

Roteiro para o relatório I: Pêndulo simples

M. F. A. de Resende Instituto de Física - USP

Data limite para a entrega: 22 de março

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo básico sobre o comportamento dois pêndulos simples, através de algumas medições experimentais e confronto de alguns dos resultados obtidos.

1 Informações gerais

Conforme consta na apostila, o primeiro relatório deve conter obrigatoriamente

- (i) os resultados experimentais coletados,
- (ii) todos os cálculos que puderam ser realizados com essas medidas, e
- (iii) uma pequena análise de todos esses dados.

Em relação aos dados referentes aos diversos períodos obtidos para os pêndulos, é recomendável que eles constem em tabelas, enumeradas e legendadas, de modo que fique bem claro ao leitor a que todos esses dados se referem.

Atenção I: devemos lembrar que, cada um dos dados que serão apresentados no relatório, dizem respeito à medições feitas experimentalmente; ou seja, esses dados devem ser acompanhados das suas respectivas incertezas. No caso de um período, por exemplo, teremos

$$T = \bar{T} \pm \sigma_T \quad ,$$

sendo σ_T a incerteza total associada à medição do período sob consideração.

Além disso, cabe lembrar que esses mesmos dados devem ser expressos com a sua unidade de medida. Portanto não se esqueçam delas!

Lembrete I: De acordo com o apresentado nas duas aulas associadas ao experimento, a incerteza total σ_T associada ao período de um pêndulo simples pode ser dada pela distância

$$\sigma_T = \sqrt{(\sigma_I)^2 + (\sigma_E)^2 + (\sigma_R)^2 + (\sigma_A)^2 + (\sigma_V)^2} \quad , \quad (1)$$

onde

- σ_I é a incerteza instrumental do cronômetro utilizado,
- σ_R , σ_A e σ_V são os respectivos tempos de reação motora, visual e auditiva de um único experimentador, e
- σ_E é a incerteza estatística do conjunto de dados coletados, expressa por

$$\sigma_E = \frac{\sigma_{N-1}}{\sqrt{N}} \quad ,$$

sendo N a quantidade de dados envolvidos, e σ_{N-1} o desvio padrão amostral do conjunto de dados; no caso,

$$\sigma_{N-1} = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (T_j - \bar{T}) \quad , \quad \text{com} \quad \bar{T} = \sum_{j=1}^N \frac{T_j}{N} \quad . \quad (2)$$

2 Sobre a análise de dados

Como o experimento foi realizado em duas aulas, com pelo menos dois pêndulos distintos, a análise de dados deverá seguir duas linhas.

2.1 Primeira parte

Haja vista que foram feitas estimativas para os períodos T_1 e T_5 do pêndulo maior, no relatório deve ser apresentado

- o resultado $T_1 = (\bar{T}_1 \pm \sigma_{T1})$ medido diretamente,
- o resultado $T'_1 = (\bar{T}'_1 \pm \sigma'_{T1})$ medido indiretamente, através de $T_5 = (\bar{T}_5 \pm \sigma_{T5})$, e
- uma estimativa para o comprimento L do fio do mesmo pêndulo,

com σ_{T1} e σ_{T5} dados pela igualdade (1).

Lembrete II: Neste ponto devemos lembrar que, como $T_5 = 5T_1$, temos

$$\bar{T}'_1 = \frac{T_5}{5} \quad , \quad \sigma'_{T1} = \frac{\sigma_{T5}}{5} \quad .$$

Lembrete III: Para pequenas oscilações, é possível demonstrar que os períodos T_n de um pêndulo simples são dados por

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

onde L é o comprimento do fio, g é aceleração da gravidade, e n é um número natural.

Questões:

1. Os resultados $T_1 = (\bar{T}_1 \pm \sigma_{T_1})$ e $T'_1 = (\bar{T}'_1 \pm \sigma'_{T_1})$ podem ser considerados compatíveis?
2. Qual a diferença mais marcante que existe entre T_1 e T'_1 ?

Recomendação I: Na resolução dos itens (a) e (b), é interessante fazer uma comparação, como exercício e se possível, entre os resultados para os desvios padrões amostrais obtidos de (2), com aqueles que podem ser estimados através da construção de histogramas.

2.2 Segunda parte

Frente às estimativas dos períodos T_5 para o pêndulo menor, assim como dos seus comprimentos $L = (\bar{L} \pm \sigma_L)$, no relatório deve ser apresentado

- (a) o resultado $T'_1 = (\bar{T}'_1 \pm \sigma'_{T_1})$ medido indiretamente, através de $T_5 = (\bar{T}_5 \pm \sigma_{T_5})$, e
- (c) uma estimativa para a aceleração da gravidade g .

sendo σ_{T_1} e σ_{T_5} dados mais uma vez pela igualdade (1).

Algo que também deve constar é um confronto dessa estimativa de g com a feita pelo IAG-USP, dada por $g_{IAG} = (9,7864 \pm 0,0003) m/s^2$.

Recomendação II: Faça esse confronto o maior número possível de vezes. Para isso, utilize os dados de T_5 e L dos outros grupos.

Pontuação bônus: Embora não seja obrigatório apresentar as estimativas de L e g com as suas respectivas incertezas, aqueles que apresentarem esses resultados de modo completo serão agraciados com 1 (um) ponto extra na nota do relatório, desde que sejam apresentadas considerações razoáveis, e bem descritas, sobre a obtenção dessas mesmas estimativas.