A.33 Tem sido dito ironicamente que o único exercício que algumas pessoas fazem é levar um garfo à boca. Qual é a energia gasta para levantar um garfo cheio, de massa total 40,0 g, até a altura de 0,50 m, 30 vezes durante uma refeição?

A.34 Calcule a energia liberada quando um elétron é trazido do infinito até a distância de 53 pm de um próton. (Esta é a distância mais provável de se encontrar um elétron em um átomo de hidrogênio.) A energia liberada quando um elétron e um próton formam um átomo de hidrogênio é 13,6 elétrons-volt (eV; 1 eV = 1,602 × 10 J). Explique a diferença.

A.35 A expressão  $E_n = mgh$  aplica-se somente nas vizinhanças da superfície da Terra. A expressão geral para a energia potencial de uma massa m à distância R do centro da Terra (de massa m<sub>1</sub>) é

 $E_{\tau} = -Gm_{\tau}m/R$ . Escreva  $R = R_{\tau} + h$ , em que  $R_{\tau}$  é o raio da Terra, e mostre que quando  $b \ll R_{\tau}$  essa expressão geral se reduz ao caso especial e encontre uma expressão para g. Você vai precisar usar a expansão  $(1 + x)^{-1} = 1 - x + \cdots$ .

A.36 A expressão para a energia potencial de Coulomb é muito semelhante à expressão da energia potencial gravitacional geral, dada no Exercício A.35. Será que existe uma expressão semelhante a  $E_p = mgh$ , a mudança de energia potencial quando um elétron muito afastado de um próton se aproxima até uma distância h pequena? Encontre a expressão da forma  $E_v = egh$ , com uma expressão apropriada para g, usando o mesmo procedimento do Exercício A.35.

## B ELEMENTOS E ÁTOMOS

A ciência é a busca da simplicidade. Embora a complexidade do mundo pareça ilimitada, ela tem origem na simplicidade fundamental que a ciência busca descrever. A contribuição da química para essa busca é mostrar como tudo que nos cerca - montanhas, árvores, pessoas, computadores, cérebros, concreto, oceanos - é, de fato, constituído por um punhado de entidades simples.

Os gregos antigos tinham a mesma ideia. Eles pensavam que havia quatro elementos - terra, ar, fogo e água - que podiam produzir todas as outras substâncias quando combinados nas proporções corretas. Seu conceito de elemento é semelhante ao nosso, mas, sabemos agora, com base em experimentos, que existem na realidade mais de 100 elementos que – em várias combinações – compõem toda a matéria da Terra (Fig. B.1).



FIGURA B.1 Amostras de elementos comuns. Em sentido horário, a partir do bromo, líquido de cor marrom--avermelhada, estão o mercúrio, líquido prateado e os sólidos iodo, cádmio,

## fósforo vermelho e cobre.

## B.1 Atomos

Os gregos perguntavam-se o que acontecería se eles dividissem a matéria em pedaços cada vez menores. Haveria um ponto no qual teriam de parar, porque os pedaços não teriam mais as mesmas propriedades do conjunto, ou eles poderiam continuar indefinidamente? Sabemos hoje que existe um ponto em que temos de parar. Em outras palavras, a matéria é feita de partículas inimaginavelmente pequenas. A menor partícula possível de um elemento é chamada de átomo. A história do desenvolvimento do modelo moderno do átomo é uma excelente ilustração de como os modelos científicos são construídos e revisados e continua no Capítulo 1.

O primeiro argumento convincente em favor dos átomos foi apresentado, em 1807, pelo professor de escola elementar e químico inglês John Dalton (Fig. B.2). Ele mediu muitas vezes a razão entre as massas dos elementos que se combinam para formar as substâncias a que chamamos de "compostos" (veja a Seção C) e verificou que as razões entre as massas mostravam uma tendência. Ele encontrou, por exemplo, 8 g de oxigênio para cada 1 g de hidrogênio em todas as amostras de água que estudou, mas que em outro composto

B.1 Atomos

B.2 Modelo nuclear

**B.3** Isótopos

B.4 Organização dos elementos

O Apêndice 2D lista os nomes e os símbolos químicos de todos os elementos e dá a origem dos seus nomes.

O nome átomo vem do grego e significa "não divisível".



FIGURA B.2 John Dalton (1766-1844), o professor inglês que usou medidas experimentais para sustentar que a matéria é formada por átomos.