

# EXERCÍCIOS

## LISTA 05



## Ideias básicas

001. Quais propriedades dos ácidos Robert Boyle observou?

002. Gay-Lussac chegou a uma importante conclusão sobre ácidos e bases. Qual foi?

003. Defina os seguintes termos. Você pode querer consultar Capítulo 4 para verificar as definições. (a) ácido; (b) neutralização; (c) ionização; (d) dissociação; (e) sal.

## A teoria de Arrhenius

004. Esboce as ideias de Arrhenius sobre ácidos e bases. (a) Como ele definiu os seguintes termos: ácido, base, neutralização? (b) Dê um exemplo que ilustre cada prazo.

005. Defina e ilustre os seguintes termos de forma clara e concisa. Dê um exemplo de cada um. (a) eletrólito forte; (b) eletrólito fraco; (c) não eletrólito; (d) ácido forte; (e) base forte; (f) ácido fraco; (g) base fraca; (h) insolúvel base.

006. Diferencie os seguintes pares de termos e forneça um exemplo específico de cada um. (a) ácido forte e fraco ácido; (b) base forte e base fraca; (c) base forte e base insolúvel.

007. Escreva fórmulas e nomes para (a) os ácidos fortes comuns; (b) três ácidos fracos; (c) as bases fortes comuns; (d) a base fraca mais comum; (e) quatro sais iônicos solúveis; (f) quatro sais insolúveis.

008. Descreva um experimento para classificar compostos como eletrólitos fortes, eletrólitos fracos ou não eletrólitos. Diga o que seria observado para cada um dos seguintes compostos e classifique cada um.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{HCN}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ;  $\text{HF}$ ;  $\text{HClO}_4$ ;  $\text{HCOOH}$ ;  $\text{NH}_3$ .

009. Resuma as propriedades elétricas de eletrólitos fortes, eletrólitos fracos e não eletrólitos.

## O íon hidrogênio hidratado.

010. Escreva a fórmula de um íon hidrogênio hidratado que contém apenas uma água de hidratação. Dê outro nome para o íon hidrogênio hidratado.

011. Por que o íon hidrogênio hidratado é importante?

012. Critique a seguinte afirmação: "O íon hidrogênio hidratado deve sempre ser representado como  $\text{H}_3\text{O}^+$ ."

## Teoria de Brønsted-Lowry

013. Declare as ideias básicas da teoria de Brønsted-Lowry.

014. Use a terminologia de Brønsted-Lowry para definir os seguintes termos. Ilustre cada um com um exemplo específico. (a) ácido; (b) base conjugada; (c) base; (d) ácido conjugado; (e) conjugado par ácido-base.

015. Escreva equações balanceadas que descrevam a ionização dos seguintes ácidos em solução aquosa diluída. Use uma única seta ( $\rightarrow$ ) para representar ionização completa, ou quase completa, e uma seta dupla ( $\rightleftharpoons$ ) para representar uma pequena extensão da ionização. (a) HCl; (b)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; (c)  $\text{H}_2\text{S}$ ; (d) HCN; (e) HF; (f)  $\text{HClO}_4$ .

016. Use palavras e equações para descrever como a amônia pode atuar como uma base em (a) solução aquosa e (b) estado puro, isto é, como moléculas de amônia gasosa quando reagem com cloreto de hidrogênio gasoso ou um ácido anidro similar.

017. O que significa autoionização? Como pode a autoionização da água pode ser descrita como uma reação ácido-base? Que características estruturais um composto deve ter para ser capaz de sofrer autoionização?

018. Ilustre, com equações apropriadas, o fato de que estas espécies são bases em água:  $\text{NH}_3$ ;  $\text{HS}^-$ ;  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ;  $\text{O}^{2-}$ .

019. Em termos da teoria de Brønsted-Lowry, indique as diferenças entre (a) uma base forte e uma base fraca e (b) uma base forte e um ácido fraco.

020. Dê os produtos nas seguintes reações ácido-base. Identifique os pares ácido-base conjugados.

- (a)  $\text{NH}_4^+ + \text{CN}^-$
- (b)  $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (c)  $\text{HClO}_4 + [\text{H}_2\text{NNH}_3]^+$
- (d)  $\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

021. Dê os ácidos conjugados de  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , e  $\text{NO}_2^-$ .

022. Dê as bases conjugadas de  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{PH}_4^+$ , e  $\text{HOCH}_3$ .

023. Identifique os ácidos e bases de Brønsted-Lowry nessas reações e agrupá-los em pares ácido-base conjugados.

- (a)  $\text{NH}_3 + \text{HBr} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Br}^-$
- (b)  $\text{NH}_4^+ + \text{HS}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S}$
- (c)  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- (d)  $\text{HSO}_3^- + \text{CN}^- \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{SO}_3^{2-}$

024. Identifique cada espécie nas seguintes reações como um ácido ou uma base, no sentido de Brønsted-Lowry.

- (a)  $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$
- (b)  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{CO}_3$
- (c)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NO}_2^- \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{CH}_3\text{COO}^-$

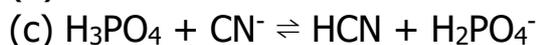
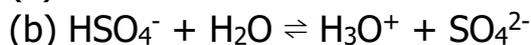
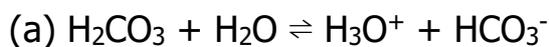
025. Identifique cada espécie nas seguintes reações como um ácido ou uma base, no sentido de Brønsted-Lowry.

- (a)  $\text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3$
- (b)  $\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{OH}^-$
- (c)  $\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{OH}^-$

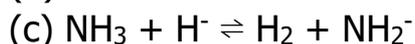
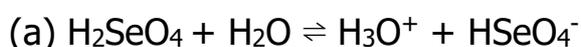
026. Organize as espécies nas reações do Exercício 24 como pares conjugados de Brønsted-Lowry.

027. Organize as espécies nas reações do Exercício 25 como pares conjugados de Brønsted-Lowry.

028. Identifique cada reagente e produto nas seguintes reações químicas como um ácido de Brønsted-Lowry, uma base de Brønsted-Lowry, ou nenhum deles. Organize as espécies em cada reação como pares ácido-base conjugados.



029. Identifique cada reagente e produto nas seguintes reações químicas como um ácido de Brønsted-Lowry, uma base de Brønsted-Lowry, ou nenhum deles. Organize as espécies em cada reação como pares ácido-base conjugados.



## Propriedades de soluções aquosas de ácidos e bases

030. Escreva equações e designe pares conjugados para as reações em água de (a)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e (b)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .

031. Liste seis propriedades de soluções aquosas de ácidos protônicos.

032. Liste cinco propriedades das bases em solução aquosa. A amônia aquosa apresenta essas propriedades? Porquê?

033. Dizemos que ácidos fortes, ácidos fracos e bases fracas ionizam na água, mas as bases fortes dissociam-se na água. Qual é a diferença entre ionização e dissociação?

034. Distinguir entre solubilidade em água e extensão de ionização na água. Forneça exemplos específicos que ilustrem os significados de ambos os termos.

035. Escreva três afirmações gerais que descrevam os graus em que ácidos, bases e sais são ionizados em solução aquosa diluída.

## Anfoterismo

036. Use equações químicas para ilustrar os hidróxidos de berílio, zinco, arsênico e antimônio reagindo (a) como ácidos; (b) como bases.

037. Desenhe a fórmula de Lewis do hidróxido de alumínio e explique quais características lhe permitem possuir tais propriedades.

038. O que queremos dizer quando dizemos que a água é anfiprótica? (a) Podemos também descrever a água como anfotérica? Por quê? (b) Ilustre a natureza anfiprótica da água escrevendo duas equações para reações em que a água exibe esta propriedade.

## Força dos ácidos

039. Qual propriedade é característica de todos os ácidos fortes e bases fortes, mas não ácidos fracos e bases fracas?

40. O que significa "força da base"? O que significa "força do ácido"?

41. Classifique cada uma das seguintes substâncias como (a) uma base forte, (b) uma base insolúvel, (c) um ácido forte, ou (d) um ácido fraco: LiOH; HCl; Ba(OH)<sub>2</sub>; Cu(OH)<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>S; H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Zn(OH)<sub>2</sub>.

42. (a) O que são ácidos protônicos binários? (b) Escreva nomes e fórmulas para quatro ácidos protônicos binários.

43. (a) Como o aumento da força dos ácidos em uma série de ácidos protônicos binários semelhantes pode ser explicado? (b) Ilustre sua resposta para as séries HF, HCl, HBr e HI. (c) Qual é a ordem crescente de força básica das bases conjugadas dos ácidos em (b)? Por quê? (d) Sua explicação é aplicável às séries H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se e H<sub>2</sub>Te? Por quê?

44. Classifique cada um dos hidretos NaH, BeH<sub>2</sub>, BH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O e HF como uma base de Brønsted-Lowry, uma base de Brønsted-Lowry, ou nenhum.

45. (a) Qual é o ácido mais forte de cada par? (1)  $\text{NH}^+$ ,  $\text{NH}_3$ ; (2)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; (3)  $\text{HS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ; (4)  $\text{HSO}^-$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . (b) Como a acidez e a carga estão relacionadas?

46. Organize os membros de cada grupo em ordem decrescente de acidez: (a)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ; (b)  $\text{HI}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ; (c)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}_2^-$ ,  $\text{HS}^-$ .

47. Ilustre o efeito nivelador da água escrevendo equações para as reações de  $\text{HCl}$  e  $\text{HNO}_3$  com água.

## Ácidos Ternários

48. Em que sentido podemos descrever os ácidos nítrico e sulfúrico como compostos hidroxila de não-metais?

49. O que são ácidos ternários? Escreva nomes e fórmulas para quatro deles.

50. Escreva as equações de autoionização por transferência de prótons para os seguintes solventes anfipróticos.

(a)  $\text{NH}_3$ , (b)  $\text{NH}_2\text{OH}$ , (c)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

51. Explique a ordem de aumento da força do ácido para o seguintes grupos de ácidos e a ordem crescente de força de base para as bases conjugadas. (a)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; (b)  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ; (c)  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; (d)  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ .

52. (a) Escreva uma generalização que descreva a ordem das forças dos ácidos para uma série de ácidos que contêm diferentes elementos no mesmo estado de oxidação do mesmo grupo em a tabela periódica. (b) Indique a ordem crescente das forças dos ácidos: (1)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; (2)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ; (3)  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ; (4)  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HBrO}_3$ ,  $\text{HIO}_3$ .

\*53. Liste os seguintes ácidos em ordem crescente de força: (a) sulfúrico, fosfórico e perclórico; (b)  $\text{HIO}_3$ ,  $\text{HIO}_2$ ,  $\text{HIO}$  e  $\text{HIO}_4$ ; (c) ácidos selenoso, sulfuroso e telúroso; (d) ácidos hidrogenossulfúrico, hidrogenosselênico e hidrogenotelúrico; (e)  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_2$ ,  $\text{HCrO}_3$  e  $\text{H}_3\text{CrO}_3$ .

## Reações de Ácidos e Bases

54. Por que as reações ácido-base são descritas como reações de neutralização?

55. Distinguir entre (a) equações de fórmula unitária, (b) equações iônicas totais e (c) equações iônicas líquidas. Quais são as vantagens e limitações de cada uma?

56. Classifique cada substância como eletrólito ou não eletrólito:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;  $\text{OI}$ ;  $\text{C}_6\text{H}_6$ ;  $\text{RaF}_2$ ;  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ;  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  (açúcar de mesa);  $\text{LiOH}$ ;  $\text{KHCO}_3$ ;  $\text{NaClO}_4$ ;  $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{I}_2$ .

57. Classifique cada substância como um eletrólito forte ou fraco, e então liste (a) os ácidos fortes, (b) as bases fortes, (c) os ácidos fracos e (d) as bases fracas.  $\text{NaCl}$ ;  $\text{MgSO}_4$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ;  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{OI}$ ;  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;  $\text{LiOH}$ ;  $\text{C}_3\text{H}_5\text{COOH}$ ;  $\text{NH}_3$ ;  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;  $\text{KOH}$ ;  $\text{HCN}$ ;  $\text{HClO}_4$ .

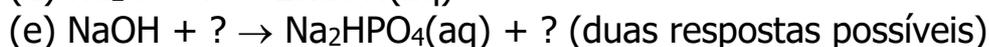
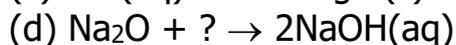
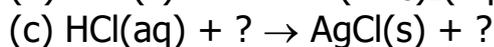
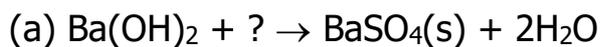
Para os Exercícios 58–60, escreva (1) fórmula unitária balanceada, (2) equação total iônica e (3) equações iônicas líquidas para reações entre os pares ácido-base. Nomeie todos os compostos, exceto a água. Assumir neutralização total.

58. (a)  $\text{HNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$   
(b)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$   
(c)  $\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
(d)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow$   
(e)  $\text{HI} + \text{NaOH} \rightarrow$

59. (a)  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
(b)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
(c)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
(d)  $\text{HBr} + \text{KOH} \rightarrow$   
(e)  $\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$

60. (a)  $\text{HClO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
(b)  $\text{HBr} + \text{NH}_3 \rightarrow$   
(c)  $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow$   
(d)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow$   
(e)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$

61. Complete essas equações escrevendo as fórmulas dos compostos omitidos.



062. Embora muitos sais possam ser formados por uma variedade de reações, os sais são geralmente considerados como derivados da reação de um ácido com uma base. Para cada um dos sais listados aqui, escolha o ácido e a base que reagiriam entre si para formar o sal. Escreva a (i) a fórmula unitária, (ii) a equação iônica total e (iii) equações iônicas líquidas para a formação de cada sal. (a)  $\text{Pb(NO}_3)_2$ ; (b)  $\text{AlCl}_3$ ; (c)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ; (d)  $\text{Ca(ClO}_4)_2$ ; (e)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

063. (a) Quais dos seguintes compostos são sais?  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{O}$ ;  $\text{U(NO}_3)_5$ ;  $\text{AgNO}_3$ ;  $\text{Sr(CH}_3\text{COO)}_2$ . (b) Escreva uma equação ácido-base que explique a formação daqueles identificados como sendo sais.

064. Repita o Exercício 63 para:  $\text{KMnO}_4$ ;  $\text{NiSO}_3$ ;  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ;  $\text{SnF}_2$ ;  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .

## Sais Ácidos e Básicos

065. O que são ácidos polipróticos? Escreva nomes e fórmulas para cinco ácidos polipróticos.

066. O que são sais ácidos? Escreva equações balanceadas para mostrar como os seguintes sais ácidos podem ser preparados a partir do ácido e base apropriados:  $\text{NaHSO}_3$ ;  $\text{KHCO}_3$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;  $\text{NaHS}$ .

067. Indique a razão molar de ácido e base necessária em cada caso do Exercício 66.

068. Os seguintes sais são componentes de fertilizantes. Eles são feitos pela reação de  $\text{NH}_3$  gasoso com soluções concentradas de ácidos. O calor produzido pelas reações evapora a maior parte da água. Escreva as equações das fórmulas unitárias balanceadas que

mostram a formação de cada um. (a)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; (b)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ; (c)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ; (d)  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ; (e)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

69. O que são bases poliidroxiladas? Escreva nomes e fórmulas para cinco bases poliidroxiladas.

70. O que são sais básicos? (a) Escreva equações balanceadas para mostrar como cada um dos seguintes sais básicos pode ser preparado a partir do ácido e da base apropriados:  $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$ ;  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ;  $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ . (b) Indique a razão molar de ácido e base necessária em cada caso.

71. O que são hidróxidos metálicos anfotéricos? (a) São bases? (b) Escreva os nomes e fórmulas para quatro hidróxidos metálicos anfotéricos.

72. O hidróxido de cromo(III) e o hidróxido de chumbo(II) são hidróxidos anfotéricos típicos. (a) Escreva a fórmula unitária, iônica total e equações iônicas líquidas para a reação completa de cada hidróxido com ácido nítrico. (b) Escreva os mesmos tipos de equações para a reação de cada hidróxido com um excesso de solução de hidróxido de potássio. A Tabela 10-1 pode ser útil.

73. Escreva as equações químicas para a ionização gradual do ácido oxálico,  $(\text{COOH})_2$ , um ácido diprótico.

74. Escreva as equações químicas para a ionização gradual de ácido cítrico,  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{COOH})_3$ , um ácido triprótico."

## A Teoria de Lewis

75. Defina e ilustre os seguintes termos de forma clara e concisa. Escreva uma equação para ilustrar o significado de cada termo. (a) ácido de Lewis; (b) base de Lewis; (c) neutralização de acordo com a teoria de Lewis.

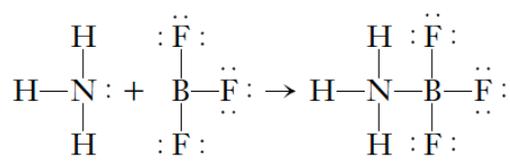
76. Quais são as vantagens e limitações da teoria de Brønsted-Lowry?

77. Explique as diferenças entre as teorias ácido-base de Brønsted-Lowry e Lewis, usando a formação do íon amônio a partir de amônia e água para ilustrar seus pontos.

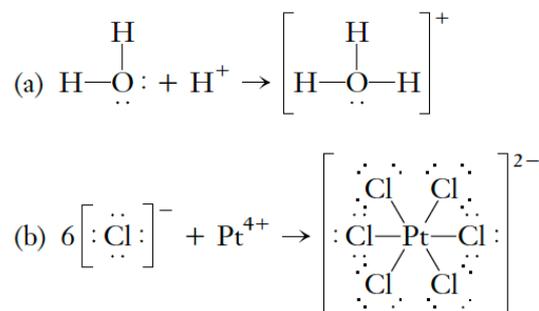
78. Escreva uma fórmula de Lewis para cada espécie nas equações a seguir. Rotule os ácidos e as bases usando a terminologia da teoria de Lewis.

- (a)  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$   
 (b)  $\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$   
 (c)  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$   
 (d)  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$

79. Qual é o termo para uma ligação covalente simples na qual ambos os elétrons no par compartilhado vêm do mesmo átomo? Identifique o ácido e a base de Lewis e os átomos doadores e receptores na reação a seguir.

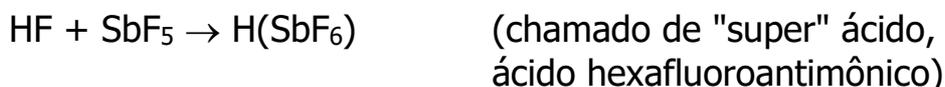


80. Identifique o ácido e a base de Lewis e os átomos doador e acceptor em cada uma das seguintes reações.



81. O iodo,  $\text{I}_2$ , é muito mais solúvel em uma solução aquosa de iodeto de potássio, KI, do que em  $\text{H}_2\text{O}$ . O ânion encontrado na solução é  $\text{I}^-$ . Escreva uma equação para a reação que forma  $\text{I}^-$ , indicando o ácido de Lewis e a base de Lewis

82. Um grupo de ácidos muito fortes são os fluoroácidos,  $\text{HmXF}_n$ . Dois desses ácidos são formados por reações ácido-base de Lewis. (a) Identifique o ácido de Lewis e a base de Lewis.





(b) A qual átomo o H do produto está ligado? Como o H está ligado?

## Preparação de Ácidos

83. Um ácido volátil como o ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , pode ser preparado pela adição de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado a um sal do ácido. (a) Escreva a equação química para a reação de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  com nitrato de sódio (chamado salitre do Chile). (b) Uma solução aquosa diluída de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  não pode ser usada. Por quê?

84. Descreva um método de preparação de cada um dos seguintes ácidos e escreva as equações balanceadas apropriadas para cada preparação: (a)  $\text{H}_2\text{S}$ ; (b)  $\text{HBr}$ ; (c)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

85. Repita o Exercício 84 para (a) ácido carbônico, (b) perclórico ácido, (c) ácido permangânico e (d) ácido fosfórico (dois métodos).

## Exercícios mistos

86. Dê a fórmula para um exemplo escolhido entre os elementos representativos para (a) um óxido ácido, (b) um óxido anfótero e (c) um óxido básico.

87. Identifique cada um dos seguintes como (i) ácido, (ii) básico ou (iii) anfotérico. Suponha que todos os óxidos estejam dissolvidos ou em contato com a água. Não se deixe intimidar pela forma como a fórmula do composto está escrita. (a)  $\text{Cs}_2\text{O}$ ; (b)  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ; (c)  $\text{HCl}$ ; (d)  $\text{SO}_2(\text{OH})_2$ ; (e)  $\text{HNO}_2$ , (f)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; (g)  $\text{BaO}$ ; (h)  $\text{H}_2\text{O}$ ; (i)  $\text{CO}_2$ ; (j)  $\text{SO}_2$ .

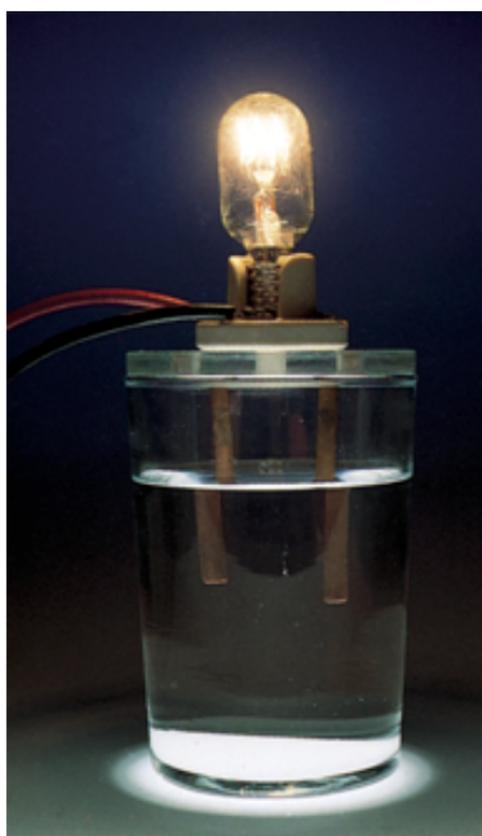
88. Indique qual das seguintes substâncias — (a)  $\text{H}_2\text{S}$ ; (b)  $\text{PO}(\text{OH})_3$ ; (c)  $\text{H}_2\text{CaO}_2$ ; (d)  $\text{ClO}_3(\text{OH})$ ; (e)  $\text{Sb}(\text{OH})_3$  — pode atuar como (i) um ácido, (ii) uma base, ou (iii) ambos de acordo com a teoria de Arrhenius (clássica) ou a teoria de Brønsted-Lowry. Não se confunda com a maneira como as fórmulas são escritas.

89. (a) Escreva equações para as reações de  $\text{HCO}^-$  com  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{HCO}^-$  com  $\text{OH}^-$  e indique os pares ácido-base conjugados em cada caso. (b)

Uma substância como o  $\text{HCO}_3^-$  que reage com  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{OH}^-$  é chamada de \_\_\_\_\_?. (Preencha a palavra que falta.)

90. (a) Liste as bases conjugadas de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{OH}^-$  e os ácidos conjugados de  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{PH}_3$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ . (b) Dado que  $\text{NO}_2^-$  é uma base mais forte do que  $\text{NO}_3^-$ , qual é o ácido mais forte - ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$  ou o ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ ?

91. Uma solução 0,1 M de cloreto de cobre(II),  $\text{CuCl}_2$ , faz com que a lâmpada na Figura 4-2 brilhe intensamente. Quando o sulfeto de hidrogênio,  $\text{H}_2\text{S}$ , um ácido muito fraco, é adicionado à solução, um precipitado preto de sulfeto de cobre(II),  $\text{CuS}$ , forma-se e a lâmpada ainda brilha intensamente. O experimento é repetido com uma solução 0,1 M de acetato de cobre(II),  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , que também faz com que a lâmpada brilhe intensamente. Novamente, após a adição de  $\text{H}_2\text{S}$ , o  $\text{CuS}$  se forma, mas desta vez a lâmpada brilha fracamente. Com a ajuda das equações iônicas, explique a diferença de comportamento entre as soluções  $\text{CuCl}_2$  e  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .



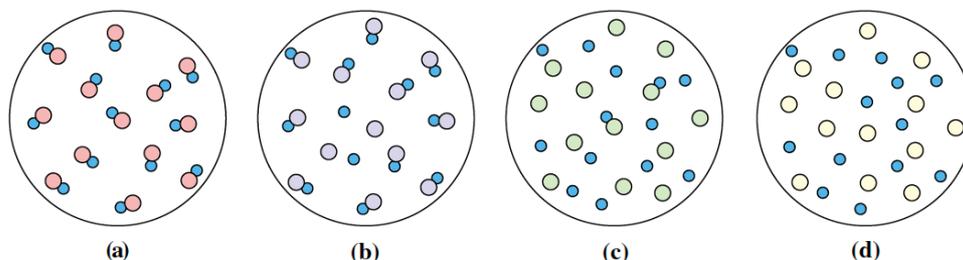
Conductivity experiment.

092. Referindo-se novamente à Figura 4-2, explique os seguintes resultados de um experimento de condutividade (use equações iônicas). (a) Soluções individuais de NaOH e HCl fazem a lâmpada brilhar intensamente. Quando as soluções são misturadas, a lâmpada ainda brilha, mas não tão brilhante quanto antes. (b) Soluções individuais de  $\text{NH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  fazem a lâmpada brilhar fracamente. Quando as soluções são misturadas, a lâmpada brilha intensamente.

093. Quais afirmações são verdadeiras? Reescreva qualquer afirmação falsa do modo correto. (a) Ácidos e bases fortes são virtualmente 100% ionizado ou dissociado em soluções aquosas diluídas. (b) O efeito de nivelamento são as forças aparentemente idênticas de todos os ácidos e bases em soluções aquosas. (c) Um conjugado ácido é uma molécula ou íon formado pela adição de um próton a uma base. (d) O anfoterismo e o anfiprotismo são os mesmos em solução aquosa.

## EXERCÍCIOS CONCEITUAIS

"94. Os diagramas a seguir são representações em nanoescala de diferentes ácidos em solução aquosa; as moléculas de água não são mostradas. Os círculos pequenos e escuros são átomos ou íons de hidrogênio:



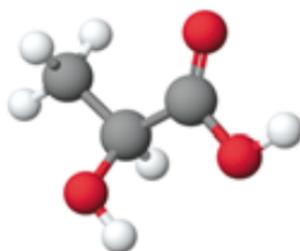
Os círculos maiores e mais claros representam os ânions. (a) Qual diagrama melhor representa o ácido clorídrico? (b) Qual diagrama melhor representa o ácido acético?

"95. Quando uma solução aquosa de amônia 0,1 M é testada com um aparelho de condutividade (Figura 4.2), a lâmpada brilha fracamente. Quando uma solução de ácido clorídrico 0,1 M é testada, a lâmpada brilha mais forte. Você esperaria que a lâmpada brilhasse mais, pare de brilhar ou permaneça o mesmo enquanto a água é adicionada a cada uma das soluções? Explique seu raciocínio.

96. No planeta Baseacidopolous, o solvente principal é líquido amônia, não a água. A amônia se autoioniza como a água ( $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$ ). Se em vez de água, amoníaco é usado como solvente: (a) Qual é a fórmula do cátion que indicaria que um composto é um ácido? (b) Qual é a fórmula do ânion produzido se um composto é uma base? (c) Veja como o NaCl é formado a partir de uma reação ácido-base na Terra e determine se o NaCl pode ser um sal em Baseacidopolous.

## CONSTRUINDO SEU CONHECIMENTO

97. Um dos produtos químicos da contração muscular é o ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$ ), um ácido monoprótico cuja estrutura é:



O exercício prolongado pode sobrecarregar temporariamente capacidade de eliminação desta substância do corpo, e o resultante aumento da concentração de ácido láctico nos músculos causa dor e rigidez. (a) O ácido láctico tem seis átomos de H, ainda atua como um ácido monoprótico em um ambiente aquoso. Qual dos átomos de H é ionizável? (b) Desenhe a fórmula estrutural da base conjugada. (c) Escreva uma equação iônica total que ilustra a ionização do ácido láctico na água. (d) Descreva a geometria em torno de cada um dos átomos de carbono do ácido láctico.

98. A autoionização pode ocorrer quando um íon diferente de  $\text{H}^+$  é transferido, como exemplificado pela transferência de um íon  $\text{Cl}^-$  de uma molécula de  $\text{PCl}_5$  para outra. Escreva a equação para esta reação. Quais são as formas dos dois íons que são formado?

99. O calcário,  $\text{CaCO}_3$ , é um material insolúvel em água, enquanto o  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  é solúvel. As cavernas são formadas quando a água da chuva contendo  $\text{CO}_2$  dissolvido passa sobre o calcário por longos

períodos de tempo. Escreva uma equação química para a reação ácido-base.

100. Os ácidos reagem com carbonatos metálicos e hidrogenocarbonatos para formar dióxido de carbono e água. (a) Escreva a equação balanceada para a reação que ocorre quando bicarbonato de sódio,  $\text{NaHCO}_3$  e vinagre, ácido acético a 5%, são misturados. O que causa a "efervescência"? (b) O ácido láctico,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ , é encontrado no leite azedo e na manteiga. Muitas de suas reações são muito semelhantes às do ácido acético. Escreva a equação balanceada para a reação do bicarbonato de sódio,  $\text{NaHCO}_3$ , com ácido láctico. Explique por que o pão "cresce" durante o processo de cozimento.

101. Parte do ácido formado nos tecidos é excretado pelos rins. Uma das bases que removem o ácido é  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Escreva a equação da reação. Poderia  $\text{Cl}^-$  servir para esta função?