F-128 – Física Geral I

Aula exploratória-01

UNICAMP – IFGW

2S - 2012

Unidades SI

UNIDADES SI

Nome	Símbolo	Grandeza
metro	m	Comprimento
kilograma	kg	Massa
segundo	s	Tempo
ampere	A	Corrente elétrica
kelvin	K	Temperatura termodinâmica
mole	mol	Quantidade de substância
candela	cd	Intensidade luminosa

Algarismos significativos

Mantêm-se nos cálculos somente a quantidade de algarismos compatível com as incertezas.

Questão: qual a distância aproximada entre uma sala do CB e a entrada do bandejão?

$L = 350 \pm 10$ m
$= (3.5 \pm 0.1) \times 10^2$ m

dois algarismos significativos bastam

Análise dimensional

A análise dimensional é a área da Física que se interessa pelas unidades de medida das grandezas físicas. Ela tem grande utilidade na previsão, verificação e resolução de equações que relacionam as grandezas físicas, garantindo sua correção e homogeneidade. A análise dimensional usa o fato de que as dimensões podem ser tratadas como grandezas algébricas, isto é, podemos somar ou subtrair grandezas nas equações somente quando elas possuem as mesmas dimensões.

Uma equação só pode ser fisicamente verdadeira se ela for dimensionalmente homogênea.

Em análise dimensional utilizamos apenas três grandezas: massa, comprimento e tempo, que são representadas pelas letras M, L e T, respectivamente. Podemos, a partir dessas grandezas, determinar uma série de outras.

Exemplo 1:

Tempo necessário para um objeto atingir o solo, solto a partir de uma altura h:

Hipótese: este tempo depende da massa do objeto, da altura *h* e da aceleração da gravidade *g*:

$$t \propto m^{\alpha} \times h^{\beta} \times g^{\gamma} \rightarrow [T] = [M]^{\alpha} \times [L]^{\beta} \times \left(\frac{[L]}{[T^2]} \right)^{\gamma}$$

Resposta (possível):

$$\left. \begin{array}{l} \alpha = 0 \\ \beta = +1/2 \\ \gamma = -1/2 \end{array} \right\} \rightarrow \quad t \propto \sqrt{\frac{h}{g}}$$

Exemplo 2:

Mas sabemos que a vida é mais complicada... Como implementar resistência do ar?

Hipótese: este tempo depende da densidade do meio, da área transversal do objeto, e da sua velocidade:

$$F \propto \rho_{ar}^{\alpha} \times area^{\beta} \times v^{\gamma} \quad \rightarrow \quad \frac{[M][L]}{[T]^2} = \left(\frac{[M]}{[L]^3}\right)^{\alpha} \times ([L]^2)^{\beta} \times \left(\frac{[L]}{[T]}\right)^{\gamma}$$

Resposta (possível):

$$\left.\begin{array}{l} \alpha = 1 \\ \beta = 1 \\ \gamma = +2 \end{array}\right\} \quad \rightarrow \quad F \propto \rho.A.v^2$$

Possível, mas não única (análise dimensional não é tudo!). Fórmula válida para altas velocidades (ver cap.6). O que mais poderíamos incluir?

Exemplo 3:

Num movimento oscilatório, a abscissa (x) de uma partícula é dada em função do tempo (t) por:

$$x = A + B\cos(Ct)$$

onde A, B e C são parâmetros constantes não nulos.

Adotando como fundamentais as dimensões M (massa), L (comprimento) e T (tempo), obtenha as fórmulas dimensionais de A, B e C.

Resolução: Levando-se em conta o princípio da homogeneidade dimensional, deve-se ter:

$$[A] = [x] = L \Rightarrow [A] = M^0 L T^0$$

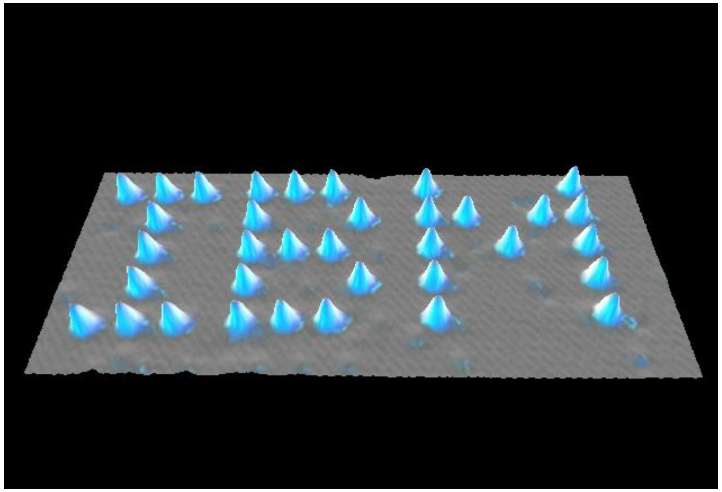
Como a função *cosseno* é aplicada a números puros:

$$[C][t] = M^0 L^0 T^0 \Rightarrow [C] = M^0 L^0 T^{-1}$$

$$[B][\cos(Ct)] = [x] = L \Rightarrow [B] = [x] = M^0 L T^0$$

Exercício 01

Em 1989, cientistas da IBM deslocaram átomos com um microscópio de tunelamento com varredura (*scanning tunneling microscope*, STM). Uma das primeiras imagens vistas pelo público foi a das letras IBM traçadas com átomos de xenônio sobre uma superfície de níquel. As letras IBM se estendiam por 15 átomos de xenônio. Se a distância entre os centros de átomos de xenônio adjacentes é 5 nm , estime quantas vezes "IBM" pode ser escrito numa página de caderno.



Exercício 02

Um bilionário ofereceu-se para lhe dar 2 bilhões de reais (em moedas de 1 real), apenas se você for capaz de contar o dinheiro. Você deveria aceitar a oferta? Suponha que você tem 18 anos e que pode contar uma moeda por segundo e que, ainda, necessita de 8 horas por dia para comer e dormir.

Exercício 03

Observa-se atualmente um derretimento acelerado da camada de gelo que cobre a Antártida, o que pode gerar um catastrófico aumento do nível das águas dos oceanos. Estime o aumento no nível do mar que haveria caso toda a camada de gelo de Antártida se derretesse e fluísse para o mar. Considere que a espessura da camada é de cerca de 2 km e sua área total igual a aproximadamente o dobro da área do território brasileiro. Considere finalmente que os oceanos cobrem cerca de 70% da área da superfície da Terra e que água e gelo têm a mesma densidade.

Exercício 04

Os tsunamis são ondas de comprimento de onda λ muito maior que a profundidade do oceano onde elas se propagam.

a) Nesse caso, sua velocidade de propagação v é função apenas de g, a aceleração da gravidade, e da profundidade p. Use análise dimensional para encontrar a dependência de v com g e p.

b) b) A energia transportada pelo tsunami é proporcional ao quadrado da amplitude (altura) A da onda e à extensão (comprimento) d do tsunami, $E = kA^2d$. A constante de proporcionalidade k depende de g, λ e da densidade da água ρ. Use análise dimensional para encontrar a dependência de k com as quantidades acima.

Exercício 05

Sabemos que a aceleração da gravidade é proporcional à massa do planeta Terra, M, e inversamente propocional ao quadrado de seu raio, R, a partir da fórmula:

$$g = G\,\frac{M}{R^2}$$

onde G é uma constante de proporcionalidade, chamada de constante gravitacional. Determine a dimensão de G.

Exercício 06

Em um laboratório de ensino, cinco grupos de estudantes determinaram os seguintes valores para a aceleração da gravidade local, g, em m/s^2:

$$9.8 \pm 0.3 \quad 9.5 \pm 1.0 \quad 9.7 \pm 0.6 \quad 9.9 \pm 0.6 \quad 10 \pm 1$$

Determine o valor médio para g e o seu erro com base nos resultados dos estudantes.

Resposta:

$$\bar{g} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N=5} g_i = 9.7799....$$

$$\Delta\bar{g} = \bar{g}\sqrt{\sum_{i=1}^{N=5}\left(\frac{\Delta g_i}{g_i}\right)^2} = 0.2887....$$

Estes números não tem significado algum isoladamente. O resultado final deve levar em conta o número de algarismos significativos destas medidas, portanto:

$$g_{\text{medio}} = 9.8 \pm 0.3$$

(A equação usada para o desvio padrão vale apenas para a média de medidas isoladas)

Exercício 07

À temperatura ambiente, o mercúrio é um metal líquido e tem uma densidade igual a (13,456 ±0,0005) g/cm^3. Qual será o volume ocupado por (1,00 ± 0,01) kg de mercúrio ?

Resposta:

$$\bar{V} = \frac{m}{\rho} = 74{,}3162\ldots\ \mathrm{cm}^3$$

$$\Delta\bar{V} = \bar{V}\sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)^2} = 0.743168\ldots.$$

Novamente estes números não tem significado algum isoladamente. O resultado final deve levar em conta o número de algarismos significativos destas medidas, portanto:

$$V_{\text{ocupado}} = (74{,}3 \pm 0.7)\mathrm{cm}^3$$

(A equação geral para o desvio padrão é feita através das derivadas parciais da equação do volume)