

Neutralização

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



Sumário

1 Os ácidos e as bases	1
1.1 Os ácidos e as bases em solução em água	1
1.2 Os ácidos e bases fortes e fracos	1
1.3 A neutralização	1
2 A análise volumétrica	1
[FALAR DE ÁCIDOS QUE SE DECOMPÕE EM GASES: H ₂ CO ₃ , H ₂ SO ₃ , H ₂ S ₂ O ₃]	

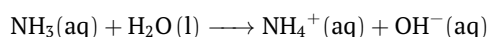
1 Os ácidos e as bases

Os primeiros químicos aplicavam o termo *ácido* a substâncias que tinham sabor azedo acentuado. O vinagre, por exemplo, contém ácido acético, CH₃COOH. As soluções em água das substâncias que eram chamadas de *bases* ou **álcalis** eram reconhecidas pelo gosto de sabão. Felizmente, existem maneiras menos perigosas de reconhecer ácidos e bases. Os ácidos e as bases, por exemplo, mudam a cor de certos corantes conhecidos como indicadores. Um dos indicadores mais conhecidos é o tornassol, um corante vegetal obtido de um líquen. Soluções de ácidos em água deixam o tornassol vermelho, e as soluções de bases em água o deixam azul. Um instrumento eletrônico conhecido como *medidor de pH* permite identificar rapidamente uma solução como ácida ou básica:

- Uma leitura de pH abaixo de 7 (pH < 7) é característica de uma **solução ácida**.
- Uma leitura acima de 7 (pH > 7) é característica de uma **solução básica**.

1.1 Os ácidos e as bases em solução em água

Os químicos debateram os conceitos de acidez e basicidade por muitos anos antes que definições precisas aparecessem. Dentre as primeiras definições úteis estava a que foi proposta pelo químico sueco Svante Arrhenius, por volta de 1884. Ele definiu um *ácido* como um composto que contém hidrogênio e reage com a água para formar íons hidrogênio. Uma base foi definida como um composto que gera íons hidróxido em água. Os compostos que atendem a estas definições são chamados de **ácidos e bases de Arrhenius**. O HCl, por exemplo, é um ácido de Arrhenius, porque libera um íon hidrogênio, H⁺ (um próton), quando se dissolve em água. O CH₄ não é um ácido de Arrhenius, porque não libera íons hidrogênio em água. O hidróxido de sódio é uma base de Arrhenius, porque íons OH⁻ passam para a solução quando ele se dissolve. A amônia também é uma base de Arrhenius, porque produz íons OH⁻ por reação com a água:



*Contato: gabriel.braungpensi.com.br, (21) 99848-4949

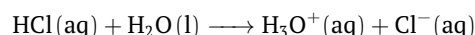
O metal sódio produz íons OH⁻ quando reage com a água, mas não é considerado uma base de Arrhenius, porque é um elemento, e não um composto, como requer a definição.

O problema com as definições de Arrhenius é que se referem a um solvente particular, a água. Quando os químicos estudaram solventes diferentes da água, como a amônia líquida, encontraram algumas substâncias que mostraram o mesmo padrão de comportamento ácido-base. Um avanço importante no entendimento do conceito de ácidos e bases aconteceu em 1923, quando dois químicos trabalhando independentemente, Thomas Lowry, na Inglaterra, e Johannes Brønsted, na Dinamarca, tiveram a mesma ideia. Sua contribuição foi compreender que o processo fundamental, responsável pelas propriedades de ácidos e bases, era a transferência de um próton (um íon hidrogênio) de uma substância para outra. A **definição de Brønsted-Lowry** para ácidos e bases é a seguinte:

- Um **ácido** é um doador de prótons.
- Uma **base** é um aceitador de prótons.

Essas substâncias são chamadas de *ácidos e bases de Brønsted* ou, simplesmente, *ácidos e bases*, porque a definição de Brønsted-Lowry é comumente aceita hoje em dia e é a que usaremos neste curso.

Quando uma molécula de um ácido se dissolve em água, ela transfere um íon hidrogênio, H⁺, para uma molécula de água e forma um íon hidrônio, H₃O⁺. Assim, quando o cloreto de hidrogênio, HCl, se dissolve em água, libera um íon hidrogênio, e a solução resultante contém íons hidrônio e íons cloreto:



Note que, como H₂O aceita o íon hidrogênio para formar H₃O⁺, a água está agindo como uma base de Brønsted.

Como identificar um ácido a partir de sua fórmula? Um ácido de Brønsted contém um átomo de hidrogênio ácido, que pode ser liberado como próton. Um átomo de hidrogênio ácido muitas vezes é escrito como o primeiro elemento na fórmula molecular dos ácidos

ATENÇÃO No sistema de Arrhenius, o hidróxido de sódio é uma base. Do ponto de vista de Brønsted, porém, ele apenas fornece uma base, OH⁻. Os químicos muitas vezes voltam-se para a definição de Arrhenius, menos geral.

1.2 Os ácidos e bases fortes e fracos

1.3 A neutralização

2 A análise volumétrica

Uma das técnicas de laboratório mais comuns de determinação da concentração de um soluto é a **titulação**. As titulações normalmente são **titulações ácido-base**, nas quais um ácido reage com uma base. As titulações são muito usadas no controle da pureza

da água, na determinação da composição do sangue e no controle de qualidade das indústrias de alimentos.

Em uma titulação, uma solução é adicionada gradativamente a outra, até a reação se completar. Um volume conhecido da solução a ser analisada, que é chamada de analito, é transferido para um frasco. Então, uma solução de concentração conhecida de reagente é vertida no frasco por uma bureta até que todo o analito tenha reagido. A solução contida na bureta é chamada de titulante, e a diferença das leituras dos volumes inicial e final na bureta dá o volume de titulante utilizado. A determinação da concentração ou

Problemas

PROBLEMA 1

Considere os compostos: NH_3 , HBr , KOH , H_2SO_3 e $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Assinale a alternativa com o caráter ácido-base de cada composto, respectivamente.

- A** ácido; ácido; base; base; base.
- B** base; base; ácido; ácido; base.
- C** base; ácido; ácido; base; base.
- D** base; ácido; base; ácido; base.
- E** base; base; base; ácido; ácido.

PROBLEMA 2

Considere os compostos: H_2SeO_4 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$, HCOOH , CsOH e HIO_4 .

Assinale a alternativa com o caráter ácido-base de cada composto, respectivamente.

- A** ácido; ácido; ácido; base; base.
- B** base; ácido; ácido; ácido; base.
- C** base; ácido; ácido; base; ácido.
- D** base; base; ácido; ácido; ácido.
- E** ácido; base; ácido; base; ácido.

PROBLEMA 3

Considere os óxidos: BaO , SO_3 , As_2O_3 , Bi_2O_3 .

Assinale a alternativa com o caráter ácido-base de cada óxido, respectivamente.

- A** básico; anfotérico; ácido; anfotérico.
- B** ácido; básico; anfotérico; anfotérico.
- C** básico; ácido; anfotérico; anfotérico.
- D** ácido; anfotérico; básico; anfotérico.
- E** anfotérico; ácido; anfotérico; básico.

PROBLEMA 4

Considere os óxidos: SO_2 , CaO , P_4O_{10} , Al_2O_3 .

Assinale a alternativa com o caráter ácido-base de cada óxido, respectivamente.

- A** ácido; anfotérico; ácido; básico.
- B** anfotérico; ácido; básico; ácido.
- C** ácido; básico; ácido; anfotérico.
- D** básico; ácido; ácido; anfotérico.
- E** anfotérico; ácido; ácido; básico.

PROBLEMA 5

Um técnico preparou uma solução de um composto em água, mas esqueceu de rotulá-la. A solução permaneceu incolor após a adição de fenolftaleína, e tem baixa condutividade comparada com uma solução padrão de NaCl .

Assinale a alternativa com um possível composto na solução.

- A** HCl
- B** KOH
- C** Glicose
- D** CH_3COOH
- E** NH_3

PROBLEMA 6

Um técnico preparou uma solução de um composto em água, mas esqueceu de rotulá-la. A solução ficou rosa após a adição de fenolftaleína, e conduz tanta eletricidade quanto uma solução padrão de NaCl .

Assinale a alternativa com um possível composto na solução.

- A** HNO_3
- B** NaOH
- C** CH_3OH
- D** HCOOH
- E** CH_3NH_2

PROBLEMA 7

Considere as reações.

1. $\text{NH}_4\text{I}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$
2. $\text{NH}_4\text{I}(\text{s}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HI}(\text{g})$
3. $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{CONH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
4. $\text{NH}_4\text{I}(\text{am}) + \text{KHNH}_2(\text{am}) \longrightarrow \text{KI}(\text{am}) + 2\text{NH}_3(\text{l})$

Assinale a alternativa que relaciona as reações ácido-base de Brønsted-Lowry.

- A** 1 e 2
- B** 1 e 4
- C** 2 e 4
- D** 1, 2 e 4
- E** 1, 2, 3 e 4

PROBLEMA 8

Considere as reações.

- $\text{KOH(aq)} + \text{CH}_3\text{I(aq)} \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH(aq)} + \text{KI(aq)}$
- $\text{AgNO}_3\text{(aq)} + \text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{AgCl(s)} + \text{HNO}_3\text{(aq)}$
- $2\text{NaHCO}_3\text{(am)} + 2\text{NH}_3\text{(l)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3\text{(s)} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3\text{(am)}$
- $\text{H}_2\text{S(aq)} + \text{Na}_2\text{S(s)} \longrightarrow 2\text{NaHS(aq)}$

Assinale a alternativa que relaciona as reações ácido-base de Brønsted-Lowry.

- A** 3 **B** 4 **C** 3 e 4
D 1, 3 e 4 **E** 2, 3 e 4

PROBLEMA 9

Assinale a alternativa com a base conjugada de OH^- .

- A** O^{2-} **B** OH^- **C** H_2O
D H_3O^+ **E** H_2O_2

PROBLEMA 10

Assinale a alternativa com o ácido conjugado de HPO_4^{2-} .

- A** PO_4^{3-} **B** HPO_4^{2-} **C** H_2PO_4^-
D H_3PO_4 **E** H_4PO_4^+

PROBLEMA 11

Assinale a alternativa com a base conjugada de NH_3 .

- A** NH_2^- **B** NH_2^- **C** NH_4
D NH_4^+ **E** N_2H_4

PROBLEMA 12

Assinale a alternativa com o ácido conjugado de H_2SO_3 .

- A** SO_3^{2-} **B** HSO_3^- **C** H_2SO_3
D H_3SO_3^+ **E** $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$

PROBLEMA 13

Considere os compostos: NH_3 , BF_3 , Ag^+ , F^- , H^- .

Assinale a alternativa com o caráter ácido-base de Lewis de cada composto, respectivamente.

- A** base; base; ácido; ácido; base.
B ácido; base; ácido; base; base.
C base; ácido; ácido; base; base.
D ácido; ácido; base; base; base.
E base; ácido; base; base; ácido.

PROBLEMA 14

Considere os compostos: SO_2 , I^- , CH_3S^- , NH_2^- , NO_2 .

Assinale a alternativa com o caráter ácido-base de Lewis de cada composto, respectivamente.

- A** ácido; base; base; ácido; base.
B base; base; base; ácido; ácido.
C base; ácido; ácido; base; base.
D ácido; base; base; base; ácido.
E base; ácido; base; base; ácido.

PROBLEMA 15

Uma alíquota de 15 mL de uma solução de HCl foi titulada com 13,3 mL de KOH $0,015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de HCl .

- A** $0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **B** $0,031 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **C** $0,047 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D $0,073 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **E** $0,11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

PROBLEMA 16

Uma alíquota de 15 mL de uma solução de NaOH foi titulada com 17,4 mL de KOH $0,23 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de NaOH .

- A** $0,091 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **B** $0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **C** $0,16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D $0,21 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **E** $0,27 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

PROBLEMA 17

Uma alíquota de 25 mL de uma solução de Ca(OH)_2 foi titulada com 12 mL de HClO_4 $0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de Ca(OH)_2 .

- A** $24 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ **B** $36 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ **C** $54 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
D $82 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ **E** $120 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

PROBLEMA 18

Uma alíquota de 25 mL de uma solução do ácido oxálico, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, foi titulada com 30 mL de NaOH $0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de ácido oxálico.

- A** $0,18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **B** $0,24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **C** $0,33 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D $0,44 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **E** $0,60 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

PROBLEMA 19

Uma amostra de 9,7 g de hidróxido de bário foi dissolvida e diluída até a marca de 250 mL em um balão volumétrico. Foram necessários 11,56 mL dessa solução para titular 25 mL de uma solução de ácido nítrico.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de HNO_3 .

- A** 0,21 mol L^{-1} **B** 0,28 mol L^{-1} **C** 0,37 mol L^{-1}
D 0,50 mol L^{-1} **E** 0,67 mol L^{-1}

PROBLEMA 20

Um alíquota de 10 mL de uma solução 3 mol \cdot L $^{-1}$ de KOH foi transferida para um balão volumétrico de 250 mL e diluída até a marca. Foram necessários 38,5 mL da solução diluída para titular 10 mL de uma solução de ácido fosfórico, H_3PO_4 .

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de H_3PO_4 .

- A** 0,088 mol L^{-1} **B** 0,12 mol L^{-1} **C** 0,16 mol L^{-1}
D 0,21 mol L^{-1} **E** 0,28 mol L^{-1}

PROBLEMA 21

Uma solução de ácido clorídrico foi preparada colocando-se 10 mL do ácido concentrado em um balão volumétrico de 1 L e adicionando-se água até a marca. Outra solução foi preparada colocando-se 0,832 g de carbonato de sódio anidro em um balão volumétrico de 100 mL e adicionando-se água até a marca. Então, 25 mL desta última solução de carbonato foram pipetados para outro balão e titulados com o ácido diluído. O ponto estequiométrico foi atingido quando 31,25 mL do ácido foram adicionados.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de ácido clorídrico concentrado.

- A** 4,4 mol L^{-1} **B** 6,2 mol L^{-1} **C** 8,9 mol L^{-1}
D 13 mol L^{-1} **E** 18 mol L^{-1}

PROBLEMA 22

O enxofre é uma impureza indesejável no carvão e no petróleo usados como combustível. A percentagem em massa de enxofre em um combustível pode ser determinada pela queima do combustível em oxigênio e dissolução em água do SO_3 produzido para formar ácido sulfúrico diluído. Em um experimento, 8,54 g de um combustível foram queimados, e o ácido sulfúrico resultante foi titulado com 17,54 mL de uma solução 0,1 mol L^{-1} de NaOH.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração mássica de enxofre no combustível.

- A** 0,20 % **B** 0,25 % **C** 0,33 %
D 0,43 % **E** 0,55 %

PROBLEMA 23

Uma amostra de 3,25 g de um ácido foi diluída em água e titulada com 68,8 mL de uma solução 0,75 mol L^{-1} de NaOH.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da massa molar do ácido.

- A** 11 g mol $^{-1}$ **B** 17 g mol $^{-1}$ **C** 26 g mol $^{-1}$
D 40 g mol $^{-1}$ **E** 63 g mol $^{-1}$

PROBLEMA 24

Uma amostra de 0,204 g de um ácido diprótico foi diluída em água e titulada com 29 mL de uma solução 0,115 mol L^{-1} de NaOH.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da massa molar do ácido.

- A** 47 g mol $^{-1}$ **B** 75 g mol $^{-1}$ **C** 120 g mol $^{-1}$
D 200 g mol $^{-1}$ **E** 320 g mol $^{-1}$

PROBLEMA 25

Uma amostra de 125 mg de carbonato foi dissolvida em 50 mL de HCl 0,1 mol L^{-1} . O excesso de ácido foi retrotitulado com 25 mL de NaOH 0,1 mol L^{-1} .

Assinale a alternativa com a fórmula unitária do carbonato.

- A** Na_2CO_3 **B** MgCO_3 **C** K_2CO_3
D CaCO_3 **E** BaCO_3

PROBLEMA 26

Um frasco de 500 mL de uma solução de ácido sulfúrico foi analisada tomando uma alíquota de 100 mL e adicionando 50 mL de uma solução 0,2 mol L^{-1} de NaOH. O excesso de base foi retrotitulado com 12 mL de HCl 0,1 mol L^{-1} .

- A** 12 mmol L^{-1} **B** 19 mmol L^{-1} **C** 29 mmol L^{-1}
D 44 mmol L^{-1} **E** 67 mmol L^{-1}

PROBLEMA 27

Uma alíquota de 30 mL de uma solução 0,1 mol L^{-1} de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ foi titulada com EDTA 0,05 mol L^{-1} .

Assinale a alternativa que mais se aproxima do volume da solução de EDTA necessário para atingir o ponto estequiométrico.

- A** 60 mL **B** 93 mL **C** 150 mL
D 230 mL **E** 350 mL

PROBLEMA 28

Os cátions zinco em uma amostra de 0,7 g talco foi titulado com 22 mL de EDTA 0,016 mol L^{-1} .

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração mássica de zinco no talco.

- A** 2,5 % **B** 3,3 % **C** 4,3 % **D** 5,6 % **E** 7,3 %

Problemas cumulativos

PROBLEMA 29

Apresente a equação balanceada para as reações.

- $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow$
- $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow$
- $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow$
- $\text{BaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow$
- $\text{Li}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow$

PROBLEMA 30

Apresente a equação balanceada para as reações.

- $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$
- $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) \longrightarrow$
- $\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HBr}(\text{aq}) \longrightarrow$
- $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$

PROBLEMA 31

Considere os ácidos: H_2SO_4 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$, H_2PO_4^- , HCOOH e NH_2NH_3^+

- Apresente** o equilíbrio de transferência de prótons dos ácidos com água.
- Identifique** os pares ácido-base conjugados na transferência de prótons dos ácidos com água.

PROBLEMA 32

Considere as bases: CN^- , NH_2NH_2 , CO_3^{2-} , HPO_4^{2-} e $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

- Apresente** o equilíbrio de transferência de prótons das bases com água.
- Identifique** os pares ácido-base conjugados na transferência de prótons das bases com água.

PROBLEMA 33

Apresente a estrutura de Lewis do produto das reações.

- $\text{PF}_5(\text{g}) + \text{F}^-(\text{g}) \longrightarrow$
- $\text{Cl}^-(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \longrightarrow$

PROBLEMA 34

Apresente a estrutura de Lewis do produto das reações.

- $\text{BrF}_3(\text{g}) + \text{F}^-(\text{g}) \longrightarrow$
- $\text{Cl}^-(\text{g}) + \text{FeCl}_3(\text{g}) \longrightarrow$

PROBLEMA 35

Um ácido diprótico desconhecido é composto de carbono, hidrogênio e oxigênio. Quando uma amostra de 10 g do ácido é queimada, são formados 4,03 g de água e 9,79 g de dióxido de carbono.

Em outro experimento, uma amostra de 0,09 g do ácido foi dissolvida em 30 mL de água e titulada com 50 mL de uma solução $0,04 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH.

- Determine** a fórmula empírica do ácido.
- Determine** a massa molar do ácido.
- Determine** a fórmula molecular do ácido.

PROBLEMA 36

O ácido cítrico é composto de carbono, hidrogênio e oxigênio e tem massa molar 192 g mol^{-1} . Quando uma amostra de 3,84 g do ácido é queimada, são formados 1,44 g de água e 5,28 g de dióxido de carbono.

Em outro experimento, uma amostra de 0,25 g de ácido cítrico foi dissolvida em 25 mL de água e titulada com 39 mL de uma solução $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de KOH.

- Determine** a fórmula molecular do ácido cítrico.
- Determine** o número de hidrogênios ionizáveis na molécula de ácido cítrico.

PROBLEMA 37

Uma substância desconhecida é composta de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Quando uma amostra de 1,77 g dessa substância é queimada, são formados 1,35 g de água e 2,64 g de dióxido de carbono.

Em outro experimento, todo nitrogênio de uma amostra de 0,885 g da substância foi convertido em amônia e dissolvido em 50 mL de água. Foram necessários 15 mL de uma solução $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de H_2SO_4 para titular a solução de amônia.

Determine a fórmula empírica da substância

PROBLEMA 38

Uma substância desconhecida é composta de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Quando uma amostra de 1,57 g dessa substância é queimada, são formados 0,31 g de água e 2,13 g de dióxido de carbono.

Em outro experimento, todo nitrogênio de uma amostra de 1,03 g da substância foi convertido em amônia e dissolvido em 50 mL de água. Foram necessários 27 mL de uma solução $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl para titular a solução de amônia.

Determine a fórmula empírica da substância

PROBLEMA 39

Um frasco contendo 1 L de uma solução de NaOH $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ não foi protegido do ar após a padronização e absorveu 528 mg de CO_2 . Uma alíquota de 100 mL dessa solução foi titulada com uma solução 1 mol L^{-1} de HCl.

- Apresente** a reação de absorção do CO_2 pela solução.
- Determine** o volume da solução de HCl utilizado.

PROBLEMA 40

Um frasco contendo 500 L de uma solução de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ não foi protegido do ar após a padronização e absorveu 616 mg de CO_2 . Foram necessários 50 mL dessa solução para titular 100 mL de uma solução de ácido acético.

- Determine** a concentração da solução de ácido acético
- Determine** o erro relativo na determinação da concentração se a absorção de CO_2 não for considerada.

PROBLEMA 41

Uma amostra de 700 mg de farinha de trigo foi analisada pelo método Kjeldahl. Neste método, a amostra é decomposta em meio de ácido sulfúrico concentrado a quente para converter o nitrogênio das proteínas em íons amônio. A amônia formada pela adição de uma base concentrada após a digestão com H_2SO_4 foi destilada em 25 mL de uma solução $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ de HCl. O excesso de HCl foi retrotitulado com 5 mL de uma solução $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH. O nitrogênio representa 20% da massa das proteínas do trigo.

- Apresente** a reação que ocorre entre a amônia e o ácido clorídrico.
- Determine** fração de proteína na farinha.

PROBLEMA 42

O *Index Merck* indica que 10 mg de guanidina, CH_5N_3 , pode ser administrada para cada quilograma de peso corporal no tratamento da miastenia grave. O nitrogênio em uma amostra de quatro tablets, que pesou um total de 7,5 g, foi convertido em amônia, seguida por destilação em 100 mL de uma solução $0,175 \text{ mol L}^{-1}$ em HCl. O excesso de ácido foi retrotitulado com 12 mL de uma solução $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ em hidróxido de sódio.

Determine o número de tablets que representam uma dose apropriada para um paciente de 70 kg.

PROBLEMA 43

O ingrediente ativo na Antabuse, uma droga usada no tratamento de alcoolismo crônico, é o dissulfeto de tetraetiluram, $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{S}_4$. O enxofre em 600 mg de uma amostra para preparação de Antabuse foi oxidado a SO_2 , o qual foi absorvido em H_2O_2 para gerar H_2SO_4 . O ácido foi titulado com 20 mL de hidróxido de sódio $0,04 \text{ mol L}^{-1}$.

Determine a fração mássica do princípio ativo na preparação.

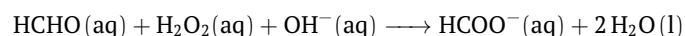
PROBLEMA 44

Foi borbulhado ar em CNTP a 30 L min^{-1} por uma solução com 75 mL de uma solução a 1% de peróxido de hidrogênio. O H_2O_2 converte o SO_2 do ar em ácido sulfúrico. Após dez minutos o H_2SO_4 foi titulado com 10 mL de uma solução $0,002 \text{ mol L}^{-1}$ em hidróxido de sódio

Determine a concentração de SO_2 no ar em partes por milhão.

PROBLEMA 45

O teor de formaldeído, HCHO, em um pesticida foi determinado pela pesagem de 0,3 g de uma amostra líquida em um frasco contendo 50 mL de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e 50 mL de H_2O_2 a 3%. Por aquecimento, ocorre a reação:

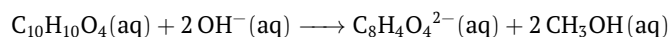


Após esfriar, o excesso de base foi titulado com 24 mL de H_2SO_4 $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

Determine a fração mássica de formaldeído na amostra.

PROBLEMA 46

Uma amostra de 200 mg de dimetilftalato, $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$, é colocada em refluxo com 50 mL de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ para hidrolisar os grupos éster:



Após o final da reação, o excesso de base foi retrotitulado com 32 mL de HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

Determine a pureza da amostra de dimetilftalato.

PROBLEMA 47

Uma mistura sólida é composta de carbonato de sódio e bicarbonato de sódio. Uma amostra de 20 g foi diluída a 200 mL em um balão volumétrico. Uma alíquota de 20 mL da solução foi titulada com 60 mL de uma solução aquosa $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido clorídrico.

Determine a fração mássica de carbonato de sódio na amostra.

PROBLEMA 48

Uma amostra de 1,2 g de uma mistura contendo $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 e substâncias inertes foi diluída a 200 mL em um balão volumétrico. Um alíquota de 50 mL foi alcalinizada com base forte e a amônia liberada foi destilada e coletada em 30 mL de HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. O excesso de ácido foi retrotitulado com 10 mL de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

Em outro experimento, uma alíquota de 25 mL foi tratada com liga de Dervada, reduzindo os íons NO_3^- a NH_4^+ , e alcalinizada com base forte. A amônia liberada foi destilada e coletada em 30 mL da mesma solução de HCl, sendo o excesso de ácido retrotitulado com 15 mL da base.

- Determine** a fração mássica de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ na mistura.
- Determine** a fração mássica de NH_3NO_3 na mistura.

PROBLEMA 49

A mistura de 50 mL uma solução $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl com 50 mL de uma solução de NaOH de mesma concentração em um calorímetro adiabático aumenta a temperatura da solução em $0,685^\circ\text{C}$.

Em outro experimento, 10 mL de uma solução 3 mol L^{-1} de HNO_3 são adicionados em 1 L de KOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ em 25°C .

- Determine** a entalpia de neutralização.
- Determine** a variação de temperatura no segundo experimento.

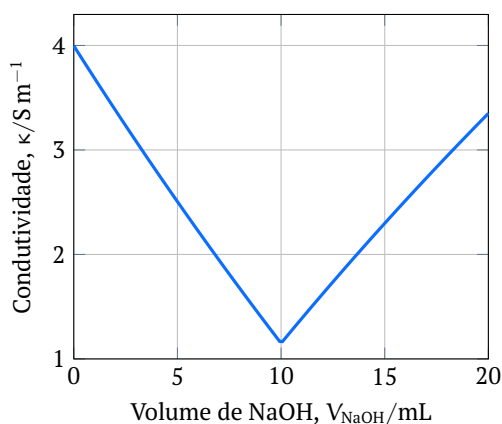
PROBLEMA 50

Uma amostra de 50 g de uma solução 4% em hidróxido de sódio é misturada com 50 g de uma solução 1,82% em ácido clorídrico em um calorímetro adiabático a 20°C . A temperatura da solução aumenta para $23,4^\circ\text{C}$. Em seguida, 70 g de uma solução 3,5% em ácido sulfúrico são adicionados à solução.

Determine a temperatura final da solução.

PROBLEMA 51

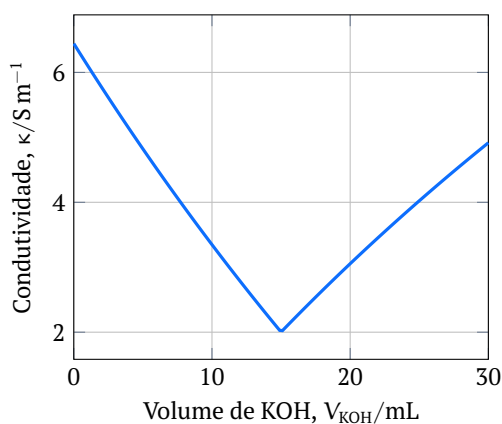
Uma alíquota de uma solução $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido clorídrico foi titulada com uma solução 1 mol L^{-1} de hidróxido de sódio, NaOH. A condutividade da solução foi monitorada ao longo da reação.



- Apresente** a equação iônica para a reação de titulação.
- Determine** o volume de hidróxido de sódio necessário para atingir o ponto de equivalência.
- Identifique** os íons responsáveis pela condutividade da solução ao longo da titulação.
- Explique** porque a condutividade da solução é maior após a adição de 5 mL de base do que após a adição de 15 mL de base.

PROBLEMA 52

Uma alíquota de 100 mL de uma solução de ácido sulfúrico foi titulada com uma solução 1 mol L^{-1} de hidróxido de potássio, KOH. A condutividade da solução foi monitorada ao longo da reação.



- Apresente** a equação iônica para a reação de titulação.
- Determine** a concentração da solução de ácido sulfúrico.

Gabarito

Problemas

- | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. D | 2. E | 3. C | 4. C | 5. D | 6. B |
| 7. D | 8. C | 9. A | 10. C | 11. B | 12. D |
| 13. C | 14. D | 15. A | 16. E | 17. B | 18. A |
| 19. A | 20. D | 21. D | 22. C | 23. E | 24. C |
| 25. B | 26. D | 27. A | 28. B | | |

Problemas cumulativos

- $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$
 - $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
 - $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$
 - $\text{BaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$
 - $\text{Li}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{LiOH}(\text{aq})$
- $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{KCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HBr}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaBr}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
 - $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
 - $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
 - $\text{NH}_2\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- $\text{CN}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCN}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 - $\text{NH}_2\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 - $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 - $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{CONH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- PF_6^-
 - SO_2Cl^-
- BrF_4^-
 - FeCl_4^-
- CH_2O
 - 90 g mol^{-1}
 - $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
- $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$
 - 3
- $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}$
- $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$
- $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaHCO}_3(\text{aq})$
 - 13,8 mL
- 36 mmol L^{-1}
 - 39 %
- $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
 - 10 %
-
- 10 %
-
- 4 %
- 85 %
- 45 %
- 22 %
 - 26 %

49. a. $13,7 \text{ cal mol}^{-1}$
b. 28°C
50. 24°C
51. a. $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b. 10 mL
c. Antes do ponto de equivalência, Na^+ , Cl^- e H^+ . No ponto de equivalência, Na^+ e Cl^- . Após o ponto de equivalência, Na^+ , H_3O^+ e Cl^- .
52. a. $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b. 75 mmol L^{-1}