

## FÍSICA I

### AULA 01: GRANDEZAS FÍSICAS; SISTEMAS DE UNIDADES; VETORES

#### TÓPICO 03: ANÁLISE DIMENSIONAL

As três grandezas fundamentais comprimento, massa e tempo estão intimamente associadas à ideia de dimensão:

- dimensão de comprimento **L**,
- dimensão de massa **M** e
- dimensão de tempo **T**.

Mais tarde, quando estiver estudando Termodinâmica, você verá que essa afirmação será reconsiderada, mas por enquanto, na Mecânica, ela é perfeitamente válida. Dessa forma é possível expressar qualquer grandeza física **G** em função das grandezas fundamentais **COMPRIMENTO**, **MASSA** e **TEMPO**, ou em outras palavras, em função das dimensões dessas grandezas: **[M]**, **[L]** e **[T]**, respectivamente. Obtemos dessa forma a equação dimensional da grandeza **G**.



#### OLHANDO DE PERTO

A análise dimensional é muito importante. Através dela você poderá conferir se a solução de um problema está correta apenas pela lógica das unidades.

Imagine que você está andando por uma estrada, a 80 km/h e vê esta placa:



Fonte [1]

Não é preciso ser físico para compreender imediatamente que você precisa reduzir a velocidade, pois a placa indica que o limite máximo permitido é 60 km/h.

Você sabia que até pouco tempo era muito comum encontrarmos placas desse tipo escritas assim?



Fonte [2]

Percebeu o erro da placa?

Na aula 2, você aprenderá que a velocidade relaciona o espaço e o tempo, portanto a placa acima, representando a velocidade, está dimensionalmente errada. Se você for resolver um exercício onde deve calcular a velocidade de um móvel, a resposta para esse problema deverá ser dada em **KM/H** ou **M/S** ou ainda **CM/S**, já que se trata de velocidade. Se, ao fazer a análise dimensional da sua resposta, você encontrar uma unidade de m, ou km ou cm, como nas antigas placas de trânsito, algum erro você deve ter cometido.

Vamos analisar, por exemplo, a velocidade, uma grandeza, que como você verá mais tarde, expressa a distância percorrida  $\Delta S$  por unidade de tempo  $\Delta t$ :

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$
$$\left. \begin{array}{l} [\Delta s] = [L] \text{ (Comprimento)} \\ [\Delta t] = [T] \text{ (tempo)} \end{array} \right\} [v] = \frac{[L]}{[T]}$$

Esta é a equação dimensional da velocidade. Através dela você pode concluir que a unidade de velocidade no sistema SI é **M/S**.



#### LEITURA COMPLEMENTAR

Para saber mais sobre esse assunto veja, por exemplo, **CHAVES, ALAOR, SAMPAIO, J.F.** Física **BÁSICA – MECÂNICA**, Editora LTC, 1ª Edição, Rio de Janeiro, (2007) ou **ALVARENGA, Beatriz, MÁXIMO, Antônio.** **CURSO DE FÍSICA - Vol. 1**, Editora Scipione, 6ª Ed. São Paulo (2005).

### PADRÕES DE MEDIDAS

Você já sabe que existem ainda unidades de medidas tais como pé, polegada, que são usadas no sistema britânico, adotado nos países de língua inglesa. Entretanto o sistema mundialmente aceito é o sistema internacional (SI).

No sistema SI as unidades fundamentais para o comprimento, a massa e o tempo são, respectivamente o metro, o quilograma e o segundo.

## COMPRIMENTO

**COMPRIMENTO:** O metro é definido como o comprimento da trajetória percorrida pela luz no vácuo durante o intervalo de tempo de

$\frac{1}{299792458}$  de um segundo.

A unidade padrão para o comprimento, metro, foi originalmente definida em 1792 na França, como um décimo de milionésimo da distância entre o Pólo Norte e o Equador. Mais tarde esse padrão foi abandonado e uma nova definição para o metro foi adotada. Nessa nova definição o metro foi definido como a distância entre dois traços paralelos em uma barra de liga de platina e irídio, **(A BARRA DO METRO PADRÃO)** conservada na Repartição Internacional de Pesos e Medidas na França.

O desenvolvimento da ciência e tecnologia exigiu um padrão mais preciso e em 1960 foi adotado um novo padrão para o metro. Dessa vez o metro foi definido como:

1 metro é igual a 1.650.763,73 comprimentos de onda de uma luz vermelho-alaranjada emitida por átomos do gás do criptônio-86.

Achou estranho? O criptônio 86 é um isótopo do criptônio e essa definição foi escolhida de modo que o novo padrão para o metro ficasse o mais próximo possível do comprimento da barra de platina-irídio.

O valor adotado atualmente foi estabelecido em 1983 na 17ª Conferência Geral de Pesos e Medidas.

## MASSA

**MASSA:** A unidade de massa no sistema SI quilograma (kg) que é igual a mil gramas (g) é definida como a massa de um cilindro (Quilograma Protótipo N° 20) feito com uma liga de platina iridiada. Este padrão é guardado no Escritório Internacional de Pesos e Medidas que fica em Sèvres, França.

Na escala atômica existe um segundo padrão de massa que não é uma unidade do sistema SI. É a massa do átomo de  $C^{12}$  (Carbono 12), que por convenção internacional foi designada como a massa atômica de 12u (u = unidade de massa atômica unificada).

A relação entre o padrão de massa atômica e o quilograma padrão é:  
 $1u = 1,661 \times 10^{-27} \text{kg}$ .

Temos ainda a unidade que mede a quantidade de substância que no sistema SI é o mol.

Por exemplo, um mol de átomos de  $C^{12}$  tem massa = 12 gramas e contém uma quantidade de átomos numericamente igual à constante de Avogadro,  $N_A = 6,0221367 \times 10^{23}$  por mol.

**NOTA:** Um mol de qualquer substância contém o mesmo número de entes elementares. Assim: 1 mol de gás hélio contém  $N_A$  átomos de He, 1 mol de oxigênio contém  $N_A$  moléculas de  $O_2$ , e 1 mol de água contém  $N_A$  moléculas de  $H_2O$ .

## TEMPO

**Tempo:** A rotação da terra sobre o seu eixo foi, durante séculos, usada como um padrão de tempo. O segundo era definido como a fração  $1/86400$  do dia solar médio. Atualmente, o segundo é definido em termos da radiação característica de um átomo de  $Cs^{133}$  (Césio 133), que é empregado em relógio atômico.

Em 1967, a 13ª Conferência Internacional de Pesos e Medidas adotou o segundo como padrão internacional de medida de tempo. Esse padrão é baseado no relógio de césio e é definido como sendo 9192631770 períodos de determinada transição particular do átomo de césio 133 ( $Cs^{133}$ ). Essa resolução aumentou a precisão nas medidas de tempo, aumentando em cerca de mil vezes a precisão nos métodos astronômicos. Dentro dessa precisão se dois relógios de césio forem operados, se não houver outras fontes de erro, depois de 6000 anos de funcionamento eles mostrarão uma diferença de apenas um segundo em suas medidas.

O dia solar médio é a média sobre um ano da duração do dia. O dia é medido de meio-dia a meio-dia, isto é, sol a pino na linha do Equador.

## FATORES DE CONVERSÃO

Há várias outras unidades de medida além das que vimos aqui. Por exemplo, comprimento, também pode ser medido em polegadas (1 polegada

é igual a 2,54 cm) ou em jardas (1 jarda é igual a 0,9144 m, isso porque 1 jarda é igual a 3 pés e por sua vez 1 pé é igual a 12 polegadas).

### GRAFIA DOS SÍMBOLOS DAS UNIDADES

a) Os símbolos das unidades são invariáveis, não sendo admitido colocar, após o símbolo, seja ponto de abreviatura, seja "s" do plural, letras ou índices, por exemplo, o símbolo de watt é sempre W, qualquer que seja o tipo de potência a que se refira: mecânica, elétrica, térmica, etc.;

b) Os prefixos SI nunca são justapostos no mesmo símbolo, por exemplo, unidades como GWh, nm, pF, etc.; não devem ser substituídas por expressões em que se justaponham, respectivamente, os prefixos mega e quilo, mili e micro, micro e micro, etc.;

c) Os prefixos SI podem coexistir num símbolo composto por multiplicação ou divisão, por exemplo, kN.cm, kΩ.mA, kV/mm, MΩ.cm, kV/μs, etc.;

d) Os símbolos de uma mesma unidade podem coexistir num símbolo composto por divisão, por exemplo, Ω.mm<sup>2</sup>/m, kWh/h, etc.;

e) O símbolo é escrito no mesmo alinhamento do número a que se refere e não como expoente ou índice. São exceções os símbolos das unidades não SI de ângulo plano (° ' ") , os expoentes dos símbolos que têm expoente, o sinal ° do símbolo de graus Celsius e os símbolos que têm divisão indicada por traço de fração horizontal;

f) O símbolo de uma unidade composta por multiplicação pode ser formado pela justaposição dos símbolos componentes e que não cause ambiguidade de (VA, kWh, etc.) ou mediante a colocação de um ponto entre os símbolos componentes, na base da linha ou ameaia altura (N.m, m.s<sup>-1</sup>, etc.);

O símbolo de uma unidade que contém divisão pode ser formado por uma qualquer das três maneiras exemplificadas a seguir:  
 $W/(sr \cdot m^2), W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}, \frac{W}{sr \cdot m^2}$ , não devendo ser empregada esta última forma quando o símbolo, escrito em duas linhas diferentes puder causar confusão.



#### MATERIAL DE APOIO

Leia o texto "Grandezas físicas e sistemas de unidades" para apropriar-se mais sobre o assunto.

Vá a seção **MATERIAL DE APOIO** do ambiente SOLAR e baixe o arquivo "[GRANDEZAS](#)" (Visite a aula online para realizar download deste arquivo.).



#### LEITURA COMPLEMENTAR

1 - Chaves, Alaor, Sampaio, J. F, **FÍSICA BÁSICA – MECÂNICA**, Ed. LTC, 1ª Edição, Rio de Janeiro, (2007).

2

<http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/Regulamentacao/reg.htm#>

[3]



## FÓRUM

Faça uma pesquisa e descubra alguns fenômenos repetitivos que poderiam servir de padrão para uma medida de tempo razoável. Justifique as suas escolhas.

### FONTES DAS IMAGENS

---

1. <http://www.colonianoticias.com.uy/wp-content/uploads/2013/05/maxima-velocidad-60-km-por-hora.jpg>
2. [http://2.bp.blogspot.com/\\_OViKlQuf-HU/TFwi39CEtjI/AAAAAAAAAmU/IWwICKPKRs4/s320/60km1.JPG](http://2.bp.blogspot.com/_OViKlQuf-HU/TFwi39CEtjI/AAAAAAAAAmU/IWwICKPKRs4/s320/60km1.JPG)
3. <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/Regulamentacao/reg.htm#cap1>
4. <http://www.denso-wave.com/en/>



Responsável: Prof. Humberto de Andrade Carmona  
Universidade Federal do Ceará - Instituto UFC Virtual

