Unidades, Grandezas Físicas e Vetores - parte I

Disciplina de Física Experimental I - IME

P. R. Pascholati

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

01 de agosto de 2013

Sumário

Conteúdo da Aula

1. Informação sobre a Disciplina
2. Naturezada da Física
3. Padrões e Unidades
4. Como Exprimir o Valor de uma Grandeza

Sumário

Dia	Horário	Sala
Turma 11 - Paulo Pascholati		
Segunda-feira	08:00-09:40	
Terça-feira	14:00-15:40	
Quinta-feira	14:00-15:40	
Turma 13 - Valdir Bindilatti		
Segunda-feira	14:00-15:40	
Terça-feira	14:00-15:40	
Quinta-feira	14:00-15:40	

Informação sobre a Disciplina

Provas e Provinhas

Prova	Data	Horário
Provinha 1	15/8 (quinta)	
Provinha 2	29/8 (quinta)	
PROVA 1	12/9 (quinta)	14:00-16:00
Provinha 3	3/10 (quinta)	
Provinha 4	17/10 (quinta)	
PROVA 2	24/10 (quinta)	14:00-16:00
Provinha 5	7/11 (quinta)	
Provinha 6	21/11 (quinta)	
PROVA 3	28/11 (quinta)	14:00-16:00
PROVA SUB	5/12 (quinta)	14:00-16:00
PROVA REC		

Sumário

- Na construção da ciência Física são realizados observações cujos resultados juntamente com conceitos já estabelecidos se estabelece uma Teoria.
- Em geral, é preciso especificar as condições de validade da teoria. Por exemplo: a que de objetos no vácuo independente da forma, já no ar isso não é válido. É necessário incluir outros efeitos além da gravidade: empuxo, resistência do ar, etc.
- Quando se vai estudar de um fenômeno é usual de utilizar um modelo simplificado, em que envolve apenas as principais grandezas. Deixa-se os detalhes que não são importantes.

Na matemática se tem conjecturas que são demonstradas depois de séculos, outras ainda não foram demonstradas.

- Conjectura de Goldbach (1742), hoje *Teorema dos Números Primos*, ainda não demonstrada depois de numerosas observações.

  Todo número par maior que quatro pode ser escrito como a soma de dois números primos.

$$\begin{array}{ccccc} 2 & + & 2 & = & 4 \\ 2 & + & 3 & = & 5 \\ 3 & + & 3 & = & 6 \\ 3 & + & 5 & = & 8 \\ 3 & + & 7 & = & 10 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \end{array}$$

- Lei de Newcomb(1881)
  A lei da probabilidade da ocorrência de números é tal que a mantissa de seus logaritmos é igualmente provável.
  Dai decorre que a probabilidade para o primeiro dígito de um número é
  $$P(n) = log(1 + \frac{1}{n}) \tag{1}$$
  e a probabilidade para o segundo dígito de um número é
  $$P(n) = \sum_{k=1}^{9} log\left(1 + \frac{1}{10k + n}\right) \quad com \quad d = 0, 1, \ldots \tag{2}$$
  Em um estudo da lei por Benford(1938) foi colecionado um grande número de observações que a confirmam(vide próximo quadro). Assim é comum nomeá-la como lei de Benford. A lei foi demonstrada por Hill(1995). Ela é utilizada para a verificação da declaração de impostos, por exemplo.

Observações para a Lei de Newcomb-Benford

Benford 1938

Origem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Rivers, Area	31,0	16,4	10,7	11,3	7,2	8,6	5,5	4,2	5,1	335
Population	33,9	20,4	14,2	8,1	7,2	6,2	4,1	3,7	2,2	3259
Constants	41,3	14,4	4,8	8,6	10,6	5,8	1,0	2,9	10,6	104
Newspapers	30,0	18,0	12,0	10,0	8,0	6,0	6,0	5,0	5,0	100
Spec. Heat	24,0	18,4	16,2	14,6	10,6	4,1	3,2	4,8	4,1	1389
Pressure	29,6	18,3	12,8	9,8	8,3	6,4	5,7	4,4	4,7	703
H.P. Lost	30,0	18,4	11,9	10,8	8,1	7,0	5,1	5,1	3,6	690
Mol. Wgt.	26,7	25,2	15,4	10,8	6,7	5,1	4,1	2,8	3,2	1800
Drainage	27,1	23,9	13,8	12,6	8,2	5,0	5,0	2,5	1,9	159
Atomic Wgt.	47,2	18,7	5,5	4,4	6,6	4,4	3,3	4,4	5,5	91
$n^{-1}, \sqrt{n}, \cdots$	25,7	20,3	9,7	6,8	6,6	6,8	7,2	8,0	8,9	5000
Design	26,8	14,8	14,3	7,5	8,3	8,4	7,0	7,3	5,6	560
Digest	33,4	18,5	12,4	7,5	7,1	6,5	5,5	4,9	4,2	308
Cost Data	32,4	18,8	10,1	10,1	9,8	5,5	4,7	5,5	3,1	741
X-RayVolts	27,9	17,5	14,4	9,0	8,1	7,4	5,1	5,8	4,8	707
Am. League	32,7	17,6	12,6	9,8	7,4	6,4	4,9	5,6	3,0	1458
Black Body	31,0	17,3	14,1	8,7	6,6	7,0	5,2	4,7	54	1165
Addresses	28,9	19,2	12,6	8,8	8,5	6,4	5,6	5,0	5,0	342
$n^1, n^2 \cdots n!$	25,3	16,0	12,0	10,0	8,5	8,8	6,8	7,1	5,5	900
Death Rate	27,0	18,6	15,7	9,4	6,7	6,5	7,2	4,8	4,1	418
Média	30,6	18,5	12,4	9,4	8,0	6,4	5,1	4,9	4,7	1011
Incerteza	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	

Sumário

Padrões e Unidades

Grandeza Física é qualquer número utilizado para descrever quantitavamente um fenômeno físico. O sistema de unidades utilizado é o Sistema Internacional de Unidades, SI. Pode ser encontrado na página do Imetro ¡http://www.inmetro.gov.br¿.

A quantificação de uma grandeza necessita de um padrão da grandeza.

- Tempo - segundo (s) - a unidade de tempo segundo é definida como o tempo necessário para ocorrência de 9 192 631 770 ciclos de determinada radiação emitida na transição de um estado para outro do átomo de césio.
- Comprimento - metro (m) - a unidade de comprimento é a distância percorrida pela luz em 1/(299 792 458) do segundo.
- Massa - kilograma (kg) - a unidade massa é definida como a massa de um padrão de forma cilíndrica de uma liga de platina e irídeo que se encontra no Bureau international des Poids et Mesures – Escritório de Pesos e Medidas – situado em Paris, França.

As unidades de grandeza são substantivos masculinos: o grama, o segundo, o quilograma, etc.

Fator	Nome do Prefixo	Símbolo	Fator	Nome do Prefixo	Símbolo
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Incerteza

O valor resultante de uma medição de uma grandeza sempre possui um erro em relação ao valor verdadeiro da grandeza. (Valor verdadeiro muitas vezes é chamado erroneamente de *valor real*.) Como o valor verdadeiro da grandeza não é conhecido, o erro, diferença entre o valor resultante da medição da grandeza e o seu valor verdadeiro, também não é conhecido. Assim usamos o conceito de incerteza, que significa dúvida, para o desconhecimento que se tem do valor verdadeiro da grandeza.

Sumário

Dígitos Significativos
Definição

A precisão do resultado de uma grandeza obtida em um experimento está associada ao número de dígitos que compõe o valor numérico associada a ela. O número de dígitos significativos é definido como(Bevington);

1. O dígito não zero mais a esquerda em um número é o dígito mais significativo;
2. Se não há vírgula decimal, o dígito não zero mais à direita é o menos significativo;
3. Se há vírgula decimal, o dígito mais à direita é o menos significativo, mesmo que seja 0;
4. Todos os dígitos entre os dígitos mais significativo e menos significativos são nomeados dígitos significativos.

Dígitos Significativos

Exemplos

1. 1024 – 4 significativos – regras 1 e 2
2. 1,024 – 4 significativos – regras 1 e 3
3. 0,025 – 2 significativos – regras 1 e 3
4. 0,2000 – 4 significativos – regras 1 e 3
5. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19}$ – 10 significativos (carga do elétron em C) – regras 1 e 3
6. $8{,}854\ 187\ 817 \cdot 10^{-12}$ – 10 significativos (permitividade elétrica no vácuo em Fm) – regras 1 e 3
7. $25 \cdot 10^{-3}$ – 2 significativos – regras 1 e 2
8. 200 – 3 significativos – regras 1 e 2
9. 20,0 – 3 significativos regras 1 e 3
10. 0,200 – 3 significativos regras 1 e 3

Truncar um valor é diminuir o número de dígitos que o constitui sem se preocupar com a precisão que ele representa.
Exemplo de truncamento do valor $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19}$(carga do elétron em C):

1. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}602\ 176\ 56 \cdot 10^{-19}$ 9 dígitos
2. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}602\ 176\ 5 \cdot 10^{-19}$ 8 dígitos
3. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}602\ 176 \cdot 10^{-19}$ 7 dígitos
4. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}602\ 17 \cdot 10^{-19}$ 6 dígitos
5. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ 5 dígitos
6. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ 4 dígitos
7. $1{,}602\ 176\ 563 \cdot 10^{-19} \rightarrow 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ 3 dígitos

Arredondamento

Definição - Regras

Resultados experimentais devem ser apresentados com o número de significativos de acordo com a precisão experimental que se tem. Assim, trunca-se o resultado para ter o número de dígitos pretendido e daí trata-se os dígitos omitidos com uma fração decimal.

Regras de arredondamento:

1. se a fração decimal dos dígitos omitidos for maior que $\frac{1}{2}$, o dígito menos significativo é aumentado de uma unidade;
2. se a fração decimal dos dígitos omitidos for menor que $\frac{1}{2}$, o dígito menos significativo permanece inalterado;
3. se a fração decimal dos dígitos omitidos for igual a $\frac{1}{2}$, o dígito menos significativo é aumentado de uma unidade caso ele seja ímpar, caso contrário permanece com o mesmo valor.

Arredondamento

Exemplos

1. Arredondamento para quatro significativos:
   - 0,011475 $\rightarrow$ 0,01148 porque $\frac{5}{10} = 1/2$ e 7 é ímpar – regra 3
   - 0,011465 $\rightarrow$ 0,01146 porque $\frac{5}{10} = 1/2$ e 6 é par – regra 3
2. Arredondamento para três significativos:
   - 0,011475 $\rightarrow$ 0,0115 porque $\frac{75}{100} > \frac{1}{2}$ – regra 1
3. Arredondamento para um significativo:
   - 0,011475 $\rightarrow$ 0,01 porque $\frac{1475}{10000} < \frac{1}{2}$ – regra 2