

FÍSICA EXPERIMENTAL I

Energia em Pêndulos Simples

EXPERIMENTO 4

Engenharia Elétrica

Versão 1: JUN/2017

OBJETIVO

O objetivo geral é avaliar a energia dissipada num pêndulo simples e a avaliação de técnicas experimentais para medir a gravidade terrestre através da obtenção do período de oscilação e da energia dissipada no sistema composto pelo pendulo simples e o ar.

INTRODUÇÃO

O pêndulo simples é um sistema mecânico idealizado. É constituído de uma partícula de massa m suspensa por um fio inextensível de comprimento L e sem massa (situação ideal) conforme mostrado na Figura 1. Quando o pêndulo está em repouso (lado esquerdo da Figura 1, abaixo), as duas forças que agem sobre a partícula, o seu peso (mg) e a tensão aplicada pelo fio (τ), se equilibram. Porém, se o pêndulo for afastado de sua posição de equilíbrio (lado direito da Figura 1), de modo que a direção do fio faça um ângulo θ com a vertical, o componente do peso perpendicular ao fio, de intensidade $P_{\perp} = mg \sen \theta$, agirá no sentido de restaurar o equilíbrio, fazendo o pêndulo oscilar, sob a ação da gravidade.

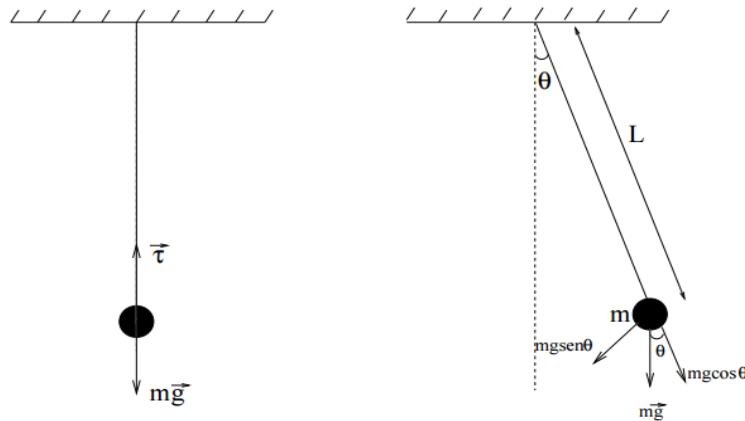


Figura 1. (a) Pêndulo simples em repouso. (b) Pêndulo simples em pequenas oscilações

A componente da força peso paralela ao fio, dada por $P \cos \theta$ se anulará com a força de tensão do fio. A causa do movimento oscilatório será a força restauradora decomposta perpendicularmente ao fio, ou seja, $P \sin \theta$. Então:

$$F = -P \sin \theta$$

O sinal negativo é devido ao referencial adotado. A ação desta força busca manter o corpo em seu estado inicial de repouso em sua posição de equilíbrio. O ângulo θ , expresso em radianos x é dado por L , assim:

$$\theta = \frac{x}{L}$$

Onde ao substituírmos em F :

$$F = -P \sin \frac{x}{L}$$

Assim, é possível concluir que o movimento de um pêndulo simples não descreve um MHS (Movimento Harmônico Simples), já que a força não é proporcional à elongação e sim ao seno dela. No entanto, para ângulos pequenos, $\theta \geq \frac{\pi}{8} \text{ rad}$, o valor do seno do ângulo é aproximadamente igual a este ângulo. Então, ao considerarmos os casos de pequenos ângulos de oscilação:

$$F = -P \operatorname{sen} \frac{x}{L} = -P \frac{x}{L}$$

Como $P = mg$, e m , g e L são constantes neste sistema, podemos considerar que:

$$K = \frac{P}{L} = \frac{mg}{L}$$

Então, reescrevemos a força restauradora do sistema como:

$$F = -Kx$$

Ainda podemos desenvolver a equação $F = -P \operatorname{sen} \theta$ da seguinte forma:

$$ma = -mg \operatorname{sen} \theta$$

Para $a = \frac{d^2(x)}{dt^2}$ e $x = \theta L$, temos:

$$m \frac{d^2(x)}{dt^2} = -mg \operatorname{sen} \theta \Rightarrow \frac{d^2(\theta L)}{dt^2} = -g \operatorname{sen} \theta \Rightarrow \frac{d^2(\theta)}{dt^2} + \frac{g \operatorname{sen} \theta}{L} = 0$$

Sendo assim, a análise de um pêndulo simples nos mostra que, para pequenas oscilações, um pêndulo simples descreve um MHS. Como para qualquer MHS, o período é dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

E como $K = \frac{mg}{L}$, então, o período de um pêndulo simples pode ser expresso por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{L}}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}^1$$

¹ Este conteúdo será aprofundado na disciplina de Física geral 2. Está aqui apresentado caso haja necessidade de uma referencia.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS UTILIZADOS

- Massa de metal com gancho;
- Fio de linha pouco extensível;
- Cronômetro digital ou smartphone;
- Trena métrica e Réguas;

PARTE I

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

- Medir o tempo total (t) para 5 oscilações do pendulo;
- Repetir a medição anterior por 10 vezes e obter o valor médio do período;
- Usar a relação entre período, comprimento e gravidade para obter a gravidade da terra.;
- Avaliar e calcular os erros de cada variável;

PARTE II

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

- Escolher com precisão uma altura inicial (H) para abandonar o pêndulo;
- Abandonar o pêndulo da altura escolhida e cronometrar o tempo para que o pêndulo perca toda sua energia;
- Calcular a energia inicial e calcular a Potência dissipada média do sistema.

PERGUNTAS E DISCUSSÃO

1. Discuta as possíveis variáveis físicas que afetam cada medida;
2. Discuta como obter a gravidade terrestre a partir do período de oscilação do pêndulo simples;
3. Discuta quais erros influenciam na determinação da gravidade terrestre.
4. Calcule qual a potência dissipada média realizada pela resistência do ar.
5. Podemos afirmar que a potência dissipada instantânea equivale a potencia média durante a realização do experimento?
6. Quais as variáveis que influenciam na potência dissipada pelo ar nesta montagem?
7. Explique fisicamente por que há pouca mudança no período do pêndulo em função da altura que este é solto.
8. Por que a dissipação de energia é bem superior quando a amplitude é grande e fica bem menor quando a amplitude é pequena? (i.e, demora muito para parar completamente)
9. Pesquise o uso dos conhecimentos em pêndulos simples em produtos tecnológicos avançados.
10. Use a criatividade e sugira formas alternativas para executar este experimento.