

Escola de Educação Basica Cel CID Gonzaga

Prof. Maycol

Introdução à Física: 1º Ano do EM.

PORTO UNIÃO - SC

2026

Prof. Maycol

Introdução à Física: 1º Ano do EM.

Iniciação ao estudo da Física. **Escola de Educação
Básica Cel CID Gonzaga.**

PORTE UNIÃO - SC
2026

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1 Introdução à Física: Grandezas Físicas | 1 |
| 1.1 Fenômenos Observáveis | 1 |
| 1.2 O Sistema Internacional de Unidades (SI) | 1 |
| 1.2.1 Conversão de Unidades e Regra de Três | 2 |
| 1.2.2 Método do Fator de Conversão (Cancelamento de Unidades) | 2 |
| 1.3 Notação Científica | 2 |
| 1.4 Ordem de Grandeza | 3 |
| 1.5 Questões Conceituais | 4 |
| 1.6 Exercícios de Fixação | 5 |
| 1.7 Problemas Aplicados | 6 |
| 2 Cinemática | 7 |
| 2.1 Conceitos Fundamentais | 7 |
| 2.1.1 Referencial e Sistemas de Coordenadas | 7 |
| 2.1.2 Ponto Material e Corpo Extenso | 8 |
| 2.1.3 Trajetória | 8 |
| 2.2 Tipos de Movimento | 9 |
| 2.3 Velocidade | 9 |
| 2.3.1 Velocidade Instantânea | 9 |
| 2.3.2 Velocidade Escalar Média | 10 |
| A Sistema Internacional de Unidades | 12 |
| B Prefixos | 13 |
| C Alfabeto Grego | 14 |
| D Fatores de Conversão | 15 |
| E Constantes Físicas Fundamentais | 16 |
| E.1 Constantes Universais | 16 |
| E.2 Propriedades Térmicas da Matéria | 16 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----|--|---|
| 2.1 | Representação visual dos sistemas de coordenadas e suas respectivas origens (O). | 7 |
| 2.2 | Movimento relativo no ônibus | 8 |
| 2.3 | Movimento relativo no ônibus | 9 |
| 2.4 | Classificação do sentido do movimento em relação à orientação da trajetória. | 9 |

Listings

1 – Introdução à Física: Grandezas Físicas

A Física é a ciência que estuda os fenômenos fundamentais da natureza, buscando leis gerais que descrevam o comportamento da matéria e da energia (Nussenzveig, 2002).

Compreender o funcionamento do universo requer a medição precisa de diversas propriedades físicas, conhecidas como **grandezas físicas**. Por exemplo, a *massa*, o *tempo* e o *comprimento* são grandezas fundamentais que descrevem aspectos essenciais dos objetos e eventos ao nosso redor.

1.1 Fenômenos Observáveis

Os fenômenos da natureza podem ser classificados em dois tipos principais:

- **Fenômeno Físico:** Ocorre sem alterar a estrutura íntima da matéria. Exemplo: A queda de um corpo ou a mudança de estado físico da água.
- **Fenômeno Químico:** Altera a composição da matéria. Exemplo: A combustão de uma madeira.

1.2 O Sistema Internacional de Unidades (SI)

Para que a comunicação científica seja universal, utiliza-se o SI (Sistema Internacional de Unidades de Medida). Esse sistema foi criado com o intuito de padronizar e calibrar instrumentos no mundo todo. Essas grandezas são importantíssimas; vale a pena decorar, guardar e destacar, pois as revisitaremos no decorrer do ano. Na tabela 1.1, podemos observar as unidades que estudaremos:

Tabela 1.1: Grandezas Fundamentais no SI

| Grandeza | Unidade (SI) | Símbolo |
|-------------|-------------------------------|------------------|
| Comprimento | metro | m |
| Massa | quilograma | kg |
| Tempo | segundo | s |
| Velocidade | metro por segundo | m/s |
| Aceleração | metro por segundo ao quadrado | m/s ² |
| Força | newton | N |
| Energia | joule | J |

Nota: Para uma lista completa e detalhada, consulte o Apêndice A.

1.2.1 Conversão de Unidades e Regra de Três

Nem sempre os dados de um problema estarão no SI. Para converter unidades de forma segura, a **regra de três simples** é a ferramenta mais confiável, pois utiliza uma relação de equivalência conhecida (fator de conversão) para encontrar o valor desejado.

Exemplo: Converter 250 cm para metros. Sabemos que 1 m equivale a 100 cm. Montamos a proporção alinhando as unidades iguais:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m} &= 100 \text{ cm} \\ x \text{ m} &= 250 \text{ cm} \\ 100 \cdot x &= 1 \cdot 250 \implies x = \frac{250}{100} = 2,50 \text{ m} \end{aligned}$$

Para conversões comuns, consulte a tabela de fatores no Apêndice D.

1.2.2 Método do Fator de Conversão (Cancelamento de Unidades)

Para conversões múltiplas ou unidades compostas, o método mais eficiente é multiplicar o valor original por uma fração de equivalência (fator de conversão). O objetivo é posicionar a unidade que queremos "cortar" no lado oposto da fração.

Exemplo: Converter a velocidade de 72 km/h para m/s.

Precisamos de dois fatores: um para distância (1km = 1000m) e um para tempo (1h = 3600s).

$$v = 72 \text{ km/h} \cdot \underbrace{\left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right)}_{\text{Fator 1}} \cdot \underbrace{\left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)}_{\text{Fator 2}}$$

Calculando os valores:

$$v = \frac{72 \cdot 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{72000}{3600} \text{ m/s} = 20,0 \text{ m/s}$$

Este método reduz drasticamente a chance de erro ao lidar com unidades de área (m^2) ou volume (m^3), pois basta elevar o fator de conversão à potência desejada. Observe:

$$1 \text{ m}^2 = \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^2 = \frac{100^2 \text{ cm}^2}{1^2 \text{ m}^2} = 10.000 \text{ cm}^2$$

1.3 Notação Científica

Na física, lidamos com dimensões que variam do átomo às galáxias. Utilizamos a notação científica na forma geral 1.1 para expressar esses valores de maneira compacta e clara.

$$N \times 10^n, \quad \text{sendo } 1 \leq N < 10 \tag{1.1}$$

Aplicações: Expressar a velocidade da luz (3×10^8 m/s) ou a massa de um elétron de forma simplificada.

Na prática, o objetivo é reduzir o número de zeros, facilitando cálculos e comparações. Tudo que precisa ser feito é deslocar a vírgula para a direita ou esquerda, dependendo se o número é maior ou menor que 10. Como podemos ver:

- Para números menores que 10, deslocamos a vírgula para a direita, o que resulta em um expoente negativo. Cada casa deslocada corresponde a uma unidade a mais no expoente negativo.

1. Deslocar a vírgula em 1 casa: $0,52 = 5,2 \times 10^{-1}$
2. Deslocar a vírgula em 2 casas: $0,0502 = 5,02 \times 10^{-2}$
3. Deslocar a vírgula em 3 casas: $0,008 = 8 \times 10^{-3}$

Observe que o número antes do "x10" sempre fica entre 1 e 10.

- Para números maiores que 10, deslocamos a vírgula para a esquerda, o que resulta em um expoente positivo. Cada casa deslocada corresponde a uma unidade a mais no expoente positivo.

1. Deslocar a vírgula em 1 casa: $52 = 5,2 \times 10^1$
2. Deslocar a vírgula em 2 casas: $502 = 5,02 \times 10^2$
3. Deslocar a vírgula em 3 casas: $4500000 = 4,5 \times 10^6$

Observe que o zero entre dois números, deve ser expresso após a vírgula e entra na contagem.

1.4 Ordem de Grandeza

A ordem de grandeza é uma forma de classificar a magnitude de um número, expressando-a numa potência de 10. Ela é útil para comparar quantidades e entender a escala dos fenômenos físicos. A ordem de grandeza é determinada pelo expoente na notação científica mais o fator de proximidade logarítmico.

- Se o número N na notação científica $N \times 10^n$ for menor que $\sqrt{10}$, a ordem de grandeza é o expoente n como podemos ver em 1.2.

$$N < \sqrt{10} \implies [\text{OG}] = n \quad (1.2)$$

Lembrando que n é o expoente da base 10.

Exemplo 1: $3,2 \times 10^4$, como $3,1 < \sqrt{10}$ (3,1 menor que ..), a ordem de grandeza é 4.

Resposta: $[\text{OG}] = 4$. ($\text{OG} = \text{Ordem de Grandeza}$)

Exemplo 2: $1,7 \times 10^{-3}$, como $1,7 < \sqrt{10}$ ($1,7$ menor que ..), a ordem de grandeza é -3.

Resposta: [OG]=-3.

- Se o número N for maior ou igual a $\sqrt{10}$, a ordem de grandeza é o expoente $n + 1$ como podemos ver 1.3.

$$N > \sqrt{10} \implies [\text{OG}] = n + 1 \quad (1.3)$$

Exemplo 1: $6,5 \times 10^8$, como $6,5 \geq \sqrt{10}$ ($6,5$ maior que ..), a ordem de grandeza é $8+1 = 9$.

Resposta: [OG]=9.

Exemplo 2: $8,9 \times 10^{-4}$, como $8,9 \geq \sqrt{10}$ ($8,9$ maior que ..), a ordem de grandeza é $-4 + 1 = -3$.

Resposta: [OG]=-3.

Observação: A raiz quadrada de 10 ($\sqrt{10}$) é aproximadamente 3,16. Portanto, ao determinar a ordem de grandeza, compare o valor de N com 3,16 para decidir se deve usar o expoente ou somar 1. Segundo detalhe, cuidado com números negativos, pois ao somar 1 em um número negativo, o valor se aproxima de zero.

1.5 Questões Conceituais

1. Explique por que a criação do Sistema Internacional de Unidades (SI) foi um marco importante para o desenvolvimento tecnológico e comercial entre as nações.
2. Diferencie fenômeno físico de fenômeno químico, citando um exemplo do cotidiano para cada um que não tenha sido mencionado no texto.
3. No estudo da ordem de grandeza, por que utilizamos o valor de $\sqrt{10} \approx 3,16$ como critério de corte?
4. O que define se um número está ou não escrito corretamente em notação científica? Cite o intervalo permitido.

1.6 Exercícios de Fixação

Notação Científica e Ordem de Grandeza

5. Escreva os valores abaixo em notação científica:
 - (a) 0,0000000025 m (raio atômico)
 - (b) 149.600.000.000 m (distância Terra-Sol)
 - (c) 0,000001 s (tempo de um processo eletrônico)
 - (d) 5.970.000.000.000.000.000.000 kg (massa da Terra)
 - (e) 0,00000000016 C (carga elementar)
6. Determine a Ordem de Grandeza (OG) para cada item do exercício anterior.

- Conversão de Unidades (SI)**
7. Converta as seguintes medidas para a unidade padrão do SI utilizando Regra de Três:
 - (a) 1500 cm para metros.
 - (b) 2,5 km para metros.
 - (c) 300 min para segundos.
 - (d) 0,8 kg para gramas (conversão auxiliar).
 - (e) 2 h para segundos.
8. Utilize o Método do Fator de Conversão (cancelamento) para converter:
 - (a) 108 km/h para m/s.
 - (b) 5 m/s para km/h.
 - (c) 2 g/cm³ para kg/m³.
 - (d) 1 dia para segundos.
 - (e) 10 m² para cm².

1.7 Problemas Aplicados

9. **(Dados Reais)** A luz viaja no vácuo a uma velocidade constante de aproximadamente 300 000 km/s.
 - (a) Converta esta velocidade para metros por segundo (m/s) usando notação científica.
 - (b) Qual a Ordem de Grandeza desta velocidade no SI?
10. **(Estimativa)** Um estudante consome, em média, 2 litros de água por dia. Quantos mililitros (ml) ele terá consumido ao final de um ano (365 dias)? Expresse em notação científica.
11. **(Desafio de Fermi)** Estime quantas vezes o coração de um adolescente bate em um único dia, considerando uma frequência média de 75 batimentos/min. Apresente o resultado e sua Ordem de Grandeza.
12. **(Dados Reais)** A espessura de uma folha de papel comum é de aproximadamente 0,1 mm.
 - (a) Expresse essa espessura em metros (m) usando notação científica.
 - (b) Se empilharmos 1 milhão (10^6) dessas folhas, qual será a altura da pilha em quilômetros (km)?

2 – Cinemática

A Física como ciência é muito vasta e requer subdivisões de estudo, uma das grandes áreas que estuda o movimento em condições específicas é a cinemática.

A cinemática estuda o movimento dos corpos sem se preocupar com as causas que o produzem, ou seja, a cinemática descreve como os corpos se movem, enquanto a dinâmica estuda por que os corpos se movem.

2.1 Conceitos Fundamentais

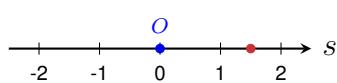
Antes de estudarmos o movimento, precisamos entender alguns conceitos básicos, como referencial, ponto material, corpo extenso e trajetória.

2.1.1 Referencial e Sistemas de Coordenadas

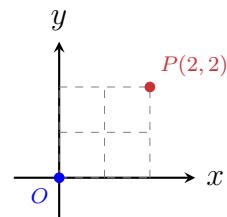
O **referencial** é o corpo ou lugar a partir do qual observamos os fenômenos. Para quantificar essa observação, utilizamos um **sistema de coordenadas**.

Sistema de Coordenadas e a Origem

O sistema de coordenadas 2.1 permite localizar o móvel no espaço. Todo sistema possui uma **origem** (Ponto Zero), que é o ponto de referência para a contagem das posições (s).



(a) Sistema Unidimensional (Reta)



(b) Sistema Bidimensional (Plano)

Figura 2.1: Representação visual dos sistemas de coordenadas e suas respectivas origens (O).

- **Movimento:** Variação da posição ao longo do tempo em relação ao referencial.
- **Reposo:** Posição sem alteração ao longo do tempo de acordo com o referencial adotado.

Qualquer corpo móvel ou fixo pode ser escolhido como referencial, desde que sua posição seja conhecida. O sistema de coordenadas é definido após estabelecer a métrica que frequentemente assume valores dentro do SI.

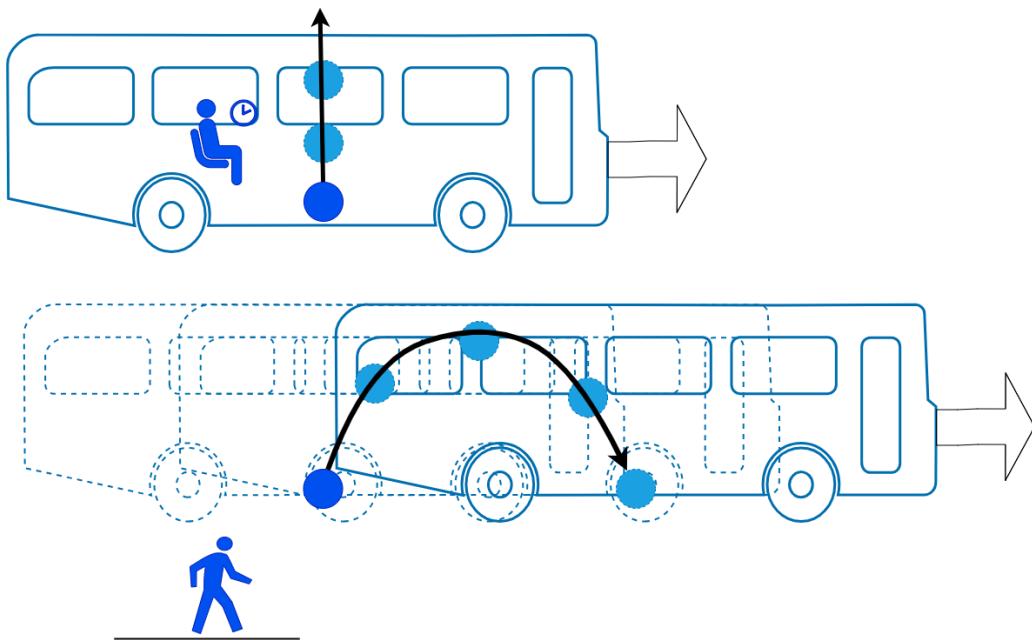


Figura 2.2: Ilustração do movimento relativo de uma esfera: Na figura superior, nota-se um passageiro observando o movimento vertical de uma esfera. Na figura inferior, nota-se um observador externo visualizando uma trajetória parabólica da mesma esfera.

Exemplo Prático

Considere uma rodovia: o quilômetro zero é a **origem**. Se um carro está parado no KM 20, ele está em repouso em relação à rodovia, mas em movimento em relação ao Sol (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.1.2 Ponto Material e Corpo Extenso

A classificação de um móvel depende da escala do fenômeno observado.

- **Ponto Material:** Suas dimensões são desprezíveis em relação ao fenômeno. Ex: Um planeta orbitando o Sol.
- **Corpo Extenso:** Suas dimensões são relevantes e influenciam no estudo. Ex: Um planeta sendo estudado quanto à sua rotação e inclinação do eixo.

Critério de Diferenciação

Para diferenciar, comparamos o tamanho do objeto (L) com a distância percorrida (D):

- Se $L \ll D$ (muito menor), temos um **ponto material**.
- Se $L \approx D$ (comparável), temos um **corpo extenso**.

2.1.3 Trajetória

É o lugar geométrico das posições sucessivas do móvel. Sua forma depende do referencial.

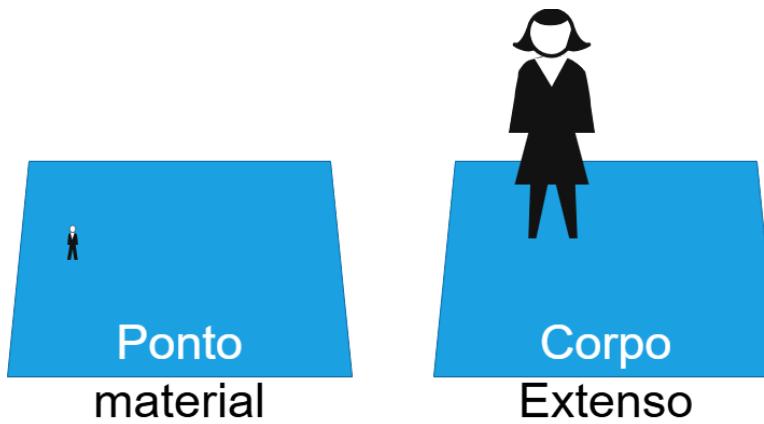


Figura 2.3: A figura demonstra a diferença entre um ponto material e um corpo extenso. À esquerda, uma pessoa sob uma superfície muito extensa. A direita, uma pessoa em uma superfície pequena, onde suas dimensões são relevantes.

2.2 Tipos de Movimento

- **Progressivo:** $v > 0$ (segue a orientação da via).
- **Retrógrado:** $v < 0$ (contra a orientação da via).



Figura 2.4: Classificação do sentido do movimento em relação à orientação da trajetória.

2.3 Velocidade

Mensura a taxa de variação da posição em relação ao tempo. Pode ser classificada em:

- **Velocidade Escalar Média:** Grandeza escalar que indica a rapidez média de um móvel.
- **Velocidade Instantânea:** Grandeza vetorial que indica a velocidade em um instante específico.

2.3.1 Velocidade Instantânea

A velocidade instantânea é a taxa de variação da posição num intervalo de tempo próximo a zero. É mensurado com o velocímetro do veículo. Podemos entender como um limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero.

2.3.2 Velocidade Escalar Média

A velocidade escalar média descreve a velocidade em que se deve ter, de maneira fixa, para percorrer uma dada distância naquele tempo. Diferente da velocidade instantânea, essa velocidade descreve todo um trajeto. A velocidade média pode ser determinada pela razão entre a distância percorrida (Δs) com o intervalo de tempo gasto (Δt), como podemos ver na equação 2.1.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Com:

$$\Delta s = s_f - s_i \longleftrightarrow \text{Variação da posição (Deslocamento)}$$

$$\Delta t = t_f - t_i \longleftrightarrow \text{Variação do tempo (Intervalo)}$$

$$v_m \longleftrightarrow \text{Velocidade Escalar Média}$$

REFERÊNCIAS

BIPM. **The International System of Units (SI)**. 9. ed. Sèvres, France, 2019. Disponível em: <https://www.bipm.org>. Acesso em: 20 maio 2024.

BONJORNO, R. A. **Física Completa: volume único**. São Paulo: FTD, 2001.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. [S. l.: s. n.], 2018. Acesso em: 03 fev. 2026. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br>.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: Volume único**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: volumes 1, 2, 3 e 4**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LUZ, A. M. R. de. **Física: Volume único (Coleção de olho no mundo do trabalho)**. São Paulo: Scipione, 2003.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: volumes 1 e 2**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

SAMPAIO, J. L. **Física: Ensino Médio Atual. Volume único**. São Paulo: Atual, 2003.

Apêndice A – Sistema Internacional de Unidades

Tabela A.1: Grandezas e Unidades no SI para o Ensino Médio

| Grandezza | Unidade (SI) | Símbolo |
|------------------------------|-------------------------------|----------|
| Comprimento | metro | m |
| Massa | quilograma | kg |
| Tempo | segundo | s |
| Corrente Elétrica | ampere | A |
| Temperatura Termodinâmica | kelvin | K |
| Quantidade de Substância | mol | mol |
| Intensidade Luminosa | candela | cd |
| Área | metro quadrado | m^2 |
| Volume | metro cúbico | m^3 |
| Frequência | hertz | Hz |
| Velocidade | metro por segundo | m/s |
| Aceleração | metro por segundo ao quadrado | m/s^2 |
| Força | newton | N |
| Pressão / Tensão | pascal | Pa |
| Energia / Trabalho / Calor | joule | J |
| Potência | watt | W |
| Carga Elétrica | coulomb | C |
| Diferença de Potencial (ddp) | volt | V |
| Resistência Elétrica | ohm | Ω |
| Capacitância | farad | F |
| Fluxo Magnético | weber | Wb |
| Indução Magnética (Campo B) | tesla | T |

Nota: Unidades como o grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$) são aceitas pelo SI, mas a unidade base para temperatura é o Kelvin.

Apêndice B – Prefixos

Os prefixos do SI permitem escrever quantidades muito grandes ou muito pequenas de forma simplificada, utilizando potências de base 10 (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Tabela B.1: Prefixos do SI, potências e representação decimal.

| Prefixo | Símbolo | Potência | Representação Decimal (Zeros) |
|-----------|---------|------------|--------------------------------------|
| Quetta | Q | 10^{30} | 1 seguido de 30 zeros |
| Ronna | R | 10^{27} | 1 seguido de 27 zeros |
| Yotta | Y | 10^{24} | 1.000.000.000.000.000.000.000.000 |
| Zetta | Z | 10^{21} | 1.000.000.000.000.000.000.000.000 |
| Exa | E | 10^{18} | 1.000.000.000.000.000.000.000 |
| Peta | P | 10^{15} | 1.000.000.000.000.000 |
| Tera | T | 10^{12} | 1.000.000.000.000 (12 zeros) |
| Giga | G | 10^9 | 1.000.000.000 (9 zeros) |
| Mega | M | 10^6 | 1.000.000 (6 zeros) |
| Quilo | k | 10^3 | 1.000 (3 zeros) |
| Hecto | h | 10^2 | 100 (2 zeros) |
| Deca | da | 10^1 | 10 (1 zero) |
| (unidade) | — | 10^0 | 1 (nenhum) |
| Deci | d | 10^{-1} | 0,1 (1ª casa decimal) |
| Centi | c | 10^{-2} | 0,01 (2ª casa decimal) |
| Mili | m | 10^{-3} | 0,001 (3ª casa decimal) |
| Micro | μ | 10^{-6} | 0,000.001 (6ª casa decimal) |
| Nano | n | 10^{-9} | 0,000.000.001 (9ª casa decimal) |
| Pico | p | 10^{-12} | 0,000.000.000.001 (12ª casa decimal) |
| Femto | f | 10^{-15} | 15ª casa decimal |
| Atto | a | 10^{-18} | 18ª casa decimal |
| Zepto | z | 10^{-21} | 21ª casa decimal |
| Yocto | y | 10^{-24} | 24ª casa decimal |
| Ronto | r | 10^{-27} | 27ª casa decimal |
| Quecto | q | 10^{-30} | 30ª casa decimal |

Apêndice C – Alfabeto Grego

A tabela abaixo apresenta as letras gregas mais utilizadas no estudo da Física e suas aplicações comuns.

Tabela C.1: Alfabeto Grego Completo e Aplicações na Física.

| Nome | Maiúscula | Minúscula | Aplicação Comum |
|---------|------------|------------|--|
| Alfa | A | α | Aceleração angular, decaimento radioativo |
| Beta | B | β | Radiação beta, velocidade relativa (v/c) |
| Gama | Γ | γ | Radiação gama, fator de Lorentz |
| Delta | Δ | δ | Variação (Δ), função delta de Dirac |
| Epsilon | E | ϵ | Permissividade elétrica, erro infinitesimal |
| Zeta | Z | ζ | Função zeta, amortecimento |
| Eta | H | η | Rendimento de máquinas térmicas, viscosidade |
| Theta | Θ | θ | Ângulos, temperatura |
| Iota | I | ι | Raramente usada em física básica |
| Kappa | K | κ | Constante dielétrica, compressibilidade |
| Lambda | Λ | λ | Comprimento de onda, constante linear de carga |
| Mu | M | μ | Coeficiente de atrito, permeabilidade magnética |
| Nu | N | ν | Frequência de onda (alternativa ao f) |
| Xi | Ξ | ξ | Deslocamento de partículas, autovalores |
| Ômicron | O | o | Raramente usada (idêntica ao 'o' latino) |
| Pi | Π | π | Constante circular, produtório |
| Rô | P | ρ | Densidade volumétrica, resistividade |
| Sigma | Σ | σ | Somatório, densidade superficial de carga |
| Tau | T | τ | Torque, constante de tempo, tensão de cisalhamento |
| Upsilon | Υ | υ | Partículas elementares (méson Upsilon) |
| Fi | Φ | ϕ | Fluxo magnético, fase inicial, potencial elétrico |
| Qui | X | χ | Susceptibilidade magnética/elétrica |
| Psi | Ψ | ψ | Função de onda (Mecânica Quântica) |
| Ômega | Ω | ω | Resistência elétrica, velocidade angular |

Apêndice D – Fatores de Conversão

Tabela D.1: Fatores de Conversão para Unidades do SI

| Grandezza | Unidade (Não-SI) | Equivalente SI |
|--------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Comprimento | 1 polegada (in) | $2,54 \cdot 10^{-2}$ m (exato) |
| | 1 pé (ft) | 0,3048 m (exato) |
| | 1 milha (mi) | 1,609 km |
| | 1 légua | 4,828 km |
| | 1 angstrom (\AA) | $1 \cdot 10^{-10}$ m |
| Massa | 1 onça (oz) | 28,35 g |
| | 1 libra (lb) | 0,4536 kg |
| | 1 tonelada (t) | $1 \cdot 10^3$ kg |
| | 1 slug | 14,59 kg |
| Volume | 1 litro (L) | $1 \cdot 10^{-3}$ m ³ |
| | 1 galão (gal) | 3,785 L |
| | 1 onça líquida (fl oz) | 29,57 mL |
| Velocidade | 1 km/h | 0,2778 m/s (ou $\div 3,6$) |
| | 1 milha/h (mph) | 0,4470 m/s |
| | 1 nó (knot) | 0,5144 m/s |
| Força | 1 libra-força (lbf) | 4,448 N |
| | 1 quilograma-força (kgf) | 9,8066 N |
| | 1 dina (dyn) | $1 \cdot 10^{-5}$ N |
| Pressão | 1 atmosfera (atm) | $1,013 \cdot 10^5$ Pa |
| | 1 bar | $1 \cdot 10^5$ Pa |
| | 1 torr (mmHg) | 133,3 Pa |
| | 1 psi | $6,895 \cdot 10^3$ Pa |
| Energia | 1 caloria (cal) | 4,186 J |
| | 1 elétron-volt (eV) | $1,602 \cdot 10^{-19}$ J |
| | 1 British Thermal Unit (BTU) | 1055 J |

Nota: Fatores expressos em notação científica seguem o padrão estabelecido pelo (BIPM, 2019).

Apêndice E – Constantes Físicas Fundamentais

E.1 Constantes Universais

As constantes abaixo são fundamentais para o desenvolvimento das leis da Física moderna e clássica (BIPM, 2019).

Tabela E.1: Constantes de Físicas

| Constante | Símbolo | Valor Aproximado | Unidade (SI) |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------------|
| Raio de Bohr | a_0 | $5,2917 \cdot 10^{-11}$ | m |
| Magneton de Bohr | μ_B | $9,2740 \cdot 10^{-24}$ | J/T |
| Magneton de Nuclear | μ_N | $5,0507 \cdot 10^{-27}$ | J/T |
| Constante de Rydberg | R_∞ | $1,0973 \cdot 10^7$ | m^{-1} |
| Constante de estrutura fina | α | $7,2973 \cdot 10^{-3}$ | (adimensional) |
| Massa do nêutron | m_n | $1,6749 \cdot 10^{-27}$ | kg |
| Massa do mûon | m_μ | $1,8835 \cdot 10^{-28}$ | kg |
| Comprimento de onda Compton | λ_C | $2,4263 \cdot 10^{-12}$ | m |
| Constante de Faraday | F | $9,6485 \cdot 10^4$ | C/mol |
| Constante de Wien | b | $2,8977 \cdot 10^{-3}$ | m K |
| Massa Solar | M_\odot | $1,9884 \cdot 10^{30}$ | kg |
| Raio Solar | R_\odot | $6,957 \cdot 10^8$ | m |
| Unidade Astronômica | au | $1,4959 \cdot 10^{11}$ | m |
| Parsec | pc | $3,0856 \cdot 10^{16}$ | m |

E.2 Propriedades Térmicas da Matéria

A tabela E.2 apresenta os valores de calor específico (c), as temperaturas de fusão (T_f) e ebulação (T_v), os calores latentes de fusão (L_f) e vaporização (L_v) e o coeficiente de dilatação linear (α) (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Tabela E.2: Propriedades Térmicas

| Substância | <i>c</i> (cal/g · °C) | <i>T_f</i> (°C) | <i>L_f</i> (cal/g) | <i>T_v</i> (°C) | <i>L_v</i> (cal/g) | α (10 ⁻⁶ /°C) |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Aço | 0,107 | 1535 | 65,0 | 2750 | 1520 | 11,0 |
| Água/Gelo | 1,00 | 0,00 | 80,0 | 100 | 540 | — |
| Álcool etílico | 0,580 | -114 | 24,9 | 78,0 | 204 | 750 |
| Alumínio | 0,215 | 660 | 94,0 | 2450 | 2720 | 23,0 |
| Chumbo | 0,0305 | 327 | 5,85 | 1750 | 208 | 29,0 |
| Cobre | 0,0920 | 1083 | 49,0 | 2567 | 1130 | 17,0 |
| Concreto | 0,200 | — | — | — | — | 12,0 |
| Diamante | 0,124 | 3550 | 400 | 4827 | 2200 | 1,00 |
| Estanho | 0,0540 | 232 | 14,1 | 2270 | 596 | 20,0 |
| Ferro | 0,107 | 1535 | 65,0 | 2750 | 1520 | 12,0 |
| Glicerina | 0,580 | 18,0 | 47,7 | 290 | 198 | 500 |
| Latão | 0,0920 | 900 | 40,0 | 1050 | 380 | 19,0 |
| Mercúrio | 0,0330 | -38,9 | 2,80 | 357 | 65,0 | 180 |
| Ouro | 0,0308 | 1063 | 15,4 | 2660 | 377 | 14,0 |
| Platina | 0,0320 | 1772 | 27,0 | 3827 | 600 | 9,00 |
| Prata | 0,0560 | 961 | 21,1 | 2193 | 558 | 19,0 |
| Tungstênio | 0,0320 | 3410 | 44,0 | 5555 | 1150 | 4,50 |
| Vidro (comum) | 0,200 | 1100 | — | — | — | 9,00 |
| Vidro (Pyrex) | 0,200 | 1260 | — | — | — | 3,20 |
| Zinco | 0,0930 | 420 | 24,0 | 907 | 422 | 30,0 |