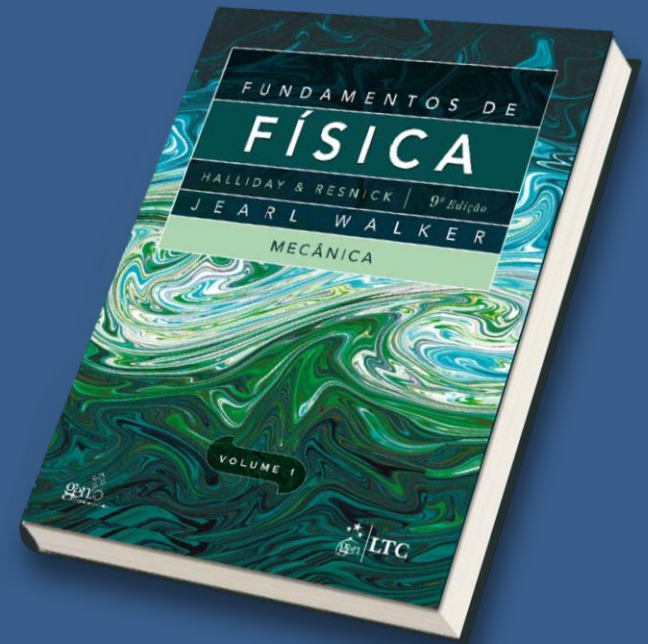


Halliday
Fundamentos de Física
Volume 1



LTC
EDITORA



www.grupogen.com.br

<http://gen-io.grupogen.com.br>



Saúde



ROCA



Jurídico



Exatas

LTC
EDITORA

Humanas



O GEN | Grupo Editorial Nacional reúne as editoras Guanabara Koogan, Santos, Roca, AC Farmacêutica, LTC, Forense, Método, E.P.U. e Forense Universitária



O GEN-IO | GEN – Informação Online é o repositório de material suplementar dos livros dessas editoras

www.grupogen.com.br

<http://gen-io.grupogen.com.br>

Capítulo 1

Medição

1.2 Medindo Grandezas

Medimos cada grandeza física em unidades, por comparação com um padrão.

A unidade é um nome particular que atribuímos às medidas de uma grandeza.

Os padrões devem ser acessíveis e invariáveis.

Por exemplo:

- 1 metro (1 m) é uma unidade de comprimento. Qualquer comprimento pode ser expresso em termos de 1 m. Um comprimento variável, como o do nariz de uma pessoa, não é uma boa unidade.

O Sistema Internacional de Unidades

O SI, ou Sistema Internacional de Unidades, também é chamado de sistema métrico.

As **grandezas fundamentais** do SI são o comprimento, o tempo, a massa, a temperatura, a quantidade de matéria, a corrente elétrica e a intensidade luminosa.

Todas as demais unidades são definidas em termos dessas grandezas fundamentais. A velocidade, por exemplo, é uma grandeza derivada das fundamentais, uma vez que é a razão entre a distância percorrida e o intervalo de tempo necessário para percorrer a referida distância.

Grandeza	Unidade SI	Símbolo
Comprimento	metro	m
Tempo	segundo	s
Massa	quilograma	kg
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de matéria	mole ou mol	mol
Corrente elétrica	ampère	A
Intensidade luminosa	candela	cd

Prefixos das Unidades do SI

Fator	Prefixo ^a	Símbolo	Fator	Prefixo ^a	Símbolo
10^{24}	iota-	I	10^{-1}	deci-	d
10^{21}	zeta-	Z	10^{-2}	centi-	c
10^{18}	exa-	E	10^{-3}	mili-	m
10^{15}	peta-	P	10^{-6}	micro-	μ
10^{12}	tera-	T	10^{-9}	nano-	n
10^9	giga-	G	10^{-12}	pico-	p
10^6	mega-	M	10^{-15}	femto-	f
10^3	quilo-	Q	10^{-18}	ato-	a
10^2	hecto-	h	10^{-21}	zepto-	z
10^1	deca-	da	10^{-24}	iocto-	i

^aOs prefixos mais usados aparecem em negrito.

A notação científica emprega potências de 10. Como por exemplo:

$$3.560.000.000 \text{ m} = 3,56 \times 10^9 \text{ m}.$$

Às vezes, nomes especiais são usados para expressar grandezas muito grandes ou muito pequenas. Como por exemplo:

$$\text{Por exemplo: } 2,35 \times 10^{-9} = 2,35 \text{ nanossegundos (ns)}$$

Mudança de Unidades

Podemos mudar as unidades de uma grandeza física usando um método conhecido como conversão em cadeia.

Por exemplo: como um minuto tem 60 segundos,

$$\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1 = \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

$$2 \text{ min} = (2 \text{ min}) \times (1) = (2 \text{ min}) \times \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = 120 \text{ s}$$

Uma razão como $(60 \text{ s})/(1 \text{ min})$, que aparece nas equações acima, é chamada de “Fator de Conversão”.

Comprimento

As várias definições do metro (a unidade de comprimento):

Em 1792, o metro foi definido como **um milionésimo da distância entre o polo norte e o equador.**

Mais tarde, o metro foi definido como **a distância entre duas linhas gravadas perto das extremidades de uma barra de platina-irídio**, a barra do metro-padrão, mantida no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, perto de Paris.

Em 1960, o metro foi definido como **1.650.763,73 comprimentos de onda de uma certa luz vermelho-alaranjada emitida pelo criptônio 86** em um tubo de descarga gasosa.

Em 1983, o metro foi definido como **a distância percorrida pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299.792.458 segundo.** De acordo com essa definição, a velocidade da luz é **EXATAMENTE 299.792.458 m/s.**

Comprimento

Alguns exemplos de comprimentos

Tabela 1-3

Alguns Comprimentos Aproximados

Descrição	Comprimento em Metros
Distância das galáxias mais antigas	2×10^{26}
Distância da galáxia de Andrômeda	2×10^{22}
Distância da estrela mais próxima, Proxima Centauri	4×10^{16}
Distância de Plutão	6×10^{12}
Raio da Terra	6×10^6
Altura do Monte Everest	9×10^3
Espessura desta página	1×10^{-4}
Comprimento de um vírus típico	1×10^{-8}
Raio do átomo de hidrogênio	5×10^{-11}
Raio do próton	1×10^{-15}

Comprimento: Estimativa de Ordem de Grandeza

PROBLEMA: O maior novelo do mundo tem cerca de 2 m de raio. Qual é a ordem de grandeza do comprimento L do fio que forma o novelo?

IDEIA: Vamos supor que o novelo é uma esfera com 2 m de raio. Para levar em conta os espaços vazios entre as diferentes voltas do fio, vamos supor que a seção reta do fio é um quadrado com 4 mm de lado.

CÁLCULOS: O volume total no novelo é aproximadamente o volume da esfera. Assim,

$$V = (4 \times 10^{-3})^2 \times L = \frac{4}{3}\pi R^3 \approx 4R^3$$

$$\Rightarrow L = \frac{4(2 \text{ m})^3}{(4 \times 10^{-3} \text{ m})^2} = 2 \times 10^6 \text{ m} = 3 \text{ km}$$

Tempo

Alguns Intervalos de Tempo Aproximados

Descrição	Intervalo de Tempo em Segundos
Tempo de vida do próton (teórico)	3×10^{40}
Idade do universo	5×10^{17}
Idade da pirâmide de Quéops	1×10^{11}
Expectativa de vida de um ser humano	2×10^9
Duração de um dia	9×10^4
Intervalo entre duas batidas de um coração humano	8×10^{-1}
Tempo de vida do múon	2×10^{-6}
Pulso luminoso mais curto obtido em laboratório	1×10^{-16}
Tempo de vida da partícula mais instável	1×10^{-23}
Tempo de Planck*	1×10^{-43}

*Tempo decorrido após o big bang a partir do qual as leis de física que conhecemos passaram a ser válidas.

Em 1967, o segundo padrão foi definido como o tempo necessário para **9.192.631.770 oscilações da luz emitida por um átomo de césio 133**.

Os relógios atômicos fornecem leituras de tempo muito precisas.

Um relógio atômico do National Institute of Standards and Technology (NIST) em Boulder, Colorado, EUA, é o padrão da Hora Coordenada Universal (UTC) nos Estados Unidos. O Observatório Nacional fornece a hora legal brasileira no site <http://pcdsh01.on.br>.

Massa

Um **cilindro de platina-irídio**, mantido no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, **possui a massa padrão de 1 kg**.

Outra unidade de massa é usada para medidas de massa atômica. Um átomo de carbono 12 possui uma massa de 12 unidades de massa atômica, cuja definição é a seguinte:

$$1 \text{ u} = 1,66053886 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Algumas Massas Aproximadas

Descrição	Massa em Quilogramas
Universo conhecido	1×10^{53}
Nossa galáxia	2×10^{41}
Sol	2×10^{30}
Lua	7×10^{22}
Asteroide Eros	5×10^{15}
Montanha pequena	1×10^{12}
Transatlântico	7×10^7
Elefante	5×10^3
Uva	3×10^{-3}
Grão de poeira	7×10^{-10}
Molécula de penicilina	5×10^{-17}
Átomo de urânio	4×10^{-25}
Próton	2×10^{-27}
Elétron	9×10^{-31}

Massa Específica

A massa específica é expressa em kg/m^3 e representada pela letra grega ρ (ρ).

Exemplo: Massa específica e liquefação

Um objeto pesado pode afundar no solo durante um terremoto se o tremor faz com que o solo passe por um processo de *liquefação*, no qual as partículas do solo deslizam umas em relação às outras quase sem atrito. Nesse caso, o solo se torna praticamente uma areia movediça. A possibilidade de liquefação de um solo arenoso pode ser prevista em termos do *índice de vazios* de uma amostra do solo, representado pelo símbolo e e definido da seguinte forma:

$$e = \frac{V_v}{V_g} \quad (1-9)$$

onde V_g é o volume total das partículas de areia na amostra e V_v é o volume total do espaço entre as partículas (isto é, dos *vazios*). Se e excede o valor crítico de 0,80, pode ocorrer liquefação durante um terremoto. Qual é a massa específica da areia, ρ_a , correspondente ao valor crítico? A massa específica do dióxido de silício (principal componente da areia) é $\rho_{\text{SiO}_2} = 2,600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

IDEIA-CHAVE

A massa específica da areia ρ_a em uma amostra é a massa por unidade de volume, ou seja, a razão entre a massa total m_a das partículas de areia e o volume total V_t da amostra:

$$\rho_a = \frac{m_a}{V_t} \quad (1-10)$$

Cálculos O volume total V_t de uma amostra é dado por

$$V_t = V_g + V_v.$$

Substituindo V_v pelo seu valor, dado pela Eq. 1-9, e explicitando V_g , obtemos:

$$V_g = \frac{V_t}{1 + e} \quad (1-11)$$

De acordo com a Eq. 1-8, a massa total m_a das partículas de areia é o produto da massa específica do dióxido de silício pelo volume total das partículas de areia:

$$m_a = \rho_{\text{SiO}_2} V_g \quad (1-12)$$

Substituindo esta expressão na Eq. 1-10 e substituindo V_g pelo seu valor, dado pela Eq. 1-11, obtemos:

$$\rho_a = \frac{\rho_{\text{SiO}_2}}{V_t} \frac{V_t}{1 + e} = \frac{\rho_{\text{SiO}_2}}{1 + e} \quad (1-13)$$

Fazendo $\rho_{\text{SiO}_2} = 2,600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $e = 0,80$ nesta equação, descobrimos que a liquefação acontece quando a massa específica da areia é menor que

$$\rho_a = \frac{2,600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}{1,80} = 1,4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3.$$

(Resposta)

Um edifício pode afundar vários metros por causa da liquefação.