

Modelação de Sistemas Físicos

1ª aula Prática

Sumário:

Resolução de problemas sobre o cap. 1

Bibliografia:

Serway, cap. 1

Sorensen, cap. 3

Combinação de erros

Exercício 1

Foram medidos dois comprimentos:

$$P = 18.2 \pm 0.1 \text{ cm}$$

$$Q = 10.7 \pm 0.2 \text{ cm}$$

- a) Calcule a soma das duas quantidades $S = P + Q$
- b) Calcule a diferença das duas quantidades $D = P - Q$
- c) Calcule o produto das duas quantidades $M = P Q$

Algarismos Significativos de uma quantidade

São os algarismos que se conhecem com certeza (100%) mais o 1º algarismo que é afetado pelo erro.

Exercício 2

Reescreva corretamente as seguintes quantidades, tendo em conta o número de algarismos significativos

a) $4,10 \pm 0,02 \text{ m}$

b) $4,10 \pm 0,2 \text{ m}$

c) $141,5 \pm 2 \text{ s}$

d) $23,30 \pm 0,25 \text{ kg}$

Simulação de combinação erros

Exercício 3

Vamos simular a medição de valores de duas variáveis, e explorar a incertexa na sua combinação.

1. Verificar as bibliotecas

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

2. Simular medições com incerteza

Use o seguinte código para gerar 10 valores de X com media esperado 4.5 e desvio padrão 0.5, e calcular a sua media e incerteza:

```
N=10
X = np.random.normal(4.5,0.5,size=N)
Xmedia = np.mean(X)
Xerro = np.std(X)/np.sqrt(N)
```

Adapte o Código para gerar outro conjunto de valores, Y, com media 10.0 e desvio padrão 1.0

3. Calcular as somas

Cria um novo conjunto de valores, Z, que seja a soma de cada para de valores X e Y:

```
Z = X+Y #soma de cada par de valores
Zmedia = np.mean(Z) #media dos valores de Z
```

Estima a incerteza em Z de duas maneiras:

- Calcule a incerteza diretamente do desvio padrão dos valores de Z
- Use as incertezas de X e Y, previamente calculadas, para estimar a incerteza em Z

4. Calcular o produto

```
W = X*Y #produto de cada par de valores
Wmedia = np.mean(W)
```

Estima a incerteza em W das mesmas duas maneiras (agora em ii) deve usar as incertezas relativas).

Pergunta 1:

As fórmulas para combinação de erros (ii) concordam com os resultados encontrado pelo método direto (i)?
Comente.

Simulação de erros em N medições

Exercício 4

Agora vamos verificar se a incerteza na média de N medições diminui realmente como $1/\sqrt{N}$.

1. Escreva código para simular N medições com uma determinada media e desvio padrão esperada (como no exercício anterior), e que repete para valores múltiplos de N , de 10 até 10000.

Pode ser util a função `np.logspace()`

2. Para cada N , calcule a media dos valores gerados, e faça o gráfico das medias em função de N . Use uma escala logaritmica para os valores de N .
3. Adicione ao gráfico linhas que representam o valor exato da média, e os limites de variação esperados, de acordo com a formula $\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$.

Pergunta 2:

O que acontece à média à medida que N aumenta?
Os valores caem sempre dentro dos limites traçados em 3.? porquê?