

Moderna **PLUS**

# QUÍMICA

QUÍMICA NA ABORDAGEM  
DO COTIDIANO

TITO • CANTO

# 2

## CADERNO DO ESTUDANTE



Exemplar do professor.  
Venda proibida.






# As misturas

Seções:

- 1.1 As misturas
- 1.2 As dispersões
- 1.3 As soluções

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

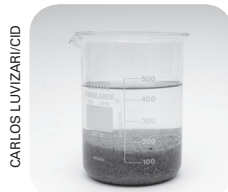
Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Classificação das misturas			
Dispersões			
Observando e classificando as dispersões			
Condução de corrente elétrica			
Estado físico das soluções			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo, cada qual designado por uma letra. Usando essas letras, associe cada termo a uma ou mais imagens, de modo a expressar que, na sua opinião, existe uma correlação entre eles.

- A) mistura homogênea (solução)    B) mistura heterogênea    C) dispersão coloidal



C



B



A

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

mistura homogênea (ou solução)

mistura heterogênea

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Mistura homogênea: mistura que é uniforme nas suas propriedades.

Mistura heterogênea: mistura que não é uniforme nas suas propriedades.

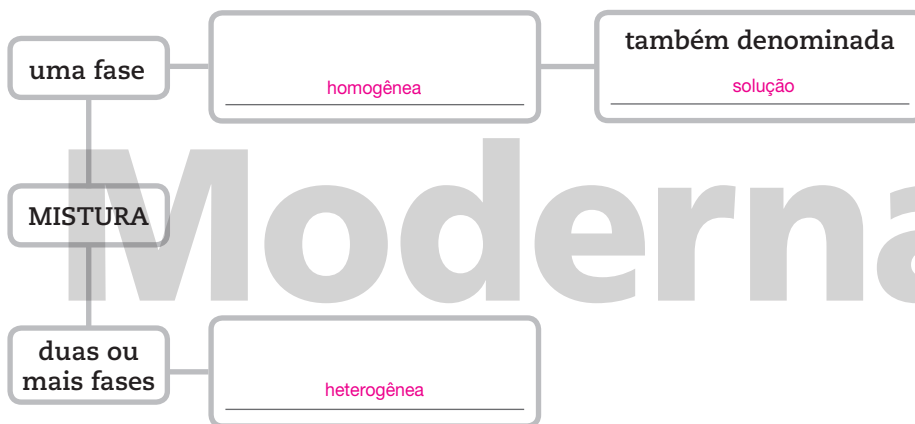
**Guia de estudo**

**Classificação das misturas**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

16 e 17

» Caracterize os tipos de mistura completando o diagrama a seguir.



» Classifique os sistemas citados na tabela abaixo preenchendo os espaços de acordo com o modelo.

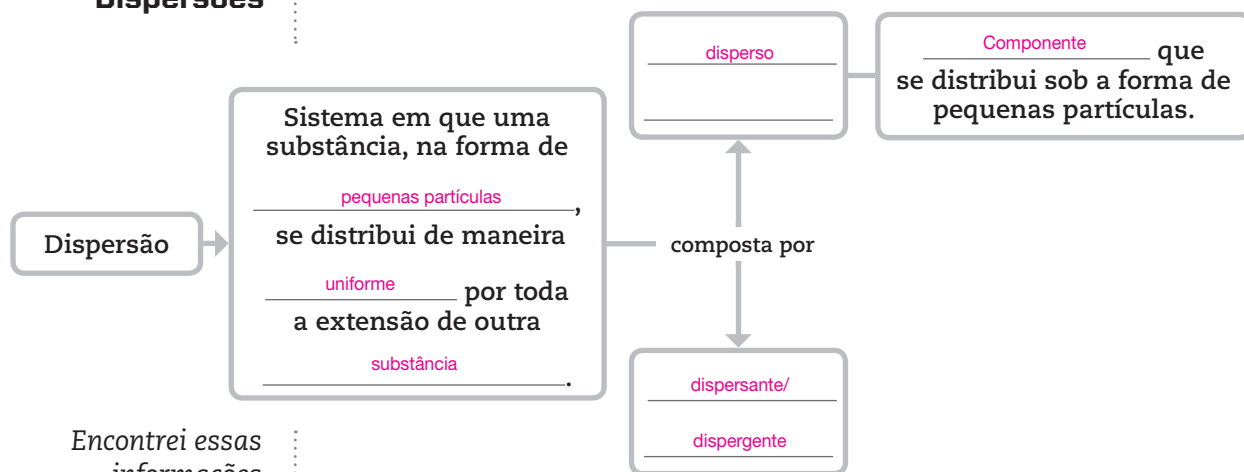
Sistema	Observação	Classificação
Água + glicose	Glicose se dissolve na água	Mistura homogênea
Água + areia	Areia não se dissolve na água	Mistura heterogênea
Água + gelatina	Gelatina se distribui uniformemente na água	Sistema aparentemente homogêneo
Água + enxofre	Enxofre se distribui uniformemente sob agitação	Sistema aparentemente homogêneo

Guia de estudo

1

Dispersões

» Caracterize os componentes de uma dispersão completando o diagrama a seguir.



Encontrei essas informações na(s) página(s)

18

2

Observando e classificando as dispersões

» Avalie as informações contidas na tabela abaixo e complete as duas últimas linhas.

Encontrei essas informações na(s) página(s)

18 e 19

Experimento	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Ação da gravidade, centrífugas comuns ou ultracentrífugas	Não há sedimentação	Ocorre sedimentação por meio de ultracentrífugas	Sedimentação por gravidade
Ação de filtros comuns ou ultrafiltros	Não são retidas por filtro algum	Partículas separadas apenas com o uso de ultrafiltros	Partículas separadas com o uso de filtro comum
Visibilidade ao microscópio comum ou ultramicroscópio	Partículas não visíveis	Visíveis apenas no ultramicroscópio	Partículas visíveis ao microscópio comum
Tamanho das partículas	Inferior a $10^{-7}$ cm	Entre $10^{-4}$ e $10^{-7}$ cm	Superior a $10^{-4}$ cm
Classificação da dispersão	Solução	Dispersão coloidal	Suspensão



**Termos e conceitos**

solvente

soluto

solução aquosa

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Solvente: substância capaz de dissolver outra.

Soluto: substância que é dissolvida num solvente.

Solução aquosa: solução cujo solvente é a água.

**Guia de estudo**

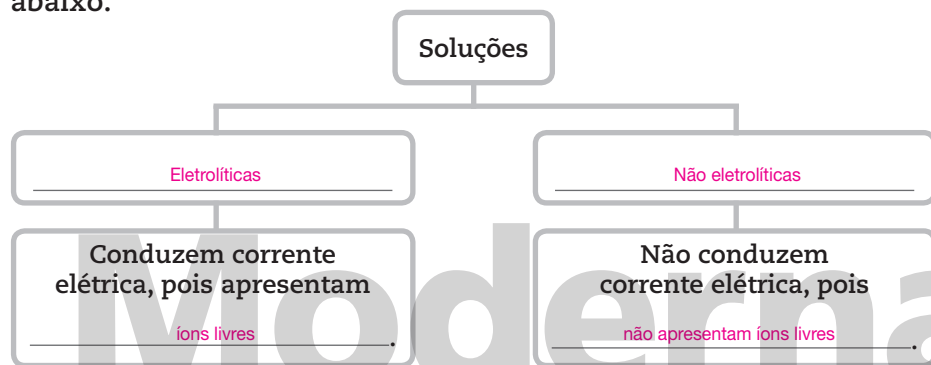
**1**

**Condução de corrente elétrica**

Encontre essas informações na(s) página(s)

22 a 24

» Explique o critério de classificação das soluções quanto à capacidade de conduzir corrente elétrica preenchendo o diagrama abaixo.



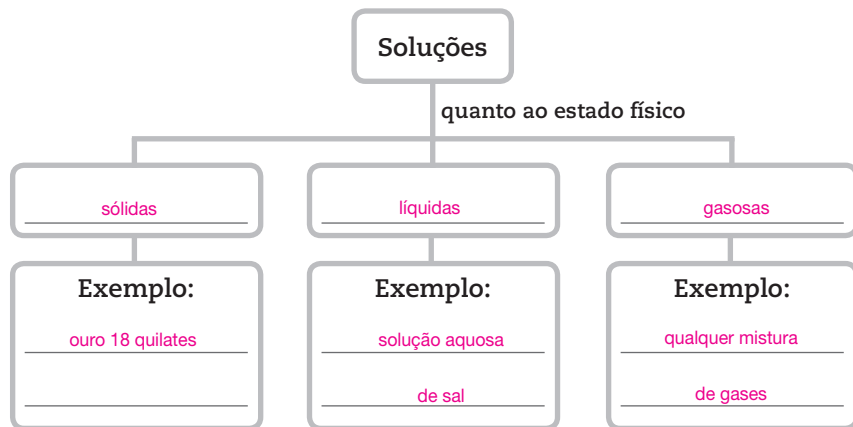
**2**

**Estado físico das soluções**

Encontre essas informações na(s) página(s)

24

» Classifique as soluções de acordo com o seu estado físico completando o diagrama a seguir.






**Faça a conexão**

» Pesquise outros exemplos de soluções sólidas, líquidas e gasosas.

Algumas ligas metálicas (soluções sólidas) como o bronze e o latão, soluções aquosas de sais ou de líquidos, tais como o álcool, e

qualquer mistura de gases (o ar atmosférico filtrado, por exemplo).

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Classificação das misturas			
Dispersões			
Observando e classificando as dispersões			
Condução de corrente elétrica			
Estado físico das soluções			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça as misturas apresentadas nas imagens e use seus conhecimentos para classificar a barra de ouro como **mistura homogênea**, a mistura de água com areia como **mistura heterogênea** e a maionese como uma **dispersão coloidal**.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre soluções, dispersões coloidais e suspensões.

- As soluções, as dispersões coloidais e as suspensões têm propriedades distintas em função das diferenças no tamanho das partículas.

Consequentemente, comportam-se de forma diferente em relação à ação de filtros, centrífugas ou quanto à visibilidade ao microscópio.

- Nas soluções, não ocorre sedimentação por gravidade nem por centrifugação. As partículas não são retidas por nenhum processo de filtragem e nunca são visíveis.

- As soluções podem conduzir ou não a eletricidade, sendo classificadas em eletrolíticas e não eletrolíticas. Outra classificação é quanto ao estado físico, podendo ser sólidas, líquidas ou gasosas.

- Nas dispersões coloidais, a sedimentação é possível com o uso de ultracentrífugas. As partículas podem ser retidas por ultrafiltros e vistas em ultramicroscópios.

- Nas suspensões, a sedimentação pode ocorrer por gravidade ou com o uso de uma centrífuga comum. As partículas são retidas por filtros comuns e vistas ao microscópio comum.




# Expressando a concentração das soluções aquosas

Seções:

- 2.1 Material de vidro para medida de volume
- 2.2 O preparo de uma solução aquosa em laboratório
- 2.3 Concentração comum
- 2.4 Densidade de solução  $\times$  concentração comum

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Vidrarias para medir volume			
Preparação de soluções			
Concentração comum			
Definindo concentração e densidade			
Adição de solvente ou soluto			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- preparo de soluções em laboratório
- cálculos de concentração
- uso de vidraria calibrada
- uso de vidraria com baixa precisão
- precisão e exatidão de medidas de volume e massa



CLAIRE PAXTON & JACQUI FARROW/SP/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



**Guia de estudo**

**Vidrarias para medir volume**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

26

» Escreva o nome e a utilização para cada material de vidro de medição de volume.



FOTOS: CARLOS LUVIZARI/CID

Béquer: é pouco preciso, fornece apenas medidas aproximadas de volume.

---

---

---

---



Erlenmeyer: é pouco preciso, fornece apenas medidas aproximadas de

volume.

---

---

---



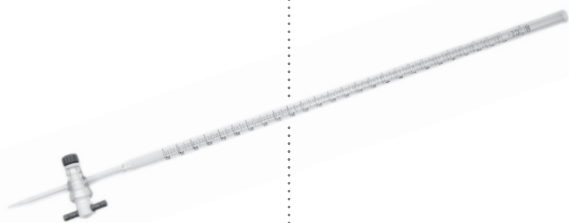
Proveta: vidraria mais precisa que o béquer e o erlenmeyer, fornecendo

medidas razoáveis para experimentos que não exijam precisão muito grande.

---

---

---



Bureta: é um instrumento com boa precisão, útil para medir o volume de

solução adicionado a um frasco.

---

---

---



Pipeta volumétrica: apresenta um traço de calibração, feito a uma

determinada temperatura.

Permite medidas de volume com boa precisão na temperatura indicada.

---

---

---



Balão volumétrico: apresenta um traço de calibração feito a certa

temperatura. Permite medidas de volume com boa precisão na temperatura

indicada.

---

---

---

Elle Moderna

## Termos e conceitos

concentração comum

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Relação entre a massa de soluto e o volume de solução em que ele se encontra dissolvido.

## Guia de estudo

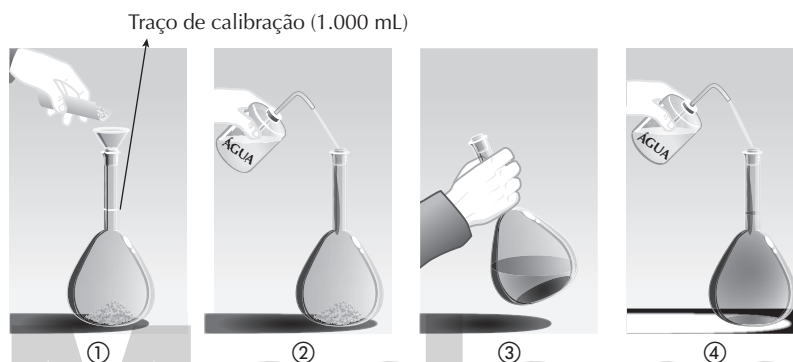
1

## Preparação de soluções

Encontrei essas informações na(s) página(s)

27

» Descreva cada etapa da preparação da solução mostrada abaixo.



① O soluto é transferido para o balão.

② Adiciona-se um pouco de água.

③ Agita-se o frasco até que todo o sólido se dissolva.

④ Acrescenta-se água com o auxílio de uma pisseta até atingir a marca de 1.000 mL.

2

## Concentração comum

Encontrei essas informações na(s) página(s)

28

» Determine a massa de soluto ou o volume da solução para cada caso indicado na tabela abaixo.

THE NEXT

NaOH (aq)  
C = 80 g/L

Massa de soluto (g)	80	40	20	8
Volume da solução (L)	1	0,5	0,25	0,1

## Faça a conexão

» Explique como é possível, com apenas 20 g de um determinado sal, preparar uma solução cuja concentração seja igual a 100 g/L.

A concentração é uma relação entre a massa de soluto e o volume da solução. Portanto, não são necessários 100 g para preparar essa solução. Se os 20 g forem dissolvidos pelo solvente até obter um volume de 0,2 L, a concentração dessa solução será de 100 g/L, pois a relação  $20 \div 0,2$  equivale a 100.

**Termos e conceitos**

densidade de uma solução

densímetro

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Densidade de uma solução: é a relação entre a massa da solução e o volume ocupado por essa massa

de solução ( $d = m_{\text{solução}}/V_{\text{solução}}$ ).

Densímetro: aparelho usado para medir a densidade de líquidos. Trata-se de um tubo que flutua nos líquidos em

geral. Quanto maior é a densidade do líquido, maior é a parte do densímetro que fica acima da superfície.

**Guia de estudo**

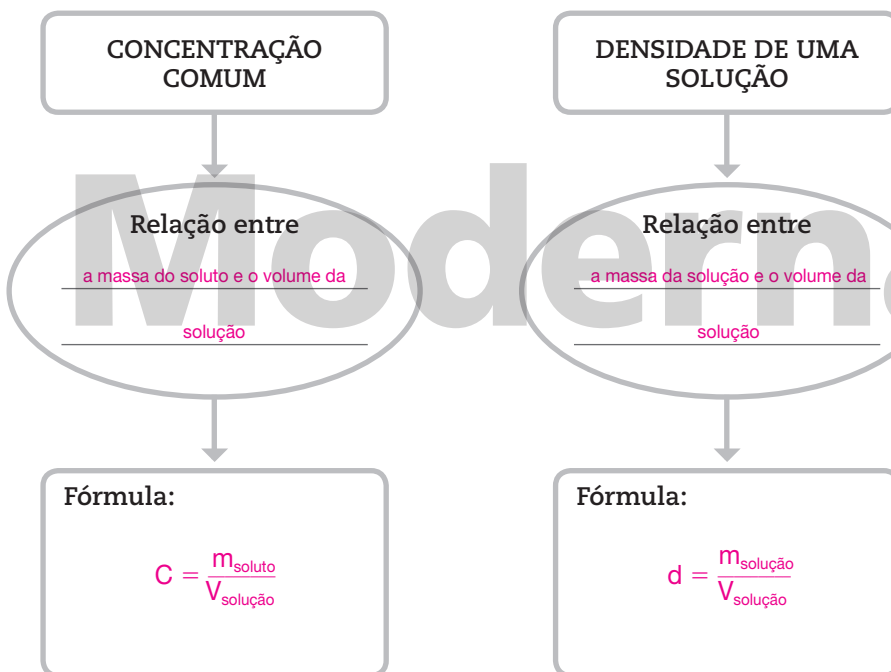
**1**

**Definindo concentração e densidade**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

30 e 31

» Relacione concentração comum à densidade de uma solução, completando o diagrama a seguir.



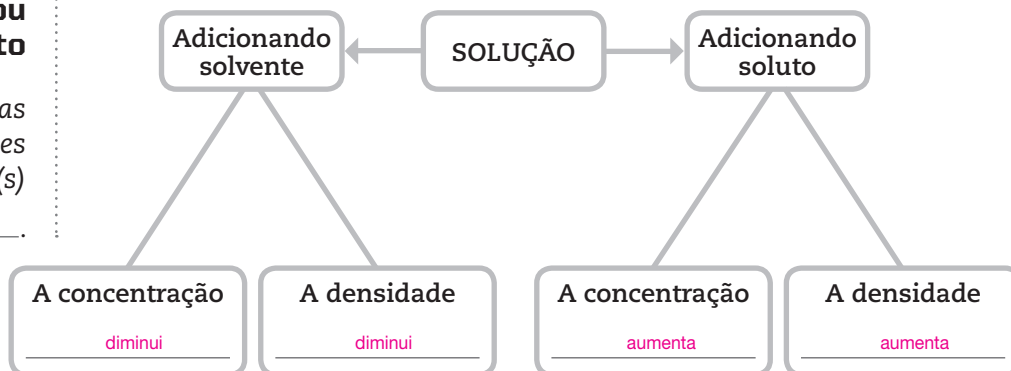
**2**

**Adição de solvente ou soluto**

Encontrei essas informações na(s) página(s)




30 e 31

» Descreva como variam a concentração e a densidade de uma solução aquosa de NaCl preenchendo o diagrama abaixo.





» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Vidrarias para medir volume			
Preparação de soluções			
Concentração comum			
Definindo concentração e densidade			
Adição de solvente ou soluto			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno perceba que uma **solução** como o soro deve ser preparada em laboratório usando **vidraria calibrada**, pois a sua **concentração** segue uma prescrição médica. Durante o seu **preparo**, as vidrarias para medir o volume da solução e as balanças usadas para medir a **massa do soluto** devem ser precisas e fornecer valores exatos, para que o soro fique de acordo com as características especificadas.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre a maneira de expressar a concentração de uma solução, a importância de saber o valor da concentração de soluções e a relação entre concentração e densidade de uma solução.

Há uma linguagem verbal e uma linguagem matemática específicas para expressar a concentração de uma solução.

Para preparações em laboratório há diferentes vidrarias que são usadas para medir volumes de líquidos. É importante saber que algumas são mais precisas que outras e, assim, apresentam finalidades específicas.

A concentração comum expressa a massa de soluto dissolvida em certo volume de solução. Já a densidade de uma solução nos informa a massa de certo volume de solução. A densidade de uma solução não expressa diretamente sua concentração, mas depende dela.




# Concentração em quantidade de matéria

Seção:

3.1 Concentração expressa em mol/dm<sup>3</sup>

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e **marque um X** na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

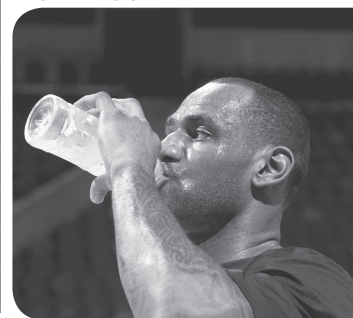
Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Concentração em quantidade de matéria			
Características da solução			
Íons em solução			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. **Marque um X** naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- concentração em quantidade de matéria
- solução eletrolítica
- íons em solução
- concentração em mol/L

Informação nutricional	
Porção de 200 mL (1 copo)	
Quantidade por porção	
Valor energético	45 kcal
Carboidratos	12 g
Sódio	90 mg
Potássio	25 mg
Cloreto	84 mg

GREG NELSON / SPORTS ILLUSTRATED  
GETTY IMAGES



**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

mol  
 quantidade de matéria  
 concentração em quantidade de matéria

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

mol: unidade que expressa a quantidade de matéria. Um mol de entidades são  $6 \cdot 10^{23}$  entidades.

Quantidade de matéria: grandeza que expressa quantos mols há em uma amostra de matéria. É calculada pela expressão  $n = m/M$ .

Concentração em quantidade de matéria: é a quantidade em mols de soluto presente em cada decímetro cúbico ou litro de solução.

**Guia de estudo**

**1**

**Concentração em quantidade de matéria**

Encontrei essas informações na(s) página(s) 34 e 35

» Determine a quantidade de soluto (em mol) ou o volume da solução para cada caso indicado na tabela abaixo.



SERGIO DOTTA JR./CID

NaOH (aq)  
 $\eta = 2 \text{ mol/L}$

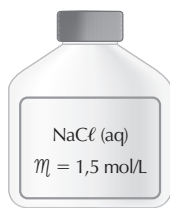
Quantidade de soluto (mol)	2	1	<u>0,5</u>	8
Volume da solução (L)	<u>1</u>	<u>0,5</u>	0,25	<u>4</u>

**2**

**Características da solução**

Encontrei essas informações na(s) página(s) 34 e 35

» Interprete o rótulo do frasco e responda às questões.



a) Qual é o solvente? Água

b) Qual é o soluto? NaCl

c) Quantos mols de soluto há por litro de solução? 1,5 mol

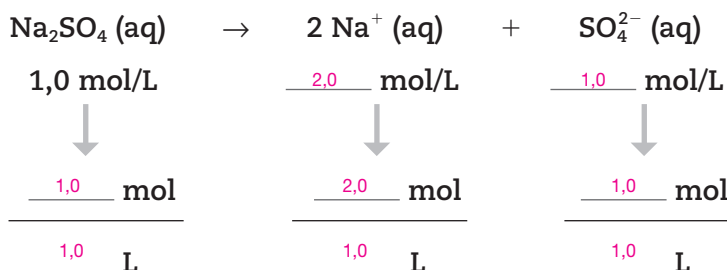
d) Quantos mols de soluto há em meio litro de solução? 0,75 mol

**3**

**Íons em solução**




Encontrei essas informações na(s) página(s) 37

» Determine a quantidade de matéria dos íons na dissociação do sulfato de sódio preenchendo os espaços abaixo.





» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Concentração em quantidade de matéria			
Características da solução			
Íons em solução			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça os termos trabalhados, como **solução eletrolítica** e **íons em solução**. Ao estudar o capítulo ele poderá, com as informações do rótulo, calcular **concentrações em quantidade de matéria** (ou **concentração em mol/L**). Acessando o *Conteúdo digital Moderna Plus*, o aluno encontrará o artigo “Oceanos de soluções”, que traz um exemplo real de concentrações em quantidade de matéria para os íons presentes na água do mar.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre concentração em quantidade de matéria e a concentração de íons em solução.

A concentração em quantidade de matéria é uma forma muito utilizada de expressar a concentração das soluções. A quantidade de matéria de soluto é expressa em mols e o volume de solução é expresso em decímetros cúbicos ( $\text{dm}^3$ ) ou litros (L).

Para soluções de eletrólitos, os coeficientes estequiométricos da equação de dissociação iônica ou de ionização informam a relação entre a concentração desse eletrólito em mol/L e a concentração dos íons que ele libera. Essa proporção é usada apenas para soluto 100% dissociado ou ionizado.




# Outras expressões de concentração

Seções:

- 4.1 Título e porcentagem
- 4.2 Partes por milhão (ppm) em massa e em volume
- 4.3 A concentração da água oxigenada,  $H_2O_2$  (aq)
- 4.4 Fração em quantidade de matéria (x)

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Título			
Título e porcentagem			
Peróxido de hidrogênio			
Concentração expressa em volumes			
Fração em quantidade de matéria			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- fração em quantidade de matéria
- concentração de solução expressa em volumes
- partes por milhão em massa
- peróxido de hidrogênio
- título



ANTON J. GEISSER/AGE FOTOSTOCK/NEXT FOTO

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

ppm

ppm (partes por milhão): 1 ppm equivale a 1 parte (em massa ou em volume) de soluto em 10<sup>6</sup> partes de solução.

ppb

ppb (partes por bilhão): 1 ppb equivale a 1 parte de soluto em 10<sup>9</sup> partes de solução.

ppt

ppt (partes por trilhão): 1 ppt equivale a 1 parte de soluto em 10<sup>12</sup> partes de solução.

**Guia de estudo**

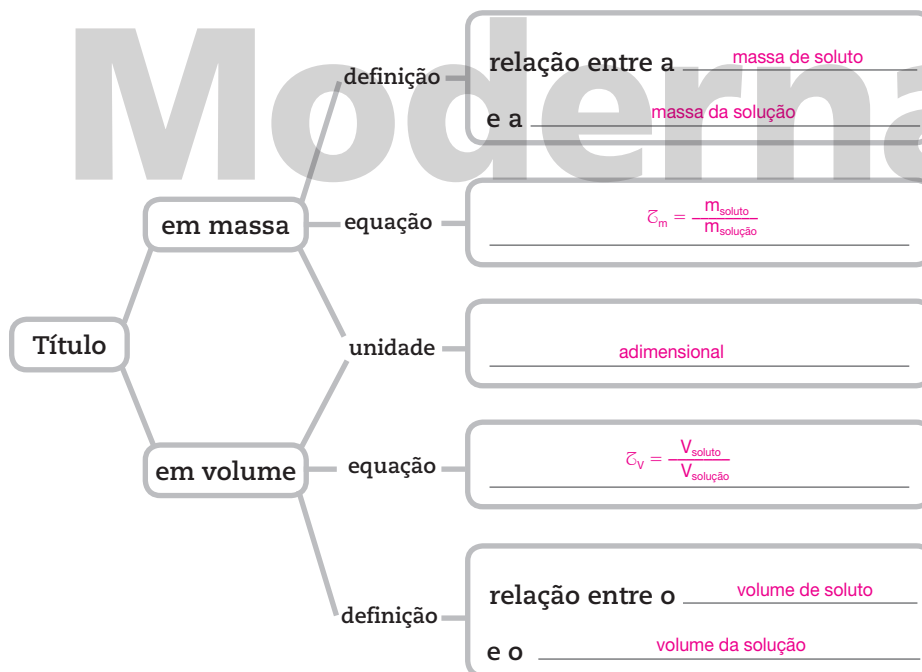
**1**

**Título**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

40 e 41

» Defina o título de uma solução completando o diagrama abaixo.



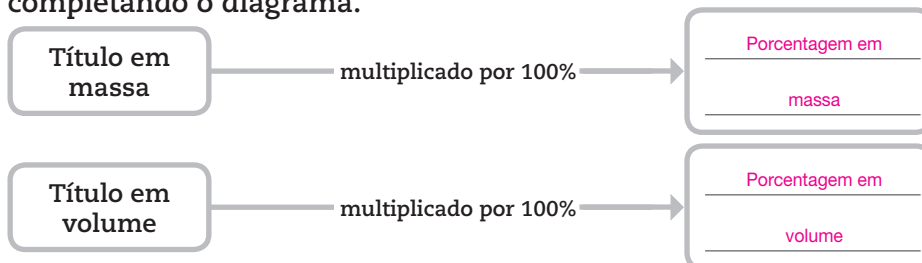
**2**

**Título e porcentagem**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

40 a 42

» Relacione o título com a porcentagem de soluto de uma solução completando o diagrama.





**Termos e conceitos**

fração em quantidade de matéria (ou fração em mols)

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Representada por x, expressa a razão entre a quantidade de matéria de um dos componentes da solução e a quantidade de matéria total da solução.

**Guia de estudo**

**1**

**Peróxido de hidrogênio**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

47

» Caracterize o peróxido de hidrogênio completando o diagrama a seguir.

Peróxido de hidrogênio

é mais denso que a água.

é miscível com a água em todas as proporções.

sua solução aquosa se chama água oxigenada.

**2**

**Concentração expressa em volumes**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

47

» Defina a concentração expressa em volumes completando as lacunas.

Concentração expressa em volumes

Número de litros de oxigênio, nas CNTP, que se obtém pela decomposição total do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> contido em 1,0 L de solução.

**3**

**Fração em quantidade de matéria**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

48

» Caracterize o termo fração em quantidade de matéria (x) completando o diagrama a seguir.

Fórmula para o soluto:

$$x_{\text{soluto}} = \frac{n_{\text{soluto}}}{n_{\text{soluto}} + n_{\text{solvente}}}$$

Fração em quantidade de matéria (x)

Fórmula para o solvente:

$$x_{\text{solvente}} = \frac{n_{\text{solvente}}}{n_{\text{soluto}} + n_{\text{solvente}}}$$

Unidade:




adimensional

Soma de todas as frações vale 1

Muito útil para

soluções gasosas

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Título			
Título e porcentagem			
Peróxido de hidrogênio			
Concentração expressa em volumes			
Fração em quantidade de matéria			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno se lembre de que, por conveniência, é usual expressar a concentração de poluentes no ar atmosférico em partes por milhão, uma vez que os valores dessa concentração, em termos de fração em quantidade de matéria ou de título em massa ou em volume, são muito baixos.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre as diversas formas de expressar a concentração de soluções estudadas no capítulo.

O título em massa indica a fração da massa da solução que se deve ao soluto. Se expresso porcentualmente, é denominado porcentagem em massa. O título em volume indica a fração do volume da solução que se deve ao soluto. Se expresso em termos porcentuais, é chamado de porcentagem em volume. O título é uma grandeza adimensional.

As concentrações expressas em ppm, ppb e ppt, em massa, indicam quantos gramas de soluto há em um milhão, um bilhão e um trilhão de gramas de solução, respectivamente. Se expressas em volume, indicam quantos litros de soluto há em um milhão, um bilhão ou um trilhão de litros de solução. Essa representação é importante nos casos em que a concentração do soluto é muito pequena.

Água oxigenada é uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Sua concentração pode ser expressa em volumes de oxigênio molecular liberado na decomposição do peróxido de hidrogênio. Um litro de água oxigenada a x volumes libera, por decomposição completa, x litros de  $O_2$  (g), medidos nas CNTP.

A fração da quantidade total de mols de uma mistura que se deve a um de seus componentes é denominada fração em mols desse componente.




# Diluição e mistura de soluções sem reação

Seções:

- 5.1 Diluição de soluções
- 5.2 Molalidade (W)
- 5.3 Mistura de soluções de mesmo soluto e mesmo solvente
- 5.4 Mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes sem reação química

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Diluição de soluções			
Solução diluída e solução concentrada			
Molalidade			
Mistura de soluções de mesmo soluto e solvente			
Mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- mistura de soluções
- dissolução
- diluição
- mudança de concentração



MARINEZ MARVALHAS GOMES/CID

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

dissolução

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Dissolução: processo em que se mistura um soluto a um solvente, formando uma solução.

diluição

Diluição: processo em que se acrescenta mais solvente a uma solução, tornando-a menos concentrada.

molal

Molal: unidade para molalidade, mol/kg.

**Guia de estudo**

**1**

**Diluição de soluções**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

50 a 52

» Descreva como variam as quantidades dos componentes de uma solução submetida à diluição completando o diagrama a seguir.



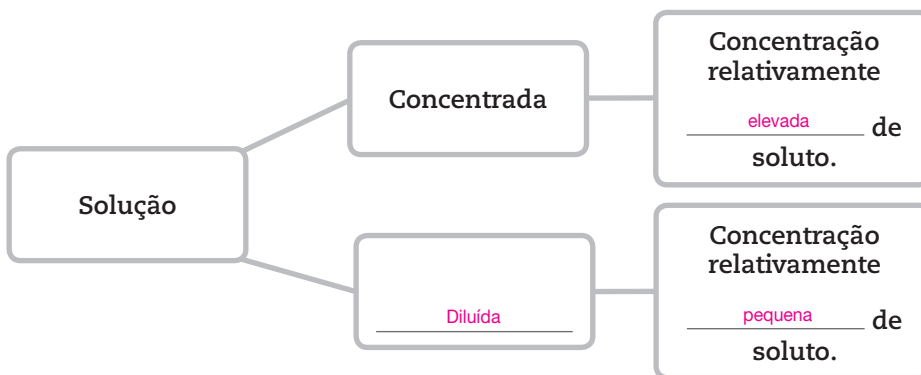
**2**

**Solução diluída e solução concentrada**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

52

» Explique o significado dos termos usados para descrever as soluções quanto à concentração preenchendo o diagrama abaixo.



**3**

**Molalidade**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

54

» Defina molalidade (W) completando a ficha abaixo.

Molalidade	
Definição	Quantidade de matéria de soluto por quilograma de solvente.
Fórmula	$W = \frac{n_{\text{soluto}} \text{ (mol)}}{m_{\text{solvente}} \text{ (kg)}}$



## MISTURA DE SOLUÇÕES DE MESMO SOLUTO E MESMO SOLVENTE

## MISTURA DE SOLUÇÕES DE MESMO SOLVENTE E SOLUTOS DIFERENTES SEM REAÇÃO QUÍMICA

### Guia de estudo

1

#### Mistura de soluções de mesmo soluto e solvente

Encontrei essas informações na(s) página(s)

55

» Descreva o que acontece quando são misturadas as soluções A e B preenchendo as lacunas do texto abaixo, sabendo que A e B são soluções de NaCl, de concentrações  $C_A$  e  $C_B$ , respectivamente.

A massa de NaCl na solução final é igual à

soma das massas

de NaCl das soluções

A e B

. O volume da solução final é

igual à soma dos volumes das soluções A e B.

Para calcular a concentração da solução final,

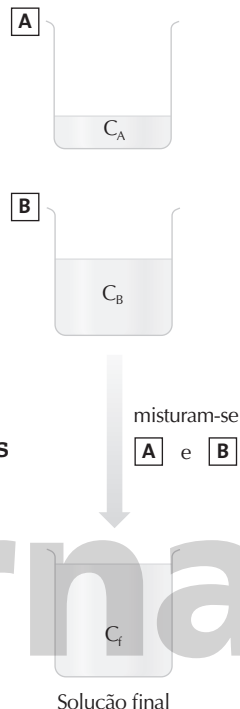
porém, não é correto somar as concentrações das

soluções A e B.

» Escreva as fórmulas que podem ser usadas para calcular a concentração da solução formada pela mistura das soluções A e B.

Em g/L:  $C_f \cdot V_f = C_A \cdot V_A + C_B \cdot V_B$

Em mol/L:  $m_f \cdot V_f = m_A \cdot V_A + m_B \cdot V_B$



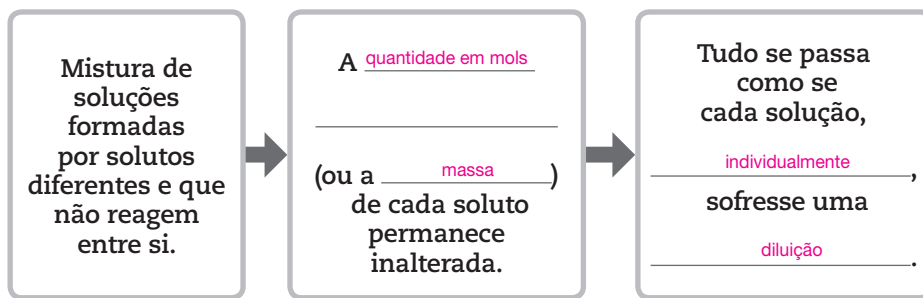
2

#### Mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes

Encontrei essas informações na(s) página(s)

57

» Complete o diagrama com informações sobre mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes sem reação química.






### Faça a conexão

» Explique por que reagentes em solução destinados a laboratórios normalmente são comercializados em soluções concentradas em vez de em soluções diluídas.

Porque, a partir de certo volume de solução concentrada, é possível preparar uma solução diluída de qualquer concentração, bastando para isso calcular o volume de solvente a ser adicionado e dispor dos equipamentos necessários ao preparo.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Diluição de soluções			
Solução diluída e solução concentrada			
Molalidade			
Mistura de soluções de mesmo soluto e solvente			
Mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça que o acréscimo de água mineral ou de água filtrada (que são soluções) ao suco de laranja representa uma **mistura de soluções**, pois no suco o solvente também é a água, e que essa mistura produz uma **mudança de concentração**, isto é, na mistura final, tudo se passa como se cada solução, individualmente, sofresse uma **diluição**.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre diluições e mistura de soluções sem reação.

Diluir é acrescentar solvente a uma solução, mantendo-se a quantidade de soluto inalterada. Ao misturar soluções de mesmo solvente e mesmo soluto, a quantidade de soluto e de solvente na solução final é a soma das quantidades de soluto e solvente nas soluções iniciais.

Ao misturar soluções de mesmo solvente e diferentes solutos, sem que haja reação química entre eles, tudo se passa como se cada solução, individualmente, sofresse diluição.

A molalidade é outra forma de expressar a concentração de soluções. Para uma solução aquosa diluída, o valor numérico da molalidade é aproximadamente igual ao da concentração em quantidade de matéria. A molalidade, por ser uma grandeza relacionada com quantidade de matéria do soluto e massa do solvente, não sofre alteração com a variação de temperatura, sendo, portanto, útil quando se trabalha com soluções dentro de uma ampla faixa de temperatura.




# Estequiometria envolvendo soluções aquosas

Seções:

- 6.1 Mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes com reação química
- 6.2 Titulação ácido-base

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Reação entre solutos			
Titulação ácido-base			
Ponto de equivalência			
Etapas de uma titulação ácido-base			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados ao termo abaixo.

- mistura de soluções
- erlenmeyer e bureta
- béquer e proveta
- indicador ácido-base
- reação de neutralização
- solução titulante
- solução titulada

**Titulação ácido-base**

**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

indicador ácido-base

Indicador ácido-base: substância que apresenta coloração diferente em meio ácido ou meio básico.

neutralização ácido-base

Neutralização ácido-base: reação entre um ácido e uma base que produz sal e água.

solução titulada

Solução titulada: solução com concentração desconhecida, colocada no erlenmeyer em uma titulação.

solução titulante

Solução titulante: solução com concentração conhecida, colocada na bureta em uma titulação.

**Guia de estudo**

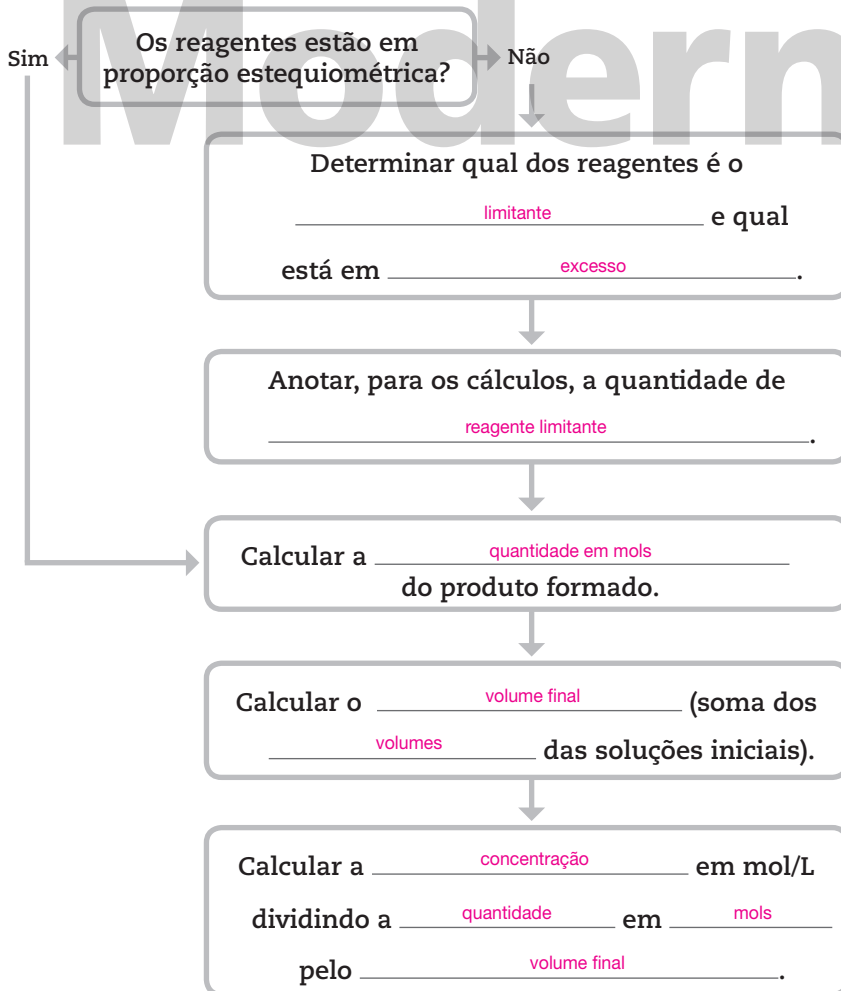
**1**

**Reação entre solutos**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

60 e 61

» Elabore um roteiro para obter a concentração do produto formado na reação entre dois solutos em uma mistura de soluções completando o diagrama abaixo.

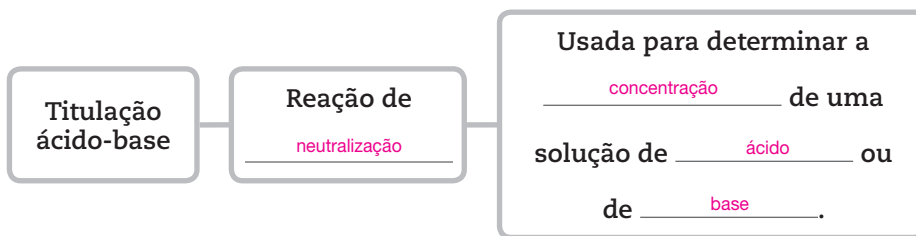


**2****Titulação ácido-base**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

64

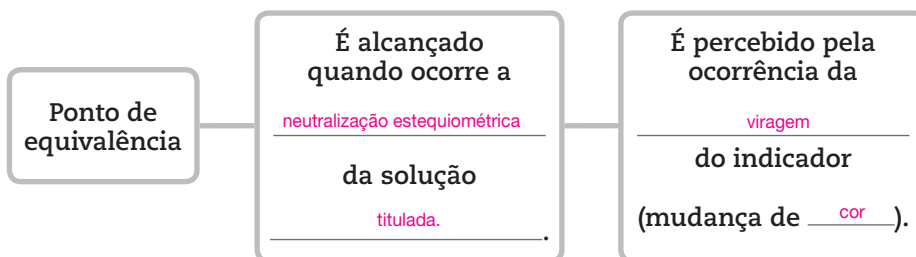
» Defina a titulação ácido-base completando o diagrama abaixo.

**3****Ponto de equivalência**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

65

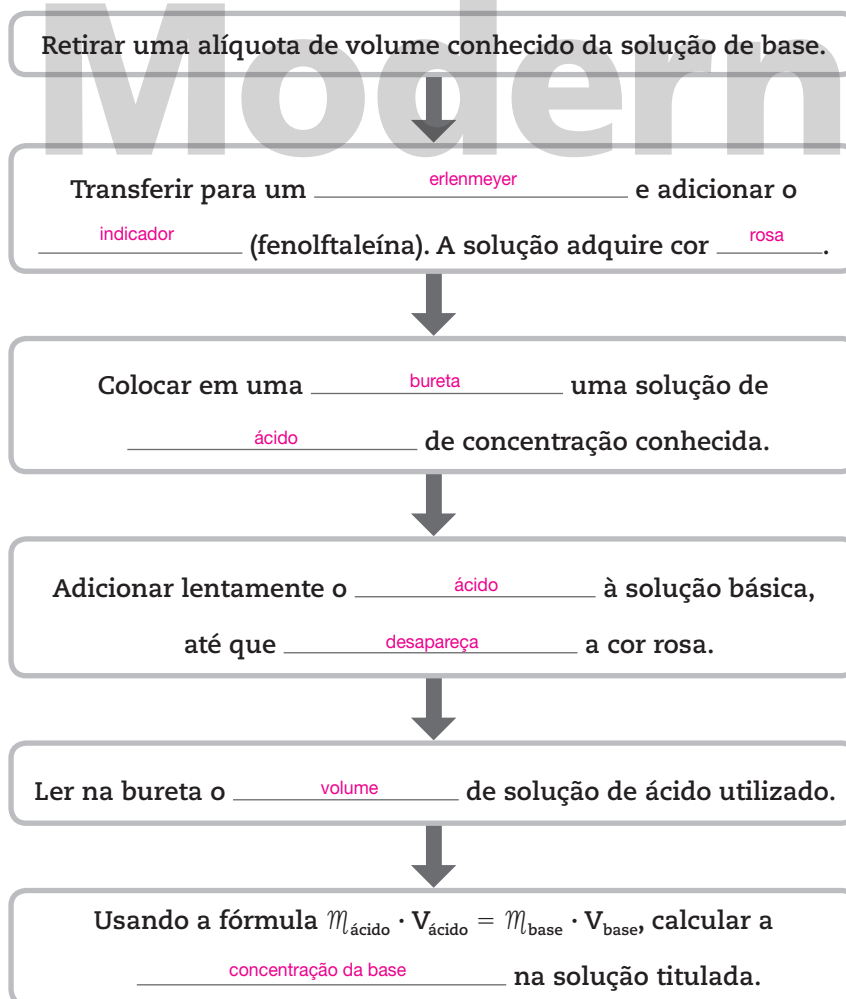
» Defina o ponto de equivalência de uma titulação ácido-base completando o diagrama abaixo.

**4****Etapas de uma titulação ácido-base**




Encontrei essas informações na(s) página(s)

64 a 66

» Descreva as etapas da titulação de uma solução de NaOH com uma solução de HCl completando o diagrama abaixo.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Reação entre solutos			
Titulação ácido-base			
Ponto de equivalência			
Etapas de uma titulação ácido-base			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno compreenda que a técnica da titulação (que envolve a **mistura de soluções**, realizada com o emprego de

**erlenmeyer e bureta**) serve para determinar a concentração de uma solução ácida ou básica por meio de uma **reação de neutralização** com outra

solução, de concentração conhecida. Deve também aprender que à **solução titulada** é adicionado um **indicador ácido-base**, que mudará de cor quando a quantidade de **solução titulante** adicionada for suficiente para neutralizá-la.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre a mistura de soluções de mesmo solvente e solutos diferentes que reagem entre si e sobre a titulação ácido-base.

Quando se misturam soluções aquosas, podem ocorrer reações entre os solutos.

Caso os reagentes não estejam em proporção estequiométrica, haverá reagente limitante e reagente em excesso na mistura de soluções.

Uma solução de um ácido ou de uma base pode ter sua concentração determinada por meio de uma titulação ácido-base. O método se baseia na realização de uma reação de neutralização ácido-base entre as soluções e dos cálculos estequiométricos correspondentes à reação realizada.






# Pressão de vapor de um líquido

Seções:

- 7.1 Conceito de pressão de vapor de um líquido
- 7.2 Temperatura de ebulição de um líquido
- 7.3 Diagrama de fases de uma substância pura

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
O processo de evaporação			
Relação entre a pressão de vapor e a temperatura			
Curva de pressão de vapor			
Pressão de vapor e volatilidade			
Ebulição em nível microscópico			
Ebulição da água			
Pressão de vapor e ponto de ebulição			
Funcionamento da panela de pressão			
Diagrama de fases da água			
Pressão de vapor, ponto de ebulição e altitude			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- pressão atmosférica
- equilíbrio de fases
- evaporação
- água em três estados físicos
- ebulição
- vaporização



JOHN FOSTER / MASTERFILE / OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

# CONCEITO DE PRESSÃO DE VAPOR DE UM LÍQUIDO

## Termos e conceitos

pressão de vapor  
(ou pressão  
máxima de vapor)

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Pressão de vapor: pressão exercida pelo vapor em equilíbrio dinâmico com o líquido (tal equilíbrio se estabelece no momento em que as velocidades de evaporação e de condensação se igualam).

curva de pressão  
de vapor

Curva de pressão de vapor: gráfico da pressão de vapor em função da temperatura.

volatilidade

Volatilidade: tendência de uma substância a sofrer vaporização.

## Guia de estudo

1

### O processo de evaporação

Encontrei essas informações na(s) página(s)

73 e 74

» Caracterize o processo de evaporação completando as lacunas abaixo.

A evaporação de um líquido ocorre em qualquer temperatura. Duas formas de acelerar a evaporação são aumentar a temperatura ou diminuir a pressão.

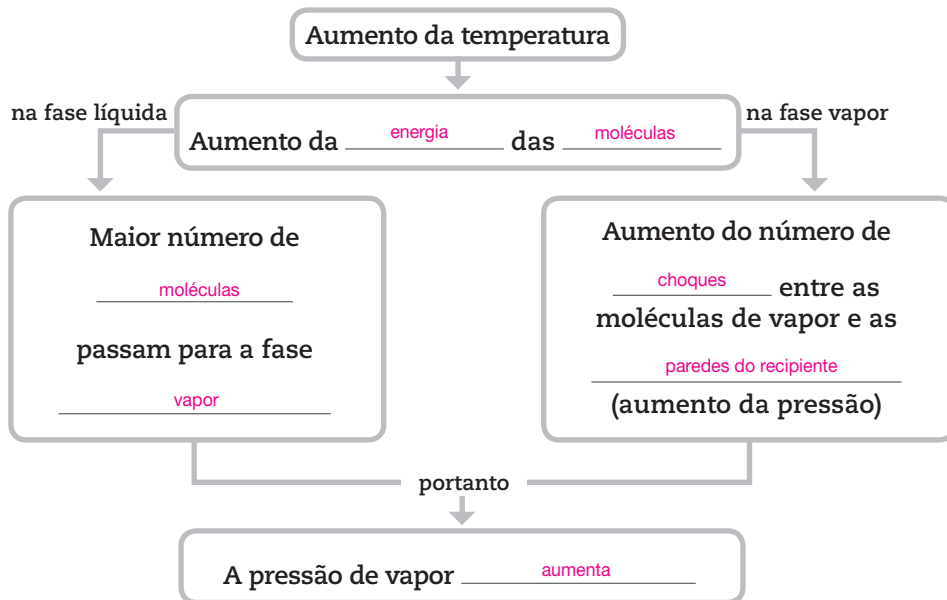
2

### Relação entre a pressão de vapor e a temperatura

Encontrei essas informações na(s) página(s)

74 e 75

» Descreva os efeitos da temperatura sobre o equilíbrio dinâmico entre a fase líquida e a fase vapor de uma substância completando o diagrama a seguir.



3

### Curva de pressão de vapor

Encontrei essas informações na(s) página(s)

75 e 76

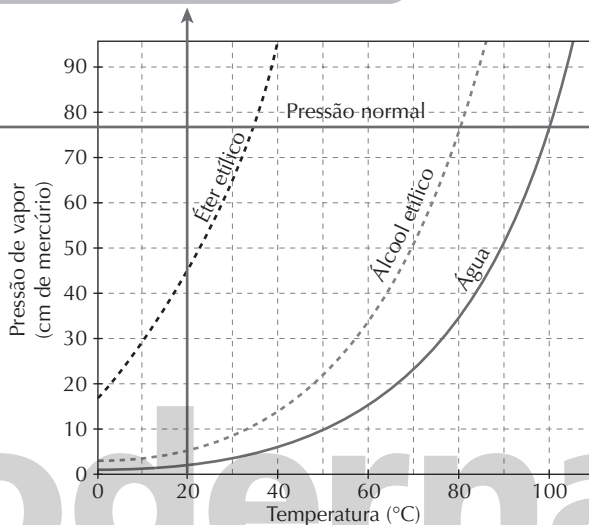
» Organize as informações sobre pressão de vapor obtidas no gráfico abaixo completando as lacunas nos quadros.

O éter etílico possui a maior pressão de vapor entre as três substâncias. Portanto, é o líquido mais volátil. Já a água é o líquido menos volátil.

Comparando as três substâncias em uma mesma temperatura

Comparando as três substâncias em uma mesma pressão de vapor

Para obter uma quantidade de vapor que exerça a mesma pressão que o éter e o álcool, a água precisa estar a uma temperatura maior, ou seja, suas moléculas precisam ter mais energia.



4

### Pressão de vapor e volatilidade

Encontrei essas informações na(s) página(s)

76

» Caracterize a pressão de vapor e a volatilidade, com base no gráfico da atividade anterior, completando as lacunas abaixo.

Para as três substâncias, quanto maior for a temperatura,

maior será a pressão de vapor.

O líquido com maior pressão de vapor a uma dada temperatura é

o éter etílico. Portanto, é o líquido mais volátil.

A ordem crescente de volatilidade para as três substâncias é:

éter etílico, álcool etílico e água.

### Faça a conexão

» Explique qual é a relação entre a volatilidade de uma substância e as forças de interação que existem entre suas moléculas.

Quanto mais volátil for o líquido, mais fracas são as forças de interação entre suas moléculas — quando uma substância passa para o estado de vapor, essas ligações se rompem.

Termos e conceitos

ebulição

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Vaporização vigorosa, com bolhas. Para uma substância pura ocorre à temperatura constante, chamada de temperatura de ebulição ou ponto de ebulição.

Guia de estudo

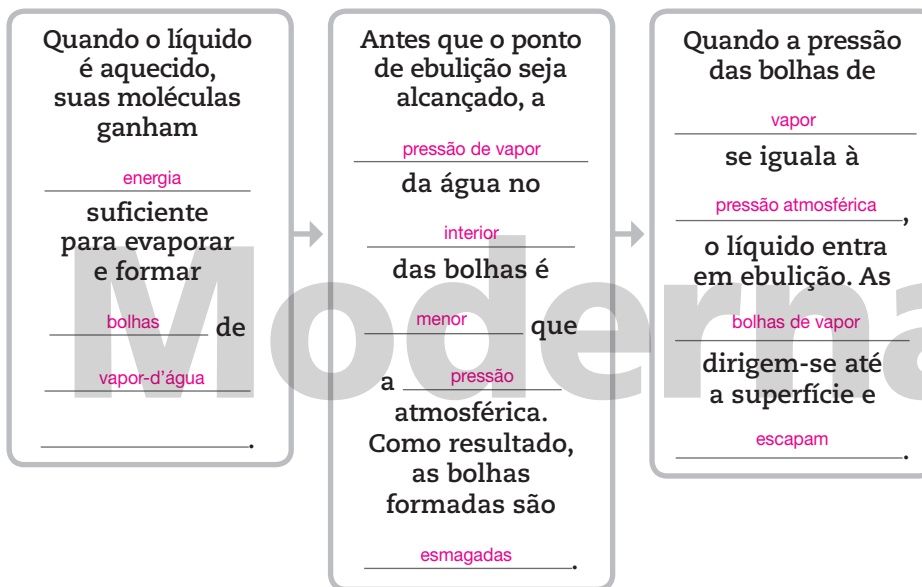
1

Ebulição em nível microscópico

Encontrei essas informações na(s) página(s)

79

» Descreva a sequência de etapas para a ebulição da água completando o diagrama abaixo.



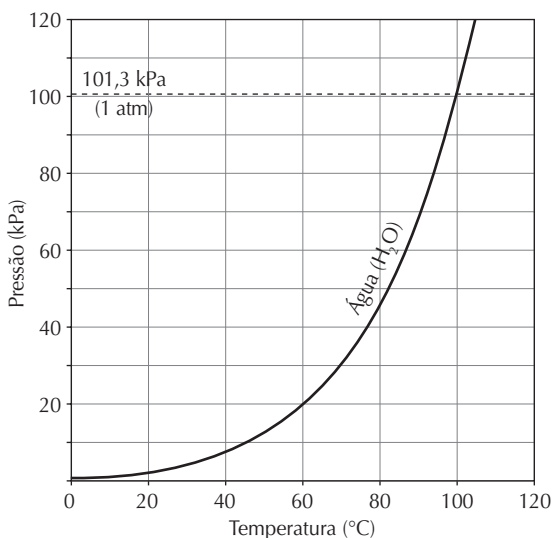
2

Ebulição da água

Encontrei essas informações na(s) página(s)

80 e 81

» Preencha a tabela com o ponto de ebulição da água de acordo com a pressão atmosférica, com base no gráfico abaixo.



Pressão atmosférica (kPa)	Temperatura de ebulição (°C)
101,3	<u>100</u>
80	<u>94</u>
10	<u>45</u>

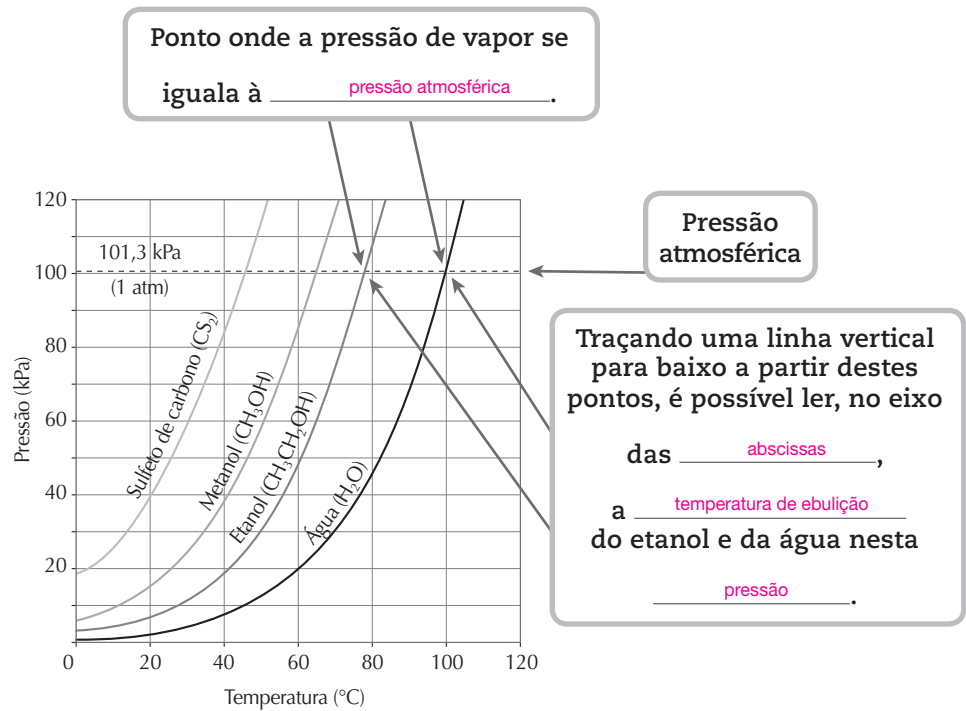
3

### Pressão de vapor e ponto de ebulição

Encontrei essas informações na(s) página(s)

82

» Identifique as informações na curva de pressão de vapor para a água e o etanol para dar sentido às frases abaixo.



» Identifique de quais fatores depende a pressão do vapor de um líquido puro molecular marcando um X na resposta correta.

- ( ) Apenas da estrutura de suas moléculas.
- ( ) Apenas da massa específica do líquido.
- ( ) Apenas da temperatura do líquido.
- (x) Da estrutura de suas moléculas e da temperatura do líquido.
- ( ) Da estrutura de suas moléculas e do volume do vapor.

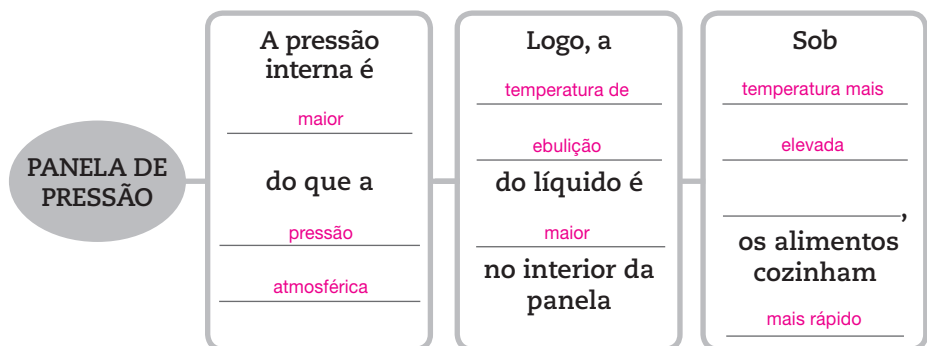
4

### Funcionamento da panela de pressão

Encontrei essas informações na(s) página(s)

82

» Explique o funcionamento da panela de pressão completando o diagrama abaixo. O texto se refere à panela durante o cozimento de alimentos.



**Termos e conceitos**

» Defina o termo ou conceito a seguir.

diagrama de fases

Gráfico em que a temperatura aparece nas abscissas, e a pressão, nas ordenadas. Para cada par ordenado de valores de pressão e temperatura, indica o estado físico da substância. Nele, as curvas representam o equilíbrio de fases.

**Guia de estudo**

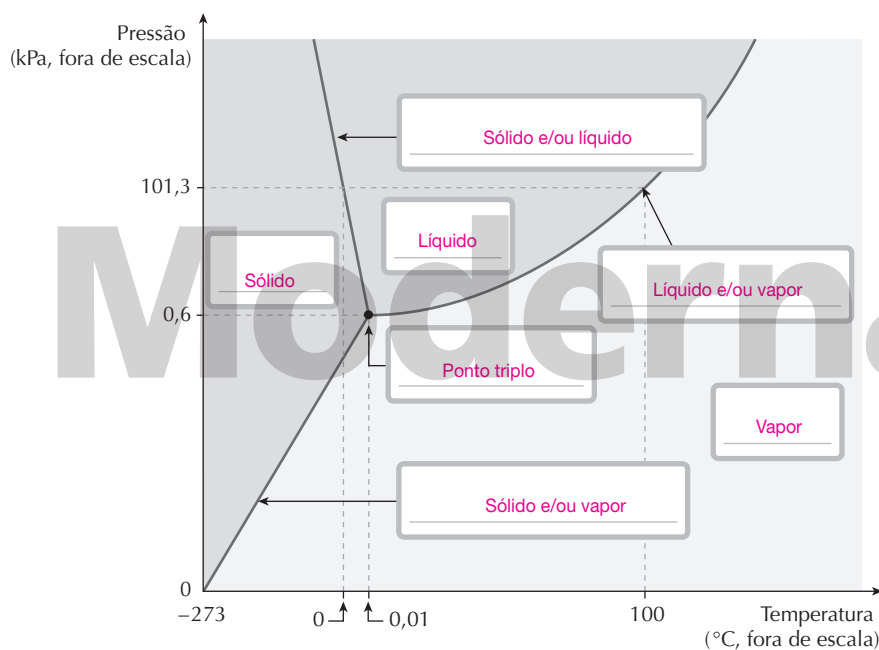
**1**

**Diagrama de fases da água**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

84

» Indique os estados físicos correspondentes a cada região do diagrama de fases completando os quadros abaixo.



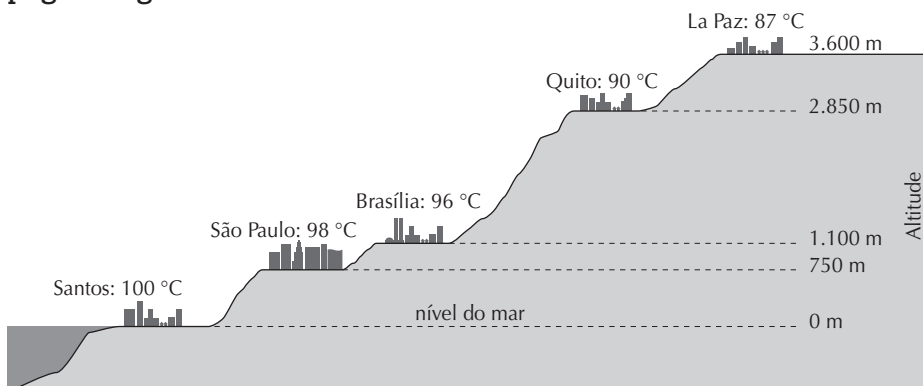
**2**

**Pressão de vapor, ponto de ebulição e altitude**

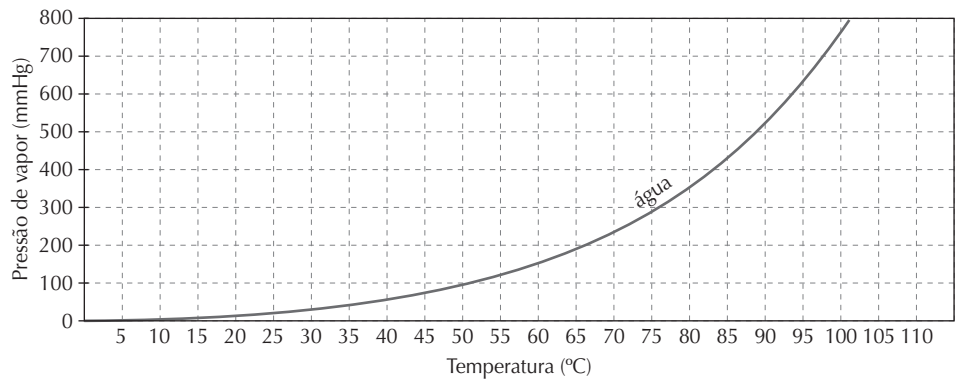
Encontrei essas informações na(s) página(s)

86

» Preencha a tabela com o valor aproximado da pressão atmosférica em cada cidade, usando a temperatura de ebulição da água em cada local citado na figura e a curva de pressão de vapor da água na página seguinte.



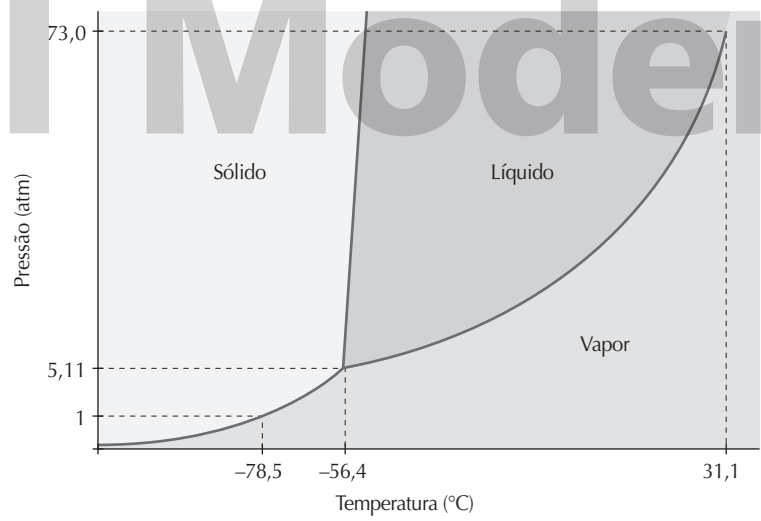




Cidade	La Paz	Quito	Brasília	São Paulo	Santos
Pressão atmosférica (mmHg)	470	530	660	700	760

**Faça a conexão**

» Explique por que o gelo-seco, sob pressão de 1 atm, passa diretamente do estado sólido para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido. Para isso, use o diagrama de fases do gás carbônico mostrado abaixo.



Uma horizontal traçada passando por 1 atm só atravessa as regiões sólido e vapor do diagrama. Assim, a 1 atm, o gás carbônico não existe em estado líquido, apenas nos estados sólido e gasoso. Para liquefazer esse gás, seria necessário submetê-lo a pressões maiores que 5,11 atm e a uma faixa específica de temperatura, como mostrado no diagrama.

---






---



---



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
O processo de evaporação			
Relação entre a pressão de vapor e a temperatura			
Curva de pressão de vapor			
Pressão de vapor e volatilidade			
Ebulição em nível microscópico			
Ebulição da água			
Pressão de vapor e ponto de ebulição			
Funcionamento da panela de pressão			
Diagrama de fases da água			
Pressão de vapor, ponto de ebulição e altitude			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno se lembre de que a água líquida pode sofrer **vaporização** em qualquer temperatura e perceba que no ambiente

mostrado na figura há **água em três estados físicos** — sólido, líquido e vapor. De modo dinâmico, sob **pressão atmosférica** (nível do mar), há gelo

derretendo e sublimando, líquido solidificando e sofrendo **evaporação** e vapor-d'água sublimando e condensando, caracterizando o **equilíbrio de fases**.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre pressão de vapor, curvas de pressão de vapor e diagrama de fases.

Quando um líquido está em equilíbrio com seu vapor, a uma temperatura constante, a pressão da fase vapor é denominada pressão de vapor desse líquido.

Compreendendo-se o conceito de pressão de vapor, pode-se comparar a volatilidade e o ponto de ebulição de líquidos, bem como observar o efeito da pressão atmosférica sobre a temperatura de ebulição.

A curva de pressão de vapor é um gráfico de pressão de vapor em função da temperatura, que nos permite saber a temperatura de ebulição de um líquido para diferentes valores de pressão.

Quando um líquido é aquecido em frasco aberto ele entra em ebulição na temperatura em que sua pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica local. Abaixo dessa temperatura, a ebulição não ocorre porque bolhas de vapor não conseguem escapar do meio do líquido.

O diagrama de fases é um gráfico de pressão em função da temperatura, no qual cada região contínua corresponde a uma fase e cada curva indica o equilíbrio entre duas fases. Informações sobre temperatura e pressão para as mudanças de fases podem ser observadas nesses diagramas.




# Propriedades coligativas para solutos não voláteis

Seções:

- 8.1 O efeito tonoscópico
- 8.2 Aumento da temperatura de ebulição (ebulioscopia)
- 8.3 Abaixamento da temperatura de solidificação (crioscopia)
- 8.4 Analisando a ebulição e o congelamento através de gráficos

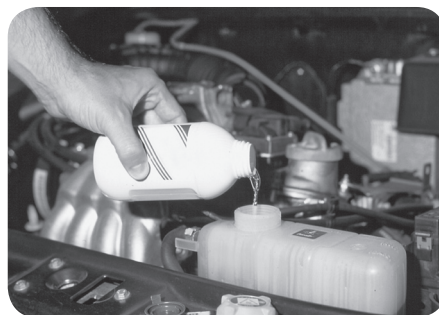
## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
As quatro propriedades coligativas			
Efeito da adição de soluto sobre a pressão de vapor			
Curvas de pressão de vapor			
Tonoscopia e diferentes concentrações			
Diagrama de fases para diferentes soluções			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- propriedades coligativas
- crioscopia
- ebulioscopia
- aumento da temperatura de ebulição
- diminuição da temperatura de congelamento



SÉRGIO DOTTA, JR./CID

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

## O EFEITO TONOSCÓPICO

**Termos e conceitos**

propriedades coligativas

efeito tonoscópico

Lei de Raoult

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Propriedades coligativas: propriedades que dependem da quantidade de partículas de soluto dissolvidas em certa quantidade de solvente, mas não da natureza dessas partículas.

Efeito tonoscópico: abaixamento da pressão de vapor do solvente provocado pela adição de um soluto não volátil.

Lei de Raoult: "A pressão de vapor do solvente de uma solução com soluto não eletrólito e não volátil é igual ao produto da fração em quantidade de matéria do solvente pela pressão de vapor do solvente puro, numa dada temperatura".

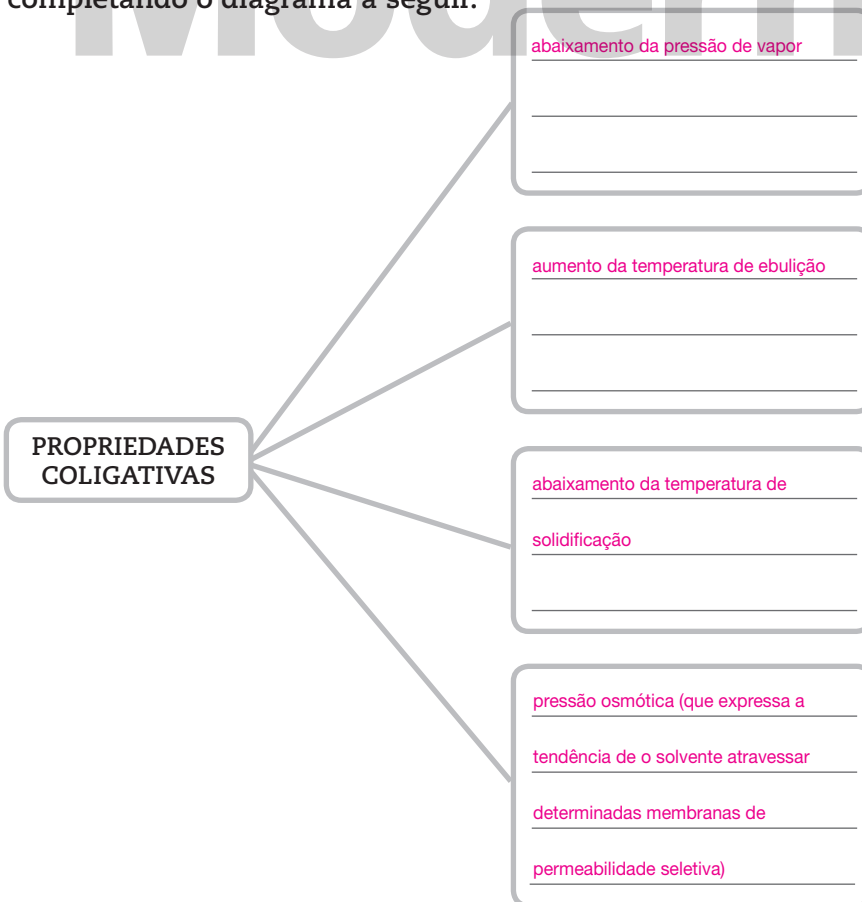
**Guia de estudo**

**1**  
**As quatro propriedades coligativas**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

91

» Indique as quatro propriedades coligativas das soluções completando o diagrama a seguir.



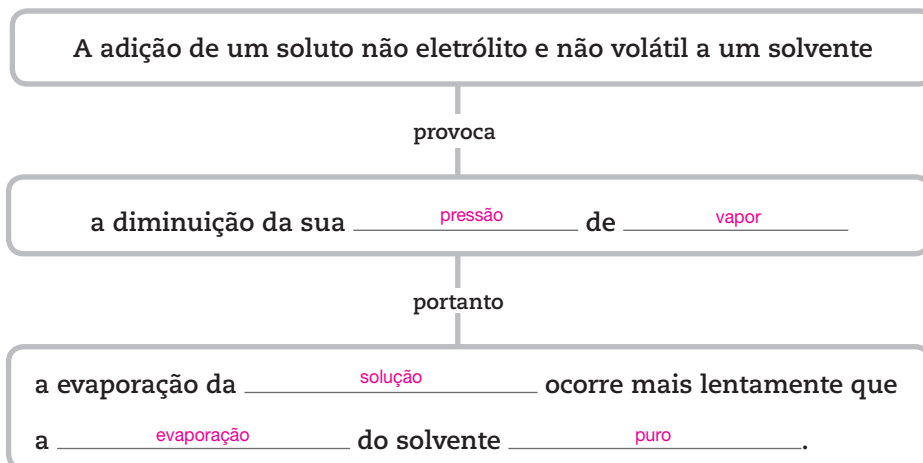
2

### Efeito da adição de soluto sobre a pressão de vapor

Encontrei essas informações na(s) página(s)

91 a 93

» Caracterize o efeito da adição de soluto sobre a pressão de vapor completando o diagrama a seguir.



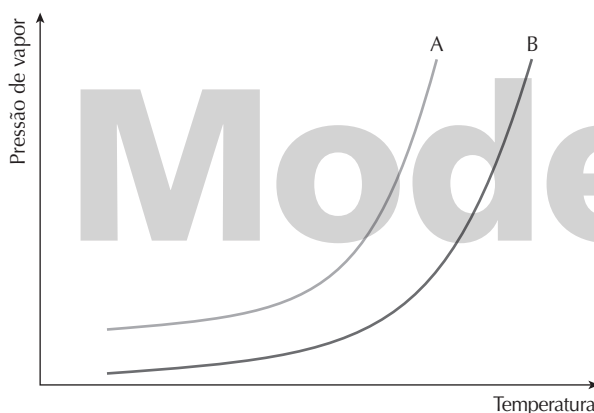
3

### Curvas de pressão de vapor

Encontrei essas informações na(s) página(s)

92

» Identifique as curvas de pressão de vapor de um solvente puro e de uma solução desse solvente com soluto não eletrólito e não volátil. Escreva uma justificativa para a sua escolha.



Curva A:

solvente puro

Curva B:

solução

Justificativa:

para a mesma temperatura, o solvente

puro tem pressão de vapor maior que

a solução

4

### Tonoscopia e diferentes concentrações

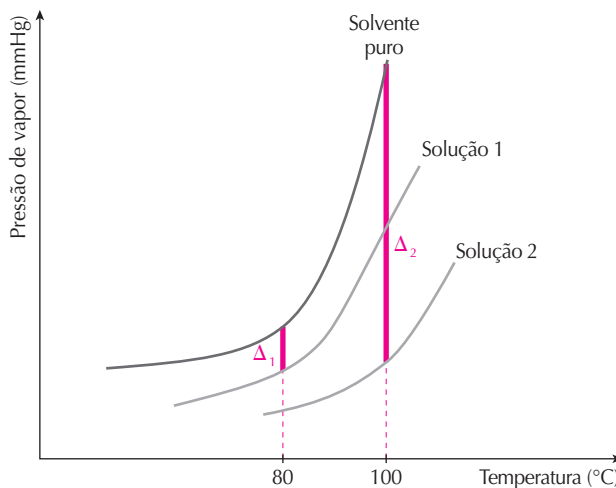
Encontrei essas informações na(s) página(s)

92

» Represente no gráfico as seguintes variações de pressão de vapor:

( $\Delta_1$ ) diferença entre a pressão de vapor do soluto puro e a pressão de vapor da solução 1, a 80 °C.

( $\Delta_2$ ) diferença entre a pressão de vapor do soluto puro e a pressão de vapor da solução 2, a 100 °C.



## AUMENTO DA TEMPERATURA DE EBULIÇÃO (EBULIOSCOPIA)

## ABAIXAMENTO DA TEMPERATURA DE SOLIDIFICAÇÃO (CRIOSCOPIA)

## ANALISANDO A EBULIÇÃO E O CONGELAMENTO ATRAVÉS DE GRÁFICOS

### Termos e conceitos

efeito ebulioscópico

efeito crioscópico

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Efeito ebulioscópico: quantidades iguais (em mol) de diferentes solutos não eletrólitos e não voláteis, dissolvidas numa mesma quantidade de solvente, causam o mesmo aumento na temperatura em que se inicia a ebulição desse solvente na solução.

Efeito crioscópico: quantidades iguais (em mol) de diferentes solutos não eletrólitos e não voláteis, dissolvidas numa mesma quantidade de solvente, causam o mesmo abaixamento na temperatura em que se inicia a solidificação do solvente na solução.

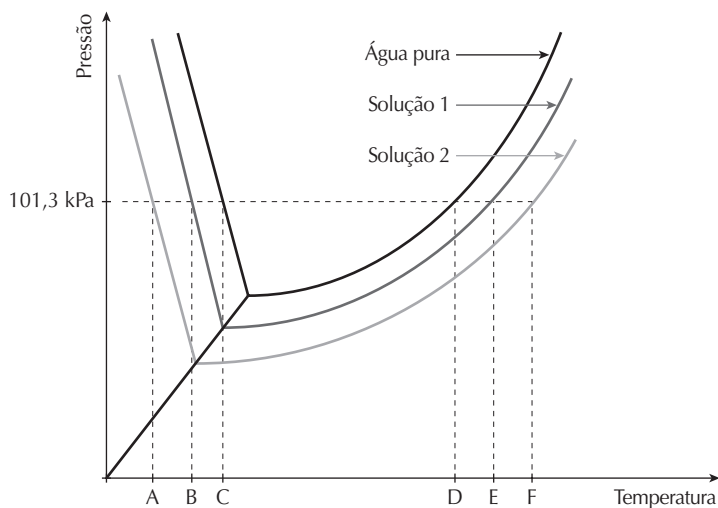
### Guia de estudo

#### Diagrama de fases para diferentes soluções

Encontrei essas informações na(s) página(s)

97

» Observe o diagrama abaixo e escreva o que representam as temperaturas A, B, C, D, E e F.



A: temperatura de congelamento da solução 2

B: temperatura de congelamento da solução 1

C: temperatura de congelamento da água pura




D: temperatura de ebulição da água pura

E: temperatura de ebulição da solução 1

F: temperatura de ebulição da solução 2



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
As quatro propriedades coligativas			
Efeito da adição de soluto sobre a pressão de vapor			
Curvas de pressão de vapor			
Tonoscopia e diferentes concentrações			
Diagrama de fases para diferentes soluções			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem ao motivo da adição de certas soluções (comercialmente chamadas de aditivos) à água dos radiadores, prática que provoca **aumento da temperatura de ebulição** dessa água e que também dificulta o seu **congelamento**. Desse modo, o aluno

mostra que compreendeu essa aplicação das **propriedades coligativas** das soluções. Acessando o *Conteúdo digital Moderna Plus*, o aluno encontrará o artigo “O uso de anticongelantes nos veículos em países frios”, que traz uma aplicação prática da **ebulioscopia** e da **crioscopia**.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre as propriedades coligativas estudadas neste capítulo.

As **propriedades coligativas** de uma solução dependem da quantidade de partículas dissolvidas em certa quantidade de solvente, mas não da natureza dessas partículas. Dissolvendo um soluto em um solvente, impõe-se uma modificação na pressão de vapor com conseqüente mudança na temperatura de início da ebulição, bem como uma modificação na temperatura de início do congelamento.

A solução de um soluto não volátil tem pressão de vapor menor do que o solvente puro. Pela Lei de Raoult, a redução da pressão de vapor é proporcional à fração em mols do solvente. A solução de um soluto não volátil tem temperatura de início de ebulição maior do que o solvente puro e tem temperatura de início de congelamento menor do que o solvente puro.

Pode-se analisar o efeito ebullioscópico e o efeito crioscópico comparando as curvas do diagrama de fases da solução e do solvente puro.




# Pressão osmótica

Seções:

- 9.1 Membranas semipermeáveis
- 9.2 Osmose
- 9.3 Pressão osmótica
- 9.4 Osmose reversa e purificação da água

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Membranas semipermeáveis			
Osmose			
Pressão osmótica			
Osmose reversa			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- membranas semipermeáveis
- osmose reversa
- diálise
- pressão osmótica
- purificação da água



Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

membrana semipermeável

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Tipo de membrana seletiva que permite a passagem de apenas algumas substâncias.

**Guia de estudo**

**Membranas semipermeáveis**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

101

» Caracterize a permeabilidade da membrana plasmática (membrana que reveste as células) completando o diagrama a seguir.

Membrana plasmática

Permite a passagem de:

- água
- outras moléculas pequenas
- íons hidratados
- substâncias tóxicas para o meio externo

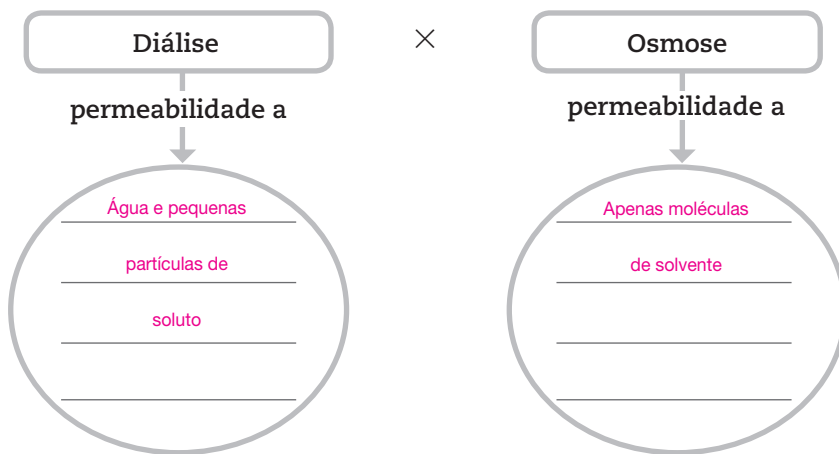
Não permite, em geral, a passagem de:

- moléculas muito grandes, como as proteínas

Encontrei essas informações na(s) página(s)

101

» Compare a diálise com a osmose completando o diagrama abaixo.



Exemplo: o rim artificial, que remove pequenas partículas indesejáveis e mantém as grandes moléculas de proteínas

**Termos e conceitos**

osmose

» Defina o termo ou conceito a seguir.

É o fluxo efetivo de solvente através de uma membrana permeável apenas ao solvente. Verifica-se que o fluxo se dá espontaneamente do meio menos concentrado para o meio mais concentrado.

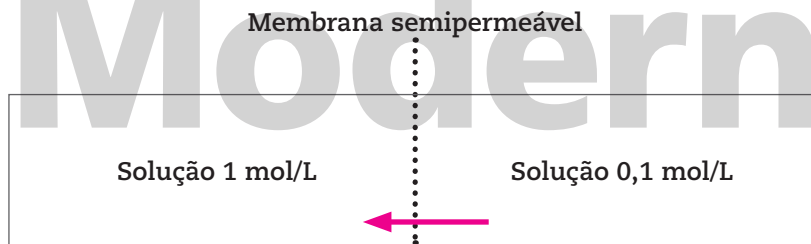
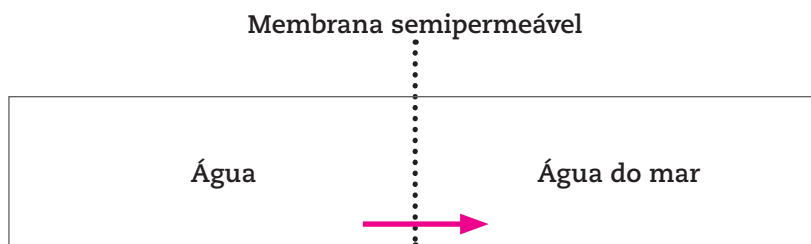
**Guia de estudo**

**Osmose**

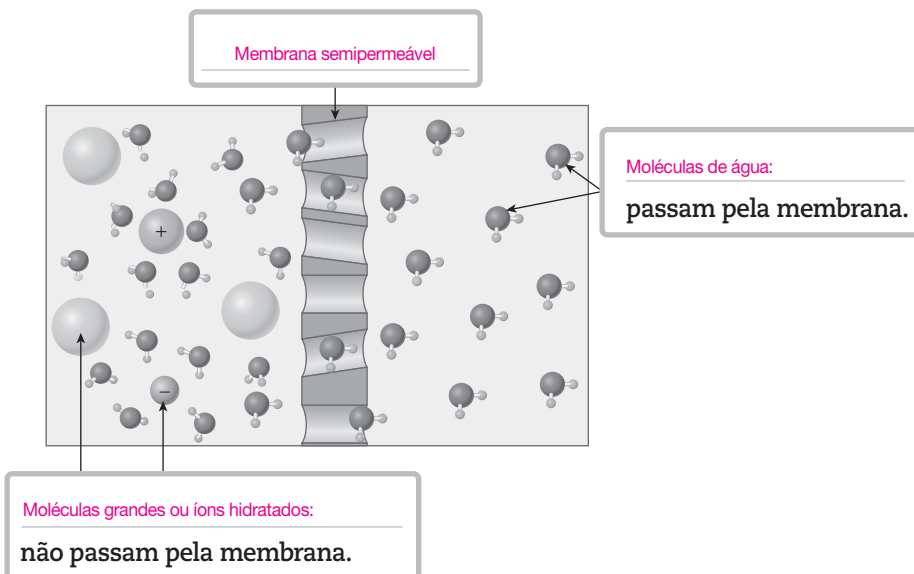
Encontrei essas informações na(s) página(s)

102

» Desenhe uma seta, em cada esquema abaixo, para indicar o sentido da passagem do solvente.



» Interprete microscopicamente o fenômeno da osmose completando o esquema abaixo.



**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

pressão osmótica

Pressão osmótica: valor exato da pressão que deve ser aplicada sobre uma solução aquosa, separada da água pura por uma membrana permeável apenas à água, para impedir a osmose.

osmose reversa

Osmose reversa: processo não espontâneo, no qual se aplica pressão superior à pressão osmótica para fazer a água passar de uma solução aquosa para a água pura através de uma membrana semipermeável.

dessalinização da água

Dessalinização da água: processo de obtenção de água pura a partir de água contendo sal (sais) dissolvido(s).

**Guia de estudo**

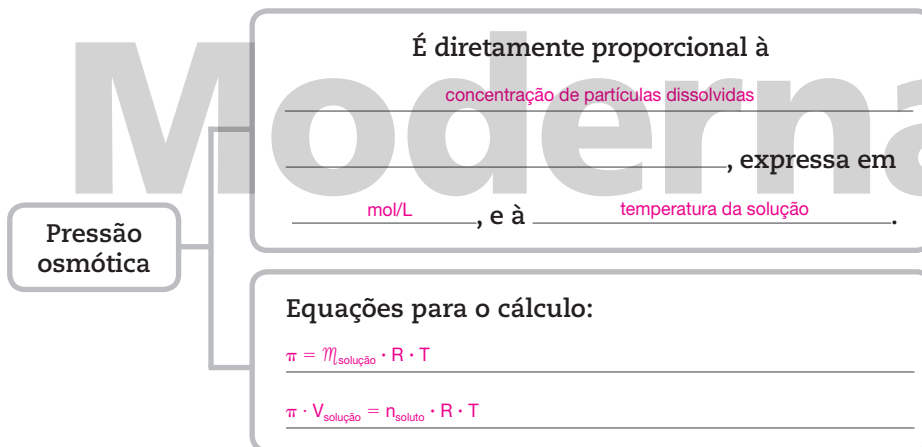
**1**

**Pressão osmótica**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

103

» Expresse a pressão osmótica, em palavras e com equações, preenchendo o diagrama a seguir.



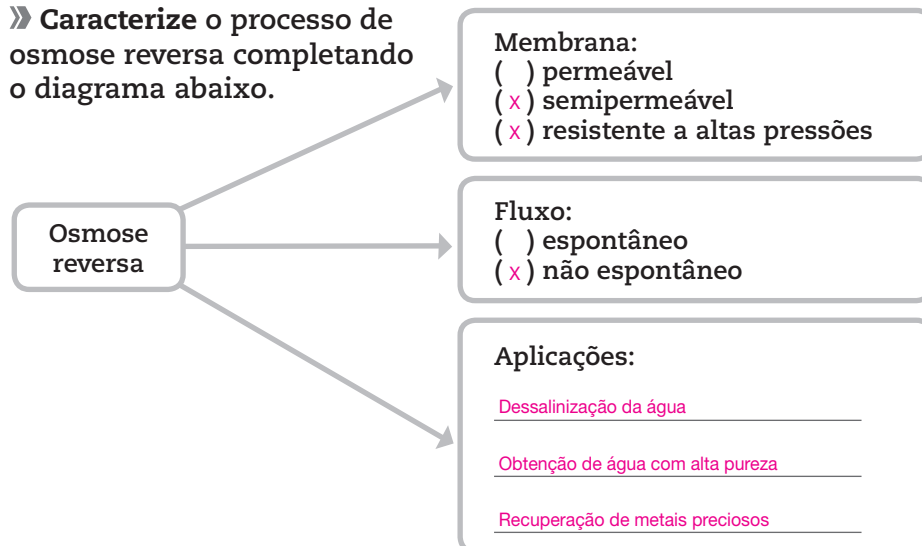
**2**

**Osmose reversa**




Encontrei essas informações na(s) página(s)

105 a 107

» Caracterize o processo de osmose reversa completando o diagrama abaixo.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Membranas semipermeáveis			
Osmose			
Pressão osmótica			
Osmose reversa			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique na imagem uma sessão de diálise e saiba diferenciá-la do processo de osmose. Para isso, é preciso que o aluno compreenda os conceitos de pressão osmótica e de membranas semipermeáveis.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre pressão osmótica.

- A pressão osmótica é uma das propriedades coligativas das soluções.
- Existem membranas de permeabilidade seletiva. Entre elas, existem as membranas permeáveis ao solvente mas não ao soluto, chamadas de membranas semipermeáveis.
- Quando uma solução está separada da água pura por uma membrana semipermeável, haverá fluxo efetivo de água para a solução, através da membrana. Esse fluxo é denominado osmose.
- A água pode passar pela membrana semipermeável em ambos os sentidos. A osmose é o fluxo efetivo e espontâneo de solvente, do meio menos concentrado para o meio mais concentrado.
- Dependendo do tipo de membrana que separa soluções de diferentes concentrações, dois fenômenos podem ser observados: diálise (membrana permeável à água e a pequenas partículas de soluto) ou osmose (membrana permeável apenas ao solvente).
- Se uma solução está separada da água pura por uma membrana semipermeável, existe um valor de pressão que, aplicado sobre a solução, impede a osmose. Esse valor é a pressão osmótica da solução.



# Propriedades coligativas para soluções eletrolíticas




**Seções:**

10.1 Propriedades coligativas para soluções de eletrólitos não voláteis

10.2 A linguagem matemática da ebulioscopia e da crioscopia para solutos de natureza molecular e iônica

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Soluções eletrolíticas			
Constantes ebulioscópica e crioscópica			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- propriedades coligativas
- elevação do ponto de ebulição
- crioscopia
- ebulioscopia
- soluções eletrolíticas



BRAND Z FOOD/LAMY/OTHER IMAGES

**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---



---

## PROPRIEDADES COLIGATIVAS PARA SOLUÇÕES DE ELETRÓLITOS NÃO VOLÁTEIS

### A LINGUAGEM MATEMÁTICA DA EBULIOSCOPIA E DA CRIOSCOPIA PARA SOLUTOS DE NATUREZA MOLECULAR E IÔNICA

#### Termos e conceitos

constante ebulioscópica

constante crioscópica

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Constante ebulioscópica: é a constante de proporcionalidade entre a elevação do ponto de ebulição e a molalidade da solução.

Constante crioscópica: é a constante de proporcionalidade entre o abaixamento do ponto de congelamento e a molalidade da solução.

#### Guia de estudo

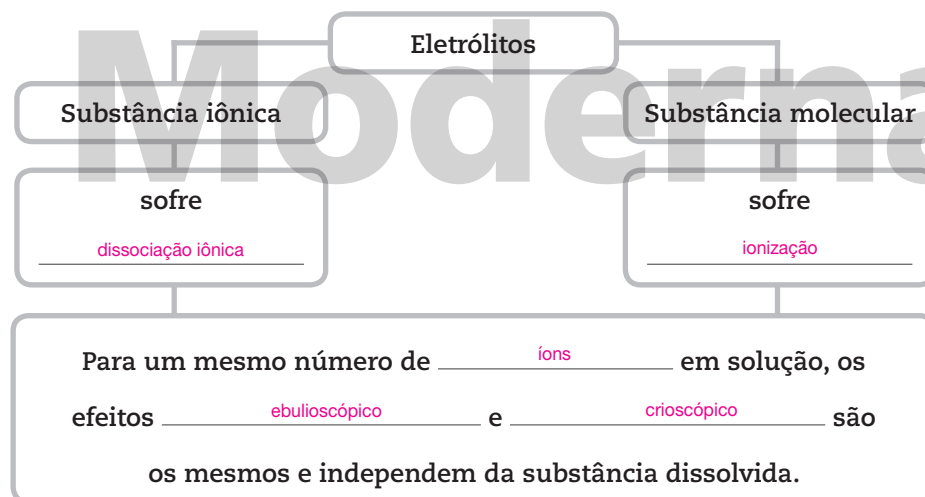
1

#### Soluções eletrolíticas

Encontrei essas informações na(s) página(s)

110 e 111

» Caracterize os efeitos ebulioscópico e crioscópico para solutos eletrolíticos completando o diagrama a seguir.



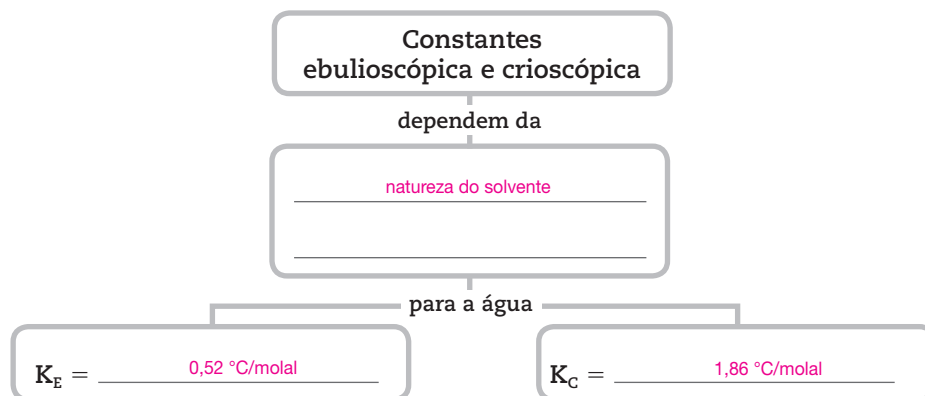
2

#### Constantes ebulioscópica e crioscópica




Encontrei essas informações na(s) página(s)

114

» Caracterize as constantes ebulioscópica e crioscópica completando o diagrama abaixo.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Soluções eletrolíticas			
Constantes ebulioscópica e crioscópica			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe o cozimento de alimentos à **elevação do ponto de ebulição de soluções eletrolíticas** e reconheça a **ebulioscopia** como uma **propriedade coligativa**.

# Moderna

## Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre as propriedades coligativas para soluções eletrolíticas.

Ácidos, bases e sais são exemplos de eletrólitos, ou seja, solutos cujas soluções aquosas contêm íons.

As propriedades coligativas dessas soluções dependem da quantidade total de íons dissolvidos em certa quantidade de solvente.

Utilizando-se a equação química de ionização ou de dissociação iônica, pode-se calcular a quantidade total de partículas provenientes da dissolução de um eletrólito em água.

O efeito ebulioscópico e o efeito crioscópico são proporcionais à molalidade total de partículas dissolvidas. As constantes de proporcionalidade são denominadas, respectivamente, constante ebulioscópica e constante crioscópica.

# Número de oxidação

Seções:




11.1 Oxidação e redução

11.2 O conceito de número de oxidação

11.3 Regras para a determinação do número de oxidação

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Obtenção de hidrogênio em laboratório			
Oxidação e redução			
Número de oxidação dos íons monoatômicos			
A eletronegatividade e o número de oxidação em espécies com ligação covalente			
Regras para determinar o número de oxidação			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados às imagens.

- oxidação
- redução
- peróxido de hidrogênio
- ganho de elétrons
- hidreto metálico
- perda de elétrons
- número de oxidação



FOTOS: CHARLES D. WINTERS/  
PHOTO RESEARCHERS/  
LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

oxidação

Oxidação: perda de elétrons por uma espécie química.

redução

Redução: ganho de elétrons por uma espécie química.

**Guia de estudo**

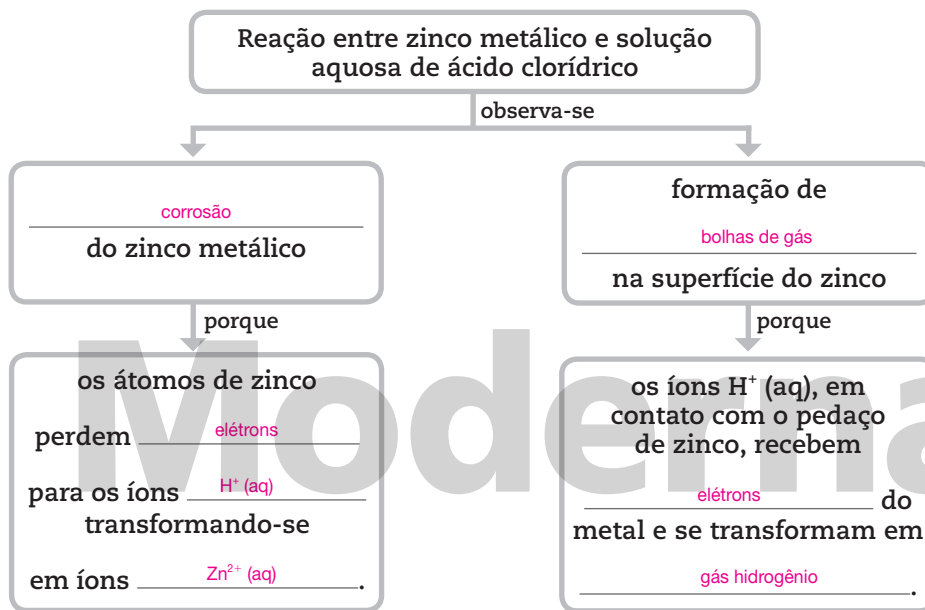
**1**

**Obtenção de hidrogênio em laboratório**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

120

» Descreva o processo de obtenção de gás hidrogênio em laboratório completando o diagrama a seguir.



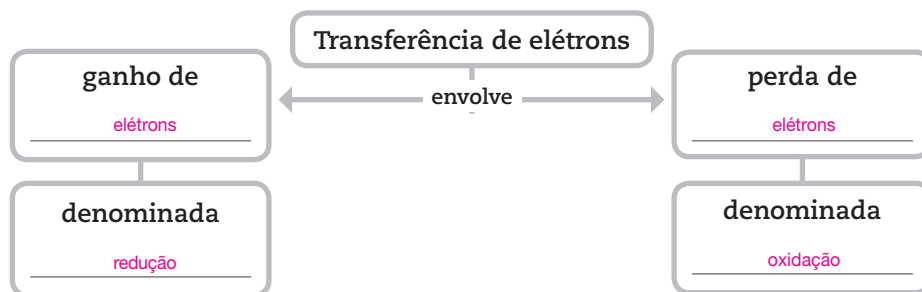
**2**

**Oxidação e redução**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

121

» Caracterize os processos que envolvem a transferência de elétrons completando o diagrama a seguir.



**Faça a conexão**

» Pesquise exemplos de materiais que sofrem oxidação. Descubra qual substância, presente no ambiente, provoca essa oxidação.

Muitos metais, expostos ao meio ambiente, sofrem oxidação devido ao oxigênio e à água.

## Termos e conceitos

número de oxidação

eletronegatividade

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Número de oxidação: número associado aos átomos de um determinado elemento, presente em determinada substância, que está relacionado à carga elétrica que esses átomos apresentam nessa substância.

Eletronegatividade: tendência de atrair elétrons que os átomos de determinado elemento apresentam quando estão ligados a outro(s) átomo(s).

## Guia de estudo

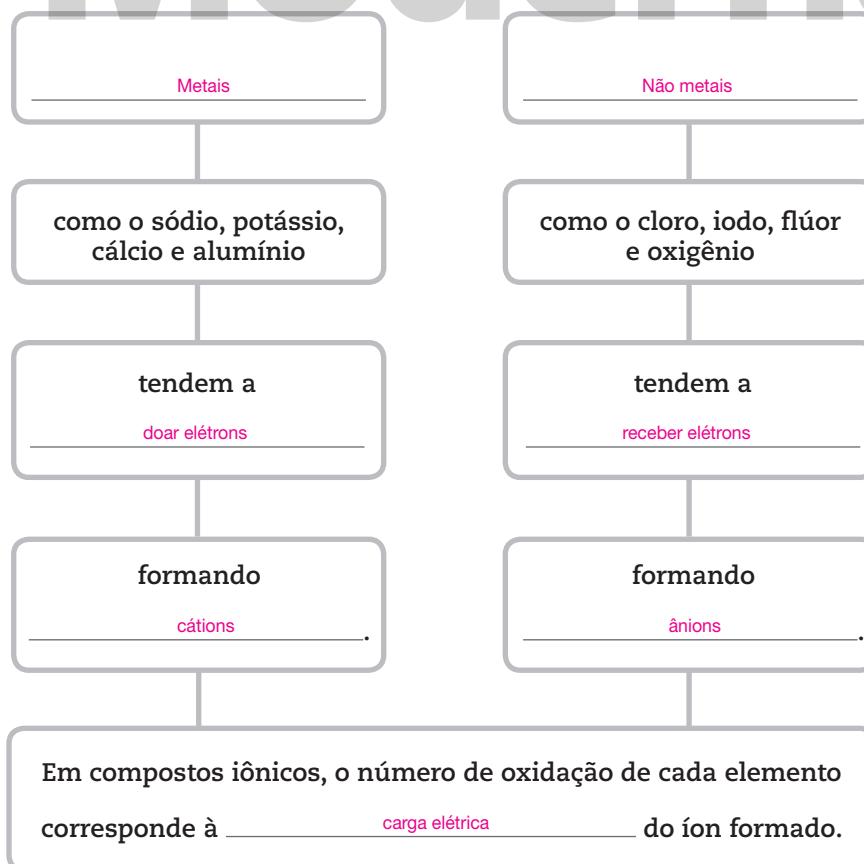
1

### Número de oxidação dos íons monoatômicos

Encontrei essas informações na(s) página(s)

122 a 124

» Descreva como o processo de transferência de elétrons nos compostos iônicos determina o número de oxidação de cada elemento completando o diagrama abaixo.



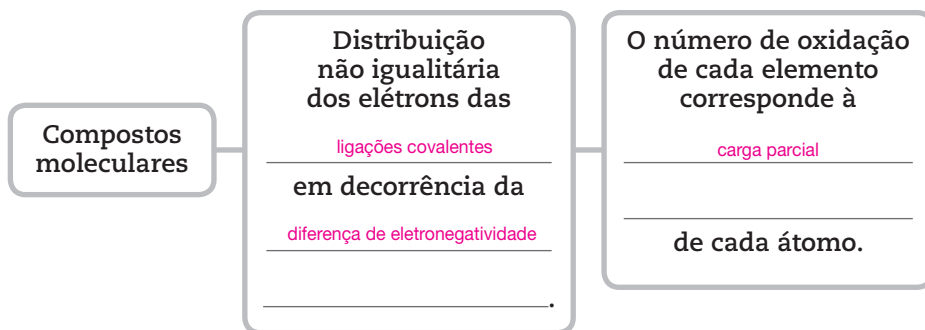
**2**

## A eletronegatividade e o número de oxidação em espécies com ligação covalente

Encontrei essas informações na(s) página(s)

126

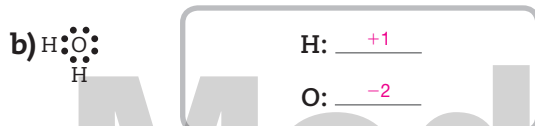
» Complete o diagrama com informações sobre o número de oxidação de cada elemento formador de compostos moleculares.



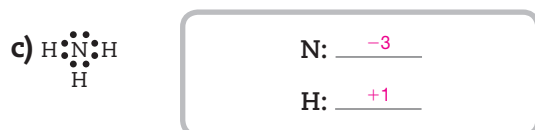
» Identifique os números de oxidação das espécies com ligações covalentes analisando a eletronegatividade dos átomos presentes.



Eletronegatividade: Cl > H



Eletronegatividade: O > H



Eletronegatividade: N > H



Eletronegatividade: igual

### Faça a conexão

» O flúor é o elemento que apresenta maior eletronegatividade. Elabore uma explicação para o fato.

O átomo de flúor apresenta apenas duas camadas eletrônicas e no núcleo ele apresenta nove prótons, o que gera uma atração muito grande entre o núcleo e os elétrons da camada de valência.



## REGRAS PARA A DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE OXIDAÇÃO

### Termos e conceitos

hidreto metálico  
peróxido de hidrogênio  
  
íon peróxido

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Hidreto metálico: composto formado por hidrogênio e metal.

Peróxido de hidrogênio: substância de fórmula  $H_2O_2$ , cuja solução aquosa é conhecida como água oxigenada.

Íon peróxido: íon  $O_2^{2-}$ .

### Guia de estudo

#### Regras para determinar o número de oxidação

Encontrei essas informações na(s) página(s)

128 a 131

» Liste na tabela abaixo os números de oxidação para os elementos nas substâncias citadas.

	Número de oxidação do elemento	Exemplos
Qualquer elemento, em uma substância simples	0	$H_2, O_2, O_3, N_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2, P_4,$ P (vermelho), $S_8$ , C (diamante) e C (grafite)
Hidrogênio ligado a não metal	+1	$HCl, H_2S, H_2O, NH_3$
Hidrogênio ligado a metal	-1	$NaH, LiH, CaH_2$
Oxigênio, em geral	-2	$Na_2O, CaO, H_2O, CO_2$
Oxigênio, nos peróxidos	-1	$Na_2O_2, CaO_2, H_2O_2$
Oxigênio ligado a flúor	+2	$OF_2$
Metais alcalinos em substâncias compostas	+1	$NaOH, KBr, Na_2S, NaCl, K_2O$
Metais alcalino-terrosos em substâncias compostas	+2	$CaO, Ca(OH)_2, Ba(NO_3)_2, SrCl_2$
Alumínio em substâncias compostas	+3	$Al_2O_3, Al(OH)_3$
Prata em substâncias compostas	+1	$AgBr, Ag_2O, AgNO_3$
Zinco em substâncias compostas	+2	$ZnCl_2, ZnO, ZnSO_4$
Flúor em substâncias compostas	-1	$OF_2, HF$

» **Complete** o diagrama com as regras para a determinação do número de oxidação dos elementos químicos.

**1ª regra:**

Nas substâncias

*simples*

o  $N_{ox}$  do elemento que forma a substância é igual a zero.

**2ª regra:**

O  $N_{ox}$  do H em seus compostos é

$+1$ , exceto nos

*hidretos*

metálicos, nos

quais é  $-1$ .

**3ª regra:**

O  $N_{ox}$  do O em seus compostos é

$-2$ , exceto no  $OF_2$ , que é

$+2$ , e os peróxidos, nos

quais é  $-1$ .

**4ª regra:**

Há elementos que apresentam sempre o mesmo  $N_{ox}$  em seus compostos. São os metais

alcalinos,  $+1$ ;  
alcalino-

-terrosos,  $+2$ ;

Ag,  $+1$ ;

Zn,  $+2$ ;

Al,  $+3$ ;

F,  $-1$ .

**5ª regra:**

A soma algébrica de todos os  $N_{ox}$  dos elementos presentes em uma espécie química eletricamente

*neutra*

é  $zero$ .

**6ª regra:**

A soma algébrica dos números de oxidação dos elementos constituintes de um íon

*poliatômico*

é  $igual$  à carga desse

*íon*.

**Faça a conexão**




» **Pesquise** as etapas do ciclo do nitrogênio na natureza e indique os números de oxidação que o elemento adquire durante o ciclo.

Etapas do ciclo do nitrogênio:

1. Fixação do nitrogênio, que é a transformação do nitrogênio gasoso ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ).
2. Amonificação: degradação de compostos orgânicos nitrogenados com a liberação de amônia ou amônio devido à ação de organismos decompositores.
3. Nitrificação: oxidação da amônia gerando ânions de nitrogênio. As bactérias nitrificantes transformam a amônia em íons nitrito ( $NO_2^-$ ), e em seguida transformam os íons nitrito em íons nitrato ( $NO_3^-$ ).
4. Desnitrificação: conversão da amônia, por ação bacteriana, em nitrogênio gasoso que retorna à atmosfera.

Espécie	$N_2$	$NH_3$	$NH_4^+$	$NO_2^-$	$NO_3^-$
$N_{ox}$ do nitrogênio	0	-3	-3	+3	+5

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Obtenção de hidrogênio em laboratório			
Oxidação e redução			
Número de oxidação dos íons monoatômicos			
A eletronegatividade e o número de oxidação em espécies com ligação covalente			
Regras para determinar o número de oxidação			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe as imagens ao processo de **oxidação** que ocorre com determinados metais, em decorrência da ação de agentes oxidantes (que, por sua vez, sofrem **redução**) presentes no meio ambiente. Espera-se, ainda, que o aluno compreenda que esse processo envolve **perda e ganho de elétrons**, o que acarreta a variação do **número de oxidação** dos elementos envolvidos.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre oxidação e redução.

- Há reações em que ocorre a transferência de elétrons de uma espécie química para outra. A espécie que perde elétrons sofre oxidação e a que recebe sofre redução.
- O número de oxidação de um elemento, em uma substância, é uma grandeza relacionada à carga elétrica dos átomos desse elemento na substância.
- Em íons monoatômicos, o número de oxidação é a própria carga do íon.
- Em espécies com ligação covalente, o número de oxidação pode ser determinado com o emprego da fórmula eletrônica e o conceito de eletronegatividade.
- Há regras úteis para o cálculo do número de oxidação.

# Reações de oxirredução

Seções:




12.1 Oxirredução

12.2 Agente oxidante e agente redutor

12.3 Oxidação de metais por ácidos ou por sais específicos

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Oxidação, redução e número de oxidação			
Oxidação de metais por ácidos ou por sais específicos			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- oxidação
- reação de dupla troca
- redução
- reação de oxirredução
- corrosão de um metal
- oxidante
- redutor



OOTE BOE PHOTOGRAPHY / ALAMY/OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

oxidação

Oxidação: perda de elétrons por uma espécie química, indicada por um aumento algébrico do número de oxidação.

redução

Redução: ganho de elétrons por uma espécie química, indicado por uma diminuição algébrica do número de oxidação.

agentes oxidante e reductor

Agentes oxidante e reductor: são as espécies químicas que agem causando a oxidação ou a redução,

respectivamente, de algum elemento presente nos reagentes.

**Guia de estudo**

**Oxidação, redução e número de oxidação**

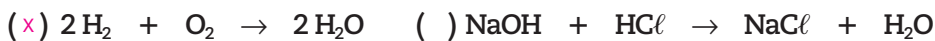
Encontrei essas informações na(s) página(s)

134 a 137

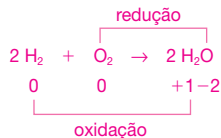
» Correlacione oxidação, redução e número de oxidação, preenchendo as lacunas no diagrama a seguir.



» Identifique em qual das reações químicas representadas abaixo se verifica um processo de oxirredução. Justifique sua resposta.



Justificativa: Ocorreu variação do número de oxidação dos elementos hidrogênio e oxigênio. O agente oxidante, aquele que sofre redução, é o oxigênio.



## OXIDAÇÃO DE METAIS POR ÁCIDOS OU POR SAIS ESPECÍFICOS

### Termos e conceitos

íon espectador

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Íon espectador: íon presente em um sistema no qual ocorre reação, mas que não participa dessa reação.

corrosão de um metal

Corrosão de um metal: oxidação de um metal que esteja inicialmente com número de oxidação igual a zero.

### Guia de estudo

#### Oxidação de metais por ácidos ou por sais específicos

Encontrei essas informações na(s) página(s)

139 a 141

» Observe as tabelas 1 e 2 de reatividade relativa de alguns metais, do livro-texto, e indique os elementos ou substâncias pedidos.

Metal que pode ser oxidado por qualquer outro íon da tabela 1	Li
Metal que não pode ser oxidado por nenhum outro íon da tabela 1	Au
Agente oxidante mais comum presente no ar atmosférico	O <sub>2</sub>




### Faça a conexão

» Pesquise exemplos de metais, presentes em sua casa e em sua escola, que sofrem corrosão naturalmente. Em seguida, explique o processo da chuva ácida e sua influência na corrosão.

O ferro e o cobre são metais que sofrem corrosão ao ar livre, como ocorre em grades de proteção e estátuas.

A queima de carvão e de combustíveis fósseis e os poluentes industriais lançam dióxido de enxofre e de nitrogênio na atmosfera. Esses gases reagem com o vapor de água presente na atmosfera, dando origem às chuvas ácidas. As águas da chuva, assim como a geada, a neve e a neblina, ficam carregadas de ácido sulfúrico ou ácido nítrico. Ao caírem na superfície, alteram a composição química do solo e das águas, atingem as cadeias alimentares, destroem florestas e lavouras, atacam estruturas metálicas, monumentos e edificações.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Oxidação, redução e número de oxidação			
Oxidação de metais por ácidos ou por sais específicos			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem ao processo de **oxidação** provocado pelo oxigênio presente no ar, que oxida substâncias

presentes na maçã, deixando a fruta escurecida. O oxigênio é o agente **oxidante** (e, portanto, sofre **redução**), enquanto as substâncias oxidadas na maçã são os **redutores**. Com isso, caracteriza-se uma **reação de oxirredução**.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre reações de oxirredução.

As reações de transferência de elétrons de uma espécie química para outra são chamadas de oxirredução. A espécie que perde elétrons

(oxidação) sofre um aumento no número de oxidação e a que recebe elétrons (redução) sofre diminuição no número de oxidação.

Agente oxidante na reação é a substância que contém o elemento que se reduz e agente redutor é a substância que contém o elemento que se oxida.

Nas reações de deslocamento (reações de oxirredução) há ions espectadores.

Existem metais que sofrem oxidação com maior facilidade que outros metais.



# Balanceamento de equações de oxirredução

Seções:




13.1 Elétrons se conservam

13.2 Exemplos do balanceamento de equações de oxirredução

13.3 Resumindo as sugestões apresentadas

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Elétrons se conservam			
Balanceamento de equações de oxirredução			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- reação de oxirredução
- tintas para vidros
- perda de elétrons
- diluição



IMAGE SOURCE/DIONEDIA

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

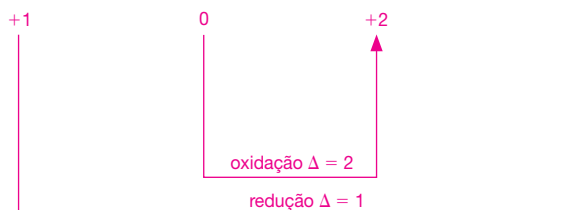
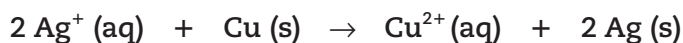
## Guia de estudo

## Elétrons se conservam

Encontrei essas informações na(s) página(s)

144 a 148

» Analise a equação de reação de oxirredução a seguir preenchendo as lacunas abaixo.



A equação química acima representa uma reação de

\_\_\_\_\_ **oxirredução** \_\_\_\_\_ entre os íons prata e o metal cobre, pois cada átomo de \_\_\_\_\_ **cobre** \_\_\_\_\_ perde \_\_\_\_\_ **dois** \_\_\_\_\_ elétrons, enquanto cada íon \_\_\_\_\_ **prata** \_\_\_\_\_ recebe \_\_\_\_\_ **um elétron** \_\_\_\_\_.

De acordo com o balanceamento, um átomo de cobre reage com dois íons prata, ocorrendo a transferência de elétrons.

Assim, \_\_\_\_\_ **dois elétrons** \_\_\_\_\_ são perdidos pelo átomo de \_\_\_\_\_ **cobre** \_\_\_\_\_, enquanto dois elétrons são recebidos pelos dois íons prata, ou seja, o número de elétrons total é conservado.

» **Caracterize** a conservação dos elétrons no balanceamento de equações iônicas completando as frases a seguir.

- 1) Se há diferentes atomicidades para um elemento em ambos os membros da equação, devemos levar isso em conta ao calcular o número de elétrons \_\_\_\_\_ **perdidos** \_\_\_\_\_ ou \_\_\_\_\_ **recebidos** \_\_\_\_\_.
- 2) Quando o elemento que se oxida ou se reduz está em apenas parte dos produtos nos quais aparece, devemos pensar somente nos átomos que participaram da \_\_\_\_\_ **transferência** \_\_\_\_\_ de elétrons.
- 3) No balanceamento de equações iônicas devemos verificar se a carga \_\_\_\_\_ **total** \_\_\_\_\_ é \_\_\_\_\_ **igual** \_\_\_\_\_ em ambos os lados da equação.

### Guia de estudo

#### Balanciamento de equações de oxirredução

Encontrei essas informações na(s) página(s)

149

» Descreva o procedimento que facilita o balanceamento de equações de oxirredução preenchendo o diagrama a seguir.

1

Determinar o número de oxidação de todos os elementos presentes.

Verificar os números de oxidação que variam.

2

3

Registrar o módulo das variações dos números de oxidação.

4

Determinar os coeficientes a serem colocados na frente dos agentes oxidante e redutor para que o número de elétrons perdidos seja igual ao número de elétrons recebidos.

Colocar o coeficiente estequiométrico na frente do agente

redutor e na frente do agente oxidante.

5

6

Continuar o balanceamento por meio de tentativa e erro.




Verificar se o número de átomos de cada elemento em ambos

os membros da equação é igual. Verificar se a carga total em

ambos os membros é igual.

7

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Elétrons se conservam			
Balanceamento de equações de oxirredução			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe à imagem as reações em que ocorrem ganho e perda de elétrons, denominadas reações de oxirredução.

Elas são muito importantes em nosso cotidiano, estão presentes em diversas invenções tecnológicas e é com base nelas que podemos explicar a química envolvida nas lentes fotossensíveis dos óculos de sol.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre o balanceamento de equações de oxirredução.

O número de elétrons perdidos pelo elemento que se oxida é igual ao número de elétrons recebidos pelo elemento que se reduz, ou seja, os elétrons se conservam. Assim, os coeficientes estequiométricos do oxidante e do redutor estão vinculados.

Para determinar os coeficientes estequiométricos do oxidante e do redutor, deve-se calcular, primeiramente, o módulo das variações dos números de oxidação (levando em conta os índices dos elementos nas fórmulas). A parte final do balanceamento é feita por tentativa e erro. Se a equação for iônica, a conservação da carga deve ser levada em consideração.

# Celas galvânicas (pilhas)

Seções:




14.1 Introdução

14.2 Celas eletroquímicas

14.3 Estudo das celas galvânicas

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Medindo a diferença de potencial elétrico			
Celas eletroquímicas			
A pilha de Daniell			
O papel da ponte salina			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- reação de oxirredução
- diferença de potencial
- osmose
- cela galvânica
- pilha
- eletrólise
- bateria



IMAGEBROKER / ALAMY/OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

## Termos e conceitos

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

eletroquímica

Eletroquímica: parte da Química que estuda a relação entre corrente elétrica e reações de oxirredução.

pilha

Pilha: termo empregado como sinônimo de cela galvânica.

bateria

Bateria: associação de duas ou mais pilhas.

eletrólise

Eletrólise: reação de oxirredução não espontânea provocada pela passagem de corrente elétrica.

## Guia de estudo

1

## Medindo a diferença de potencial elétrico

Encontrei essas informações na(s) página(s)

155

» Caracterize um voltímetro completando a ficha a seguir.

VOLTÍMETRO	
O que é	<p>Aparelho utilizado para medir a diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito, expressando o resultado da medição na unidade volt (V).</p>
Como é utilizado	<p>Do aparelho saem dois fios, encapados com plástico isolante, que terminam em duas extremidades metálicas desencapadas, que são colocadas em contato com diferentes pontos de um circuito.</p>

» Explique o que significa o valor mostrado pelo voltímetro em uma montagem experimental contendo uma placa de cobre e uma de zinco.

O valor medido pelo voltímetro no experimento é a **diferença de potencial elétrico** entre as placas de cobre (polo +)

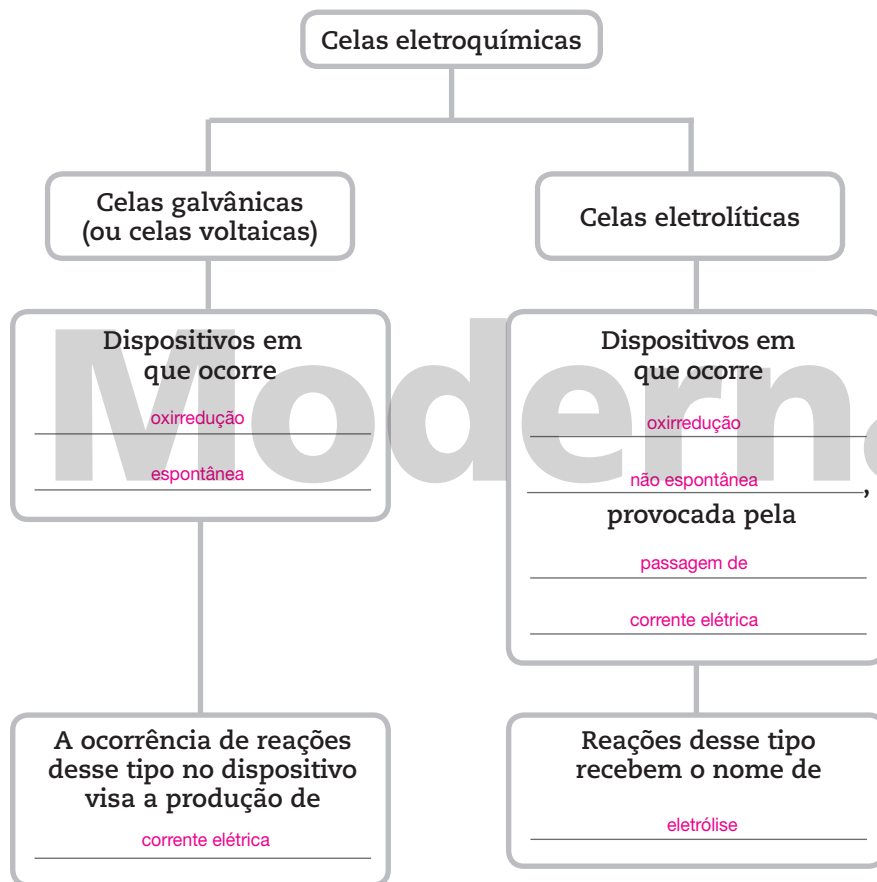
e de zinco (polo -).

» Caracterize as células eletroquímicas completando o diagrama a seguir.

**2**  
**Celas eletroquímicas**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

156





Termos e conceitos

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

semicela  $Zn^{2+} (aq)/Zn^0 (s)$

Semicela  $Zn^{2+} (aq)/Zn^0 (s)$ : placa de zinco mergulhada em solução contendo íons  $Zn^{2+}$ .

semicela  $Cu^{2+} (aq)/Cu^0 (s)$

Semicela  $Cu^{2+} (aq)/Cu^0 (s)$ : placa de cobre mergulhada em solução contendo íons  $Cu^{2+}$ .

semirreação

Semirreação: parte da reação de oxirredução que ocorre em uma semicela. Uma semirreação pode ser de oxidação ou de redução.

ânodo

Ânodo: eletrodo no qual ocorre o processo de oxidação.

cátodo

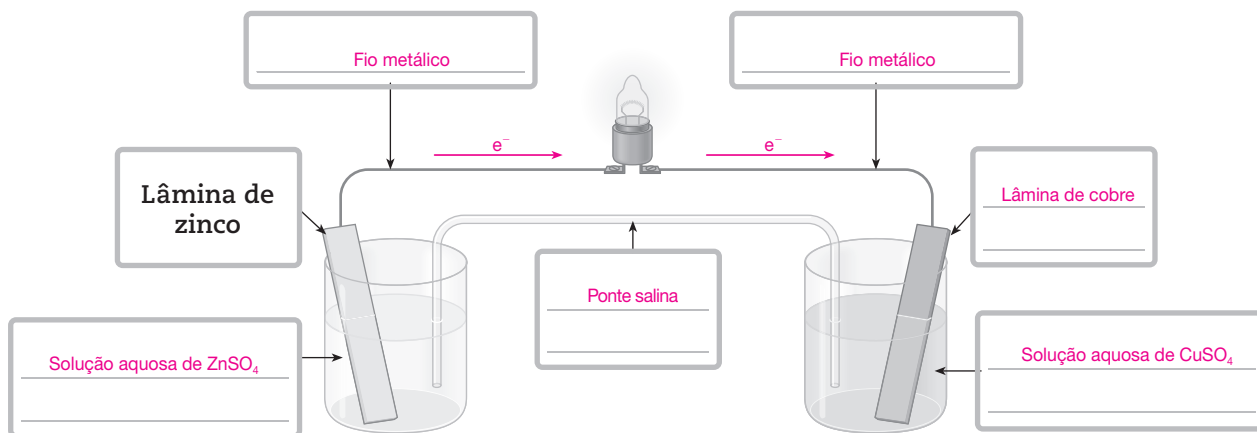
Cátodo: eletrodo no qual ocorre o processo de redução.

Guia de estudo

1

A pilha de Daniell

» Identifique na ilustração a seguir os elementos que compõem a pilha de Daniell e indique com setas o sentido do fluxo de elétrons.



Encontrei essas informações na(s) página(s)

158

**2****O papel da ponte salina**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

160 e 161

» **Caracterize a ponte salina da pilha de Daniell completando a ficha a seguir.**

PONTE SALINA	
O que é	<p>Tubo de vidro preenchido com material gelatinoso contendo alta concentração de um sal que não interfere no processo. (Esse meio é condutor de corrente elétrica.)</p>
Como funciona	<p>Permite fluxo ordenado de íons (cátions em um sentido e ânions em outro) de uma semicela para a outra. (Ao mesmo tempo que libera ânions na semicela em que há excesso de cargas positivas, a ponte salina libera cátions na semicela com excesso de cargas negativas, compensando assim esses excessos.)</p>
Por que é necessária	<p>Sem a presença da ponte salina, o excesso de íons (que ocorre em ambas as semicelas) rapidamente impediria o fluxo de elétrons no circuito externo à pilha.</p>

**Faça a conexão**




» **Pesquise sobre o processo de reciclagem das pilhas de níquel-cádmio (Ni-Cd).**

As baterias de Ni-Cd podem ser recicladas de duas maneiras: pela rota pirometalúrgica, em que o material é tratado em fornos, ou pela rota hidrometalúrgica, que consiste em um tratamento com reagentes químicos em solução. Até o momento, porém, não existem processos economicamente viáveis baseados na rota hidrometalúrgica. Assim, pela rota pirometalúrgica, é possível recuperar os seguintes produtos:

- cádmio metálico, com pureza superior a 99,95% (utilizado na fabricação de novas pilhas);
- óxidos metálicos;
- cloreto de cobalto;
- chumbo refinado e suas ligas;
- resíduos contendo aço e níquel (usados em siderúrgicas).

Se essas pilhas não fossem recicladas, esses materiais poderiam contaminar o meio ambiente.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Medindo a diferença de potencial elétrico			
Celas eletroquímicas			
A pilha de Daniell			
O papel da ponte salina			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique que as pilhas e baterias mostradas na foto são **celas galvânicas**, nas

quais ocorrem **reações de oxirredução** que originam uma **diferença de potencial** elétrico entre os polos de cada pilha. Com

isso, é possível fornecer corrente elétrica a um circuito.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre **celas galvânicas (pilhas)**.

A **cela eletroquímica** é um dispositivo em que ocorre uma **reação química de oxirredução espontânea**, que pode

ser utilizada para fornecer corrente elétrica a um circuito (no caso da **cela galvânica**), ou uma **reação de oxirredução**

não espontânea, provocada pela **passagem de corrente elétrica** (no caso da **cela eletrolítica**).

O **voltímetro** é um aparelho que mede a **diferença de potencial elétrico** entre dois pontos de um circuito.

A **pilha** é um dispositivo que, mediante uma **reação espontânea de oxirredução**, pode fornecer corrente elétrica a um circuito.

Pode ser montada com duas **semicelas** e uma **ponte salina**. Quando uma pilha é incorporada a um **circuito elétrico fechado**,

produz um **fluxo de elétrons** na parte metálica do circuito, do polo negativo (**ânodo**) para o polo positivo (**cátodo**).




# Potencial-padrão de semicela e suas aplicações

Seções:

- 15.1 Potencial-padrão de semicela
- 15.2 Aplicações da tabela de potenciais-padrão
- 15.3 Corrosão de metais e sua prevenção

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
A semicela adotada como referencial em Eletroquímica			
Potencial-padrão de uma semicela			
Potenciais-padrão de redução			
Previsão da força eletromotriz de uma pilha			
Espontaneidade de uma reação de oxirredução			
Corrosão metálica			
Proteção do metal			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- reação de oxirredução espontânea
- reação de oxirredução não espontânea
- corrosão metálica
- ferrugem
- azinhavre
- ferro galvanizado
- metal de sacrifício



CHARLES D. WINTERS/PHOTO RESEARCHERS/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---

Termos e conceitos

potencial-padrão de semicela

» Defina o termo ou conceito a seguir.

É o valor do potencial elétrico, nas condições-padrão e em determinada temperatura, dessa semicela em relação ao eletrodo-padrão de hidrogênio.

Guia de estudo

1

A semicela adotada como referencial em Eletroquímica

Encontrei essas informações na(s) página(s)

166

Eletrodo-padrão de hidrogênio

» Caracterize o eletrodo-padrão de hidrogênio completando o diagrama abaixo e, em seguida, escreva as equações que representam as semirreações que ocorrem nessa semicela em cada situação descrita na tabela.

\_\_\_\_\_ Referencial \_\_\_\_\_ escolhido, em Eletroquímica, para medidas de \_\_\_\_\_ potencial elétrico \_\_\_\_\_

Semicela em que o eletrodo (feito de \_\_\_\_\_ platina \_\_\_\_\_) retém sobre si moléculas de \_\_\_\_\_ gás hidrogênio \_\_\_\_\_ e fica imerso em uma solução contendo íons \_\_\_\_\_ H<sup>+</sup> \_\_\_\_\_

Como padrão de medida, exige condições-padrão:

— pressão: \_\_\_\_\_ 100 kPa \_\_\_\_\_

— concentração da solução: \_\_\_\_\_ 1,0 mol/L \_\_\_\_\_

— temperatura: \_\_\_\_\_ geralmente 25 °C \_\_\_\_\_

Seu potencial elétrico, por convenção, é sempre considerado igual a \_\_\_\_\_ zero volt \_\_\_\_\_, quer atue como \_\_\_\_\_ cátodo \_\_\_\_\_ ou como \_\_\_\_\_ ânodo \_\_\_\_\_

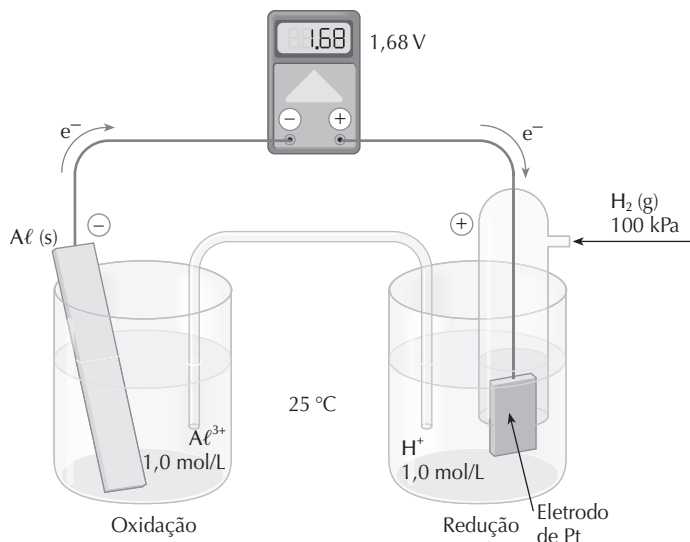
Eletrodo-padrão de hidrogênio	Semirreação
Atuando como cátodo	_____ 2 H <sup>+</sup> (aq) + 2 e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> (g) _____
Atuando como ânodo	_____ H <sub>2</sub> (g) → 2 H <sup>+</sup> (aq) + 2 e <sup>-</sup> _____

**2****Potencial-padrão de uma semicela**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

167 e 168

» Interprete o valor indicado pelo voltímetro na pilha esquematizada abaixo completando as lacunas no texto a seguir.



De acordo com os dados do esquema, a leitura do voltímetro representa a diferença de potencial elétrico entre duas semicelas — uma de alumínio e a outra de hidrogênio, ambas nas condições-padrão. A semicela de alumínio funciona como polo negativo (ou ânodo) e, portanto, apresenta menor potencial elétrico do que a semicela de hidrogênio, que funciona como polo positivo (ou cátodo). Assim, considerando que o potencial elétrico do eletrodo-padrão de hidrogênio é definido como zero, conclui-se que o potencial-padrão da semicela de alumínio é igual a -1,68 V.

Algebricamente, esse raciocínio pode ser expresso da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \Delta E^{\circ} &= E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} \\ 1,68 \text{ V} &= \text{zero} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} \\ E^{\circ}_{\text{ânodo}} &= \underline{-1,68 \text{ V}} \end{aligned}$$

**3****Potenciais-padrão de redução**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

168 e 169

» Dê sentido ao texto a seguir, referente ao potencial-padrão de redução de uma semicela, completando as lacunas.

Quanto maior é o potencial-padrão de uma semicela ( $E^{\circ}$ ), maior é a tendência de ela receber elétrons, isto é, maior é a tendência de que nela ocorra redução. Por isso, essa grandeza também é conhecida como potencial-padrão de redução e simbolizada por  $E^{\circ}_{\text{red}}$ .

Termos e conceitos

» Defina o termo ou conceito a seguir.

força eletromotriz (fem) de uma pilha

Diferença de potencial elétrico medida entre seus terminais, quando ela não está sendo usada para gerar corrente.

Guia de estudo

1

Previsão da força eletromotriz de uma pilha

Encontrei essas informações na(s) página(s)

170

» Utilize os dados da tabela e determine qual das duas pilhas representadas a seguir (Ag / Li ou Sn / Li) teria a maior força eletromotriz. Justifique sua escolha.

Potencial-padrão de algumas semicelas	
Equação de semirreação	E° [V]
1) $\text{Li}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li} (\text{s})$	-3,05
2) $\text{Sn}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn} (\text{s})$	-0,14
3) $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} (\text{s})$	+0,80

Opções: ( x ) pilha Ag / Li ( ) pilha Sn / Li

Justificativa: A diferença entre os potenciais-padrão de duas semicelas é a força eletromotriz que uma pilha construída com essas semicelas apresentaria. Portanto, a pilha construída com as semicelas de prata e lítio teria maior fem.

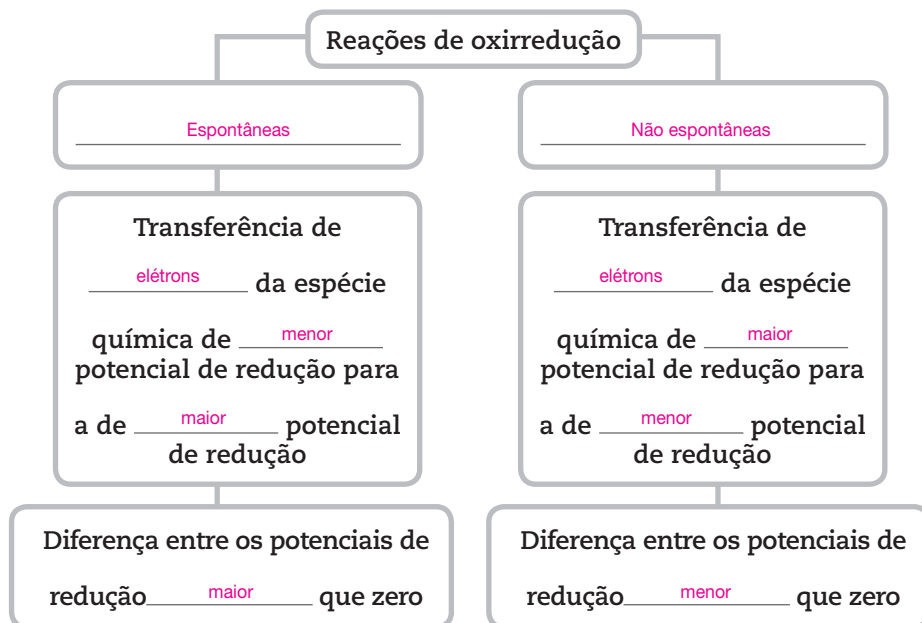
2

Espontaneidade de uma reação de oxirredução

Encontrei essas informações na(s) página(s)

175 e 176

» Caracterize as reações de oxirredução quanto à sua espontaneidade completando o diagrama a seguir.



**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

corrosão metálica

Corrosão metálica: oxidação não desejada de um metal.

ferrugem

Ferrugem: produto da oxirredução que ocorre quando o ferro é exposto ao ar úmido (presença de oxigênio e água).

azinhavre

Azinhavre: carbonato básico de cobre.

ferro galvanizado

Ferro galvanizado: ferro revestido de zinco metálico para evitar corrosão.

proteção catódica

Proteção catódica: proteção de um metal contra a corrosão, tornando-o cátodo em uma cela galvânica.

ânodo de sacrifício

Ânodo de sacrifício: metal que é oxidado enquanto protege o cátodo contra a corrosão em uma cela galvânica.

**Guia de estudo****1****Corrosão metálica**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

178 a 181

» Caracterize corrosão metálica preenchendo as lacunas abaixo.

Muitos metais, em contato com o ar úmido, sofrem

oxidação.

A corrosão do ferro, por exemplo,

produz a ferrugem;

a corrosão do cobre origina azinhavre, e a da prata, o sulfeto de prata ( $Ag_2S$ ).

Diversos fatores podem acelerar a corrosão, tais como a acidez

ou a basicidade da água que entra em contato com o metal,

a presença de sais nessa água, a presença de

metais mais difíceis de oxidar do que o metal

de interesse e, no caso dos talheres de prata,

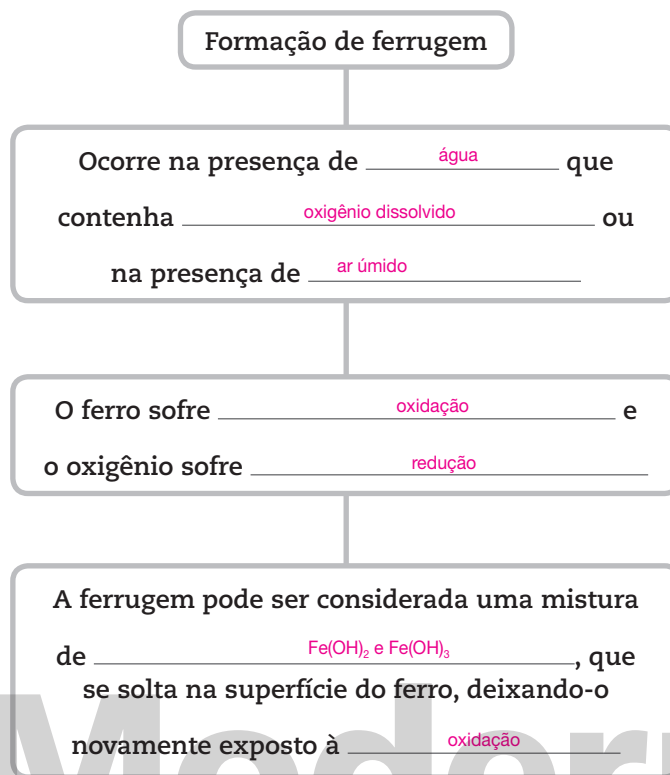
a presença de compostos sulfurados nos alimentos.



Encontrei essas informações na(s) página(s)

179 e 180

» Descreva o processo de formação da ferrugem, completando o diagrama abaixo.



2

## Proteção do metal




Encontrei essas informações na(s) página(s)

181 a 183

» Marque com um X, na tabela abaixo, os termos que melhor completam as frases sobre proteção metálica.

A proteção eletroquímica de um metal contra a corrosão é chamada de	<input type="checkbox"/> proteção anódica <input checked="" type="checkbox"/> proteção catódica
O ânodo mais adequado para a proteção do ferro é o	<input type="checkbox"/> de cobre <input checked="" type="checkbox"/> de zinco
A galvanização é muito utilizada para	<input type="checkbox"/> proteção da prata <input checked="" type="checkbox"/> proteção do ferro
Qualquer ânodo de sacrifício sofre	<input checked="" type="checkbox"/> oxidação <input type="checkbox"/> redução

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
A semicela adotada como referencial em Eletroquímica			
Potencial-padrão de uma semicela			
Potenciais-padrão de redução			
Previsão da força eletromotriz de uma pilha			
Espontaneidade de uma reação de oxirredução			
Corrosão metálica			
Proteção do metal			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique na imagem o processo de **corrosão metálica** que dá origem à **ferrugem**, caracterizando esse processo como uma **reação de oxirredução espontânea**.

---



---



---



---

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre potencial-padrão de semicela e suas aplicações.

O potencial-padrão de semicela é uma grandeza que expressa a tendência de ocorrer redução nessa semicela.

Os valores tabelados de potencial-padrão de semicela possibilitam fazer previsões importantes sobre processos eletroquímicos, como calcular a força eletromotriz de pilhas, comparar a força de oxidantes e redutores e prever se reações de oxirredução ocorrem espontaneamente.

A corrosão, que é um processo espontâneo, pode ser evitada utilizando-se técnicas baseadas em princípios eletroquímicos,

como a galvanização e o uso de ânodos de sacrifício.

Unidade D  
Capítulo  
**16**




# Pilhas e baterias comerciais

Seções:

- 16.1 Pilha seca comum (pilha de Leclanché)
- 16.2 Pilha alcalina
- 16.3 Pilha de mercúrio
- 16.4 Bateria de automóvel ou acumulador de Planté
- 16.5 Bateria de níquel-cádmio (nicad)
- 16.6 Bateria de níquel-hidreto metálico
- 16.7 Pilha de lítio ou pilha de lítio-iodo (marca-passo cardíaco)
- 16.8 Células de combustível

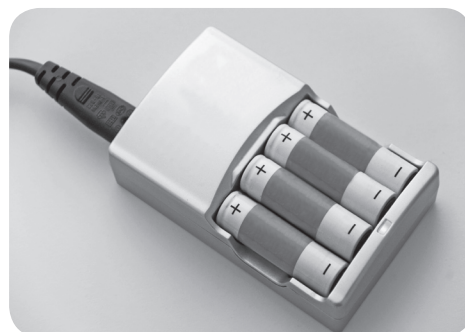
## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Pilha seca comum			
Pilha alcalina			
Pilha de mercúrio			
Bateria de automóvel			
Bateria de níquel-cádmio			
Bateria de níquel-hidreto metálico			
Pilha de lítio-iodo			
Células de combustível			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- reação de oxirredução
- bateria nicad
- bateria NiMH
- pilha seca
- pilha alcalina
- célula combustível



ROB WALLS/ALAMY/OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



**Termos e conceitos**

» Defina o termo ou conceito a seguir.

autodescarga

Processo em que o eletrólito corrói lentamente o recipiente até perfurá-lo, causando vazamento da pasta eletrolítica.

**Guia de estudo**

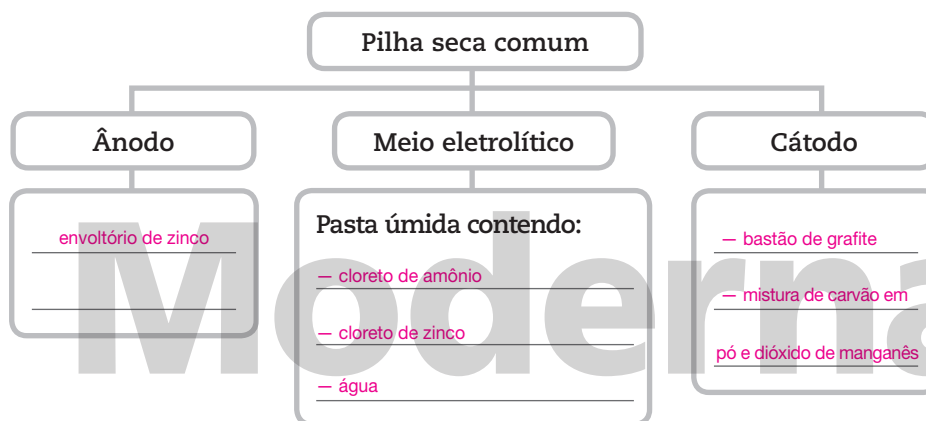
**1**

**Pilha seca comum**

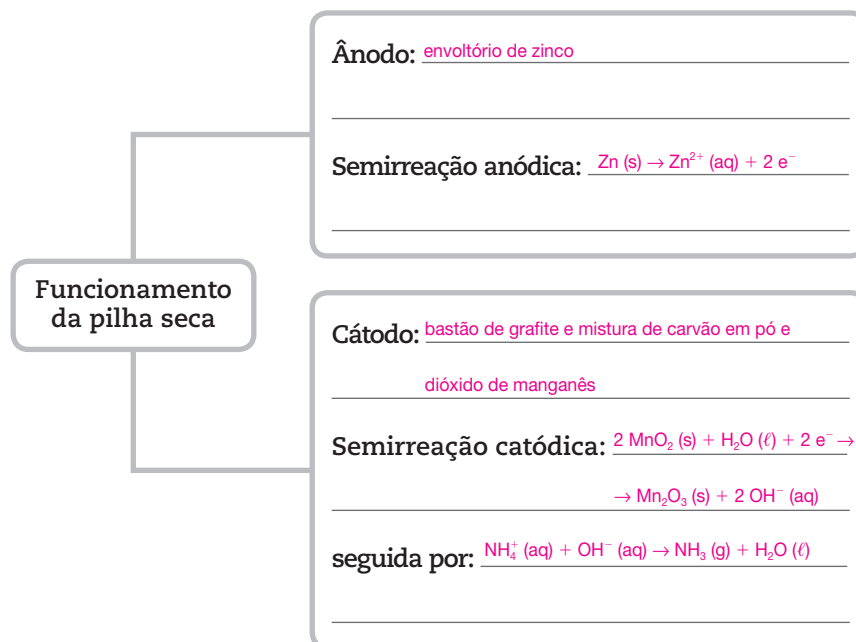
Encontrei essas informações na(s) página(s)

186

» Descreva uma pilha seca comum completando o diagrama a seguir.



» Caracterize o cátodo e o ânodo da pilha seca e descreva o seu funcionamento por meio das reações catódica e anódica completando o diagrama abaixo.



2

## Pilha alcalina

Encontrei essas informações na(s) página(s)

187

» Compare a pilha seca comum à pilha alcalina completando o diagrama a seguir.

Pilha alcalina

Principal diferença em relação à pilha comum: a pasta entre os eletrodos contém

hidróxido de potássio (KOH)

Vantagens em relação à pilha comum:

— sua **voltagem** não cai rapidamente com o uso;

— seu **desempenho** é muito superior;

— apresenta **vida média** cinco a oito vezes maior;

— pode ser armazenada por mais tempo sem sofrer

**autodescarga**.

### Faça a conexão

» **Pesquise** sobre os prováveis danos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas — secas ou alcalinas.

As pilhas secas contêm metais pesados, principalmente o zinco e o manganês, que podem contaminar o solo e a água, atingindo assim os seres vivos. Algumas pilhas alcalinas contêm mercúrio, que é altamente prejudicial ao meio ambiente e aos seres vivos, provocando, nos seres humanos, diversos distúrbios de caráter neurológico. Qualquer pilha usada deve ser entregue em postos de coleta específicos, que as encaminham para o descarte adequado ou para a reciclagem.

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

pilha de mercúrio

Pilha de mercúrio: tipo de pilha na qual o ânodo é constituído de amálgama de zinco (zinco dissolvido em mercúrio), o cátodo contém óxido de mercúrio (II) e o eletrólito é o hidróxido de potássio.

bateria de automóvel

Bateria de automóvel: associação de seis pilhas ligadas em série, cada uma fornecendo aproximadamente 2 V.

descarga da bateria de automóvel

Descarga da bateria de automóvel: ocorre à medida que a bateria produz corrente elétrica; forma-se  $PbSO_4$  sólido a partir de  $Pb$  e  $PbO_2$ ; também há consumo de  $H_2SO_4$  e formação de  $H_2O$ , diluindo o eletrólito (solução de ácido sulfúrico).

recarga da bateria de automóvel

Recarga da bateria de automóvel: processo forçado no qual a reação de descarga ocorre no sentido inverso.

bateria selada

Bateria selada: aquela que não requer reposição de água.

**Guia de estudo**

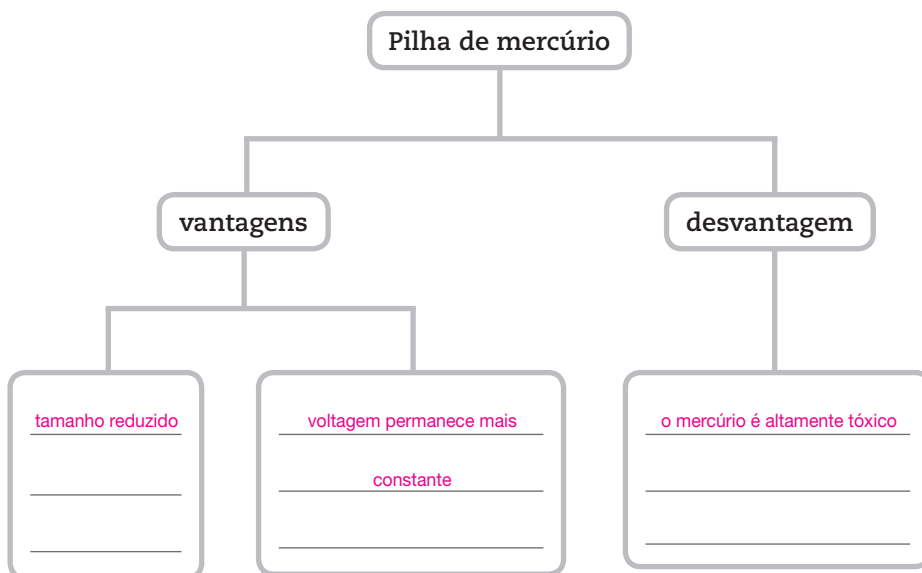
**1**

**Pilha de mercúrio**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

188

» Cite as vantagens e a desvantagem do uso da pilha de mercúrio em relação ao uso das pilhas seca e alcalina no diagrama abaixo.



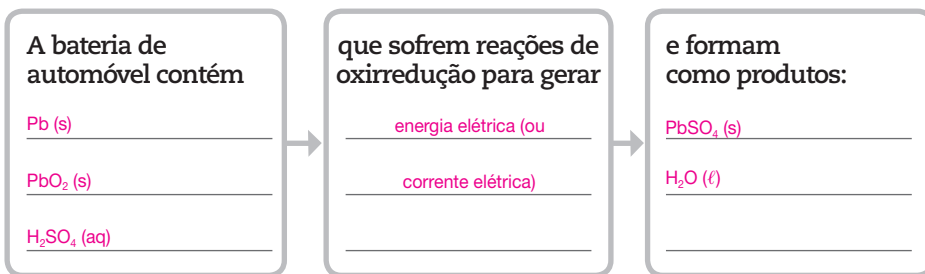
2

## Bateria de automóvel

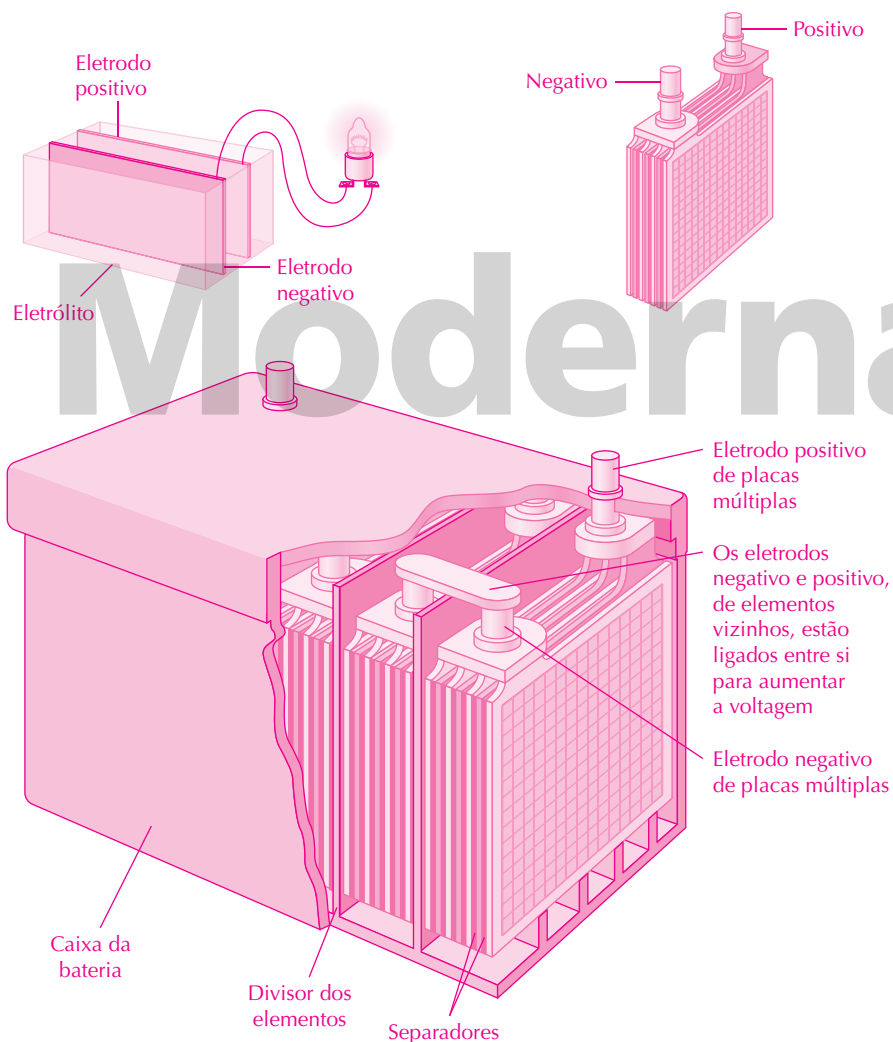
Encontrei essas informações na(s) página(s)

189 e 190

» **Caracterize** uma bateria de automóvel e **explique** seu funcionamento completando o diagrama a seguir.



» **Pesquise** a estrutura e os componentes de uma bateria de automóvel e **desenhe-os** no espaço abaixo.



**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

bateria de nicad

Bateria de nicad: é um tipo de bateria recarregável em que o ânodo é formado por cádmio metálico e o cátodo é constituído por um composto de níquel.

bateria de níquel-hidreto metálico

Bateria de níquel-hidreto metálico: é um tipo de bateria em que o cátodo é formado por um composto de níquel e o ânodo é uma liga metálica capaz de adsorver átomos de hidrogênio.

**Guia de estudo**

**1**

**Bateria de nicad**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

191

» Descreva a bateria de nicad assinalando um X nos itens que correspondem às suas características.

- pode ser recarregada até 4 mil vezes
- tem tamanho reduzido
- demora mais tempo para descarregar (quando não está em uso)
- não envolve risco ambiental
- mantém sua força eletromotriz constante

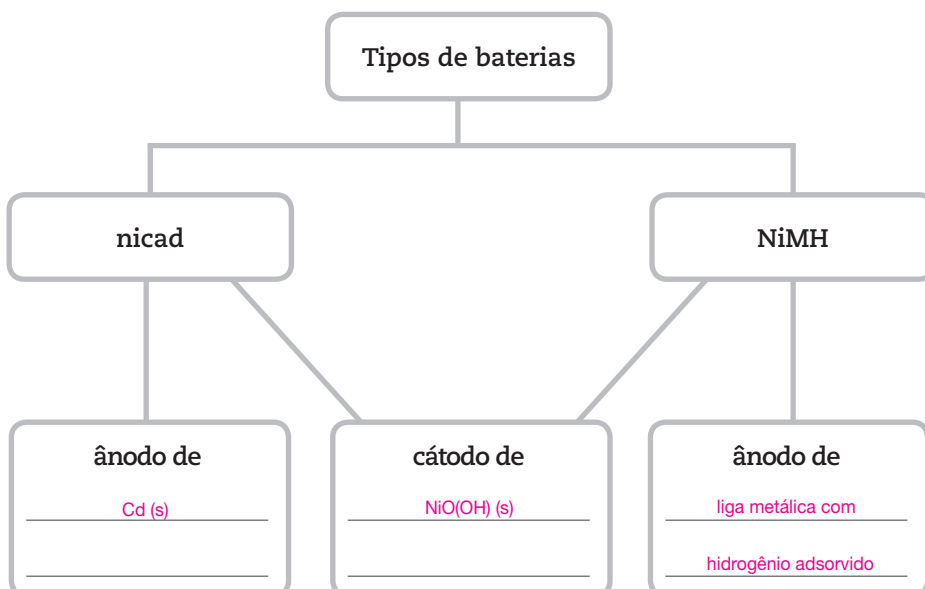
**2**

**Bateria de NiMH**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

191 e 192

» Compare as baterias de nicad e de NiMH completando o diagrama a seguir.





## PILHA DE LÍTIO OU PILHA DE LÍTIO-ÍODO (MARCA-PASSO CARDÍACO)

## CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

### Termos e conceitos

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

pilha de lítio-iodo

Pilha de lítio-iodo: é um tipo de pilha utilizado em marca-passo cardíaco, no qual o ânodo é formado por lítio e o cátodo, por iodo.

pilha de combustível

Pilha de combustível: pilha na qual a reação global corresponde a uma combustão; no ânodo ocorre oxidação de um combustível e, no cátodo, redução de um oxidante (O<sub>2</sub>).

### Guia de estudo

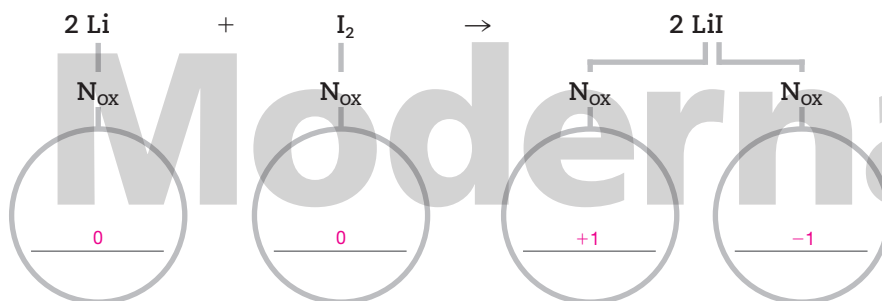
1

#### Pilha de lítio-iodo

Encontrei essas informações na(s) página(s)

192

» Caracterize a reação global da pilha de lítio-iodo como uma oxirredução completando o esquema.



O lítio sofre oxidação no ânodo.

O iodo sofre redução no cátodo.

2

#### Células de combustível

Encontrei essas informações na(s) página(s)

193

» Analise as afirmações abaixo e assinale V para as verdadeiras e F para as falsas. Depois, reescreva as falsas, corrigindo o que for necessário.




- ( F ) Os reagentes das células de combustível não são continuamente repostos.
- ( F ) A quantidade de corrente produzida varia no decorrer do uso.
- ( V ) As células de combustível superam a limitação do tamanho pequeno, pois os reagentes dos eletrodos são continuamente repostos a partir de um reservatório externo.

Reescrevendo as falsas:

Os reagentes das células de combustível são continuamente repostos a partir de um reservatório externo.

A quantidade de corrente é constante, devido à contínua reposição dos reagentes.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Pilha seca comum			
Pilha alcalina			
Pilha de mercúrio			
Bateria de automóvel			
Bateria de níquel-cádmio			
Bateria de níquel-hidreto metálico			
Pilha de lítio-iodo			
Células de combustível			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça as pilhas recarregáveis da foto e saiba designá-las como

baterias níquel-hidreto metálico, NiHM, e tenha noção do processo de oxirredução que nelas ocorre.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre pilhas e baterias comerciais.

- O funcionamento das celas galvânicas e baterias comerciais.
- Comparação entre as células galvânicas e as células de combustível e suas possíveis aplicações.
- Possíveis problemas ambientais gerados pelo descarte inadequado das pilhas e baterias que contêm metais pesados (pilhas de mercúrio, baterias de nicad e acumuladores de Planté).




# Celas eletrolíticas

Seções:

- 17.1 Conceito de eletrólise
- 17.2 Eletrólise ígnea
- 17.3 Nomenclatura dos eletrodos em uma cela eletrolítica
- 17.4 Pilha e eletrólise envolvem fenômenos inversos
- 17.5 Eletrólise aquosa

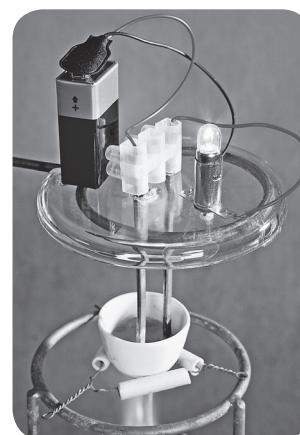
## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Cela galvânica e cela eletrolítica			
O conceito de eletrólise			
Eletrólise do NaCl fundido			
Nomenclatura dos eletrodos			
Diferenças entre pilha e eletrólise			
Autoionização da água			
Eletrólise aquosa			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- eletrólise ígnea
- eletrólise aquosa
- cela galvânica
- cátodo
- ânodo
- cela eletrolítica



Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina o termo ou conceito a seguir.

eletrólito

Substância que conduz corrente elétrica em solução aquosa.

**Guia de estudo**

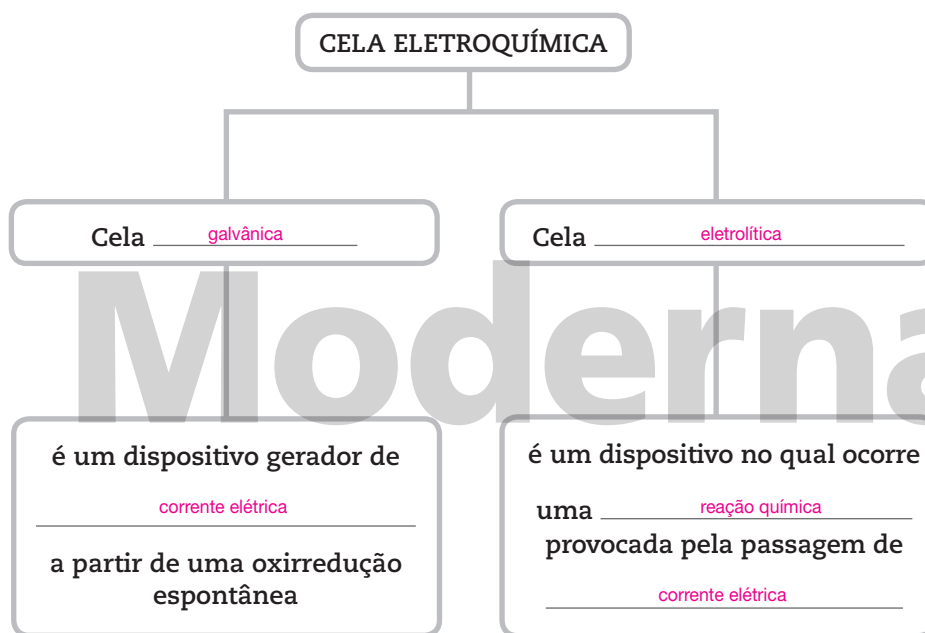
**1**

**Cela galvânica e cela eletrolítica**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

199

» Compare os dois tipos de células eletroquímicas completando o diagrama abaixo.



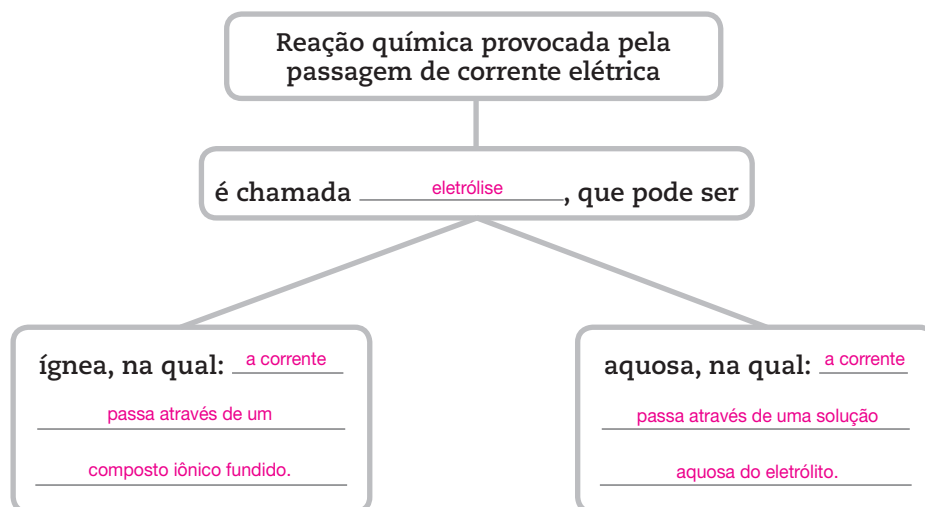
**2**

**O conceito de eletrólise**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

199

» Explique os tipos de eletrólise completando o diagrama abaixo.



*Guia de estudo*

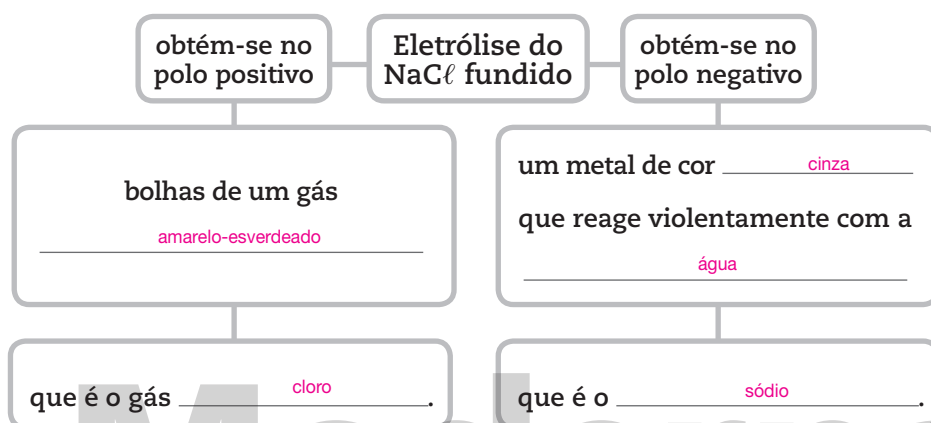
**1**

**Eletrólise do NaCl fundido**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

200

» Descreva as ocorrências observadas na eletrólise do NaCl fundido completando o diagrama.



**2**

**Nomenclatura dos eletrodos**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

201

» Caracterize as reações sofridas pelos cátions e ânions em uma cela eletrolítica completando os quadros.



**3**

**Diferenças entre pilha e eletrólise**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

202

» Escreva duas diferenças entre uma pilha e uma eletrólise.

**Pilha:** dispositivo no qual ocorre um processo espontâneo de transferência de elétrons, que tem  $\Delta E^\circ > 0$ . Esse processo produz corrente elétrica.

**Eletrólise:** é um processo não espontâneo de transferência de elétrons, que tem  $\Delta E^\circ < 0$ . Esse processo é forçado por uma corrente elétrica.

## Termos e conceitos

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

eletrodo inerte

Eletrodo inerte: é o eletrodo que não toma parte na reação. Os mais usados são a grafite e a platina.

eletrodo ativo

Eletrodo ativo: é o eletrodo que participa da reação.

## Guia de estudo

1

## Autoionização da água

Encontrei essas informações na(s) página(s)

204

» Descreva o processo de eletrólise de uma solução aquosa de sulfato de sódio completando as frases abaixo.

Na eletrólise de uma solução aquosa de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , observa-se a formação de  $\text{H}_2$ , no cátodo, e de  $\text{O}_2$ , no ânodo.

Experiências desse tipo levaram os químicos a concluir que, em solução aquosa, existem íons  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$ , formados na autoionização da água.

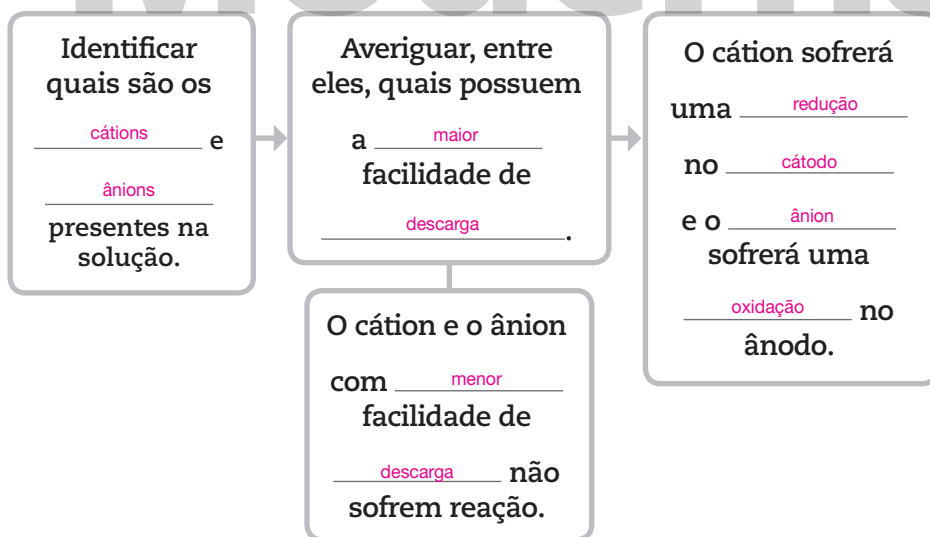
2

## Eletrólise aquosa

Encontrei essas informações na(s) página(s)

204 a 206

» Relacione os procedimentos para equacionar as semirreações que ocorrem em uma eletrólise aquosa completando o diagrama abaixo.






## Faça a conexão

» Explique por que não é possível obter o alumínio por meio de uma eletrólise aquosa, mas sim pela eletrólise ígnea do óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Porque o íon  $\text{H}^+$  tem maior facilidade de descarga que o íon  $\text{Al}^{3+}$ , que não sofreria redução em meio aquoso. Na eletrólise ígnea, o  $\text{Al}^{3+}$  sofre redução por ser o único cátion presente.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Cela galvânica e cela eletrolítica			
O conceito de eletrólise			
Eletrólise do NaCl fundido			
Nomenclatura dos eletrodos			
Diferenças entre pilha e eletrólise			
Autoionização da água			
Eletrólise aquosa			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça que o dispositivo mostrado é a mesma **cela eletrolítica** do livro-texto para a **eletrólise ígnea** do

NaCl. No decorrer do capítulo, ele deve ter aprendido que os eletrodos mostrados são o **cátodo**, onde ocorre uma redução, e o **ânodo**, onde ocorre uma oxidação.

### Sintetize

» Cite quais são os produtos do processo de eletrólise do cloreto de sódio e explique o procedimento que deve ser adotado — eletrólise ígnea ou eletrólise aquosa — para a obtenção de cada um deles.

Por meio da eletrólise ígnea do cloreto de sódio, são obtidos o sódio metálico e o cloro gasoso.

Se o objetivo for obter o hidrogênio gasoso ou o hidróxido de sódio aquoso, deve ser feita a eletrólise aquosa, pois o hidrogênio, tendo maior facilidade de descarga que o sódio, sofrerá redução, enquanto o íon sódio permanecerá em solução.

Na eletrólise aquosa, assim como na ígnea, forma-se gás cloro no ânodo.

# Aplicações da eletrólise e noções de metalurgia




Seções:

18.1 Aplicações da eletrólise

18.2 Noções de metalurgia

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Galvanoplastia			
Refino eletrolítico do cobre			
Potencial de redução e obtenção de metais			
Metais nobres			
Ustulação			
Obtenção do ferro metálico			
Ligas de ferro e carbono			
Obtenção de metais alcalinos, alcalino-terrosos e alumínio			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- eletrólise ígnea
- eletrólise aquosa
- cela eletrolítica
- crômio
- anodização
- galvanoplastia



OLEKSIY MAKSYMENKO/ALAMY/OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---





**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

mineral

Mineral: substância formada ao longo de milhares de anos pela natureza não viva.

minério

Minério: é um mineral a partir do qual é economicamente viável a extração de um elemento químico de interesse.

aluminotermia

Aluminotermia: consiste na redução do metal (na forma de óxido) utilizando alumínio metálico como redutor.

**Guia de estudo**

**1**

**Potencial de redução e obtenção de metais**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

216 e 217

» Explique, completando as lacunas do texto abaixo, por que, para se obter um metal, é necessário submetê-lo a um processo de redução.

Os metais, de modo geral, apresentam forte tendência para sofrer oxidação (perder elétrons), e por isso frequentemente são encontrados, em seus minérios, na forma de cátions.

Assim, para obter os metais, é necessário que eles sofram uma redução. Essa redução é uma das etapas da metalurgia.

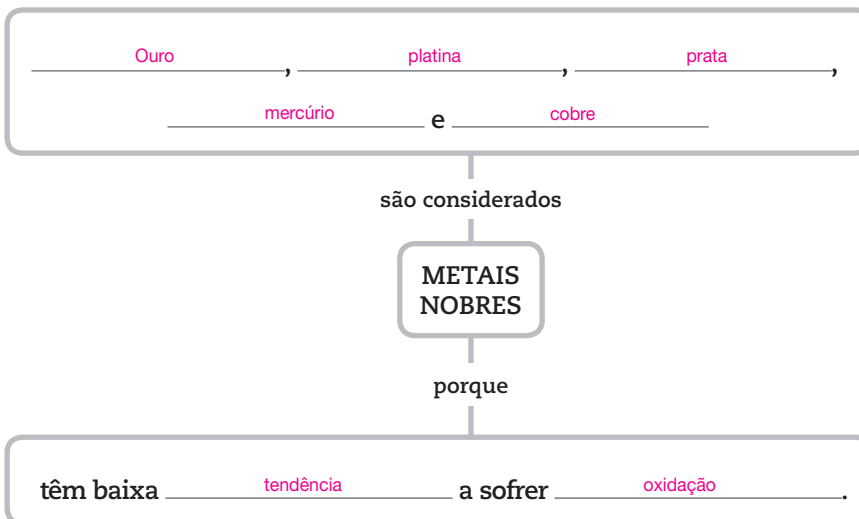
**2**

**Metais nobres**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

217

» Enumere os metais nobres e justifique por que eles recebem essa denominação completando o diagrama abaixo.

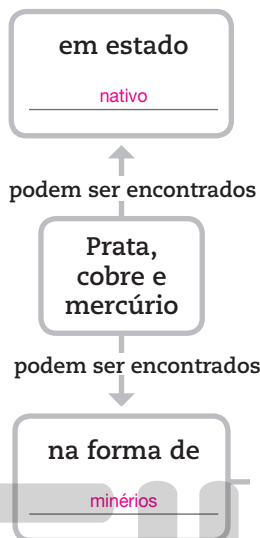


3

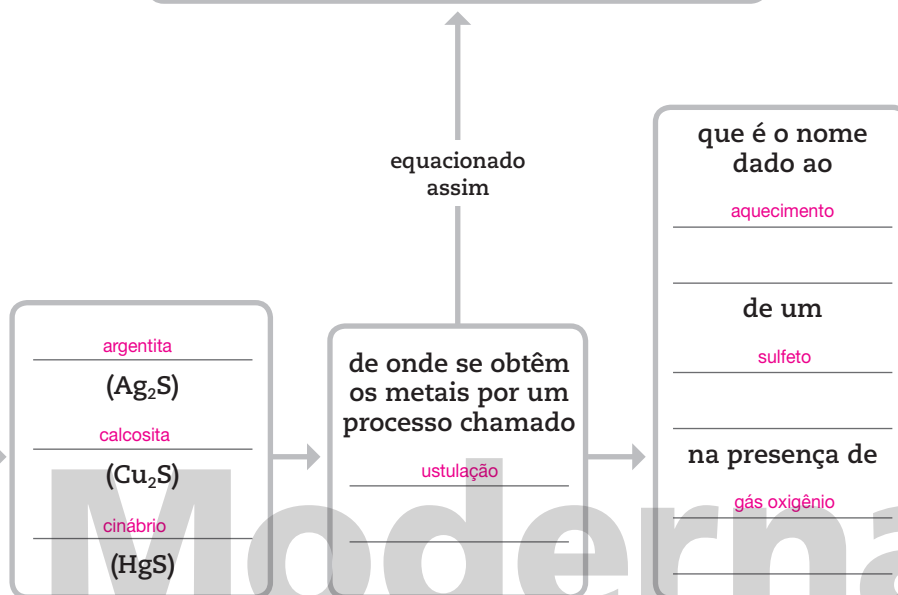
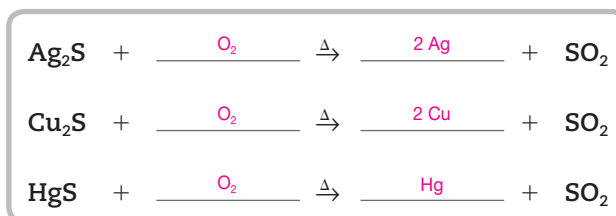
### Ustulação

Encontrei estas informações na(s) página(s)

217



» Caracterize o processo de obtenção da prata, do cobre e do mercúrio completando o diagrama abaixo.



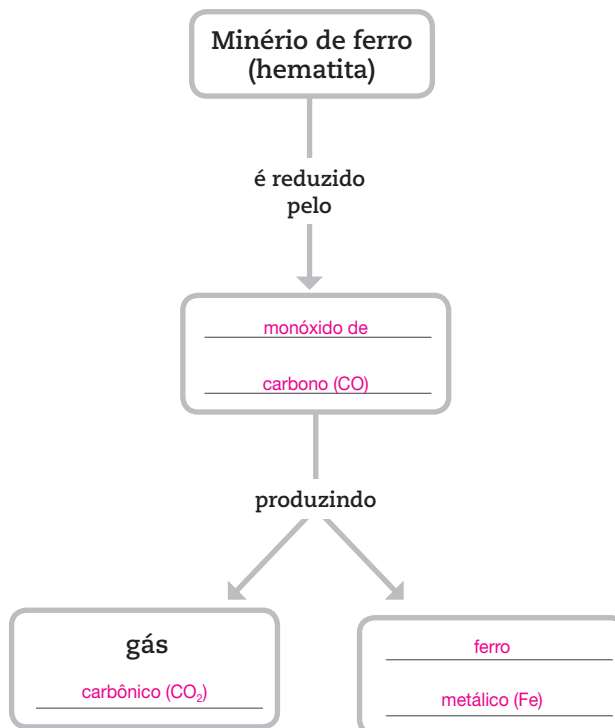
4

### Obtenção do ferro metálico

Encontrei estas informações na(s) página(s)

217 e 218

» Resuma o processo de obtenção do ferro a partir da hematita completando o diagrama a seguir.

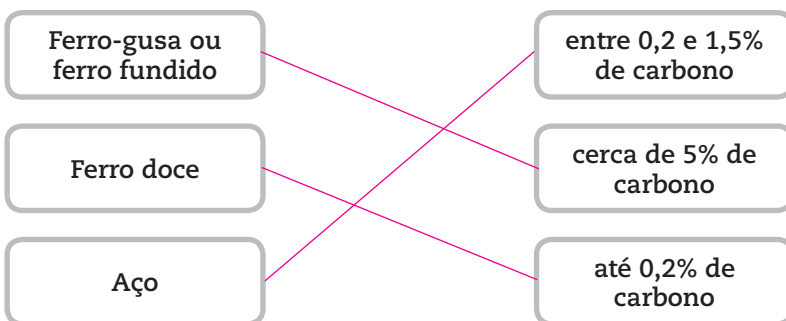


**5****Ligas de ferro e carbono**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

218

» **Associe** o nome de cada liga metálica listada a seguir com a porcentagem de carbono correspondente.

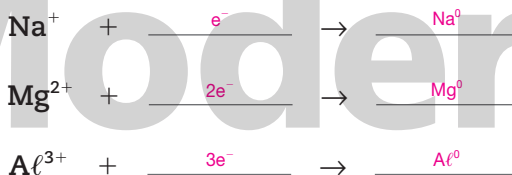
**6****Obtenção de metais alcalinos, alcalino-terrosos e alumínio**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

219

» **Explique** como são obtidos os metais alcalinos, alcalino-terrosos e alumínio preenchendo as lacunas.




A obtenção de sódio, magnésio e alumínio deve ser feita por meio de eletrólise \_\_\_\_\_ *ígnea* \_\_\_\_\_, pois, em uma eletrólise \_\_\_\_\_ *aquosa* \_\_\_\_\_, ocorre no cátodo a descarga dos íons \_\_\_\_\_ *H<sup>+</sup>* \_\_\_\_\_. As semirreações catódicas de obtenção desses metais são assim equacionadas:

**Faça a conexão**

» **Explique** por que é vantajoso reciclar os metais em vez de produzi-los a partir de seus minérios.

Os processos de produção de metais consomem grande quantidade de energia, usada para fazer reações de redução, as quais transformam os minérios em metais. Na reciclagem, o gasto de energia é bem menor, porque os metais precisam apenas ser derretidos e separados de impurezas para serem usados novamente.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Galvanoplastia			
Refino eletrolítico do cobre			
Potencial de redução e obtenção de metais			
Metais nobres			
Ustulação			
Obtenção do ferro metálico			
Ligas de ferro e carbono			
Obtenção de metais alcalinos, alcalino-terrosos e alumínio			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique que as peças são cromadas e que esse revestimento é obtido por meio de um processo

eletrolítico chamado **galvanoplastia**. Espera-se também que o aluno saiba que, nesse processo, a **cela eletrolítica** contém uma **solução aquosa**

com ion **crômio**, que sofre redução, formando uma camada metálica sobre a peça.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu a respeito das aplicações da eletrólise e da obtenção de metais por meio de processos metalúrgicos.

A eletrólise é utilizada na galvanoplastia, que consiste em revestir uma superfície metálica com uma fina camada

de outro metal, e na anodização, que é a formação, sobre uma superfície metálica, de uma camada aderente

e protetora de óxido do próprio metal a ser protegido. Outro exemplo de aplicação da eletrólise é o refino

eletrolítico do cobre, que transforma o cobre com 99% de pureza em cobre com 99,96% de pureza.

Os processos metalúrgicos são usados para obter metais a partir de seus minérios. Quando estão na forma de sulfetos,

o processo para obtenção do metal se chama ustulação, que consiste no aquecimento do sulfeto com oxigênio.

Um ramo da indústria metalúrgica de grande importância é a siderurgia, que visa obter ferro metálico a partir de

seus minérios. Os metais alcalinos, alcalino-terrosos e o alumínio são produzidos por eletrólise ígnea.

# Estequiometria das reações eletroquímicas




Seções:

19.1 Carga elétrica, corrente elétrica e a Constante de Faraday

19.2 A Lei de Faraday

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Corrente elétrica			
Constante de Faraday			
Lei de Faraday			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- corrente elétrica
- eletrólise aquosa
- carga elétrica
- oxidação
- redução



BANCO CENTRAL DO BRASIL

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Termos e conceitos**

Lei de Faraday

» Enuncie a Lei de Faraday.

A massa de substância produzida em um eletrodo é proporcional à carga elétrica que circula na cela eletrolítica e à massa molar dessa substância.

**Guia de estudo**

**1**

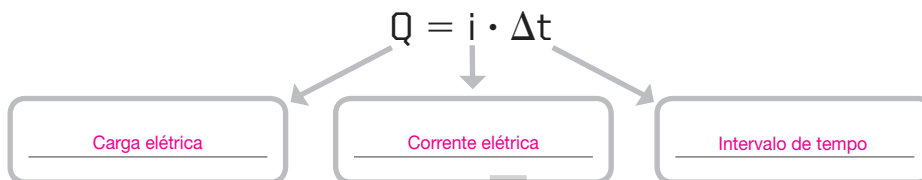
**Corrente elétrica**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

222

» Identifique quais são as grandezas representadas pelas variáveis da fórmula e **descreva** como uma carga elétrica pode ser calculada completando a frase.

$$Q = i \cdot \Delta t$$



A carga elétrica, em coulombs, que passa por um circuito pode ser calculada multiplicando-se a corrente elétrica, em ampères, pelo intervalo de tempo, em segundos.

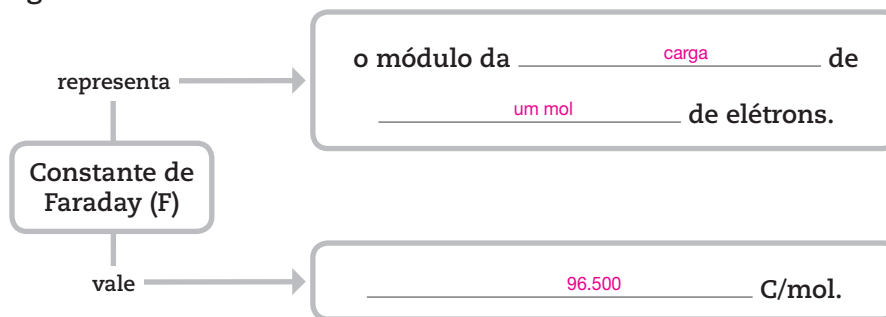
**2**

**Constante de Faraday**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

223

» Caracterize a Constante de Faraday completando o diagrama a seguir.



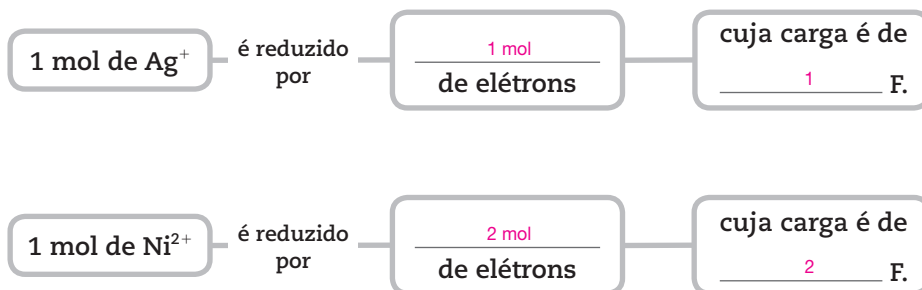
**3**

**Lei de Faraday**




Encontrei essas informações na(s) página(s)

223

» Caracterize a Lei de Faraday completando o diagrama a seguir.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Corrente elétrica			
Constante de Faraday			
Lei de Faraday			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça que, nos processos eletrolíticos, há passagem de corrente elétrica para que as reações aconteçam.

Espera-se, ainda, que ele perceba que, na deposição dos metais por meio da eletrólise aquosa de um sal — como ocorre no disco externo da moeda de um real, no qual é feita uma deposição eletrolítica de bronze sobre o aço inox da moeda — a massa de metal depositada com a redução é proporcional à carga elétrica que circula na cela eletrolítica.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre a estequiometria das reações eletroquímicas.

A massa das substâncias formadas em uma eletrólise relaciona-se por meio de uma proporção estequiométrica com a carga elétrica que atravessa o circuito. Durante a eletrólise, normalmente se mede a corrente elétrica no circuito e, para obter a carga total, basta multiplicar essa corrente pelo tempo de funcionamento da cela.

---



---



---



---



---



---



---



---



# Entalpia e variação de entalpia




Seções:

20.1 Calor e unidades para expressá-lo

20.2 Entalpia e variação de entalpia

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
O conceito de calor			
Processos que envolvem absorção ou liberação de calor			
Entalpia e variação de entalpia			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- troca de calor
- mudança de fase
- fósforo vermelho
- processo térmico
- liberação de calor
- absorção de calor



AMANA IMAGES INC./ALAMY/OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

caloria (cal) e quilocaloria (kcal)  
calorímetro

joule (J) e quilojoule (kJ)

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Caloria: quantidade de calor necessária para elevar em 1 °C a temperatura de 1 g de água.

Quilocaloria: quantidade de calor equivalente a 1.000 cal.

Calorímetro: aparelho em que é possível realizar uma mudança de fase ou uma reação química e medir a quantidade de calor liberada ou absorvida (a troca de calor entre o calorímetro e o ambiente externo é praticamente nula).

Joule: unidade de energia que é definida como o trabalho exercido por uma força de 1 N ao longo de uma distância de 1 m. Está relacionada à caloria assim: 1 cal = 4,18 J.

Quilojoule: unidade de energia equivalente a 1.000 J.

**Guia de estudo**

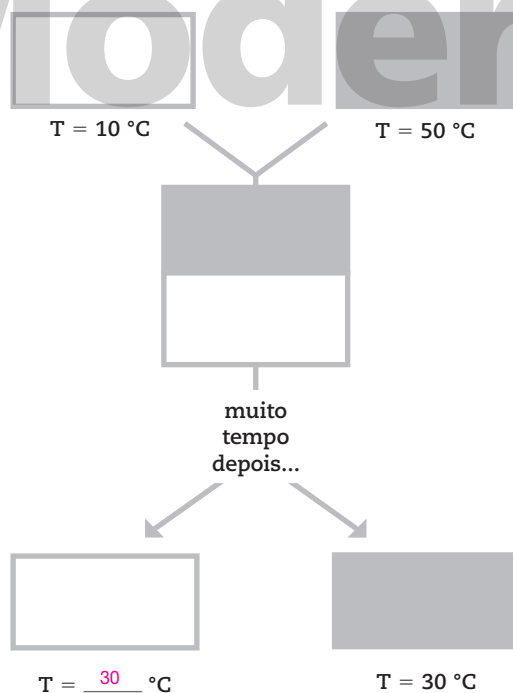
**1**

**O conceito de calor**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

236

» Analise o sistema representado abaixo e indique a temperatura dos corpos (de mesma massa e mesmo material) após terem mantido contato prolongado. Em seguida, explique o fenômeno ocorrido completando a frase.



Há uma transferência de calor do corpo mais quente para o corpo mais frio.

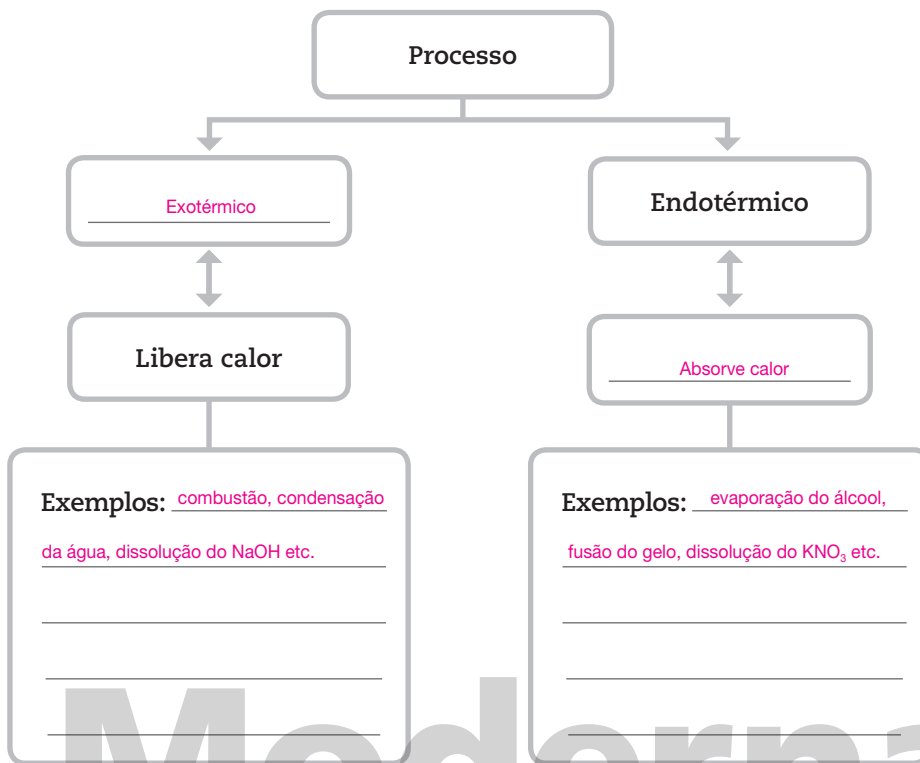
A partir do instante em que ambos passam a apresentar a mesma temperatura, para de ocorrer troca de calor entre eles.

**2**  
**Processos que envolvem absorção ou liberação de calor**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

236 e 237

» Compare e exemplifique os processos em que um sistema trocou calor com o ambiente completando o diagrama abaixo.



**Faça a conexão**

» Compare os processos de fotossíntese e de obtenção de energia por meio da utilização da glicose, em relação ao fluxo de calor em cada um.

A fotossíntese é um processo endotérmico. Para que as plantas consigam realizar esse processo, elas absorvem a energia proveniente da luz do

Sol. Essa energia é utilizada para formar a glicose, que posteriormente será usada pela planta. A obtenção de energia a partir da glicose (respiração

celular), portanto, é um processo exotérmico.



**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

entalpia (H)

Entalpia: grandeza que descreve a quantidade de energia de um sistema que pode ser transformada em calor em um processo a pressão constante.

variação de entalpia ( $\Delta H$ )

Varição de entalpia: quantidade de calor trocado por um sistema, a pressão constante.

diagrama de entalpia

Diagrama de entalpia: representação gráfica da variação de entalpia ( $\Delta H$ ) em mudanças de fase ou reações químicas.

equação termoquímica

Equação termoquímica: equação química na qual o  $\Delta H$  da reação também é informado.

variedades alotrópicas

Variedades alotrópicas: diferentes substâncias simples formadas por um mesmo elemento.


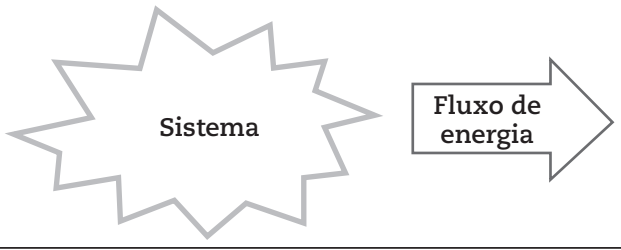
**Guia de estudo**

**Entalpia e variação de entalpia**

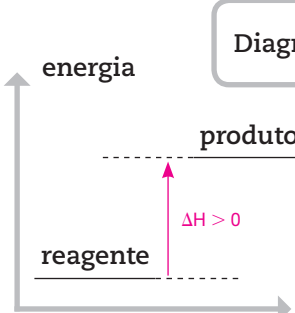
» Avalie os processos ilustrados a seguir e, em seguida, associe cada um deles ao diagrama de entalpia que o representa.

Encontrei essas informações na(s) página(s)

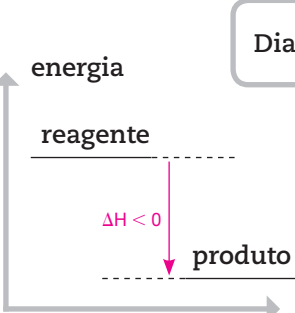
241 e 242

 <p>Sistema</p>	<p>Processo</p> <p>endotérmico</p> <p>Diagrama <u>  A  </u></p>
 <p>Sistema</p>	<p>Processo</p> <p>exotérmico</p> <p>Diagrama <u>  B  </u></p>




**Diagrama A**



**Diagrama B**



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
O conceito de calor			
Processos que envolvem absorção ou liberação de calor			
Entalpia e variação de entalpia			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno consiga associar a imagem à ocorrência de um **processo térmico**, pelo qual o copo apresenta gotículas de água em sua parte externa devido à condensação do vapor de água existente no ar. Essa **mudança de fase** acontece porque o vapor de água entra em contato com uma superfície mais fria que ele e, com isso, ocorre **troca de calor** entre o vapor e o copo, isto é, ocorre **liberação de calor** pelo vapor (que se condensa) e **absorção** desse calor pelo copo.

### Sintetize

» Identifique as principais ideias do capítulo que você acabou de estudar.

Quando dois corpos com temperaturas diferentes são postos em contato, observa-se que a temperatura do corpo mais quente diminui e a temperatura do corpo mais frio aumenta, até que elas se igualem. Esse estado final é chamado de equilíbrio térmico.

A diferença de temperatura entre dois corpos provoca uma transferência espontânea de energia do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Essa quantidade de energia que se transferiu é chamada de calor.

A entalpia é uma grandeza relacionada ao conteúdo de energia de cada substância participante da reação.

A variação de entalpia de um sistema é o calor liberado ou absorvido em uma transformação quando esta ocorre a pressão constante.

# Lei de Hess e entalpias-padrão de combustão e de formação

Seções:

21.1 A Lei de Hess




21.2 Estado-padrão e variação de entalpia-padrão

21.3 Entalpia-padrão de combustão

21.4 Entalpia-padrão de formação

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
A Lei de Hess			
Usando a Lei de Hess			
Entalpia-padrão de combustão			
Entalpia-padrão de formação			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- reação endotérmica
- energia
- combustão
- reação de formação
- reação exotérmica



Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

## Termos e conceitos

Lei de Hess

estado-padrão (termoquímico)

variação de entalpia-padrão ( $\Delta H^\circ$ )

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Lei de Hess: a variação de energia de uma reação é igual à soma das variações de entalpia das etapas em que essa reação pode ser desmembrada.

Estado-padrão: corresponde a uma substância, em sua forma pura, na pressão de 100 kPa e numa temperatura de interesse.

Variação de entalpia-padrão: variação de entalpia de uma reação em que reagentes e produtos estão no estado-padrão.

## Guia de estudo

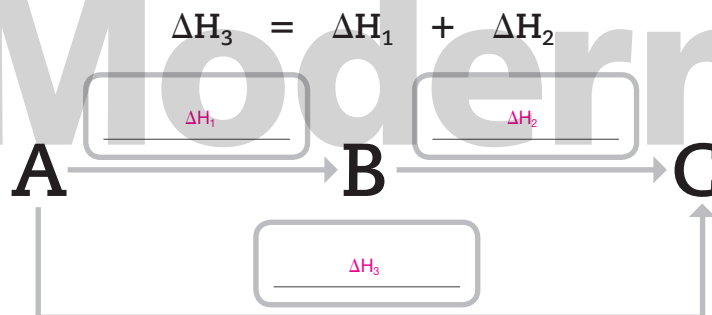
1

## A Lei de Hess

Encontrei essas informações na(s) página(s)

254

» Associe as variações de entalpia da equação a seguir ao processo representado abaixo.



2

## Usando a Lei de Hess

Encontrei essas informações na(s) página(s)

255

» Identifique, entre as operações descritas na tabela, as que são passíveis de ser realizadas por meio da Lei de Hess assinalando um X nos itens correspondentes.

Operações permitidas pela Lei de Hess	Certo	Errado
Somar equações como se fossem equações matemáticas, visando obter a equação desejada.	x	
Multiplicar apenas um dos componentes da equação para obter o coeficiente estequiométrico adequado.		x
Multiplicar ou dividir equações por um número diferente de zero, multiplicando ou dividindo também o valor do $\Delta H$ por esse mesmo número.	x	
Fazer a previsão do $\Delta H$ de uma reação sem realizá-la.	x	
Inverter equações e, com isso, inverter o sinal do $\Delta H$ da reação.	x	
Multiplicar cada um dos componentes de uma equação química por um número diferente.		x

## Termos e conceitos

entalpia-padrão de combustão ( $\Delta H_c^\circ$ )

entalpia-padrão de formação ( $\Delta H_f^\circ$ )

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Entalpia-padrão de combustão: é o  $\Delta H^\circ$  para a reação de combustão de uma substância quando os reagentes e produtos estão no estado-padrão.

Entalpia-padrão de formação: é o  $\Delta H^\circ$  para a reação de formação de uma substância quando os reagentes são, exclusivamente, substâncias simples que estejam no estado-padrão e em sua variedade alotrópica mais estável.

## Guia de estudo

1

## Entalpia-padrão de combustão

Encontrei essas informações na(s) página(s) 260.

» Escreva na forma de equação a sentença dada a seguir.

**Em palavras:** Quando um mol de metano gasoso sofre combustão, são liberados 890,8 kJ de energia, estando reagentes e produtos no estado-padrão.

**Em equação:**  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$   $\Delta H_c^\circ = -890,8 \text{ kJ/mol}$

2

## Entalpia-padrão de formação

Encontrei essas informações na(s) página(s) 263 e 264.

» Escreva na forma de equação a sentença dada a seguir.

**Em palavras:** Quando um mol de éter dietílico ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ) líquido é formado a partir do carbono grafite, do gás hidrogênio e do gás oxigênio, ocorre a liberação de 279,5 kJ.

**Em equação:**

$4 \text{C}(\text{graf.}) + 5 \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}(\ell)$   $\Delta H_f^\circ = -279,5 \text{ kJ/mol}$

## Faça a conexão




» **Identifique** qual das substâncias listadas a seguir é o combustível mais eficiente em relação à quantidade de energia liberada por mol. **Justifique** sua resposta considerando os valores de entalpia-padrão de combustão.

metanol:  $-726 \text{ kJ/mol}$ ; etanol:  $-1.367 \text{ kJ/mol}$ ; metano (componente do gás natural):  $-891 \text{ kJ/mol}$ ; octano (componente da gasolina):  $-5.471 \text{ kJ/mol}$ .

Das substâncias listadas, o combustível mais eficiente é o octano, que libera, na queima de 1 mol, a maior quantidade de energia (5.471 kJ).



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
A Lei de Hess			
Usando a Lei de Hess			
Entalpia-padrão de combustão			
Entalpia-padrão de formação			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique na foto a ocorrência de uma **combustão** e seja capaz de classificá-la como **reação exotérmica**, uma vez

que a combustão é uma reação que ocorre com liberação de **energia**. Além disso, espera-se que ele comente que, a partir do calor liberado nessas reações, é possível quantificar o  $\Delta H$  do processo, e que a medição da energia liberada nas reações de combustão pode ser realizada em laboratório.

### Sintetize

» Identifique as principais ideias do capítulo que você acabou de ler.

A Lei de Hess permite obter a variação de entalpia de uma reação utilizando o  $\Delta H$  de outras reações cuja medição é mais simples. Assim, o emprego dessa lei possibilita obter o  $\Delta H$  de uma reação sem realizá-la.

A entalpia-padrão de formação de um composto é o  $\Delta H^\circ$  da reação em que um mol do composto é formado exclusivamente a partir de substâncias simples no estado físico e na variedade alotrópica mais estáveis no estado-padrão.

A entalpia-padrão de combustão é o  $\Delta H^\circ$  da reação de combustão de uma substância, estando os reagentes e produtos no estado-padrão. É expresso geralmente em kJ/mol.

# Energia de ligação e aspectos estequiométricos da Termoquímica




Seções:

22.1 Energia de ligação

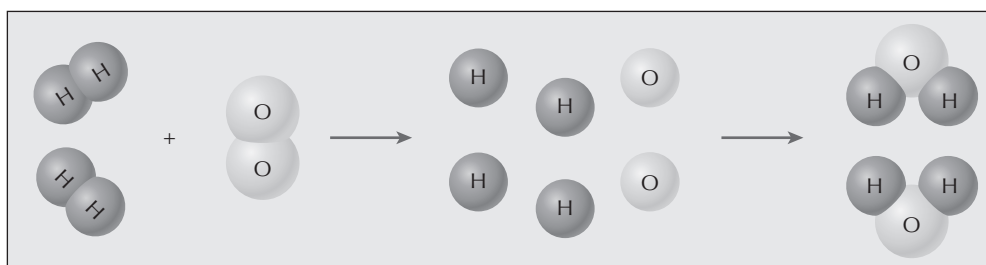
22.2 Aspectos estequiométricos da Termoquímica

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Rearranjo de átomos			
Usando as energias de ligação			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.



energia de ligação

combustão

peróxido de hidrogênio

rearranjo de átomos

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

## Termos e conceitos

energia média de ligação

» Defina o termo ou conceito a seguir.

É o valor médio da variação de entalpia da reação em que 1 mol de ligações é quebrado, estando o reagente e os produtos dessa quebra no estado gasoso.

## Guia de estudo

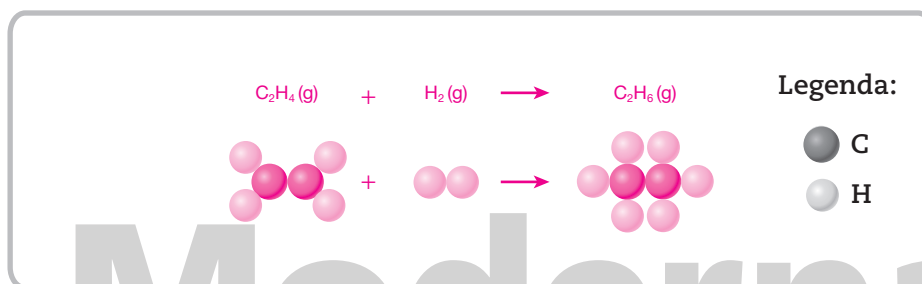
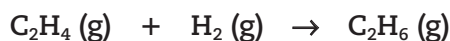
1

## Rearranjo de átomos

Encontrei essas informações na(s) página(s)

269

» Represente graficamente o rearranjo dos átomos da reação abaixo equacionada, usando a legenda a seguir.



2

## Usando as energias de ligação

Encontrei essas informações na(s) página(s)




270

» Calcule a energia necessária para quebrar todas as ligações presentes em um mol de moléculas dos compostos da tabela de baixo. Use os dados da tabela de cima.

Ligação	Energia média de ligação (kJ/mol)
C—H	412
C=O	743
O—H	463
C—O	360

Composto	Energia necessária à quebra (kJ)
CH <sub>4</sub>	1.648
CO <sub>2</sub>	1.486
H <sub>2</sub> O	926
CH <sub>3</sub> OH	2.059

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Rearranjo de átomos			
Usando as energias de ligação			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno perceba que a ilustração representa os reagentes e o produto da **combustão** do hidrogênio, que, como toda reação química, é um **rearranjo de átomos**. Na ilustração, a reação está (teoricamente) desmembrada em duas etapas, uma de quebra de ligações e outra de formação de ligações. Tal desmembramento permite que, de posse dos valores de **energia de ligação**, se faça a estimativa do  $\Delta H$  da reação.

### Sintetize

» Identifique as principais informações que você aprendeu sobre energia de ligação e sobre aspectos estequiométricos da termoquímica.

- A energia média de ligação é a energia absorvida na quebra de 1 mol de ligações, estando o reagente e os produtos no estado gasoso.
- Quando ocorrem reações químicas, há quebra das ligações existentes nos reagentes e formação de novas ligações nos produtos.
- A quebra de ligações é endotérmica.
- A formação de ligações é exotérmica.
- Utilizando as energias médias de ligação, podemos estimar o  $\Delta H$  de uma reação.

# Quantificando a rapidez das reações




Seções:

23.1 Rapidez (velocidade) média de formação e de consumo

23.2 Gráficos em cinética química

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Velocidade média da reação			
Gráficos de quantidade <i>versus</i> tempo			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- osmose
- velocidade
- cinética química
- solução aquosa
- reagente gasoso
- efeito tonoscópico



PATTI MCCONVILLE/GETTY IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---



---



## RAPIDEZ (VELOCIDADE) MÉDIA DE FORMAÇÃO E DE CONSUMO

### Termos e conceitos

velocidade (ou rapidez) média de consumo de reagente

velocidade (ou rapidez) média de formação de produto

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Velocidade (ou rapidez) média de consumo de reagente: grandeza que indica a quantidade de reagente consumida em determinado intervalo de tempo.

Velocidade (ou rapidez) média de formação de produto: grandeza que indica a quantidade de produto formada em determinado intervalo de tempo.

### Guia de estudo

#### Velocidade média da reação

Encontrei essas informações na(s) página(s)

279

» Identifique como a quantidade de reagentes e produtos pode ser expressa ao se calcular a velocidade média completando o diagrama abaixo.

A velocidade média de uma reação é representada pela equação:

$$v_m = \frac{|\Delta \text{ quantidade}|}{\Delta \text{ tempo}}$$

A quantidade de reagentes e produtos pode ser expressa em:

- 1) massa
- 2) mol
- 3) concentração
- 4) volume

### Faça a conexão

» Exemplifique uma situação em que é vantajoso aumentar a velocidade de uma reação e outra em que é vantajoso diminuir a velocidade de uma reação.

No exemplo citado no livro-texto, da síntese da amônia, quanto maior a velocidade da reação, maior será a produção diária. No caso de objetos de ferro, que enferrujam em contato com o ar e a umidade, é vantajoso retardar ao máximo essa reação, para que tenham uma vida útil maior.

**Termos e conceitos**

velocidade (ou rapidez) instantânea de reação

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Velocidade de formação ou de consumo de certa substância em determinado instante.

---



---



---



---

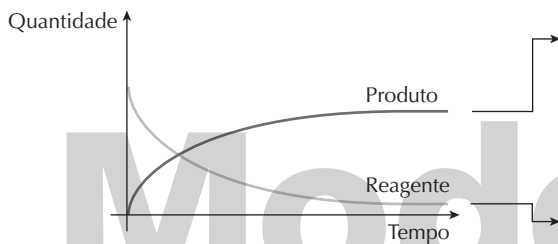
**Guia de estudo**

**Gráficos de quantidade versus tempo**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

283 e 284

» Observe o gráfico abaixo e complete o diagrama.



A curva crescente indica que o produto é formado com o passar do tempo.

A curva decrescente indica que o reagente é consumido com o passar do tempo.

**Faça a conexão**

» Explique como o gráfico de quantidade versus tempo pode ser utilizado no acompanhamento de processos químicos e dê exemplos de reações do cotidiano que ocorrem com diferentes velocidades.

O gráfico de quantidade versus tempo possibilita visualizar com facilidade não só a concentração de reagentes e produtos a cada instante, mas também a variação da concentração dessas substâncias com o passar do tempo. A curva crescente indica que o produto é formado com o passar do tempo, enquanto a decrescente indica que o reagente é consumido.

Exemplos de reações com diferentes velocidades que ocorrem no cotidiano: enferrujamento de um prego, cozimento de um ovo, queima de uma vela etc.

---



---






---



---

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Velocidade média da reação			
Gráficos de quantidade <i>versus</i> tempo			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno perceba que algumas reações acontecem com grande rapidez, como a que acontece dentro de um *air-bag*,

enquanto outras ocorrem com **velocidade** menor. Esse estudo é chamado de **cinética química**.

# III Moderna

## Sintetize

» Resuma as principais ideias sobre a rapidez das reações.

- A velocidade de uma reação é a variação da quantidade de um dos reagentes ou produtos dessa reação por unidade de tempo.
- A quantidade da substância participante da reação pode ser expressa em mols, massa, volume gasoso ou concentração da solução na qual ocorre a reação.
- No gráfico quantidade *versus* tempo, a curva crescente indica que o produto é formado com o passar do tempo e a curva decrescente indica que o reagente é consumido com o passar do tempo.






# Fatores que afetam a rapidez das reações

Seções:

- 24.1 Efeito da concentração sobre a rapidez
- 24.2 Efeito da temperatura sobre a rapidez
- 24.3 Efeito da superfície de contato sobre a rapidez
- 24.4 Efeito do catalisador sobre a rapidez

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Efeito da concentração			
Colisões entre as moléculas			
Efeito da temperatura			
Superfície de contato			
Catálise e catalisadores			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- cinética
- catálise
- enzimas
- temperatura
- rapidez
- área superficial



IMAGE SOURCE/DIOMEDIA

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

complexo ativado  
(ou estado de transição)

Complexo ativado: estrutura intermediária entre os reagentes e os produtos.

colisão eficaz  
(ou efetiva)

Colisão eficaz (ou efetiva): colisão entre moléculas (ou íons) reagentes que conduz à formação de produto.

energia de ativação

Energia de ativação: valor mínimo de energia que as moléculas de reagentes devem possuir para que uma colisão entre elas seja eficaz.

**Guia de estudo**

**1**

**Efeito da concentração**

Encontrei essas informações na(s) página(s) \_\_\_\_\_

290

» Descreva o efeito da concentração de reagentes sobre a velocidade de reação completando o diagrama abaixo.

Para que aconteça uma reação entre duas ou mais substâncias é necessário que as moléculas se \_\_\_\_\_ choquem \_\_\_\_\_, de modo que haja quebra das \_\_\_\_\_ ligações \_\_\_\_\_ e a \_\_\_\_\_ formação de outras ligações \_\_\_\_\_.

Aumentando a concentração dos \_\_\_\_\_ reagentes \_\_\_\_\_, o número de moléculas disponíveis para sofrer colisões é \_\_\_\_\_ maior \_\_\_\_\_.

Isso acarreta um \_\_\_\_\_ aumento \_\_\_\_\_ da rapidez da reação.

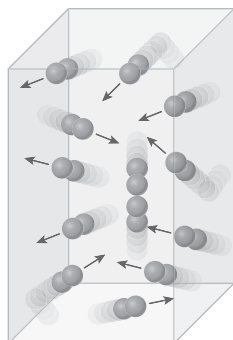
**2**

**Colisões entre as moléculas**

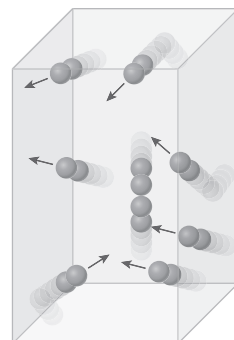
Encontrei essas informações na(s) página(s) \_\_\_\_\_

290

» Indique em qual das situações a reação deve ocorrer mais rapidamente.



( X )



( )

## Termos e conceitos

regra de vant'Hoff

» Enuncie a regra de vant'Hoff.

A cada aumento de 10 °C na temperatura em que ocorre uma reação química, a velocidade dessa reação tende a duplicar.

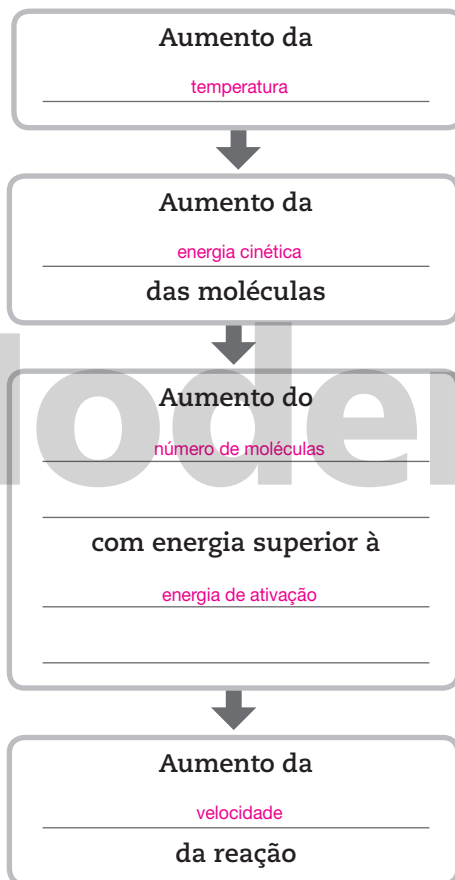
## Guia de estudo

## Efeito da temperatura

Encontrei essas informações na(s) página(s)

296

» Relacione temperatura com velocidade de reação e complete o diagrama abaixo.



## Faça a conexão

» Explique por que o congelamento é utilizado para aumentar o tempo de conservação dos alimentos.

Com o congelamento, as reações de decomposição dos alimentos têm velocidade menor devido às baixas temperaturas. Além disso, as reações químicas vitais para os microrganismos responsáveis pelo apodrecimento dos alimentos também têm sua velocidade reduzida.

Assim, embora o congelamento não mate os microrganismos, as baixas temperaturas representam condições adversas para o crescimento e a reprodução desses seres. Por essas razões, os alimentos congelados têm um prazo de validade maior.

## Termos e conceitos

superfície de contato

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Entre reagentes que estejam em fases diferentes, é a superfície de um reagente que está em contato com a de outro.

## Guia de estudo

## Superfície de contato

Encontrei essas informações na(s) página(s)

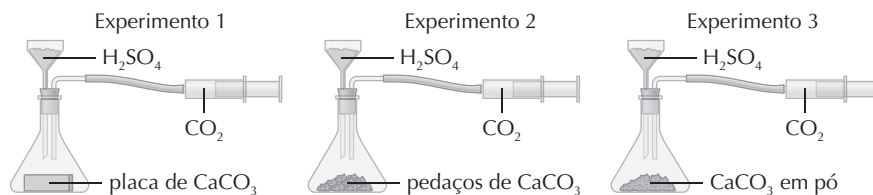
299

» Observe as figuras A e B, que representam duas amostras do mesmo reagente sólido, ambas com a mesma massa, e responda: se ambas fossem completamente mergulhadas em uma solução de reagente líquido, com o qual reajam, qual das duas proporcionaria a reação mais rápida? Justifique sua escolha.



A amostra B reagiria mais rapidamente, porque a sua superfície de contato com o líquido seria significativamente maior.

» Nos experimentos representados a seguir, ácido sulfúrico e carbonato de cálcio são colocados em contato para produzir gás carbônico. Admitindo que os três experimentos diferenciam-se unicamente pela forma de apresentação do carbonato de cálcio, responda: em qual deles a velocidade de reação será maior? Em qual deles essa velocidade será menor? Justifique suas respostas.



No experimento 1 a velocidade da reação será menor, pois a superfície de contato é menor. Como o reagente em pó

é o que apresenta maior superfície de contato, a reação do experimento 3 acontecerá mais rápido.

## Faça a conexão

» Explique por que a efervescência de um antiácido em pó é mais rápida que a de um antiácido em comprimido.

O antiácido em pó efervesce mais rápido devido à maior superfície de contato com a água. O comprimido tem área superficial menor e,

portanto, reage mais lentamente.

## Termos e conceitos

catalisador

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Catalisador: substância que aumenta a velocidade de uma reação química sem ser efetivamente consumida.

catálise

Catálise: aumento de velocidade provocado pelo catalisador.

enzima

Enzima: catalisador biológico, ou seja, substância que aumenta a velocidade de reações bioquímicas sem ser efetivamente consumida no processo.

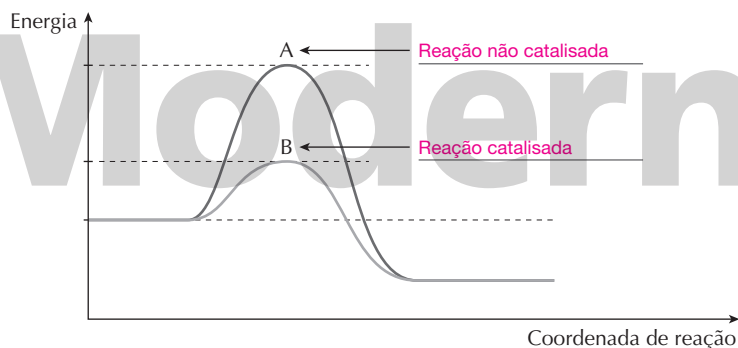
## Guia de estudo

## Catálise e catalisadores

Encontrei essas informações na(s) página(s)

302

» Indique no gráfico a curva que representa a energia de ativação para a reação catalisada e a curva que representa a reação não catalisada. Justifique a sua escolha.






Justificativa: o catalisador torna a reação mais rápida porque diminui a energia de ativação. Portanto, a curva B representa a reação catalisada, e a curva A representa a reação não catalisada.

## Faça a conexão

» Escreva um pequeno texto sobre a presença de enzimas nos detergentes em pó e a sua ação na lavagem de roupas.

Certos materiais que sujam os tecidos são difíceis de eliminar porque se unem de tal forma às fibras que os sabões e detergentes comuns não são totalmente eficientes na remoção da sujeira. Alguns detergentes em pó contêm enzimas que facilitam essa remoção, pois catalisam a hidrólise (reação de quebra pela água) de proteínas, que são removidas sob a forma de produtos solúveis em água, e a hidrólise de óleos e gorduras, produzindo substâncias também solúveis em água.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Efeito da concentração			
Colisões entre as moléculas			
Efeito da temperatura			
Superfície de contato			
Catálise e catalisadores			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavale as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno perceba que a cinética de algumas reações que provocam o escurecimento, o amadurecimento ou, até mesmo, o apodrecimento de frutas depende do estado em que se encontram (cortadas, na forma de suco, inteiras) ou da ação de enzimas (que atuam na catálise de reações bioquímicas). A área superficial do alimento que fica em contato com o ar e a temperatura também são importantes para a rapidez dos processos citados.

### Sintetize

» Indique, resumidamente, as informações que você aprendeu sobre os fatores que afetam a velocidade das reações.

- Quanto maior for a superfície de contato, maior será a velocidade da reação.
- Quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade da reação.
- Concentração dos reagentes: aumentando a concentração dos reagentes, a velocidade de reação também aumenta.
- O catalisador é uma substância que aumenta a velocidade da reação sem ser efetivamente consumida. O catalisador diminui a energia de ativação, facilitando a transformação de reagentes em produtos.




# Lei cinética e teoria das colisões

Seções:

- 25.1 Lei cinética
- 25.2 Teoria das colisões
- 25.3 Mecanismo de atuação do catalisador

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Lei cinética			
Teoria das colisões			
Catálise homogênea e heterogênea			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- catálise heterogênea
- catálise homogênea
- mesma fase
- enzimas
- catalisador



EDUARDO SANTALIESTRACID

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

lei cinética (ou lei de velocidade) de uma reação

Lei cinética de uma reação: expressão matemática da velocidade de uma reação em função da concentração, em mol/L, dos reagentes.

reação elementar

Reação elementar: é aquela em que moléculas dos produtos se formam após uma única colisão efetiva entre moléculas reagentes.

molecularidade

Molecularidade: é o número de moléculas reagentes em uma reação elementar.

reação não elementar

Reação não elementar: é aquela que ocorre por meio de duas ou mais etapas elementares.

mecanismo de reação

Mecanismo de reação: é o conjunto de reações elementares que compõem uma reação química.

etapa determinante da velocidade

Etapla determinante da velocidade: é a etapa mais lenta do mecanismo de uma reação, etapa que determina a sua velocidade.

**Guia de estudo**

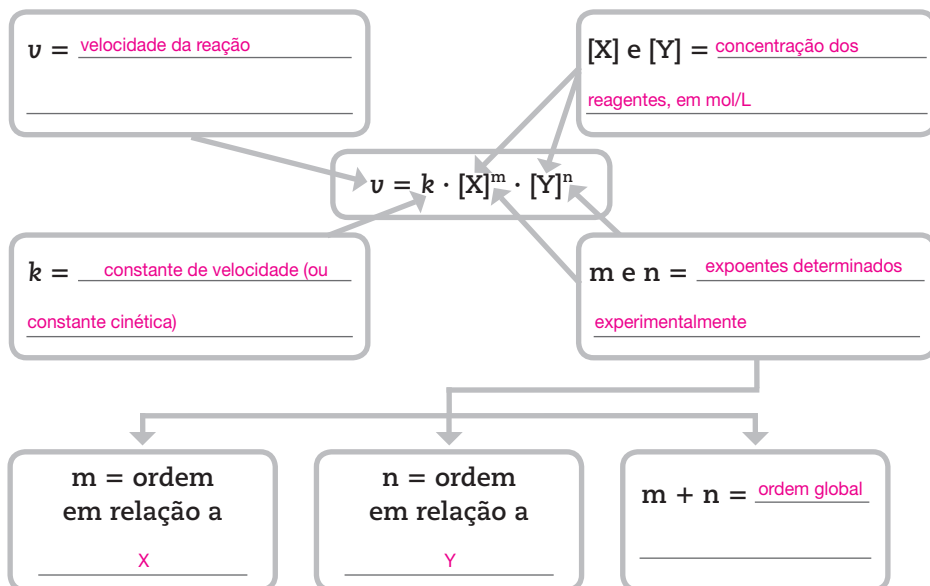
**1**

**Lei cinética**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

308

» Nomeie os termos da expressão da lei cinética para a reação genérica  $aX + bY \rightarrow \text{produtos}$ .





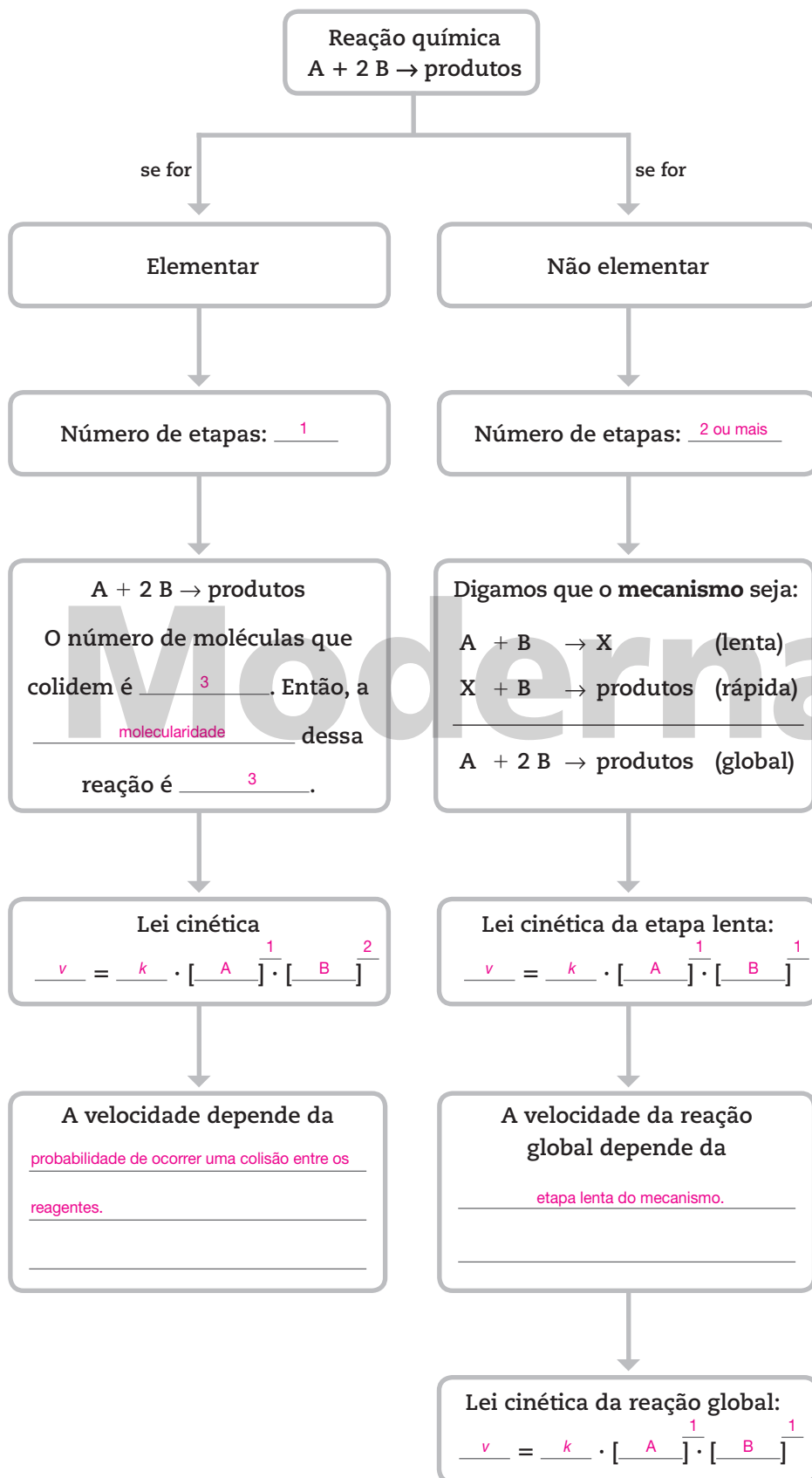
2

## Teoria das colisões

Encontrei essas informações na(s) página(s)

313 e 314

» **Relacione** a lei cinética com a velocidade da reação química equacionada abaixo completando o diagrama a seguir.



## MECANISMO DE ATUAÇÃO DO CATALISADOR

### Termos e conceitos

catálise homogênea

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Catálise homogênea: é aquela em que o catalisador e os reagentes estão na mesma fase, formando um sistema

homogêneo.

catálise heterogênea

Catálise heterogênea: é aquela em que o catalisador e os reagentes estão em fases diferentes, formando um

sistema heterogêneo.

adsorver

Adsorver: significa aderir à superfície.

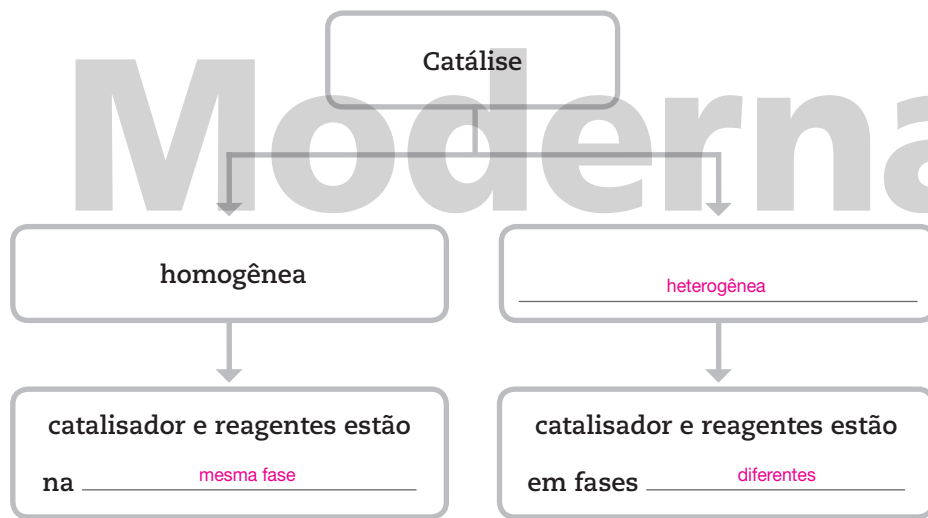
### Guia de estudo

#### Catálise homogênea a heterogênea

Encontrei essas informações na(s) página(s)

317

» Indique os processos de catálise em uma reação química e descreva as características de cada um deles completando o diagrama a seguir.



### Faça a conexão

» Pesquise exemplos de catálise homogênea e heterogênea relacionados de algum modo ao dia a dia e descreva-os a seguir.




Catálise homogênea: massa (cola) epóxi. A massa epóxi é fornecida sempre em duas partes, o adesivo e o "acelerador" ou catalisador.

Para usá-la, basta juntar quantidades iguais de ambas as partes e mexer até que a mistura fique homogênea.

Catálise heterogênea: hidrogenação de óleos vegetais para fabricar margarina. O catalisador usado é um metal sólido (níquel, geralmente)

que constitui uma fase distinta da fase dos reagentes.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Lei cinética			
Teoria das colisões			
Catálise homogênea e heterogênea			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem da massa (cola) epóxi à **catálise homogênea**. A massa epóxi é fornecida sempre em duas partes, o adesivo e o “acelerador” ou catalisador. Ao utilizá-la, o **catalisador** e os reagentes devem ser homogeneizados em uma **mesma fase**.

# III Moderna

## Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre a lei cinética e a teoria das colisões

Pela teoria das colisões, para haver reação, é necessário que as moléculas dos reagentes sofram colisão eficaz, que é a colisão com geometria

favorável à formação do complexo ativado e na qual a energia das moléculas que colidem entre si é igual ou superior à energia de ativação. O número

de colisões efetivas ou eficazes é muito pequeno se comparado ao número total de colisões que ocorrem entre as moléculas dos reagentes.

Do ponto de vista cinético, as reações podem ser elementares ou não elementares. As elementares acontecem em uma só etapa. As não

elementares ocorrem por meio de mecanismos de duas ou mais etapas.

Na lei cinética das reações elementares, os expoentes (ordens) são os próprios coeficientes estequiométricos, que informam quantas moléculas

participam da colisão efetiva. No caso das reações não elementares, a etapa (mais) lenta do mecanismo é a etapa determinante da velocidade.

Uma catálise pode ser homogênea ou heterogênea.

# Equilíbrio químico e constante de equilíbrio

**Seções:**




26.1 Conceito de equilíbrio químico

26.2 Constante de equilíbrio em função das concentrações ( $K_c$ )

26.3 Constante de equilíbrio em função das pressões parciais ( $K_p$ )

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Concentração de reagentes e produtos em função do tempo			
Velocidade das reações reversíveis			
Interpretar a expressão da constante de equilíbrio			
Espontaneidade de uma reação			
Grau de equilíbrio			
Verificando se um sistema está em equilíbrio			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- reação reversível
- equilíbrio dinâmico
- constante de equilíbrio em função das concentrações
- grau de equilíbrio
- constante de equilíbrio em função das pressões parciais



R. IAN LLOYDMASTERFILE/OTHER IMAGES

**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



---



---



---

## Termos e conceitos

equilíbrio químico

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Situação em que as concentrações dos participantes da reação não se alteram, pois as reações direta e inversa estão se processando com velocidades iguais.

## Guia de estudo

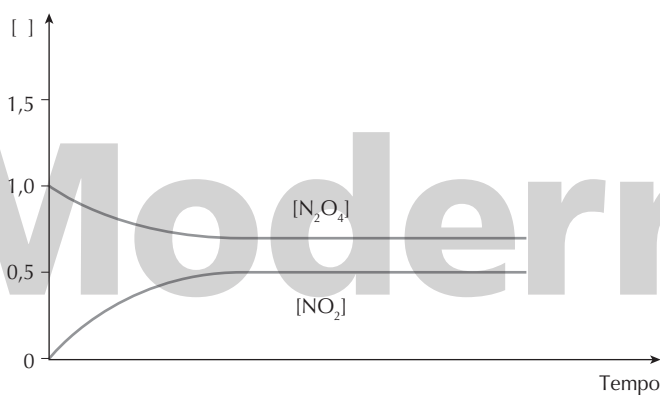
1

**Concentração de reagentes e produtos em função do tempo**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

324

» Descreva o gráfico de concentração versus tempo que representa a reação  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$  completando os quadros abaixo.



A curva decrescente indica que o reagente é consumido com o passar do tempo.

A sua concentração diminui até atingir um valor constante.

A curva crescente indica que o produto é formado com o passar do tempo.

A sua concentração aumenta até atingir um valor constante.

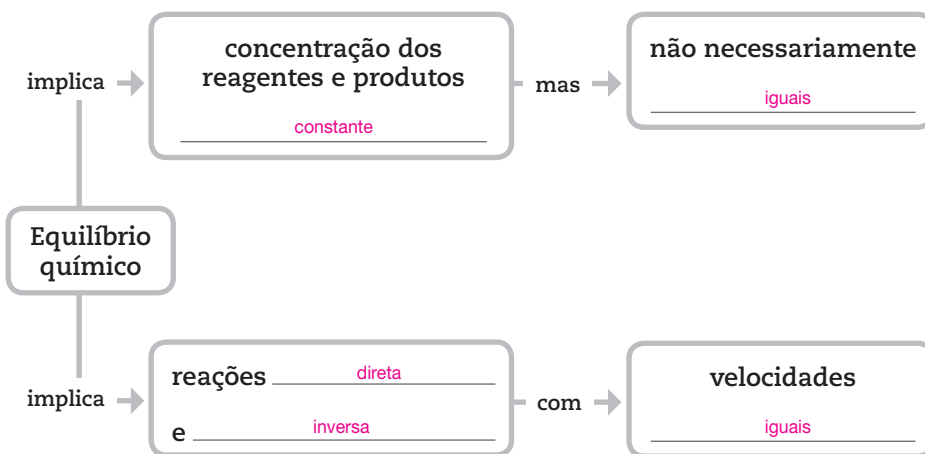
2

## Velocidade das reações reversíveis

Encontre essas informações na(s) página(s)

325

» **Caracterize** o conceito de equilíbrio químico completando o diagrama a seguir.



» **Identifique** as características de um equilíbrio químico assinalando um X nas afirmativas corretas a seguir.

- (x) A velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa.
- (x) Ambas as reações (direta e inversa) ocorrem simultaneamente (trata-se de um equilíbrio dinâmico).
- ( ) Obrigatoriamente, as concentrações de todas as substâncias participantes do equilíbrio devem ser iguais.
- (x) As características macroscópicas do sistema (desde que fechado) não mais se alteram.
- (x) O sistema constituído por reagentes tende a avançar espontaneamente para o estado de equilíbrio.
- ( ) Obrigatoriamente, as massas de todas as substâncias participantes do equilíbrio devem ser iguais.

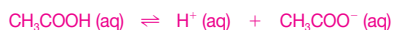
» Nas condições ambientes, **identifique** um exemplo de sistema em estado de equilíbrio assinalando um X na resposta correta.

- ( ) xícara de café bem quente
- (x) garrafa de água mineral gasosa fechada
- ( ) chama uniforme de bico de Bunsen
- ( ) porção de água fervendo em temperatura constante
- ( ) tigela contendo feijão cozido

### Faça a conexão

» **Pesquise** a fórmula do ácido presente no vinagre e **escreva** a equação química que representa seu equilíbrio em solução aquosa.

Ácido acético:  $\text{CH}_3\text{COOH}$



## CONSTANTE DE EQUILÍBRIO EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES ( $K_C$ )

## CONSTANTE DE EQUILÍBRIO EM FUNÇÃO DAS PRESSÕES PARCIAIS ( $K_P$ )

### Termos e conceitos

constante de equilíbrio em função das concentrações ( $K_C$ )

expressão matemática da constante de equilíbrio em função das concentrações ( $K_C$ )

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

$K_C$ : é um número característico de uma dada reação, em uma certa temperatura, calculado a partir das

concentrações dos reagentes e dos produtos no equilíbrio.

Expressão matemática de  $K_C$ : é uma sentença matemática que relaciona  $K_C$  com as concentrações (em mol/L) de

reagentes e produtos no equilíbrio.

### Guia de estudo

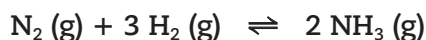
1

#### Interpretar a expressão da constante de equilíbrio

Encontrei essas informações na(s) página(s)

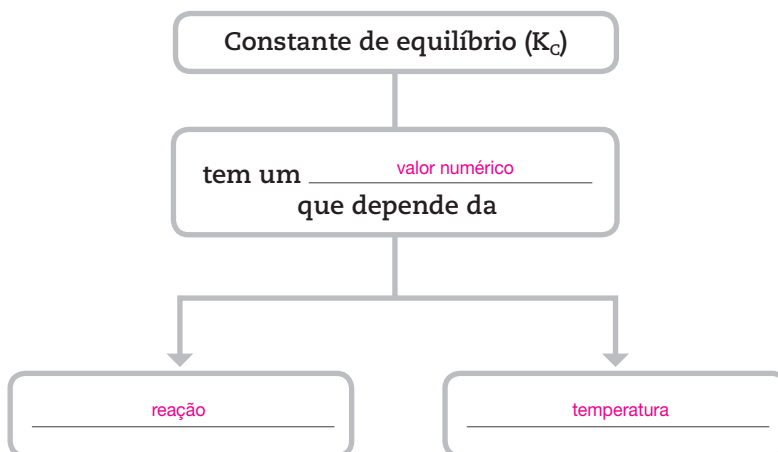
328 e 329

» Relacione os coeficientes estequiométricos da equação da reação de síntese da amônia com os expoentes das concentrações escrevendo-os na expressão de  $K_C$ .



$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]^1 \cdot [H_2]^3}$$

» Indique os fatores dos quais depende o valor numérico da constante de equilíbrio  $K_C$  completando o diagrama a seguir.



## 2 Espontaneidade de uma reação

Encontrei essas informações na(s) página(s)

332

## 3 Grau de equilíbrio

Encontrei essas informações na(s) página(s)

333

## 4 Verificando se um sistema está em equilíbrio

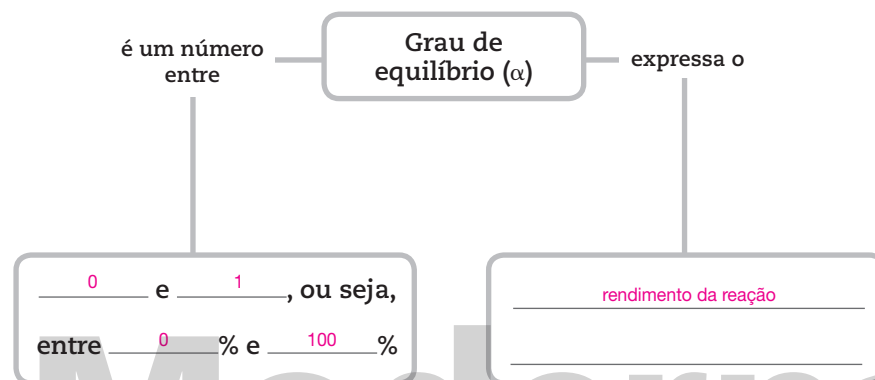
Encontrei essas informações na(s) página(s)

336

» Determine a(s) espécie(s) química(s) predominante(s) nos equilíbrios completando a tabela abaixo.

Equilíbrio	Constante de equilíbrio ( $K_C$ )	Espécie(s) predominante(s)
$2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3 (\text{g})$	$9,9 \cdot 10^{+25}$	$\text{SO}_3 (\text{g})$
$\text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$	$1,0 \cdot 10^{-30}$	$\text{N}_2 (\text{g})$ e $\text{O}_2 (\text{g})$

» Descreva as principais características do grau de equilíbrio completando o diagrama a seguir.



» Enumere as etapas necessárias para decidir se um sistema está em equilíbrio.

Se esse valor for igual ao  $K_C$ , a reação está em equilíbrio. (4)

Conhecer os valores de [reagentes] e [produtos]. (1)

Se não, a reação não está em equilíbrio. (5)




Escrever a expressão de  $K_C$ . (2)

Substituir os valores na expressão de  $K_C$  e calcular o resultado. (3)

A numeração dessas duas etapas é comutável



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Concentração de reagentes e produtos em função do tempo			
Velocidade das reações reversíveis			
Interpretar a expressão da constante de equilíbrio			
Espontaneidade de uma reação			
Grau de equilíbrio			
Verificando se um sistema está em equilíbrio			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno compreenda o conceito de equilíbrio químico. Para os alunos, o conceito de equilíbrio

dinâmico é complexo. Sugere-se fazer analogia com o movimento das pessoas quando, em uma estação ferroviária, entram em

um vagão do trem ou saem dele. Se, em um mesmo intervalo de tempo, o número de pessoas que entram for igual ao número

de pessoas que saem, então o número de pessoas dentro do vagão permanecerá constante. Sugere-se também recorrer à

animação presente no *Conteúdo Digital Moderna Plus*, a fim de facilitar a compreensão e a visualização do fenômeno.

### Sintetize

» Identifique os aspectos quantitativos relacionados às reações em equilíbrio químico.

Para calcular o valor da constante de equilíbrio  $K_c$  de uma reação química, é necessário conhecer as concentrações em mol/L dos reagentes

e dos produtos dessa reação. Para reações cujos reagentes ou produtos se encontrem em fase gasosa, é possível medir as pressões parciais

dos reagentes e dos produtos e com esses valores calcular a constante de equilíbrio  $K_p$ . Mudanças de temperatura alteram  $K_c$  e  $K_p$ .




# Princípio de Le Chatelier

**Seções:**

- 27.1 Efeito da concentração
- 27.2 Efeito da pressão
- 27.3 Efeito da temperatura
- 27.4 Efeito do catalisador
- 27.5 Enunciado do Princípio de Le Chatelier

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Efeito da variação da concentração do reagente ou do produto no equilíbrio			
Efeito da pressão no equilíbrio			
Efeito da temperatura no equilíbrio			
Efeito do catalisador no equilíbrio			
O Princípio de Le Chatelier			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- catalisador
- diminuição da pressão
- perturbação do equilíbrio
- baixa concentração de oxigênio no ar
- Princípio de Le Chatelier

**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



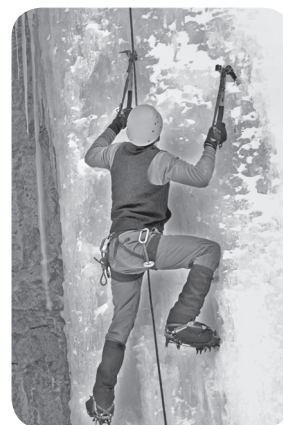
---



---



---



GREGORY OCHOCKI/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

## Termos e conceitos

deslocamento de equilíbrio

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Se uma reação em equilíbrio químico tem a sua situação de equilíbrio perturbada por uma ação externa, denomina-se deslocamento de equilíbrio o avanço da reação no sentido dos reagentes ou no sentido dos produtos, até que o equilíbrio se restabeleça.

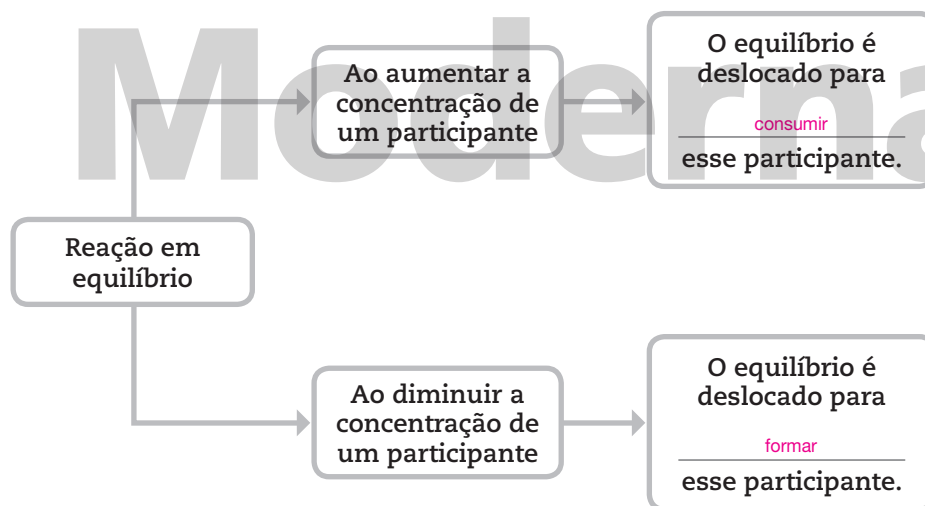
## Guia de estudo

**Efeito da variação da concentração do reagente ou do produto no equilíbrio**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

342 e 343

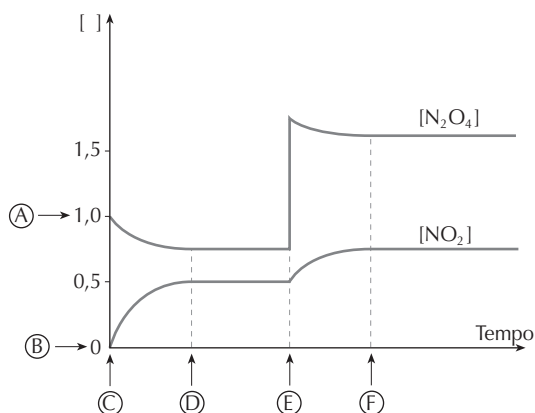
» Relacione a variação na concentração dos reagentes com o deslocamento do equilíbrio para uma reação completando o diagrama abaixo.



» Deduza a direção do deslocamento de equilíbrio da reação  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  em cada uma das situações dadas na tabela e represente-as por meio de setas.

Equilíbrio $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$	Direção do deslocamento de equilíbrio
Aumento da $[\text{N}_2\text{O}_4]$	→
Diminuição da $[\text{N}_2\text{O}_4]$	←
Aumento da $[\text{NO}_2]$	←
Diminuição da $[\text{NO}_2]$	→

» Interprete o gráfico referente a um experimento em que se atingiu o equilíbrio  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  a partir do reagente, preenchendo as lacunas.



a) A concentração inicial de reagente é indicada por A e a de produto é indicada por B.

b) O sistema inicial avança para o equilíbrio entre os instantes C e D.

c) O sistema, que permanece em equilíbrio entre os instantes D e E, é perturbado pelo aumento da concentração de  $\text{N}_2\text{O}_4$  (reagente) no instante E.

d) Entre os instantes E e F ocorre deslocamento de equilíbrio no sentido do  $\text{NO}_2$  (produto).

O equilíbrio é restabelecido no instante F.

### Faça a conexão

» Explique por que os alpinistas precisam de um período de aclimação a altitudes elevadas para não sofrer dores de cabeça, náuseas ou fadiga intensa durante uma escalada.

No sangue, as moléculas de hemoglobina e de gás oxigênio dissolvido estão em equilíbrio com a oxiemoglobina (hemoglobina combinada com oxigênio). Esta é responsável pela oxigenação do organismo, essencial à vida. O equilíbrio pode ser representado por:



Nas localidades de maior altitude, há menor concentração de oxigênio no ar e, conseqüentemente, o equilíbrio mencionado é deslocado para a esquerda. Isso reduz a quantidade de oxiemoglobina presente no sangue, acarretando dores de cabeça, náuseas e fadiga intensa.

Após algum tempo de permanência no local de maior altitude, o organismo começa a se aclimatar, produzindo mais hemoglobina. Isso desloca o equilíbrio para a direita, aumentando a concentração de oxiemoglobina no sangue. Recomende que os alunos leiam o *Conteúdo*

*Digital Moderna Plus* "Desconforto à altitude e deslocamento de equilíbrio" antes de realizarem esta atividade.

## Guia de estudo

## Efeito da pressão no equilíbrio

Encontrei essas informações na(s) página(s)

345

» Indique o efeito de variações de pressão sobre um equilíbrio químico completando o diagrama abaixo. Em seguida, equacione um exemplo de um equilíbrio que não é afetado pela pressão.

Aumento da pressão

desloca o equilíbrio para o lado de menor volume gasoso.

Diminuição da pressão

desloca o equilíbrio para o lado de maior volume gasoso.

Exemplo de equilíbrio que não é deslocado:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$

» Descreva o efeito da pressão sobre o equilíbrio gasoso  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  completando a frase a seguir.

O aumento da pressão sobre o equilíbrio gasoso  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  provoca o deslocamento do equilíbrio para a esquerda, pois é o lado que apresenta menor volume.

## Faça a conexão

» A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é um dos mais importantes compostos industriais, sendo matéria-prima para a obtenção de ácido nítrico e para a fabricação de fertilizantes, explosivos, plásticos e produtos de limpeza. Explique como a pressão influencia no rendimento da produção industrial de amônia.

A equação da reação é:



Na indústria, utiliza-se alta pressão na produção de amônia, que desloca a reação para a direita, que é o sentido de menor volume gasoso.

Dessa forma, o rendimento da reação aumenta.



4 volumes                      2 volumes

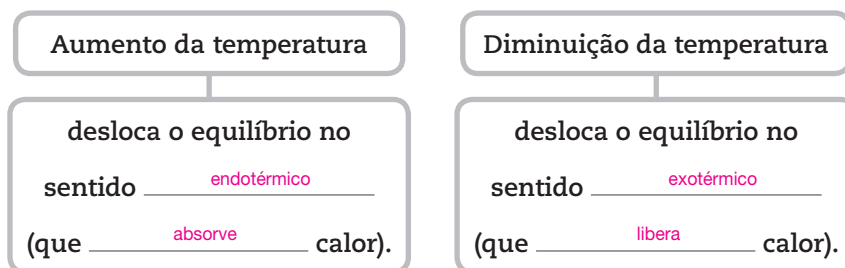
## Guia de estudo

## Efeito da temperatura no equilíbrio

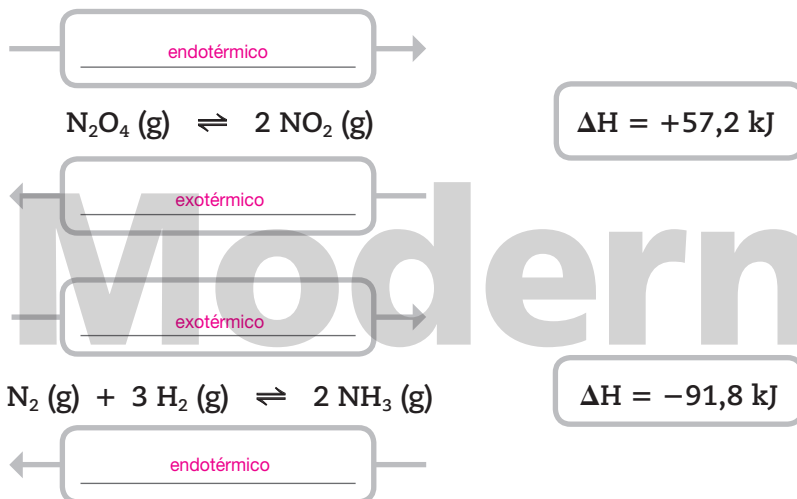
Encontrei essas informações na(s) página(s)

348

» **Relacione** a variação de temperatura com o deslocamento do equilíbrio de uma reação completando os diagramas abaixo.



» **Classifique** as reações direta e inversa dos processos abaixo em endotérmicas ou exotérmicas.



Encontrei essas informações na(s) página(s)

349

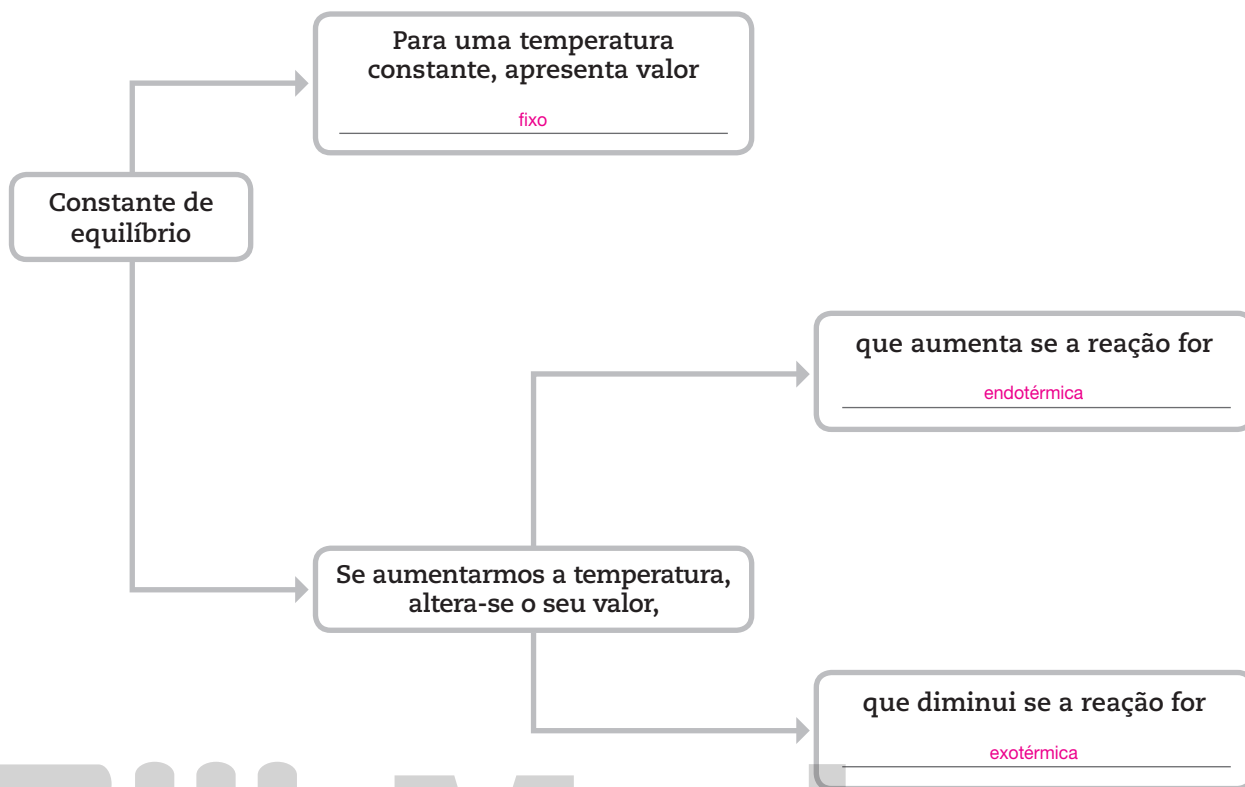
» **Interprete** a tabela com os valores da constante de equilíbrio em diferentes temperaturas e caracterize a reação de formação de amônia completando as frases abaixo.

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$$

Temperatura (°C)	$K_c$
25	$6,0 \cdot 10^{+5}$
200	$6,5 \cdot 10^{-1}$
300	$1,1 \cdot 10^{-2}$
400	$6,2 \cdot 10^{-4}$
500	$7,4 \cdot 10^{-5}$

A diminuição do valor da constante de equilíbrio ocorre com o aumento da temperatura. Isso significa que, quanto maior a temperatura, menor é a quantidade de amônia no equilíbrio. Assim, pode-se concluir que a produção da amônia é uma reação exotérmica.

» Relacione o valor da constante de equilíbrio com a temperatura completando o diagrama abaixo.



### Faça a conexão

» Leia o texto *O processo de Haber-Bosch* do Conteúdo digital Moderna PLUS, disponível no site da editora, e explique por que a síntese da amônia é realizada com temperaturas altas, apesar de a reação ser exotérmica.

Como a reação de síntese da amônia é exotérmica, o aumento de temperatura desloca o equilíbrio no sentido dos reagentes, diminuindo

o rendimento da produção de amônia. Porém, o aquecimento é necessário para aumentar a velocidade da reação, já que em baixas

temperaturas a reação é tão lenta que o tempo que se perderia na produção seria proibitivamente elevado.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Termos e conceitos

catalisador

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Catalisador: substância que aumenta a velocidade de uma reação química sem ser efetivamente consumida.

Princípio de Le Chatelier

Princípio de Le Chatelier: princípio que permite prever o efeito de uma perturbação aplicada sobre determinado sistema em equilíbrio.

## Guia de estudo

1

## Efeito do catalisador no equilíbrio

Encontrei essas informações na(s) página(s)

353

» Analise as afirmações abaixo e assinale V para as verdadeiras e F para as falsas. Depois, reescreva as falsas, corrigindo o que for necessário.

- V O catalisador não desloca o equilíbrio químico.
- F O catalisador aumenta a energia de ativação no equilíbrio químico.
- V O catalisador diminui o tempo para atingir o equilíbrio químico.
- F O catalisador aumenta a pressão no sistema.

O catalisador não aumenta a energia de ativação no equilíbrio nem sua pressão; ele apenas diminui o tempo para que esse equilíbrio seja atingido.

2

## O Princípio de Le Chatelier

Encontrei essas informações na(s) página(s)




354

» Resuma o conceito de deslocamento de equilíbrio químico completando a tabela a seguir com os efeitos das variáveis sobre um sistema segundo o Princípio de Le Chatelier.

Perturbação externa	Desloca no sentido de	Altera o valor de $K_c$ ?
Aumento da concentração de reagente ou de produto	consumo desse participante	Não
Diminuição da concentração de reagente ou de produto	formação desse participante	Não
Aumento da pressão	menor volume gasoso	Não
Diminuição da pressão	maior volume gasoso	Não
Aumento da temperatura	absorção de calor	Sim
Diminuição da temperatura	liberação de calor	Sim
Presença de catalisador	não desloca	Não



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Efeito da variação da concentração do reagente ou do produto no equilíbrio			
Efeito da pressão no equilíbrio			
Efeito da temperatura no equilíbrio			
Efeito do catalisador no equilíbrio			
O Princípio de Le Chatelier			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem do alpinista à **diminuição da pressão ambiente** e à consequente **diminuição da concentração**

**de oxigênio no ar**, que causa uma **perturbação do equilíbrio** que se estabelece entre o oxigênio, a hemoglobina e a oxiemoglobina. O **Princípio de Le**

**Chatelier** permite explicar o desconforto causado nos alpinistas devido à diminuição da quantidade de oxiemoglobina na corrente sanguínea. Os alunos

podem encontrar mais informações sobre esse assunto acessando o *Conteúdo Digital Moderna Plus* “Desconforto à altitude e deslocamento de equilíbrio”.

### Sintetize

» Identifique o que você aprendeu sobre o Princípio de Le Chatelier e os efeitos de perturbações sobre os equilíbrios químicos.

- O Princípio de Le Chatelier enuncia, de modo resumido, o efeito de perturbações sobre um equilíbrio químico.
- As perturbações que podem deslocar um equilíbrio químico são: variações de pressão, de temperatura e de concentração de reagentes ou produtos.
- O catalisador não desloca o equilíbrio de uma reação, apenas diminui o tempo para atingi-lo.




# Equilíbrio em soluções de eletrólitos

Seções:

- 28.1 Constante de ionização
- 28.2 Lei da Diluição de Ostwald
- 28.3 Efeito do íon comum
- 28.4 Efeito do íon não comum

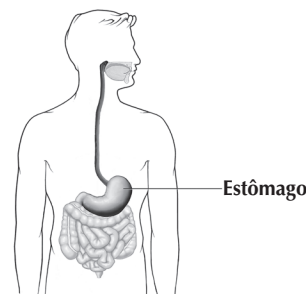
## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Constante de ionização para ácidos e bases			
Relação entre a força de ácidos e a constante de ionização			
$K_a$ para ácidos com mais de um hidrogênio ionizável			
A Lei da Diluição de Ostwald			
Adição de um íon comum a um equilíbrio			
Adição de um íon não comum a um equilíbrio			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- constante de ionização ácida ( $K_a$ )
- constante de basicidade ( $K_b$ )
- grau de ionização ( $\alpha$ )
- alta concentração de  $H^+$



NUCLEUS MEDICAL ART. INC/PHOTOTAKE/ OTHER IMAGES

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

constante de ionização de um ácido ou constante de acidez ( $K_a$ )

constante de basicidade ( $K_b$ )

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Constante de ionização de um ácido ou constante de acidez: é a constante de equilíbrio da reação de ionização de um ácido.

Constante de basicidade: é a constante de equilíbrio da reação de dissociação de uma base.

**Guia de estudo**

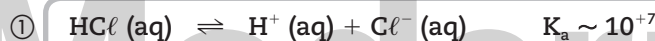
**1**

**Constante de ionização para ácidos e bases**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

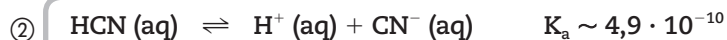
359

» Escreva a expressão para a constante de ionização dos ácidos e indique se as soluções de HCl e HCN têm baixa ou alta tendência para liberar íons hidrogênio.



$$10^{+7} = \frac{[\text{H}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{HCl}]}$$

HCl tem alta tendência para liberar  $\text{H}^+$



$$4,9 \cdot 10^{-10} = \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

HCN tem baixa tendência para liberar  $\text{H}^+$

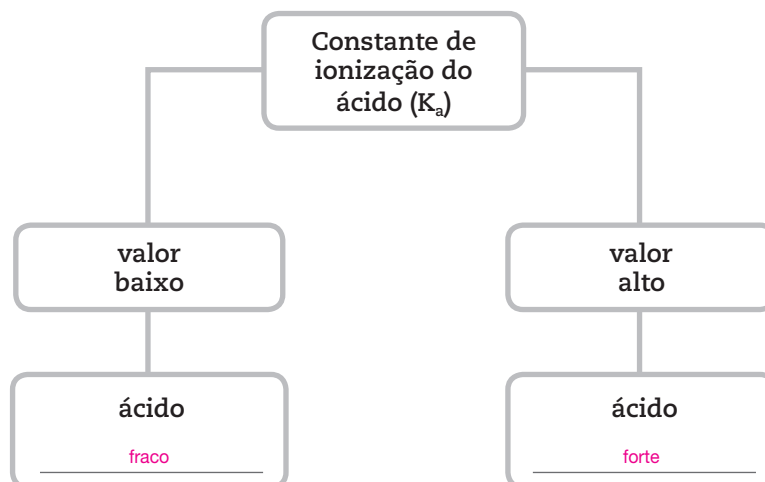
» Organize as fórmulas a seguir de acordo com a tendência, de cada ácido, de liberar íons  $\text{H}^+$ . Consulte os valores de  $K_a$  na seção 28.1 do livro-texto.

HBr    HNO<sub>2</sub>    HCN<sub>3</sub>    HCl    H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>    HClO<sub>4</sub>    H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

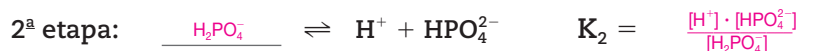
HCN < H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> < HNO<sub>2</sub> < H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> < HCl < HBr < HClO<sub>4</sub>

**2****Relação entre a força de ácidos e a constante de ionização**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

359» **Relacione o valor da constante de ionização de um ácido com a força que ele tem completando o diagrama a seguir.****3****K<sub>a</sub> para ácidos com mais de um hidrogênio ionizável**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

360» **Escreva, nos quadros abaixo, as fórmulas dos íons que fazem parte das três etapas de ionização do ácido fosfórico. Em seguida, escreva as expressões das constantes de ionização para cada uma delas.**» **Compare os valores de K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> e K<sub>3</sub> completando a equação a seguir.**

Termos e conceitos

» Defina o termo ou conceito a seguir.

grau de ionização ( $\alpha$ )

Resultado da divisão da quantidade da substância ionizada pela quantidade dissolvida, ambas em mols.

Guia de estudo

1

A Lei da Diluição de Ostwald

Encontrei essas informações na(s) página(s)

362

» Demonstre a Lei da Diluição de Ostwald para um monoácido preenchendo inicialmente a tabela a seguir em função de  $\alpha$  e de  $\mathcal{M}$ .

	HA (aq)	$\rightleftharpoons$	H <sup>+</sup> (aq)	+	A <sup>-</sup> (aq)
Início	$\mathcal{M}$		-		-
Reagiu	$\alpha \cdot \mathcal{M}$		-		-
Formou	-		$\alpha \cdot \mathcal{M}$		$\alpha \cdot \mathcal{M}$
No equilíbrio	$\mathcal{M} \cdot (1 - \alpha)$		$\alpha \cdot \mathcal{M}$		$\alpha \cdot \mathcal{M}$

» Agora complete a demonstração substituindo os valores da última linha da tabela na expressão de  $K_a$ .

$$K_a = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]} = \frac{\alpha \cdot \mathcal{M} \cdot \alpha \cdot \mathcal{M}}{\mathcal{M} \cdot (1 - \alpha)} = \frac{\alpha^2 \cdot \mathcal{M}}{(1 - \alpha)}$$

Encontrei essas informações na(s) página(s)

363

» Simplifique a equação da Lei da Diluição de Ostwald preenchendo os quadros abaixo. Em seguida, explique a importância dessa expressão completando a frase.

Constante de ionização	=	Grau de ionização ao quadrado	×	Concentração (mol/L)
$K$	=	$\alpha^2$	×	$\mathcal{M}$

A Lei da Diluição de Ostwald permite prever o que acontece quando diluímos uma solução de ácido fraco ou de base fraca: o valor de  $\mathcal{M}$  diminui e, em consequência, o valor de  $\alpha$  aumenta para que o produto  $\alpha^2 \cdot \mathcal{M}$  permaneça constante.

**Termos e conceitos**

Efeito do íon comum

» Defina o termo ou conceito a seguir.

É o efeito da adição de um íon comum a um equilíbrio químico (que tenha íons) provocando seu deslocamento.

**Guia de estudo**

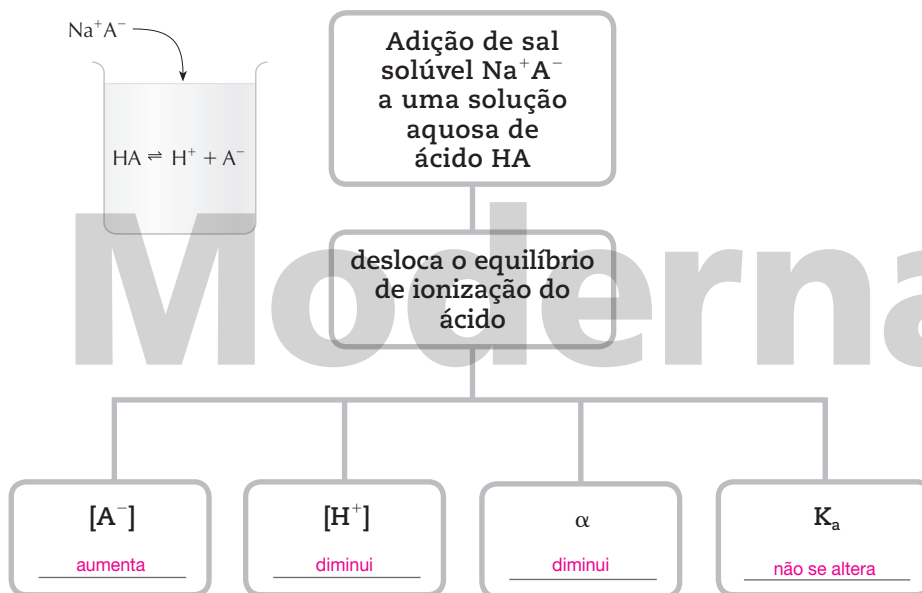
**1**

**Adição de um íon comum a um equilíbrio**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

366 e 367

» Observe o experimento representado a seguir e conclua o que ocorre com o sistema depois de a ele ter sido adicionado um íon comum.



» Descreva o efeito da adição de um íon comum B<sup>+</sup> a uma base BOH, sabendo que o efeito é análogo à adição de um íon comum A<sup>-</sup> a um ácido HA.

Efeito da adição de um íon comum B <sup>+</sup> a uma base BOH	
$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$	
– a adição de um <u>íon comum B<sup>+</sup></u> desloca o equilíbrio de <u>ionização</u> de uma base;	
– a constante de ionização da base não se altera, pois ela depende apenas da <u>temperatura</u> ;	
– a concentração de íons OH <sup>-</sup> <u>diminui</u> ;	
– o grau de ionização da base <u>diminui</u> .	

» **Identifique** as informações sobre o efeito do íon comum completando o diagrama abaixo.

Efeito do íon comum: não ocorre apenas em  
\_\_\_\_\_ ácidos \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ bases \_\_\_\_\_.

Adição de um íon comum a um equilíbrio que exista  
em solução: ocorre \_\_\_\_\_ deslocamento \_\_\_\_\_ de acordo  
com o princípio de \_\_\_\_\_ Le Chatelier \_\_\_\_\_.

Exemplo: equilíbrio entre os íons \_\_\_\_\_ cromato \_\_\_\_\_  
e \_\_\_\_\_ dicromato \_\_\_\_\_  
 $2 \text{CrO}_4^{2-} (\text{aq}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\ell)$   
Amarelo Alaranjado

Adição de um ácido (adição do íon comum \_\_\_\_\_  $\text{H}^+$  \_\_\_\_\_):  
desloca esse equilíbrio para a \_\_\_\_\_ direita \_\_\_\_\_; a  
solução fica mais \_\_\_\_\_ alaranjada \_\_\_\_\_.

### » Faça a conexão

» **Pesquise** o que significa alcalose respiratória (que ocorre no organismo humano) e, em seguida, **redija** o que vem a ser esse processo, explicando-o por meio do deslocamento de equilíbrio.

Nas células do nosso corpo, o  $\text{CO}_2$  é continuamente produzido como um produto terminal do metabolismo. Parte do  $\text{CO}_2$  dissolve-se no sangue, estabelecendo o equilíbrio:



Um ataque de histeria ou de ansiedade pode levar uma pessoa a respirar muito rapidamente. Essa hiperventilação acarreta a saída pelos pulmões de uma quantidade de  $\text{CO}_2$  maior do que sairia normalmente, o que provoca o deslocamento do equilíbrio para a esquerda, diminuindo a concentração de  $\text{H}^+$  e aumentando a alcalinidade (ou seja, reduzindo a acidez) do sangue. Esse processo é denominado alcalose respiratória.

## Termos e conceitos

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Efeito do íon não comum

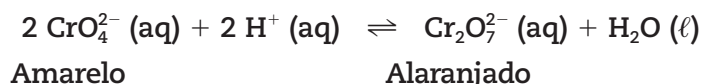
É o deslocamento de um equilíbrio químico promovido pela adição de um íon que não é comum a ele, mas que reage com um dos participantes, diminuindo sua concentração.

## Guia de estudo

## Adição de um íon não comum a um equilíbrio

Encontrei essas informações na(s) página(s)

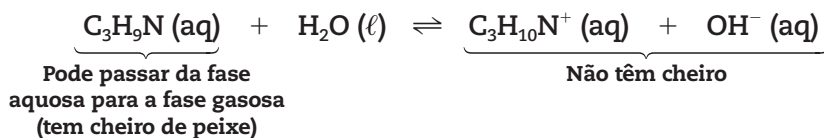
367

» Analise a reação a seguir e descreva o que ocorre com o equilíbrio cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) / dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) quando a ele é adicionada uma base.

A adição de  $\text{OH}^-$  desloca o equilíbrio para a esquerda, pois esse íon reage com  $\text{H}^+$ , diminuindo a concentração desse participante.

## Faça a conexão




» Utilize o que você aprendeu e a informação a seguir para explicar por que temperar um peixe com suco de limão reduz o cheiro típico exalado por ele. A trimetilamina ( $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ ) é uma das substâncias responsáveis pelo cheiro de peixe. Em meio aquoso, ela estabelece o equilíbrio:



O suco de limão é ácido. Seus íons  $\text{H}^+$  reagem com os íons  $\text{OH}^-$  (neutralização), reduzindo a  $[\text{OH}^-]$  e deslocando o equilíbrio para a direita, de acordo com o Princípio de Le Chatelier. Isso consome  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ , atenuando assim o cheiro exalado pelo peixe.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Apreendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Constante de ionização para ácidos e bases			
Relação entre a força de ácidos e a constante de ionização			
$K_a$ para ácidos com mais de um hidrogênio ionizável			
A Lei da Diluição de Ostwald			
Adição de um íon comum a um equilíbrio			
Adição de um íon não comum a um equilíbrio			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem ao ácido clorídrico, presente no suco gástrico. Sendo um ácido forte, o ácido clorídrico apresenta elevada constante de ionização ácida ( $K_a$ ), elevado grau de ionização ( $\alpha$ ), fornecendo soluções com alta concentração de  $H^+$ .

### Sintetize

» Identifique as principais informações sobre equilíbrio em soluções de eletrólitos presentes no capítulo.

• Quanto mais forte um ácido, maior será sua constante de ionização. Da mesma forma, quanto mais forte uma base, maior será sua constante de ionização.

• A Lei de Diluição de Ostwald relaciona  $K_a$  ou  $K_b$ , o grau de ionização e a concentração da solução de monoácido (ou monobase).

• Um equilíbrio iônico pode ser deslocado pela adição de um íon comum. Esse processo é denominado efeito do íon comum.

• A adição de um íon não comum pode deslocar um equilíbrio caso o íon reaja com algum dos participantes. Esse processo é denominado efeito do íon não comum.




# pH e pOH

**Seções:**

- 29.1 A concentração do solvente e a constante de equilíbrio
- 29.2 Produto iônico da água
- 29.3 Meio neutro, meio ácido e meio básico
- 29.4 As escalas de pH e pOH
- 29.5 Cálculo de pH de soluções de ácidos ou bases
- 29.6 Indicadores ácido-base

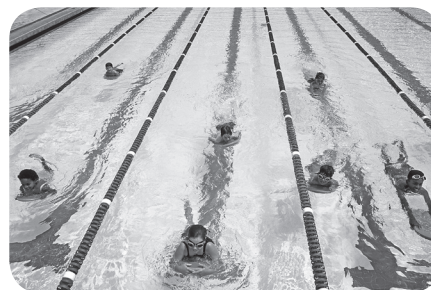
## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Concentração do solvente água no equilíbrio			
Produto iônico da água			
Meios neutro, ácido e básico			
Valores de pH e pOH			
pH de soluções de ácidos ou de bases			
Indicadores			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- meio aquoso praticamente neutro
- meio aquoso ácido
- meio aquoso muito básico (ou muito alcalino)
- potencial hidrogeniônico (pH)
- potencial hidroxiliônico (pOH)



BILL BACHMANN/ALAMY/OTHER IMAGES

**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---

## A CONCENTRAÇÃO DO SOLVENTE E A CONSTANTE DE EQUILÍBRIO

### PRODUTO IÔNICO DA ÁGUA

#### Termos e conceitos

autoionização da água

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Autoionização da água: equilíbrio que ocorre entre as moléculas de água (H<sub>2</sub>O) e os íons provenientes da sua ionização

(H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup>).

produto iônico da água

Produto iônico da água: nome da constante do equilíbrio de autoionização da água.

#### Guia de estudo

#### 1 Concentração do solvente água no equilíbrio

Encontrei essas informações na(s) página(s)

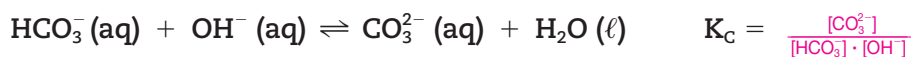
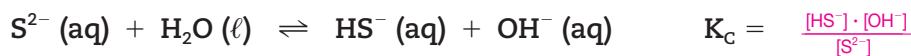
370

» Analise as afirmações abaixo e assinale V para as verdadeiras e F para as falsas. Depois, reescreva as falsas, corrigindo o que for necessário.

- V A quantidade de matéria em 1 L de água pura é, aproximadamente, igual a 56 mol.
- F A concentração da água só deve aparecer na expressão de K<sub>c</sub> se ela for o solvente da reação.
- V A concentração de um solvente permanece praticamente constante (mesmo que ele seja reagente ou produto de uma reação química).

**Reescrevendo:** A concentração da água, se ela for o solvente, não entra na expressão de K<sub>c</sub> (essa concentração está embutida no valor de K<sub>c</sub>).

» Obtenha as expressões de K<sub>c</sub> para os equilíbrios a seguir, lembrando que a concentração do solvente não entra nessa expressão.

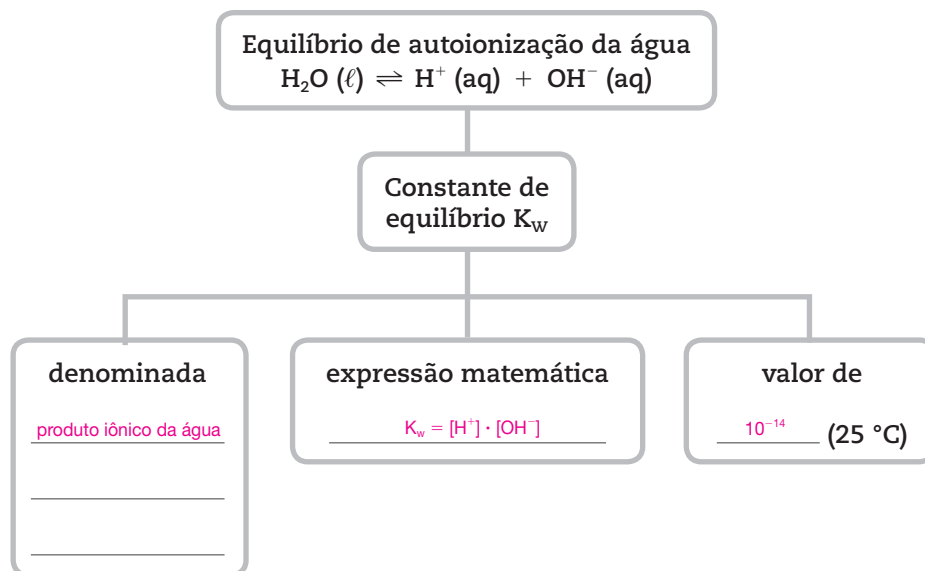


**2****Produto iônico da água**

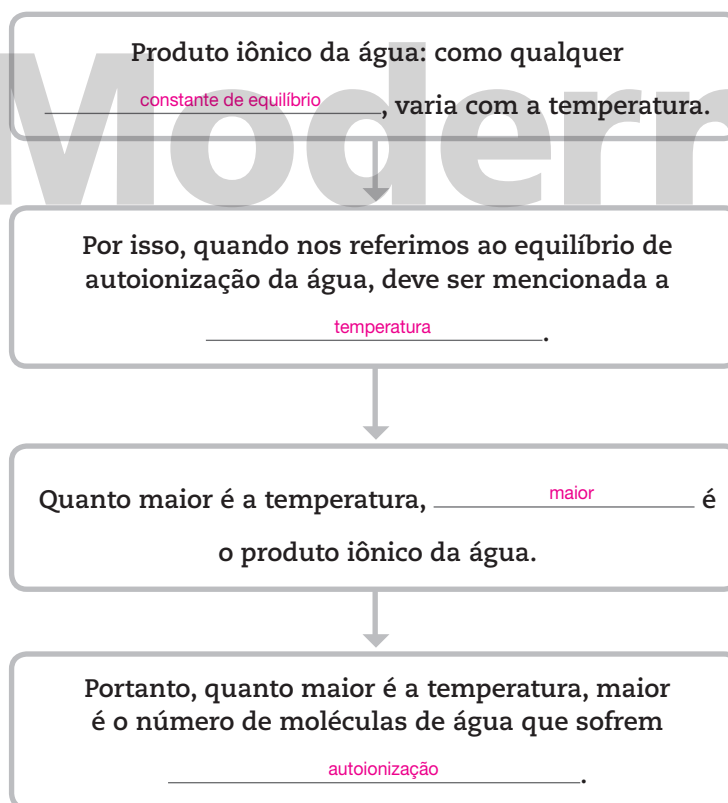
Encontrei essas informações na(s) página(s)

371 e 372

» **Caracterize** o equilíbrio de autoionização da água completando as informações sobre a constante  $K_w$  no diagrama abaixo.



» **Caracterize** a variação do produto iônico da água com a temperatura completando o diagrama abaixo.



## MEIO NEUTRO, MEIO ÁCIDO E MEIO BÁSICO

## Termos e conceitos

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

meio neutro

Meio neutro: meio aquoso em que a concentração, em mol/L, de íons  $H^+$  é igual à concentração, em mol/L, de íons  $OH^-$ .

meio ácido

Meio ácido: meio aquoso em que a concentração, em mol/L, de íons  $H^+$  é maior que a concentração, em mol/L, de íons  $OH^-$ .

meio básico

Meio básico: meio aquoso em que a concentração, em mol/L, de íons  $H^+$  é menor que a concentração, em mol/L, de íons  $OH^-$ .

## Guia de estudo

## Meios neutro, ácido e básico

» Nos exemplos abaixo, verifique os valores de  $[H^+]$  e  $[OH^-]$  faltantes e caracterize o meio aquoso como neutro, ácido ou básico.

Encontrei essas informações na(s) página(s) 372 e 373.

Solução	$[H^+]$	$[OH^-]$	Meio
Água pura	$10^{-7}$	$10^{-7}$	neutro
Vinagre	$10^{-3}$	$10^{-11}$	ácido
Café	$10^{-5}$	$10^{-9}$	ácido
Água sanitária	$10^{-11}$	$10^{-3}$	básico
Clara de ovo	$10^{-8}$	$10^{-6}$	básico

## Faça a conexão

» Uma das principais características da água mineral é o valor do pH. Pesquise por que o potencial hidrogeniônico da água mineral pode variar de uma fonte para outra.

O valor do pH das águas minerais naturais pode variar em função da passagem da água por rochas de diferentes composições. As fontes que conferem acidez às águas minerais naturais podem ser de diversas origens; por exemplo: a dissolução de sais de ferro ou alumínio e/ou a presença de gás carbônico na fonte tornam a água mais ácida. A alcalinidade característica de algumas fontes acontece devido à presença de bicarbonatos e carbonatos dissolvidos, que influenciam o pH da água.

## Termos e conceitos

potencial  
hidrogeniônico  
(pH)

potencial  
hidroxiliônico  
(pOH)

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Potencial hidrogeniônico: grandeza que expressa a acidez de um meio aquoso e que pode ser calculada pela

fórmula  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ .

Potencial hidroxiliônico: grandeza que expressa a acidez de um meio aquoso e que pode ser calculada pela

fórmula  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ .

## Guia de estudo

## Valores de pH e pOH

Encontrei essas informações na(s) página(s)

374 e 375

» Explique por que foi criado o conceito de pH completando os espaços abaixo.

O conceito de pH foi criado porque os valores da concentração de  $\text{H}^+$  são, geralmente, potências negativas de 10, e é muito mais prático trabalhar apenas com o expoente de 10 e de preferência com valor positivo.

» Relacione as concentrações hidrogeniônica e hidroxiliônica com os valores de pH e pOH, a 25 °C, completando os quadros abaixo com os sinais >, < ou =.

Meio neutro:  $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} = 7$   
 $[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pOH} = 7$

Meio ácido:  $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} < 7$   
 $[\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pOH} > 7$

Meio básico:  $[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} > 7$   
 $[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pOH} < 7$

» Relacione, nos diagramas, os valores de  $[\text{H}^+]$  e  $[\text{OH}^-]$  com o pH e pOH.

pH = x

$[\text{H}^+] = 10^{-x}$

pOH = y

$[\text{OH}^-] = 10^{-y}$

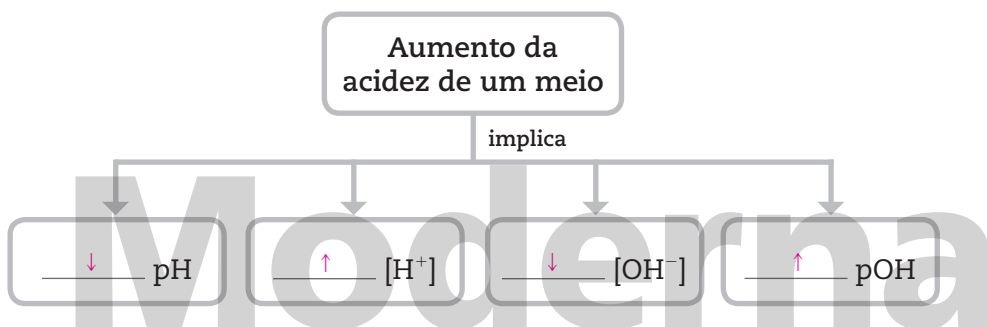
» Calcule os valores de  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$ , pH e pOH que faltam na tabela (25 °C) e complete-a.

Solução	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
Água pura	$10^{-7}$	$10^{-7}$	7	7
Vinagre	$10^{-3}$	$10^{-11}$	3	11
Suco de limão	$10^{-5}$	$10^{-9}$	5	9
Produto de limpeza	$10^{-11}$	$10^{-3}$	11	3

Encontrei essas informações na(s) página(s)

376

» Sinalize como variam pH,  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  e pOH com o aumento de acidez de determinado meio completando o diagrama com os símbolos ↑ (aumento) ou ↓ (diminuição).



### Faça a conexão

» Leia o texto *Acidez na chuva* do Conteúdo digital Moderna PLUS, disponível no site da editora, discuta as causas dessa acidez e cite os valores característicos do seu pH.

O pH da água da chuva em locais não poluídos é 5,6. Esse valor decorre da dissolução do  $CO_2$ , que estabelece o equilíbrio:



É considerada ácida a chuva que apresenta valores de pH menores que 5,6. Tais valores resultam da presença, na chuva, dos ácidos sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e nítrico ( $HNO_3$ ) ionizados.

Esses ácidos se formam em reações, na atmosfera, envolvendo óxidos de nitrogênio (NO e  $NO_2$ ) e óxidos de enxofre ( $SO_2$  e  $SO_3$ ), que, por sua vez, provêm de fontes poluidoras nas quais são queimados combustíveis fósseis.

## Guia de estudo

## pH de soluções de ácidos ou de bases

Encontrei essas informações na(s) página(s)

380 e 381

» Organize os passos que devem ser seguidos para calcular o pH e o pOH de soluções ácidas e básicas completando os diagramas a seguir.

Concentração de  $H^+$  em solução de monoácido forte

é expressa por

$$[H^+] = \alpha \cdot \eta$$

considerando  $\alpha = 100\%$

$$[H^+] = \eta$$

Concentração de  $H^+$  em solução de diácido forte

calculada por meio da estequiometria da reação de ionização

considerando  $\alpha = 100\%$

$$[H^+] = 2\eta$$

Concentração de  $H^+$  em solução de monoácido fraco

é expressa por

$$[H^+] = \alpha \cdot \eta$$

ou então por

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot \eta}$$

Concentração de  $OH^-$  em solução de monobase fraca

é expressa por

$$[OH^-] = \alpha \cdot \eta$$

ou então por

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot \eta}$$



## Termos e conceitos

faixa (ou zona) de viragem

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Faixa de pH na qual um indicador ácido-base sofre mudança de coloração.

## Guia de estudo

## Indicadores

Encontrei essas informações na(s) página(s)

384 e 385

» Indique, nas faixas de pH abaixo, as cores dos indicadores fenolftaleína e azul de bromotimol.



» Considerando as faixas de viragem de indicadores ácido-base apresentadas na tabela do livro-texto, verifique a viabilidade dos procedimentos propostos, responda sim ou não e justifique.

O alaranjado de metila poderia ser usado para diferenciar uma solução de pH = 2 de uma solução de pH = 5?

 sim não

Justificativa: A diferenciação é possível porque em pH = 2 o indicador ficará vermelho e, em pH = 5, amarelo.

O violeta de metila poderia ser usado para diferenciar uma solução de pH = 3 de uma solução de pH = 5?

 sim não

Justificativa: A diferenciação não é possível porque nas duas soluções o indicador ficará violeta.

O vermelho de metila poderia ser usado para diferenciar uma solução neutra de uma solução básica?

 sim não

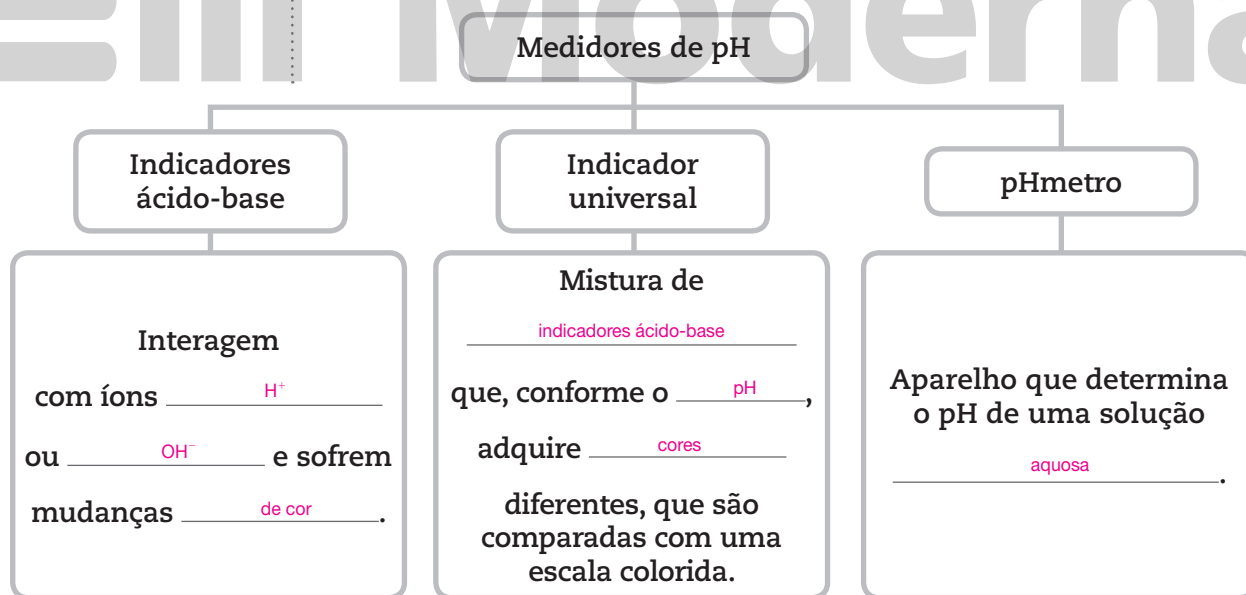
Justificativa: A diferenciação não é possível porque tanto em pH = 7 quanto em pH &gt; 7 o indicador ficará amarelo.

» Os indicadores ácido-base são substâncias utilizadas para se reconhecer a característica ácida ou básica de uma solução. Com base nos dados da tabela abaixo, **marque um X nas alternativas corretas.**

Indicador ácido-base	Coloração
Fenolftaleína	Incolor em $\text{pH} \leq 8,0$ ; rosa em $\text{pH} \geq 10,0$
Alaranjado de metila	Vermelho em $\text{pH} \leq 3,1$ ; amarelo em $\text{pH} \geq 4,4$
Vermelho de metila	Vermelho em $\text{pH} \leq 4,4$ ; amarelo em $\text{pH} \geq 6,2$
Azul de bromotimol	Amarelo em $\text{pH} \leq 6,0$ ; azul em $\text{pH} \geq 7,6$
Vermelho do congo	Azul em $\text{pH} \leq 3,0$ ; vermelho em $\text{pH} \geq 5,2$

- Uma solução que apresenta  $[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  tem coloração amarela com alaranjado de metila.
- Uma solução que apresenta  $[\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$  tem coloração amarela com azul de bromotimol.
- Um sabonete que apresenta  $[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$  tem coloração rosa com vermelho de metila.
- Uma água mineral que apresenta  $[\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  tem coloração vermelha com vermelho do congo.
- Uma solução que apresenta  $[\text{H}^+] = 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$  é incolor com fenolftaleína.

» Descreva meios de medir pH completando o diagrama a seguir.






### Faça a conexão

» Pesquise exemplos de frutas cujos sucos podem ser usados como indicadores ácido-base.

Os sucos de uva e o de amora podem ser utilizados como indicadores ácido-base. São avermelhados em pH baixo e azulados em pH alto.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Concentração do solvente água no equilíbrio			
Produto iônico da água			
Meios neutro, ácido e básico			
Valores de pH e pOH			
pH de soluções de ácidos ou de bases			
Indicadores			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem da piscina à necessidade de controle de pH (o que implica controle de pOH) para manter a qualidade da água. Uma piscina bem tratada deve ter, entre outras coisas, um pH estável na faixa de 7,2 a 7,8 (o ideal é 7,5), o que corresponde a um meio

aquoso praticamente neutro. Existem kits para a medida de pH de piscinas que possibilitam, também, medir a concentração de cloro na água, em partes por milhão (ppm).

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre pH e pOH.

- A concentração de um solvente permanece praticamente constante.
- O produto iônico da água, a 25 °C, vale  $10^{-14}$ .
- Um meio aquoso pode ser classificado em neutro (pH = 7), ácido (pH < 7) ou básico (pH > 7) comparando-se a concentração dos íons  $H^+$  e  $OH^-$ .
- A faixa de viragem de um indicador é a região de pH na qual ele muda de cor.




# Hidrólise salina

Seções:

- 30.1 Previsão do caráter ácido-básico de uma solução de sal
- 30.2 O conceito de hidrólise salina
- 30.3 Constante de hidrólise
- 30.4 Cálculo do pH de solução de sal

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
O caráter ácido-básico de uma solução de sal			
Hidrólise salina			
A constante de equilíbrio para as reações de hidrólise			
Cálculo do pH de uma solução salina			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- solução ácida
- solução básica
- solução neutra
- hidrólise
- osmose
- solução alcalina

Creme dental com bicarbonato de sódio

Papel de tornassol vermelho



ANDREW LAMBERT PHOTOGRAPHY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

## PREVISÃO DO CARÁTER ÁCIDO-BÁSICO DE UMA SOLUÇÃO DE SAL

### O CONCEITO DE HIDRÓLISE SALINA

**Termos e conceitos**

» Defina o termo ou conceito a seguir.

hidrólise salina

Processo em que o cátion e/ou o ânion proveniente(s) de um sal reage(m) com a água.

---



---



---



---



---

#### Guia de estudo

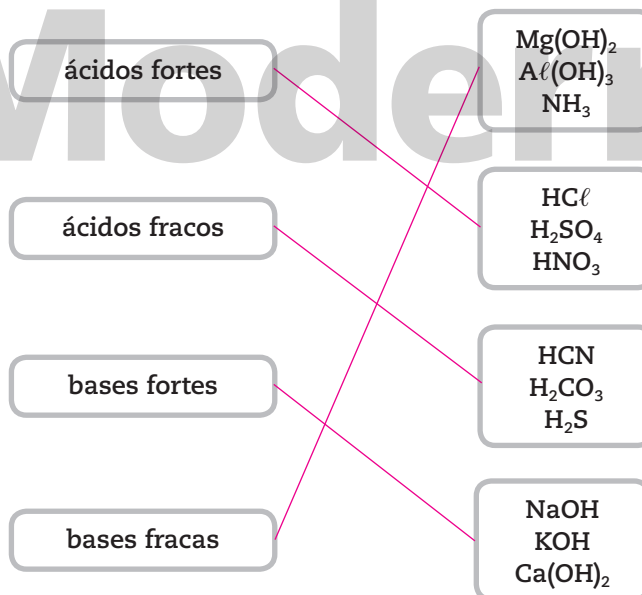
**1**

#### O caráter ácido-básico de uma solução de sal

Encontrei essas informações na(s) página(s)

388 e 389

» Identifique os ácidos e bases fortes e fracos, nos diagramas abaixo, relacionando a coluna da esquerda com a da direita.

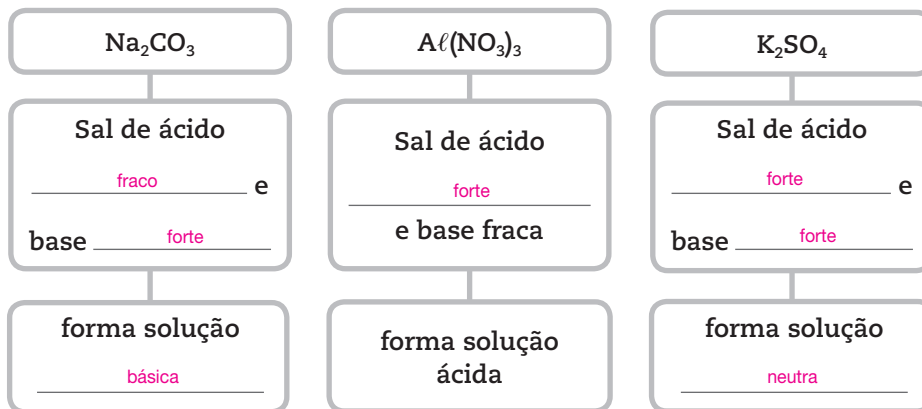


» Identifique, na tabela abaixo, se as soluções de sal têm caráter ácido, básico ou neutro e marque um X na opção mais adequada.

Sal	Solução ácida	Solução básica	Solução neutra
de ácido fraco e base forte		X	
de ácido forte e base fraca	X		
de ácido forte e base forte			X



» **Identifique** o caráter ácido-básico completando os diagramas a seguir.



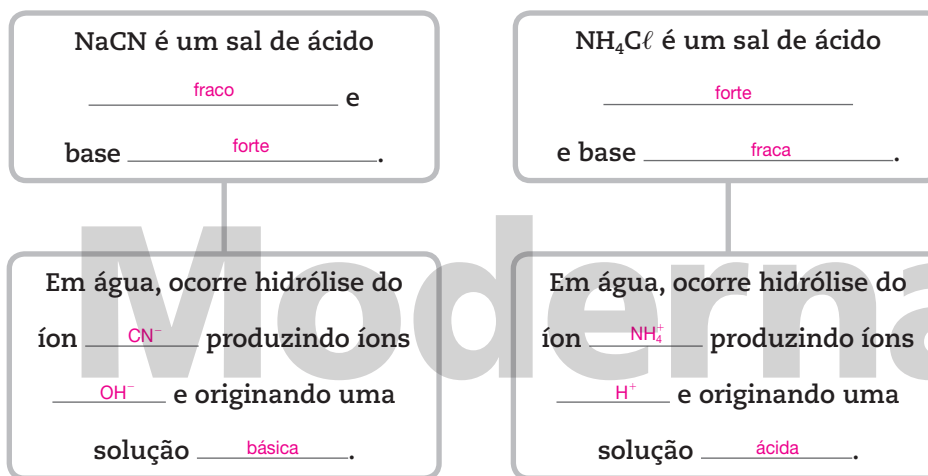
**2**

### Hidrólise salina

Encontrei essas informações na(s) página(s)

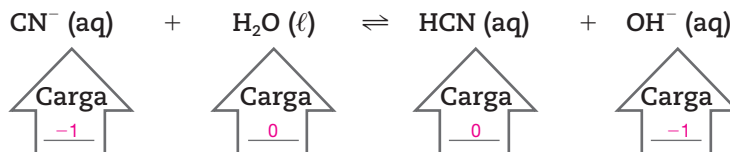
\_\_\_\_\_ 391 e 392 \_\_\_\_\_

» **Identifique** as informações referentes à hidrólise dos sais  $\text{NaCN}$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$  completando os diagramas abaixo.

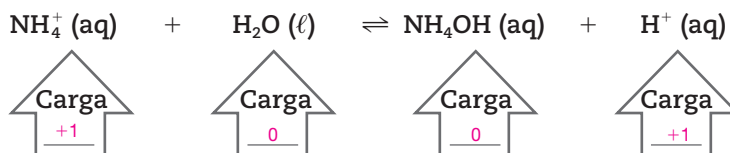


» Em uma equação química que envolve íons, a carga elétrica total de ambos os membros é igual. Considerando a conservação de carga elétrica, **preencha** as lacunas com as respectivas cargas elétricas.

Hidrólise de ânion (negativo) produz  $\text{OH}^-$



Hidrólise de cátion (positivo) produz  $\text{H}^+$

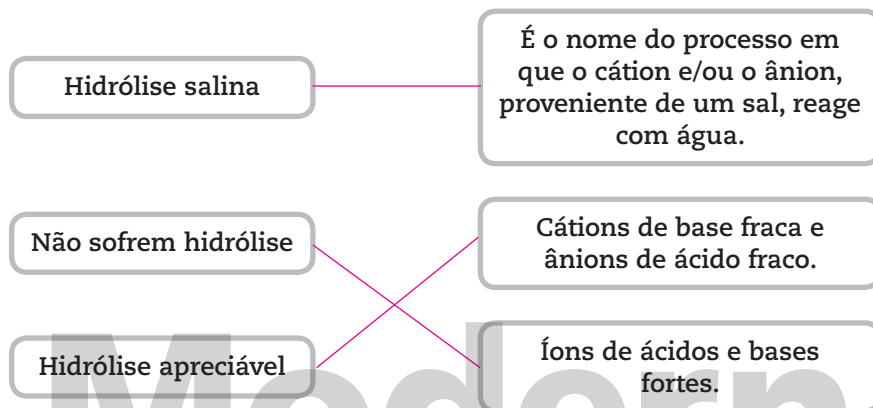


» Indique que tipo de solução os seguintes sais formam completando os quadros a seguir.

- $K_2S$  é um sal de ácido fraco e de base forte;
- $NH_4Br$  é um sal de ácido forte e de base fraca;
- $NaNO_3$  é um sal de ácido forte e de base forte.

$K_2S$ (aq)	$NH_4Br$ (aq)	$NaNO_3$ (aq)
Solução <u>básica</u>	Solução <u>ácida</u>	Solução <u>neutra</u>

» Relacione os diagramas da esquerda com as devidas informações sobre hidrólise à direita.



### Faça a conexão

» Relacione algumas das aplicações domésticas do sal bicarbonato de sódio e explique por que o carbonato de cálcio é utilizado na agricultura.

Aplicações domésticas do sal bicarbonato de sódio:

- antiácido para combater azia;
- em bochechos e gargarejos para neutralizar a acidez bucal, contribuindo para a cicatrização de aftas;
- na culinária, é usado para diminuir a acidez de molhos e, se adicionado à água de cozimento de vegetais, evita o descolorimento destes;
- em desodorantes, para neutralizar ácidos que causam cheiro de suor;
- na limpeza de geladeiras, para remover restos de alimentos ácidos.

Já o carbonato de cálcio (do calcário) sofre hidrólise salina produzindo meio básico. Por isso é muito utilizado na agricultura para reduzir o caráter ácido do solo.

**Termos e conceitos**

constante de hidrólise ( $K_h$ )

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Constante de hidrólise ( $K_h$ ): constante de equilíbrio para uma reação de hidrólise.

grau de hidrólise ( $\alpha$ )

Grau de hidrólise ( $\alpha$ ): grau de equilíbrio para a hidrólise.

**Guia de estudo**

**1**

**A constante de equilíbrio para as reações de hidrólise**

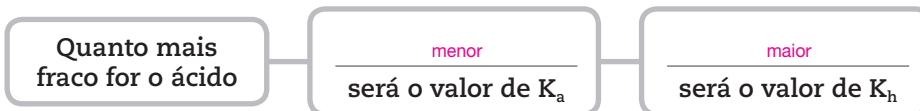
Encontrei essas informações na(s) página(s)

395

» Considerando as reações equacionadas na tabela abaixo, identifique as constantes como  $K_h$ ,  $K_w$  ou  $K_a$ .

Reações químicas	Constantes
$\text{CN}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\ell) \rightleftharpoons \text{HCN} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$	$K_h = \frac{[\text{HCN}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}$
$\text{H}_2\text{O} (\ell) \rightleftharpoons \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$	$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$
$\text{HCN} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{CN}^- (\text{aq})$	$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$

» Relacione a força do ácido com o valor da constante de hidrólise completando o organizador abaixo.



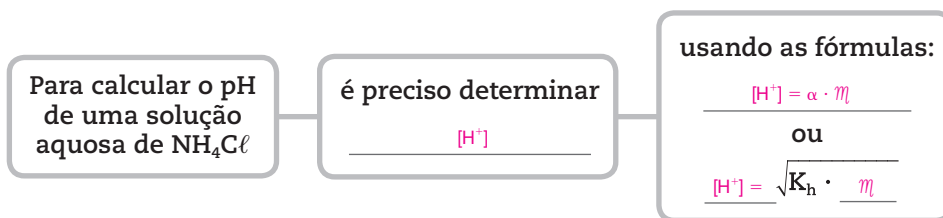
**2**

**Cálculo do pH de uma solução salina**

Encontrei essas informações na(s) página(s)




397

» Para calcular o pH de uma solução aquosa de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , identifique as informações necessárias e complete o diagrama abaixo.





» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
O caráter ácido-básico de uma solução de sal			
Hidrólise salina			
A constante de equilíbrio para as reações de hidrólise			
Cálculo do pH de uma solução salina			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe a imagem da pasta de dente que contém bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) ao caráter básico da

solução aquosa desse composto. Esse sal tem larga aplicação doméstica porque, ao sofrer hidrólise, produz solução levemente alcalina (ou básica).

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre a hidrólise salina.

- Podemos prever se a solução aquosa de um sal é ácida, básica ou neutra comparando a força do ácido e da base dos quais ele provém.
- Hidrólise salina é a reação do cátion e/ou do ânion de um sal com água.
- Para o cálculo do pH de uma solução salina, devemos considerar se há hidrólise do cátion ou do ânion.




# Solução-tampão

Seções:

- 31.1 O conceito de solução-tampão
- 31.2 Como funciona uma solução-tampão
- 31.3 O pH de uma solução-tampão

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Ação da solução-tampão			
Como funciona uma solução-tampão			
Características das soluções-tampão			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- ácido fraco
- plasma sanguíneo
- solução-tampão
- variação de pH



THAIS FALCÃO/OLHAR IMAGEM

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Termos e conceitos

» Defina o termo ou conceito a seguir.

solução-tampão  
(ou solução tamponada)

Solução que resiste bem às variações de pH quando nela introduzimos uma pequena quantidade de ácido ou de base.

## Guia de estudo

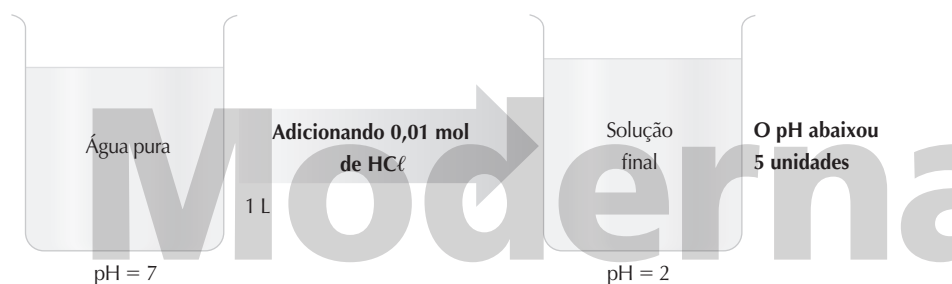
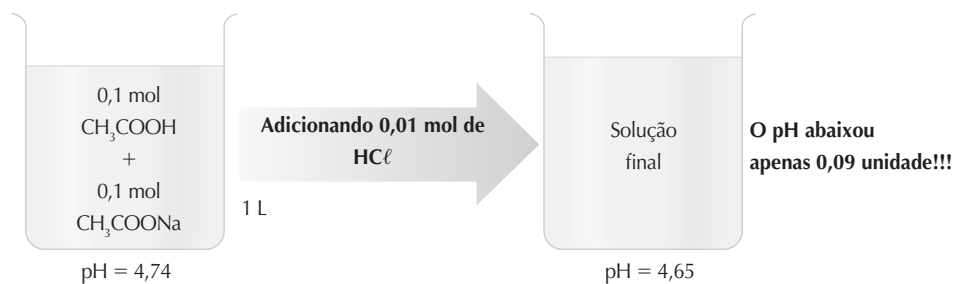
1

## Ação da solução-tampão

Encontrei essas informações na(s) página(s)

400

» Identifique as variações de pH após a adição de ácido clorídrico nas soluções abaixo completando os diagramas.

Pois a  $[H^+] = 10^{-7}$  mol/LPois a  $[H^+] = 10^{-2}$  mol/L

A solução contendo  $CH_3COOH$  e  $CH_3COONa$  impede que o pH diminua cinco unidades, quando o  $HCl$  é adicionado.

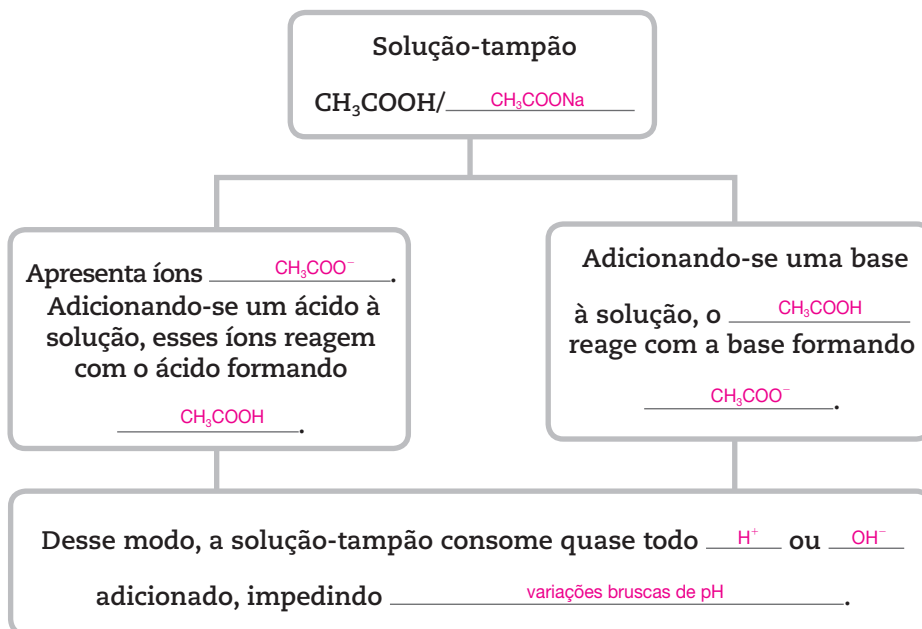
2

### Como funciona uma solução-tampão

Encontrei essas informações na(s) página(s)

401

» Descreva o funcionamento da solução-tampão citada abaixo completando o diagrama.



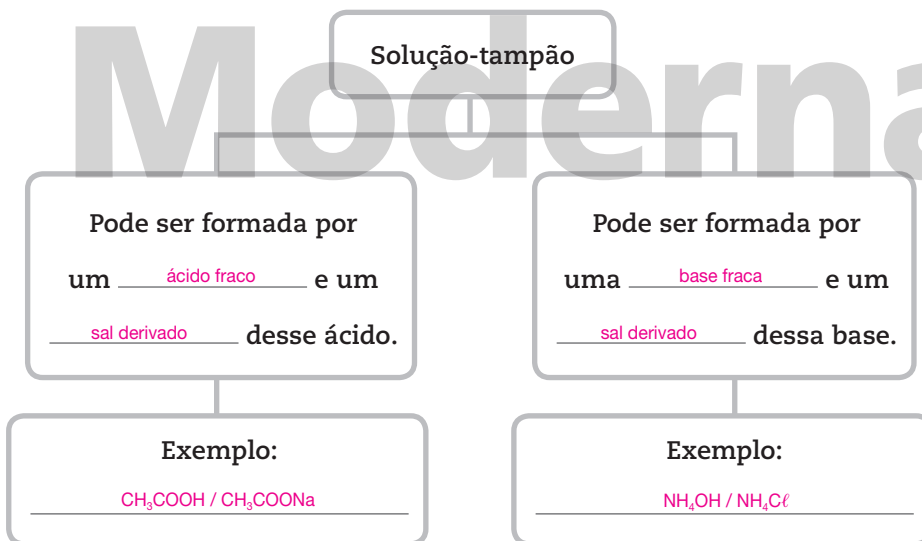
3

### Características das soluções-tampão

Encontrei essas informações na(s) página(s)

401

» Caracterize as soluções-tampão completando o diagrama a seguir.



» Considere as substâncias abaixo e marque um X na resposta correta.

- |                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| I. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | IV. $\text{H}_2\text{CO}_3$ |
| II. $\text{CH}_3\text{COONa}$        | V. $\text{CH}_3\text{COOH}$ |
| III. $\text{NH}_4\text{OH}$          |                             |

As duas substâncias que você usaria para preparar uma solução-tampão seriam:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> I e II            | <input type="checkbox"/> I e V  |
| <input type="checkbox"/> II e III          | <input type="checkbox"/> IV e V |
| <input checked="" type="checkbox"/> II e V |                                 |



» **Analise** as duas soluções preparadas em laboratório e, em seguida, **explique** o que ocorreu em cada uma delas.

1º caso: prepara-se 1 litro de solução aquosa misturando-se:	2º caso: prepara-se 1 litro de solução aquosa misturando-se:
0,1 mol de $\text{HNO}_2$ (ácido fraco) e 0,1 mol de $\text{NaNO}_2$ (sal desse ácido fraco)	0,1 mol de $\text{NH}_4\text{OH}$ (base fraca) e 0,1 mol de $\text{NH}_4\text{Cl}$ (sal dessa base fraca)
A solução obtida é uma solução-tampão <u>ácida</u> .	A solução obtida é uma solução-tampão <u>básica</u> .

### Justificativa:

1º caso: a solução é um tampão ácido, pois é uma solução preparada a partir de um ácido fraco e um sal do mesmo ácido.



2º caso: a solução é um tampão básico preparado a partir de uma base fraca e um sal da mesma base.






### Faça a conexão

» **Pesquise** sobre o pH do sangue e quais são as espécies químicas que atuam como tampão no plasma sanguíneo, que é a parte aquosa do sangue. Em seguida, cite os problemas que podem ocorrer, caso haja alterações significativas do pH do sangue.

O pH do sangue é tipicamente 7,4 e normalmente permanece na faixa de 7,35 a 7,45. Qualquer alteração significativa pode trazer graves consequências a muitos órgãos e até levar à morte. O organismo humano utiliza, entre outros mecanismos, as soluções-tampão para controlar o equilíbrio ácido-básico do sangue e as repentinas alterações da acidez. O mais importante tampão presente no sangue é o equilíbrio entre  $\text{CO}_2$  e  $\text{HCO}_3^-$ . O tampão  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$  e tampões que envolvem proteínas também atuam na manutenção do pH sanguíneo.

Uma anomalia em qualquer um desses mecanismos de controle do pH pode provocar duas importantes alterações no equilíbrio ácido-básico: a acidose e a alcalose. Valores de pH abaixo de 7,0 ou acima de 7,8 podem ser fatais.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Ação da solução-tampão			
Como funciona uma solução-tampão			
Características das soluções-tampão			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique que o medicamento é tamponado com o objetivo de provocar variações menores de pH no

estômago do paciente quando for ingerido, e que esse efeito de tamponamento ocorre porque, na composição do medicamento, há um ácido fraco e um sal derivado desse ácido.

### Sintetize

» Identifique as informações que você aprendeu sobre como funciona uma solução-tampão.

Uma solução-tampão tem como principal utilidade evitar variações bruscas no pH de uma solução quando pequena quantidade de um ácido

(ou de uma base) é adicionada a ela. Pode-se fazer uma solução-tampão com um ácido fraco e um sal dele derivado (ou uma base fraca e um

sal dela derivado).

# Aspectos conceituais dos equilíbrios heterogêneos

Seções:




32.1  $K_c$  e  $K_p$  para equilíbrios heterogêneos

32.2 Deslocamento de equilíbrios heterogêneos

32.3 Dissolução de gases em líquidos

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
O cálculo de $K_c$ e de $K_p$ em equilíbrios heterogêneos			
Efeitos das variações de pressão e temperatura sobre equilíbrios heterogêneos			
O Princípio de Le Chatelier aplicado a equilíbrios heterogêneos			
O equilíbrio químico e a solubilidade dos gases			
Influência da temperatura na solubilidade dos gases			
Influência da pressão na solubilidade dos gases			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- equilíbrio heterogêneo
- equilíbrio homogêneo
- Lei de Henry
- solubilidade de gases em líquidos
- Princípio de Le Chatelier



CHARLES D. WINTERS/PHOTO RESEARCHERS/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---

*Guia de estudo*

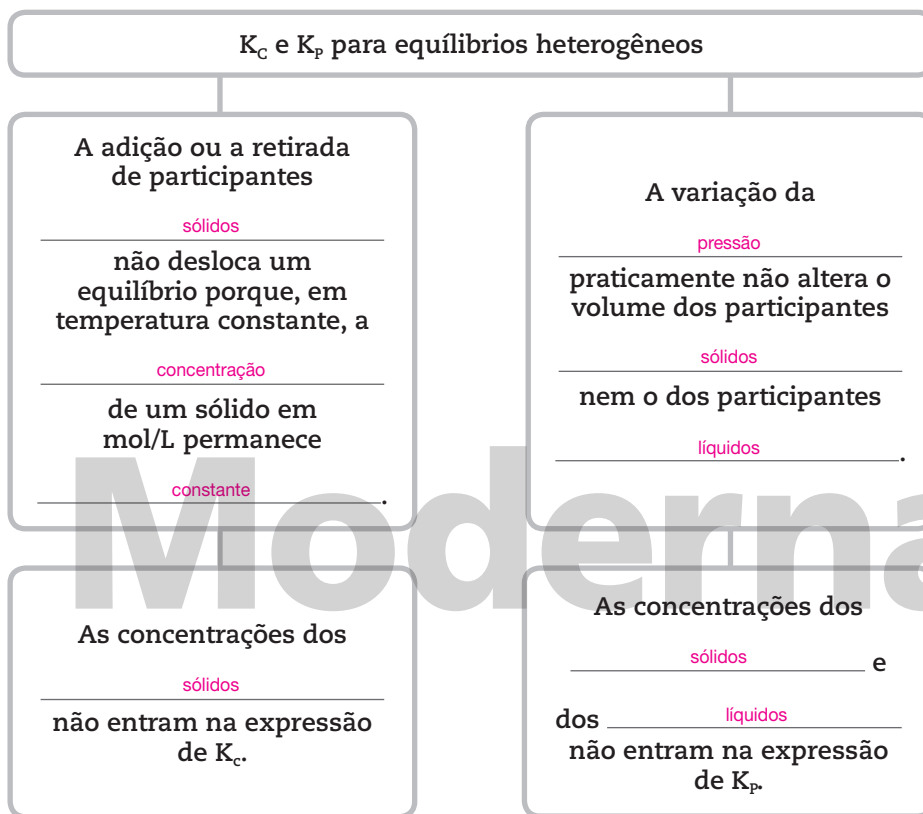
**1**

**O cálculo de K<sub>c</sub> e K<sub>p</sub> em equilíbrios heterogêneos**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

409 e 410

» Indique como o estado físico de cada participante de uma reação é levado em conta ao escrever a expressão das constantes K<sub>c</sub> e K<sub>p</sub> para equilíbrios heterogêneos completando o diagrama a seguir.



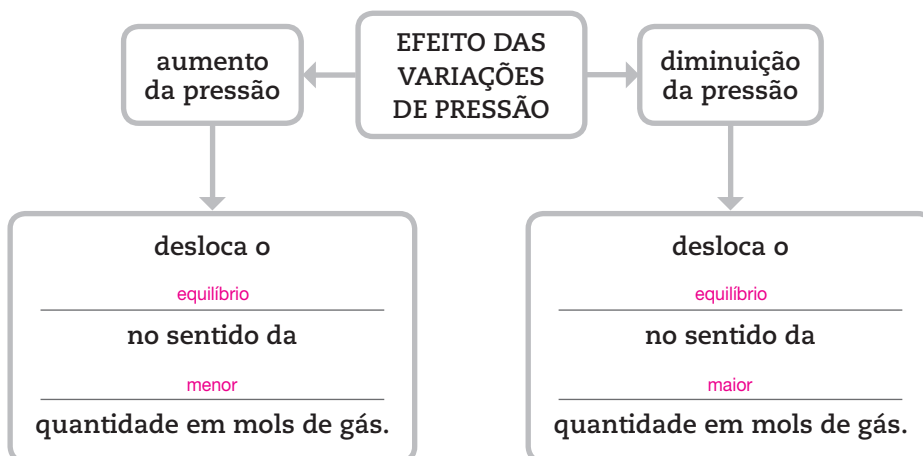
**2**

**Efeito das variações de pressão e temperatura sobre equilíbrios heterogêneos**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

413 a 415

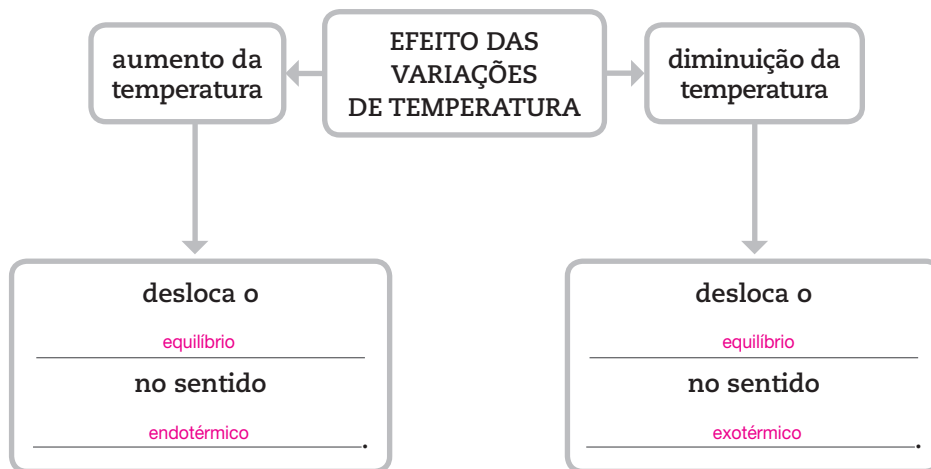
» Os equilíbrios químicos podem ser deslocados por variação de temperatura ou pressão. **Complete** os diagramas a seguir, considerando tais deslocamentos.





**3**  
**O Princípio de Le Chatelier aplicado a equilíbrios heterogêneos**

Encontrei essas informações na(s) página(s) 412 a 417.



» Marque com um X os campos da tabela que correspondem às alterações esperadas no equilíbrio representado abaixo, segundo o Princípio de Le Chatelier.



	Desloca o equilíbrio para a direita	Desloca o equilíbrio para a esquerda	Não provoca deslocamento do equilíbrio
Aumento de pressão do sistema		X	
Aumento da massa de grafite			X
Aumento da temperatura do sistema	X		

» Explique por que, em uma siderúrgica, o rendimento da reação de obtenção do ferro nunca é 100%.

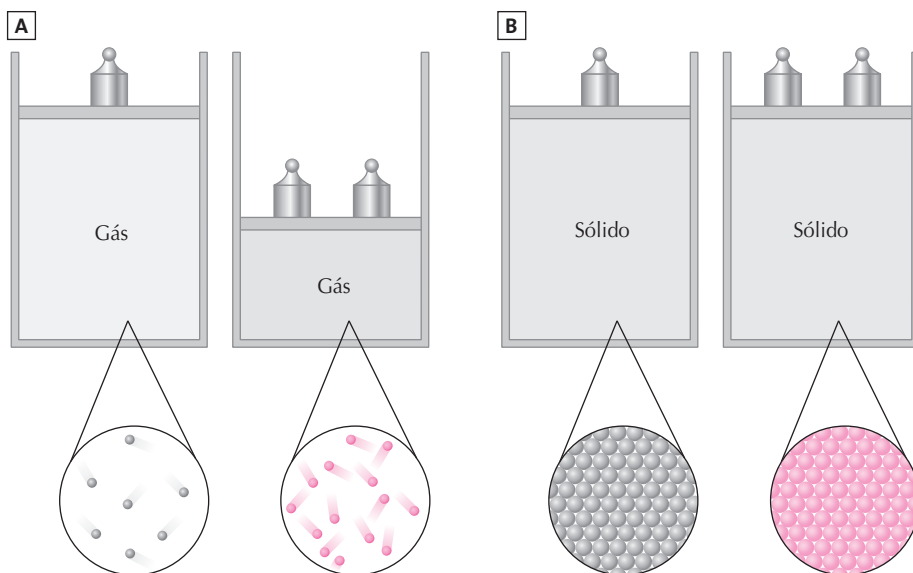
No alto-forno siderúrgico a redução de óxido de ferro é devida ao monóxido de carbono, de acordo com a equação:



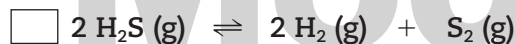
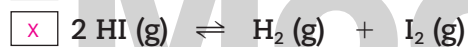
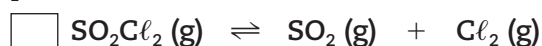
O gás que sai da chaminé contém uma considerável proporção de monóxido de carbono, ou seja, a redução de óxido de ferro é uma reação que entra em equilíbrio químico. Assim, o rendimento da reação de obtenção do ferro nunca é 100%.



» Analise os dois sistemas e, em seguida, represente o que ocorreu com as moléculas do gás e do sólido.



» A seguir são apresentados cinco equilíbrios químicos. Marque um X naquele que não sofre deslocamento com aumento de pressão.



### » Faça a conexão

» Pesquise como se formam as estalactites e estalagmites, relacionando esse processo com os conceitos vistos no capítulo.

Professor: estimule seus alunos a acessarem o Conteúdo digital Moderna PLUS, no qual há um texto intitulado "Estalactites, estalagmites e corais".

As estalactites e estalagmites são constituídas de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), devido ao deslocamento do equilíbrio heterogêneo:



A água subterrânea contém  $\text{CO}_2$  dissolvido. Ao passar por camadas do solo que contêm calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), as altas pressões do subsolo fazem com que maior quantidade de  $\text{CO}_2$  seja dissolvida na água, e o equilíbrio é deslocado para a direita, provocando a dissolução do calcário. O gotejamento dessa água dentro de uma caverna desloca o equilíbrio para a esquerda, pois nesse local a pressão é menor. Esse deslocamento do equilíbrio acarreta a formação de  $\text{CaCO}_3$  sólido, que constitui as estalactites e as estalagmites.

## Termos e conceitos

Lei de Henry

» Defina o termo ou conceito a seguir.

A solubilidade de um gás em um líquido, à temperatura constante, é proporcional à pressão do gás.

## Guia de estudo

1

## O equilíbrio químico e a solubilidade dos gases

Encontrei essas informações na(s) página(s)

417 e 418

» Analise o que acontece com a solubilidade do gás carbônico em bebidas gaseificadas, nos casos citados nas tabelas abaixo, escrevendo se ela aumenta ou diminui.

Temperatura	Solubilidade do CO <sub>2</sub>	Pressão	Solubilidade do CO <sub>2</sub>
aumenta	diminui	aumenta	aumenta
diminui	aumenta	diminui	diminui

» Explique o que se observa ao abrir uma garrafa de refrigerante completando a frase.

Ao destampar uma garrafa de refrigerante, ocorre súbita redução de pressão, que favorece a liberação do gás carbônico que está dissolvido na bebida. Se a bebida estivermuito gelada, a solubilidade do gás carbônico éalta e, conseqüentemente, a quantidade de gás que sairá nesse momento não será muito grande. Por outro lado,se a bebida estiver quente, a solubilidade do gáscarbônico será baixa e, por isso, haverá liberação de grande quantidade de gás, às vezes suficiente para que o líquido transborde da garrafa.

2

## Influência da temperatura na solubilidade dos gases

Encontrei essas informações na(s) página(s)

417

» Identifique a influência da temperatura na solubilidade do oxigênio em água completando as frases abaixo.

A pesca marinha é mais abundante em regiões de águas

frias, porque há mais gás oxigênio dissolvido na água. Já em mares e rios nos quais há despejo de água aquecida, feito principalmente por indústrias, ocorrea chamada poluição térmica, ou seja, umaumento da temperatura da água, o que pode provocara morte de peixes pela diminuição da quantidade degás oxigênio dissolvido na água.

3

### Influência da pressão na solubilidade dos gases

Encontrei essas informações na(s) página(s)

418

» **Caracterize** a influência da pressão na solubilidade do oxigênio em água, em temperatura constante, completando as afirmações abaixo.

Do ponto de vista ecológico, a concentração de oxigênio dissolvido na água é uma variável da maior importância para a manutenção

da vida terrestre. Quanto maior é a pressão, maior é a dissolução do oxigênio em água. Em regiões de baixa

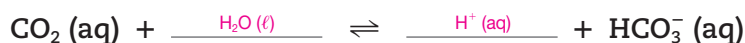
altitude, a pressão atmosférica é maior e, com isso,

mais oxigênio se dissolve na água. Contrariamente,

quanto maior é a altitude, menor será a solubilidade desse gás. Em águas subterrâneas, porém, embora a pressão seja elevada, a quantidade de oxigênio dissolvida na água é muito

menor, visto que essas águas não estão em contato direto com a atmosfera.

» **Resuma** o efeito das variações de pressão sobre o equilíbrio de  $\text{CO}_2$  em água completando o diagrama.



Quando a pressão **diminui** a concentração de  $\text{CO}_2$  (aq)

diminui e o equilíbrio se desloca para a

esquerda,

a acidez do meio

diminui

e o pH

aumenta.

Quando a pressão **aumenta** a concentração de  $\text{CO}_2$  (aq)

aumenta e o equilíbrio se desloca para a

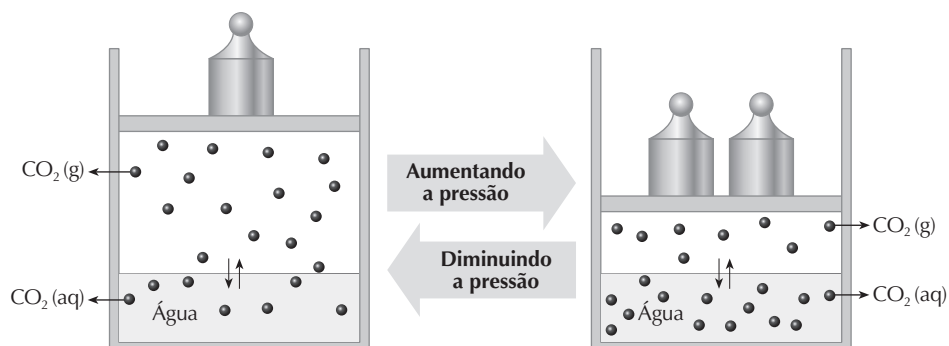
direita,

a acidez do meio




aumenta

e o pH

diminui.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
O cálculo de $K_c$ e de $K_p$ em equilíbrios heterogêneos			
Efeitos das variações de pressão e temperatura sobre equilíbrios heterogêneos			
O Princípio de Le Chatelier aplicado a equilíbrios heterogêneos			
O equilíbrio químico e a solubilidade dos gases			
Influência da temperatura na solubilidade dos gases			
Influência da pressão na solubilidade dos gases			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno reconheça que o refrigerante, assim como a chamada água mineral gasosa, é uma bebida que contém gases

dissolvidos em um líquido, sob determinada pressão, e se lembre de que a **solubilidade de gases em líquidos** varia segundo a **Lei de Henry**. Ao abrir

a tampa do refrigerante, ocorre liberação dos gases devido à diminuição da pressão dentro da garrafa. Esse fato deve-se ao deslocamento do **equilíbrio**

**heterogêneo**, de acordo com o **Princípio de Le Chatelier**.

### Sintetize

» **Identifique** as informações que você aprendeu sobre equilíbrio heterogêneo e os fatores responsáveis por sua alteração.

O equilíbrio heterogêneo é aquele no qual seus participantes encontram-se em mais de uma fase. O equilíbrio heterogêneo não é alterado pela adição ou retirada de um participante cuja concentração seja considerada constante. No entanto, alterações de pressão ou temperatura podem provocar o deslocamento do equilíbrio, segundo o princípio de Le Chatelier. Para o cálculo de  $K_c$ , a concentração dos sólidos não é incluída, e para o cálculo de  $K_p$ , somente são consideradas substâncias gasosas.

# Solubilidade e curva de solubilidade

Seções:

33.1 Solubilidade




33.2 Solubilidade e equilíbrio químico

33.3 Curvas de solubilidade

33.4 Solubilidade e temperatura

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Atingindo a solubilidade			
Classificando as soluções pela concentração de soluto			
Equilíbrio entre o sólido e os íons em solução			
Solubilidade e temperatura			
Alteração da solubilidade com a temperatura			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- solubilidade
- solução saturada
- equilíbrio heterogêneo
- solução não saturada
- corpo de fundo



SÉRGIO DOTTA, JR./THE NEXT

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

solubilidade ou coeficiente de solubilidade

Solubilidade ou coeficiente de solubilidade: máxima quantidade de uma substância que é possível dissolver em uma quantidade específica de solvente, em determinada pressão e temperatura, formando uma solução estável.

solução supersaturada

Solução supersaturada: solução que apresenta concentração superior à solubilidade e, por isso, não é estável.

germe de cristalização

Germe de cristalização: pequeno cristal do sólido que, adicionado a uma solução supersaturada, provoca a precipitação do excesso de soluto.

corpo de fundo (ou corpo de chão)

Corpo de fundo (ou corpo de chão): é o sólido não dissolvido que se acumula no fundo do recipiente em que está uma solução saturada.

**Guia de estudo**

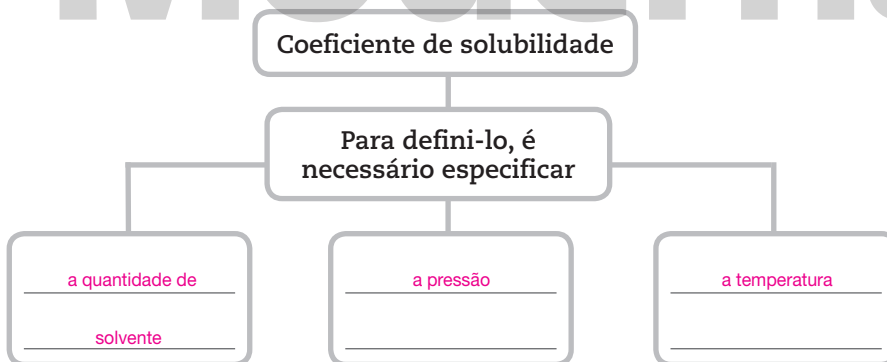
**1**

**Atingindo a solubilidade**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

422 e 423

» Cite as variáveis que devem ser especificadas para definir o coeficiente de solubilidade completando os quadros abaixo.



» Considerando a solubilidade do cloreto de potássio, **responda** às questões formuladas nos quadros abaixo, escrevendo **SIM** ou **NÃO**, e **conclua** o raciocínio apresentado na frase seguinte, completando as lacunas.

Solubilidade do  $KCl$  em  $H_2O$  (a  $20\text{ }^\circ C$ ): 34,0 g em 100,0 g de  $H_2O$

17,0 g de  $KCl$  em 50,0 g de  $H_2O$  a  $20\text{ }^\circ C$   $\xrightarrow{\text{Atinge a solubilidade?}}$  Sim

28,0 g de  $KCl$  em 120,0 g de  $H_2O$  a  $20\text{ }^\circ C$   $\xrightarrow{\text{Atinge a solubilidade?}}$  Não



68,0 g de  $KCl$  em 200,0 g de  $H_2O$  a 20 °C Atinge a solubilidade? Sim

18,0 g de  $KCl$  em 60,0 g de  $H_2O$  a 20 °C Atinge a solubilidade? Não

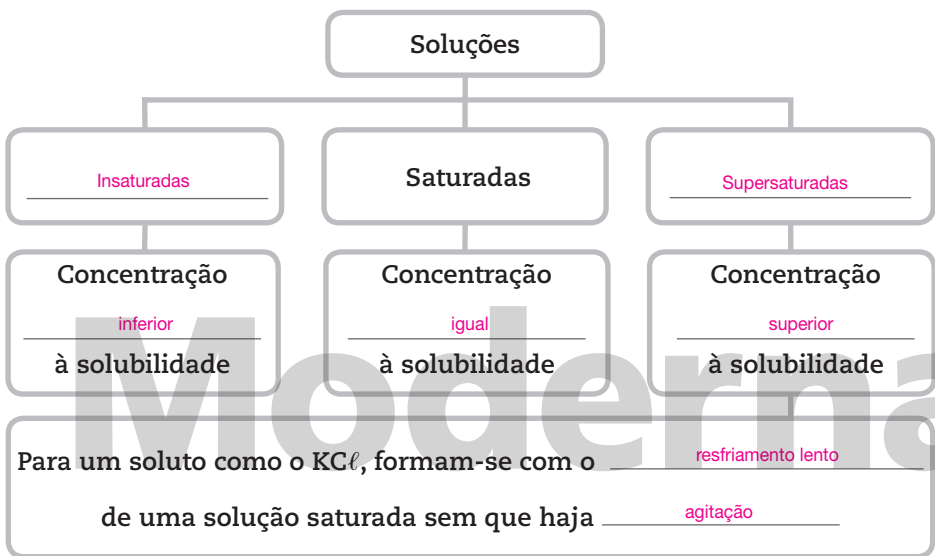
A solubilidade (ou o coeficiente de solubilidade) de uma substância varia com a temperatura e/ou com a pressão. Exemplificando, a solubilidade do  $KCl$ , à temperatura de 100 °C, é maior do que a 40 °C.

**2**

**Classificando as soluções pela concentração de soluto**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

423 e 424



» **Classifique** as soluções abaixo pela concentração de soluto presente completando a tabela a seguir.

Solução	Tipo de solução
Uma solução de $NaCl$ em $H_2O$ , a 50 °C, que contém exatamente 37,0 g de $NaCl$ por 100 g de $H_2O$ .	Solução <u>saturada</u>
Uma solução de $NaCl$ em $H_2O$ , a 50 °C, que contém uma quantidade inferior a 37,0 g de $NaCl$ por 100 g de $H_2O$ .	Solução <u>insaturada</u>
Dissolvem-se 39,0 g de $NaCl$ em 100 g de $H_2O$ a 100 °C. Deixa-se o sistema resfriar em repouso absoluto até 50 °C. O resultado é uma solução contendo 2,0 g de $NaCl$ dissolvidos acima do coeficiente de solubilidade nessa temperatura. Submetendo-se o sistema nessas condições a qualquer perturbação ou acrescentando-se um cristal de $NaCl$ , por menor que seja, imediatamente os 2,0 g em excesso se precipitam para o fundo do recipiente.	Antes da precipitação: Solução <u>supersaturada</u>  Após a precipitação: Solução <u>saturada</u>





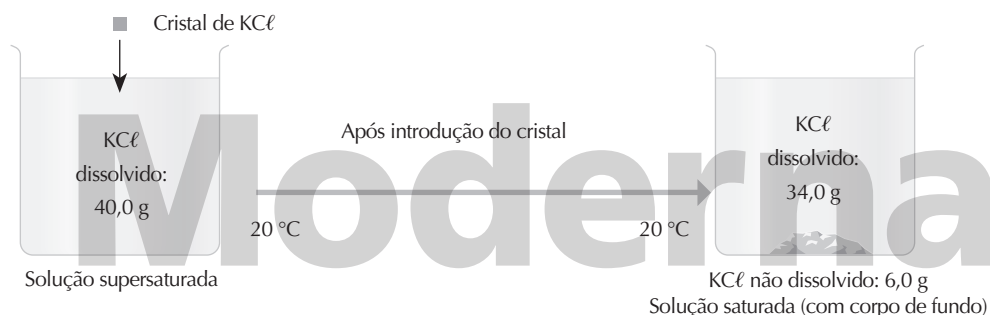
» **Suponha** que certa quantidade de  $KCl$  seja dissolvida em água quente até que se forme uma solução saturada, isto é, até que comece a formar corpo de chão. **Explique** o que acontece se essa solução for resfriada e **justifique**.

Com o resfriamento da solução, ocorre formação de mais  $KCl$  sólido, porque a solubilidade desse sal em água diminui com o resfriamento. (A supersaturação está descartada, porque há corpo de fundo.)

» **Enumere** as frases abaixo com (1) se for solução saturada e (2) se for solução insaturada.

- 1 Há sólido no fundo.
- 2 Dissolve mais do mesmo soluto.
- 2 Tem concentração inferior à solubilidade.

» **Suponha** que a introdução de um cristal em uma solução de  $KCl$  tenha ocasionado a formação de corpo de fundo, de acordo com a figura abaixo. **Explique** o motivo completando as frases a seguir.



Em uma solução supersaturada, a quantidade de soluto dissolvida em certa massa de solvente supera a solubilidade (na mesma temperatura). Soluções desse tipo são instáveis e qualquer perturbação ou a adição de um germe de cristalização provoca a precipitação da quantidade de soluto que está em excesso (em relação à solução saturada). Com isso, a solução se torna saturada e passa a haver corpo de fundo.

### Faça a conexão

» **Pesquise** sobre o soro caseiro e **avalie** a diferença de solubilidade das substâncias utilizadas.

É preparado dissolvendo-se  $3,5\text{ g}$  de  $NaCl$  e de  $40\text{ g}$  de açúcar em 1 litro de água. O açúcar possui solubilidade de  $60\text{ g}$  a cada  $100\text{ g}$  de água (a  $25^\circ C$ ), e o  $NaCl$ , de  $36\text{ g}$  a cada  $100\text{ g}$  de água (a  $25^\circ C$ ). Logo, o açúcar é mais solúvel que o cloreto de sódio.

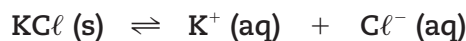
**Guia de estudo**

**Equilíbrio entre o sólido e os íons em solução**

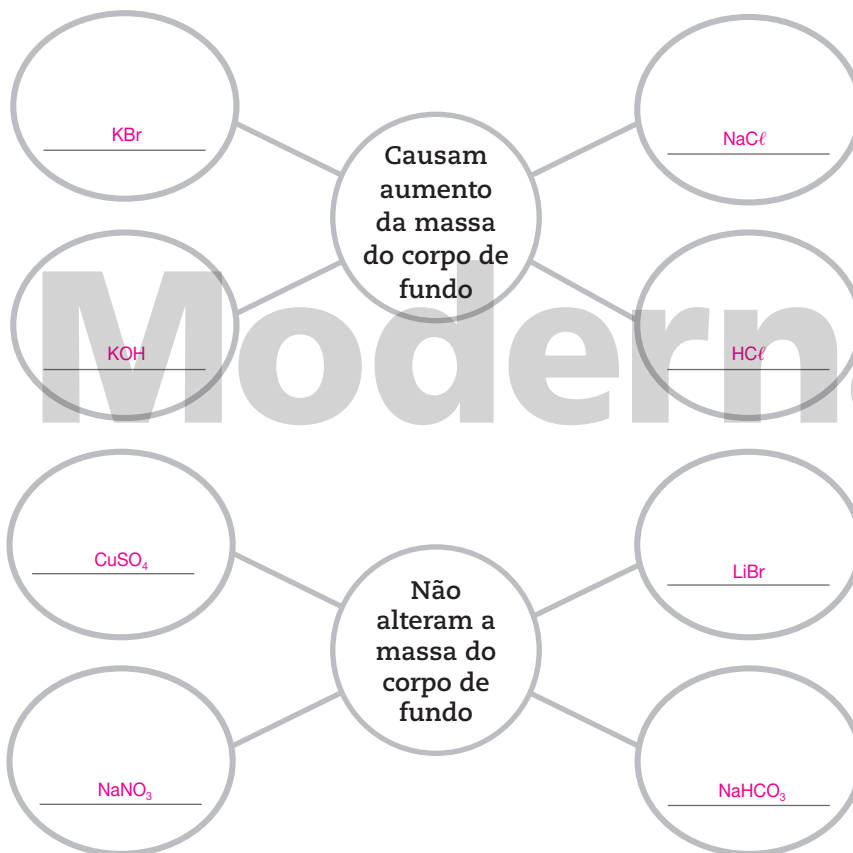
Encontrei essas informações na(s) página(s)

425

» Com base no equilíbrio representado abaixo, descreva o efeito provocado pela adição de uma pequena quantidade de cada substância listada no quadro a uma solução saturada de KCl, com corpo de fundo, completando o diagrama.



NaCl	CuSO <sub>4</sub>	NaNO <sub>3</sub>	KBr
LiBr	KOH	HCl	NaHCO <sub>3</sub>



**Faça a conexão**

» Descreva como podem ser preparadas uma solução insaturada e uma solução saturada de sal de cozinha.

A solução insaturada pode ser preparada com a adição de uma colher de café de sal de cozinha em um copo com água e agitação, de modo que não se observe corpo de fundo. Em seguida, para preparar a solução saturada, basta adicionar o sal até que não se consiga mais dissolvê-lo e então filtrar a solução.

**Termos e conceitos**

curva de solubilidade

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Gráfico da solubilidade em função da temperatura.

**Guia de estudo**

**1**

**Solubilidade e temperatura**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

427

» Analise as utilidades de uma curva de solubilidade completando o diagrama abaixo.



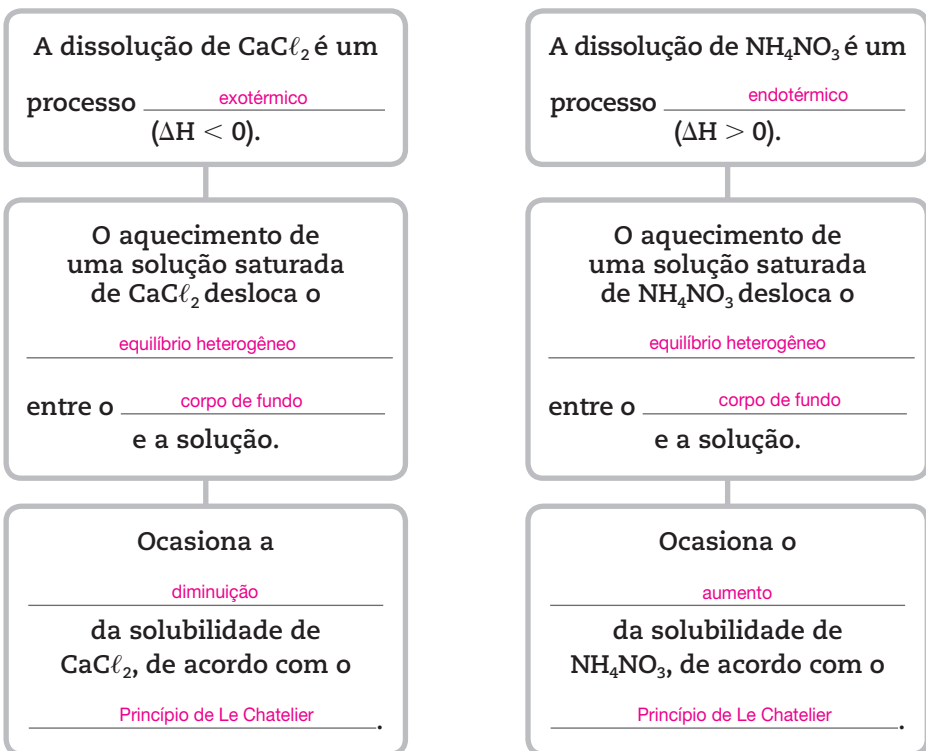
**2**

**Alteração da solubilidade com a temperatura**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

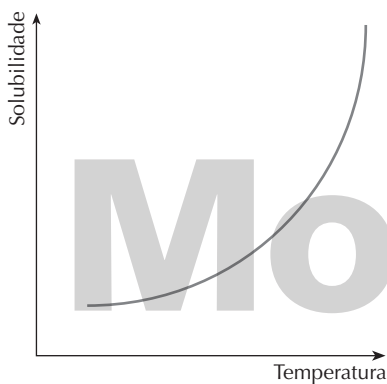
428

» A solubilidade de uma solução varia com a temperatura. Analise esta informação completando o diagrama a seguir.

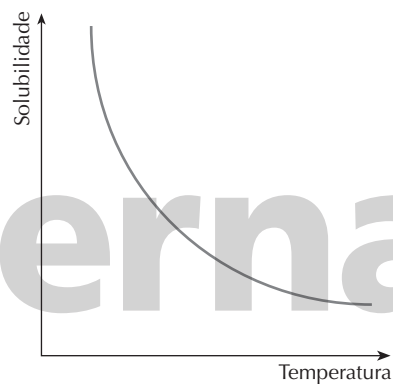


» Compare as solubilidades do cloreto de potássio e do carbonato de lítio, em várias temperaturas, e associe as soluções às curvas de solubilidade.

Comparação das solubilidades do $KCl$ e do $Li_2CO_3$ em várias temperaturas		
Temperatura (°C)	Solubilidade (g/100 g $H_2O$ )	
	$KCl$	$Li_2CO_3$
0	27,8	1,56
10	31,9	1,45
20	34,0	1,35
30	37,0	1,26
40	40,0	1,16
50	42,9	1,08



Solução de      $KCl$     



Solução de      $Li_2CO_3$     

### » Faça a conexão

» Explique por que é utilizada água quente para preparar o café.

O processo caseiro consiste na adição de água fervente ao pó de café, para que ocorra a extração de compostos. A mistura é filtrada com papel de filtro para retirar o que não foi dissolvido. A água quente é utilizada para aumentar a solubilidade de alguns componentes — como a cafeína, por exemplo. Esse processo de dissolução dos componentes é endotérmico.

---



---



---



---



---






---



---

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Atingindo a solubilidade			
Classificando as soluções pela concentração de soluto			
Equilíbrio entre o sólido e os íons em solução			
Solubilidade e temperatura			
Alteração da solubilidade com a temperatura			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique na foto uma solução saturada com corpo de fundo, configurando assim um equilíbrio heterogêneo.

Em uma solução saturada (na presença ou não de corpo de fundo), a concentração do soluto é igual à sua solubilidade.

### Sintetize

» Elabore um pequeno texto envolvendo os principais temas desenvolvidos no capítulo.

A solubilidade é definida como a concentração máxima (estável) de soluto que pode ser dissolvida em um solvente, a uma dada temperatura e pressão. Quando se dissolve um sólido em um líquido, a solução é considerada não saturada até que se atinja a solubilidade. Ao atingir a solubilidade, a solução é classificada como saturada.

Uma solução é supersaturada quando sua concentração é maior do que a solubilidade. Qualquer agitação ou adição de um germe de cristalização provocará a precipitação do excesso de soluto.

Se um sólido está em equilíbrio com os íons em solução, uma alteração de temperatura pode provocar o deslocamento do equilíbrio.

O aquecimento provoca o aumento da solubilidade, caso a dissolução do soluto seja endotérmica ( $\Delta H > 0$ ); se for exotérmica ( $\Delta H < 0$ ), a solubilidade diminui com o aquecimento.




# Produto de solubilidade

**Seções:**

- 34.1 O conceito de produto de solubilidade
- 34.2 Não confunda “solubilidade” com “produto de solubilidade”
- 34.3 Usando o  $K_s$  para decidir se uma solução é saturada ou não
- 34.4 O efeito do íon comum na solubilidade
- 34.5 Uma representação gráfica para o  $K_s$

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
O produto de solubilidade $K_s$			
Diferença entre solubilidade e $K_s$			
Relacionando o $K_s$ com o tipo de solução			
O efeito do íon comum			
Representação gráfica do $K_s$			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- solubilidade
- conceito de  $K_s$
- equilíbrio homogêneo
- Princípio de Le Chatelier



INGA SPENCE/ALAMY/OTHER IMAGES

**Justifique suas escolhas.**

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---

## O CONCEITO DE PRODUTO DE SOLUBILIDADE

## NÃO CONFUNDA “SOLUBILIDADE” COM “PRODUTO DE SOLUBILIDADE”

USANDO O  $K_s$  PARA DECIDIR SE UMA SOLUÇÃO É SATURADA OU NÃO

## Termos e conceitos

produto de solubilidade

» Defina o termo ou conceito a seguir.

Constante de equilíbrio para um processo do tipo sólido iônico  $\rightleftharpoons$  solução saturada.

## Guia de estudo

1

O produto de solubilidade  $K_s$ 

Encontrei essas informações na(s) página(s)

432

» Escreva a equação que representa o equilíbrio entre o sólido e seus íons dissolvidos em água para cada composto listado na tabela abaixo e a expressão do respectivo  $K_s$ .

Composto	Equilíbrio químico	$K_s$
BaF <sub>2</sub>	$\text{BaF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^{-}(\text{aq})$	$K_s = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^{-}]^2$
Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$	$K_s = [\text{Mg}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2$
Fe(OH) <sub>3</sub>	$\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^{-}(\text{aq})$	$K_s = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^{-}]^3$
AgCl	$\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	$K_s = [\text{Ag}^{+}] \cdot [\text{Cl}^{-}]$
CaCO <sub>3</sub>	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$

2

Diferença entre solubilidade e  $K_s$ 

Encontrei essas informações na(s) página(s)

433

» Diferencie solubilidade de produto de solubilidade ( $K_s$ ) completando o diagrama abaixo.

Produto de solubilidade

:  
constante de equilíbrio entre um sólido iônico e seus íons, na solução saturada.

Solubilidade

:  
máxima concentração de soluto que se dissolve a uma dada temperatura.

Embora sejam grandezas distintas, elas estão correlacionadas, e o valor de uma delas pode ser usado para calcular o valor da outra.

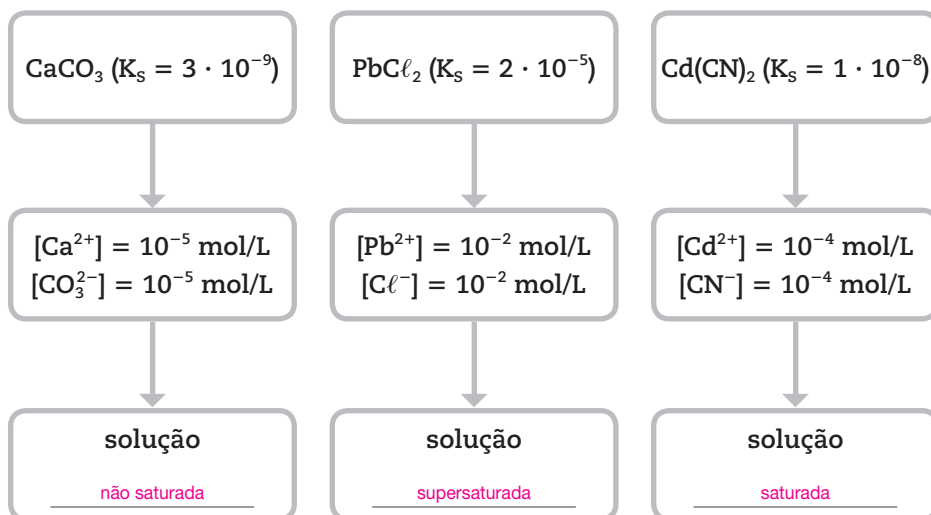
3

### Relacionando o $K_s$ com o tipo de solução

Encontrei essas informações na(s) página(s)

435

» Analise os valores de  $K_s$  dos seguintes compostos, considerando as concentrações fornecidas, e preveja o tipo de solução obtida.



» Considere três soluções de  $\text{BaSO}_4$  a 25 °C ilustradas abaixo e os respectivos valores de concentração dos íons bário e sulfato. Identifique a solução saturada, a não saturada e a supersaturada, sabendo que o produto de solubilidade do  $\text{BaSO}_4$  a 25 °C vale  $1 \cdot 10^{-10}$ .

$[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-6} \text{ mol/L}$ $[\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-6} \text{ mol/L}$	$[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-5} \text{ mol/L}$ $[\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-5} \text{ mol/L}$	$[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-4} \text{ mol/L}$ $[\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-4} \text{ mol/L}$
$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-6} \cdot 10^{-6}$ $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-12} < K_s$	$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-5} \cdot 10^{-5}$ $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-10} = K_s$	$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-4} \cdot 10^{-4}$ $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-8} > K_s$
Solução não saturada	Solução saturada	Solução supersaturada

### Faça a conexão

» Pesquise como são formados os cálculos renais e relacione com a solubilidade e  $K_s$ .

Os cálculos renais mais comuns são partículas sólidas formadas por oxalato de cálcio, composto de baixa solubilidade e baixo

$K_s$ . O valor do produto de solubilidade do oxalato de cálcio, à temperatura ambiente, é de  $1,3 \cdot 10^{-9}$ . Formam-se nos rins por

precipitação a partir de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  dissolvidos no plasma sanguíneo. Cálculos renais podem ser eliminados pela urina

(causando dores e propiciando infecções urinárias) ou permanecer depositados nos rins, devido à sua baixa solubilidade.



Guia de estudo

1

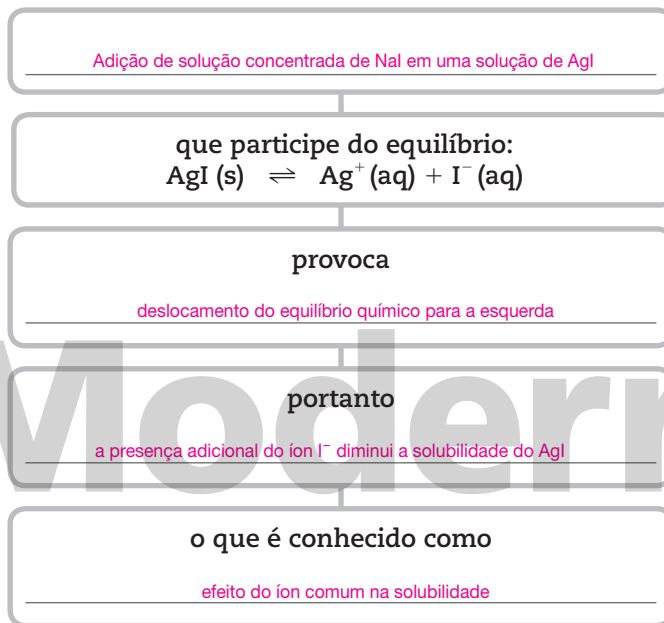
O efeito do íon comum

Encontrei essas informações na(s) página(s)

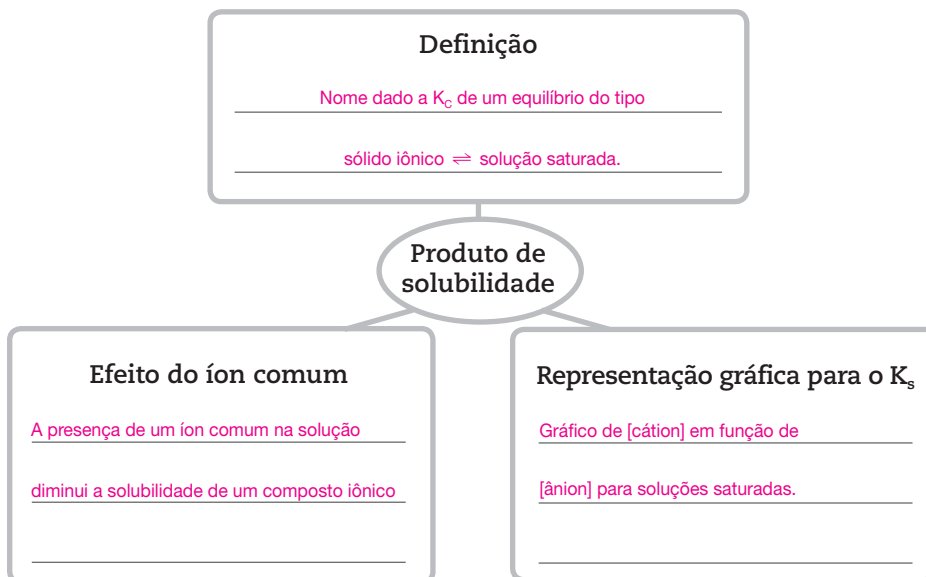
437

» Ordene as frases abaixo nos quadros, de acordo com o efeito do íon comum na solubilidade do iodeto de prata.

- a presença adicional do íon  $I^-$  diminui a solubilidade do AgI
- efeito do íon comum na solubilidade
- deslocamento do equilíbrio químico para a esquerda
- adição de solução concentrada de NaI em uma solução de AgI



» Defina o conceito de produto de solubilidade completando o quadro abaixo.

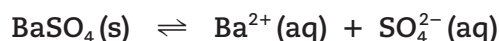


## Representação gráfica do $K_S$

Encontrei essas informações na(s) página(s)

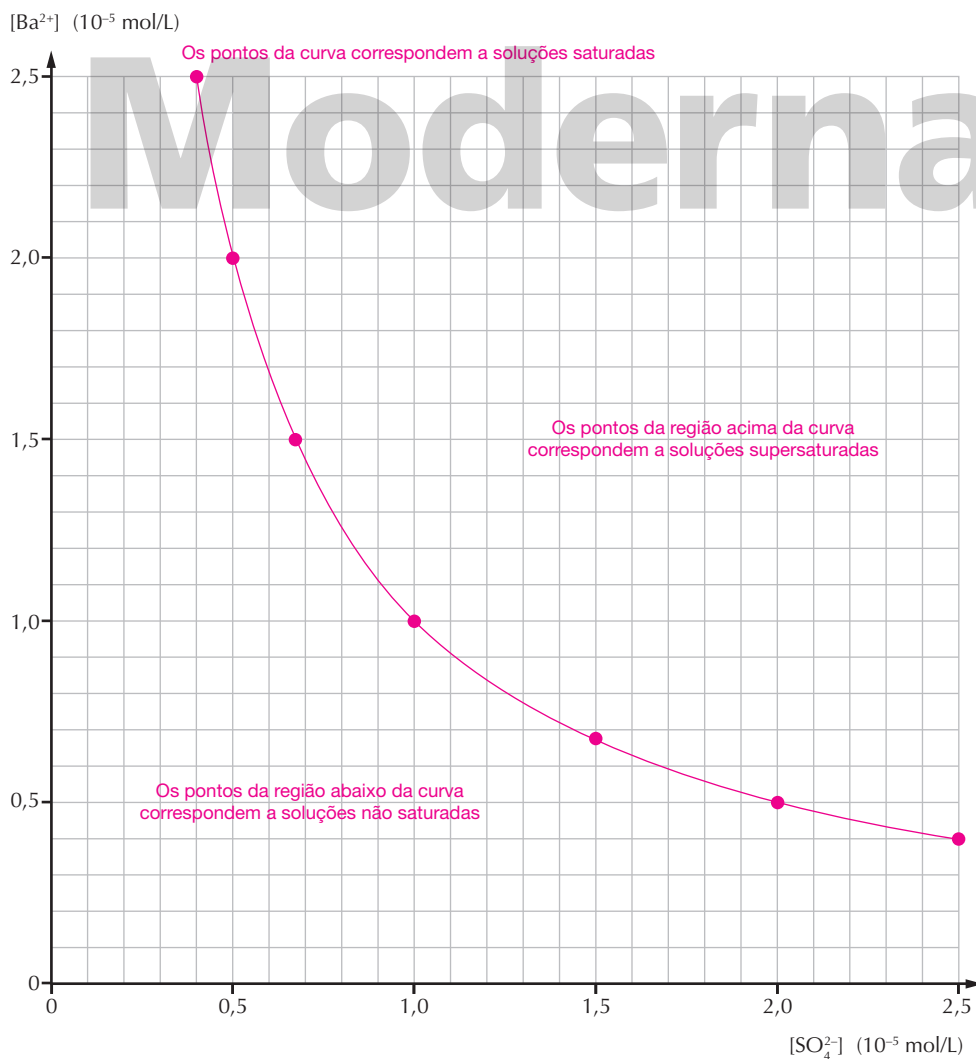
438

» Construa um gráfico de  $[Ba^{2+}]$  em função de  $[SO_4^{2-}]$  para uma solução saturada de  $BaSO_4$  e indique as regiões em que se encontram as soluções não saturada, saturada e supersaturada. Considere o  $K_S$  do  $BaSO_4 = 1,0 \cdot 10^{-10}$ .

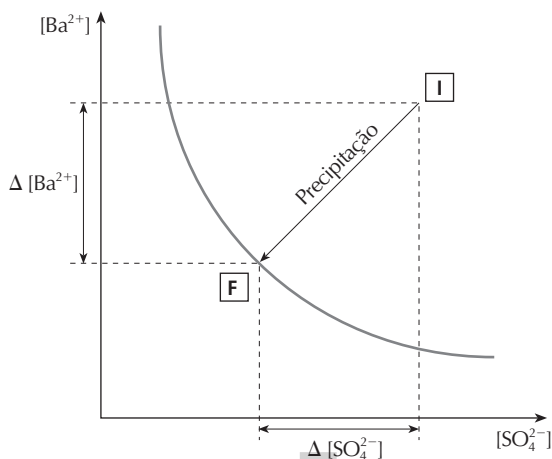
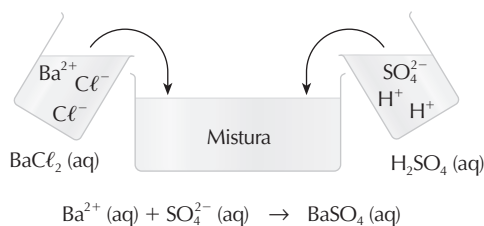


Sendo  $[Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 1,0 \cdot 10^{-10}$  e considerando alguns valores possíveis de  $[Ba^{2+}]$  e  $[SO_4^{2-}]$  em uma solução saturada, temos:

$K_S = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$	$[Ba^{2+}]/mol \cdot L^{-1}$	$[SO_4^{2-}]/mol \cdot L^{-1}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-6}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
$1,0 \cdot 10^{-10}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$



» Com base na reação ilustrada abaixo e no produto de solubilidade representado no gráfico, marque um X nas alternativas corretas.



- O ponto I representa uma solução momentaneamente supersaturada.
- O ponto I pode representar uma solução obtida logo após misturar uma solução contendo íons de bário e outra contendo íons de sulfato.
- A seta corresponde à modificação das concentrações desses íons na solução, durante a precipitação.
- Ao precipitar o sulfato de bário, cada íon bário se combina com dois íons sulfato.
- O ponto F não representa a situação final.
- O ponto F representa a solução saturada com corpo de fundo, obtida após a precipitação.

### Faça a conexão

» Explique por que os médicos recomendam a diminuição do consumo de alguns alimentos para evitar a formação de cálculos renais.

Alguns médicos recomendam a diminuição do consumo de alimentos que contenham, por exemplo, cálcio ou oxalato. Isso reduz a  $[\text{Ca}^{2+}]$  e a  $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$  no sangue, evitando que se atinja o  $K_s$  do  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  e que se formem cálculos renais por precipitação desse composto.

---






---



---

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
O produto de solubilidade $K_s$			
Diferença entre solubilidade e $K_s$			
Relacionando o $K_s$ com o tipo de solução			
O efeito do íon comum			
Representação gráfica do $K_s$			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique que os sais, como o  $\text{CaCO}_3$ , contido na casca do ovo, envolvem o conceito de produto de solubilidade e formam um equilíbrio heterogêneo (possuem baixa solubilidade). Sua constante é representada por  $K_s$ , conhecida como **produto de solubilidade**. O equilíbrio entre o sólido e seus íons obedece ao **Princípio de Le Chatelier**.

### Sintetize

» Identifique resumidamente as informações que você aprendeu sobre produto de solubilidade.

- O produto de solubilidade é a  $K_c$  para o equilíbrio entre sólido iônico e íons na solução saturada.
- É possível deduzir uma relação entre o  $K_s$  e a solubilidade em mol/L.
- Sendo conhecidos o  $K_s$  e as concentrações em mol/L de íons em solução, pode-se determinar se essa solução é saturada, não saturada ou supersaturada.
- A solubilidade de um composto iônico é diminuída pela presença de um íon comum.
- A representação gráfica do  $K_s$  nos ajuda a compreender a ocorrência de precipitação quando determinadas soluções são misturadas.




# Decaimentos radioativos

Seções:

- 35.1 A descoberta da radioatividade
- 35.2 Radioatividade é um fenômeno nuclear
- 35.3 Estudo das emissões alfa, beta e gama
- 35.4 Poder de penetração das radiações
- 35.5 Efeitos biológicos da radiação ionizante
- 35.6 Detecção da radiação

## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
A descoberta da radioatividade			
Reação nuclear			
Radiações $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$			
Radioatividade e saúde			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- radioatividade
- partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  e raios  $\gamma$
- alteração genética
- radioterapia
- ionização de moléculas



HEALTH PROTECTION/SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---



---





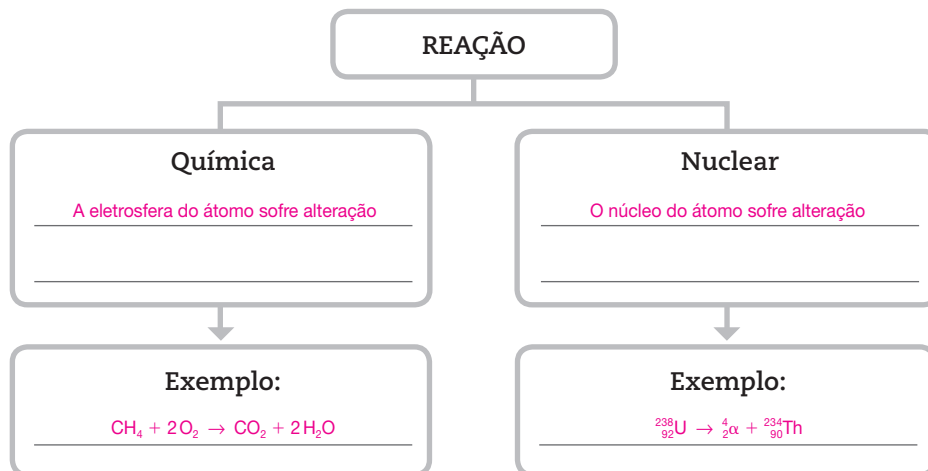
2

## Reação nuclear

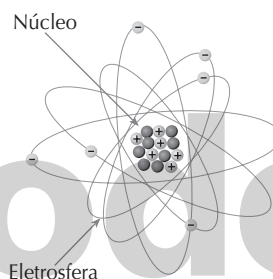
Encontrei essas informações na(s) página(s)

446

» Diferencie reação química de reação nuclear e cite exemplos completando o diagrama abaixo.



» Complete as frases sobre reações nucleares considerando a imagem representativa de um átomo.



As reações químicas estão relacionadas à eletrosfera. Antes e depois delas, os átomos estão unidos de maneira diferente e essa união envolve os elétrons. Já uma reação nuclear provoca alterações no núcleo do átomo. Isótopos são átomos com mesmo número atômico e diferentes números de massa. A palavra isótopo, além desse significado, pode também ser usada como sinônimo da palavra nuclídeo.

### Faça a conexão

» Pesquise eventos ou fatos que tenham sido divulgados nos meios de comunicação que façam menção à radioatividade.

Os impactos positivos e negativos da radioatividade têm sido explorados pela mídia ao longo dos anos, desde a sua descoberta. Entre os pontos positivos, pode-se citar a evolução da medicina nuclear para a obtenção de diagnósticos. Além disso, a radiação é utilizada para calcular a idade de fósseis com o teste do carbono-14, método mais conhecido como datação por carbono-14. Entre os efeitos negativos estão as aplicações bélicas e os acidentes nucleares em que há vazamento de materiais radioativos para o meio ambiente, que já causaram a morte de milhares de pessoas.

Termos e conceitos

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

radiação  $\alpha$

Radiação  $\alpha$ : partículas constituídas por dois prótons e dois nêutrons.

radiação  $\beta$

Radiação  $\beta$ : elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável.

radiação  $\gamma$

Radiação  $\gamma$ : ondas eletromagnéticas emitidas por núcleos instáveis logo em seguida à emissão de partículas  $\alpha$  ou  $\beta$ .

Guia de estudo

1

» Represente as radiações  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  utilizando a tabela abaixo.

Radiações  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$

Encontrei essas informações na(s) página(s)

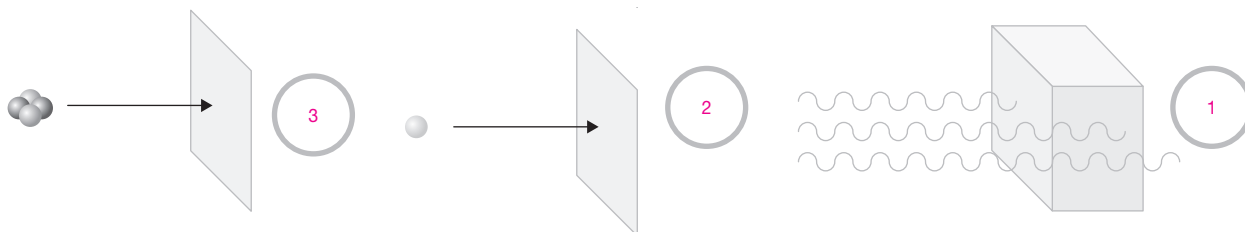
447 a 449

Radiação	Representação	Equação	Poder de penetração
$\alpha$	${}^4_2\alpha$	${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}Y$	muito baixo
$\beta$	${}^0_{-1}\beta$	${}^A_ZX \rightarrow {}^0_{-1}\beta + {}^A_{Z+1}Y$	baixo
$\gamma$	${}^0_0\gamma$	${}^A_ZX \rightarrow {}^0_0\gamma + {}^A_ZX$	alto

» Considerando o valor da massa e o valor da carga elétrica de uma partícula beta negativa, **marque** um X na alternativa em que se menciona uma partícula que se caracteriza por apresentar valores idênticos a ela.

- átomo de hidrogênio       átomo de hélio       próton  
 nêutron                       elétron

» **Identifique** na imagem a seguir, escrevendo números no círculos, a representação da radiação gama (1), beta (2) e alfa (3).

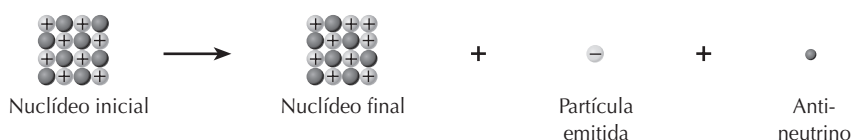




» **Analise** as representações esquemáticas de um nuclídeo antes de sofrer decaimento e do nuclídeo gerado nesse decaimento e **conclua** qual é a partícula emitida completando as frases.



Trata-se de um decaimento no qual a partícula emitida, denominada partícula \_\_\_\_\_ **alfa** \_\_\_\_\_, é constituída por \_\_\_\_\_ **dois prótons** \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ **dois nêutrons** \_\_\_\_\_.



Nesse caso, trata-se de um decaimento no qual um nêutron se decompõe em um \_\_\_\_\_ **próton** \_\_\_\_\_, um \_\_\_\_\_ **elétron** \_\_\_\_\_ e um antineutrino. O \_\_\_\_\_ **elétron** \_\_\_\_\_ emitido recebe o nome de partícula \_\_\_\_\_ **beta** \_\_\_\_\_.

» **Diferencie** as reações nucleares das reações químicas **marcando** um X nas afirmações corretas abaixo.

- I. Uma reação química envolve a eletrosfera do átomo.
- II. As partículas beta têm massa igual a 4.
- III. As reações nucleares ocorrem na eletrosfera do átomo.
- IV. Os raios gama não são defletidos num campo elétrico.
- V. As partículas alfa têm carga igual a +2.

As afirmações corretas são:

- I, II e IV  
 III, IV e V  
 II, III e V  
 I, IV e V  
 II, IV e V

» **Marque** um X na alternativa **incorreta**. Quando um elemento radioativo sofre um decaimento:

- alfa, seu número atômico diminui duas unidades.  
 beta, seu número atômico aumenta uma unidade.  
 gama, ocorre emissão de onda eletromagnética.  
 alfa, seu número de massa diminui quatro unidades.  
 beta, seu número de massa aumenta duas unidades.

## Termos e conceitos

» Defina o termo ou conceito a seguir.

contador Geiger

Instrumento utilizado para detectar radiação. Seu funcionamento se baseia na capacidade que as radiações têm de ionizar os gases.

## Guia de estudo

## Radioatividade e saúde

Encontrei essas informações na(s) página(s)

454

» Relacione a radioatividade e os seus efeitos preenchendo as lacunas abaixo.

Os nuclídeos instáveis liberam partículas radioativas que podem ser  $\alpha$ ,  $\beta$  e raios  $\gamma$ .

Essas partículas e raios podem ser detectados por um

contador Geiger

A radiação pode provocar ionização de moléculas.

As radiações emitidas em decaimentos nucleares podem penetrar o corpo humano e alterar o material genético.

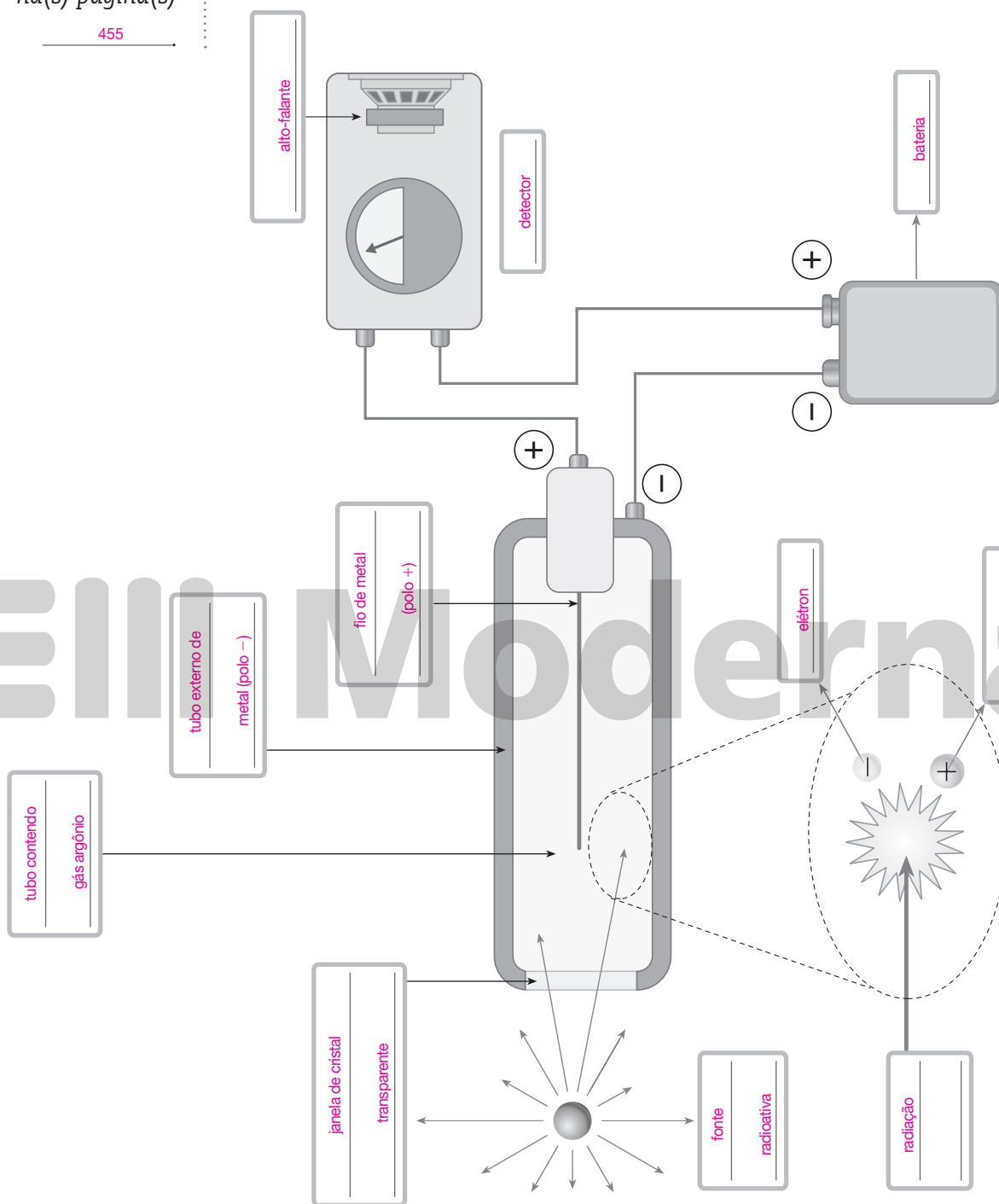
Tais alterações podem provocar a reprodução anormalmente rápida e descontrolada das células, o que vem a ser um

câncer.




Encontrei  
essas informações  
na(s) página(s)

455

» **Identifique** os componentes de um contador Geiger e o seu funcionamento completando o diagrama a seguir.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
A descoberta da radioatividade			
Reação nuclear			
Radiações $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$			
Radioatividade e saúde			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique que a imagem representa uma sessão de radioterapia de raios  $\gamma$ , radiação liberada após emissão de partículas radioativas  $\alpha$  ou  $\beta$ . As emissões radioativas são altamente energéticas, o que acarreta ionização de moléculas, inclusive no tecido humano, podendo causar alterações genéticas e originar câncer.

---



---



---



---

### Sintetize

» Cite as informações sobre radioatividade, deste capítulo, que você considerou mais importantes.

A radioatividade é um fenômeno nuclear, pelo qual o núcleo atômico é alterado.

Os tipos de emissão atômica e suas propriedades.

Principais efeitos biológicos das radiações.

---



---



---



---

# Cinética dos decaimentos radioativos

Seções:




36.1 Tempo de meia-vida

36.2 Séries radioativas

36.3 Algumas aplicações da radioatividade

## Antes de estudar o capítulo

Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Tempo de meia-vida dos decaimentos radioativos			
Decaimentos radioativos sucessivos			
Usos da radiação			

Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- tempo de meia-vida
- decaimento radioativo
- datação com carbono-14
- radioterapia



TOM MCHUGH / PHOTO RESEARCHERS/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---

## Termos e conceitos

tempo de meia-vida

série radioativa

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Tempo de meia-vida: período necessário para que metade da quantidade de um radionuclídeo presente em uma amostra sofra decaimento radioativo.

Série radioativa: conjunto de núclídeos relacionados por sucessivos decaimentos radioativos.

## Guia de estudo

1

## Tempo de meia-vida dos decaimentos radioativos

Encontrei essas informações na(s) página(s)

458

» Determine a massa inicial e a final dos núclídeos radioativos, assim como o tempo de meia-vida e a idade da amostra completando a tabela abaixo.

Nuclídeo radioativo	$t_{1/2}$	Massa inicial	Massa final	Tempo transcorrido
$^{131}_{53}\text{I}$	<u>8</u> dias	800 mg	50 mg	32 dias
$^{60}_{27}\text{Co}$	5,27 anos	16,0 g	<u>2,0</u> g	15,81 anos
$^3_1\text{H}$	12,5 anos	<u>50,0</u> mg	12,5 mg	25 anos
$^{90}_{38}\text{Sr}$	28 anos	1,024 g	0,016 g	<u>168</u> anos

» Identifique as informações corretas sobre radioatividade assinalando um X nas afirmações correspondentes.

- O tempo de meia-vida é uma característica de cada radionuclídeo.
- O tempo de meia-vida não depende da quantidade inicial do radionuclídeo.
- O tempo de meia-vida de um radionuclídeo não depende de fatores como temperatura, pressão e composição química do material.
- Quando a massa de um radioisótopo se reduz à metade, também se reduzem à metade seu número de átomos, sua quantidade em mols e sua atividade radioativa.
- Meia-vida é o número de desintegrações por segundo.

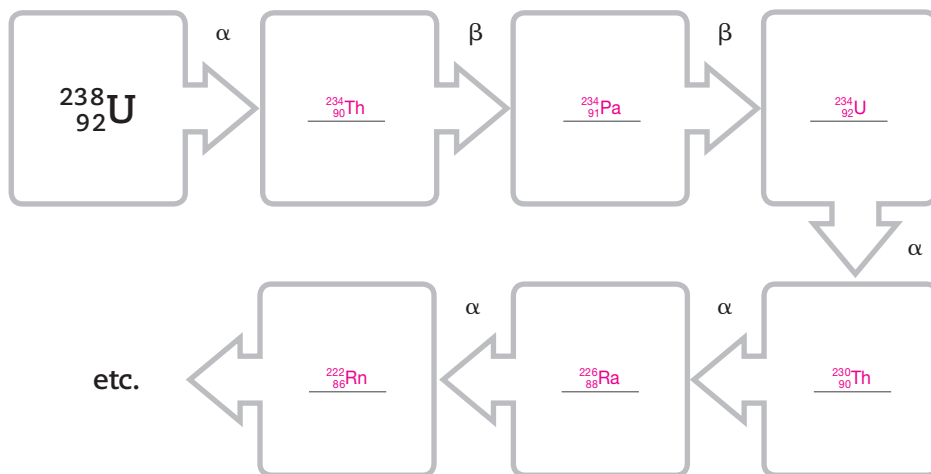
2

### Decaimentos radioativos sucessivos

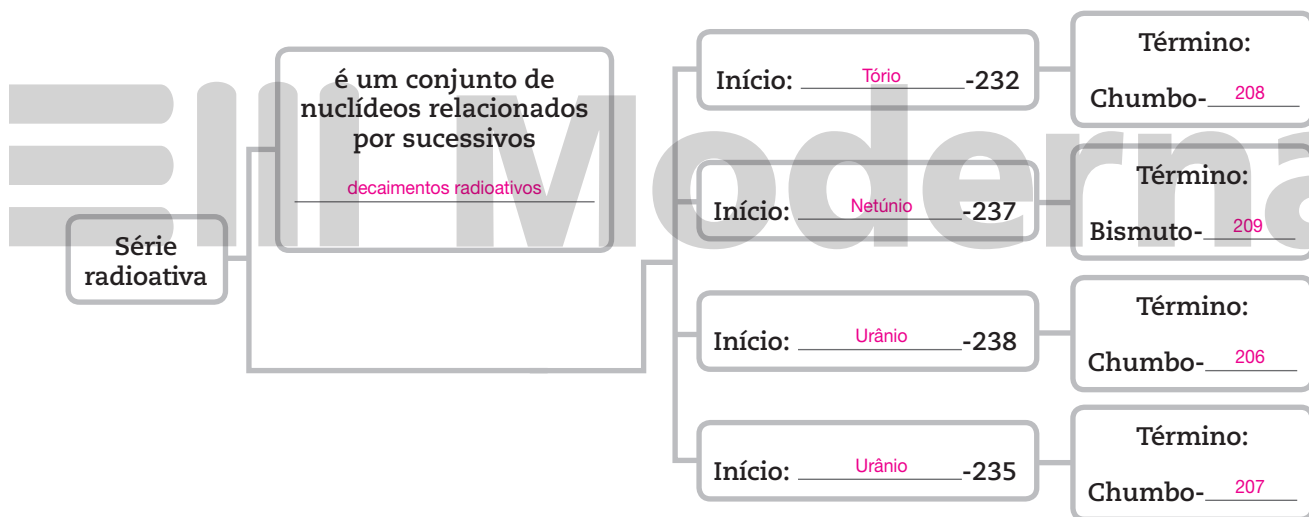
Encontrei essas informações na(s) página(s)

460 a 461

» Escreva um trecho da série de decaimentos radioativos do urânio-238 completando o diagrama a seguir.



» Defina série radioativa e caracterize as quatro sequências completando o diagrama a seguir.



### Faça a conexão

» Pesquise o que é um radiofármaco e, em seguida, escreva como é usado em Medicina Nuclear e quais as consequências para o paciente a que ele é ministrado.

É um fármaco, produto biológico ou droga, que contém um elemento radioativo. É primariamente utilizado para a obtenção de imagem, como agente diagnóstico, mas pode também ser usado no tratamento de enfermidades. Ao administrá-lo, há a incorporação de material radioativo no corpo humano submetido a ele. Esse material radioativo será eliminado por diferentes vias e sua quantidade diminuirá também pelo decaimento físico do radioisótopo aplicado.

**Guia de estudo**

**Usos da radiação**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

462 a 464

» Descreva aplicações da radioatividade completando o quadro a seguir.

Aplicações da radioatividade

**Datação por carbono-14**

O isótopo radioativo do carbono está presente nos seres vivos, em uma concentração de 10 ppb, com  $t_{1/2}$  de 5.730 anos. Para datar achados arqueológicos, os cientistas calculam a concentração de C-14 e a relacionam com o tempo de decaimento através de partículas  $\beta$ .

**Indústria, agricultura e medicina**

Utilizada na:

- localização de pequenos vazamentos em tubulações de água;
- esterilização de alimentos;
- diagnósticos médicos;
- radioterapia.

**Faça a conexão**




» Explique como a radiação pode ser responsável pelo surgimento de doenças genéticas e, ao mesmo tempo, ser indicada para tratá-las.

A radiação é um fenômeno nuclear em que ocorrem emissões com alto poder de penetração e energia suficiente para atingir o material genético, o DNA. A danificação do DNA pode provocar o início de eventos que culminam no surgimento de doenças graves por alterar a síntese de proteínas e/ou provocar a proliferação de células tumorais.

A radiação também pode servir para o tratamento de células tumorais, técnica conhecida por radioterapia. Esse tipo de tratamento consiste no direcionamento da radiação para as células tumorais a fim de destruí-las.



» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Tempo de meia-vida dos decaimentos radioativos			
Decaimentos radioativos sucessivos			
Usos da radiação			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno relacione a imagem ao método de **datação por carbono-14**. Ao examinar múmias e outros achados

arqueológicos compostos por restos de antigos seres vivos, os cientistas encontram neles teores de carbono-14. Os núcleos radioativos desse isótopo sofrem **decaimento**, que é caracterizado pelo **tempo de meia-vida** ( $t_{1/2}$ ) — tempo necessário para que a massa do núcleo caia para a metade do valor inicial. Uma vez determinado o teor de carbono-14 na amostra, é possível calcular sua idade consultando a curva de decaimento radioativo.

### Sintetize

» Identifique os principais conceitos apresentados neste capítulo.

Um dos conceitos apresentados foi o de tempo de meia-vida, que é o tempo necessário para que a massa do radionúclídeo caia

para a metade do valor inicial. Além desse, foi apresentado o conceito de série radioativa, que é o conjunto de isótopos relacionados

por decaimentos radioativos sucessivos. Por fim, introduziu-se o tema das aplicações benéficas da radioatividade.

# Transmutação, fissão e fusão nucleares

Seções:




37.1 Transmutação nuclear

37.2 Fissão nuclear

37.3 Fusão nuclear

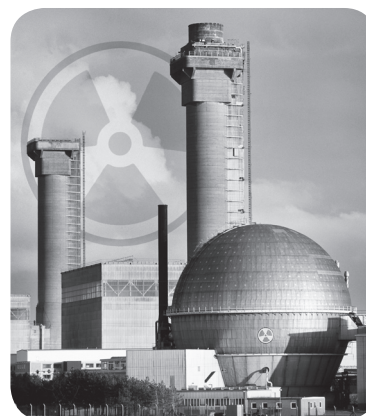
## Antes de estudar o capítulo

» Veja nesta tabela os temas principais do capítulo e marque um X na coluna que melhor traduz o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema.

Temas principais do capítulo	Domino o tema 	Vai ser fácil 	Vai ser difícil 
Transmutação nuclear			
Dividindo o núcleo			
Unindo os núcleos			

» Veja abaixo alguns termos e conceitos que você encontrará no capítulo. Marque um X naqueles que você julga que estão relacionados à imagem.

- transmutação nuclear
- fissão nuclear
- bomba de hidrogênio
- massa crítica
- fusão nuclear



STEVE ALLEN/SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

Justifique suas escolhas.

Resposta pessoal.

---



---



---



---



---



---



---



---

**Termos e conceitos**

transmutação nuclear

» Defina o termo ou conceito a seguir.

É a transformação de um nuclídeo em outro, provocada pelo bombardeamento com uma partícula.

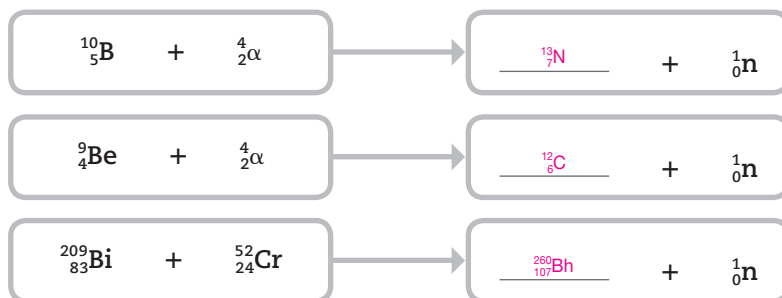
**Guia de estudo**

**Transmutação nuclear**

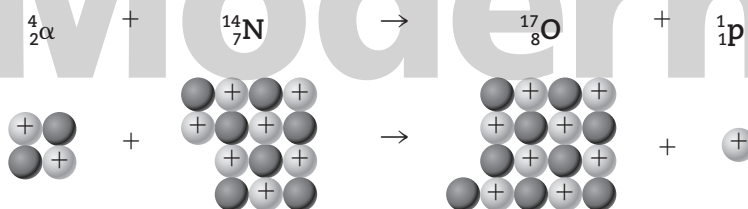
Encontrei essas informações na(s) página(s)

467

» Equacione as reações de transmutação representadas a seguir.



» Descreva a transmutação nuclear esquematizada abaixo completando as frases.



Transmutação nuclear é a transformação de um nuclídeo em outro, provocada pelo bombardeamento desse nuclídeo com uma partícula.

No exemplo, o nitrogênio-14 transmutou-se em oxigênio-17 por meio do bombardeio com partículas alfa.

**Faça a conexão**

» O grande desejo dos alquimistas era transformar metais em ouro. **Explique** como isso seria possível considerando a radioatividade.

Para esse tipo de reação, pode ser utilizado (pelo menos teoricamente) o processo de transmutação, em que deve ser usado

um átomo com número atômico próximo ao do ouro, dependendo do tipo de partícula utilizado no bombardeamento.

## Termos e conceitos

fissão nuclear

massa crítica

quiloton

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

Fissão nuclear: processo de quebra de núcleos grandes em núcleos menores, liberando grande quantidade de energia.

Massa crítica: quantidade mínima necessária de material fissionável para que ocorra uma reação em cadeia.

Quiloton: unidade equivalente ao poder destrutivo de mil toneladas de TNT (trinitrotolueno).

## Guia de estudo

## Dividindo o núcleo

Encontrei essas informações na(s) página(s)

470 a 475

» Descreva o funcionamento de uma usina nuclear preenchendo as lacunas dos quadros a seguir.

O minério de urânio é abundante no seu isótopo de massa 238, sendo que os isótopos de massa 233 e 235 são utilizados na usina nuclear.

Para que ocorra a reação de fissão nuclear, é necessário que haja massa crítica de urânio-233 ou 235.

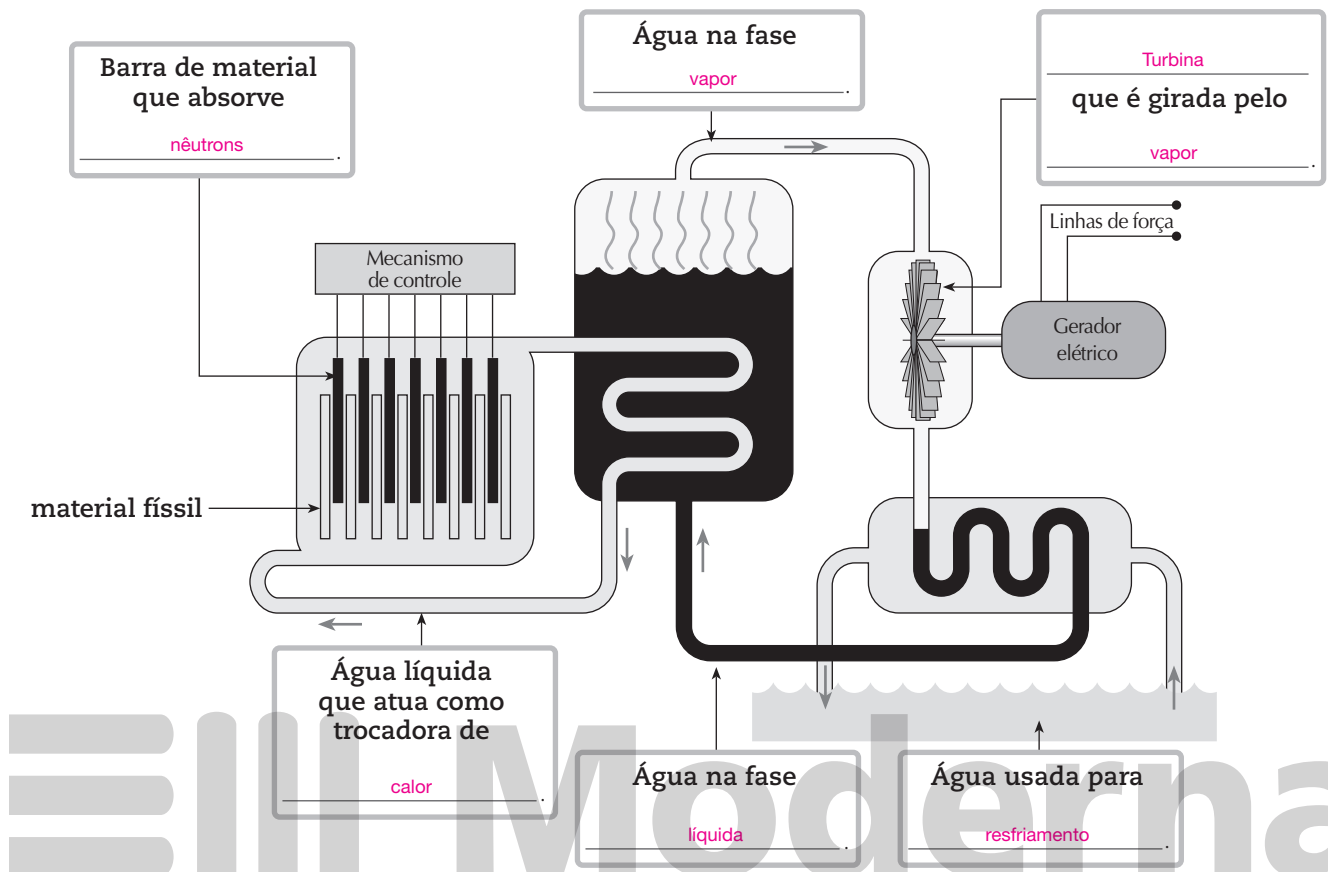
A fissão nuclear consiste na divisão de núcleos de urânio-235 provocada por bombardeamento com nêutrons, formando-se átomos de números atômicos menores.

Esse tipo de reação libera muita energia e precisa ser controlado. Então, em um reator nuclear, são utilizadas barras de controle, que absorvem os nêutrons e impedem que a reação saia de controle.

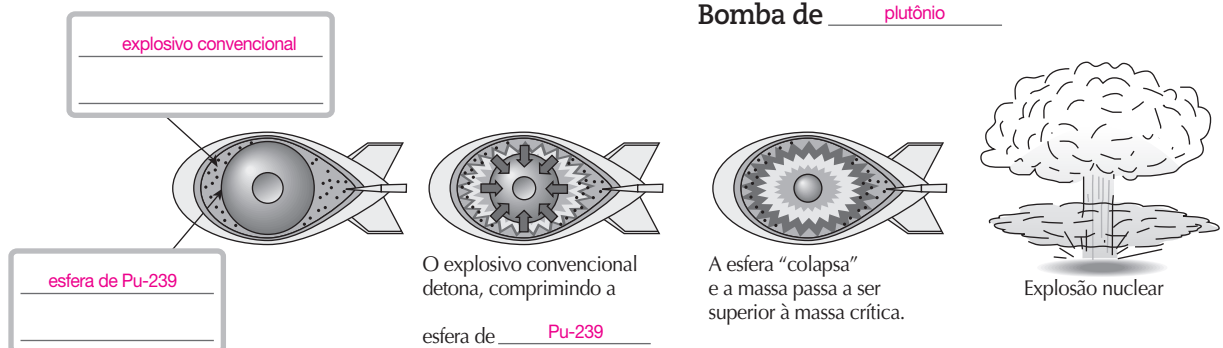
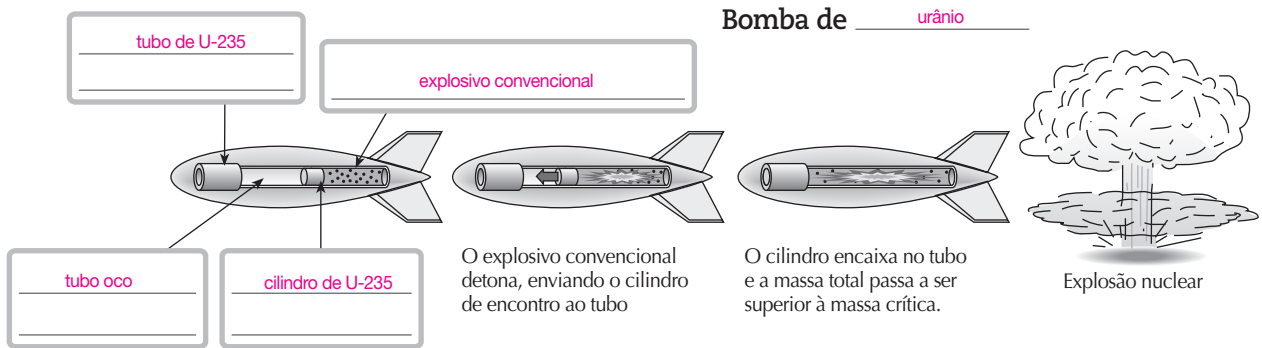
O calor produzido na reação aquece um reservatório de água, fazendo com que ela sofra ebulição e o vapor acione um gerador de energia elétrica.

O material residual da fissão nuclear é denominado lixo atômico que, por ser radioativo, deve ser descartado de modo especial.

» Interprete o esquema de reator nuclear completando as legendas.



» Analise e associe as imagens abaixo com as bombas de urânio e plutônio completando os diagramas a seguir.



**Termos e conceitos**

» Defina os termos ou conceitos a seguir.

fusão nuclear

Fusão nuclear: junção de núcleos pequenos formando núcleos maiores e liberando uma quantidade muito grande de energia.

megaton

Megaton: unidade equivalente ao poder destrutivo de 1 milhão de toneladas de TNT (trinitrotolueno).

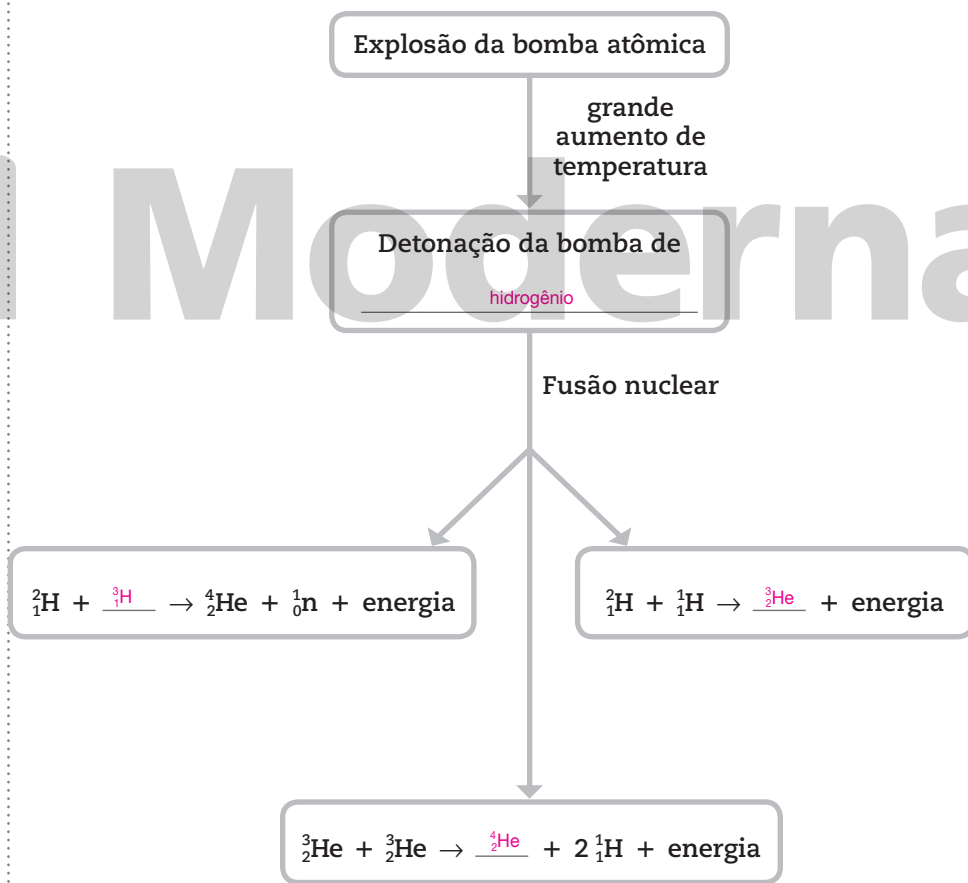
**Guia de estudo**

**Unindo os núcleos**

Encontrei essas informações na(s) página(s)

477

» Descreva o processo de fusão nuclear completando o diagrama a seguir.



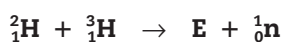
» Defina fusão nuclear assinalando um X na aceção correta.

- Liquefação dos núcleos.
- Fissão nuclear.
- Quebra de núcleos formando núcleos menores.
- Reunião de núcleos formando núcleos maiores.
- Passagem do núcleo do estado sólido para o estado líquido.

» **Retome** os conceitos de fissão e fusão nuclear e **identifique** qual(is) das proposições a seguir traz(em) informações corretas sobre o assunto assinalando um X na afirmação correspondente.

- São termos sinônimos.
- A fusão nuclear é responsável pela produção de luz e calor no Sol e em outras estrelas.
- Apenas a fusão nuclear enfrenta o problema de como dispor o lixo radioativo de forma segura.
- A fusão nuclear é atualmente utilizada para produzir energia comercialmente.
- Ambos os métodos ainda estão em fase de pesquisa e não são usados comercialmente.

» **Analise** a reação de fusão nuclear entre o deutério e o trítio representada abaixo. Em seguida, **represente** a espécie E formada e **cite** onde esse tipo de fusão acontece.



A espécie E é o  ${}^4_2\text{He}$ . Essa é uma reação de fusão nuclear que acontece no Sol, que é uma

imensa bola de hidrogênio cuja temperatura é suficiente para que ocorra a fusão dos átomos de

hidrogênio, formando átomos mais pesados e liberando energia na forma de luz e calor.

### Faça a conexão




» **Pesquise** sobre a formação dos elementos químicos considerando a Teoria do Big Bang para a origem do Universo.

A Teoria do Big Bang tem como postulado que a origem do Universo aconteceu com a explosão de um núcleo que continha toda

a massa do Universo. Nessa explosão, formaram-se os átomos de elementos químicos com baixos números atômicos, como o

hidrogênio, o hélio e o lítio. Conforme as reações de fusão nuclear ocorreram, átomos de elementos mais pesados foram se formando.

» Marque um X na coluna que melhor reflete o seu aprendizado de cada tema. Depois, compare esta tabela com a que você preencheu no “Antes de estudar o capítulo”.

Temas principais do capítulo	Já sabia tudo 	Aprendi sobre o tema 	Não entendi... Socorro!!! 
Transmutação nuclear			
Dividindo o núcleo			
Unindo os núcleos			

Se você não entendeu algum desses temas, reveja as atividades do *Caderno do Estudante* e revise seu livro-texto. Quando for necessário, peça ajuda a seu professor ou a um colega.

» Reveja a segunda atividade do “Antes de estudar o capítulo” e reavalie as suas escolhas. Se julgar necessário, escreva novas justificativas e compare-as com suas considerações iniciais.

Resposta pessoal. Espera-se que o aluno identifique na imagem uma usina nuclear. Esse processo envolve **fissão nuclear**, fenômeno no qual átomos de urânio-235 ou 238 se quebram em átomos de menor número atômico (Z). Para que a fissão nuclear ocorra, é necessário que haja **massa crítica** do material fissil.

**Sintetize**

» Identifique os três temas principais deste capítulo e, em seguida, caracterize cada um completando a tabela.

Tema	Descrição	Exemplo de reação envolvida	Exemplos e aplicações
Transmutação	Transformação de um nuclídeo em outro provocada pelo bombardeamento com uma partícula.	$^{10}_5\text{B} + \frac{1}{2}\alpha \rightarrow ^{13}_7\text{N} + \frac{1}{0}n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de núclídeos artificiais</li> <li>• Acelerador de partículas</li> </ul>
Fissão nuclear	Processo de quebra de núcleos grandes em núcleos menores, liberando uma grande quantidade de energia.	$^{235}_{92}\text{U} + \frac{1}{0}n \rightarrow ^{91}_{36}\text{Kr} + ^{142}_{56}\text{Ba} + 3 \frac{1}{0}n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usinas nucleares</li> <li>• Bombas atômicas</li> <li>• Submarinos nucleares</li> </ul>
Fusão nuclear	Junção de núcleos pequenos formando núcleos maiores e liberando uma quantidade muito grande de energia.	$^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + \frac{1}{0}n + \text{energia}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia do Sol</li> <li>• Bomba H</li> <li>• Ocorre em estrelas</li> </ul>