

PARA REVER ANTES DE INICIAR

- Reveja os nomes de íons e compostos comuns (Seção 3.3 e Tabela 3.1).
- Saiba fazer cálculos de conversão de massa para mols e de mols para massa.

Dois terços do corpo humano são constituídos de água. A água é essencial porque está envolvida em todas as funções do corpo. Além de auxiliar o transporte de nutrientes e de resíduos para dentro e para fora das células, e é necessária em todas as funções digestivas, circulatórias, de absorção e de excreção. Nós nos voltamos agora ao estudo das soluções **aquosas**, sistemas químicos em que a água desempenha papel principal.

5.1 Propriedades dos Compostos em Solução Aquosa

Uma **solução** é uma mistura homogênea de duas ou mais substâncias. Uma substância é geralmente considerada o **solvente**, o meio em que uma outra substância – o **soluto** – está dissolvida. As reações químicas em plantas e animais ocorrem em sua maior parte entre substâncias dissolvidas em água, isto é, em **soluções aquosas**. Muitas das reações que você verá no laboratório ocorrem em solução aquosa. Consequentemente, para compreendê-las, é importante entender primeiro o comportamento dos compostos em água. O foco aqui está nos compostos que produzem íons em solução aquosa.

ÍONS EM SOLUÇÃO AQUOSA: ELETRÓLITOS

A água que se bebe diariamente e os oceanos contêm concentrações pequenas de muitos íons, a maioria dos quais resulta da dissolução de materiais sólidos presentes no ambiente (Tabela 5.1).

A dissolução de um sólido iônico implica a separação de cada íon dos íons de carga oposta que o rodeiam no estado sólido (Objetivos do Capítulo). A água é especialmente boa para dissolver compostos iônicos porque cada molécula de água tem uma extremidade positivamente carregada e uma extremidade negativamente carregada. Consequentemente, uma molécula de água pode atrair um íon positivo à sua extremidade negativa ou pode atrair um íon negativo à sua extremidade positiva. Quando um composto iônico se dissolve em água, cada íon negativo fica cercado por moléculas de água com suas extremidades positivas apontando para o íon, e cada íon positivo fica cercado por extremidades negativas de diversas moléculas de água (Figura 5.1).

Tabela 5.1 Alguns Cátions e Ânions em Células Vivas e Seu Ambiente*

Elemento	Espécie Dissolvida	Água do Mar	Valonia**	Células Vermelhas do Sangue	Plasma do Sangue
Cloro	Cl^-	550	50	50	100
Sódio	Na^+	460	80	11	160
Magnésio	Mg^{2+}	52	50	2,5	2
Cálcio	Ca^{2+}	10	1,5	10^{-4}	2
Potássio	K^+	10	400	92	10
Carbono	HCO_3^- , CO_3^{2-}	30	<10	<10	30
Fósforo	HPO_4^{2-}	<1	5	3	<3

* Dados retirados de J. J. R. Fraústo da Silva e R. J. P. Williams: *The Biological Chemistry of the Elements*, Oxford, Inglaterra, Clarendon Press, 1991. As concentrações são fornecidas em milimols por litro (um milimol é 1/1.000 de um mol).

** *Valonia* são algas unicelulares que vivem no mar.

Uma molécula de água é eletricamente positiva de um lado (os átomos de H) e eletricamente negativa do outro (o átomo de O). Essas cargas possibilitam que a água interaja com íons positivos e negativos em solução.

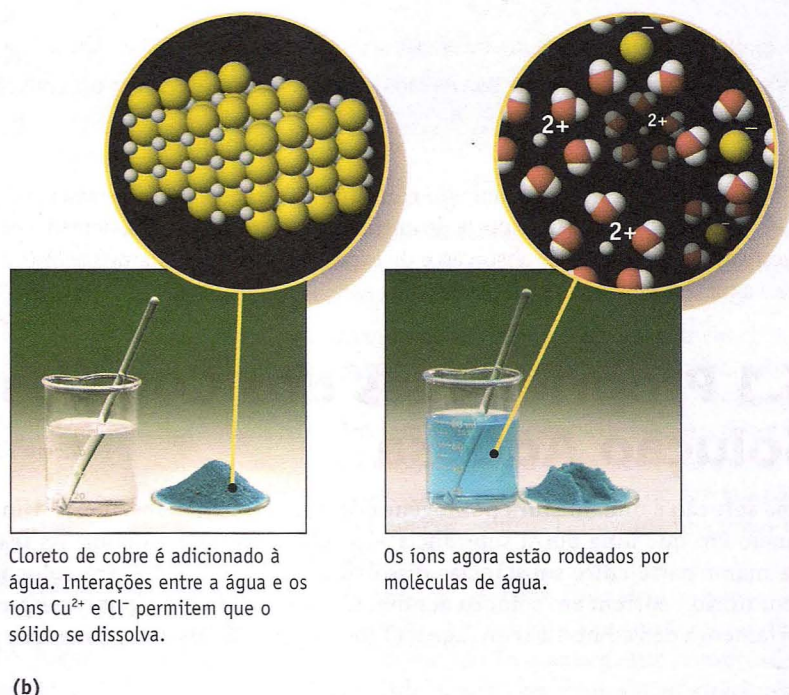
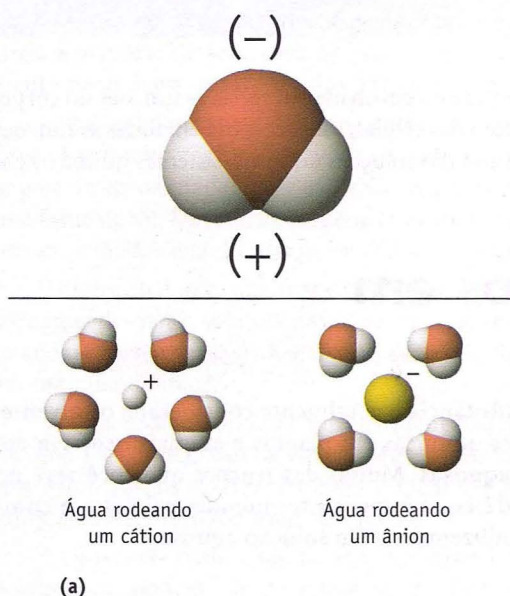
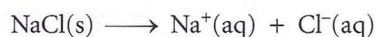


Figura 5.1 A água como solvente de substâncias iônicas. (a) A água pode se unir tanto a cátions positivos quanto a ânions negativos em solução aquosa. (b) Quando uma substância iônica se dissolve em água, cada íon fica rodeado por um invólucro de moléculas de água (o número de moléculas de água ao redor de um íon é frequentemente 6).

Os íons envolvidos por água, que são resultado da dissolução de um composto iônico, são livres para se movimentar em solução. Sob condições normais, o movimento de íons é aleatório, e os cátions e ânions de um composto iônico encontram-se dispersos uniformemente na solução. Entretanto, se dois **eletrodos** (condutores de eletricidade, como um fio de cobre) são introduzidos na solução e conectados a uma bateria, o movimento dos íons deixa de ser aleatório. Os cátions positivos migram da solução para o eletrodo negativo, e os ânions negativos movem-se para o eletrodo positivo (Figura 5.2). Se uma lâmpada for inserida no circuito, ela se acende, mostrando que há íons disponíveis em solução para transportar as cargas, assim como os elétrons conduzem a carga na parte do circuito composta pelos fios. Compostos cujas soluções aquosas conduzem eletricidade são chamados de **eletrólitos**, e *todos os compostos iônicos que são solúveis em água são eletrólitos*.

TIPOS DE ELETRÓLITOS

Os eletrólitos podem ser classificados como fortes ou fracos. Quando o cloreto de sódio e muitos outros compostos iônicos se dissolvem em água, os íons separam-se ou dissociam-se. Para cada mol de NaCl que se dissolve, 1 mol de íons Na^+ e 1 mol de íons Cl^- entram em solução (Veja os Objetivos do Capítulo).



100% de dissociação $\equiv$ eletrólito forte

Já que o soluto dissocia-se completamente em íons, a solução será um bom condutor de eletricidade. As substâncias cujas soluções são bons condutores elétricos devido à presença de íons são chamadas de **eletrólitos fortes**.

Outras substâncias dissociam-se apenas parcialmente em solução e, portanto, são condutoras pobres de eletricidade; elas são conhecidas como **eletrólitos fracos** (Figura 5.2). Por exemplo, quando o ácido acético – um ingrediente importante no vinagre – dissolve-se em água, apenas algumas moléculas em cada cem moléculas do ácido acético são ionizadas para formar íons acetato e íons hidrogênio.

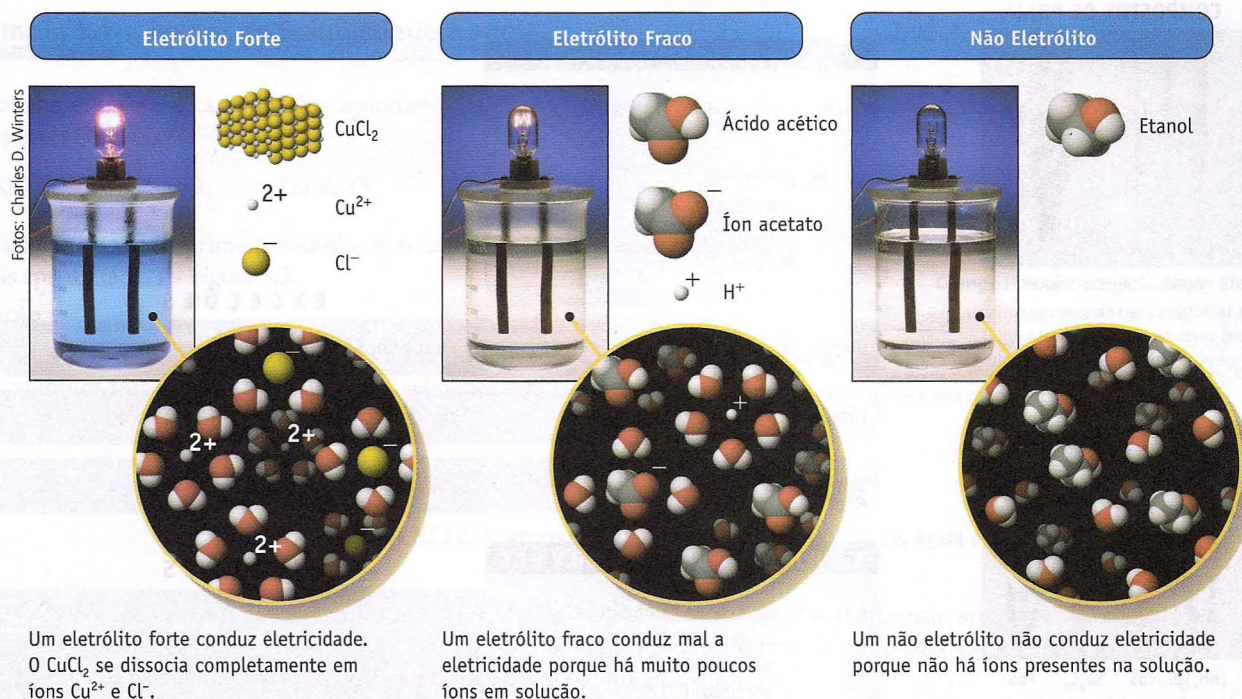
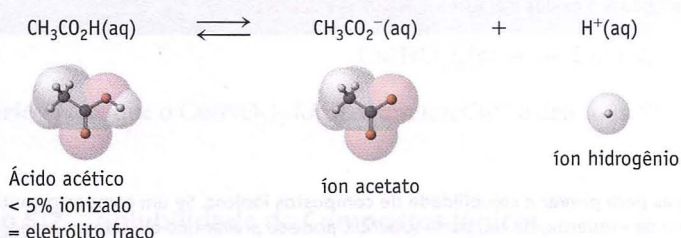


Figura 5.2 Classificação das soluções com base na sua capacidade de conduzir eletricidade.



• Setas Duplas, $\rightleftharpoons$

As setas duplas na equação da ionização do ácido acético, e de muitas outras substâncias, indicam que o reagente leva a um produto, e também que os íons do produto se recombinaem para formar o reagente original. Esse é o assunto do equilíbrio químico [Capítulos 16-18, vol. 2].

Muitas outras substâncias dissolvem-se em água, mas não se ionizam. Essas são chamadas **não eletrólitos**, porque suas soluções não conduzem eletricidade (Figura 5.2). Exemplos de não eletrólitos incluem o açúcar (sacarose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), o etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) e o anticongelante para radiadores (etilenoglicol, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$).

Exercício 5.1 Eletrólitos

O sal de Epsom, $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, é vendido nas drogarias e usado, na forma de solução aquosa, para várias finalidades medicinais. O metanol, CH_3OH , é dissolvido na gasolina no inverno em climas mais frios para impedir a formação de gelo em linhas de combustível do automóvel.¹ Qual desses compostos é um eletrólito e qual é um não eletrólito?

SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS IÔNICOS EM ÁGUA

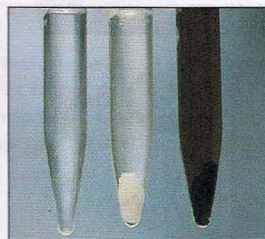
Nem todos os compostos iônicos dissolvem-se completamente em água. Muitos dissolvem-se levemente, e outros são essencialmente insolúveis. Felizmente, podemos fazer algumas indicações gerais sobre quais tipos de composto iônico são solúveis em água.

Na Figura 5.3 listam-se as regras gerais que ajudam a prever se determinado composto iônico será solúvel em água. Por exemplo, o nitrato do sódio, NaNO_3 , contém um cátion alcalino, Na^+ , e o ânion nitrato, NO_3^- . De acordo com a Figura 5.3, a presença de qual-

¹ Essa prática, comum nos Estados Unidos, não é adotada no Brasil devido ao clima mais ameno. (NTT)

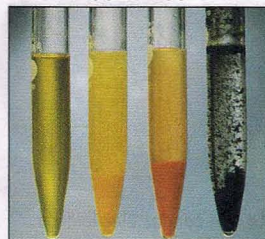
COMPOSTOS DE PRATA

Fotos a, b e c Charles D. Winters

AgNO₃ AgCl AgOH

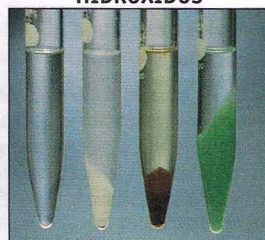
(a) Os nitratos são geralmente solúveis, assim como os cloretos (exceto AgCl). Em geral, os hidróxidos não são solúveis.

SULFETOS

(NH₄)₂S CdS Sb₂S₃ PbS

(b) Os sulfetos geralmente não são solúveis (as exceções incluem sais com NH₄⁺ e Na⁺).

HIDRÓXIDOS

NaOH Ca(OH)₂ Fe(OH)₃ Ni(OH)₂

(c) Os hidróxidos geralmente não são solúveis, a não ser quando o cátion é um metal do Grupo 1A.

COMPOSTOS SOLÚVEIS

Quase todos os sais de Na⁺, K⁺, NH₄⁺

Sais de nitrato, NO₃⁻
clorato, ClO₃⁻
perclorato, ClO₄⁻
acetato, CH₃CO₂⁻

EXCEÇÕES

Quase todos os sais de Cl⁻, Br⁻, I⁻

Haleto de Ag⁺, Hg₂²⁺, Pb²⁺

Compostos que contêm F⁻

Fluoretos de Mg²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺, Pb²⁺

Sais de sulfato, SO₄²⁻

Sulfatos de Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺, Pb²⁺

COMPOSTOS INSOLÚVEIS

A maioria dos sais de carbonato, CO₃²⁻
fosfato, PO₄³⁻
oxalato, C₂O₄²⁻
cromato, CrO₄²⁻

EXCEÇÕES

Sais de NH₄⁺ e dos cátions de metais alcalinos

A maioria dos sulfetos metálicos, S²⁻

A maioria dos hidróxidos e óxidos metálicos

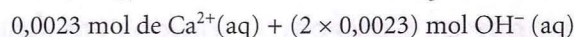
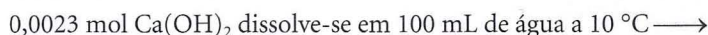
Ba(OH)₂ é solúvel

Figura 5.3 Regras para prever a solubilidade de compostos iônicos. Se um composto contém um dos íons da coluna da esquerda, na sua parte superior, pode-se prever que ele será ao menos moderadamente solúvel em água. Existem algumas exceções, mostradas na coluna da direita. A maioria dos compostos iônicos formados pelos íons listados na parte inferior da figura é pouco solúvel (com exceção dos compostos de NH₄⁺ e dos cátions dos metais alcalinos).

• Regras de Solubilidade

As observações tais como as mostradas na Figura 5.3 foram usadas para criar as regras de solubilidade nessa figura. Note, entretanto, que essas são regras gerais e não leis que são seguidas sob quaisquer circunstâncias. Existem algumas exceções, mas as regras são um bom ponto de partida. Veja B. Blake, *Journal of Chemical Education*, vol. 80, p. 1348-1350, 2003.

quer um desses íons assegura-nos de que o composto será solúvel em água. Os compostos iônicos que se dissolvem em água são eletrólitos, o que significa que uma solução aquosa de AgNO₃ (Figura 5.3c) consiste também nos íons separados Ag⁺(aq) e NO₃⁻(aq). Em contraste, o hidróxido de cálcio é pouco solúvel em água (Figura 5.3c). Por exemplo, se uma colher de Ca(OH)₂ sólido é adicionada a 100 mL de água, somente 0,17 g, ou 0,0023 mol, se dissolverá a 10 °C. Pouquíssimos íons Ca²⁺ e OH⁻ estarão presentes na solução. Quase todo o Ca(OH)₂ permanece como um sólido.



Quando o Ca(OH)₂ sólido é colocado em água, praticamente seu todo permanece como um sólido, e o resultado é uma mistura heterogênea. Isso geralmente é verdadeiro para todos os hidróxidos metálicos (Figura 5.2), exceto para aqueles que contêm um cátion de metal alcalino (Figura 5.3c).

Exemplo 5.1 Regras de Solubilidade

Problema • Preveja se cada um dos seguintes compostos iônicos será solúvel em água. Liste os íons presentes em solução para os compostos solúveis.

- (a) KCl (b) MgCO₃ (c) Fe₂O₃ (d) Cu(NO₃)₂

Estratégia • Você deve primeiro reconhecer o cátion e o ânion envolvidos e então decidir a provável solubilidade em água com base nas regras apresentadas na Figura 5.3.

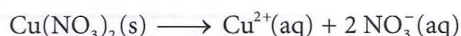
Solução •

- (a) O KCl é composto de íons K⁺ e Cl⁻. A presença de *qualquer um* desses íons significa que o composto KCl provavelmente será solúvel em água. A solução consiste em íons K⁺ e Cl⁻.



(A solubilidade do KCl é de aproximadamente 35 g em 100 mL de água a 20 °C.)

- (b) O carbonato de magnésio é composto de íons Mg²⁺ e CO₃²⁻. Sais contendo o íon carbonato são geralmente insolúveis, a menos que estejam combinados com íons tais como Na⁺ ou NH₄⁺. Portanto, espera-se que o MgCO₃ seja insolúvel em água. (A solubilidade experimental do MgCO₃ é menor que 0,2 g/100 mL de água.)
- (c) O óxido de ferro(III) é composto de íons Fe³⁺ e O²⁻. Os óxidos são solúveis somente quando o O²⁻ se combina com um metal alcalino. O Fe³⁺ é um íon metal de transição, portanto o Fe₂O₃ é insolúvel.
- (d) O nitrato de cobre(II) é composto pelos íons Cu²⁺ e NO₃⁻. Praticamente todos os nitratos são solúveis em água, de maneira que o Cu(NO₃)₂ é solúvel em água e produz cátions cobre(II) e ânions nitrato em água.



Comentário • Note que o Cu(NO₃)₂ fornece um íon Cu²⁺ e dois íons NO₃⁻ ao se dissolver em água.

Exercício 5.2 Solubilidade de Compostos Iônicos

Preveja se cada um dos seguintes compostos iônicos deve ser solúvel em água. Em caso afirmativo, escreva as fórmulas dos íons presentes em solução aquosa.

- (a) LiNO₃ (b) CaCl₂ (c) CuO (d) NaCH₃CO₂

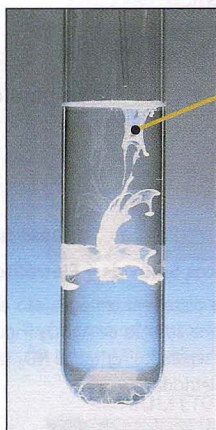
5.2 Reações de Precipitação

Uma **reação de precipitação** produz um produto insolúvel em água, conhecido como **precipitado**. Os reagentes dessas reações são geralmente compostos iônicos solúveis em água. Quando essas substâncias se dissolvem em água, consequentemente, dissociam-se para fornecer cátions e ânions apropriados. Se o cátion de um dos compostos puder formar um composto insolúvel com o ânion do outro composto na solução, ocorre a reação de precipitação. Por exemplo, a mistura de soluções de nitrato de prata e de cloreto de potássio, ambos compostos iônicos solúveis em água, formam o cloreto de prata insolúvel e o nitrato de potássio solúvel (Figura 5.4).



Reagentes	Produtos
Ag ⁺ (aq) + NO ₃ ⁻ (aq)	Insolúvel AgCl
K ⁺ (aq) + Cl ⁻ (aq)	K ⁺ (aq) + NO ₃ ⁻ (aq)

Fotos a, b, c e d: Charles D. Winters



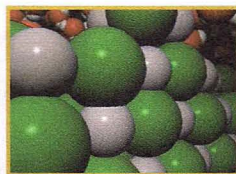
(a)



(b) Inicialmente, os íons prata (Ag^+ , cinza) e cloreto (Cl^- , verde) estão bastante separados.



(c) Os íons Ag^+ e Cl^- se aproximam e formam pares de íons.

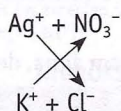


(d) À medida que mais e mais íons Ag^+ e Cl^- se juntam, forma-se um precipitado de AgCl sólido.

Figura 5.4 Precipitação de cloreto de prata. (a) A mistura de nitrato de prata aquoso com cloreto de potássio produz o cloreto de prata, AgCl , insolúvel. Em (b) até (d) você vê um modelo do processo.

• Reações de Troca

Note que quando dois compostos iônicos em solução reagem para formar um precipitado sólido, eles assim o fazem por meio da troca de íons. Por exemplo, os íons prata(I) trocam o nitrato por íons cloreto, e os íons potássio, íons cloreto por íons nitrato.

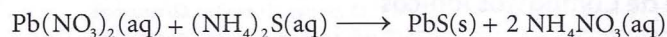


Muitas combinações de íons positivos e negativos formam substâncias insolúveis (Figuras 5.4 e 5.5). Por exemplo, o cromato de chumbo se precipita quando um composto de chumbo solúvel em água for combinado com um composto de cromato solúvel (Figura 5.4a).



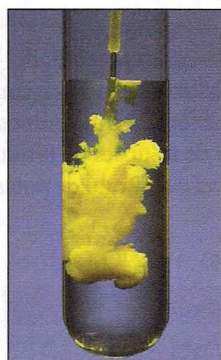
Reagentes	Produtos
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$	Insolúvel PbCrO_4
$2\text{K}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$	$2\text{K}^+(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$

Quase todos os sulfetos metálicos são insolúveis em água (Figura 5.5b). Se um composto do metal solúvel na natureza entra em contato com uma fonte de íons sulfeto (digamos, de um vulcão, um bolsão de gás natural na terra, ou uma chaminé de fumaça preta no oceano), o sulfeto metálico precipita-se.

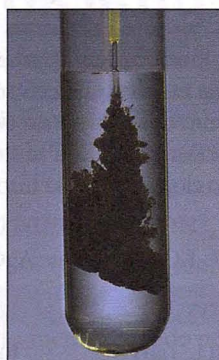


Reagentes	Produtos
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$	Insolúvel PbS
$2\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$	$2\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$

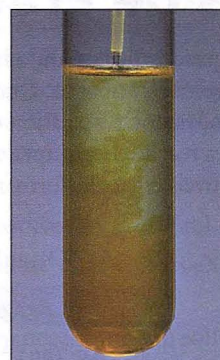
Figura 5.5 Reações de precipitação. Alguns compostos iônicos são insolúveis na água. Orientações para a predição da solubilidade são apresentadas na Figura 5.3.



(a) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ e K_2CrO_4 produzem PbCrO_4 amarelo insolúvel e KNO_3 solúvel.



(b) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ e $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ produzem PbS preto insolúvel e NH_4NO_3 solúvel.



(c) FeCl_3 e NaOH produzem $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vermelho insolúvel e NaCl solúvel.



(d) AgNO_3 e K_2CrO_4 produzem Ag_2CrO_4 vermelho insolúvel e KNO_3 solúvel. Veja o Exemplo 5.2.

Fotos a, b, c e d: Charles D. Winters

Na verdade, esse processo é a forma pela qual acredita-se que os minerais que contêm enxofre, como a pirita de ferro (FeS_2), tenham se formado na natureza. A “fumaça” preta dos vulcões submarinos consiste de sulfetos metálicos precipitados oriundos dos ânions sulfeto e dos cátions metálicos nas emissões vulcânicas (veja a página 120).

Por fim, com exceção dos cátions dos metais alcalinos (e de Ba^{2+}), todos os cátions metálicos formam hidróxidos insolúveis. Assim, cloreto de ferro(III) solúvel em água e o hidróxido de sódio reagem para formar o hidróxido de ferro(III) insolúvel (Figuras 5.3c e 5.5c).



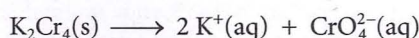
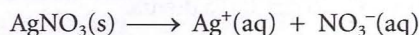
Reagentes	Produtos
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	Insolúvel $\text{Fe}(\text{OH})_3$
$3 \text{Na}^{+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^{-}(\text{aq})$	$3 \text{Na}^{+}(\text{aq}) + 3 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$

Exemplo 5.2 Escrevendo a Equação para uma Reação de Precipitação

Problema • Um produto insolúvel é formado quando soluções aquosas de cromato de potássio e nitrato de prata são misturadas. Em caso afirmativo, escreva a equação balanceada.

Estratégia • Primeiro, decida quais íons são formados em solução quando os reagentes se dissolvem. Então use a informação na Figura 5.3 para determinar se o cátion de um reagente irá se combinar com o ânion do outro reagente para formar um composto insolúvel.

Solução • Ambos os reagentes – AgNO_3 e K_2CrO_4 – são solúveis em água, e os íons Ag^{+} , NO_3^{-} , K^{+} e CrO_4^{2-} são liberados na solução quando os compostos são dissolvidos.



Aqui, o Ag^{+} poderia combinar-se com o CrO_4^{2-} , e o K^{+} poderia combinar-se com o NO_3^{-} . A primeira combinação, Ag_2CrO_4 , é um composto insolúvel, ao passo que o KNO_3 é solúvel em água. Portanto, a equação balanceada para a reação entre nitrato de prata e cromato de potássio é (Figura 5.4d).



Exercício 5.3 Reações de Precipitação

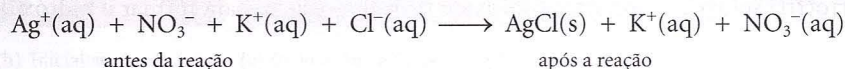
Em cada um dos seguintes casos, ocorre reação de precipitação quando soluções dos dois reagentes solúveis em água são misturadas? Dê a fórmula de quaisquer precipitados que se formem, e escreva uma equação química balanceada para as reações de precipitação que ocorrem.

- Carbonato de sódio é misturado com cloreto de cobre(II).
- Carbonato de potássio é misturado com nitrato de sódio.
- Cloreto de níquel(II) é misturado com hidróxido de potássio.

Escreva a equação química balanceada para as reações de precipitação que ocorrem.

EQUAÇÕES IÔNICAS LÍQUIDAS

Uma solução aquosa de nitrato de prata contém íons Ag^+ e NO_3^- . Uma solução aquosa de cloreto de potássio contém íons K^+ e Cl^- . Quando essas soluções são misturadas (Figura 5.3), o AgCl precipita-se e os íons K^+ e NO_3^- permanecem em solução.

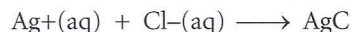


• Equações Iônicas Líquidas

1. Todas as equações químicas devem estar balanceadas. O mesmo número de átomos de cada tipo deve aparecer tanto do lado dos reagentes quanto do lado dos produtos. Ademais, a soma das cargas positivas e negativas deve ser a mesma de ambos os lados da equação.

2. Veja a Dica de Solução de Problemas 5.1, página 157.

Os íons K^+ e NO_3^- estão presentes em solução antes e depois da reação, e, portanto, aparecem tanto do lado dos reagentes quanto do lado dos produtos na equação química balanceada. Esses íons são frequentemente chamados de **íons espectadores**, porque eles não participam na reação líquida – eles apenas “observam das laterais do campo”. Pouca informação química será perdida se a equação for escrita sem eles; portanto, podemos simplificar a equação para



A equação balanceada que resulta da retirada dos íons espectadores é a **equação iônica líquida** da reação. *Somente os íons aquosos e os não eletrólitos* (que podem ser compostos insolúveis, compostos moleculares solúveis como o açúcar, ácidos fracos e bases fracas (página 150) ou os gases) *que participam de uma reação química necessitam ser incluídos na equação iônica líquida*.

A eliminação dos íons espectadores não implica que os íons K^+ e NO_3^- fiquem totalmente sem importância na reação entre AgNO_3 e KCl . De fato, os íons Ag^+ e Cl^- não podem existir sozinhos na solução; algum tipo de íon negativo deve estar presente balanceando a carga positiva do íon Ag^+ , por exemplo. Qualquer íon serve, entretanto, desde que forme um composto solúvel com o Ag^+ . Assim, poderíamos ter usado AgClO_4 em vez de AgNO_3 e NaCl em vez de KCl . A equação iônica líquida seria a mesma.

Finalmente, observe que deve sempre haver *um balanceamento das cargas*, assim como o balanceamento de massa em uma equação química balanceada. Portanto, na equação iônica líquida de Ag^+ e Cl^- , as cargas do cátion e do ânion à esquerda somam-se para dar uma carga total de 0 (zero), a mesma carga 0 do $\text{AgCl}(\text{s})$ à direita.

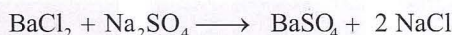
Exemplo 5.3 Escrevendo e Balanceando Equações Iônicas Líquidas

Problema • Escreva uma equação iônica líquida, balanceada, para a reação entre soluções aquosas de BaCl_2 e Na_2SO_4 para formar BaSO_4 e NaCl .

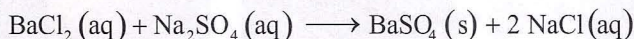
Estratégia • Escreva primeiro uma equação balanceada para a reação global. A seguir, decida quais compostos são solúveis em água (Figura 5.3) e determine quais íons esses compostos produzem em solução. Por fim, elimine os íons que aparecem tanto do lado dos reagentes quanto do lado dos produtos da reação.

Solução •

Etapa 1 • Escreva a equação balanceada



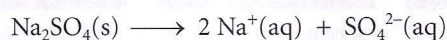
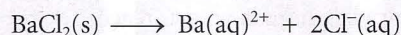
Etapa 2 • Decida a respeito da solubilidade de cada composto usando a Figura 5.1. Os compostos que contêm íons sódio são sempre solúveis em água, e aqueles que contêm íons cloreto são quase sempre solúveis. Os sais do sulfato são também geralmente solúveis, sendo uma exceção importante o BaSO_4 . Podemos escrever, portanto,



Etapa 3 • Identifique íons na solução. Todos os compostos iônicos solúveis dissociam-se para formar íons em solução aquosa. (Todos são eletrólitos.)

• Dissolução de Haletos

Quando um composto iônico com um íon haleto dissolve-se na água, os íons haleto são liberados em solução aquosa. Assim, BaCl_2 produz um íon Ba^{2+} e dois íons Cl^- para cada íon Ba^{2+} (e não Cl_2 ou íons Cl_2^{2-}).



- (b) Se você tem exatamente uma tonelada (1.000 kg) de rocha que contém ouro, que volume de NaCN 0,075 M, em litros, você necessita para extrair o ouro se a rocha contém 0,019% de ouro?

Resumo e Questões Conceituais

As questões a seguir utilizam conceitos dos capítulos anteriores.

59. Dois estudantes titulam amostras diferentes da mesma solução de HCl usando uma solução de NaOH 0,100 M e o indicador fenolftaleína (Figura 5.23). O primeiro estudante introduz com uma pipeta 20,0 mL da solução de HCl em um balão, adiciona 20 mL de água destilada e algumas gotas de solução de fenolftaleína, e titula até que uma coloração rosada persistente apareça. O segundo estudante introduz com uma pipeta 20,0 mL da solução de HCl em um balão, adiciona 60 mL de água destilada e algumas gotas de solução do fenolftaleína, e titula até a primeira coloração rosada persistente. Cada estudante calcula corretamente a molaridade da solução de HCl. O resultado do segundo estudante será:

- (a) Quatro vezes menor que o do primeiro estudante.
(b) Quatro vezes maior que o do primeiro estudante.
(c) Duas vezes menor que o do primeiro estudante.
(d) Duas vezes maior que o do primeiro estudante.
(e) O mesmo que o do primeiro estudante.
60. Descreva como preparar BaSO_4 , sulfato de bário, através de (a) uma reação de precipitação e (b) uma reação com formação de gás. Para fazer isso, você dispõe dos seguintes reagentes: BaCl_2 , BaCO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, H_2SO_4 e Na_2SO_4 . Escreva equações completas, balanceadas, para as reações escolhidas. (Figura 4.8 para uma ilustração da preparação de um composto.)
61. Suponha que o máximo valor permitido de álcool no sangue de um motorista seja de 100 mg por decilitro (dL). Se o nível em um motorista é 0,033 mol de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) por litro de sangue, ele receberá uma multa por dirigir embriagado?