

Roteiro para aula experimental

2. Pêndulo simples e pêndulo físico

Resumo

Nesta aula prática vamos determinar a aceleração gravitacional local utilizando um pêndulo simples e um pêndulo físico. Vamos também estimar o valor do momento de inércia de uma barra cilíndrica oscilando em uma das suas extremidades.

I. Introdução

Aplicando as Leis de Newton na Figura 1 temos:

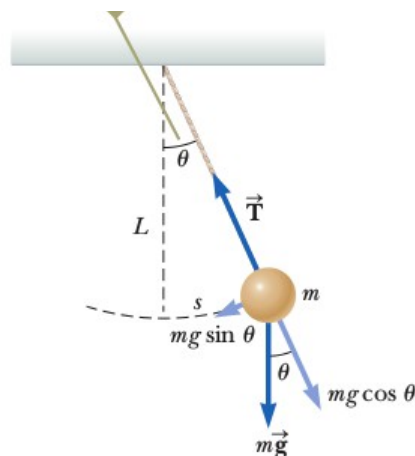


Figura 1: Diagrama de forças de um pêndulo simples (Jewett & Serway 2014)

Como vimos nas aulas teóricas, o valor da frequência do período do pêndulo, em segundos, é

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}, \quad (1)$$

onde L é o comprimento do fio, em metros e g a aceleração da gravidade em m/s^2 .

A dedução da equação do período do pêndulo é possível obter se considerarmos que $\sin\theta \approx \theta$, para ângulos pequenos. A tabela 1 mostra a comparação entre θ e $\sin\theta$ para diferentes ângulos e respectivos erros percentuais.



θ (°)	$\sin \theta$	θ (rad)	$(\sin(\theta)-\theta)/\theta$ (%)
1	0.0174532925	0.0174524064	0.01
2	0.034906585	0.0348994967	0.02
5	0.0872664626	0.0871557427	0.13
10	0.1745329252	0.1736481777	0.51
15	0.2617993878	0.2588190451	1.14
20	0.3490658504	0.3420201433	2.02
30	0.5235987756	0.5	4.51

Tabela 1: Comparação entre os valores de θ e $\sin \theta$ e respectivo erro percentual

II. Parte experimental

Atenção: não se esqueça de apresentar todos os dados que medir e calcular em Tabelas. Não se esqueça de calcular os erros para todas as medidas! Responda a todas as questões no relatório.

3. Procedimento

- Escolha um comprimento do fio e experimente com diferentes ângulos e massas. Escolha um ângulo que satisfaça a aproximação de ângulos pequenos, com um erro relativo inferior a 1%. Registre o ângulo escolhido e use-o até ao final do experimento.
- Meça o tempo de 10 oscilações para 3 massas diferentes. Qual o período de oscilação? É sugerido o uso de mais de dois cronometristas. Porquê?
- Após escolher um valor fixo para a massa, meça novamente o tempo de 10 oscilações para determinar o período T.
- Repita c) para mais 09 valores diferentes de comprimento de fio. Tente fazer medições bem distribuídas entre o valor máximo e mínimo possíveis para L.
- Repita c) para ângulos maiores que 15 graus, com L fixo. Que valor de T obteve para 20 e 30 graus? Compare com o valor de 15 graus.
- Com os dados obtidos, construa uma tabela com os valores de L, T e respectivas incertezas estatísticas. Faça também um coluna com os valores de T^2 e respectiva incerteza. Não se esqueça de propagar o erro para T^2 !
- Linearize a equação (1) de forma a que consiga obter o valor de g pelo método dos mínimos quadrados, usando os valores experimentais. Faça o gráfico linearizado da relação T vs L, usando os valores de a e b da reta obtida com a calculadora.
- Apresente os dois valores de g com a respectiva incerteza. Compare os valores obtidos com a fórmula de Timoner et al. (1973) para a determinação da gravidade local que vimos no experimento anterior, ou seja:
$$g = 978,04 + 5,17 \sin^2 \theta - 9,2 \cdot 10^6 h$$
, onde g é dado em cm/s^2 e h é dado em cm. O valor de θ (latitude) e h (altura) é de -25,5046389 graus e 205 m

respectivamente. O valor é preciso e exato? Discuta as possíveis discrepâncias.

- i) Repita o experimento usando, desta vez, uma barra cilíndrica (ver Figura 2), e sabendo que o período do pêndulo físico é

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}, \quad (2)$$

onde I é o momento de inércia da barra oscilando em uma das suas extremidades, m é a massa da barra, g a aceleração da gravidade e d a distância entre o eixo onde a barra oscila e o centro de massa da barra.

- j) Calcule o momento de Inércia da barra cilíndrica, usando propagação de erros e compare-a com o valor esperado de I para uma barra oscilando, que escrevemos como

$$I = \frac{1}{3} mL^2, \quad (3)$$

onde m é a massa da barra e L o comprimento da barra. O valor é preciso e exato? Discuta. Qual seria uma outra forma de obter o momento de inércia?

- k) Finalmente, calcule o valor de g e apresente-o com a sua respectiva incerteza. Calcule a precisão e a exatidão e discuta os resultados.

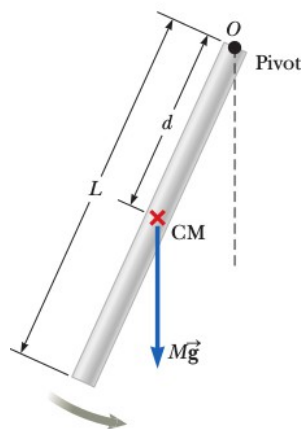


Figura 2: Barra rígida oscilando em torno de um eixo localizado em uma das suas extremidades

4. Referências

JEWETT, J. W., SERWAY, R. A., Física para Cientistas e Engenheiros. 8. ed., Cengage Learning, 2011.

TIMONER, A.; MAJORANA, F. S.; HAZOFF, W. Manual de Laboratório de Física: Mecânica, Calor e Acústica. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1973.

PIACENTINI, J. J.; GRANDI, B. C. S.; HOTMANN, M. P.; LIMA, F. R. R.; ZIMMERMANN, E. Introdução ao Laboratório de Física. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2013.