**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**
**FIS 224 – Física Experimental A**

# PRÁTICA: MOVIMENTO HARMÔNICO AMORTECIDO

**1. OBJETIVO:** Verificar experimentalmente a atenuação da amplitude de um pêndulo simples em função do tempo.

## 2. INTRODUÇÃO:

Na natureza há um grande número de processos que se repetem em intervalos de tempo iguais. Estes são os chamados fenômenos periódicos, entre os quais podem ser citados o movimento de um pêndulo, a oscilação de um massa suspensa em uma mola e a vibração de uma corda. Embora se diferenciem, as naturezas destas oscilações são bastante análogas as formulações matemáticas utilizadas para descrevê-las. Uma grandeza física fundamental para a análise de todos esses fenômenos é o período *T*, definido como o tempo correspondente a uma oscilação completa. Já ao número de oscilações efetuadas por unidade de tempo denominamos frequência *f*, sendo a relação entre essas grandezas

$$f = \frac{1}{T} \quad . \qquad (1)$$

No caso de uma massa *m* oscilando na extremidade de um fio de comprimento *L* numa região onde a aceleração gravitacional é *g,* o período de oscilação, também na ausência de efeitos dissipativos, será:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\left[1 + \left(\frac{1}{2^2}\right)sen^2\left(\frac{\theta_m}{2}\right) + \left(\frac{1}{2^2}\right)\left(\frac{3^2}{4^2}\right)sen^4\left(\frac{\theta_m}{2}\right) + \ldots\ldots\right] \quad , \qquad (2)$$

onde $\theta_m$ é o deslocamento angular máximo da massa (amplitude de oscilação). Pode-se então concluir que, no caso da oscilação de um pêndulo com amplitude inferior a 15º, os termos senoidais são muito pequenos, sendo o período dependente praticamente apenas do comprimento *L* e da aceleração gravitacional *g*, isto é:

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

Nesta prática, será realizado um estudo do movimento harmônico amortecido em um pêndulo simples. Na presença do ar, o movimento do pêndulo torna-se amortecido e a amplitude de oscilação (A) decrescerá com o tempo (t). A dependência de “A” com o tempo (t) é dada por:

$$A(t) = A_0\, e^{-\alpha t} \quad , \qquad (4)$$

Com o valor de α dado por $\alpha = b/2m$.

**3. METODOLOGIA:**

**MATERIAL UTILIZADO:**

Barbante, uma massa de 100 g, cronômetro e trena milimetrada.

**PROCEDIMENTO:**

Passos para a realização das medidas:

**a)** Amarre a massa de 100 g na extremidade de um barbante de aproximadamente 1,60 m de comprimento, fixando a outra extremidade no teto, de tal forma que esse pêndulo simples oscile num plano vertical. Anote o valor do barbante medido com o auxílio de uma trena.

L= ( ± ) m

**b)** Afaste lateralmente a massa formando um ângulo menor que 15º com a vertical e abandone a massa. Após abandoná-la, meça o tempo correspondente a 10(dez) oscilações completas. Determine o período médio desse pêndulo. ($T$ = tempo das 10 (dez) oscilações completas/10). Faça pelo menos três medidas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $T_1$= | , $T_2$= | , $T_3$= | $T_{médio} \pm \Delta T_{médio}$ = |

**c)** Calcule o $T_{Teórico}$ esperado com seu respectivo desvio, utilizando o método da derivada, e compare com o valor obtido experimentalmente no item c. Adote g= (9,78 ± 0,01)m/s$^2$.

$T_{Teórico} \pm \Delta T_{Teórico}$ =

**d)** Afaste o pêndulo de uma distância horizontal de aproximadamente $A_0$=55 cm em relação à posição inicial (utilize uma régua de 50 cm como guia) e inicie a contagem no cronômetro ao soltar o pêndulo (início da oscilação). <u>Sem parar o cronômetro</u>, marque os tempos necessários para que o pêndulo alcance as amplitudes da tabela. Realize este procedimento 3 vezes.

| **A** | **50 cm** | **45 cm** | **40 cm** | **35 cm** | **30 cm** | **25 cm** | **20 cm** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\mathbf{t_1}$ | | | | | | | |
| $\mathbf{t_2}$ | | | | | | | |
| $\mathbf{t_3}$ | | | | | | | |
| $\acute{t}+\Delta t$ | | | | | | | |

**e)** Em um papel milimetrado faça o gráfico de A *versus* t. O comportamento observado está de acordo com o esperado pela equação 4? Discuta.

**f)** Linearize a equação 4, utilizando a função ln, faça uma nova tabela com os valores dos logaritmos, construa a melhor reta em papel milimetrado e encontre os valores de $A_0$ e α.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ln A** | | | | | | | |
| $\acute{t}+\Delta t$ | | | | | | | |

**g)** Utilize os dados da tabela para construir a melhor reta em papel monolog e encontre novamente os valores de $A_0$ e α. Faça a linearização usando a função log na base 10.

**h)** Discuta a precisão dos resultados obtidos e o significado físico destes valores.