

Trabalho 1: Medidas diretas e indiretas. Medições da frequência do batimento cardíaco

Introdução à Física Experimental - 2018/19

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

Departamento de Física - Universidade do Minho

Leituras

A realização deste trabalho deve ser precedida pelas seguintes leituras:

- Ref. [1], páginas 85-94, 96-99, 109-112, 107-109 (propagação de erros)
- Ref. [2], cap. 1, secções 3.11, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4

Objectivo deste trabalho laboratorial:

- medir massas, comprimentos e intervalos de tempo
- manusear instrumentos de medida simples
- estimar a incerteza de medidas 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

Material necessário

- Régua ou fita-métrica
- craveira
- cronómetro

I. Medição de grandezas elementares

Esta parte do trabalho será guiada pelo professor, que proporá a 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

$$[\text{valor da grandeza}] \pm [\text{erro}] [\text{unidade}]$$

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

A estimativa dos erros é feita com base na análise dos diversos tipos de erros envolvidos e tomando-se o que for maior de entre o erro de leitura ou 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. Medidas indiretas. Medição de áreas e volumes.

Certas grandezas físicas podem ser medidas directamente 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 eléctrica com um amperímetro); neste caso fala-se em medidas diretas. Outras grandezas não podem ser

medidas directamente, sendo necessário aplicar uma relação matemática para a determinar a partir de grandezas directamente mensuráveis. Por exemplo, a medida da velocidade média (v) de um corpo pode ser obtida através da medida da distância percorrida Δx e o intervalo de tempo Δt , sendo $v = \Delta x / \Delta t$.

Áreas e volumes podem também ser medidas indirectamente a partir de medidas directas de comprimentos. Nesta parte do trabalho irá realizar medidas de áreas ou volumes, sugeridas pelo professor. Os resultados das medições propostas devem vir afectados pelas respectivas incertezas (determinadas usando a propagação de erros).

III. 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 a 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. A experiência mais 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, ou em meio 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 o erro estatístico) 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.

Referências

- [1] *Física Experimental - Uma introdução*, M. C. Abreu, L. Matias, L. F. Peralta, Presença (1994)
- [2] *An introduction to Error Analysis* (Second Edition), John R. Taylor, University Science Books (1997)