



Técnicas Laboratoriais de Física



Engenharia Biomédica / Física

2008/2009

Liliana Ferreira - Dep. Física, FCTUC
2º Andar (Piso E), Gabinete E.17
lpferreira@fis.uc.pt

José Prata Pina - Dep. Física, FCTUC
3º Andar (Piso F), Gabinete F.25
zepina@fis.uc.pt

1

Programa e Bibliografia



- Noções básicas sobre incertezas em medidas
- Propagação de erros
- Análise estatística de incertezas aleatórias
- Distribuição Normal
- Médias Pesadas
- Ajuste dos Mínimos Quadrados
- Covariância e Correlação
- Distribuição Binomial
- Distribuição de Poisson
- Teste do Qui-quadrado

- Philip R. Bevington & Keith Robinson, *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences* (3rd ed.), McGraw-Hill, New York, 2003.

- John R. Taylor, *An Introduction to Error Analysis* (2nd ed.), University Science Books, California, 1997.

2



Outros elementos de estudo facultados

- Fotocópias de slides utilizados nas aulas teóricas
- Guião dos trabalhos laboratoriais
- Folhas com exercícios de aplicação da matéria leccionada

Funcionamento da Disciplina

- Aulas teóricas (1h/semana) – AD.2
- Aulas laboratoriais e teórico-práticas (3h/semana na sala D.17, 1º Andar)
 - . realização de trabalhos práticos
 - . resolução de exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos.

3



Funcionamento da Disciplina (cont.)

Para as aulas laboratoriais e teórico-práticas:

- divisão dos alunos de cada turma em grupos de 2 alunos;
- os **guiões dos trabalhos laboratoriais**, bem como as **folhas de exercícios** de aplicação, estarão à disposição dos alunos na página da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Física.
- **cada aluno** deve possuir um caderno (**logbook**) onde regista toda a informação das experiências realizadas:
 - . montagem experimental utilizada
 - . características dos aparelhos (escalas de leitura, imprecisão de leitura, etc)
 - . registo dos dados
 - . análise dos dados
 - . conclusões, comentários, etc.

4



Funcionamento da Disciplina (cont.)

Para as aulas laboratoriais e teórico-práticas (cont.):

- Os alunos deverão ainda fazer-se acompanhar de outro material necessário à recolha de dados e à análise dos resultados, tais como: **lápiz, borracha, esferográfica, régua, papel milimétrico, máquina de calcular, etc.**
- Quando tiver realizado todos os trabalhos laboratoriais, cada grupo escolherá dois dos trabalhos realizados e elaborará dois relatórios escritos (1 relatório por trabalho e por grupo).

5



Funcionamento da Disciplina (cont.)

Listagem dos trabalhos práticos:

- TP1 – Medidas de coeficientes de atrito.
- TP2 - Determinação da Aceleração da Gravidade – Experiência 1 (Pêndulo simples).
- TP3 - Estudo do Choque Elástico e Inelástico.
- TP4 - Determinação da constante elástica de uma mola.
- TP5 - Determinação da Aceleração da Gravidade – Experiência 2 (Sistema Pasco).
- TP6 - Determinação da Aceleração da Gravidade – Experiência 3 (Mesa de ar).
- TP7 - Medição de grandezas eléctricas. Utilização do osciloscópio e do voltímetro.

6



Avaliação

- 30 % (6 valores) – **Logbook** (componente de **avaliação contínua** individual)
- 30 % (6 valores) – **Preparação e realização** dos trabalhos práticos e classificação dos **2 relatórios** escritos (componente de **avaliação contínua** do grupo)
- 40 % (8 valores) – **Exame final** – Época Normal ou de Recurso (componente de **avaliação final** individual)

Nesta disciplina é obrigatória a frequência a todas as aulas práticas e teórico-práticas.

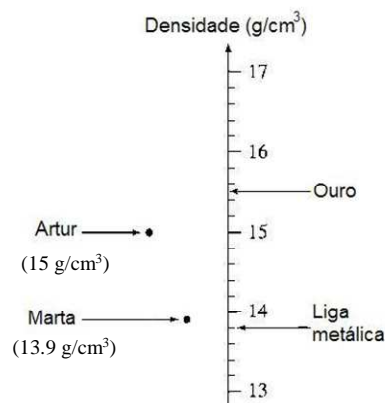
7



Lembrando Arquimedes...

De que material é feita a coroa? De ouro ($\rho = 15.5 \text{ g/cm}^3$) ou de liga uma liga metálica com densidade = 13.8 g/cm^3 ?

Marta e Artur medem a densidade utilizando diferentes sistemas experimentais e metodologias e apresentam os resultados.



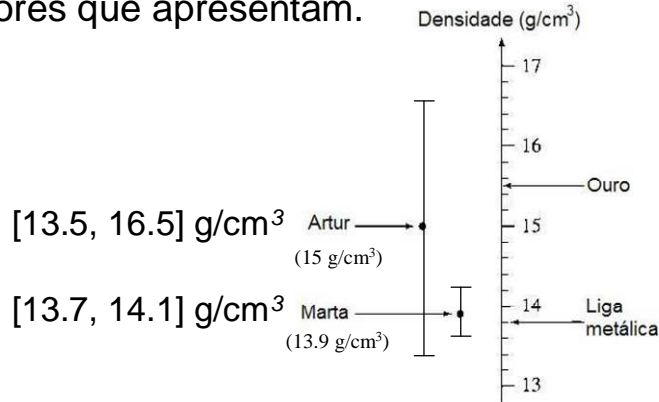
Medidas inúteis. A não ser que ...

8



Lembrando Arquimedes... (cont.)

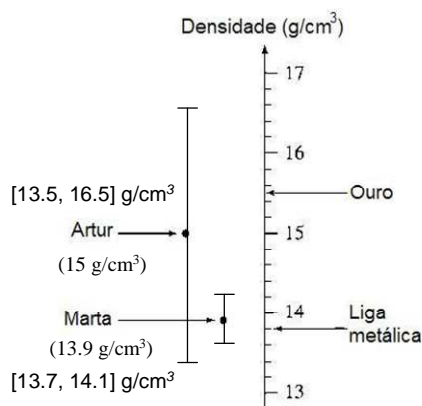
... Ambos apresentem os intervalos de incerteza (ou de certeza!) dos valores que apresentam.



- Os **intervalos de incerteza** que apresentam indicam que estão confiantes que **o verdadeiro valor da densidade da coroa esteja nesse intervalo**.
- Como os intervalos que apresentam se intersectam, podem ambos estar certos.

9

Lembrando Arquimedes... (cont.)



O resultado da Marta é mais preciso, pois o intervalo de incerteza é menor, mas o do Artur também pode estar correcto.

Contudo, a incerteza associada à medida do Artur é tão grande que a sua medida é inútil: não permite determinar qual é o material da coroa.

Repare-se que se apenas tivesse sido feita a medida do Artur e se o intervalo de erro ou incerteza não tivesse sido apresentado, teríamos chegado à conclusão errada.

O resultado da Marta permite concluir que a coroa é falsa. Contudo, para aceitarmos esse resultado **é necessário sabermos como foi estimado o intervalo de incerteza!**

10