

Trabalho 1: Medidas diretas e indiretas

Introdução à Física Experimental - 2021/22

Cursos: Lic. Física e M. I. Eng. Física

Departamento de Física - Universidade do Minho

Objectivo deste trabalho laboratorial:

- manusear instrumentos de medida simples
- estimar a incerteza de medidas diretas e indiretas
- estimar o erro estatístico de uma amostra
- medir a frequência do batimento cardíaco nos casos em que um indivíduo está de pé ou deitado; avaliar se as diferenças são significativas
- determinar experimentalmente o valor de π

Material necessário

- Régua ou fita-métrica
- craveira (paquímetro)
- cronómetro

I. Medição de grandezas elementares

Certas grandezas físicas podem ser medidas diretamente como resultado de uma leitura num instrumento (por exemplo, a medida de um comprimento com uma régua, a de uma massa com uma balança, a de um intervalo de tempo com um cronómetro ou a da intensidade de uma corrente elétrica com um amperímetro); neste caso fala-se em medidas diretas.

Neste trabalho irá proceder à medição de diversas grandezas. Os resultados das medições propostas devem ser baseados em diversas medições, afectados do erro e expressos em unidades do Sistema Internacional (SI). Assim, o resultado final é dado por

$$([\text{valor da grandeza}] \pm [\text{incerteza}]) [\text{unidade}]$$

e deve ser apresentado apenas com os algarismos que forem significativos.

A estimativa da incerteza é feita com base na análise dos diversos tipos de erros envolvidos e eventual tratamento estatístico. Os erros sistemáticos, como o erro de zero, devem ser avaliados sempre que possível e, nesse caso, o valor da medida deve ser corrigido.

II. Medições da frequência do batimento cardíaco

O aspeto essencial da ciência é que as hipóteses, teorias ou modelos têm que ser comparados com os resultados de experiências controladas ou observações de fenómenos naturais. A hipótese, modelo ou teoria só pode ser aceite se existir acordo entre a previsão e os resultados experimentais. Nesta parte do trabalho fazem-se medições para testar a seguinte hipótese: a frequência do batimento cardíaco de um mesmo indivíduo é tanto maior

quanto maior for o desnível entre os seus pés e a sua cabeça. Uma experiência simples que se pode conceber para testar esta hipótese é realizar medições do batimento cardíaco na posição vertical (de pé) e horizontal (deitado). Assim, propõe-se a medição do número de batimentos do coração por minuto (medindo a pulsação, por exemplo encostando o polegar de uma mão no pulso da outra) quando o corpo é colocado em cada uma das duas posições. Para o mesmo indivíduo devem efetuar-se diversas medições (de modo a poder determinar a incerteza estatística, sugere-se realizar no mínimo 10 medições) quando este se encontra de pé ou deitado. Depois deve-se fazer a diferença da frequência de batimento cardíaco nas duas posições e determinar, com base na incerteza, se esta diferença é significativa.

II. Medidas indiretas. Determinação experimental do valor de π .

Há grandezas que não podem ser medidas diretamente, sendo necessário aplicar uma relação matemática para as determinar a partir de grandezas diretamente mensuráveis. Exemplos de medidas indiretas são, a medida da velocidade média (v) de um corpo (que pode ser obtida através da medida da distância percorrida Δx e do intervalo de tempo Δt ; sendo $v = \Delta x / \Delta t$), ou a medição de áreas e volumes (que podem ser medidas indiretamente a partir de medidas directas de comprimentos).

Nesta parte do trabalho irá determinar o valor do número π a partir de medidas directas de comprimentos. Escolha um ou mais objectos de secção circular, como é o caso de cilindros ou discos (por exemplo moedas) e faça medições do seu diâmetro (D) e perímetro (p). O valor de π é determinado usando a relação de definição desta constante: $\pi = p / D$. O resultado da medição deve vir afectado pela respetiva incerteza (determinada usando a propagação de erros).

Referências

[1] *Measurements and their Uncertainties: A practical guide to modern error analysis*, I. Hughes, T. Hase, Oxford University Press (2010)