

DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE COM OS PÊNDULOS SIMPLES E FÍSICO: ANÁLISE ESTATÍSTICA



Agrupamento de Escolas
Dr. Júlio Martins

A. A. Soares^{1,2,3}, M.D. Naia¹, J. J. Teixeira^{3,4}

¹ Dep. de Física-ECT/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

² Ciener-LAETA/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³ LabDCT/CIDTFF, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

⁴ Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, 5400-017 Chaves, Portugal
asoares@utad.pt; duarte@utad.pt; jjsteixeira@gmail.com



Resumo

Neste trabalho apresentamos um estudo da determinação da aceleração da gravidade com recurso a um pêndulo físico e a um pêndulo simples a partir de uma análise estatística. Os ensaios foram realizados por diferentes alunos. Foram realizados mais de 100 ensaios para cada um dos pêndulos. Os ensaios consistiram nas medições dos tempos de 60 oscilações para o pêndulo simples e 30 oscilações para o pêndulo físico.

Introdução

Neste trabalho apresentamos um estudo preliminar sobre o uso dos pêndulos simples e físico (constituído por uma barra calibrada homogénea) na determinação da aceleração da gravidade, figura 1. O foco do estudo centra-se na análise estatística do período dos pêndulos de modo a avaliar qual dos pêndulos permite uma determinação mais precisa da aceleração da gravidade. É do conhecimento geral que a dificuldade em determinar a aceleração da gravidade com precisão, está relacionada com a impossibilidade de eliminar ou reduzir as aproximações utilizadas neste tipo de experiências, tais como; medir com precisão o comprimentos dos pêndulos, garantir oscilações no plano com ângulos muito pequenos, eliminar incertezas associadas à fixação dos pêndulos nos suportes, eliminar os efeitos das correntes de ar, etc.

Neste estudo usamos um conjunto de $N = 110$ medições, dos períodos dos pêndulos simples e físico, realizadas por diferentes alunos do 1º ano de cursos de engenharias para determinarmos a aceleração gravítica com cada um dos pêndulos. A análise estatística foi usada na determinação dos períodos dos pêndulos e consistiu na determinação do valor médio dos períodos e das respetivas incertezas (σ/\sqrt{N}) [1].



Figura 1. Fotos dos pêndulos simples e físico

Medições

Cada aluno fez três medições para cada um dos pêndulos de um nº total de medições $N = 110$. O pêndulo simples é um fio de prumo constituído por um fio inextensível de comprimento $L_s = (290,7 \pm 0,5)$ cm quando sujeito à tensão provocada pela massa m suspensa (376 g e $7,2 \pm 0,1$ cm). O pêndulo físico é uma barra calibrada de aço inox de espessura 1 mm e de comprimento $L = 1$ m com furos igualmente espaçados com uma precisão inferior a $0,5$ mm. O eixo de rotação passa pelo 1º furo e a sua distância (b) ao centro de massa da barra é de $(48,50 \pm 0,05)$ cm. A barra tem massa $M = 211$ g. As oscilações dos pêndulos têm amplitudes inferiores a $3,5^\circ$.

Os períodos dos pêndulos são dados pelas aproximações

$$T = 2\pi\sqrt{L_s/g} \quad T = 2\pi\sqrt{(L^2/12 + b^2)/gb}$$

Incetezas nas medições dos comprimentos: para o pêndulo simples (L_s) foi estimada a partir de algumas medições realizadas e para o pêndulo físico (L e b) usaram-se as incertezas da fornecidas pelo fabricante.

Resultados

- Para o pêndulo simples mediu-se o tempo de 30 oscilações com um cronometro digital e obteve-se o $T = (3,4212 \pm 0,0005)$ s;

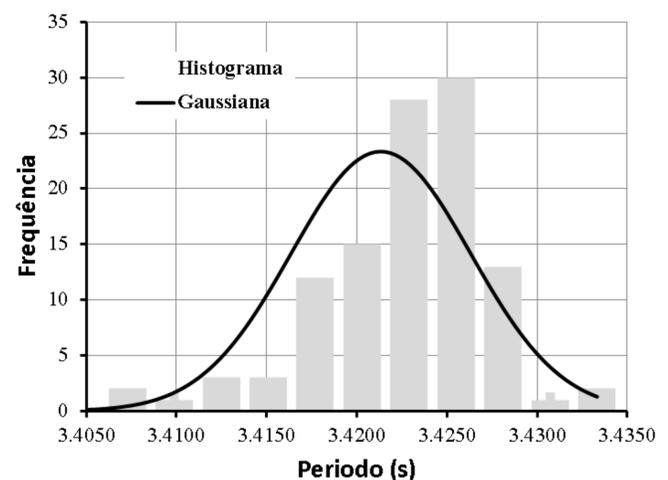


Figura 2 Distribuição das 110 medições do período do pêndulo simples e a gaussiana com o valor médio e desvio padrão obtidos da amostra.

- Para o pêndulo físico mediu-se o tempo de 60 oscilações com um cronometro digital e obteve-se o $T = (1,6390 \pm 0,0002)$ s;

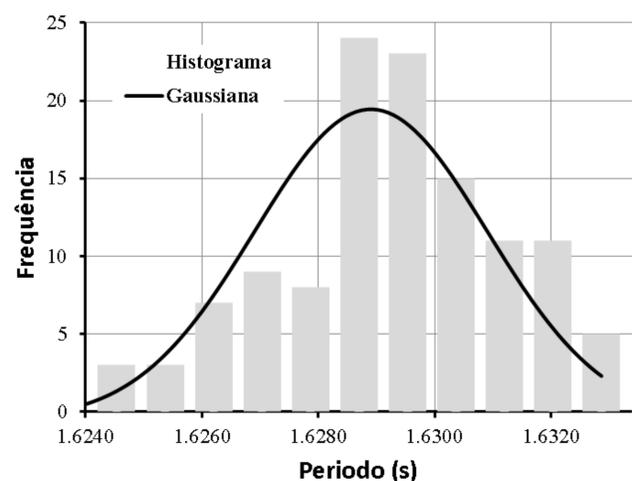


Figura 2 Distribuição das 110 medições do período do pêndulo físico e a gaussiana com o valor médio e desvio padrão obtidos da amostra.

Conclusão

- O pêndulo físico permite a obtenção de períodos com melhor precisão do que o pêndulo simples. A montagem, em geral, também é mais estável e simples na medida em que é possível encontrar no mercado barras calibradas baratas com precisões menores do que $0,5$ mm. Contudo, se para avaliação das incertezas associadas à aceleração da gravidade usáramos a fórmula de propagação dos erros é necessário que os comprimentos do pêndulo físico tenham uma precisão superior à do pêndulo simples de quase uma ordem grandeza para obtermos precisões de g similares.
- Para as amostras das medições realizadas com cada um dos pêndulos obtemos os seguintes valores para a aceleração da gravidade $g = (9,805 \pm 0,020)$ m/s² (pêndulo simples) e $g = (9,773 \pm 0,013)$ m/s² (pêndulo físico).