UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
LABORATÓRIO DE ENSINO DE FÍSICA

Pêndulo Simples

1 Introdução

O pêndulo simples é um sistema físico composto por uma massa puntiforme m suspensa por um fio inextensível, de massa desprezível e comprimento l. A força restauradora responsável pelas oscilações é devida à componente do peso que atua perpendicularmente à trajetória, enquanto a tensão T apenas guia o movimento da massa ao longo de um arco circular (Halliday; Resnick; Walker, 2008).

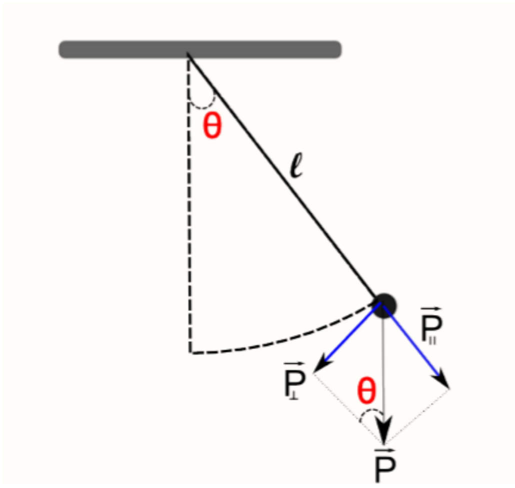

Figura 1 – Forças no Pêndulo Simples

A força restauradora sobre o pêndulo é dada por:

$$\vec{F}_R = \vec{P}_\perp$$

Ou, mais especificamente:

$$\vec{F}_R = -mg \operatorname{sen} \theta$$

Observe que essa força **não** é linear em relação ao deslocamento angular θ, mas sim proporcional a $\operatorname{sen}\theta$. Isso significa que, rigorosamente, o movimento do pêndulo **não** é harmônico simples. No entanto, para pequenos valores de θ (em radianos), pode-se utilizar a aproximação:

$$\operatorname{sen} \theta \approx \theta$$

Com isso, a força restauradora torna-se aproximadamente linear:

$$\vec{F}_R \approx -mg\theta$$

Aplicando a Segunda Lei de Newton para movimento rotacional:

$$F_r = ma = -mg\theta$$

Sabendo que a aceleração tangencial a está relacionada à aceleração angular α por:

$$a = l\alpha$$

Substituindo na equação anterior, obtemos:

$$ml\alpha = -mg\theta$$

Utilizando a definição de aceleração angular em termos de deslocamento angular:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Chegamos à equação diferencial do movimento:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\theta = 0 \tag{1}$$

A Equação 1 é formalmente idêntica à equação do oscilador harmônico simples. Portanto, por analogia, a frequência angular ω pode ser definida como:

$$\omega^2 = \frac{g}{l} \tag{2}$$

Consequentemente, o período de oscilação do pêndulo simples para pequenas amplitudes é dado por:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \tag{3}$$

A Equação 3 representa o período teórico do pêndulo simples no regime de pequenas oscilações.

2 Objetivos

- verificar a equação teórica que descreve o comportamento do período de um pêndulo simples.

3 Material Necessário

- Suporte Metálico;
- Fio inextensível;
- Massa acoplável;
- Cronômetro digital;
- Régua ou Trena.

4 Andamento das atividades

4.1 Com o comprimento do fio de 40 cm, desloque o pêndulo (aproximadamente 5 cm) do seu ponto de equilíbrio e deixe-o oscilar.

4.2 Cronometre o tempo de 10 oscilações completas e anote o valor na Tabela 1.

4.3 Repita os procedimentos anteriores para todos os valores de l escritos na Tabela 1.

4.4 Repita os passos acima parao comprimento $l = 80$ cm. Deverá ser calculado o valor do período teórico (Equação 3) e o erro percentual com base na Equação 4.

$$E(\%) = \frac{|T_{\text{experimental}} - T_{\text{teórico}}|}{T_{\text{teórico}}} \times 100 \tag{4}$$

Tabela 1 – Período de oscilação do pêndulo em relação ao comprimento l do fio

l (m)	Tempo de 10 oscilações (t) s	Período experimental $T = t/10$ s	Período teórico (Equação 3)	Erro E (%)
0,4 m				
0,8 m				

Referências

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 2