Física Acústica
DF- FFCLRP - USP

Professor: Theo Z. Pavan

Roteiro I.

Medidas de grandezas físicas

OBJETIVOS DO EXPERIMENTO

Estudar medidas de algumas grandezas físicas bem como as suas representações quantitativas, incertezas de medidas, teoria dos erros.

INTRODUÇÃO

A medida de uma grandeza física através de um método científico consiste na obtenção da melhor aproximação para o seu valor real, utilizando-se de instrumentos de medida e métodos reprodutíveis. O ato de medir uma grandeza física é sujeito a erros que interferem na obtenção do seu valor real: Erros do operador (ex: leitura equivocada do instrumento de medida), erros instrumentais (ex: instrumentos de medida mal calibrados) e erros aleatórios (ex: variações aleatórias de condições físicas como temperatura, pressão, umidade do ar, etc.).

Através da medida do período de oscilação de um pêndulo e de um sistema massa-mola, pretende-se discutir vários aspectos relacionados às medidas experimentais, desde a observação de cuidados elementares no ato de medir até a apresentação de conceitos estatísticos como média e desvio padrão, utilizados com a finalidade de minimizar a influência das fontes de erros nas medidas.

O processo de medir apoia-se em instrumentos de medição calibrados segundo o padrão escolhido. Entretanto, em muitas situações a execução da medição não é automatizada e o observador é uma parte essencial do processo, contribuindo para a sua limitação. Em particular este é o caso desta atividade experimental, porém note-se que mesmo o instrumento mais moderno e sensível tem um limite de confiabilidade e é preciso aprender a avaliar esse limite e incluir esta informação no resultado. Executar uma experiência consiste em propor e aplicar um procedimento experimental, que inclui a escolha e manipulação dos instrumentos necessários para a realização das medições de todas as grandezas relevantes frente aos objetivos propostos.

Medições com o pêndulo

O pêndulo é um sólido que tem a possibilidade de oscilar, sob a ação da força de gravidade, entorno a um eixo fixo que não passa pelo seu centro de gravidade, conhecido como eixo de oscilação do pêndulo. A definição anterior descreve o pêndulo físico, que é um pêndulo mais geral. Sob algumas considerações, este pêndulo pode ser simplificado, sendo conhecido como pêndulo matemático ou simples. Um pêndulo simples consta de uma massa *m*, de dimensões desprezíveis (ponto material), presa a um fio delgado de comprimento *l,* inextensível e de massa desprezível. No equilíbrio, a massa permanece em repouso, mantendo o fio esticado na vertical. Se deslocarmos a massa lateralmente e a soltarmos, veremos que ela vai oscilar em torno da posição de equilíbrio, em um movimento periódico.

Algumas grandezas físicas que podem ser objeto de medida estão presentes no fenômeno de oscilação do pêndulo simples. Podemos medir, por exemplo, a massa *m*, o comprimento *l*, o período de oscilação *T*, a distância percorrida pela massa ou o ângulo de deslocamento com relação à vertical, a espessura do fio, e nos colocarmos diante da pergunta: de que maneira essas grandezas influenciam a oscilação? Será que outros fatores como a temperatura da sala, o grau de umidade, a pressão, também têm influência?

Pesquise pela formula do Período de oscilação do pêndulo simples(1)

Medições com o sistema massa-mola

Tal como no caso do pêndulo simples, diferentes fatores influenciam o período da mola. Entre estes fatores pode-se identificar: o material do qual é feita a mola (módulo de rigidez μ do material), o número de espiras ***N,*** o raio *R* da mola e o raio *r* do fio utilizado na confecção da mola. No presente experimento e devido a dificuldades de variar estes fatores, os mesmos estarão incluídos dentro de uma única variável, *K,* chamada de constante restauradora da mola. O período *T* da mola dependente ainda da massa *M* suspensa no seu extremo e da massa *m* da mola. Considerando-se que *m* << *M*, a massa da mola será desprezada. Assim, o período *T* aparece como sendo dependente das variáveis *K* e *M***,** ou, ***T = T(K,M)***. A relação funcional do período do movimento de uma mola poderá, então, ser escrita como:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}} \qquad (2)$$

Análise dos dados

Para cada série de *n* medições de período T_i, o valor médio deve ser calculado de acordo com:

$$\overline{T} = \frac{\sum_{1}^{n} T_i}{n} \qquad (3)$$

O desvio-padrão para cada uma dessas séries de medições deve ser calculado de acordo com:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \qquad (4)$$

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

LISTA DE MATERIAIS

Paquímetro, régua milimetrada, pêndulo simples, cronômetro, massa-mola, balança.

Experimento 1: **Medida do tempo de oscilação de um pêndulo.**

Medir o tempo gasto para o pêndulo realizar 10 oscilações. Repetir cada medida (10 oscilações) 5 vezes e determinar o valor médio e o desvio padrão.

2.1 – Mantendo o comprimento fixo, variar a massa (usar 3 diferentes massas);
Comprimento = _____ (cm)

	m1:_____ (g)		m2:_____ (g)		m3:_____ (g)	
N	t_1(s)	Δt_1 (s)	t_2(s)	Δt_2(s)	t_3(s)	Δt_3 (s)
1						
2						
3						
4						
5						
Soma						
Média						
D.P.						

***t= tempo para 10 oscilações; Δt = desvio absoluto na medida; m = massa em grama;* D.P. é o desvio-padrão.**

2.2 – Mantendo a massa fixa, variar o comprimento (L) (usar 3 diferentes comprimentos);
Massa: _____(g)

	L_1:_____(cm)	L_2:_____(cm)	L_3:_____(cm)
N	t_1(s)	t_2(s)	t_3(s)
1			
2			
3			
4			
5			
Soma			
Média			
D.P.			

2.3 - Encontre o período e a frequência de oscilação do pêndulo, para as medidas nos itens 2.1 e 2.2. Discuta os resultados;
2.4 - Quais foram os desvios-padrões em cada caso? Interprete esses resultados.
2.5 - O período de oscilação mudou com a mudança da massa? Discuta os resultados e compare com os resultados esperados a partir da equação do período de oscilação do pêndulo simples.

2.6 - O período de oscilação mudou com a mudança do comprimento? Discuta os resultados e compare com os resultados esperados a partir da equação do período de oscilação do pêndulo simples.

Experimento 2: **Medida do tempo de oscilação de um sistema massa-mola.**

Medir o tempo gasto para o sistema massa-mola realizar 10 oscilações. Repetir cada medida (10 oscilações) 5 vezes e determinar o valor médio e o desvio padrão.

2.7 – Mantendo uma determinada mola de constante elástica K_1 e varie a massa (usar 3 diferentes massas).

	m1:_____ (g)		m2:_____ (g)		m3:_____ (g)	
N	t_1(s)	Δt_1 (s)	t_2(s)	Δt_2(s)	t_3(s)	Δt_3 (s)
1						
2						
3						
4						
5						
Soma						
Média						
D.P.						

t= tempo para 10 oscilações; Δt = desvio absoluto na medida; m = massa em grama.

2.8 – Mantendo a massa fixa, variar a mola (usar 2 molas com constantes elásticas K diferentes);
Massa: _____(g)

	K_1:_____(N/m)	K_2:_____(N/m)
N	t_1(s)	t_2(s)
1		
2		
3		
4		
5		
Soma		
Média		
D.P.		

2.9 - Encontre o período e a frequência de oscilação do sistema massa-mola, para as medidas nos itens 2.7 e 2.8. Discuta os resultados;
2.10 - Quais foram os desvios-padrões em cada caso? Interprete esses resultados.
2.11 - O período de oscilação mudou com a mudança da massa? Discuta os resultados e compare com os resultados esperados a partir da equação do período de oscilação do sistema massa-mola.
2.12 - O período de oscilação mudou com a mudança da constante elástica da mola? Discuta os resultados e compare com os resultados esperados a partir da equação do período de oscilação do sistema massa-mola.

Atenção: Apresentar os resultados levando em consideração o número correto de algarismos significativos nas medidas conforme descrito nas notas de aula.