Universidade Federal do Pará
Centro de Ciências Exatas e Naturais
Departamento de Física
Laboratório Básico I

Experiência 02

CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS E PÊNDULO SIMPLES

1. OBJETIVOS

Ao término das atividades o aluno deverá ser capaz de

a) Construir gráficos em papel milimetrado
b) Construir gráficos em papel monolog
c) Construir gráficos em papel dilog (log-log)
d) Manusear corretamente um cronômetro
e) Descrever o que ocorre quando o pêndulo é deslocado de sua posição de equilíbrio e então solto.
f) Medir o tempo médio de uma oscilação completa período.
g) Medir o período de oscilação do pêndulo para diferentes deslocamento da posição de equilíbrio.
h) Construir o gráfico *período* x *deslocamento.*
i) Medir o período de oscilação do pêndulo com diferentes massas.
j) Medir o período de oscilação do pêndulo com diferentes comprimentos.
k) Construir o gráfico *período* x *comprimento do pêndulo.*
l) Interpretar os gráficos e tabelas obtidos.
m)Verificar fatores que influenciam no período do pêndulo.
n) Determinar o valor da aceleração da gravidade local.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Os resultados experimentais são normalmente apresentados sob forma de tabelas. Usando essas tabelas, construímos gráficos de uma função $y = f(x)$. Podemos construir esses gráficos em três tipos de papeis diferentes : *milimetrado, monolog e dilog.*

Para representarmos graficamente $y = f(x)$ em papel milimetrado teremos que

1. Determinar o tamanho disponível de papel para os eixos x e y.

2. Calcular os módulos das escalas para x e y , usando a relação

$$\lambda = \frac{d_{\max}}{M_{\max} - M_0}$$

onde

$$\lambda_x = \frac{d_x}{M_x - M_{x_0}} \qquad \text{e} \qquad \lambda_y = \frac{d_y}{M_y - M_{y_0}}$$

de modo que :

$d_{\max}$ = Comprimento disponível do papel
$M_{\max}$ = Maior valor das medidas
M_0 = Menor valor das medidas

OBS. A aproximação de λ, quando necessária, deverá ser feita para um valor menor, para que o máximo de M não seja maior que o comprimento da escala reservada.

3. Determinar as equações das escalas métricas (para cada eixo) , segundo a relação

$$d_i = \lambda_i\left(M_i - M_0\right)$$

então

$$\begin{array}{ll}
d_{x_1} = \lambda_x\left(M_{x_1} - M_{x_0}\right) & d_{y_1} = \lambda_y\left(M_{y_1} - M_{y_0}\right) \\
d_{x_2} = \lambda_x\left(M_{x_2} - M_{x_0}\right) & d_{y_2} = \lambda_y\left(M_{y_2} - M_{y_0}\right) \\
------------ & ----------- \\
------------ & ----------- \\
d_{x_n} = \lambda_x\left(M_{x_n} - M_{x_0}\right) & d_{y_n} = \lambda_y\left(M_{y_n} - M_{y_0}\right)
\end{array}$$

4. Elaborar uma nova tabela, a partir das equações métricas, que deve conter os valores d_x e d_y, correspondentes a cada valor da grandeza contida na tabela original.

x	d_x	y	d_y
x_1	d_{x_1}	y_1	d_{y_1}
x_2	d_{x_2}	y_2	d_{y_2}
x_n	d_{x_n}	y_n	d_{y_n}

5. Marcar sobre o papel os pontos $P_1(x_1, y_1)$; $P(x_2, y_2)....P(x_n, y_n)$, de acordo com os valores das equações métricas e traçar uma curva contínua pelo maior número de pontos possível, em caso particular esta curva pode se reduzir a uma reta.

Tipos de Curvas

$$\begin{array}{rcll}
y & = & ax+b & \text{Reta} \\
y & = & ax^2 & \text{Quadrática (parabólica)} \\
x.y & = & a & \text{Inversa} \\
y & = & ae^{-bx} & \text{Exponencial}
\end{array}$$

No papel monolog, temos uma parte milimetrada e outra parte logarítmica. Para a parte milimetrada se procede da forma anterior e para a parte logarítmica é obedecida a escala 10^n.

No papel dilog, usa-se a escala logarítmica 10^n para ambos os eixos.

Para achar as equações devemos observar o seguinte: Se o gráfico num determinado papel, não der uma reta , abandona-se esse gráfico e o traçamos em outro papel onde dê uma reta. Se o gráfico for uma reta, então de acordo com o tipo de papel teremos:

No papel milimetrado a equação é do tipo : $y = ax + b$, onde b é o ponto onde a reta intercepta o eixo dos y e é o coeficiente linear da reta ; a é o coeficiente angular da reta e é calculado através da expressão

$$a = \frac{y - y_0}{x - x_0}$$

No papel monolog a equação é do tipo $\log y = ax + b$, onde b está no eixo dos y e é na verdade $\log b$, portanto

$$\log y = ax + \log b$$

$$\log y - \log b = ax$$

$$\log \frac{y}{b} = ax$$

$$\frac{y}{b} = 10^{ax}$$

$$y = b10^{ax}$$

logo

$$a = \frac{\log y_2 - \log y_1}{x_2 - x_1}$$

No papel dilog a equação é do tipo

$$\log y = \log b + a \log x$$

$$\log y = \log b + \log x^a$$

$$\log y = \log (bx^a)$$

$$y = bx^a$$

onde

$$a = \frac{\log y_2 - \log y_1}{\log\ x_2 - \log x_1}$$

Exercício

A tabela abaixo é uma tabela ideal, elaborada para você exercitar

x	y
1,0	0,5
2,0	2,0
3,0	4,5
4,0	8,0
5,0	12,5

1. Utilizando a tabela acima, faça o gráfico no papel milimetrado.
2. Repita a atividade 1, para os papeis monolog e dilog.
3. Ache a equação $y = f(x)$ utilizando o gráfico que está no papel adequado. Que tipo ou função você achou.

PÊNDULO SIMPLES

É uma massa pontual que oscila suspensa pôr um fio de comprimento L e massa desprezível, capaz de descrever um movimento periódico , quando afastado de sua posição de equilíbrio e largado sob a ação da gravidade. Se o ângulo formado entre a vertical e o fio for pequeno, ou seja, os deslocamentos forem pequenos (pequenas amplitudes), a força restauradora que atua na massa puntiforme será proporcional ao deslocamento e terá sentido oposto à ele, o que constitui a característica fundamental do *Movimento Harmônico Simples.* Nestas condições o período (T) é independente da amplitude do movimento, da massa e do material da massa puntiforme que constitui o pêndulo. Então:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

onde L é o comprimento do pêndulo e g a aceleração da gravidade.

Na experiência: $T = y$ e $L = x$, como

$$T = \frac{2\pi}{g^{1/2}}L^{1/2}$$

teremos

$$y = bx^a$$

onde

$$b = \frac{2\pi}{g^{1/2}} \qquad \text{e} \qquad a = \frac{1}{2}$$

3. MATERIAL NECESSÁRIO

- Tripé universal
- Massas
- Cronômetro
- Pêndulo
- Papel milimetrado,
- Papel monolog
- Papel dilog

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

1. Regule o comprimento do pêndulo para 1,0 metro, desloque o pêndulo da posição de equilíbrio para uma amplitude de 10 cm e abandone-o. Observe e descreva o que ocorre. Usando um cronômetro, meça o tempo que o pêndulo leva para uma oscilação completa. Repita 6 vezes esta medida.

2. Você encontrou 6 vezes o mesmo valor?

3. Meça o tempo que o pêndulo leva para oscilar 20 vezes e determine o tempo médio de uma oscilação completa, chamada período e representada pôr T. Por que é recomendado fazer-se este tipo de medida?

4. Determine a freqüência de oscilação deste pêndulo (número de oscilações completas realizadas em 1 segundo pelo móvel e representada pôr f).

5. Desloque o pêndulo 5, 10, 15, 20 e 25 cm da posição de equilíbrio, solte-o e, para cada caso, anote o tempo gasto em 5 oscilações completas. Preencha a tabela abaixo com os dados obtidos.

Deslocamento (cm)	Tempo de 5 oscilações (seg)	Período (seg)	Freqüência (Hz)

6. A partir dos valores tabelados, construa o gráfico do *período* x *deslocamento* deste pêndulo.

7. Construa o gráfico da *freqüência* x *deslocamento* deste pêndulo e tire conclusões.

8. O que você supõe que ocorra com o período e a freqüência deste pêndulo, caso a massa oscilante seja aumentada?

Com o prumo de massa maior, desloque o pêndulo e meça o tempo de 5 oscilações completas. Troque o prumo pelo de menor massa e refaça as medidas, anotando os dados obtidos na tabela abaixo.

	Massa do Pêndulo	Tempo de 5 oscilações	Período	Freqüência
1				
2				

Utilizando os dados da tabela, o que você conclui a respeito do período e da freqüência de um pêndulo (com comprimento fixo) quando variamos a massa oscilante?

Como estão relacionados a freqüência e o período de um pêndulo?

9. O que ocorre com o período de um pêndulo quando variamos o seu comprimento? Para responder a esta pergunta você irá variar o comprimento do pêndulo medindo o período para cada

caso e preencher a tabela abaixo

	Comprimento do Pêndulo	Tempo de 10 oscilações	Período	Frequência
1				
2				
3				
4				
5				

10. Faça o gráfico do período X comprimento do pêndulo. O período depende do comprimento do pêndulo? O que ocorre com o período quando diminuímos o comprimento do pêndulo?

11. Sabendo que $T = \frac{1}{f}$, o que você espera que aconteça com a freqüência, ao aumentarmos o comprimento do pêndulo?

12. Forneça a expressão matemática que permite o cálculo do período de um pêndulo simples em função do seu comprimento e da aceleração gravitacional. Identifique cada termo da mesma.

13. Utilizando a expressão da atividade 11 e os dados da tabela, calcule a medida da aceleração da gravidade local.

14. Faça o gráfico de T x L utilizando os papéis mono-log e di-log

15. Em qual dos gráficos obtidos você poderá ,calculando os coeficiente linear e angular, chegar na expressão da atividade 11. Justifique.

16. Calcule os coeficientes linear e angular do gráfico da atividade 15 e demonstre a expressão

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

5. BIBLIOGRAFIA

1. RESNICK, R. , HALIDAY, D. , *Fundamentos da Física*, Volumes I e II, 6^{a}Edição, Livros Técnicos Científicos, 1996
2. SERWAY, R. A., *Física*, Volumes I e II, , 3^{a}Edição, Livros Técnicos e Científicos, 1992.
3. RAMOS, Luis Antônio Macedo, *Física Experimental*, Porto Alegre, Mercado Aberto, 1984.
4. DANO, Higino S., *Física Experimental I e II*, Caxias do Sul, Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1985.
5. SILVA, Wilton Pereira, CLEIDE M. D. , *Tratamento de Dados Experimentais*, 2^{a}Edição, João Pessoa, Editora Universitária, 1998.
6. VUOLO, Jose Henrique, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2^{a}Edição, Editora Edgar BLUCHER
5. CRUZ, Carlos H. B., FRAGNATO H. L., *Guia para Física Experimental*, Instituto de Física Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 1997
7. GOLDEMBERG, JOSÉ, *Física Geral e Experimental*, Volume I.