

Determinação da aceleração da gravidade usando um Pêndulo Simples

1) Objetivos

Determinar a aceleração da gravidade local através do uso de um pêndulo simples.

2) Introdução*

O Astrônomo e Físico Galileu Galilei (1564-1642) realizou a descoberta da Lei que rege o movimento dos pêndulos e da queda livre. A história diz que, Galileu foi levado a descobrir as leis do pêndulo enquanto assistia à missa na Catedral de Pisa, e observou que o período de oscilações de um candelabro, colocado em movimento pelo vento, não dependia do fato de que tais oscilações fossem rápidas ou lentas.

Ao realizar várias experiências com pêndulos de diversos comprimentos de corda e diferentes pesos, Galileu percebeu que as oscilações desses pêndulos, embora de amplitudes diferentes, sempre levam o mesmo tempo para uma oscilação completa.

Embora Galileu fizeste essas observações – que contribuiu com enorme valor para a sociedade científica contemporânea, a formulação correta das leis do pêndulo simples só foi apresentada pelo físico holandês Christiaan Huygens (1629-1695), ao demonstrar matematicamente que a trajetória cicloidal é a que torna o período do pêndulo independente de sua amplitude. Com isso, determinou a relação entre o tempo de queda de um corpo ao longo de uma cicloide e o tempo de sua queda ao longo do diâmetro do círculo gerador da cicloide.

Um sistema muito utilizado para estudar movimentos oscilatórios e periódicos é o pêndulo simples. Um pêndulo simples é constituído de um objeto de massa m , com volume relativamente pequeno, suspenso por um fio, de comprimento L , inextensível e de massa desprezível.

Suponha que, na situação inicial, o pêndulo se encontre em repouso, na vertical. Ao ser afastado dessa posição de equilíbrio de um ângulo θ e ao ser solto, o pêndulo executará um movimento oscilatório em um plano vertical, sob a ação da gravidade.

* Texto extraído do relatório do aluno Alex Oliveira Rocha, da Universidade de São Paulo, IAG - 2018.

3) Fundamentos Teóricos*

Podemos utilizar a segunda Lei de Newton para obter a seguinte equação diferencial:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L} * \text{sen}(\theta) = 0 \quad (\text{equação 1})$$

em que L representa o comprimento do fio que será medido no experimento.

Portanto, podemos escrever a fórmula do período do pêndulo, válida para qualquer ângulo de amplitude:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} * \left(1 + \frac{\theta^2}{16}\right) \quad (\text{equação 2})$$

Neste experimento, iremos simplificar a equação acima, porém haverá uma limitação, o ângulo que oscilaremos o pêndulo só poderá variar entre $-30^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$, logo, para o mesmo ser um sucesso, deveremos obedecer a lei abaixo:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (\text{equação 3})$$

A fim de se obter a aceleração da gravidade g , é necessário calcular o $T_{\text{médio}}$ de oscilação fazendo uma média aritmética do número de medidas N :

$$T_{\text{médio}} = \sum_{i=1}^N \frac{T_i}{N} \quad (\text{equação 4})$$

Em seguida, calcula-se o g através da fórmula:

$$g = \frac{4 * \pi^2 * L}{T_{\text{médio}}^2} \quad (\text{equação 5})$$

4) Equipamentos

Neste experimento, será utilizado um pêndulo composto por um corpo de massa m , um fio de comprimento L , uma trena eletrônica, um cronômetro e um suporte.

* Texto de apoio: M. Burrowes e C. Farina. Sobre o pêndulo isócrono de Christiaan Huygens. Revista Brasileira de Ensino de Física - v. 27, n. 2, p. 175 - 179, (2005).

5) Procedimento

1. Meça cuidadosamente o fio totalmente esticado com o uso de uma trena eletrônica;
2. Prenda o objeto de massa m no fio;
3. Fixe o pêndulo no batente de uma porta, por exemplo, e tente deixá-lo livre de correntes de ar ou vibrações;
4. Faça a medida do tempo de n oscilações completas do pêndulo. É importante que o pêndulo seja solto da mesma posição (a lateral da porta, por exemplo);
5. A cada n oscilações, anote a sua medida de tempo na tabela disponibilizada no relatório do experimento;
6. Serão feitas N medidas, uma para cada vez que o pêndulo completar n oscilações completas.