

MEDIÇÃO EM QUÍMICA

Escola Secundária José Saramago
FQA – 10.º Ano – 2011/12

Marília Peres

Adaptado de CORREA, C. et al (2007), *Química*, Porto, Porto Editora.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

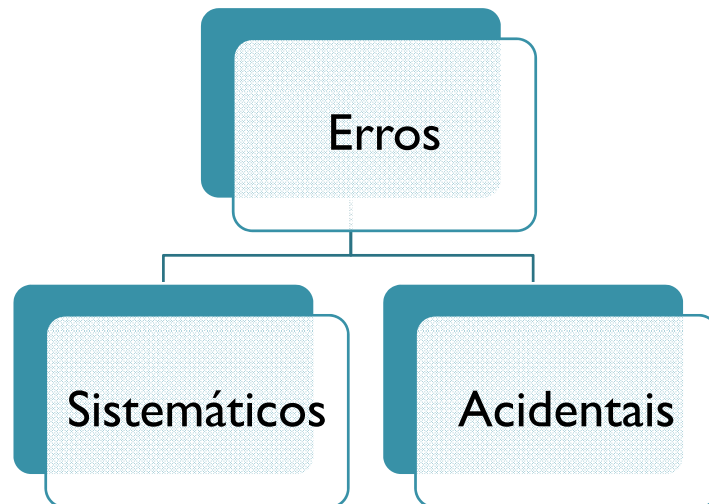
Alcance

- Valor máximo que é possível medir

Sensibilidade ou
Natureza do
aparelho

- Valor da menor divisão

ERROS NA MEDIÇÃO



Marília Peres - 2011

3

ERROS SISTEMÁTICOS

Instrumentais, quando se utilizam instrumentos inadequados ou estragados

Métodos incorrectos, geralmente pouco rigorosos e difíceis de pôr em prática

As causas dos erros sistemáticos podem ser

Pessoais, quando o processo de medida é efectuado incorretamente (caso dos erros de postura, dos erros de paralaxe...)

Ambientais, se um agente exterior influencia a medição de modo permanente

Marília Peres - 2011

4

ERROS SISTEMÁTICOS

afectam o valor da medição sempre no mesmo sentido

podem eliminar-se, tanto quanto possível

Marília Peres - 2011

5

Erros acidentais

Leituras incorrectas
quer por posição errada do observador
quer por desconhecimento da escala de leitura

Movimento brusco do operador aquando da medição

As causas dos erros acidentais podem ser

Variações bruscas das condições de temperatura, pressão, vento, tensão elétrica

Outras ...

Marília Peres - 2011

6

Erros acidentais

Difíceis de eliminar (causas imprevisíveis)

Podem ser reduzidos (várias medições em n° ímpar - 3 ou 5)

Marília Peres - 2011

7

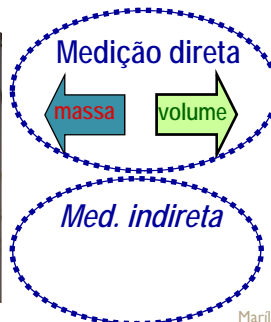
OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE MEDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Medir uma grandeza é compará-la com outra da mesma espécie, que se toma para unidade.

Medição de uma grandeza é a operação de medir.

Medida é resultado da medição.

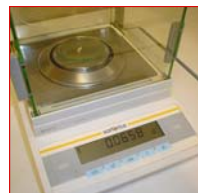
Uma medição pode ser **direta** ou **indireta**.



Marília Peres - 2011

8

O equipamento de medição (directa) é **selecionado** de acordo com o que se pretende medir.



Os valores obtidos na medição são **lidos e registados** de acordo com o que o equipamento permitir: **número de algarismos, unidades e incerteza.**

$0,85 \pm 0,02 \text{ kg}$

$37,0 \pm 0,2 \text{ kg}$

$65,8 \pm 0,1 \text{ mg}$

Marília Peres - 2011

9

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS, UNIDADES E NOTAÇÃO CIENTÍFICA

$0,85 \pm 0,02 \text{ kg}$



2 algarismos significativos

notação científica:

$8,5 \times 10^{-1} \text{ kg}$

$8,5 \times 10^2 \text{ g}$

~~850 g~~

ordem de grandeza



10^0 kg ou 10^3 g

$370 \pm 2 \text{ kg}$



3 algarismos significativos

notação científica:

$3,70 \times 10^2 \text{ kg}$

$3,70 \times 10^5 \text{ g}$

~~$0,37 \text{ Mg}$~~

ordem de grandeza



10^2 kg ou 10^5 g

$60,8 \pm 0,1 \text{ mg}$



3 algarismos significativos

notação científica:

$6,08 \times 10^{-2} \text{ g}$

$6,08 \times 10^{-5} \text{ kg}$

$6,08 \text{ cg}$

ordem de grandeza



10^{-4} kg ou 10^{-1} g

Marília Peres - 2011

10

OPERAÇÕES COM ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

$$\begin{array}{r} 0,85 \text{ kg} \\ 47,0 \text{ kg} \\ \hline \Sigma 60,8 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,85 \text{ kg} \\ 47,0 \text{ kg} \\ 0,0608 \text{ kg} \\ \hline 47,9108 \text{ kg} \\ \hline 47,9 \text{ kg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,5 \text{ hg} \\ 470 \text{ hg} \\ 0,608 \text{ hg} \\ \hline 479,108 \text{ hg} \\ \hline 479 \text{ hg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47,35 \text{ m} \\ \hline \Pi 608 \text{ mm} \end{array}$$

$$47,35 \text{ m} \times 0,608 \text{ m} = 28,8 \text{ m}^2$$

alg. sign.? ~~28,7888 ?~~ unidades?

Marília Peres - 2011

11

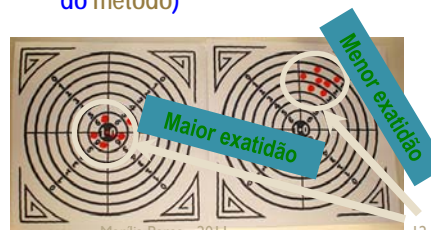
ERROS, PRECISÃO E EXATIDÃO

Precisão

- proximidade entre os vários valores de um conjunto de medições da mesma grandeza
- maior ou menor dispersão dos resultados obtidos na medição
- erros acidentais ou fortuitos (causas naturais, aleatórios)

Exatidão

- proximidade entre o resultado da medição e o valor real ou exato (ou mais provável) de uma grandeza
- maior ou menor afastamento das medições ao valor verdadeiro
- erros sistemáticos (do instrumento, do observador ou do método)



Marília Peres - 2011

12

Precisão e exatidão - Um exemplo

Valor real = 0.1472

M1	M2
0.1367	0.1461
0.1367	0.1500
0.1368	0.1481
0.1367	0.1474
0.1368	0.1470
0.1367	0.1445
$\bar{x} = 0.1367$	$\bar{x} = 0.1472$
M3	M4
0.1360	0.1472
0.1458	0.1472
0.1237	0.1471
0.1378	0.1472
0.1189	0.1472
0.1327	0.1471
$\bar{x} = 0.1325$	$\bar{x} = 0.1472$

Marília Peres - 2011

13

ERROS, MÉDIA, DESVIOS E INCERTEZAS

Erro absoluto

- módulo da diferença entre o valor da medição e o valor exato da grandeza:

$$e_{a(i)} = |v_i - v_{\text{exato}}|$$

Erro relativo

- razão (ou quociente) entre o erro absoluto e o valor exato da grandeza:

$$e_i = e_{a(i)} / v_{\text{exato}}$$

Valor mais provável \bar{v}

- média aritmética de uma série de medições diretas efetuadas:
 $(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$

Marília Peres - 2011

14

ERROS, MÉDIA, DESVIOS E INCERTEZAS

Desvio absoluto

- módulo da diferença entre o valor da medição e o valor médio das medições:

$$d_{a(i)} = |v_i - \bar{v}|.$$

Desvio relativo médio

- média dos desvios relativos (razões ou quocientes entre os desvios absolutos e o valor médio)

INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

- Erro máximo que se pode cometer ao efectuar uma leitura.

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

não

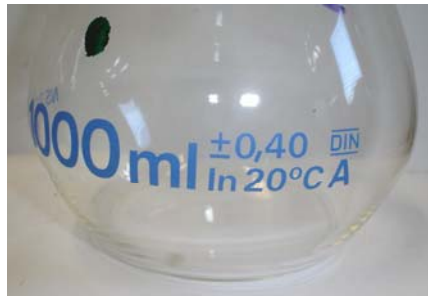


sim

Precisão, tolerância, erro, ...
indicada pelo fabricante

$$V_{(\text{pipetado})} = (100,00 \pm 0,08) \text{ mL}$$

$$V_{(\text{contido})} = (1000,0 \pm 0,4) \text{ mL}$$



INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

sim

...

não

aparelho analógico

metade da natureza

Metade da menor divisão da escala do aparelho

$$I = (5 \pm 1) \text{ mA}$$



Marília Peres - 2011

17

INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

sim

...

não

aparelho analógico

...

aparelho digital

menor valor lido

Salto entre 2 valores digitais sequenciais

$$m' = (7,4384 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$m'' = (63,54 \pm 0,01) \text{ g}$$



$e = 0,1 \text{ g}$ $d = 0,01 \text{ g}$
 $e = \text{exato}$
 $d = \text{duvidoso}$

Marília Peres - 2011

18

INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

➤ Erro máximo que se pode cometer ao efectuar uma leitura.

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

não

sim

Precisão, tolerância, erro, ... indicada pelo fabricante

aparelho analógico

aparelho digital

metade da natureza

menor valor lido

Metade da menor divisão da escala do aparelho

Salto entre 2 valores digitais sequenciais

Incerteza absoluta de uma medição

➤ Maior valor entre $d_{\text{máximo}}$ e D_{escala}

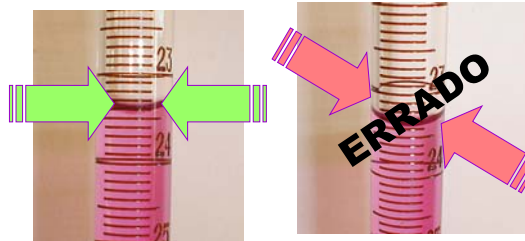
($d_{\text{máximo}}$ = desvio absoluto máximo; D_{escala} = incerteza associada à escala)

Marília Peres - 2011

17

MEDIÇÃO DE VOLUMES DE LÍQUIDOS

Ler níveis de líquidos com os olhos no mesmo plano horizontal do menisco



Estudo de:

- ✓ uma proveta graduada de 10 mL
- ✓ uma pipeta graduada de 10 mL
- ✓ uma pipeta volumétrica de 10 mL
- ✓ uma bureta de 25 mL

- ❖ Como são graduadas?
- ❖ Qual é a menor divisão da escala?
- ❖ Quais as suas inscrições e marcas?
- ❖ Qual a incerteza máxima que pode apresentar uma medida?

Nunca pipete com a boca!

Marília Peres - 2011

20

PREFIXOS APROPRIADOS PARA MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DAS UNIDADES SI

yotta	Y	10^{24}
zetta	Z	10^{21}
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
quilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deca	da	10^1

deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
fento	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
zepto	z	10^{-21}
yocto	y	10^{-24}