

Física do Zero

Prof. Alfredo Sotto

Aula 01

Unidades, medidas e conversões

1) Unidades

Uma grandeza é tudo aquilo que pode ser medido. Desde os tempos mais remotos, sempre houve necessidade de medir. Como saber até onde ia um terreno de uma pessoa e começava o de outra? Foi preciso medir distâncias. No Egito existia a profissão do “harpedonopta” que significa “esticador de corda”. As cordas possuíam nós e ao esticar as cordas as medidas eram realizadas. O teorema de Pitágoras é uma relação entre distâncias que os egípcios conheciam. Realizar medidas com nós espaçados em uma corda é uma forma de medir, mas não há muita precisão nesse procedimento. As unidades de medida começaram a surgir com a evolução da humanidade e muitas delas remetiam a partes do corpo: pés, braça, polegada. A confusão criada pelas diferentes unidades acarretavam problemas entre regiões. Comprar ou vender produtos medidos com unidades diferentes criava dificuldades grandes para o comércio. Por volta de 1790, propostas de padronização de unidades foram surgindo. Em 1799, a Academia de Ciências da França apresentou o Sistema Métrico Decimal. Com o passar do tempo, muitos países passaram a adotar esse sistema. As grandezas básicas adotadas eram o metro, o quilograma e o segundo. Em 1960, aumentou a complexidade da padronização e o Sistema Internacional de Unidades (SI) foi consolidado. Atualmente o SI é composto por sete unidades fundamentais:

Grandeza	Unidade	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

2) Prefixos

Prefixo		10^n
Nome	Símbolo	
yotta	Y	10^{24}
zetta	Z	10^{21}
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
quilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deca	da	10^1
<i>nenhum</i>		10^0
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
zepto	z	10^{-21}
yocto	y	10^{-24}

(https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)

3) Expoentes: andando com vírgulas

Quando uma potência de 10 possui expoente positivo significa andar com a vírgula para direita (acrescentando zeros).

Quando uma potência de 10 possui expoente negativo significa andar com a vírgula para esquerda (acrescentando zeros).



Exemplos:

$$1 \times 10^4 = 1, \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad}, = 10\ 000$$

↑↑↑↑
1 2 3 4

$$2 \times 10^{-4} = \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} 2, = 0,0002$$

↑↑↑↑
4 3 2 1

$$0,456 \times 10^6 = 456 \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad}, = 4560000$$

↑↑↑↑↑↑
1 2 3 4 5 6

Dica: Se o número for inteiro (sem casas decimais) basta acrescentar zeros equivalentes ao número que está no expoente positivo. Se o número for inteiro basta acrescentar casas decimais correspondentes ao expoente negativo (ou o número de zeros colocando a vírgula no primeiro zero à esquerda).

Exemplo:

$$2 \times 10^5 = 200\ 000 \text{ (dois seguido de cinco zeros)}$$

$$3 \times 10^{-6} = 0,000\ 003 \text{ (seis casas decimais ou seis zeros com a vírgula no último zero).}$$

3) Ordem de Grandeza

É a potência de 10 mais próxima do valor esperado.

Boas estimativas são interessantes. Se alguém perguntar a você, qual a altura de um prédio como você irá proceder? Uma maneira é contar os andares e fazer a estimativa de altura de um andar.

Ao final, multiplicar os dois números. Essa prática é interessante, mas em certos casos isso não é possível. A ordem de grandeza (O.G.) vai lhe dar um parâmetro de valor próximo. A O.G. não é um valor exato, é um valor aproximado escrito em forma de potência de 10.

Ex.: Qual a ordem de grandeza do número de pessoas que cabem em uma sala de aula?

Pense nas potências de 10.

$10^0 = 1 \Rightarrow$ 1 pessoa é lógico que cabe na sala.

$10^1 = 10 \Rightarrow$ 10 pessoas também cabem na sala

$10^2 = 100 \Rightarrow$ 100 pessoas cabem (não necessariamente sentadas), mas está ficando exagerado

$10^3 = 1000 \Rightarrow$ 1000 pessoas passam do limite.

A resposta então é 10^2 pessoas. Embora pareça muito grande, é a potência de 10 que mais se aproxima de um valor possível.

Nem sempre esse método é prático, assim há um método tradicional.

Método:

- Fazer uma estimativa (ou usar uma fórmula que permita alguma estimativa)

- Escrever o número em notação científica. Notação científica é escrever o número com apenas um algarismo do lado esquerdo da vírgula e esse número não pode ser zero.

$$13000 = 1,3 \times 10^4$$

$$0,00000789 = 7,89 \times 10^{-6}$$

- Comparar o número (que antecede a potência de 10) com 3,16

Se o número for menor do que 3,16: a O.G. corresponde à potência de 10 encontrada na notação científica.

Se o número for maior ou igual a 3,16: acrescenta-se 1 unidade ao expoente.

Vamos ver o exemplo anterior.

Ex.: Qual a ordem de grandeza do número de pessoas que cabem em uma sala de aula?

Método:

Faça a estimativa: (pense em um número coerente com a pergunta, sem exageros)

60 pessoas.

Escreva em notação científica:

$6,0 \times 10^1$ pessoas

Compare o 6,0 com 3,16

6,0 é maior do que 3,16

Logo a sua resposta é a potência de 10 acrescida de 1

O.G. = $10^{1+1} = 10^2$ pessoas

Obs.: Por que 3,16?

Se você tem que aproximar 6,9 para apenas um número para qual número você aproxima?

Para 7 pois 6,9 é maior do que 6,5 que é a metade entre 6 e 7.

O mesmo raciocínio é válido para a O.G. só que com as potências de 10.

Isto é, a escolha da potência é feita pela proximidade. Se o número é maior ou igual a 3,16 ele está mais próximo da potência seguinte (10^1). Se o número é menor do que 3,16 está mais perto da potência anterior (10^0). Alguns autores acham interessante utilizar o 5,5 no lugar do 3,16 pois 5,5 é a média entre $1=10^0$ e $10=10^1$. A maioria dos exames de vestibular evita os números entre 3,16 e 5,5 para evitar confusão.

Exercícios

1. (Mackenzie) Certa grandeza física é medida, com unidades do Sistema Internacional (SI), em $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Se as unidades de medida utilizadas fossem as do sistema CGC, no qual, massa é medida em gramas (g) comprimento, em centímetros (cm) e tempo, em segundos (s) a correta equivalência entre as unidades nesses sistemas, relativa à medida da referida grandeza física é

- a) $1\text{g}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-1}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- b) $1\text{g}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-2}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- c) $1\text{g}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-3}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- d) $1\text{g}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-4}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- e) $1\text{g}\cdot\text{cm}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-5}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

2. (Uepg) A necessidade de medir é intrínseca à física. Uma grandeza física está relacionada a algo que possa ser medido, comparado a determinada unidade. O Sistema Internacional de Unidades – SI é composto por grandezas fundamentais e grandezas derivadas. Sobre as grandezas físicas e suas correspondentes unidades no SI, assinale o que for correto.

- 01) Quantidade de matéria é uma grandeza fundamental, e sua unidade é o mol.
- 02) Velocidade é uma grandeza derivada, e sua unidade é o metro/segundo.
- 04) Corrente elétrica é uma grandeza fundamental, e sua unidade é o ampère.
- 08) Temperatura termodinâmica é uma grandeza fundamental, e sua unidade é o kelvin.

3. (Uespi- adaptada) Estima-se que o planeta Terra tenha se formado há cerca de 4,5 bilhões de anos. Qual é a ordem de grandeza da idade da Terra em horas?

- a) 10^{12}
- b) 10^{14}
- c) 10^{16}
- d) 10^{17}
- e) 10^{19}

4. (Pucrj) Um objeto de 3,10 kg é liberado por um astronauta, a partir do repouso, e cai em direção à superfície do planeta Marte.

Calcule a força peso em Newtons atuando sobre o objeto, expressando o resultado com o número de algarismos significativos apropriado.

Considere a aceleração da gravidade $g_{\text{MARTE}} = 3,69 \text{ m/s}^2$.

- a) 31,0
- b) 11,439
- c) 11,44
- d) 11,4
- e) 6,79

5 (G1 - ifpe) No passado, Pernambuco participou ativamente da formação cultural, étnica, social e, até mesmo, quantitativa da população brasileira. No período colonial, e com a chegada dos portugueses à região, em 1501, o território foi explorado por Gaspar de Lemos, que teria criado feitorias ao longo da costa da colônia, possivelmente na atual localidade de Igarassu. A partir daí, a população da província só cresceu, porém, mesmo na época da ocupação holandesa (1630-1654), os colonos contavam entre 10^1 e 20^1 mil pessoas (não mencionamos aqui o grande quantitativo e mesmo pouco conhecido de indígenas que habitavam toda a província). Hoje, o Brasil possui cerca de 200^1 milhões de habitantes.

Na Física, expressamos a ordem de grandeza como o valor mais próximo de uma medida em potência de 10 . Em uma estimativa aproximada, podemos dizer que a ordem de grandeza do quantitativo de habitantes em nosso país, na atualidade, e de colonos, no período holandês, são, respectivamente,

- a) 10^3 e 10^6 .
- b) 10^6 e 10^3 .
- c) 10^8 e 10^4 .
- d) 10^8 e 10^5 .
- e) 10^{10} e 10^6 .

6. (Uema) Os espaços públicos fazem uso de muitos aparelhos de ar-condicionado, com vistas ao uso racional da energia-água. Sabendo-se que uma academia utiliza, na sua refrigeração, 10 aparelhos de ar-condicionado, o proprietário deseja reaproveitar a água proveniente das unidades condensadoras para o consumo da água nos seus banheiros.

Cada aparelho utilizado na academia condensa um volume de 20 litros, por dia, com consumo, em média, de 120.000 litros de água por mês (adote mês de 30 dias).

O percentual de economia de água obtido com o reaproveitamento da água condensada ao final do mês e a quantidade de aparelhos de ar condicionado que garantiriam uma economia de, pelo menos, 3% são, respectivamente,

- a) 4% e 6 aparelhos.
- b) 6% e 5 aparelhos.
- c) 6% e 4 aparelhos.
- d) 4% e 5 aparelhos.
- e) 5% e 6 aparelhos.

7. (Uece) A aceleração da gravidade próximo à superfície da Terra é, no Sistema Internacional de Unidades, aproximadamente 10m/s^2 . Caso esse sistema passasse a usar como padrão de comprimento um valor dez vezes menor que o atual, esse valor da aceleração da gravidade seria numericamente igual a

- a) 10.
- b) 1.
- c) 100.
- d) 0,1.

8. (Upe) Em uma partida típica de futebol, um jogador perde, em média, $3,0$ litros de líquido pelo suor. Sabendo que $1,0$ mililitro equivale ao volume de 10 gotas de suor, qual é a ordem

de grandeza do somatório de gotas que todos os jogadores transpiraram em todos os 64 jogos da Copa do Mundo 2014, no Brasil?

Considere que cada jogo contou com 22 atletas em campo, sem substituições.

- a) 10^4
- b) 10^5
- c) 10^6
- d) 10^7
- e) 10^8

9. (Ufc) Uma esfera de cobre com raio da ordem de micrômetros possui uma carga da ordem de dez mil cargas elementares, distribuídas uniformemente sobre sua superfície. Considere que a densidade superficial é mantida constante. Assinale a alternativa que contém a ordem de grandeza do número de cargas elementares em uma esfera de cobre com raio da ordem de milímetros.

- a) 10^{19} .
- b) 10^{16} .
- c) 10^{13} .
- d) 10^{10} .
- e) 10^1 .

10. (G1 - cftce) Um fumante compulsivo, aquele que consome em média cerca de 20 cigarros por dia, terá sérios problemas cardiovasculares. A ordem de grandeza do número de cigarros consumidos por este fumante durante 20 anos é de:

- a) 10^2
- b) 10^3
- c) 10^5
- d) 10^7
- e) 10^9



Gabarito Comentado

Resposta da questão 1: [E]

Sabendo que: $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ e $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$:

$$1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$$

Ou seja, para $1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$, basta dividir tudo por 10^5 :

$$1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Resposta da questão 2:

$$01 + 02 + 04 + 08 = 15.$$

Todas as proposições estão corretas.

Resposta da questão 3: [B]

Lembremos, antes, o critério para estabelecer ordem de grandeza (OG).

Escreve-se o número em notação científica: $N = k \times 10^n$.

$$\text{Se } \begin{cases} |k| < \sqrt{10} \Rightarrow \text{OG} = 10^n \\ |k| \geq \sqrt{10} \Rightarrow \text{OG} = 10^n \cdot 10^{n+1} \end{cases}$$

Para o exercício temos: $\Delta t = 4,5$ bilhões de anos.

$$\Delta t = 4,5 \times 10^9 \text{ anos} \times 365 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} = 3,9 \times 10^{13} \text{ horas.}$$

Mas:

$$3,9 > \sqrt{10} \Rightarrow \text{OG} = 10^{13+1} \Rightarrow \text{OG} = 10^{14}.$$

A ordem de grandeza é 10^{14} .

Resposta da questão 4: [D]

$$P = mg = 3,10 \times 3,69 = 11,4390\text{N}$$

O resultado deve ser expresso com o mesmo número de algarismos significativos da parcela mais pobre. As duas medidas têm três algarismos significativos. O resultado também deve ser expresso com três significativos.

Resultado: 11,4N.

Resposta da questão 5: [C]

Ordem de grandeza para a população atual:

$$200 \text{ milhões} = 200 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^8 \therefore \text{OG} = 10^8$$

Ordem de grandeza para a população da época da invasão holandesa:

$$20 \text{ mil} = 20 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^4 \therefore \text{OG} = 10^4$$

Resposta da questão 6: [E]

Economia mensal de água:

$$E = 20 \frac{\text{L}}{\text{dia} \cdot \text{ap}} \cdot 10 \text{ ap} \cdot 30 \text{ dias} \therefore E = 6000\text{L}$$

Porcentagem de economia de água:

$$E\% = \frac{\text{Vol. Cond.}}{\text{Vol. Total}} \cdot 100 = \frac{6000 \text{ L}}{120000 \text{ L}} \cdot 100 \therefore E\% = 5\%$$

Para uma economia de 3% de água, o volume condensado pelos aparelhos será:

$$E\% = \frac{\text{Vol. Cond.}}{\text{Vol. Total}} \cdot 100 \Rightarrow 3\% = \frac{\text{Vol. Cond.}}{120000 \text{ L}} \cdot 100 \therefore \text{Vol. Cond.} = 3600 \text{ L}$$

E o número de aparelhos para essa economia é de:

$$n = \frac{\text{Vol. Cond. Tot.}}{\frac{\text{Vol. Cond.}}{\text{ap} \cdot \text{dia}} \cdot 30 \text{ dias}} \Rightarrow n = \frac{3600 \text{ L}}{20 \frac{\text{L}}{\text{ap} \cdot \text{dia}} \cdot 30 \text{ dias}} \therefore n = 6 \text{ ap.}$$

Resposta da questão 7: [C]

A resolução da questão é direta: se a medida de comprimento fosse 10 vezes menor, ao invés do metro, o sistema de unidades adotaria o decímetro (dm) como padrão.

Como $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$,

$$g = 100 \text{ dm/s}^2$$

Resposta da questão 8: [E]

Cálculo das gotas:

$$\begin{aligned} \text{n}^\circ \text{ de gotas} &= \frac{3 \text{ L}}{\text{atleta} \cdot \text{jogo}} \cdot 22 \text{ atletas} \cdot 64 \text{ jogos} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{10 \text{ gotas}}{1 \text{ mL}} = \\ &= 4224 \cdot 10^4 \text{ gotas} = 4,224 \cdot 10^7 \text{ gotas} \end{aligned}$$

Possibilidades de resposta:

Usando a referência $5,5$ para o arredondamento, temos uma ordem de grandeza de 10^7 gotas.

Todavia, usando a referência $\sqrt{10} \approx 3,16$, a ordem de grandeza correta seria 10^8 gotas.

Consideramos aqui o gabarito com padrão 3,16. Contudo, no gabarito oficial a questão foi anulada devido à possibilidade de confusão entre alternativas possíveis para a resposta diante da não informação de qual critério utilizar para a tomada de decisão com relação ao arredondamento a ser utilizado. Sendo assim, teríamos margem para mais respostas.

É interessante discutir em sala essa situação com o aluno



Resposta da questão 9: [D]

Denominando S a área da esfera maior e S' a da menor, vem:

$$\frac{S}{S'} = \frac{4\pi R^2}{4\pi r^2} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \left(\frac{10^{-3}}{10^{-6}}\right)^2 = 10^6 \rightarrow S = 10^6 S'$$

A esfera maior deve conter 10^6 vezes mais cargas: $Q = 10^6 \times Q' = 10^6 \times 10^4 = 10^{10}$

Resposta da questão 10: [C]

$20 \text{ cigarros} \times 365 \text{ dias} \times 20 \text{ anos} = 146000 = 1,46 \cdot 10^5$ $OG = 10^5 \text{ cigarros}$