

**PRATIQUE**

Usando o fator de conversão do encarte deste livro, determine o comprimento em quilômetros de uma corrida automobilística de 500,0 mi.

**Resposta:** 804,7 km.



## Estratégias na química Respostas por estimativa

Uma vez um amigo comentou cinicamente que as calculadoras fazem com que você obtenha a resposta errada com mais rapidez. O que ele estava insinuando com essa observação é que a resposta estará errada a não ser que você use a estratégia correta para resolver o problema e tenha digitado os números corretamente. Entretanto, se você aprender a *estimar* respostas você será capaz de conferir se os resultados dos seus cálculos são razoáveis.

A idéia é fazer um cálculo preliminar usando números que são arredondados de tal modo que a aritmética se torne

fácil de resolver sem o uso de calculadora. Geralmente nos referimos a esse método como fazer uma estimativa ‘grosseira’, no sentido de que, mesmo que você não obtenha a resposta exata, tenha uma noção de sua ordem de grandeza. Ao trabalhar com as unidades usando análise dimensional e respostas estimadas, pode-se conferir rapidamente se as respostas para o cálculo são razoáveis.

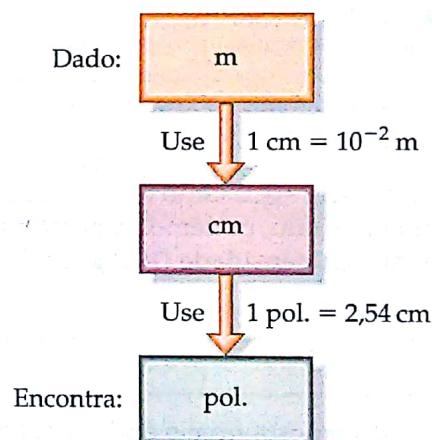
### Usando dois ou mais fatores de conversão

Geralmente é necessário usar mais de um fator de conversão na resolução de um problema. Por exemplo, suponha que queiramos saber o comprimento em polegadas de um bastão de 8,00 m. A tabela do encarte deste livro não fornece a relação entre metros e polegadas. No entanto, apresenta a relação entre centímetros e polegadas (1 pol. = 2,54 cm). Como temos conhecimento dos prefixos do sistema métrico, sabemos que  $1\text{ cm} = 10^{-2}\text{ m}$ . Logo, podemos converter passo a passo, primeiro de metros para centímetros, em seguida de centímetros para polegadas, como disposto na coluna.

Combinando a grandeza dada (8,00 m) e os dois fatores de conversão, temos:

$$\text{Número de polegadas} = (8,00 \text{ m}) \left( \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ pol.}}{2,54 \text{ cm}} \right) = 315 \text{ pol.}$$

O primeiro fator de conversão é empregado para cancelar metros e converter o comprimento para centímetros. Assim, metros são escritos no denominador, e centímetros, no numerador. O segundo fator de conversão é escrito para cancelar centímetros, portanto tem centímetros no denominador e polegadas, a unidade desejada, no numerador.



### COMO FAZER 1.10

A velocidade média de uma molécula de nitrogênio no ar a  $25^\circ\text{C}$  é 515 m/s. Converta essa velocidade para milhas por hora.

**Solução** Para passar da unidade dada, m/s, para a unidade desejada, mi/h, devemos converter metros para milhas e segundos para horas. Da relação dada no encarte do livro, encontramos que  $1\text{ mi} = 1,6093\text{ km}$ . Conhecendo os prefixos métricos, sabemos que  $1\text{ km} = 10^3\text{ m}$ . Assim, podemos converter metros para quilômetros e então converter km para mi. Sabemos que  $60\text{ s} = 1\text{ min}$  e que  $60\text{ min} = 1\text{ h}$ . Logo, podemos converter s em min e min em h.

Utilizando primeiro as conversões de distância e depois as de tempo, podemos montar uma equação longa na qual as unidades indesejáveis sejam canceladas:

$$\begin{aligned} \text{Velocidade em mi/h} &= \left( 515 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \left( \frac{1\text{ km}}{10^3\text{ m}} \right) \left( \frac{1\text{ mi}}{1,6093\text{ km}} \right) \left( \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}} \right) \left( \frac{60\text{ min}}{1\text{ h}} \right) \\ &= 1,15 \times 10^3 \text{ mi/h} \end{aligned}$$

Nossa resposta está com as unidades desejadas. Podemos conferir os cálculos utilizando o procedimento de estimativa descrito no quadro "Estratégias na química" já apresentada. A velocidade dada é aproximadamente 500 m/s. Dividindo-a por 1.000 passamos de m para km, resultando em 0,5 km/s. Uma vez que 1 mi é aproximadamente 1,6 km, esta velocidade corresponde a  $0,5/1,6 = 0,3$  mi/s. Multiplicando esse valor por 60, chegamos a aproximadamente  $0,3 \times 60 = 20$  mi/min. Multiplicando-se outra vez por 60, temos  $20 \times 60 = 1.200$  mi/h. O resultado da solução aproximada (ao redor de 1.200 mi/h) e o da solução detalhada (1.150 mi/h) são bem próximos. A resposta da solução detalhada tem três algarismos significativos, correspondendo ao número de algarismos significativos da velocidade em m/s.

### PRATIQUE

Um carro roda 28 mi com um galão de gasolina. Quantos quilômetros ele faz com 1 litro de gasolina?  
Resposta: 12 km/L.

## Conversões envolvendo volume

Os fatores de conversão mencionados até aqui transformam uma unidade de medida em outra unidade de mesma medida, tal como comprimento em comprimento. Temos também fatores de conversão para passar de uma medida para outra diferente. A densidade de uma substância, por exemplo, pode ser tratada como um fator de conversão entre massa e volume. Suponha que queremos saber a massa em gramas de duas polegadas cúbicas ( $2,00 \text{ pol.}^3$ ) de ouro, cuja densidade é  $19,3 \text{ g/cm}^3$ . A densidade nos dá os seguintes fatores:

$$\frac{19,3 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \quad \text{e} \quad \frac{1 \text{ cm}^3}{19,3 \text{ g}}$$

Uma vez que a resposta que queremos é a massa em gramas, constatamos que devemos usar o primeiro desses fatores, que tem massa em gramas no numerador. Entretanto, para usá-lo devemos primeiro converter polegadas cúbicas em centímetros cúbicos. A relação entre  $\text{pol.}^3$  e  $\text{cm}^3$  não é dada no encarte deste livro, mas a relação entre polegadas e centímetros é:  $1 \text{ pol.} = 2,54 \text{ cm}$  (exatos). Elevando ao cubo ambos os lados da equação, temos  $(1 \text{ pol.})^3 = (2,54 \text{ cm})^3$ , de onde escrevemos o fator de conversão desejado:

$$\frac{(2,54 \text{ cm})^3}{(1 \text{ pol.})^3} = \frac{(2,54)^3 \text{ cm}^3}{(1)^3 \text{ pol.}^3} = \frac{16,39 \text{ cm}^3}{1 \text{ pol.}^3}$$

Observe que tanto os números quanto suas unidades são elevados ao cubo. Além disso, uma vez que 2,54 é um número exato, podemos manter tantos dígitos em  $(2,54)^3$  quantos necessários. Usamos quatro dígitos, um a mais do que na densidade ( $19,3 \text{ g/cm}^3$ ). Utilizando os fatores de conversão, podemos resolver o problema:

$$\text{Massa em gramas} = (2,00 \text{ pol.}^3) \left( \frac{16,39 \text{ cm}^3}{1 \text{ pol.}^3} \right) \left( \frac{19,3 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \right) = 633 \text{ g}$$

A resposta final é dada com três algarismos significativos, o mesmo número de algarismos significativos de 2,00 e 19,3.

### COMO FAZER 1.11

Qual é a massa em gramas de 1,0 gal de água? A densidade da água é 1,00 g/mL.

**Solução** Antes de começarmos a resolver este exercício, observemos o seguinte:

1. Foi nos dado 1,00 gal de água.
2. Queremos obter a massa em gramas.
3. Temos os seguintes fatores de conversão dados, ordinariamente conhecidos ou disponíveis no encarte do livro:

$$\frac{1,00 \text{ g de água}}{1 \text{ mL de água}} \quad \frac{1 \text{ L}}{1.000 \text{ mL}} \quad \frac{1 \text{ L}}{1,057 \text{ qt}} \quad \frac{1 \text{ gal}}{4 \text{ qt}}$$

O primeiro desses fatores de conversão deve ser usado como está (com gramas no numerador) para fornecer o resultado desejado, enquanto o último deve ser invertido para que galões seja cancelado. A solução é dada por:

$$\text{Massa em gramas} = (1,00 \text{ gal}) \left( \frac{4 \text{ qt}}{1 \text{ gal}} \right) \left( \frac{1 \text{ L}}{1,057 \text{ qt}} \right) \left( \frac{1.000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \right) \left( \frac{1,00 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \right)$$

$$= 3,78 \times 10^3 \text{ g de água}$$

As unidades da nossa resposta final estão apropriadas e também cuidamos dos algarismos significativos. Podemos não são iguais a 1 dá simplesmente  $4 \times 1.000 = 4.000 \text{ g}$ , em concordância com os cálculos detalhados.

### PRATIQUE

- (a) Calcule a massa de 1,00 qt de benzeno considerando sua densidade 0,879 g/mL.
  - (b) Se o volume de um objeto é dado como 5,0 ft<sup>3</sup>, qual é o volume em metros cúbicos?
- Respostas:** (a) 832 g; (b) 0,14 m<sup>3</sup>.

## Estratégias na química A importância da prática

Se você alguma vez já tocou um instrumento musical ou praticou esportes, sabe que os segredos para o sucesso são prática e disciplina. Você não aprende a tocar piano simplesmente ouvindo música e não aprende a jogar basquete simplesmente assistindo aos jogos pela televisão. Do mesmo modo, você não aprende química simplesmente vendo seu professor fazer os experimentos. Em geral, para que você tenha um bom desempenho nas provas, não basta só ler este livro, assistir às aulas ou revisar suas anotações. Sua tarefa não é só entender como alguém usa a química, mas ser capaz de usá-la você mesmo. Isso exige prática regular, e prática regular exige autodisciplina até se tornar um hábito.

Ao longo deste livro, forneceremos exercícios na seção "Como fazer", nos quais as soluções são mostradas em detalhes. Um exercício denominado "Pratique", no qual só a resposta é dada, acompanha esta seção. É importante que você use esses exercícios como auxílio no aprendizado. Os exercí-

cios do final do capítulo fornecem questões adicionais para ajudá-lo a entender a matéria estudada. Os números sublinhados indicam exercícios com respostas no final do livro. Uma revisão de matemática básica é dada no Apêndice A.

Os exercícios Pratique apresentados neste livro e os trabalhos propostos por seu professor constituem a prática mínima necessária para você obter sucesso em seu curso de química. Só fazendo todos os problemas propostos, você enfrentará a variação completa de dificuldades e abrangência que seu professor espera de você para dominar os exames. Não existe substituto para um esforço determinado e talvez prolongado para resolver individualmente os problemas. Entretanto, se você ficar emperrado em um problema, peça ajuda ao seu professor, monitor ou um colega. Demorar tempo excessivo em um único exercício raramente é eficaz, a menos que você o encare como um desafio particular que requer pensamento e esforço extensivo.

## Resumo e termos-chave

**Introdução e Seção 1.1 Química** é o estudo da composição, estrutura, propriedades e mudanças da **matéria**. A composição da matéria está relacionada com os tipos de **elementos** nela contidos. A estrutura da matéria relaciona-se com a maneira que os **átomos** desses elementos estão arranjados. Uma **molécula** é uma entidade composta de dois ou mais átomos que se unem uns aos outros de forma específica.

**Seção 1.2** A matéria existe em três estados físicos, **gás**, **líquido** e **sólido**, os quais são conhecidos como **estados da matéria**. Existem dois tipos de **substâncias puras**: **elementos** e **compostos**. Cada elemento tem um único tipo de átomo e é representado por seu símbolo químico que consiste de uma ou duas letras, sendo a primeira maiúscula. Os compostos consistem de dois ou mais elementos unidos quimicamente. A **lei da composição constante**, também chamada de **lei das proporções definidas**, relata que a composição elementar de

um composto puro é sempre a mesma. A maior parte da matéria consiste de uma mistura de substâncias. As **misturas** têm composições variáveis e podem ser homogêneas ou heterogêneas; misturas homogêneas são chamadas de **soluções**.

**Seção 1.3** Cada substância tem um conjunto único de **propriedades físicas** e **químicas** que podem ser usadas para identificá-la. Durante uma **mudança física**, a matéria não muda sua composição. **Mudanças de estado** são físicas. Em uma **mudança química** (**reação química**), uma substância é transformada em outra quimicamente diferente. **Propriedades intensivas** independem da quantidade de matéria analisada e são usadas para identificar substâncias. **Propriedades extensivas** relacionam-se com a quantidade de substância presente. Diferenças nas propriedades físicas e químicas são usadas para separar substâncias.

O **método científico** é um processo dinâmico usado para responder a questões sobre nosso mundo físico. Observações e experiências levam a **leis científicas**, regras gerais que resumem como a natureza se comporta. As observações também levam a tentativas de explicações ou **hipóteses**. À medida que a hipótese é testada e melhorada, uma **teoria** pode ser desenvolvida.

**Seção 1.4** As medidas em química são determinadas pelo **sistema métrico**. Uma ênfase especial é dada a um conjunto particular de unidades métricas chamadas **unidades SI**, as quais são baseadas no metro, no quilograma e no segundo como unidades básicas de comprimento, **massa** e tempo, respectivamente. O sistema métrico emprega um conjunto de prefixos para indicar frações decimais ou múltiplos de uma unidade básica. A escala SI de temperatura é a **escala Kelvin**, apesar de a **escala Celsius** também ser freqüentemente usada. A **densidade** é uma propriedade importante, que é igual a massa dividida por volume.

**Seção 1.5** Todas as grandezas de medida são até certo ponto duvidosas. A **precisão** de uma medida indica o

grau de proximidade de diferentes medidas de grandeza. A **exatidão** de uma medida indica quão próxima ela está do valor aceitável ou ‘verdadeiro’. Os **algarismos significativos** em uma medida de grandeza incluem um dígito estimado, o último dígito da medida. Os algarismos significativos indicam o tamanho da incerteza da medida. Certas regras devem ser seguidas de modo que um cálculo envolvendo medidas de grandeza seja informado com o número apropriado de algarismos significativos.

**Seção 1.6** Na abordagem de **análise dimensional** para resolver um problema, observamos atentamente as unidades ao passo que incluímos medidas durante os cálculos. As unidades são multiplicadas, divididas ou canceladas como grandezas algébricas. Obter a unidade correta para o resultado final é uma maneira importante de conferir o método de cálculo. Ao converter unidades e ao resolver outros tipos de problema, **fatores de conversão** podem ser usados. Esses fatores são razões desenvolvidas a partir de relações válidas de outras grandezas equivalentes.

## Exercícios

### Classificação e propriedades da matéria

- 1.1 Classifique cada um dos seguintes itens como substância pura ou mistura; no caso de uma mistura, indique se é homogênea ou heterogênea: (a) arroz-doce; (b) água do mar; (c) magnésio; (d) gasolina.
- 1.2 Classifique cada um dos seguintes itens como substância pura ou mistura; no caso de uma mistura, indique se é homogênea ou heterogênea: (a) ar; (b) suco de tomate; (c) cristais de iodo; (d) areia.
- 1.3 Dê o símbolo químico dos seguintes elementos: (a) alumínio; (b) sódio; (c) bromo; (d) cobre; (e) silício; (f) nitrogênio; (g) magnésio; (h) hélio.
- 1.4 Dê o símbolo químico dos seguintes elementos: (a) carbono; (b) potássio; (c) cloro; (d) zinco; (e) fósforo; (f) argônio; (g) cálcio; (h) prata.
- 1.5 Dê nome aos elementos químicos representados pelos seguintes símbolos: (a) H; (b) Mg; (c) Pb; (d) Si; (e) F; (f) Sn; (g) Mn; (h) As.
- 1.6 Dê nome aos elementos químicos representados pelos seguintes símbolos: (a) Cr; (b) I; (c) Li; (d) Se; (e) Pb; (f) V; (g) Hg; (h) Ga.
- 1.7 Uma substância branca e sólida A é fortemente aquecida em ausência de ar. Ela decompõe-se para formar uma nova substância branca B e um gás C. O gás tem as mesmas propriedades que o produto obtido quando carbono é queimado com excesso de oxigênio. Baseado nessas observações, podemos determinar se os sólidos A e B são elementos ou compostos? Justifique suas conclusões para cada substância.
- 1.8 Em 1807 o químico inglês Humphry Davy passou uma corrente elétrica através de hidróxido de potássio fundido e isolou uma substância reativa clara e lustrosa. Ele reivindicou a descoberta de um novo elemento, o qual chamou de potássio. Naquela época,
- 1.9 Faça um desenho, como o da Figura 1.5, mostrando uma mistura homogênea de vapor de água e gás argônio (encontrado como átomos de argônio).
- 1.10 Faça um desenho, como o da Figura 1.5, mostrando uma mistura heterogênea de alumínio metálico (composto de átomos de alumínio) e gás oxigênio (composto de moléculas contendo dois átomos de oxigênio cada uma).
- 1.11 No processo de tentar caracterizar uma substância, um químico fez as seguintes observações: A substância é um metal prateado e brilhante, funde a 649 °C e entra em ebulição a 1.105 °C. Sua densidade a 20 °C é 1,738 g/cm<sup>3</sup>. Queima-se ao ar produzindo uma luz branca intensa. Reage com cloro para produzir um sólido branco quebradiço. Pode ser transformada em folhas finas ou fios. É um bom condutor de eletricidade. Quais dessas características são propriedades físicas e quais são propriedades químicas?
- 1.12 Leia as seguintes descrições do elemento zinco e indique quais são propriedades físicas e quais são propriedades químicas. O zinco é um metal cinza prateado que se funde a 420 °C. Quando grânulos de zinco são adicionados a ácido sulfúrico diluído, há desprendimento de hidrogênio e o metal dissolve-se. O zinco tem dureza de 2,5 na escala de Mohs e densidade de 7,13 g/cm<sup>3</sup> a 25 °C. Reage lentamente com o gás oxigênio a temperaturas elevadas para formar óxido de zinco, ZnO.
- 1.13 Caracterize cada um dos seguintes itens como um processo físico ou químico: (a) corrosão do alumínio metálico; (b) fusão do gelo; (c) Trituração da aspirina.

- na; (d) digestão de uma bala; (e) explosão da nitroglicerina.
- 1.14** Um palito de fósforo é aceso e mantido sob um pedaço de metal frio. São feitas as seguintes observações: (a) O palito de fósforo queima. (b) O metal esquenta. (c) A água condensa-se no metal. (d) Deposita-se fuligem (carbono) no metal. Quais desses acontecimentos são relativos a mudanças físicas e quais são relativos a mudanças químicas?
- 1.15** Um bêquer contém um líquido transparente e incolor. Se for água, como você determinará se existe sal de cozinha dissolvido? Não experimente!
- 1.16** Sugira uma método de separação em seus dois componentes para cada uma das seguintes misturas: (a) açúcar e areia; (b) ferro e enxofre.

## Unidades de medida

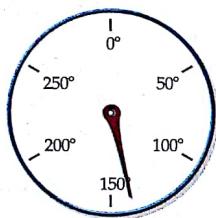
- 1.17** Qual potência decimal as seguintes abreviaturas representam: (a) d; (b) c; (c) f; (d)  $\mu$ ; (e) M; (f) k; (g) n; (h) m ou (i) p?
- 1.18** Use os prefixos métricos apropriados para descrever as seguintes medidas sem o uso de expoentes:  
 (a)  $6,5 \times 10^{-6}$  m; (b)  $6,35 \times 10^{-4}$  L; (c)  $2,5 \times 10^{-3}$  L; (d)  $4,23 \times 10^{-9}$  m<sup>3</sup>; (e)  $12,5 \times 10^{-8}$  kg; (f)  $3,5 \times 10^{-11}$  s; (g)  $6,54 \times 10^9$  fs.
- 1.19** Faça as seguintes conversões: (a) 25,5 mg para g; (b)  $4,0 \times 10^{-10}$  m para nm; (c) 0,575 mm para  $\mu$ m.
- 1.20** Converta (a)  $1,48 \times 10^2$  kg para g; (b)  $0,0023 \mu$ m para nm; (c)  $7,25 \times 10^{-4}$  s para ms.
- 1.21** Classifique cada um dos seguintes itens como medidas de comprimento, área, volume, massa, densidade, tempo ou temperatura: (a) 5 ns; (b)  $5,5 \text{ kg/m}^3$ ; (c) 0,88 pm; (d)  $540 \text{ km}^2$ ; (e) 173 K; (f) 2 mm<sup>3</sup>; (g) 23 °C.
- 1.22** Que tipo de grandeza (por exemplo, comprimento, volume, densidade) as seguintes unidades representam:  
 (a) mL; (b) cm<sup>2</sup>; (c) mm<sup>3</sup>; (d) mg/L; (e) ps; (f) nm; (g) K?
- 1.23** (a) Uma amostra de tetracloreto de carbono, um líquido usado no passado em lavagem a seco, tem uma massa de 39,73 g e um volume de 25,0 mL a 25 °C. Qual sua densidade a essa temperatura? Tetracloreto de carbono flutua na água? (Materiais que são menos densos do que a água flutuam.) (b) A densidade da platina a 20 °C é 21,45 g/cm<sup>3</sup>. Calcule a massa de 75,00 cm<sup>3</sup> de platina a essa temperatura. (c) A densidade do magnésio a 20 °C é 1,738 g/cm<sup>3</sup>. Qual é o volume de 87,50 g desse metal a essa temperatura?
- 1.24** (a) Um cubo de ósmio metálico de 1,500 cm de aresta tem uma massa de 76,31 g a 25 °C. Qual é a densidade em g/cm<sup>3</sup> a essa temperatura? (b) A densidade do titânio metálico é 4,51 g/cm<sup>3</sup> a 25 °C. Qual massa de titânio desloca 65,8 mL de água a 25 °C? (c) A densidade do benzeno a 15 °C é 0,8787 g/mL. Calcule a massa de 0,1500 L de benzeno a essa temperatura.
- 1.25** (a) Para identificar uma substância líquida, um estudante determinou sua densidade. Usando uma provete, ele mediu 45 mL de uma amostra da substância. Então mediu a massa da amostra tendo encontrado 38,5 g. Ele sabia que a substância tinha de ser álcool isopropílico (densidade 0,785 g/mL) ou tolueno (densidade 0,866 g/mL). Qual é a densidade calculada e a provável identidade da substância? (b) Em um experimento é necessário 45,0 g de etilenoglicol, um líquido cuja densidade é 1,114 g/mL. Em vez de pesar a amostra em uma balança, um químico escolhe usar uma pro-
- veta. Qual o volume de líquido ele deve usar? (c) Um cubo de metal mede 5,00 cm em cada aresta. Se o metal é o níquel, cuja densidade é 8,90 g/cm<sup>3</sup>, qual é a massa desse cubo?
- 1.26** (a) Depois que caiu a etiqueta de uma garrafa contendo um líquido límpido que se acredita ser benzeno, um químico mediu a densidade desse líquido para verificar do que se tratava. Uma amostra de 25,0 mL do líquido tinha uma massa de 21,95 g. Um manual de química do tipo do *CRC Handbook of Chemistry and Physics* aponta uma densidade de 0,8787 a 15 °C para o benzeno. A densidade calculada está de acordo com o valor tabelado? (b) Necessita-se, para um experimento, de 15,0 g de ciclo-hexano, cuja densidade a 25 °C é 0,7781 g/mL. Qual o volume de ciclo-hexano que deve ser usado? (c) Uma bola de chumbo tem 5,0 cm de diâmetro. Qual é a massa da bola se sua densidade é 11,34 g/cm<sup>3</sup>? (O volume de uma esfera é  $\left(\frac{4}{3}\right)\pi r^3$ .)
- [1.27]** O ouro pode ser transformado em lâminas extremamente finas conhecidas como folhas de ouro. Se um pedaço de ouro (densidade = 19,32 g/cm<sup>3</sup>) é transformado em uma lâmina medindo 2,4 × 1,0 ft, qual é a espessura média da lâmina em metros? Como pode-se expressar a espessura da lâmina sem o uso de notação exponencial, usando-se um prefixo métrico apropriado?
- [1.28]** Um bastão cilíndrico feito de silício tem 16,8 cm de comprimento e uma massa de 2,17 kg. A densidade do silício é 2,33 g/cm<sup>3</sup>. Qual é o diâmetro do cilindro? (O volume de um cilindro é dado por  $\pi r^2 h$ , onde  $r$  é o raio e  $h$  é o comprimento.)
- 1.29** Faça as seguintes conversões: (a) 62 °F para °C; (b) 216,7 °C para °F; (c) 233 °C para K; (d) 315 K para °F; (e) 2.500 °F para K.
- 1.30** (a) A temperatura em um dia de verão é 87 °F. Qual é a temperatura em °C? (b) O ponto de fusão do brometo de sódio (um sal) é 755 °C. Qual é a temperatura em °F? (c) O tolueno congela a -95 °C. Qual é seu ponto de congelamento em kelvins e em graus Fahrenheit? (d) Muitos dados científicos são relatados a 25 °C. Qual é essa temperatura em kelvins e em graus Fahrenheit? (e) O neônio, elemento gasoso usado na fabricação de placas luminosas, tem um ponto de fusão de -248,6 °C e um ponto de ebulição de -246,1 °C. Quais são essas temperaturas em kelvins?

### Incerteza na medida

- 1.31** Indique quais dos seguintes itens são números exatos:  
 (a) a massa de um clipe para papel; (b) a área de uma moeda norte-americana de dez centavos; (c) o número de polegadas em uma milha; (d) o número de onças em uma libra; (e) o número de microsegundos em uma semana; (f) o número de páginas em um livro.
- 1.32** Indique quais dos seguintes itens são números exatos:  
 (a) a massa de uma lata de café de 32 oz; (b) o número de estudantes em uma sala de aula de química; (c) a temperatura na superfície do Sol; (d) a massa de um selo; (e) o número de mililitros em um metro cúbico de água; (f) a altura média dos estudantes em sua escola.
- 1.33** Qual é o comprimento do lápis na figura a seguir? Quantos algarismos significativos existem nessa medida?



- 1.34** Um termômetro de forno com uma escala circular é mostrado a seguir. Qual é a temperatura marcada na



escala? Quantos algarismos significativos existem na medida?

- 1.35** Qual é o número de algarismos significativos em cada uma das seguintes medidas de grandeza? (a) 1.282 kg; (b) 0,00296 s; (c) 8,070 mm; (d) 0,0105 L; (e) 9,7750  $\times 10^{-4}$  cm.
- 1.36** Indique o número de algarismos significativos em cada uma das seguintes medidas: (a)  $5,404 \times 10^2$  km; (b) 0,0234 m<sup>2</sup>; (c) 5,500 cm; (d) 430,98 K; (e) 204,080 g.
- 1.37** Arredonde cada um dos seguintes números para quatro algarismos significativos e expresse o resultado em notação exponencial padrão: (a) 300,235800; (b) 456,500; (c) 0,006543210; (d) 0,000957830; (e)  $50,778 \times 10^3$ ; (f) -0,035000.
- 1.38** Arredonde cada um dos seguintes números para três algarismos significativos e expresse o resultado em notação exponencial padrão: (a) 143,700; (b) 0,09750; (c) 890,000; (d)  $6,764 \times 10^4$ ; (e) 33.987,22; (f) -6,5559.
- 1.39** Faça as seguintes operações e expresse sua resposta com o número apropriado de algarismos significativos: (a)  $21,405 + 5,80$ ; (b)  $13577 - 21,6$ ; (c)  $(5,03 \times 10^{-4})(3,6675)$ ; (d)  $0,05770 / 75,3$ .
- 1.40** Faça as seguintes operações e expresse sua resposta com o número apropriado de algarismos significativos: (a)  $320,55 - (6,104,5 / 2,3)$ ; (b)  $[(285,3 \times 10^5) - (1,200 \times 10^3)] \times 2,8954$ ; (c)  $(0,0045 \times 20.000,0) + (2.813 \times 12)$ ; (d)  $863 \times [1.255 - (3,45 \times 108)]$ .

### Análise dimensional

- 1.41** Ao fazer conversão de unidades, como você decide qual parte do fator de conversão estará no numerador e qual estará no denominador?
- 1.42** Usando a informação do encarte, escreva os fatores de conversão necessários para passar de: (a) mi para km; (b) oz para g; (c) qt para L.
- 1.43** Faça as seguintes conversões: (a) 0,076 L para mL; (b)  $5,0 \times 10^{-8}$  m para nm; (c)  $6,88 \times 10^5$  ns para s; (d)  $1,55 \text{ kg/m}^3$  para g/L; (e) 5,850 gal/h para L/s.
- 1.44** (a) A velocidade da luz no vácuo é  $2,998 \times 10^8$  m/s. Qual é essa velocidade em km/h? (b) Os oceanos contêm aproximadamente  $1,35 \times 10^9$  km<sup>3</sup> de água. Qual é esse volume em litros? (c) Um indivíduo com um alto nível de colesterol no sangue apresenta 232 mg de colesterol por 100 mL de sangue. Se o volume total de sangue de uma pessoa é 5,2 L, quantos gramas de colesterol essa pessoa tem?
- 1.45** Faça as seguintes conversões: (a) 5,00 dias para s; (b) 0,0550 mi para m; (c) US\$1,89/gal para dólares por litro; (d) 0,510 in./ms para km/h; (e) 22,50 gal/min para L/s; (f)  $0,02500 \text{ ft}^3$  para cm<sup>3</sup>.
- 1.46** Faça as seguintes conversões: (a) 145,7 ft para m; (b) 0,570 qt para mL; (c)  $3,75 \mu\text{m/s}$  para km/h; (d)  $3,97 \text{ yd}^3$  para m<sup>3</sup>; (e) US\$2,99/lb para dólares por kg; (f)  $9,75 \text{ lb/ft}^3$  para g/mL.

- 1.47** (a) Quantos litros de vinho podem ser colocados em um barril cuja capacidade é 31 gal? (b) A dose recomendada de Elixophyllin®, um medicamento usado no tratamento da asma, é 6 mg/kg de massa corporal. Calcule a dose em miligramas para uma pessoa de 150 lb. (c) Se um automóvel é capaz de rodar 254 mi com 11,2 gal de gasolina, qual é o consumo desse carro em km/L? (d) Uma libra de grãos de café produz 50 xícaras de café (4 xícaras = 1qt). Quantos mililitros de café podem ser obtidos de 1 g de grão de café?
- 1.48** (a) Se um carro elétrico é capaz de rodar 225 km com uma única carga, quantas cargas serão necessárias para se viajar de Boston, Massachusetts, para Miami, Flórida, uma distância de 1.486 mi, supondo que se inicie a viagem com uma carga máxima? (b) Se uma ave migratória voa a uma velocidade média de 14 m/s, qual é sua velocidade média em mi/h? (c) Qual o deslocamento, em litros, de um pistão de motor cujo deslocamento é 450 pol.<sup>3</sup>? (d) Em março de 1989, o Exxon Valdez encalhou e derramou 240 mil barris de petróleo cru nas costas do Alasca. Um barril de petróleo é igual a 42 gal. Quantos litros de petróleo foram derramados?
- 1.49** A densidade do ar a pressão atmosférica normal e 25 °C é 1,19 g/L. Qual é a massa, em quilogramas, do ar em uma sala que mede  $12,5 \times 15,5 \times 8,0$  ft?

- 1.50 A concentração de monóxido de carbono em um apartamento na cidade é  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Qual a massa em gramas de monóxido de carbono presente em uma sala que mede  $9,0 \times 14,5 \times 18,8 \text{ ft}^3$ ?
- 1.51 Uma refinaria de cobre produz um lingote de cobre com massa igual a 150 lb. Se o cobre é transformado em fio cujo diâmetro é 8,25 mm, quantos pés de cobre podem ser obtidos desse lingote? A densidade do cobre é  $8,94 \text{ g}/\text{cm}^3$ .
- 1.52 O dólar de prata Morgan norte-americano tem uma massa de 26,73 g. A lei obriga que ele tenha 90% de prata e o restante em cobre. (a) Quando a moeda foi cunhada

no final do século XVII, a prata valia US\$ 1,18 por onça troy (31,1 g). A esse preço, qual é o valor da prata no dólar de prata? (b) Hoje, a prata é vendida a US\$ 5,30 por onça troy. Quantos dólares de prata Morgan são necessários para obter-se US\$ 25,00 de prata pura?

- 1.53 Usando as técnicas de estimativa, determine quais dos seguintes itens é o mais pesado e qual é o mais leve: um saco de 5 lb de batatas, um saco de 5 kg de açúcar ou 1 gal de água (densidade = 1,0 g/mL)?
- 1.54 Usando as técnicas de estimativa, coloque esses itens em ordem crescente de tamanho: uma corda de 57 cm, um sapato de 14 pol. de comprimento e um cano de 1,1 m.

### Exercícios adicionais

- 1.55 Qual o significado dos termos composição e estrutura quando se referem a matéria?
- 1.56 Classifique cada um dos seguintes itens como uma substância pura, uma solução ou uma mistura heterogênea: uma moeda de ouro; uma xícara de café; uma prancha de madeira. Quais as ambigüidades existentes em se determinar com clareza a natureza dos materiais descritos?
- 1.57 (a) Qual a diferença entre uma hipótese e uma teoria? (b) Explique a diferença entre uma teoria e uma lei científica. Qual delas explica como a matéria se comporta e qual explica por que ela se comporta dessa maneira?
- 1.58 Uma amostra de ácido ascórbico (Vitamina C), sintetizada no laboratório, contém 1,50 g de carbono e 2,00 g de oxigênio. Outra amostra de ácido ascórbico isolada de frutas cítricas contém 6,35 g de carbono. Quantos gramas de oxigênio ela contém? Em que lei você está se baseando para responder a essa pergunta?
- 1.59 Dois estudantes determinaram a porcentagem de chumbo em uma amostra como uma prática de laboratório. A porcentagem real é 22,52%. Os resultados dos estudantes para três determinações são os seguintes:
1. 22,52; 22,48; 22,54
  2. 22,64; 22,58; 22,62
- (a) Calcule a porcentagem média para cada conjunto de dados e diga qual conjunto é mais exato, baseado na média. (b) A precisão pode ser julgada examinando-se a média dos desvios do valor médio para cada conjunto de dados. (Calcule o valor médio para cada conjunto de dados, depois calcule a média dos desvios absolutos para cada conjunto.) Qual estudante foi mais preciso?
- 1.60 O uso dos algarismos significativos em cada uma das seguintes declarações está apropriado? Justifique sua resposta. (a) A tiragem de *Seleções* em 1976 foi 17.887.229. (b) Existem mais de 1,4 milhões de pessoas nos Estados Unidos com sobrenome Brown. (c) A média anual de chuva em São Diego, Califórnia, é 20,54 cm. (d) Entre 1978 e 1992, no Canadá, o predomínio de obesidade entre homens subiu de 6,8% para 12,0%.
- 1.61 O neônio tem um ponto de ebulação de  $-246,1^\circ\text{C}$ . Qual é essa temperatura em kelvins? E em  $^\circ\text{F}$ ?
- 1.62 Dê as unidades SI derivadas para as seguintes grandezas: (a) aceleração = distância/tempo<sup>2</sup>; (b) força = massa  $\times$  aceleração; (c) trabalho

= força  $\times$  distância; (d) pressão = força/área; (e) potência = trabalho/tempo.

- 1.63 Um recipiente de 40 lb de musgo em decomposição mede  $14 \times 20 \times 30 \text{ in}$ . Um recipiente de 40 lb de material da camada superior do solo tem um volume de 1,9 gal. Calcule as densidades médias do musgo em decomposição e do material da camada superior do solo em  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Estaria correto dizer que o musgo em decomposição é mais ‘leve’ do que o material da camada superior do solo? Explique.
- 1.64 Pequenas esferas com massas iguais são feitas de chumbo (densidade =  $11,3 \text{ g}/\text{cm}^3$ ), prata ( $10,5 \text{ g}/\text{cm}^3$ ) e alumínio ( $2,70 \text{ g}/\text{cm}^3$ ). Qual esfera tem o maior diâmetro e qual tem o menor?
- 1.65 As substâncias líquidas mercúrio (densidade =  $13,5 \text{ g}/\text{mL}$ ), água ( $1,00 \text{ g}/\text{mL}$ ) e ciclo-hexano ( $0,778 \text{ g}/\text{mL}$ ) não formam solução quando misturadas, mas separam-se em camadas distintas. Esboce a posição relativa dos líquidos em um tubo de ensaio.
- 1.66 A produção anual de hidróxido de sódio nos Estados Unidos em 1999 foi de 23,2 bilhões de libras. (a) Quantos gramas de hidróxido de sódio foram produzidos nesse ano? (b) A densidade do hidróxido de sódio é  $2,130 \text{ g}/\text{cm}^3$ . Quantos quilômetros cúbicos foram produzidos?
- 1.67 (a) Você recebe uma garrafa que contém  $4,59 \text{ cm}^3$  de um sólido metálico. A massa total da garrafa com o sólido é 35,66 g. A garrafa vazia possui massa igual a 14,23 g. Qual é a densidade do sólido? (b) O mercúrio é comercializado por ‘frascos’, uma unidade que tem 34,5 kg de massa. Qual é o volume de um frasco de mercúrio, sabendo-se que a densidade do mercúrio é  $13,6 \text{ g}/\text{mL}$ ? (c) Um estudante de graduação tem a idéia de remover uma esfera de pedra decorativa, cujo raio é 28,9 cm, da frente de um prédio do *campus*. Se a densidade da pedra é  $3,52 \text{ g}/\text{cm}^3$ , qual é a massa da esfera? (O volume de uma esfera é  $V = (4/3)\pi r^3$ .) É provável que ele suma com a pedra sem a ajuda de alguém?

- [1.68] Uma amostra de um sólido com massa igual a 32,65 g é colocada em um frasco. Tolueno, um líquido no qual esse sólido é insolúvel, foi adicionado ao frasco até perfazer um volume total de sólido e líquido de 50,00 mL. O sólido e o tolueno juntos pesam 58,58 g. A densidade do tolueno à temperatura do experimento é  $0,864 \text{ g}/\text{mL}$ . Qual é a densidade do sólido?

- [1.69] Suponha que você decida definir sua própria escala de temperatura usando os pontos de congelamento ( $-11,5^{\circ}\text{C}$ ) e ebulação ( $197,6^{\circ}\text{C}$ ) do etilenoglicol. Se você fixa o ponto de congelamento como  $0^{\circ}\text{G}$  e o ponto de ebulação como  $100^{\circ}\text{G}$ , qual será o ponto de congelamento da água nessa nova escala?
- 1.70 Recentemente, um dos autores deste livro completou uma meia-maratona, uma corrida de rua de 13 mi, 192 yd, com o tempo de 1h, 44 min e 18 s. (a) Qual a velocidade média do corredor em milhas por hora? (b) Qual o ritmo do corredor em minutos e segundos por milha?
- 1.71 A distância da Terra até a Lua é de aproximadamente 240.000 mi. (a) Qual a distância em metros? (b) O *Concorde SST* tem uma velocidade aproximadamente igual a  $2.400\text{ km/h}$ . Se o *Concorde* pudesse voar para a Lua, quantos segundos ele gastaria?
- 1.72 A moeda norte-americana de 25 centavos tem massa de  $5,67\text{ g}$  e aproximadamente  $1,55\text{ mm}$  de espessura. (a) Quantas moedas teriam de ser empilhadas para se atingir  $575\text{ ft}$ , a altura do monumento de Washington? (c) Qual o valor contido nessa pilha? (d) Em 1998 o débito americano era de US\$ 4,9 trilhões. Quantas pilhas iguais à descrita seriam necessárias para liquidar esse débito?
- 1.73 Nos Estados Unidos, a água usada para irrigação é medida em pés-acre. Um pé-acre de água é o suficiente para cobrir exatamente 1 ft de profundidade. Um acre é  $4.840\text{ ft}^2$ . Um pé-acre de água é o suficiente para abastecer duas famílias normais por um ano. Água dessalinizada custa aproximadamente US\$ 2.480 por pé-acre. (a) Qual o custo por litro da água dessalinizada? (b) Qual seria o custo por dia de uma família se essa fosse a única fonte de água?
- [1.74] Um recipiente cilíndrico de raio  $r$  e altura  $h$  tem um volume de  $\pi r^2 h$ . (a) Calcule o volume em centímetros cúbicos de um cilindro com raio de  $3,55\text{ cm}$  e altura de  $75,3\text{ cm}$ . (b) Calcule o volume em metros cúbicos de um cilindro cuja altura é 22,5 pol. e cujo diâmetro é 12,9 pol. (c) Calcule a massa em quilogramas de um volume de mercúrio igual ao volume do cilindro do item (b). A densidade do mercúrio é  $13,6\text{ g/cm}^3$ .
- [1.75] Um tubo cilíndrico de vidro com  $15,0\text{ cm}$  de comprimento, fechado de um lado, é abastecido com etanol. A massa de etanol necessária para encher o tubo é  $11,86\text{ g}$ . A densidade do etanol é  $0,789\text{ g/mL}$ . Calcule o diâmetro interno do tubo, em centímetros.
- [1.76] O ouro é misturado com outros metais para aumentar sua dureza e fabricar jóias. (a) Considere um pedaço de uma jóia de ouro que pese  $9,85\text{ g}$  e tenha um volume de  $0,675\text{ cm}^3$ . A jóia contém apenas ouro e prata, cujas densidades são  $19,3\text{ g/cm}^3$  e  $10,5\text{ g/cm}^3$ , respectivamente. Supondo que o volume total da jóia é a soma dos volumes de ouro e prata que ela contém, calcule a porcentagem de ouro (em massa) na jóia. (b) A quantidade relativa de ouro em uma liga é geralmente expressa em unidades de quilates. O ouro puro tem 24 quilates, e a porcentagem de ouro na liga é dada como uma porcentagem desse valor. Por exemplo, uma liga com 50% de ouro tem 12 quilates. Dê a pureza da jóia de ouro em quilates.
- [1.77] Suponha que você receba uma amostra de um líquido homogêneo. O que você faria para determinar se a amostra é uma solução ou uma substância pura?
- [1.78] A cromatografia (Figura 1.14) é um método simples, porém confiável, para separar uma mistura em suas substâncias constituintes. Suponha que você está usando a cromatografia para separar uma mistura de duas substâncias. Como você sabe se a separação foi bem-sucedida? Você pode propor uma maneira de qualificar – se boa ou ruim – a separação?
- [1.79] Você é designado para separar certo material granulado, que tem densidade de  $3,62\text{ g/cm}^3$ , de um material granulado não desejado que tem uma densidade de  $2,04\text{ g/cm}^3$ . Você quer fazer isso agitando a mistura em um líquido no qual o material mais pesado afunda e o mais leve flutua. Um sólido flutuará em qualquer líquido que seja mais denso. Usando um “manual” de química, encontre a densidade das seguintes substâncias: tetracloreto de carbono, hexano, benzeno e iodeto de metila. Supondo que não existam interações entre o líquido e os sólidos, qual desses líquidos servirá para seu propósito?
- [1.80] Os conceitos de exatidão e precisão não são fáceis de compreender. Aqui estão dois conjuntos de estudos: (a) Determinou-se a massa de um padrão de peso secundário pesando-o em uma balança muito precisa sob condições laboratoriais cuidadosamente controladas. Tomou-se a média de 18 medidas diferentes como o peso-padrão. (b) Entrevistou-se um grupo de 10 mil homens com idades entre 50 e 55 anos para determinar uma relação entre calorias ingeridas e nível de colesterol no sangue. O questionário da entrevista é bem detalhado, inquirindo os entrevistados sobre sua alimentação, se fumam, o que bebem e assim por diante. Os resultados são relatados mostrando que, para homens de certo estilo de vida análogo, existe 40% de chance do nível de colesterol no sangue ser acima de 230 para os que consomem mais de 40 calorias por grama do peso corporal por dia, comparado com os que consomem menos de 30 calorias por grama de peso corporal por dia.
- Discuta e compare esses dois estudos em termos de precisão e exatidão dos resultados em cada caso. Como os estudos se distinguem conceitualmente de modo a afetar a exatidão e a precisão de uma dada medida? Em cada um dos estudos, qual o fator que não pode ser controlado e que poderia afetar a exatidão e a precisão? Quais medidas, de forma geral, podem ser tomadas para se atingir precisão e exatidão melhores?