# FÍSICA
# Análise de dados

**Trabalho prático nº 4**
**Oscilações de uma mola**

Turma _____ Grupo _______ Data ___ / ___ / ___

Nome ________________________________________ nº______ Curso ________

Nome ________________________________________ nº______ Curso ________

## 4. Análise de dados

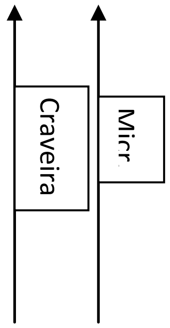
Quando terminar a análise dos resultados, junte estas últimas folhas com a(s) folha(s) de registos que destacou antes de realizar a experiência e com o gráfico em papel milimétrico, e entregue o conjunto ao docente das aulas práticas.

### 4.1 Caracterização de um cilindro a usar como corpo suspenso

**4.1.1.** Compare os valores medidos para a altura do cilindro usando os dois aparelhos de medida. Tendo em conta as resoluções dos aparelhos associadas às medições qual a melhor estimativa que faz para a altura do cilindro? Explique.

O micrometro é o instrumento mais preciso pois apresenta melhor incerteza (0,005) em comparação com a craveira(0,05)

Medir a altura com os 2 instrumentos, colocar com a incerteza e desenhar os intervalos. +/- assim →




E dizer que o intervalo de incerteza do micrómetro é menor.



### 4.2 Determinação da constante elástica de uma mola – método 1.

**4.2.1.** Calcule (indique todas as operações que efectuar):

- o valor médio do tempo correspondente a 10 períodos, $\overline{t_{10}}$

  $\overline{t_{10}}$ = $\bar{t} = \frac{\sum t}{n}$

- os desvios em relação à média, $d_i$, de cada medição e os respectivos desvios quadráticos $d_i = t - \bar{t}$

| Ensaio nº | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_i$ / ____ | | | | | | |
| $d_i^2$ / ____ | | | | | | |

- o desvio padrão experimental

  S= $S = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1}}$

- o desvio padrão da média

  $S_m$= $S_m = \frac{S}{\sqrt{n}}$

- o desvio padrão devido à resolução do aparelho de medida

  $S_r$= $S_r = 0{,}001s$

- a incerteza combinada do tempo de dez períodos

  $u(t_{10})$= $u(x) = \sqrt{S_m^2 + S_r^2}$

- o tempo correspondente a dez períodos será

  $t_{10}$ = ______ ± _______ ______



**4.2.2.** Tendo em conta a expressão (3) para a massa efectiva do sistema mola-corpo suspenso e os registos efectuados em 3.1.3 e 3.2.1 determine:

- a melhor estimativa para a massa efectiva do sistema

$$M_{ef} = \left(Massa\ do\ cilindro + \frac{massa\ da\ mola}{3}\right)$$

- Usando a lei de propagação de incertezas, determine a incerteza no valor experimental da massa efectiva do sistema

Expressão para calcular a incerteza no valor experimental da massa efectiva do sistema:

$u(M_{ef})$ =

$$\sqrt{\left|\frac{\partial M_{ef}}{\partial M}\right|^2 * u^2(M) + \left|\frac{\partial M_{ef}}{\partial m}\right| * u^2(m)}$$

Cálculo:

Logo, a massa efectiva é

$M_{ef}$ = ______ ± ______ ______

**4.2.3.** A expressão (1) pode ser reescrita como

$$k = 400\pi^2 \frac{M_{ef}}{t_{10}^2}$$

Use os valores obtidos para $M_{ef}$ e para $t_{10}$ para calcular:

- o valor experimental da constante elástica da mola, $k$:

Unidades são $\frac{N}{m}$



Expressão para calcular a incerteza relativa da constante elástica da mola:

$\frac{u(k)}{|k|}$ = $\sqrt{1^2 * \left(\frac{u(M_{ef})}{M_{ef}}\right)^2 + (-2)^2 * \left(\frac{u(t_{10})}{t_{10}}\right)^2}$

Cálculo:

u(k)= valor obtido * |k|

Logo, a constante elástica da mola será:

$k_{método 1}$ = ______ ± ______ $\frac{N}{m}$

### 4.3 Determinação da constante elástica da mola – método 2.

**4.3.1.** Use o valor obtido em 4.2.1 para $t_{10}$ e determine:

- o valor experimental do quadrado do tempo de dez oscilações da mola, $t_{10}^2$:

⊕📖 -usando a lei de propagação de incertezas, a incerteza relativa no valor experimental de $t_{10}^2$ obtém-se usando a expressão

$$\frac{u(t_{10}^2)}{|t_{10}^2|} = \sqrt{2^2 * \left(\frac{u(t_{10})}{t_{10}}\right)^2}$$

Realizando os cálculos:

u($t_{10}^2$)=valor calculado * |$t_{10}^2$|

Obtém-se

$t_{10}^2$ = ______ ± ______ ______

**4.3.2.** Considere os dados experimentais da Tabela 2 da folha de registo e os resultados obtidos para $M_1$. Para efeitos didácticos, considere que a incerteza do quadrado de todos os tempos medidos e registados na Tabela 2 é igual ao $u(t_{10}^2)$ da massa $M_1$ (calculado em 4.3.1).

| $M$ / g | $t_{10}$ / s | $t_{10}^2$ / s$^2$ | $u(t_{10}^2)$ / s$^2$ |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | $\sqrt{S_m{}^2 + S_r{}^2}$ ? |
| | | | |
| | | | |

**4.3.3.** Em papel milimétrico represente graficamente o quadrado do tempo de dez períodos da oscilação, $t_{10}^2$, em função da respectiva massa, $M_i$. Tenha em atenção que deve escolher as escalas vertical (onde vai representar $t_{10}^2$) e horizontal (onde vai representar $M_i$) adequadas aos valores que vai marcar no gráfico.



**4.3.4.** Marque no gráfico as barras de erro correspondentes às incertezas associadas aos $t_{10}^2$.

**4.3.5.** Trace "a olho" e usando uma régua, a linha que melhor descreve o conjunto de pontos do gráfico.

**4.3.6.** Escolha dois pontos **da recta que traçou** e determine o seu declive.

Pontos da recta escolhidos: (        ,        ) e (        ,        )

**[ATENÇÃO**: Indique as unidades do valor da abcissa e da ordenada**]**

Cálculo do declive:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

**4.3.7.** Para a melhor recta traçada qual a ordenada na origem?

Y=mx+b ⇔ b=y-mx

**4.3.8.** A traço interrompido desenhe, usando uma régua, uma linha que no limite *pior* descreve o conjunto de pontos do gráfico. Tenha em atenção as barras de erro.

**4.3.9.** Estime as incertezas dos parâmetros da linha que melhor descreve os pontos experimentais.

Fazer o mesmo que em 4.3.7 mas para a pior recta.

É só escolher dois pontos e descobrir qual o declive a ordenada na origem como se fez anteriormente.

E o m=u($m_r$) e o b=u(b)

**4.3.10.** Escreva a recta obtida seguindo o formato $y = (b \pm \Delta(b)) + (m_r \pm \delta(m_r))x$, onde "$b$" é a ordenada na origem e "$m_r$" é o declive, sendo "$\delta(b)$" e "$\delta(m_r)$" as respectivas incertezas.

u(m)=|$m_{melhor} - m_{pior}$|

b(m)=|$b_{melhor} - b_{pior}$|

⊕📖 **4.3.11.** Tendo em conta a expressão (1), seria de esperar que a recta passasse pela origem do gráfico?

Sim é de esperar que passasse na origem porque segundo a equação b=0 $\quad t_{10}^2 k = 400\pi^2 * M_{ef}$

⊕📖 **4.3.12.** Tendo em conta a expressão (1) o que representa o declive da recta?

m= $\frac{400\pi^2}{k}$

⊕📖 **4.3.13.** A partir dos resultados obtidos em 4.3.10. e tendo em conta a expressão (1), calcule o valor da constante elástica da mola. Não esqueça as incertezas.

1º calcular k=$\frac{400\pi^2}{m}$

u(k)=



$k_{método2}$ = ______ ± ______ ______

**4.3.14.** Compare os resultados da constante elástica da mola obtidos pelos dois métodos. (resultados em 4.2.3 e em 4.3.13)

Fazem-se duas rectas com intervalos para se verificar que os intervalos são idênticos, ou seja, os valores de k são aproximadamente os mesmos