Laboratório de Física – Cursos de Ciências Exactas e Engenharia

*Folha de Resultados*

Classificação

Data de Realização: 17 / 03 / 2025

Grupo: 2

Turma: PL5

EI

Nº: a90142 Nº: a90247 Nº: a90147 Nº:

Bernardo Cardeira Cozac

Diogo Alexandre Botas Carvalho

Diogo Coelho Freitas

Nome: Nome: Nome: Nome: Curso:

Medição de Comprimentos, Massas e Tempos

1. **Objectivo da Experiência**

O objetivo desta experiência é realizar medições de diversas grandezas físicas — como comprimentos, massas, volumes, áreas, densidades e intervalos de tempo — utilizando instrumentos adequados e técnicas apropriadas. Pretendemos, com isso, desenvolver a nossa capacidade de efetuar medições com rigor, interpretar os resultados obtidos e compreender a importância das incertezas associadas a cada medição. Esta atividade visa também familiarizar-nos com o uso prático de equipamentos de medição e com os métodos de tratamento e análise de dados experimentais.

1. – Espessuras de uma folha de papel

Incerteza do palmer : 0,005 mm Média = 0,11 mm Incerteza estatística, e = 0,00 mm

**Medidas**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm |
| 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | 0,11 mm | ----------- | ----------- |

**Cálculos e comentários**

**As 12 medições resultaram exatamente no mesmo valor, o que mostra que o papel tem espessura extremamente uniforme, dentro da sensibilidade do palmer (0,005 mm).**

**Cálculo da Média**

**Cálculo da Incerteza Estatística**

O facto de a incerteza estatística ser nula significa que todas as 12 medições deram exatamente o mesmo valor, ou seja, não foi detetada qualquer variação na espessura da folha dentro da sensibilidade do instrumento. Ainda assim, a presença de uma incerteza de leitura de 0,005 mm mostra que, mesmo quando os valores se repetem, existe sempre um limite associado à precisão do aparelho, o que nos obriga a considerar essa incerteza no resultado final.

**Resultado Final**

A craveira não permite medir com precisão a espessura de uma única folha de papel, porque não tem escala suficientemente sensível para detetar variações tão pequenas. Já o palmer, com maior resolução, é o instrumento mais adequado para este tipo de medição.

1. – Diâmetro do prego

Diâmetro com o palmer. d **= (**2,34 ± 0,005) mm Diâmetro com a craveira: **d = (**2,00 ± 0,025) mm

**Cálculos e comentários:**

**Comparação com a espessura da folha de papel**

O diâmetro do prego é cerca de 21 vezes maior do que a espessura da folha de papel, ou seja, existe uma diferença de aproximadamente uma ordem de grandeza (10¹).

**Medição com a craveira e comparação com o palmer**

A craveira apresenta um valor mais arredondado devido à sua menor resolução. Embora seja capaz de medir o prego, não tem sensibilidade para captar variações pequenas, sendo por isso menos fiável para medições rigorosas.

O palmer revelou-se claramente mais adequado para medir o diâmetro do prego, fornecendo um valor mais preciso e com menor incerteza. A craveira, apesar de fornecer um valor próximo, arredondou a leitura e apresentou uma incerteza bastante maior.

Ainda assim, dado que o prego tem uma dimensão na ordem dos milímetros, a craveira é suficiente para uma estimativa razoável. A diferença entre os valores medidos com os dois instrumentos demonstra bem a importância de escolher o aparelho certo conforme o nível de precisão necessário.

1. **- Medição do volume de uma esfera**

Diâmetro d = (11,85 ± 0,025) mm Volume, V =

**Cálculos e comentários:**

O volume depende do cubo do diâmetro, o que significa que pequenas variações no diâmetro têm um impacto significativo no valor do volume. Por isso, é importante calcular corretamente a incerteza.

**Propagação da incerteza**

A medição do diâmetro da esfera foi feita com a craveira, o que fornece uma boa estimativa, mas tem uma incerteza associada de 0,025 mm.  
Como o volume da esfera depende do cubo do diâmetro, mesmo uma pequena incerteza nesta medição tem um efeito amplificado no resultado final. Ainda assim, o valor obtido para o volume apresenta uma incerteza relativamente baixa face ao valor total, o que mostra que a medição é consistente e confiável, mesmo com um instrumento de resolução limitada como a craveira.  
Este exemplo mostra bem a importância de considerar a propagação dos erros, especialmente quando lidamos com fórmulas onde a variável medida está elevada a potências.

1. **- Medição do volume de um cilindro**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Régua | Craveira |
| Altura | (46 ± 0,5) mm | (46,8 ± 0,025) mm |
| Diâmetro | (13 ± 0,025) mm | |
| Volume |  |  |

**Cálculos e comentários:**

**Volume altura medida com a régua**

**Propagação da Incerteza medida com a régua**

**Derivadas parciais**

**Incerteza combinada**

**Volume altura medida com a Craveira**

**Propagação da Incerteza medida com a Craveira**

**Derivadas parciais**

**Incerteza combinada**

Esta experiência mostrou, de forma prática, como o instrumento escolhido afeta a precisão dos nossos resultados. Ao medir com a régua, a incerteza no volume foi bastante alta, o que é esperado, já que tem uma leitura menos precisa.

Quando usamos a craveira, conseguimos um resultado muito mais fiável, com uma incerteza quase três vezes menor. Isso mostra que, sempre que queremos medidas mais rigorosas, a craveira é claramente a melhor escolha.

1. **– Densidade de um cilindro**

Altura = (44,9 ± 0,025) mm Diâmetro = (9,4 ± 0,025) mm Massa = (8,48 ± 0,005) g

Volume do cilindro = Densidade do cilindro =

**Cálculos e comentários:**

**Volume altura medida com a Craveira**

**Propagação da Incerteza medida com a Craveira**

**Derivadas parciais**

**Incerteza combinada**

**Cálculo da Densidade**

**Incerteza na Densidade**

1. **– Densidade de uma forma irregular (parafuso)**

Volume = Massa = (31,07 ± 0,005) g Densidade =

**Cálculos e comentários:**

**Volume do Parafuso**

**Incerteza no volume**

**Cálculo da Densidade**

**Incerteza na Densidade**

1. **- Medição de áreas**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Placa A1 - regular | Placa A2 - Irregular |
| Comprimento | 50 mm | -------------------------------------- |
| Largura | 50 mm | -------------------------------------- |
| Massa | (19,950 ± 0,005) g | (17,050 ± 0,005) g |
| Área |  |  |

**Cálculos e comentários:**

**Cálculo da Área da Placa Regular (A1)**

**Cálculo da Área da Placa Irregular (A2)**

**Incerteza na Área A2**

Este método de medição de áreas é um ótimo exemplo de como podemos aplicar proporcionalidade física para calcular grandezas que não conseguimos medir diretamente. Como as placas têm o mesmo material e espessura, a razão entre as suas massas corresponde diretamente à razão entre as áreas. A vantagem deste método é que não precisamos desenhar ou medir contornos complicados na placa irregular — basta comparar a sua massa com a de uma referência conhecida.

1. **- Medição de intervalos de tempo**

Incerteza do cronómetro 10 ms Valores Medidos –

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5,38 s | 5,28 s | 5,28 s | 5,31 s | 5,41 s | 5,47 s | 5,34 s | 5,25 s | 5,37 s |  |
| 5,37 s | 5,28 s | 5,34 s | 5,34 s | 5,34 s | 5,31 s |  |  |  |  |
| 5,41 s | 5,34 s | 5,32 s | 5,37 s | 5,28 s | 5,28 s |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Histograma**

**Cálculos e comentários**

Média Maior desvio em relação à média Desv. Padrão da média

**Cálculo da Média**

A média dos valores medidos foi de **5,337 segundos**. Isso quer dizer que, apesar das pequenas flutuações nas medições, os resultados estavam bastante centrados em torno desse valor. A média representa **o tempo mais provável** que obteríamos se repetíssemos a experiência muitas vezes.

**Maior Desvio em Relação à Média**

Ao calcular o **desvio de cada valor em relação à média**, percebemos que o maior afastamento individual foi de **0,133 segundos**. Esse valor representa a medição mais “fora do padrão” em todo o conjunto.

Mesmo a medição mais fora do comum não se afastou muito. Isso mostra que **não houve erros grosseiros** ou valores fora do esperado. A variação está dentro de limites normais, considerando a intervenção manual do observador (início/paragem do cronómetro).

**Desvio Padrão**

O desvio padrão calculado foi de 0,054 segundos. Este valor mede o “espalhamento” dos dados em torno da média — ou seja, o quanto os valores flutuam naturalmente durante a repetição do mesmo procedimento.

O desvio é pequeno, o que é ótimo. Significa que as medições foram repetíveis e precisas, mesmo com alguma margem de erro natural do tempo de reação humano. O valor também confirma que o movimento do pêndulo é estável e previsível, como se espera num sistema físico simples.

Durante a experiência, ficou claro que o pêndulo oscila de forma muito regular — e isso ajudou a obter medições parecidas. No entanto, como o cronómetro foi controlado manualmente, cada valor medido dependia do nosso **tempo de reação**: por exemplo, há sempre um pequeno atraso entre vermos o pêndulo passar e carregarmos no botão. Este tipo de erro humano é inevitável, mas como repetimos o processo muitas vezes e analisámos os dados com cuidado, conseguimos compensar essas pequenas falhas. O desvio padrão ajuda-nos a perceber **quão fiáveis foram as nossas medições** e, neste caso, mostrou que fizemos um bom trabalho.