UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO - IEF029
RELATÓRIO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA

UNIDADE 1 - MEDIDAS FÍSICAS
ERROS, DESVIOS E INCERTEZAS

Manaus - AM
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO - IEF029
RELATÓRIO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA

UNIDADE 1 - MEDIDAS FÍSICAS
ERROS, DESVIOS E INCERTEZAS

Prof° Cláudio Natálio Lima

Al Júlio Melo Campos - 22250349
Al Mateus Souza de Jesus - 22250369
Al Rodson de Lima Pereira - 22250368
Al Mateus Claros de Oliveira - 22250348
Al João Vitor de Freitas Pinheiro - 22250364

Manaus - AM
2022

Introdução

Parte Teórica

Erros, desvios e incertezas

O presente texto apresenta os elementos básicos, necessários ao tratamento dos dados experimentais com os quais você terá que lidar, ao realizar seus experimentos em física básica. É um fato bem arraigado na mente do aluno que, ao tratar teoricamente com grandezas, tem a impressão de estar lidando com valores absolutos que independem do experimentador ou do instrumento de medidas utilizado para obtê-las.

Algarismo significativos

Nesse sentido, podemos afirmar que os **algarismos significativos**, são uma forma de experimento com física básica e com valores absolutos para determinar de forma específica o quão se diferem.

Exemplificando uma régua graduada em centímetros com uma seta marcando uma medição, se dois experimentadores fossem anotar o comprimento assinalado pela seta, e encontrassem 4,6 e 4,7 cm, nenhum estaria errado. Nos resultados obtidos, vê-se que ambos anotaram o algarismo 4, avaliando porém a fração de forma distinta. Se um terceiro experimentador tivesse anotado o valor 4,65 cm, ele teria avaliado centésimos da menor divisão da escala da régua, numa precisão absolutamente desnecessária. Se ele não consegue ler os milímetros, não tem sentido avaliar frações desses mesmos milímetros. Seria um procedimento discutível ou mesmo inaceitável.

Assim, percebemos que ambas medidas temos a presença de dois algarismos significativos, sendo há classificação para o “4”, dado com algarismo corretos (não duvidosos), seguidos do “6” e “7” que são algarismos duvidosos, sempre há apenas 1. Tal algarismo carrega a incerteza do número, diferente do correto que não há dúvidas.

Erros e desvios

Sobre os erros e desvios, que são termos para denotar variação entre os valores envolvidos, há uma clara diferença entre os mesmos, enquanto que o erro é a diferença entre o valor obtido ao se medir uma grandeza e o valor da mesma, que matematicamente é:

$$\textit{erro} = \textit{valor medido} - \textit{valor real}$$

Já o desvio é uma particularização do erro, onde se adota o valor mais próximo da grandeza envolvida, sendo assim pode-se considerar real, que matematicamente é:

$$\textit{desvio} = \textit{valor medido} - \textit{valor adotado}$$

Sendo assim, os desvios ainda podem ser divididos entre duas formas, desvio absoluto e desvio relativo. O absoluto cabe na definição dita anteriormente, enquanto o desvio relativo se dá pela razão entre o desvio absoluto e o valor adotado como o mais próximo do valor real dessa grandeza, que se multiplicado por 100%, chega-se ao desvio percentual.

Geralmente na prática, principalmente de medições com instrumentos, trabalha-se com mais desvios que erros, pois não temos o valor certo e real pré-estabelecido.

Incertezas

Ao se medir uma grandeza, seu valor será dado pelos traços ou algarismos efetivamente gravados numa escala e por mais um algarismo chamado de duvidoso, no formato de (19,7 ± 0,5) cm.

Essa definição geralmente é utilizada quando não se sabe o valor, então se adota um valor ± Δ que cobrirá um intervalo 2|Δ| acerca do valor. A incerteza pode ser dividida em duas: absoluta e relativa, sendo a primeira definida anteriormente, exemplo (56,7 ± 0,5) cm. Este tipo de incerteza é fixada pelo operador, instrumento ou quaisquer outros meios de indicá-la. Por outro lado, a incerteza relativa trabalha com razões entre o valor absoluto da incerteza e a medição do valor encontrado, como em (1,0 ± 0,5) cm, tendo como incerteza relativa $\frac{0,5}{1,0}$ sendo igual a ± 0,5 (50%). Quanto menor a incerteza relativa, melhor a qualidade da medida.

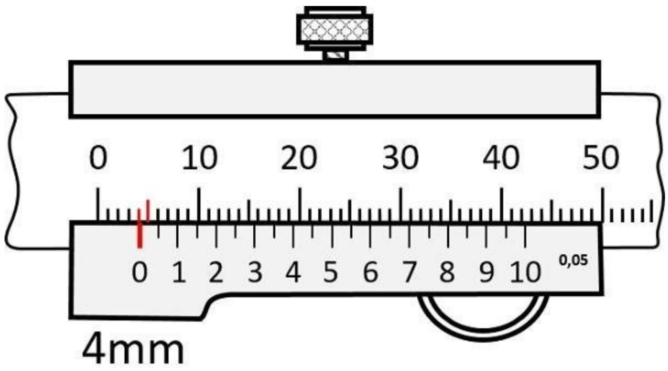
Como utilizar - Régua milimetrada (figura 2)

A régua milimetrada é um dos instrumentos de medição mais comum utilizado hoje em dia, como escola, arquiteturas, entre outros Sua utilização consiste em linhas, com a distância de 1 milímetro (1 mm) entre elas, de vários tamanhos, as maiores delas sendo indicadas junto com números representando cada centímetro que, por sua vez, é formado por 10 milímetros (10 linhas menores). Por exemplo, com a contagem de um objeto de 67 linhas, significa que o comprimento dele é de 67 milímetros, ou seja, 6 centímetros e 7 milímetros, ou 6,7 centímetros. Têm-se variações como a fita métrica, régua de carpinteiro e trena, que são usados em diversas áreas diferentes, porém a forma de se utilizar são todos semelhantes.

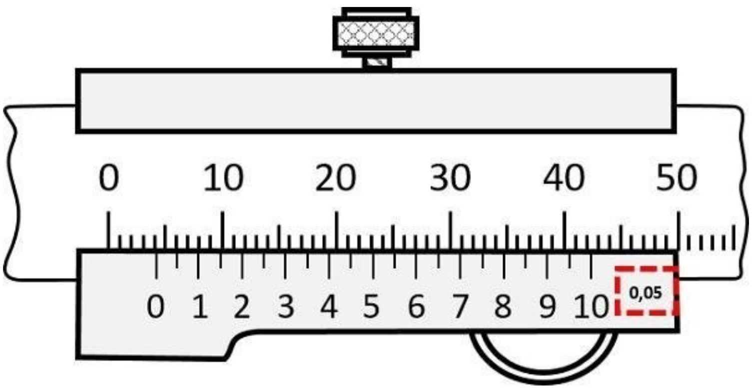
Como utilizar - Paquímetro (figura 3)

O paquímetro é um instrumento de medição geralmente utilizado em indústrias e mecânicas, trazendo a medição de uma forma mais precisa de peças bem pequenas. Trata-se de uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor. Esse instrumento também conta com dois bicos de medição, sendo um ligado à escala e o outro ao cursor. Para utilizar, veja qual medição é a necessária, encaixe nela perfeitamente.

Observe onde o 0 (zero) da parte móvel está e com qual número da parte fixa (superior) está coincidindo. Isso indicará o primeiro numeral da nossa medida. No exemplo abaixo, podemos perceber que o zero se alinhou com o 4, logo temos 4 mm.



Em seguida, agora verificamos qual a marcação de precisão de centésimos que coincide em ambas escalas, na fixa e na móvel. Este será o seu segundo número, representando os centésimos de milímetros. Na imagem abaixo, percebemos que a coincidência se deu entre o número 1 e 2 da parte móvel, logo 0,15 mm, como segunda medida do objeto.



Assim temos que (4 + 0,15) mm, logo:
4,15 mm

Como utilizar - Micrômetro (figura 4)

O micrômetro é um instrumento de medida voltado para a medição de pequenas peças com extrema precisão, assim como o paquímetro. Sua única diferença do paquímetro é que sua precisão é ainda maior.

Para medir com ele não é tão complicado. Há duas escalas, a escala horizontal fixa da bainha e a escala vertical do tambor. Na escala horizontal, cada traço grande vale 1mm e os traços pequenos valem 0,5mm. Já na escala vertical do tambor, cada traço vale 0,01mm.

Para sabermos a medida correta do objeto, precisamos fazer a soma da medida horizontal e vertical. Para a horizontal, por exemplo, notamos que passou o traço grande de 9mm e parou exatamente neste. Então temos 9mm. Agora para a vertical, notamos que com a linha contínua horizontal se coincide com o número 37, logo temos 0,37mm. Assim, no final, temos 9 + 0,37 = 9,37 mm de diâmetro de determinada esfera dada, por exemplo.

Parte Experimental

➔ Material:

- 1 esfera de aço
- 1 régua milimetrada
- 1 paquímetro
- 1 micrômetro
- 1 balança

➔ Procedimentos:

1. Utilizando a régua milimetrada, medimos o diâmetro da esfera com uma medição
2. Da mesma forma, utilizando o paquímetro, medimos o diâmetro da esfera, encontrando com mais precisão, com duas medições.
3. Assim como os anteriores, utilizando o micrômetro, medimos novamente o diâmetro da esfera, encontrando ainda com mais precisão, com três medições.
4. Utilizando a balança, pudemos mensurar sua massa junto com a sua incerteza.
5. Por fim, com as medidas que encontramos, fizemos o cálculo dos raios, volumes e densidades de cada instrumento, a fim de fazer análises aprofundadas.

	
Figura 1 - Esferas de aço	Figura 2 - Régua milimetrada

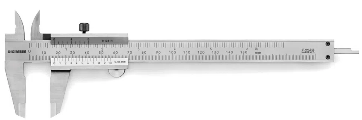


Figura 3 - Paquímetro	Figura 4 - Micrômetro	Figura 5 - Balança

Resultado

TABELA 1 -
D = diâmetro; r = raio; V = volume

Instrumento	*(D ± ΔD) mm*	*(r ± Δr) mm*	*(V± ΔV) mm³*
Régua milimetrada	(21,00 ± 0,5)	(10,50 ± 0,5)	(4849,05 ± 695,20)
Paquímetro	(22,20 ± 0,05)	(11,10 ± 0,05)	(5728,72 ± 776,30)
Micrômetro	(22,212 ± 0,001)	(11,106 ± 0,001)	(5738,01 ± 4,47)

TABELA 2 -
ρ = densidade

Instrumento	*(ρ ± Δρ) g/cm³*
Régua milimetrada	(9,197 ±)
Paquímetro	(7,785 ±)
Micrômetro	(7,772 ±)

Cálculos

Raio = $\frac{Diâmetro}{2}$

$D_1 = 21{,}00 \Rightarrow R_1 = \frac{21{,}00}{2} \Rightarrow \mathbf{R_1 = 10{,}50\ mm}$

$D_2 = 22{,}20 \Rightarrow R_2 = \frac{22{,}20}{2} \Rightarrow \mathbf{R_2 = 11{,}10\ mm}$

$D_3 = 21{,}212 \Rightarrow R_3 = \frac{21{,}212}{2} \Rightarrow \mathbf{R_3 = 11{,}106\ mm}$

Volume = $\frac{4\pi(raio)^3}{3}$

$V_1 = \frac{4\pi(10{,}50)^3}{3} \Rightarrow \mathbf{V_1 \simeq 4849{,}05\ mm^3}$

$V_2 = \frac{4\pi(11{,}10)^3}{3} \Rightarrow \mathbf{V_2 \simeq 5728{,}72\ mm^3}$

$V_3 = \frac{4\pi(11{,}106)^3}{3} \Rightarrow \mathbf{V_3 \simeq 5738{,}01\ mm^3}$

Densidade = $\frac{massa}{volume}$ tal que massa medida = 44,6 g

$\rho_1 = \frac{44{,}6\ g}{4849{,}05\ mm^3} \cdot 1000 \Rightarrow \boldsymbol{\rho_1 \simeq 9{,}197\ g/cm^3}$

$\rho_2 = \frac{44{,}6\ g}{5728{,}72\ mm^3} \cdot 1000 \Rightarrow \boldsymbol{\rho_2 \simeq 7{,}785\ g/cm^3}$

$\rho_3 = \frac{44{,}6\ g}{5738{,}01\ mm^3} \cdot 1000 \Rightarrow \boldsymbol{\rho_3 \simeq 7{,}772\ g/cm^3}$

Tendo $F = K \cdot A \cdot B^{\alpha} \cdot C^{\beta}$ com $V = \frac{4}{3} \cdot \pi^{1} \cdot r^{3}$

Incerteza $\Rightarrow \frac{\Delta f}{f} = \pm \left[\left| \frac{\Delta k}{k} \right| + \left| \frac{\Delta a}{a} \right| + \left| \alpha \frac{\Delta b}{b} \right| + \left| \beta \frac{\Delta c}{c} \right| \right]$

$$\frac{\Delta V}{V} = \pm \left[\left| \frac{\Delta \pi}{\pi} \right| + \left| \frac{\Delta r}{r} \right| \right]$$

$$\frac{\Delta V_1}{V_1} = \pm \left[\left| 1 \frac{0{,}0016}{3{,}14} \right| + \left| 3 \frac{0{,}5}{10{,}50} \right| \right] \Rightarrow \frac{\Delta V_1}{4849{,}05} = \pm \left[|0{,}00050955414| + |0{,}\overline{142857}| \right]$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_1}{4849{,}05} = \pm\, 0{,}143366554 \Rightarrow \mathbf{\Delta V_1 \simeq \pm\, 695{,}20\ mm^3}$$

$$\frac{\Delta V_2}{V_2} = \pm \left[\left| 1 \frac{0{,}0016}{3{,}14} \right| + \left| 3 \frac{0{,}05}{11{,}10} \right| \right] \Rightarrow \frac{\Delta V_2}{5728{,}72} = \pm \left[|0{,}00050955414| + |0{,}0\overline{135}| \right]$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_2}{5728{,}72} = \pm\, 0{,}135509554 \Rightarrow \mathbf{\Delta V_2 \simeq \pm\, 776{,}30\ mm^3}$$

$$\frac{\Delta V_3}{V_3} = \pm \left[\left| 1 \frac{0{,}0016}{3{,}14} \right| + \left| 3 \frac{0{,}001}{11{,}106} \right| \right] \Rightarrow \frac{\Delta V_3}{5738{,}01} = \pm \left[|0{,}00050955414| + |0.00027012425| \right]$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V_3}{5738{,}01} = \pm\, 0{,}00077967839 \Rightarrow \mathbf{\Delta V_3 \simeq \pm\, 4{,}47\ mm^3}$$

Conclusão

No final deste trabalho, percebemos que as medições de cada um dos instrumentos utilizados, como régua milimetrada, paquímetro, micrômetro, apresentam diferenças milimétricas tanto nos valores de raio, volume e densidades da esfera de aço apresentada, assim o objetivo foi cumprido ao perceber que tais erros, desvios, incertezas dos instrumentos mudam significativamente o resultado, além de haver um aumento no grau de precisão a cada mudança de instrumento.

E chegamos ao resultado de diferentes diâmetros de cada instrumento utilizado, assim é evidente que ele está num intervalo compreendido entre 21,00 e 22,212 cm. Com os valores em mãos, pudemos calcular o valor dos respectivos raios, volumes, densidades. O raio atrelado ao diâmetro tem valor compreendido entre 10,50 e 11,106 cm. De volume, percebemos uma variação entre 4849,05 e 5738,01 cm^3, já de densidade, percebemos também uma variação entre 9,197 e 7,772 g/cm^3. Nota-se que a densidade real do aço é de 7,8 g/cm^3, assim usando o valor mais preciso que encontramos, temos:

erro = 7,772 - 7,8 = -0,028 cm^3

Considerando este erro como caso particular para desvio, temos:

desvio percentual = $\frac{0,028}{7,8} x 100$ = **0,35%**

Significa que temos uma medição muito precisa, pelo fato do desvio percentual estar muito mínimo em seu valor.

E sobre a resposta da questão acerca do volume, contamos exatamente seis algarismos significativos em cada um dos instrumentos, régua milimetrada, paquímetro e micrômetro. Já sobre a questão da densidade, notamos que quanto **mais** o valor dos volumes aumenta e se especifica, **menor** é a densidade encontrada, pelo fato de serem **grandezas inversamente proporcionais.**

Referências Bibliográficas

OLIVEIRA, Gláucia Maria Gleibe de; GUERREIRO, Haroldo Almeida; BESSA, Heyrton; FROTA, Hidembergue Ordozgoith da; SILVA, Marcelo Brito da; GUSMÃO, Marta Silva dos Santos; FREITAS, Marcílio de; MORAES, Simara Seixas de; MACHADO, Waltair Vieira; JÚNIOR, Walter Esteves de Castro. **FÍSICA GERAL: Parte I: Mecânica**. 4° edição. Manaus-AM: UFAM, 2015.

https://conecta.fg.com.br/paquimetro-usando-de-forma-correta/#:~:text=O%20primeiro%20passo%20%C3%A9%20saber,(parte%20superior%20do%20parqu%C3%ADmetro).

https://www.ferramentaskennedy.com.br/blog/micrometro-para-que-serve-e-como-ler