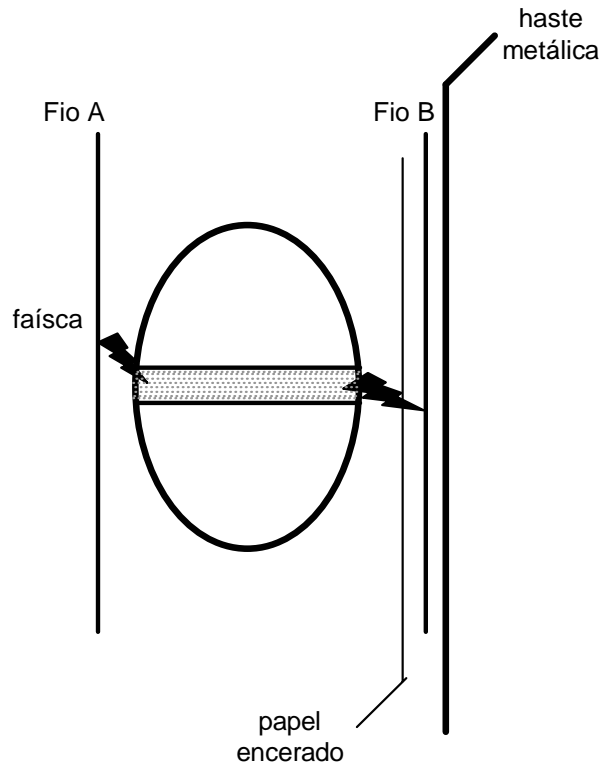


Figura 1: Representação esquemática do arranjo experimental.

principal do equipamento ligada, o eletroímã é energizado. Através de uma chave de contato momentâneo, o eletroímã é desligado, permitindo a queda do corpo de prova, e o gerador de pulsos é simultaneamente acionado. **Para que o gerador de pulsos permaneça ligado é preciso manter acionada a chave de contato momentâneo durante toda a queda.** Os pulsos de alta tensão provocam descargas elétricas entre os dois fios (através do anel metálico acoplado ao corpo de prova), deixando marcas na fita de papel encerado presa à haste do suporte e posicionada sobre um dos fios. Desta forma, a posição do corpo de prova é registrada sobre a fita durante toda a queda, a intervalos constantes de tempo. A rede elétrica possui uma frequência  $f = 60 \text{ Hz}$  extremamente estável, de modo que o intervalo de tempo entre faíscas sucessivas seja  $\Delta t = \frac{1}{60} \text{ s}$  (podemos desprezar o erro de  $\Delta t$ ).

**CUIDADO: É muito importante certificar-se que ninguém está em contato com qualquer parte do equipamento no momento em que o faiscador for acionado, pois este é composto de um circuito elétrico que gera pulsos de alta tensão.**

### 3) Procedimento Experimental

Descrevam o procedimento realizado para a obtenção dos dados, assim como os cuidados adotados para evitar erros sistemáticos, e detalhes relacionados ao equipamento utilizado que sejam necessários para a compreensão do procedimento experimental.

### 4) Apresentação e Análise dos Dados

A análise do movimento registrado pode ser feita de duas formas: através da posição do corpo em função do tempo ou através da velocidade do corpo em cada intervalo de tempo considerado.

Inicialmente analisaremos o movimento do corpo através da sua posição. Para isso, será necessário linearizar a equação (1). Através do registro do movimento do corpo de prova no papel encerado, preencham a tabela 1. Indiquem o instrumento usado para determinar o módulo da posição do corpo e sua respectiva precisão. Lembrem-se que, caso seja preciso realizar alguma operação algébrica com os resultados obtidos, será necessário utilizar as regras de propagação das incertezas.





## 5) Resultados e Discussão

Apresentem seus resultados. Comentem sobre os métodos de análise utilizados: suas diferenças, se há consistência entre seus resultados, quais são as vantagens e inconvenientes de cada tipo de gráfico, etc. Comparem seus resultados com os valores fornecidos na introdução.