

Elemento químico, fórmula química e estrutura molecular

aula

4

Metas da aula

Introduzir os conceitos de elemento químico, fórmula química e estrutura molecular, bem como evidenciar diferenças entre os átomos de elementos distintos.

Espera-se que, após estudar o conteúdo desta aula, você seja capaz de:

- escrever fórmulas químicas;
- escrever e esquematizar estruturas moleculares simples;
- realizar cálculos em relação a massa, densidade e volume de elementos químicos;
- resumir o caminho que levou ao conceito de átomo.

objetivos

INTRODUÇÃO

Nesta aula, vamos aprofundar nosso estudo da estrutura molecular, discutir o que vem a ser elemento químico e descrever as substâncias por sua fórmula química.

ÁTOMOS E ELEMENTOS QUÍMICOS

Na aula anterior, começamos a nos perguntar como uma reação química pode ocorrer. Sabendo que moléculas de diferentes substâncias são necessariamente diferentes, chegamos à conclusão de que as moléculas dos reagentes, para se transformarem naquelas dos produtos, deveriam sofrer um processo de fragmentação. A recombinação dos fragmentos formados daria então origem a moléculas diferentes daquelas dos reagentes, ou seja, às moléculas dos produtos.

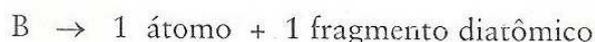
Chamamos de *átomo* o *menor* fragmento que pode ser formado a partir da *quebra* de uma *molécula*.

Imagine agora o processo de fragmentação de duas moléculas diferentes, as das substâncias puras A e B. Suponha que a molécula de A seja diatômica, isto é, formada por dois átomos, e a de B, triatômica, ou seja, formada por três átomos.

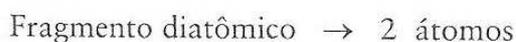
A fragmentação da molécula da substância A só pode fornecer dois átomos:



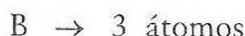
A molécula de B, por sua vez, sendo triatômica, pode ser quebrada num átomo e num fragmento diatômico:



O processo de fragmentação poderia continuar:



No final, poderíamos ter até três átomos como resultado da fragmentação da molécula da substância B:



Sabemos que, se as substâncias puras A e B são diferentes, suas moléculas são necessariamente diferentes. Mas o que poderemos dizer sobre os *átomos* resultantes das fragmentações de A e B? Serão todos iguais? Todos diferentes? Ou alguns iguais e outros diferentes?

As moléculas de A e B podem ser diferentes simplesmente porque a de A é feita de dois átomos, e a de B é formada por três átomos. Nesse caso, os átomos seriam todos iguais, mas as moléculas seriam diferentes e, por conseqüência, suas propriedades, devido ao fato de uma ser diatômica (A) e outra triatômica (B).

Você acha essa hipótese razoável? Pense um pouco. Quantas moléculas diatômicas diferentes poderiam existir se os átomos fossem todos iguais? Só uma, não é? No entanto, existem muitas moléculas diferentes formadas por apenas dois átomos. Por exemplo, o ar que respiramos contém principalmente as substâncias nitrogênio e oxigênio. As moléculas dessas duas substâncias são diatômicas, mas têm propriedades muito diferentes. Logo, elas *não* podem ser formadas pela mesma espécie de átomo.

Qual é a conclusão disso?

Os átomos não são todos iguais. Duas moléculas podem ser diferentes, não só por conterem *números diferentes* de átomos, mas também por serem formadas por *átomos diferentes*.

Agora tente se lembrar do número de diferentes substâncias que você encontra e usa no seu dia-a-dia. Muitas, não é? Talvez até mais do que você imagina, porque várias delas são misturas de um grande número de substâncias puras. Por exemplo, o sabonete do seu banho, a pasta de dentes, o leite e o café que toma pela manhã e, praticamente, todos os alimentos que você consome diariamente são misturas de um grande número de diferentes substâncias.

Quantas flores diferentes você vê ao redor de sua casa, ou durante a viagem para o trabalho, ou mesmo nos quiosques de venda na rua? Cada uma com coloração e cheiro diferentes. Já pensou na quantidade de diferentes substâncias que podem estar ali naquelas flores? E nas frutas e verduras que você vê na feira?

Se existem tantas substâncias diferentes, isso significa que deve existir um número também muito grande de moléculas diferentes. O fato de a natureza ser capaz de produzir um número tão grande de diferentes substâncias (diferentes moléculas) sugere que devem existir várias espécies de *átomos diferentes*. Mas quantos?

Ao longo de mais de dois séculos, os químicos desenvolveram e aperfeiçoaram procedimentos para determinar de quantos átomos e de quais espécies a molécula de uma substância é formada. Chamamos de *Análise* (ou *Análise Elementar*) o processo de determinar os átomos

constituintes de uma molécula. O processo inverso, ou seja, o de construir uma molécula a partir de seus átomos constituintes, é chamado de *Síntese*. Ao longo do nosso curso de Química, você irá aprender vários dos procedimentos usados na análise e na síntese das substâncias.

Pois bem, usando os métodos de análise que foram sendo desenvolvidos e todas as substâncias disponíveis, os químicos, ao longo de mais de duzentos anos, chegaram à conclusão de que *existem na natureza quase 100* tipos de átomos distintos. Combinando-os, em diferentes números e tipos, podemos construir milhões de diferentes moléculas e, portanto, de diferentes substâncias puras.

Por meio desses métodos de análise, os químicos descobriram que algumas substâncias são formadas por um *único* tipo de átomo. Uma substância formada por um único tipo de átomo é denominada *elemento*. Você certamente já ouviu falar de vários deles: ferro, cobre, oxigênio, nitrogênio, carbono, sódio, iodo, mercúrio, magnésio etc. Alguns são sólidos, outros são líquidos e outros, gasosos. Veja dois exemplos na **Figura 4.1**:

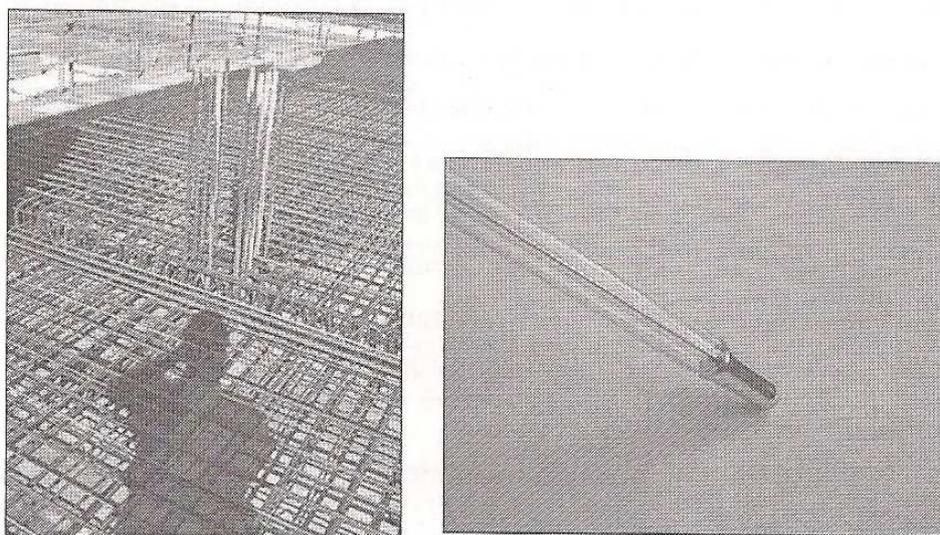


Figura 4.1: Exemplos de elementos e seus usos. À esquerda: ferro usado na construção civil (símbolo: Fe. Sólido. Conhecido desde a Antigüidade); à direita: mercúrio usado na construção de termômetros (símbolo: Hg. Líquido. Conhecido desde a Antigüidade).

(Fonte: www.sxc.hu/photo/631075 e www.sxc.hu/photo/266678.)

Além dos elementos naturais, ou seja, aqueles que já existiam na natureza antes do aparecimento da vida na Terra, os cientistas foram capazes de “fabricar” mais alguns, chamados de elementos artificiais. Falaremos deles mais adiante. Somando-se os artificiais aos naturais, conhecemos, hoje, 112 diferentes elementos.

Os elementos desempenham um papel de extrema importância na Química. E por que razão? Por várias. Vejamos uma delas. Se um elemento é formado por um único tipo de átomo, a fragmentação deste elemento dará origem a um único tipo de átomo. Assim, os átomos de um elemento *são todos iguais*. Porém, como o átomo é, por definição, a menor parte em que uma substância pode ser fragmentada, podemos também dizer que um *átomo é a menor porção de um elemento*.

Não sei se você percebeu, mas acabamos de descobrir uma maneira de determinar quantos tipos diferentes de átomos existem na natureza. Para isso, basta que determinemos quantos *elementos distintos* existem na natureza. Isso porque, se cada elemento é constituído de um *único tipo* de átomo, elementos distintos serão formados por diferentes tipos de átomos. Assim, se existirem n *elementos diferentes* na natureza, isso significa que existem n *tipos diferentes de átomos*, não é?

Resolvemos fazer esta viagem pelo mundo microscópico com a finalidade de tentar entender por que substâncias diferentes podem ter propriedades tanto semelhantes quanto muito diferentes. Ao longo do caminho, chegamos à conclusão de que substâncias diferentes têm moléculas diferentes, e que as moléculas são diferentes porque são formadas por um número e/ou espécies de átomos diferentes.

Neste ponto, cabe uma pergunta: o que precisamos realmente saber para caracterizar a molécula de uma substância? Pense um pouco antes de prosseguir. Muito provavelmente, sua resposta será: precisamos saber o número de cada espécie de átomo que a constitui. Sem dúvida alguma, essa informação é fundamental, mas infelizmente não é ainda suficiente para caracterizar a molécula de uma substância.

Quer ver uma coisa? Vamos pegar duas substâncias que você certamente conhece e que já usou na sua casa: álcool e éter. Você sabe que elas são diferentes, e, portanto, suas moléculas têm de ser diferentes. Bem, o que chamamos de álcool na Química não é bem uma única substância, mas uma *classe* de substâncias com propriedades similares.

O álcool que você compra na farmácia é um dos membros dessa classe; seu nome químico é *álcool etílico*, ou *etanol*. Da mesma forma, o éter que você conhece é um entre vários éteres que existem, cujo nome químico é *éter metílico*. Tanto os alcoóis quanto os éteres são formados por apenas três espécies de átomos, que vamos simbolizar por C, H e O. Pois bem, talvez você fique surpreso em saber que para cada álcool existe um éter com o *mesmo número* de átomos das espécies C, H e O, a não ser para o menor dos alcoóis, aquele formado pelo menor número de átomos, chamado de metanol, para o qual não há um éter correspondente.

Por exemplo, a molécula do *etanol* contém dois átomos da espécie C, seis da espécie H e um da espécie O. Mas essa é exatamente a mesma composição da molécula do éter chamado metílico, que tem propriedades completamente diferentes do etanol!

Então podemos concluir que não temos como caracterizar a molécula de uma substância sabendo somente a sua composição, isto é, o número de cada espécie de átomo presente na molécula.

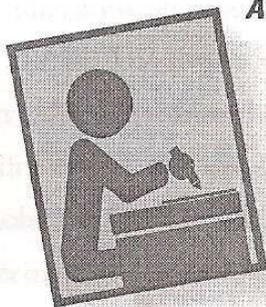
O álcool etílico e o éter metílico são duas substâncias diferentes e, portanto, com moléculas diferentes. Entretanto, tanto a molécula do álcool quanto a do éter são formadas por dois átomos da espécie C, seis da espécie H e um da espécie O.

A *fórmula química* de uma substância expressa a sua composição em termos das espécies de átomos presentes na sua molécula. Assim, a fórmula química do etanol é C_2H_6O , a mesma do éter metílico.



Não temos como caracterizar a molécula de uma substância química sabendo somente sua fórmula química.

ATIVIDADE



1. Fórmulas químicas

O propanol é o membro seguinte da série de alcoóis, possui 3C, 8H e 1O. Para o butanol, outro álcool, temos 4C, 10H e 1O. Pede-se:

- Escreva as fórmulas químicas do propanol e do butanol;
- Muitas vezes compostos semelhantes possuem fórmulas químicas que podem ser descritas por uma fórmula geral. Por exemplo, podemos ter uma série de compostos com a fórmula química A_nB_{2n} , em que n é um número inteiro. Esta expressão indica que o número de átomos de B é sempre o dobro de A. Se tivermos $n = 1$ a fórmula será AB_2 (não indicamos o número 1 por convenção). Já para $n = 2$, teremos A_2B_4 . A partir das fórmulas do etanol, propanol e butanol, escreva uma relação geral entre as quantidades de cada átomo presente nos alcoóis.

RESPOSTA COMENTADA

a. Propanol: C_3H_8O ; butanol: $C_4H_{10}O$.

b. As fórmulas de etanol, propanol e butanol são, respectivamente, C_2H_6O , C_3H_8O , $C_4H_{10}O$. Vemos que o número de átomos H é sempre igual a duas vezes o número de átomos C mais 2. Já o número de átomos O é sempre igual a 1. Portanto, se tivermos n átomos C, a fórmula química geral será $C_nH_{2n+2}O$. Nos casos mencionados, temos $n = 2$ para o etanol, $n = 3$ para o propanol e $n = 4$ para o butanol.

Voltemos agora à nossa questão anterior. Que informação nos falta para podermos distinguir as moléculas daquelas duas substâncias – álcool etílico e éter metílico? Você se lembra da nossa discussão sobre como acontece uma reação química? Naquela ocasião, comentamos que dependendo da maneira de fragmentar as moléculas dos reagentes poderíamos ter diferentes produtos com diferentes “formas”. Talvez, seja essa a informação que nos falta: a “forma” das moléculas.

Na verdade, o termo “forma” não é apropriado (como já comentamos anteriormente), porque nos leva instintivamente a querer associar a forma das moléculas àquelas dos objetos do nosso mundo macroscópico.

ESTRUTURA MOLECULAR

Arranjo dos átomos de uma molécula, ou seja, a maneira como eles se posicionam uns em relação aos outros na molécula.

De agora em diante, vamos usar o termo *estrutura da molécula*, ou **ESTRUTURA MOLECULAR**.

A determinação da estrutura molecular pode parecer simples, mas não é. Vamos voltar ao exemplo do álcool etílico e do éter metílico. Imagine que você disponha de seis cubos brancos (representando os átomos H), dois pretos (representando os átomos C) e um branco com um círculo preto ao centro (representando o átomo O). De quantas maneiras diferentes você pode arrumar esses nove cubos? Para simplificar o problema, vamos imaginar somente arranjos nos quais os cubos sejam colocados um ao lado do outro, em linha reta:

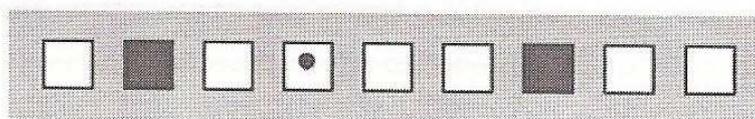


Figura 4.2: Cubos representando uma estrutura molecular.

Tentou? Desse tipo de arranjo, teríamos 252 possibilidades diferentes! Imagine agora se incluíssemos também todos os tipos de arranjos, como este tridimensional:

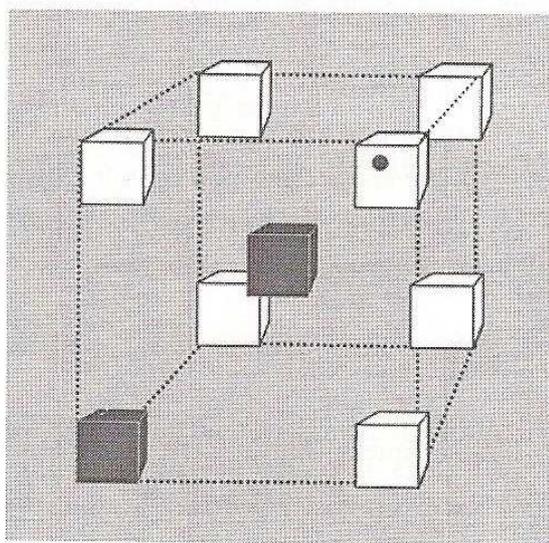


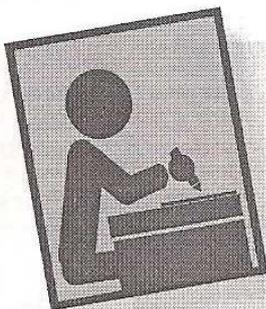
Figura 4.3: Outro possível arranjo representando uma estrutura molecular.

A resposta à pergunta seria então: uma infinidade de diferentes arranjos! No entanto, na natureza só conhecemos *duas*, é isto mesmo, só duas substâncias diferentes com a fórmula química C_2H_6O !

Essa observação tem um *significado muito importante*. Por alguma razão muito especial, só dois arranjos distintos são possíveis para aqueles nove átomos. Daí só existirem duas substâncias químicas com a fórmula química C_2H_6O . Por que será isso? E como seriam essas duas estruturas moleculares?

Na verdade, existe uma pergunta ainda muito mais fundamental do que as duas antes colocadas. Por que e como dois ou mais átomos se combinam para formar uma molécula? Quando acharmos a resposta para essas perguntas, teremos chegado ao fim da nossa viagem. Mas estamos quase lá. Nossa próxima e última parada é exatamente no interior dos átomos. Você aprenderá como eles são, o que diferencia as várias espécies de átomos, e como e por que eles se combinam para formar moléculas.

A partir daí, poderemos fazer nossa viagem de volta, dos átomos às moléculas e das moléculas ao mundo macroscópico. Porém, depois dessa viagem, o nosso mundo macroscópico não nos parecerá mais o mesmo. Passaremos a olhá-lo e interpretá-lo de maneira diferente. Isso porque sabemos agora que os fenômenos que lá observamos são na verdade determinados pelo comportamento das moléculas que formam as substâncias. Assim, passaremos a analisar os fenômenos macroscópicos com uma visão microscópica.



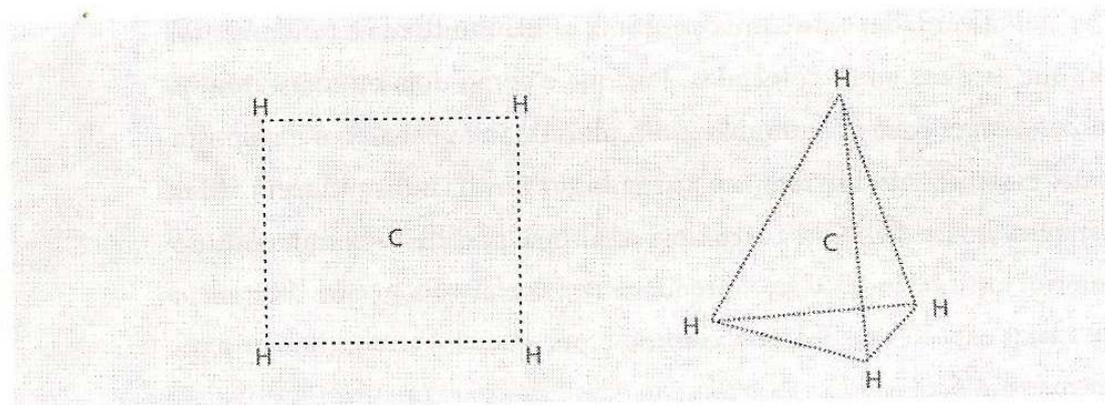
ATIVIDADE

2. Estrutura molecular

Sabendo que uma molécula tem fórmula CH_4 e que o átomo C deve ocupar uma posição central em relação aos átomos H, e ainda que a distância C-H é a mesma em todos os casos, esquematize as possíveis estruturas para esta molécula.

RESPOSTA COMENTADA

As estruturas que satisfazem às características enunciadas são as mostradas a seguir. À esquerda, temos um quadrado em que os átomos H estão nos vértices e o átomo C está no centro. Note que as distâncias C-H são todas iguais. Outra possibilidade, mostrada à direita, é um tetraedro regular em que C está no centro e os H estão nos vértices. As distâncias C-H são todas iguais também neste caso. Pense um pouco e você verá que não há outras possibilidades.



DESCOBRINDO DIFERENÇAS ENTRE OS ÁTOMOS

Há mais uma coisa, antes de passarmos a um estudo detalhado dos átomos. Acabamos de descobrir que devem existir vários tipos diferentes de átomos, tantos quantos forem os *elementos químicos*. Mas em que eles diferem?

Esta parece ser uma pergunta muitíssimo pretenciosa, não é? Afinal, não temos nem como *ver* um átomo, e estamos querendo saber em que dois átomos diferem. À medida que formos avançando neste nosso estudo do *mundo microscópico*, você ficará cada vez mais surpreso com a quantidade de informações que podemos obter sobre o comportamento destas “entidades” – átomos e moléculas –, mesmo não podendo vê-las.

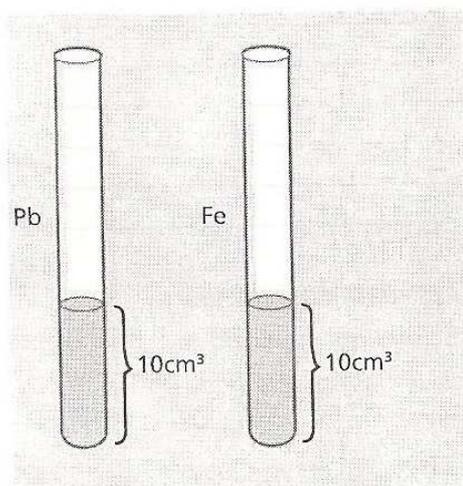


Figura 4.4: Volumes iguais de chumbo e ferro são colocados em dois tubos de ensaio.

Vamos imaginar uma experiência bem simples. Na Figura 4.4, você verá dois tubos de vidro, *absolutamente iguais*, que nós, químicos, chamamos de tubo de ensaio. Vamos também precisar de ferro (cujo símbolo é Fe) e chumbo (cujo símbolo é Pb), finamente divididos, ou seja, em pó. Num dos tubos, vamos colocar o pó de ferro até a marca indicada. No outro, o pó de chumbo. Como os tubos são iguais e as marcas estão na mesma altura, em princípio colocamos nos tubos os mesmos *volumes* de pó de ferro e de chumbo, cerca de 10cm^3 .

Como já vimos na seção anterior, chumbo e ferro são dois elementos, ou seja, substâncias constituídas por um *único* tipo de *átomo*. Assim, no tubo da direita, só temos átomos de ferro (Fe) e, no da esquerda, somente átomos de chumbo (Pb).

Vamos colocar cada um dos tubos num dos pratos de uma BALANÇA ANALÍTICA. Veja o que acontece na Figura 4.5:

BALANÇA ANALÍTICA

Balança de grande precisão, podendo medir quantidades bem inferiores a um grama.

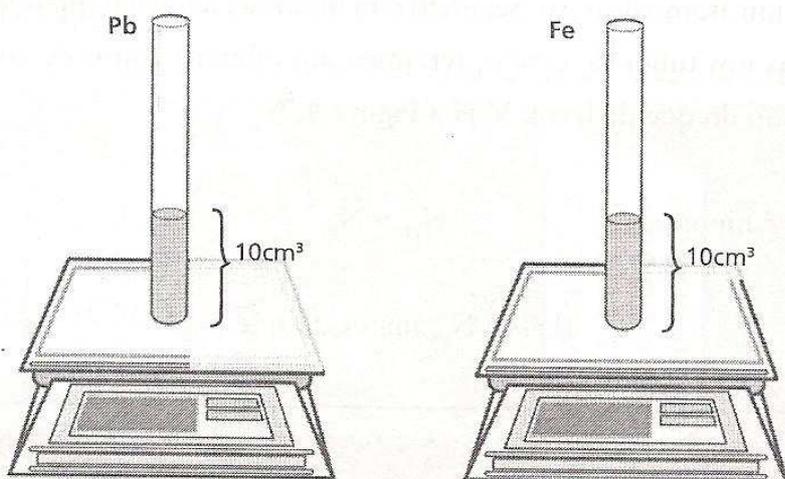


Figura 4.5: Tubos de ensaio contendo chumbo e ferro são pesados.

As massas medidas são:

$$m_{Pb} = 113,0g \quad \text{e} \quad m_{Fe} = 78,6g$$

$$\Delta m = m_{Pb} - m_{Fe} = 34,4g$$

1ª hipótese: Se supusermos que os átomos de chumbo e de ferro têm o mesmo *volume* (volume atômico), então naquelas quantidades colocadas nos tubos (10cm³) teríamos, em princípio, o mesmo número de átomos, digamos N, dos dois elementos. Veja a Figura 4.6:

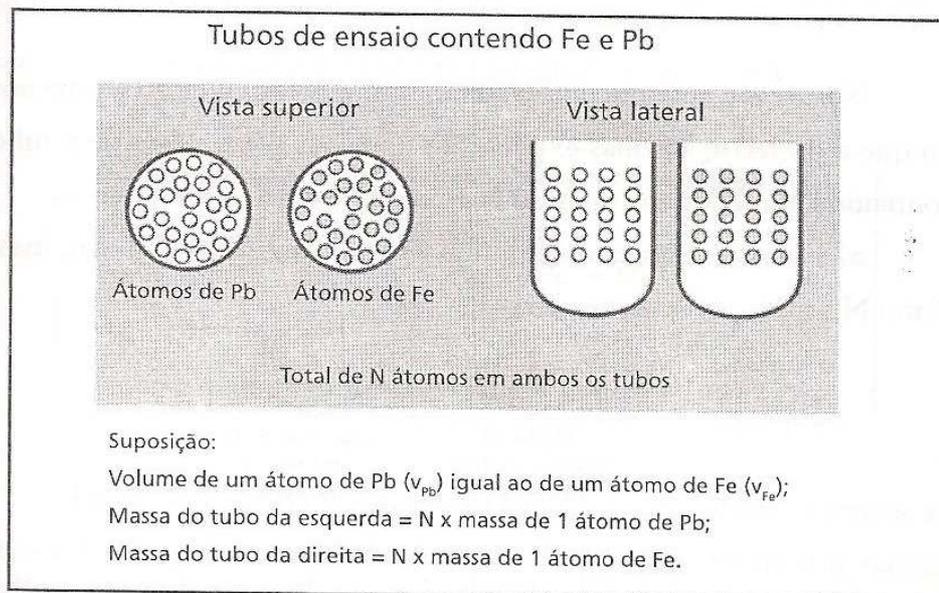


Figura 4.6: Número de átomos de chumbo e de ferro em cada tubo de ensaio.

Neste caso, para que o tubo com chumbo pese mais, *um átomo* de Pb tem de ser mais “pesado” do que *um átomo* de Fe.

É claro que os volumes atômicos não têm de ser iguais. Por exemplo, pode ser que o volume de um átomo de chumbo seja menor do que o de um átomo de ferro. Segundo esta hipótese, naquelas quantidades colocadas nos tubos de ensaio, teríamos um número maior de átomos de chumbo do que de ferro. Veja a Figura 4.7:

2.^a hipótese: $N_{Pb} > N_{Fe}$

(Lê-se: N_{Pb} maior do que N_{Fe} .)

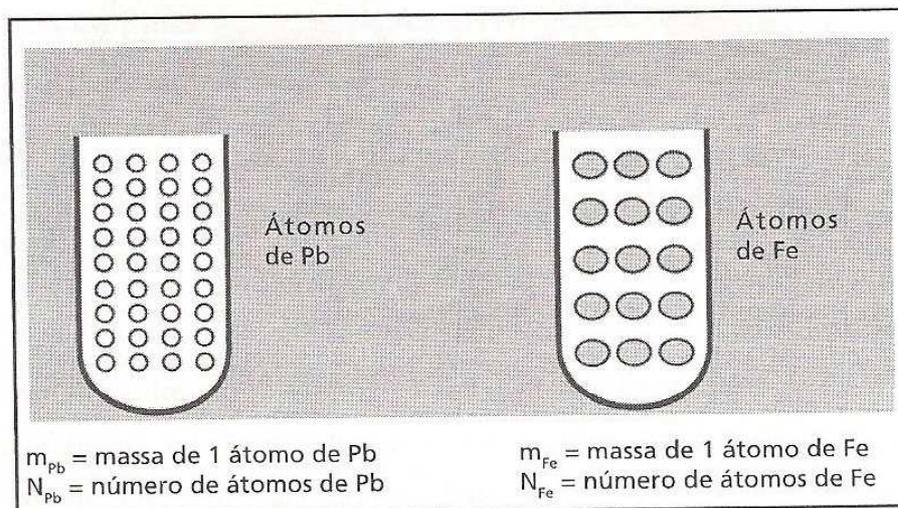


Figura 4.7: Na hipótese de os átomos de chumbo serem menores que os de ferro, teríamos mais átomos de chumbo do que átomos de ferro.

Neste caso, supondo que o volume atômico do chumbo seja menor do que o do ferro, há duas explicações possíveis para o fato de o tubo contendo chumbo pesar mais do que aquele contendo ferro:

a) a massa atômica do chumbo é menor do que a do ferro, mas, como $N_{Pb} > N_{Fe}$, poderíamos ter:

$$N_{Pb} \times m_{Pb} > N_{Fe} \times m_{Fe}$$

Massa de chumbo do tubo da esquerda
Massa de ferro do tubo da esquerda

b) a massa atômica do chumbo é maior do que a do ferro e, além disso, há mais átomos de chumbo do que de ferro. Assim, poderíamos ter:

$$N_{Pb} \times m_{Pb} > N_{Fe} \times m_{Fe}$$

Entretanto, não podemos descartar a hipótese de o volume atômico do chumbo ser maior do que o do ferro (3.^a hipótese). Confira a Figura 4.8:

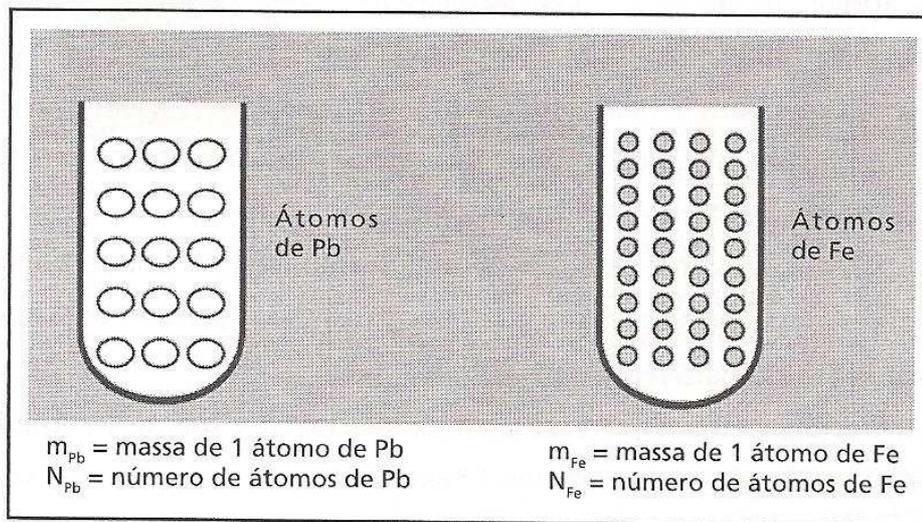


Figura 4.8: Na hipótese de os átomos de chumbo serem maiores que os de ferro, teríamos menos átomos de chumbo do que átomos de ferro.

Neste caso, para que o tubo contendo chumbo seja mais pesado do que aquele contendo ferro, a massa atômica do chumbo teria de ser maior do que a do ferro:

$$m_{Pb} > m_{Fe}$$

Antes de prosseguir, vamos resumir as possíveis conclusões que podemos tirar desta experiência. *O resultado da experiência é que o tubo contendo chumbo pesa mais do que aquele contendo ferro.*

Hipótese	Resultado da experiência implica que
1) $v_{Pb} = v_{Fe}$	$m_{Pb} > m_{Fe}$
2) $v_{Pb} < v_{Fe}$	$m_{Pb} < m_{Fe}$ ou $m_{Pb} > m_{Fe}$ (inconclusivo)
3) $v_{Pb} > v_{Fe}$	$m_{Pb} > m_{Fe}$

Embora não possamos tirar uma conclusão *única* desta experiência, ela nos revela que os átomos de chumbo e de ferro *certamente* têm *massas atômicas* diferentes e possivelmente também *volumes atômicos* diferentes. Portanto, por meio de uma experiência bem simples, já podemos começar a perceber em que os átomos diferem.

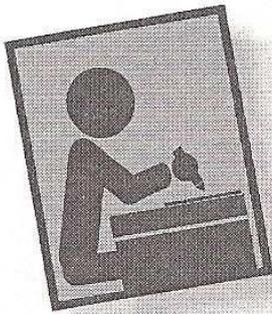
Não sei se você reparou em uma coisa. Na nossa análise da experiência, representamos os átomos de ferro e de chumbo por esferas. Seria esta a “forma” de um átomo? E será que tem algum sentido falarmos de “forma” de um átomo? Bem, estas são perguntas que examinaremos um pouco mais adiante. O importante, neste momento, é que você entenda que para a nossa análise pouco importa a “forma” que os átomos teriam. A única hipótese que fizemos foi sobre o *volume* que cada átomo ocuparia.

Usamos esferas para representá-los simplesmente porque é mais fácil perceber que os volumes atômicos podem ser iguais ou diferentes usando esferas para representá-los.

A experiência que acabamos de descrever, e que nos permitiu perceber diferenças entre átomos, é bastante simples e não muito precisa para os padrões atuais. Hoje em dia, dispomos de técnicas extremamente sofisticadas para determinar propriedades de átomos e moléculas. Entretanto, a experiência que realizamos é de precisão comparável à de um grande número de experiências realizadas no final do século XIX e início do século XX, que serviram para revelar muitas das informações que hoje temos sobre a estrutura de átomos e moléculas.

Concluída esta nossa experiência, a primeira pergunta evidentemente é: por que os átomos dos diferentes elementos têm massas e volumes atômicos diferentes? Esta coisa parece não ter fim, não é? Mas tem sim; pelo menos para o nosso objetivo principal, que é o de entender os fenômenos químicos.

ATIVIDADE



3. Pensando em números...

A densidade de uma substância é calculada dividindo-se a massa da substância pelo volume que ela ocupa. Nas experiências anteriores, vimos que 10cm³ de chumbo pesam 113,0g e que 10cm³ de ferro pesam 78,6g;

- Calcule a densidade – também chamada de massa específica – de chumbo e de ferro em g/cm³;
- Converta o resultado para kg/m³. Se tiver dificuldades, faça uma revisão do assunto na Aula 2.
- Se tirarmos uma certa quantidade de chumbo até que a massa de chumbo seja igual à massa de ferro, ou seja, 78,6g, qual será o volume de chumbo que será medido?

RESPOSTA COMENTADA

a. A densidade do ferro será $78,6g/10cm^3 = 7,86g/cm^3$. Já a densidade do chumbo será $113,0g/10cm^3 = 11,3 g/cm^3$.

b. Sabemos que 1kg corresponde a 1.000g. Portanto, podemos escrever o fator de conversão como 1kg/1.000g. Além disso, sabemos que 1m corresponde a 100cm. Logo, o fator será 1m/100cm. No entanto, o volume é dado em m³ ou cm³. Então, para obtermos o fator correspondente, temos de elevar esse fator ao cubo, obtendo $\left(\frac{1m}{100cm}\right)^3$.

Finalmente, o fator de conversão será:

$$\frac{1kg}{10^3 g} \div \left(\frac{1m}{10^2 cm}\right)^3 = \frac{1kg}{10^3 g} \times \left(\frac{10^2 cm}{1m}\right)^3 = \frac{1kg}{10^3 g} \times \frac{10^{63} cm^3}{1m^3} = \frac{10^3 kg.cm^3}{g.m^3}$$

Usando este fator, teremos para a densidade do ferro:

$$\frac{10^3 kg.cm^3}{g.m^3} \times 7,86 \frac{g}{cm^3} = 7.860 \frac{kg}{m^3}$$

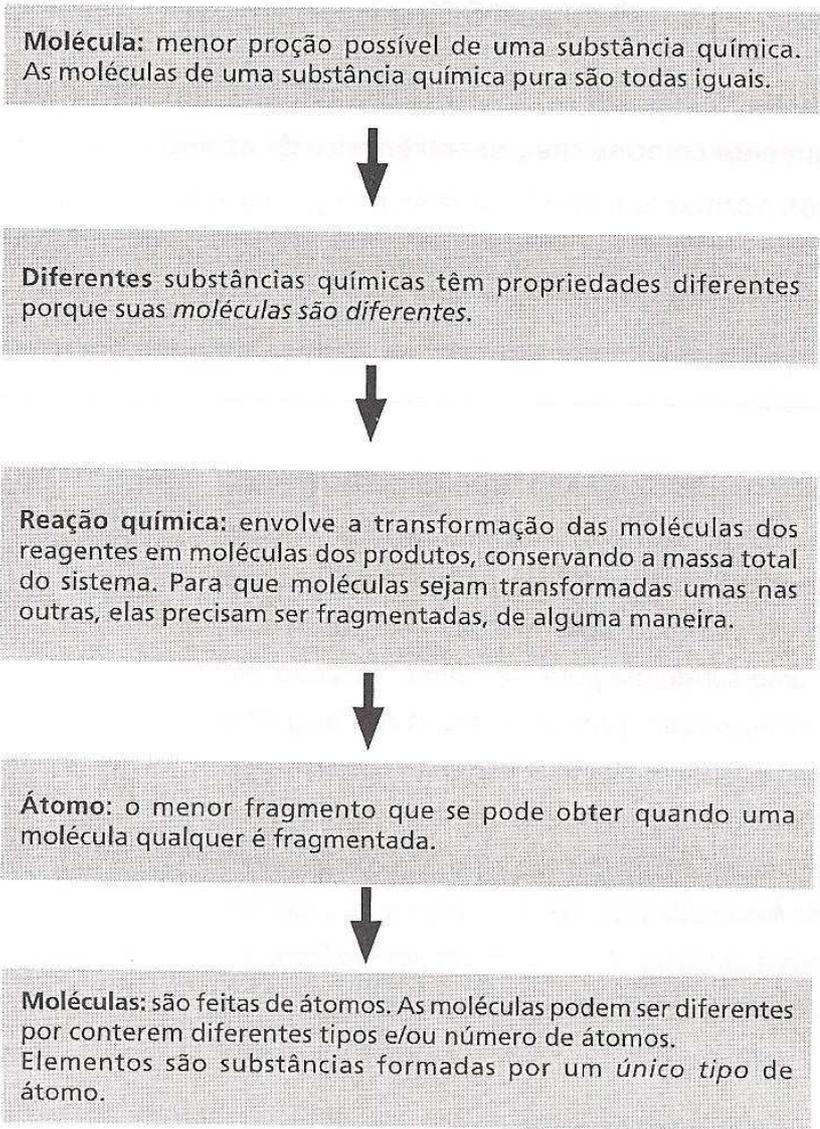
E para a densidade do chumbo:

$$\frac{10^3 \text{ kg} \cdot \text{cm}^3}{\text{g} \cdot \text{m}^3} \times 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 11.300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

c. Como os átomos de mesmo tipo são todos iguais, eles terão a mesma massa e o mesmo volume atômico. Se aumentarmos o número de átomos, aumentaremos massa e volume na mesma proporção, o que significa que a densidade será constante. Como densidade = massa/volume, podemos dizer que volume = massa/densidade. Então, para sabermos o volume ocupado por uma determinada massa, basta que dividamos a massa pela densidade. Então teremos:

$$\frac{78,6 \text{ g}}{11,3 \text{ g/cm}^3} = 6,96 \text{ cm}^3$$

Antes de prosseguirmos nesta viagem pelo mundo atômico, vamos brevemente recapitular o caminho que nos trouxe até este ponto da viagem. O diagrama a seguir resume alguns pontos deste caminho. Entretanto, seria muito importante que, olhando para cada um dos blocos do diagrama, você tentasse se lembrar de como chegamos às conclusões contidas em cada um deles. Além disso, seria também importante você reconhecer que o conteúdo expresso em cada um deles (exceto o do primeiro bloco) está diretamente ligado aos conteúdos de todos os blocos anteriores. Se, por acaso, você não conseguir fazer este exercício de recapitulação ou não perceber a conexão entre os conteúdos dos diferentes blocos do diagrama, sugiro uma releitura de todo o material da Aula 3.



Ponto atual: se existem diferentes tipos de átomos, tantos quanto forem os diferentes elementos, em que eles diferem?

ATIVIDADE FINAL

Revisando conceitos

Descreva resumidamente como se chegou ao conceito de átomo.

COMENTÁRIO

No início de nossa viagem ao mundo microscópico, tomamos partes cada vez menores de uma substância (água, por exemplo), até que chegamos ao ponto de não mais podermos ver esta substância. À menor porção de uma substância pura chamamos molécula. No entanto, vimos que numa reação química moléculas dos reagentes se transformam em moléculas dos produtos, diferentes das primeiras. Chegamos à conclusão de que isto só podia se dar se as moléculas dos reagentes fossem "quebradas" em partes menores e depois estas partes se reorganizassem de forma diferente, de modo a gerar os produtos. Deste modo, chegamos à conclusão de que as moléculas são formadas por elementos de construção, que denominamos átomos.

RESUMO

Átomo é o menor fragmento que pode ser formado a partir da quebra de uma molécula. Moléculas podem ser formadas por um ou por vários tipos de átomo. Quando a molécula é formada por um único tipo de átomo, temos o que se chama de elemento químico. Também podemos dizer que o átomo é a menor porção de um elemento. Moléculas podem diferir apenas pelo número de átomos ou por número e tipo de átomos. O tipo e a quantidade de átomos numa molécula podem ser expressos por sua fórmula química. No entanto, a fórmula química não é suficiente para caracterizar uma molécula, pois podemos ter diferentes moléculas com a mesma fórmula química. A caracterização de uma molécula se dá por sua fórmula química e por sua estrutura molecular. Para entendermos a estrutura molecular, temos de entender a estrutura atômica, de forma a podermos prever a maneira como os átomos se arranjam para formar as moléculas.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Se existem diferentes tipos de átomos, tantos quanto forem os diferentes elementos, em que eles diferem? Esta última pergunta não é para ser respondida aqui. Ela serve apenas para que você entenda em que ponto estamos. Chegaremos à resposta em aulas futuras.