

**Elizabeth Teixeira de Souza  
Fabiano Lins da Silva  
Fábio Merçon  
Jéssica Cruz de Luca de Almeida  
Josineide Alves da Silva  
Lidiane Aparecida de Almeida  
Marcelo Pinheiro de Souza  
Suellem Barbosa Cordeiro  
Thais Malcher dos Santos Costa Mendes**

# **OLIMPIÁDAS DOS JOVENS QUÍMICOS BRILHANTES**

 **Pedro & João**  
editores

**Distribuição gratuita - comercialização proibida**

Elizabeth Teixeira de Souza  
Fabiano Lins da Silva  
Fábio Merçon  
Jéssica Cruz de Luca de Almeida  
Josineide Alves da Silva  
Lidiane Aparecida de Almeida  
Marcelo Pinheiro de Souza  
Suellem Barbosa Cordeiro  
Thais Malcher dos Santos Costa Mendes

# OLIMPÍADAS DOS JOVENS QUÍMICOS BRILHANTES

4ª edição



## Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

---

**Elizabeth Teixeira de Souza; Fabiano Lins da Silva; Fábio Merçon; Jéssica Cruz de Luca de Almeida; Josineide Alves da Silva; Lidiane Aparecida de Almeida; Marcelo Pinheiro de Souza; Suellem Barbosa Cordeiro; Thais Malcher dos Santos Costa Mendes**

**Olimpíadas dos jovens químicos brilhantes.** 4ª edição. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. 433p. 21 x 29,7 cm.

**ISBN: 978-65-265-1648-5 [Digital]**

1. Olimpíadas. 2. Olimpíadas - Química. 3. Química (Ensino fundamental). 4. Ensino de Química. I. Título.

CDD – 540/370

---

**Fotografias e ilustrações:** Elisabeth Teixeira de Souza Lidiane Aparecida de Almeida, Marcelo Pinheiro de Souza, Vinícius Neves Tubarão

**Ficha Catalográfica:** Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

**Editores:** Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

### **Conselho Editorial da Pedro & João Editores:**

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).



**Pedro & João Editores**

[www.pedroejoaoeditores.com.br](http://www.pedroejoaoeditores.com.br)

13568-878 – São Carlos – SP

2024

## APRESENTAÇÃO

Caro atleta do conhecimento,

A Química é uma ciência natural e seu estudo possibilita compreender a constituição e as transformações da matéria, além da energia envolvida nessas transformações. Seus conhecimentos estão presentes em tudo que nos rodeia em nosso dia a dia, e é por meio do seu estudo que podemos entender como funciona nosso planeta, as interações entre os seres vivos e o ambiente, o desenvolvimento tecnológico e sua influência no ecossistema.

Infelizmente o estudo de fenômenos naturais não é simples. Uma parte significativa do conteúdo da Química envolve conceitos abstratos, complexos e conhecimentos cumulativos, tornando esta área do conhecimento não tão fácil de ser aprendida. Estudar essa ciência é um desafio, e nós convidamos você a encarar com muita motivação e dedicação essa deliciosa empreitada.

Este livro foi elaborado por professores da equipe de Química do Instituto de Aplicação da UERJ e tem como objetivo ser uma ferramenta que possibilite uma preparação de alunos de 8º e 9 anos do ensino fundamental para os exames da Olimpíada Brasileira de Química Júnior (OBQJr), apresentando conteúdos em linguagem clara e objetiva adequada ao seu nível escolar e conforme o programa do concurso.

É importante ressaltar que apesar de a Química ser uma ciência exata, seus conhecimentos não são estáticos e novas descobertas são feitas anualmente. Portanto, é importante que você acompanhe, através de revistas científicas e outros meios de informação confiáveis, novidades relacionadas aos assuntos abordados no livro e que não puderam ser contempladas nesta edição.

Além do conteúdo teórico, incluímos as questões dos exames realizados de 2012 até 2023 disponíveis gratuitamente no site da organização ([www.obquimica.org/olimpiadas/index/olimpiada-brasileira-de-quimica-junior](http://www.obquimica.org/olimpiadas/index/olimpiada-brasileira-de-quimica-junior)).

Nossa sugestão é que você faça um estudo minucioso da teoria e procure resolver as questões de uma unidade antes de passar para outra. Caso tenha dúvidas, não hesite em consultar seu professor(a) de Química, pois ele(a) é um orientador fundamental para o seu desempenho nas olimpíadas.

Boa leitura e preparação.

Os autores.

## SUMÁRIO

<b>UNIDADE 1 – MATÉRIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES</b>	
Conceitos fundamentais .....	9
De que é feita a matéria? .....	10
Estados físicos da matéria.....	13
Transformações da matéria.....	14
Fenômenos físicos.....	14
Mudanças de estados físicos.....	15
Fenômenos químicos.....	17
Propriedades gerais da matéria.....	19
Massa .....	20
Volume .....	20
Descontinuidade.....	21
Divisibilidade.....	21
Impenetrabilidade.....	21
Propriedades específicas da matéria .....	22
Temperatura de fusão (TF) ou ponto de fusão (PF).....	22
Temperatura de ebulição (TE) ou ponto de ebulição (PE).....	23
Densidade.....	26
Tipos de Matéria.....	28
Substância .....	28
Mistura.....	33
Processos físicos de separação de misturas.....	40
Separação de misturas heterogêneas .....	40
Separação de misturas homogêneas .....	48
<b>UNIDADE 2 – A NATUREZA ATÔMICA DA MATÉRIA</b>	
História da Química.....	116
Modelos atômicos.....	118
Modelo atômico de Dalton.....	119
Modelo atômico de Thomson.....	120
Modelo atômico de Rutherford.....	121
Íons.....	124
Espécies químicas isoeletrônicas.....	125
Isótopos.....	126
Isóbaros.....	128
Isótonos.....	129
Modelo atômico de Bohr.....	129
O modelo atômico atual.....	131
Distribuição eletrônica de átomos.....	133
Distribuição eletrônica de íons.....	136
Classificação periódica dos elementos .....	138
Histórico.....	138
A tabela periódica atual.....	140
Classificação dos elementos quanto às propriedades físicas e químicas.....	144

Classificação dos elementos quanto ao subnível de maior energia.....	146
Propriedades e aplicações de elementos químicos.....	148
Distribuição eletrônica compacta.....	154
Propriedades Periódicas.....	155
Raio atômico.....	155
Potencial de ionização ou energia de ionização.....	158
Eletronegatividade.....	160
<b>UNIDADE 3 - SUBSTÂNCIAS E SUAS REAÇÕES</b>	
Ligações Químicas.....	210
Ligação Iônica.....	211
Determinação das fórmulas iônicas.....	214
Características das substâncias iônicas.....	215
Ligação Covalente ou Molecular.....	217
Ligação covalente coordenada ou dativa.....	222
Características das substâncias moleculares.....	224
Geometria Molecular.....	225
Polaridade das ligações.....	227
Polaridade das moléculas.....	229
Forças intermoleculares ou ligações intermoleculares.....	232
Temperaturas de fusão e ebulição.....	234
Solubilidade.....	236
Ligação Metálica.....	237
Características dos metais.....	238
Formação de ligas metálicas.....	239
Número de Oxidação.....	241
Regras para o cálculo do Nox de elementos químicos.....	242
Funções Inorgânicas.....	245
Bases ou Hidróxidos.....	246
Dissociação das bases.....	246
Nomenclatura das bases.....	247
Montagem da fórmula de uma base .....	249
Classificação das bases.....	249
Onde as bases são encontradas.....	250
Ácidos.....	252
Ionização dos ácidos.....	252
Nomenclatura dos ácidos inorgânicos.....	253
Determinação da fórmula de um ácido .....	255
Classificação dos ácidos quanto ao número de hidrogênios ionizáveis.....	256
Onde os ácidos são encontrados.....	257
Sais.....	259
Reação de neutralização.....	260
Nomenclatura dos sais.....	261
Determinação da fórmula do sal.....	263
Classificação dos sais.....	264
Caráter de uma solução salina .....	266
Solubilidade dos sais em água .....	268
Onde os sais são encontrados.....	271

Óxidos.....	272
Nomenclatura dos óxidos.....	272
Classificação dos óxidos.....	274
Onde os óxidos são encontrados.....	279
Reações Químicas.....	281
Balanceamento das reações químicas por tentativa.....	282
Classificação das reações inorgânicas.....	285

#### **UNIDADE 4 – RELAÇÕES NUMÉRICAS E CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS**

Relações numéricas da Química.....	375
Unidade de massa atômica.....	375
Massa atômica de um elemento químico.....	375
Massa molecular.....	376
Mol.....	377
Massa molar.....	377
Quantidade de matéria (ou número de mol).....	379
Volume de gases.....	380
Volume molar.....	380
Leis ponderais e volumétrica.....	381
Lei da conservação da massa de Lavoisier.....	381
Lei das proporções fixas de Proust.....	382
Lei volumétrica de Gay-Lussac.....	383
Cálculos estequiométricos.....	384

#### **UNIDADE 5 – QUÍMICA VERDE**

Introdução à Química ambiental.....	392
A Química verde e o desenvolvimento sustentável.....	394

<b>RESPOSTAS DAS QUESTÕES</b> .....	410
-------------------------------------	-----

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	429
---	-----

## UNIDADE 1

# A MATÉRIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES

## Conceitos fundamentais

A **Química** é uma ciência que teve sua origem na curiosidade humana em saber de que são feitas as coisas que nos cercam. Os conhecimentos dessa ciência foram adquiridos a partir da observação da natureza, seus fenômenos e de experimentos realizados em busca de explicações para tais fenômenos. Portanto, a Química é uma ciência de caráter natural e experimental.

O estudo desta ciência nos possibilita compreender as transformações e riscos que a natureza oferece, uma vez que seus conhecimentos estão presentes em tudo que está à nossa volta. Não é correto associar o nome Química a somente coisas que fazem mal à saúde, pois trata-se de uma ciência cujo conceito é bem mais amplo, não podendo ser reduzida a um determinado tipo de material.

A Química estuda a matéria, suas propriedades, suas transformações e as variações de energia provenientes dessas transformações. O profissional dessa área pesquisa sobre a constituição dos materiais, como eles se combinam, como se pode produzir novos materiais e como os fenômenos acontecem.

A **matéria** pode ser reconhecida por nossos sentidos, tais como madeira, vidro, ar atmosférico, água, cadeira, mesa, sapato, etc. Cada material possui uma quantidade de matéria, definida como **massa**. Essa massa ocupa lugar no espaço, ou seja, ocupa certo **volume**.

Portanto, matéria é tudo que possui massa e ocupa lugar no espaço. Uma quantidade específica de matéria que apresenta certo limite é denominada **corpo**. Então, um pedaço de madeira, um copo de vidro, um lápis, um relógio, são corpos. Quando um corpo é elaborado para certa aplicação, ou seja, é um corpo com utilidade, ele é denominado **objeto**. Portanto, caneca, cadeira, caderno, mesa, são exemplos de objetos.

A matéria pode passar por transformações, como a queda de uma borracha, o derretimento do gelo, a queima de um palito de fósforo, uma explosão. Essas transformações envolvem **energia**, cujo conceito é complexo por não ser algo concreto, não pode ser tocado, mas que produz efeitos na matéria como os citados.

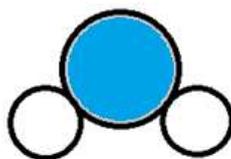
## De que é feita a matéria?

A matéria é formada pela combinação de partículas invisíveis aos nossos olhos, mas que já podem ser vistas em um poderoso equipamento denominado microscópio de tunelamento eletrônico. Tais partículas têm massa e ocupam lugar no espaço e são denominados **átomos**. Os átomos são formados por partículas ainda menores, denominadas prótons, nêutrons e elétrons. Prótons e nêutrons ainda são constituídos por quarks.

Os átomos se combinam para formar estruturas denominadas **moléculas**. Portanto, uma molécula é formada pela união de dois ou mais átomos. A junção de muitas moléculas forma um determinado tipo de matéria que, dependendo do tamanho, pode ser visualizado ao microscópio óptico ou a olho nu.

Muitos tipos de matéria são formados por um conjunto de **moléculas**. Por exemplo, água, gás carbônico, gás oxigênio, álcool, madeira, seres humanos, etc. possuem moléculas em sua composição.

A representação (ou modelo) a seguir pode ser utilizada para caracterizar uma molécula de água. Nesse modelo, estão representados por esferas os três átomos que constituem essa molécula. Cada molécula de água possui dois átomos de hidrogênio (as esferas menores) e um átomo de oxigênio (a esfera maior).



Marcelo Pinheiro

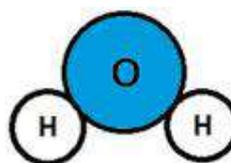
Representação da molécula de água.

Atualmente, são conhecidos 118 tipos de átomos. Cada tipo de átomo tem um **nome** e pode ser representado por um **símbolo**, que identifica o **elemento químico** correspondente a esse átomo.

Por exemplo, um átomo do elemento químico carbono é representado pelo símbolo **C**, o hidrogênio por **H**, o oxigênio por **O**, o nitrogênio por **N**, o sódio por **Na**, o cálcio por **Ca**, o enxofre por **S**. Outros elementos serão vistos mais adiante no estudo da tabela periódica.

Observe que determinados tipos de átomos, entre eles o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O), o nitrogênio (N), o fósforo (P), o enxofre (S), o sódio (Na) podem ser encontrados tanto nos seres vivos quanto em materiais não vivos, como uma rocha, por exemplo.

Uma molécula pode ser representada por um modelo ou por uma **fórmula**, que indica as quantidades e os símbolos dos átomos que formam a molécula. Por exemplo, como cada molécula de água é formada pela combinação química entre dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, então sua fórmula é **H<sub>2</sub>O**.



Marcelo Pinheiro

Representação da molécula de água com os símbolos de seus átomos.

Outro tipo de matéria que possui moléculas é o **gás oxigênio**, que é produzido na fotossíntese e é utilizado na respiração humana. Cada molécula de gás oxigênio é formada pela combinação química entre dois átomos de oxigênio, logo sua fórmula é **O<sub>2</sub>**.

O **gás carbônico** é consumido na fotossíntese, é liberado na respiração humana e cada molécula desse gás é formada pela combinação química entre um átomo de carbono e dois átomos de oxigênio, logo sua fórmula é **CO<sub>2</sub>**.

Cada fórmula diferente representa um determinado tipo de matéria, ou seja, **O<sub>2</sub>** é a representação do tipo de matéria denominado **gás oxigênio** e **CO<sub>2</sub>** é a representação do tipo de matéria denominado **gás carbônico** ou **dióxido de carbono**.

Quando um determinado tipo de matéria é formado por moléculas iguais, tem-se uma **substância**. A substância pode ser identificada pelo seu nome ou pela fórmula da molécula que a constitui. Gás hidrogênio (H<sub>2</sub>); gás nitrogênio (N<sub>2</sub>); gás ozônio (O<sub>3</sub>); amônia ou gás amoníaco (NH<sub>3</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) são exemplos de substâncias.

Caso haja mais de um tipo de molécula presente, tem-se mais de uma substância juntas, ou seja, a matéria é uma **mistura**. Como uma mistura é formada por mais de uma substância, ela é caracterizada por sua composição química e não por uma única fórmula. Por exemplo, o ar atmosférico é uma mistura de gás nitrogênio, gás oxigênio, gás carbônico, e outros gases. O soro fisiológico é uma mistura de água e cloreto de sódio (presente no sal de cozinha).

## Estados físicos da matéria

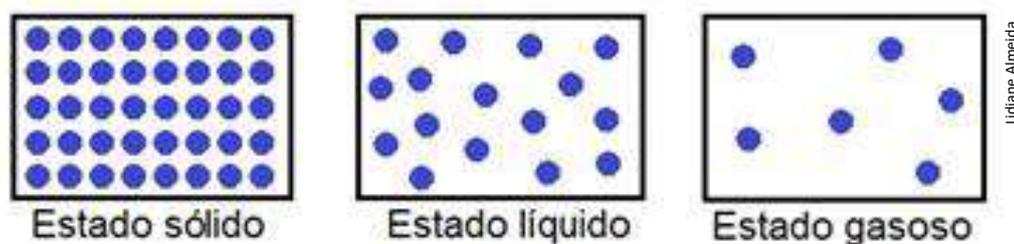
O estado físico de um determinado tipo de matéria está relacionado com a forma de organização, atração e a distância entre as partículas (moléculas) que formam o material, ou seja, o estado de agregação dessas partículas. Esse estado de agregação depende do grau de agitação ou da energia que essas partículas possuem, e que varia conforme a temperatura e a pressão exercida sobre elas. Em nosso planeta, pode-se observar que a matéria apresenta três estados físicos ou estados de agregação principais: **sólido**, **líquido**, **gasoso**. Cada estado físico tem características próprias.

Um material no **estado sólido** possui forma e volume constantes, ou seja, essas características não se modificam conforme o recipiente onde o sólido é colocado. Suas moléculas estão organizadas e muito próximas, por causa das forças de atração entre elas e que as mantêm unidas. Nesse estado físico, as moléculas não estão paradas, mantendo um estado de vibração. O gelo comum e o gelo seco são água ( $H_2O$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) no estado sólido, respectivamente. O vidro não é considerado um sólido e sim um líquido resfriado, pois as partículas que formam esse tipo de matéria não possuem uma organização característica de um sólido.

Um material no **estado líquido** possui volume constante, mas a forma pode variar dependendo do recipiente onde o líquido é acondicionado. Suas moléculas estão um pouco mais afastadas, sem organização e ainda possuem forças de atração entre elas. Como as moléculas se atraem com menos força do que no estado sólido, elas podem se mover umas sobre as outras, o que confere a característica de um líquido poder escorrer e modificar sua forma. Alguns tipos de matéria encontrados no estado líquido em condições ambientes são água, gasolina, álcool etílico (ou etanol).

Um material no **estado gasoso** não possui forma e nem volume constantes, pois variam conforme o recipiente onde o gás é acondicionado. Suas moléculas estão afastadas, desorganizadas, se movimentam livremente, pois não existem forças de atração entre elas. Como não há atração entre as partículas do gás, esse tipo de matéria se espalha pelo ambiente e ocupa o espaço do recipiente em que é acondicionado. Quando sentimos o odor de um perfume, são as substâncias no estado gasoso provenientes do perfume que penetram em nossas narinas e são identificadas pelas células olfativas.

A figura a seguir representa as organizações das partículas em cada estado físico da matéria.



Representação da organização das partículas conforme o estado físico da matéria.

## Transformações da matéria

A matéria pode passar por uma alteração denominada **fenômeno**, que pode ser **físico** ou **químico**.

### Fenômenos físicos

**Fenômeno físico** é uma transformação que não modifica a composição da matéria, ou seja, não há a formação de um novo tipo de material ou substância. Quando um fenômeno físico ocorre de forma inversa, diz-se que ele é reversível.

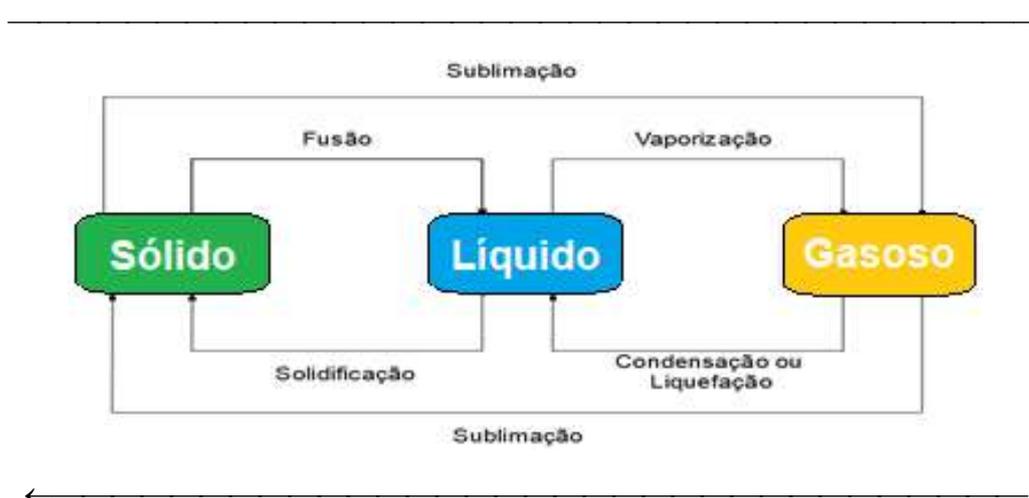
Por exemplo, quando um lápis cai no chão, ele apenas muda de posição. Quando se corta um fio de cobre em pequenos pedaços, o material dos pedaços continua sendo cobre. Quando o gelo derrete ou a água evapora, não há a formação de outro material, pois as moléculas de água mudam apenas de estado físico, portanto as mudanças de estado físico, que serão estudadas a seguir, são exemplos de fenômenos físicos.

### Mudanças de estados físicos

O estado físico de um determinado tipo de matéria pode ser alterado por meio de variações em sua temperatura ou pressão.

Considerando a variação de temperatura, há processos que ocorrem com absorção de calor, denominados **processos endotérmicos**, ou seja, deve haver fornecimento de calor para ocorrer, e processos que ocorrem com perda de calor para o ambiente, os chamados **processos exotérmicos**. As mudanças de estados físicos da matéria são apresentadas na imagem a seguir:

AQUECIMENTO (absorção de calor – processos endotérmicos)



Marcelo Pinheiro

RESFRIAMENTO (perda de calor – processos exotérmicos)

Mudanças de estados físicos da matéria.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A **fusão** é um fenômeno em que um sólido passa para o estado líquido ao ser submetido a um aquecimento, devido ao aumento da agitação e distância entre as moléculas do material. Por exemplo, quando o gelo recebe calor ambiente, ele começa a derreter, ou seja, sofre fusão.

A **vaporização** ocorre quando um líquido passa para o estado gasoso ao ser aquecido, produzindo vapor. O calor fornecido aumenta ainda mais a distância entre as moléculas, que praticamente deixam de se atrair, ficando ainda mais desorganizadas. A vaporização pode ser lenta, ocorrendo na superfície livre do líquido, e é denominada **evaporação**. É o caso da água dentro de um copo ou numa roupa molhada passando lentamente para o estado gasoso ao ser exposta ao calor ambiente. Se a vaporização for rápida, ocorrendo em toda a massa líquida, tem-se a **ebulição**. Por exemplo, quando a água está em ebulição ao ser aquecida no fogão, observa-se um borbulhamento em todo o líquido. Um terceiro caso de vaporização é a **calefação**, também conhecida como vaporização instantânea. Nesse caso, a massa líquida entra em contato com uma superfície demasiadamente quente, o que provoca a passagem instantânea de todo o líquido para o estado gasoso. Isso ocorre quando, por exemplo, gotas de água ou de óleo são lançadas sobre uma chapa metálica bastante aquecida.

A **liquefação** ou **condensação** acontece quando um material gasoso muda para o estado líquido ao perder calor quando sofre um resfriamento, o que diminui a agitação das moléculas, aproximando-as. Um exemplo de condensação é a formação do orvalho, que ocorre quando vapores d'água presentes no ar se transformam em gotículas de água ao se encontrarem com uma superfície fria ou quando a temperatura diminui.

Na **solidificação**, um líquido se transforma em sólido ao perder calor por resfriamento. A retirada de energia aproxima ainda mais as moléculas e elas acabam se organizando. Esse fenômeno ocorre, por exemplo, quando a água é resfriada e se transforma em gelo no congelador.

Quando um material sólido passa diretamente para o estado gasoso ao ser aquecido ou um material gasoso passa diretamente para o estado sólido ao ser resfriado, tem-se a **sublimação**. O gelo seco é dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) sólido. Em condições ambientes, ele passa direto para o estado gasoso. Bolinhas de naftalina usadas para evitar a proliferação de insetos em armários desaparecem sem passar pelo estado líquido, pois sublimam. O iodo sólido também sublima ao ser aquecido, produzindo vapores arroxeados.

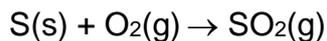
## Fenômenos químicos

**Fenômeno químico** ou **reação química** é uma transformação que modifica a composição da matéria, ou seja, uma ou mais substâncias constituintes da matéria podem sofrer alterações e formar uma ou mais substâncias diferentes das iniciais. Numa reação química, há uma ou mais substâncias reagentes, aquelas que iniciam a reação e um ou mais produtos, que são as substâncias formadas na reação. A representação de uma reação química é denominada **equação química**, cujo formato é o seguinte:



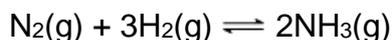
Na equação química, são apresentadas as fórmulas das substâncias participantes e também costumam ser indicados os seus estados físicos entre parênteses (s – sólido; l – líquido; g – gasoso). A seta indica que os reagentes se transformam em produtos.

Uma combustão ou queima é um exemplo de fenômeno químico. Na queima ou combustão completa do enxofre, ocorre a formação de uma nova substância, o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), derivado da reação entre um combustível (substância que está sendo queimada), que é o enxofre (S) e um comburente (substância que provoca a combustão), que é o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ).



Para ocorrer um processo de combustão, deve haver combustível, comburente e o calor que ativa a reação. O calor é uma forma de energia e não é representado na equação química. Se um desses componentes não estiver presente, a combustão não ocorre.

A seta simples indica que a queima do enxofre é um fenômeno químico irreversível, pois o dióxido de enxofre formado não irá recompor o enxofre. Também há equações de reações químicas reversíveis, indicadas por uma seta dupla, como a reação de formação da amônia (NH<sub>3</sub>) representada a seguir:



Os números que aparecem antes das fórmulas do gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) e da amônia (NH<sub>3</sub>), e que multiplicam essas fórmulas, são chamados de **coeficientes estequiométricos**. Eles servem para igualar o número de átomos de cada elemento químico em ambos os lados da equação. O coeficiente do gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) é igual a 1 e pode ser omitido. A equação pode ser lida da seguinte forma: a cada 1 molécula de N<sub>2</sub> reage com 3 moléculas de H<sub>2</sub> e formam 2 moléculas de NH<sub>3</sub>. Portanto, do lado esquerdo da equação há 2 átomos de N e 6 átomos de H. Do lado direito da equação, também há 2 átomos de N e 6 átomos de H.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Amônia ou gás amoníaco

A amônia (NH<sub>3</sub>) ou gás amoníaco e seus derivados como ureia (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O) e nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) são usados na agricultura como fertilizantes. A amônia possui um odor característico e desagradável. Ela pode ser encontrada na composição de produtos de limpeza e é utilizada como agente refrigerante industrial.

A fotossíntese é outro exemplo de fenômeno químico. Tal processo é realizado, a nível celular, pelos seres vivos clorofilados, que transformam dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O) em gás oxigênio (O<sub>2</sub>) e glicose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) segundo a equação geral:



Os fenômenos químicos podem ser observados, por exemplo, em modificações sofridas por determinado material, tais como alterações na sua cor (queima do papel, produção de um bolo, apodrecimento de um fruto, digestão de alimentos, cozimento de um ovo, enferrujamento de um prego), liberação de gás (quando um medicamento efervescente é colocado em água, quando a água oxigenada entra em contato com uma batata crua), emissão de luz e calor (explosão de fogos de artifício, queima de uma vela).

## Propriedades gerais da matéria

As propriedades gerais da matéria são propriedades comuns aos diferentes tipos de matéria. As principais são massa, volume, descontinuidade, divisibilidade e impenetrabilidade.

## Massa

A quantidade de matéria que um corpo apresenta é denominada **massa**. A balança é o equipamento utilizado para medir a massa dos materiais. A figura a seguir apresenta uma balança digital utilizada em laboratório.



Marcelo Pinheiro

Balança digital.

O quilograma (kg) é a unidade padrão de medida de massa do Sistema Internacional de Unidades (SI), mas outras unidades de massa costumam ser utilizadas como o grama (g), o miligrama (mg) e a tonelada (t).

## Volume

Além de ter massa, um corpo também ocupa espaço, e a medida do espaço ocupado por esse corpo é denominado **volume**. O seu valor pode ser medido em laboratório utilizando equipamentos apropriados, como pipeta graduada e pipeta volumétrica.



Pipeta graduada.



Pipeta volumétrica.

Marcelo Pinheiro

O metro cúbico ( $m^3$ ) é a unidade padrão do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a medida de volume, mas outras unidades também são utilizadas, tais como decímetro cúbico ( $dm^3$ ), centímetro cúbico ( $cm^3$ ), litro (L) e mililitro (mL).

## **Descontinuidade**

Toda matéria é descontínua, pois existem espaços vazios entre as partículas que a formam. Como vimos, o estado físico da matéria depende do maior ou menor espaço entre essas partículas.

## **Divisibilidade**

A matéria pode ser dividida em partes bem menores até um certo limite. Por exemplo, um copo de vidro pode ser quebrado em pedaços cada vez menores, reduzindo-se a pó e, se dividir ainda mais, chega-se às partículas que formam o material.

## **Impenetrabilidade**

Essa propriedade está relacionada ao fato de dois corpos não poderem ocupar o mesmo lugar no espaço ao mesmo tempo. Se um parafuso for colocado dentro de uma proveta contendo certo volume de água, observa-se que há um aumento na altura da superfície do líquido, pois o parafuso e a água não ocupam o mesmo lugar ao mesmo tempo.



Elevação no nível da água provocada pelo parafuso.

## Propriedades específicas da matéria

As propriedades características de cada tipo de matéria são chamadas de propriedades específicas da matéria e servem para se identificar um determinado tipo de matéria.

Dentre elas, podem ser destacadas temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade. Há outras propriedades específicas de cada material, tais como forma, cor, odor, sabor, brilho, viscosidade, etc.

### Temperatura de fusão (TF) ou ponto de fusão (PF)

Ao se aquecer um material sólido, ele começa a derreter ou fundir em uma determinada temperatura. **Temperatura de fusão (TF)** ou **ponto de fusão (PF)** é a temperatura que um sólido derrete passando para o estado líquido sob determinada pressão ao ser aquecido. O gelo sofre fusão à 0 °C sob 1 atm de pressão.

Quando uma substância no estado líquido é resfriada, ela passa para o estado sólido (solidificação) na mesma temperatura que ela passa de sólido para líquido (fusão) quando é aquecida.

### **Temperatura de ebulição (TE) ou ponto de ebulição (PE)**

Ao se aquecer um material líquido, ele atinge um ponto de temperatura em que começa a ebulir. **Temperatura de ebulição (TE)** ou **ponto de ebulição (PE)** é a temperatura que um líquido passa para o estado gasoso ao ser aquecido, produzindo vapor, sob determinada pressão. Quanto menor a pressão exercida sobre um líquido, menor é sua temperatura de ebulição e vice-versa.

A água pura sofre ebulição à 100 °C sob pressão de 1 atm (1 atmosfera), ou seja, ao nível do mar. No alto de uma montanha, a água entra em ebulição em uma temperatura menor que 100 °C, pois nesse local a pressão atmosférica é menor que 1 atm. Numa panela de pressão, a água pura entra em ebulição em temperatura maior que 100 °C, pois a pressão exercida sobre o líquido dentro da panela é maior que 1 atm.

Quando uma substância no estado gasoso é resfriada, ela passa para o estado líquido (liquefação ou condensação) na mesma temperatura em que ela passa de líquido para vapor (ebulição) ao ser aquecida.

A relação entre a pressão exercida sobre uma substância e suas mudanças de estado físico pode ser verificada através do seu diagrama de fases. A imagem a seguir apresenta uma representação do diagrama de fases da água. No eixo y estão os valores de pressão externa e no eixo x a temperatura.

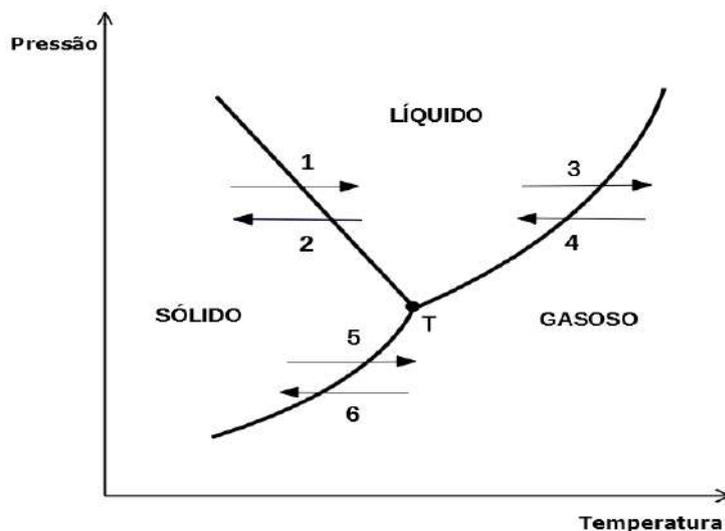


Diagrama de fases da água.

A transformação “1” é a **fusão**, em que o aumento da temperatura provoca a passagem do estado sólido para líquido. Sabendo-se a pressão exercida, pode-se verificar a temperatura de fusão correspondente num ponto sobre a curva. A transformação “2” é a **solidificação**, em que a diminuição da temperatura provoca a passagem do estado líquido para o sólido.

Da mesma forma, a transformação “3” é a **ebulição**, pois a elevação da temperatura provoca a passagem do estado líquido para gasoso. Sabendo-se a pressão exercida, pode-se verificar a temperatura de ebulição correspondente num ponto sobre a curva. A transformação “4” é a **condensação ou liquefação**, que é a passagem do estado gasoso para o líquido pela diminuição da temperatura.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Gás, vapor, condensação e liquefação

O **vapor** passa para o estado líquido aumentando a pressão **ou** diminuindo a temperatura, e esse fenômeno é denominado **condensação**.

O **gás** passa para o estado líquido aumentando a pressão **e** diminuindo a temperatura, e esse fenômeno é denominado **liquefação**.

As transformações “5” e “6” são denominadas **sublimação**, ou seja, mudanças de estado sólido para gasoso e vice-versa.

O gráfico informa que se pode realizar uma mudança de estado físico apenas modificando a pressão, sem haver alteração na temperatura.

O ponto **T** é o denominado **ponto triplo**. Nesse ponto é possível ter a substância nos três estados físicos em um mesmo recipiente e em equilíbrio.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Panela de pressão

Quando uma panela de pressão está sendo aquecida, a água em seu interior começa a evaporar e a pressão gerada pelos vapores de água é maior que a pressão atmosférica. Nessa pressão maior, a água entra em ebulição a uma temperatura maior que 100 °C.

Na panela de pressão há uma válvula de alívio sobre a tampa, que controla a pressão interna, possibilitando o escape do vapor formado e evitando uma explosão.

Um alimento cozinha em menor tempo dentro de uma panela de pressão porque em seu interior a água ferve a uma temperatura maior que em uma panela comum.

Outro fator que aumenta a temperatura de ebulição da água é a presença de um material não volátil (que não evapora) dissolvido. Por exemplo, água com sal, entra em ebulição em uma temperatura maior que água pura nas mesmas condições de pressão. As partículas do sal dificultam o escape das moléculas de água para o estado gasoso.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Aerossol

Um aerossol é uma mistura de dois líquidos acondicionados em uma mesma lata. Um dos líquidos pode ser creme de barbear, desodorante, tinta ou inseticida e o outro é uma substância que serve para impulsionar o produto para fora, denominada propelente. O propelente pode ser um gás líquido, ou seja, ele é liquefeito devido à grande pressão dentro da lata que o comprime. Quando a válvula da lata é acionada, a pressão dentro do frasco diminui e uma parte do líquido propelente se expande rapidamente, passando para o estado gasoso. Com o aumento de volume do propelente, ele escapa pela válvula, levando parte do produto para fora.

O material utilizado atualmente como propelente é o GLP (gás liquefeito de petróleo). Até os anos 80, utilizava-se os CFCs (clorofluorcarbonos), responsáveis por destruir a camada de ozônio que nos protege dos raios solares.

### Densidade

Quando dois líquidos que não se dissolvem estão num recipiente, um líquido fica sobre o outro devido a uma propriedade denominada densidade. O líquido menos denso flutua sobre o mais denso. Por exemplo, água e azeite são dois líquidos imiscíveis, ou seja, não se dissolvem. Se colocarmos água e azeite num recipiente, como o azeite é menos denso, ele fica sobre a água.

Materiais como ferro, alumínio, chumbo, cobre, mercúrio afundam ao serem colocados em água, pois eles têm densidades maiores que a da água.

A **densidade (d)** ou **massa específica** é a relação entre a massa (m) e o volume (V) de um determinado material. Assim, a densidade pode ser calculada pela razão entre a massa (em grama) de um material e o volume que ele ocupa (em mililitro ou centímetro cúbico), logo sua unidade é g/mL ou g/cm<sup>3</sup>.

$$\text{densidade (d)} = \frac{\text{massa (m)}}{\text{volume (V)}}$$

Por exemplo, a densidade da água é igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$  na temperatura de  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Quanto maior o volume de um material, mantendo-se a massa constante, menor é a sua densidade. Como o volume pode variar com a temperatura, a densidade de um determinado material depende da sua temperatura. Quando o aumento de temperatura de um material provoca um aumento de volume, ocorre uma diminuição da densidade. Isso não acontece com a água entre  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ , pois a  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  sua densidade é maior do que a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tal anomalia ocorre porque as moléculas de água a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  estão em uma organização que deixa espaços maiores entre elas, ou seja, ocupam um volume maior. Por isso, uma garrafa de vidro ou plástico cheia de água pode quebrar após certo tempo se for colocada dentro de um congelador, devido ao aumento de volume da água.

Dois materiais que possuem densidades diferentes e a mesma massa (mesmo peso), apresentam volumes diferentes. Por exemplo, 1 tonelada de algodão tem a mesma massa que 1 tonelada de chumbo, porém o volume ocupado pela amostra de algodão é bem maior, uma vez que a densidade do algodão é menor que a do chumbo.

Curioso é o fato de um navio flutuar na água do mar, já que o ferro é mais denso que a água. Isso ocorre porque em toda extensão do navio há muitos espaços vazios, ou seja, um volume muito grande. Nesse caso, a razão entre a massa do navio e seu volume gera uma densidade menor que a da água do mar.

Por outro lado, quanto maior a massa de um material, mantendo-se o volume constante, maior é o valor da densidade. Por exemplo, 1 litro de água do mar é mais denso que 1 litro de água pura, pois a água do mar contém, além de água, outras massas dissolvidas.

## Tipos de Matéria

Uma amostra de matéria pode ser uma **substância** ou uma **mistura**.

### Substância

**Substância** é o tipo de matéria que possui propriedades bem definidas e, quando é formada por moléculas, elas são todas iguais. Como todas as moléculas de uma substância são iguais, os químicos representam este tipo de material usando a fórmula de uma de suas moléculas. Por exemplo, a água pura (ou simplesmente água) é uma substância formada por moléculas iguais cuja fórmula é  $H_2O$ . Cada molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O).

Há autores que utilizam o termo substância pura ao invés de simplesmente dizer substância. Preferimos utilizar apenas o termo substância, pois se uma substância se tornar impura, ela passa a ser uma mistura.

#### AMPLIANDO O CONHECIMENTO

##### Nem todas as substâncias são formadas por moléculas!

Existem substâncias que não são formadas por moléculas e sim por átomos iguais, como as substâncias metálicas e substâncias formadas por elementos denominados gases nobres. Nesses casos, as substâncias são representadas graficamente pelo símbolo do átomo presente. Por exemplo, uma barra de ouro puro (24 quilates) é representada pelo símbolo Au. Uma amostra de gás hélio é representada por He. Há também outro grupo de substâncias que não são formadas por moléculas, e sim por compostos iônicos. O cloreto de sódio ( $NaCl$ ), também conhecido como sal de cozinha, faz parte desse grupo.

Tais casos serão estudados na parte de ligações químicas.

Cada substância apresenta **um conjunto de propriedades físicas e químicas fixas e definidas** em determinadas condições de temperatura e

pressão. Observe na tabela a seguir as diferenças entre água pura e etanol (álcool utilizado como combustível e em bebidas alcoólicas).

	Água (H <sub>2</sub> O)	Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)
Densidade a 20°C	1,0 g/cm <sup>3</sup>	0,79 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura de fusão a 1 atm	0 °C	-114,3 °C
Temperatura de ebulição a 1 atm	100 °C	78,4 °C
Cor	incolor	incolor
Sabor	insípida	com sabor
Odor	inodora	com odor
Combustão	não sofre	sofre

Propriedades físicas e químicas da água e do etanol.

As substâncias apresentam pontos de fusão e de ebulição fixos e definidos em determinado valor de pressão. Ao aquecermos ou resfriarmos uma substância, **sua temperatura permanece constante durante cada mudança de estado físico.**

O gráfico a seguir é característico de uma substância. No eixo y são colocados os valores de temperatura, enquanto que no eixo x são colocados os valores de tempo. Observe que a temperatura permaneceu constante durante a fusão e durante a ebulição.

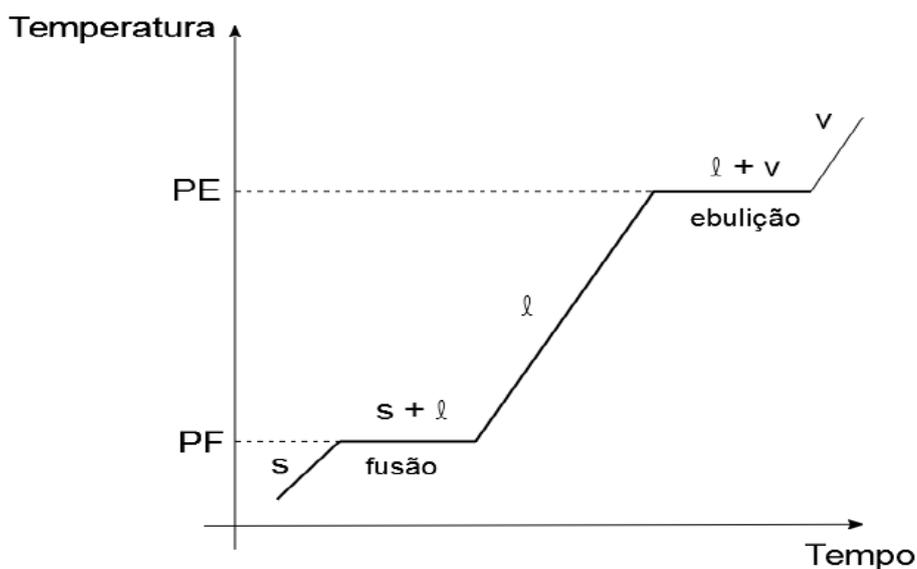
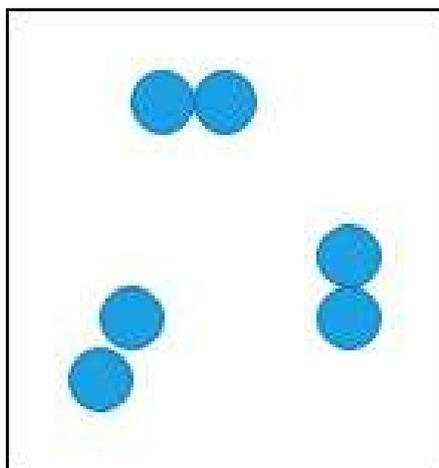


Gráfico de aquecimento de uma substância.

O gráfico nos mostra que uma substância sólida começa a ser aquecida e a temperatura vai aumentando até começar a fusão. Durante a fusão, sólido e líquido estão presentes no mesmo recipiente e a temperatura não se altera. Após esse processo, a temperatura volta a aumentar até o início da ebulição. Durante a ebulição, o líquido vai se transformando em vapor, e a temperatura não se altera durante esse processo. A temperatura só aumenta novamente, após todo o líquido passar para o estado de vapor.

As substâncias podem ser **simples** ou **compostas**.

A **substância simples** apresenta todas as moléculas iguais e formadas por apenas um elemento químico. Portanto, na fórmula de uma substância simples só há um símbolo. O esquema a seguir representa a organização das moléculas do gás oxigênio ( $O_2$ ).



Marcelo Pinheiro

Gás oxigênio ( $O_2$ )

Observe que cada molécula do gás oxigênio ( $O_2$ ) é formada por 2 átomos do mesmo elemento químico, o oxigênio.

Gás ozônio ( $O_3$ ), enxofre em pó ( $S_8$ ), gás cloro ( $Cl_2$ ), bromo líquido ( $Br_2$ ), gás hidrogênio ( $H_2$ ), gás nitrogênio ( $N_2$ ), cobre (Cu), ferro (Fe), ouro 24 quilates (Au) também são alguns exemplos de substâncias simples.

O elemento químico oxigênio forma duas substâncias simples diferentes, o gás oxigênio ( $O_2$ ) e o gás ozônio ( $O_3$ ). O fenômeno em que um mesmo elemento químico forma substâncias simples diferentes é denominado alotropia. Portanto, gás oxigênio e gás ozônio são alótropos do oxigênio.

O carbono também forma alótropos, tais como diamante e grafite.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### O que é o quilate do ouro?

O ouro 24 quilates é o ouro puro. Por ser macio, esse ouro não é utilizado na confecção de joias, porém o ouro denominado 18 quilates, que é uma mistura, é adequado para a produção de joias, pois contém 75% de ouro e 25% de cobre e prata.

Como 24 quilates é o termo utilizado para o grau máximo de pureza do ouro, a percentagem de ouro numa joia de ouro 18 quilates é calculada da seguinte forma:

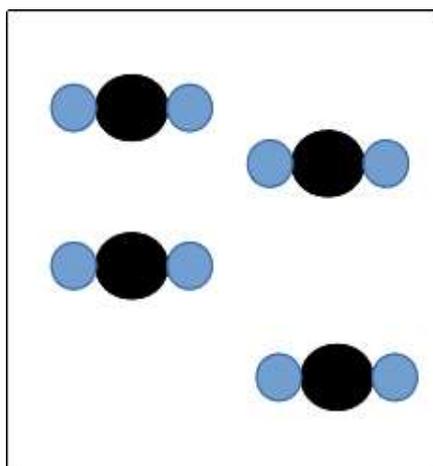
24 quilates ..... 100% de ouro

18 quilates ..... x% de ouro

$$x = \frac{18 \cdot 100}{24} = 75\% \text{ de ouro}$$

A **substância composta** pode ser decomposta em substâncias mais simples, apresenta todas as moléculas iguais e formadas por elementos químicos diferentes. Portanto, na fórmula de uma substância composta há mais de um símbolo.

Por exemplo, a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) é uma substância composta, já que é formada por 2 elementos químicos (H e O). O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) também é uma substância composta, pois cada uma de suas moléculas possui 2 elementos químicos (C e O), conforme se observa na ilustração a seguir.



Marcelo Pinheiro

Moléculas de gás carbônico.

O ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), presente na bateria dos automóveis, o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), utilizado na remoção de poluentes de água para abastecimento público, a sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), o açúcar comum e o etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), presente no álcool hidratado, são outros exemplos de substâncias compostas, pois suas moléculas são formadas por mais de um elemento químico.

## Mistura

Uma **mistura** é formada pela união de duas ou mais substâncias que conservam suas individualidades, ou seja, podem ser separadas por simples processos físicos de separação de misturas.

Em uma mistura, as moléculas não são todas iguais, logo esse tipo de matéria é identificado por sua composição química e não por uma fórmula, o que é possível para uma substância. Por exemplo, o leite é uma mistura de água, gordura, proteínas, etc. Isopor é um plástico misturado com ar. Refrigerante é uma mistura de água, gás carbônico e outras substâncias.

O rótulo de uma garrafa de água mineral indica que esse produto contém muitas substâncias misturadas no líquido.

Outros exemplos de misturas são: vinagre, petróleo, gasolina, ar atmosférico, ouro 18 quilates, granito, água da torneira, água filtrada, bronze, latão, aço, refrigerante, sangue humano, etc.

As **propriedades físicas e químicas de uma mistura não são fixas e definidas**, pois tais propriedades dependem das quantidades misturadas. Por exemplo, a temperatura de fusão, de ebulição e a densidade de uma mistura entre água e sal, depende da massa de sal que foi dissolvida na água.

As misturas **não apresentam temperatura constante durante as mudanças de estado físico**. Diferente do gráfico de substância, no eixo y não há um ponto de fusão (PF) e um ponto de ebulição (PE), pois a temperatura não permanece constante durante a fusão e a ebulição da mistura. Assim, tem-se uma temperatura inicial de fusão ( $TF_i$ ) e uma temperatura final de fusão ( $TF_f$ ). Da mesma forma tem-se uma temperatura inicial de ebulição ( $TE_i$ ) e uma temperatura final de ebulição ( $TE_f$ ).

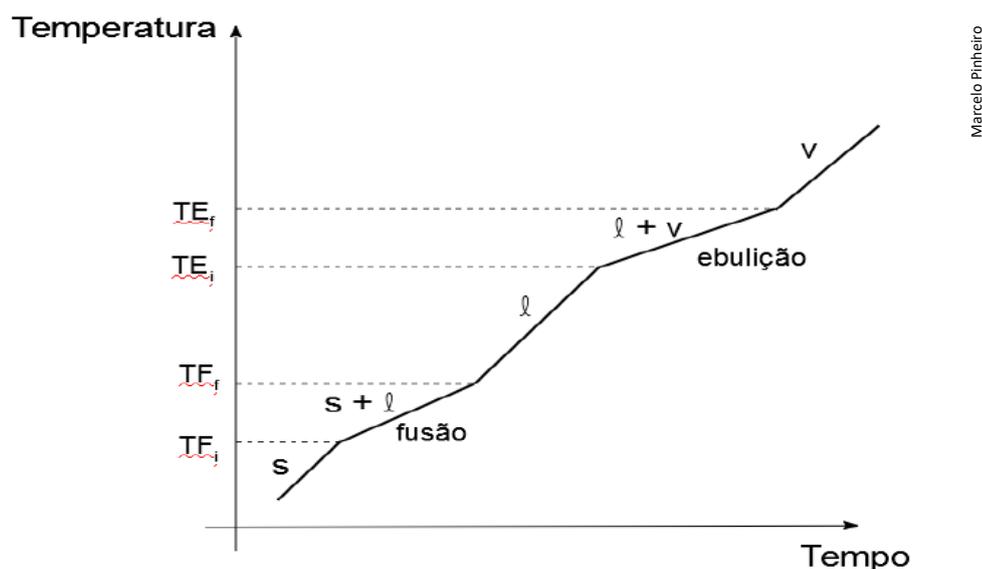


Gráfico de aquecimento de uma mistura comum.

Existem casos especiais de misturas em que a temperatura permanece constante em apenas uma das mudanças de estado físico. Tais misturas são denominadas eutética e azeotrópica.

A **mistura eutética** apresenta temperatura constante somente durante a fusão.

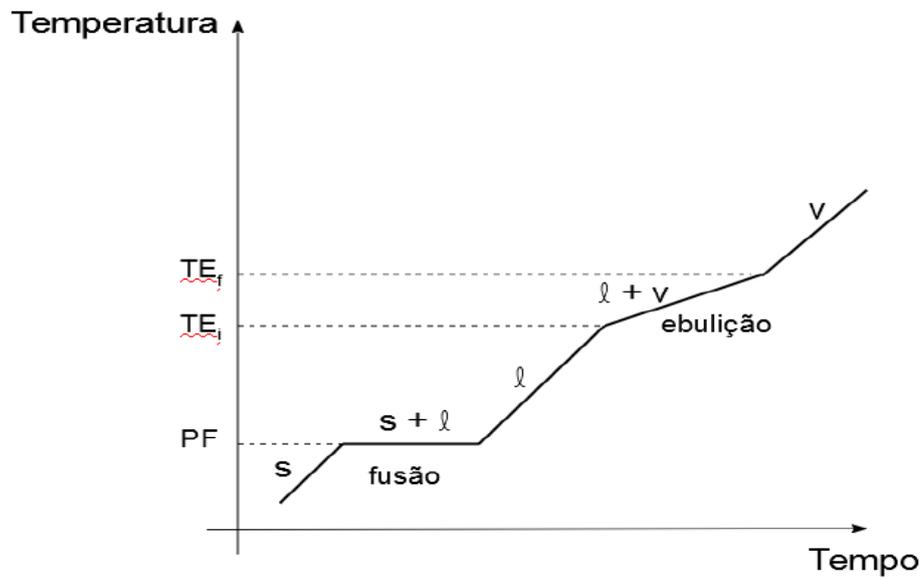
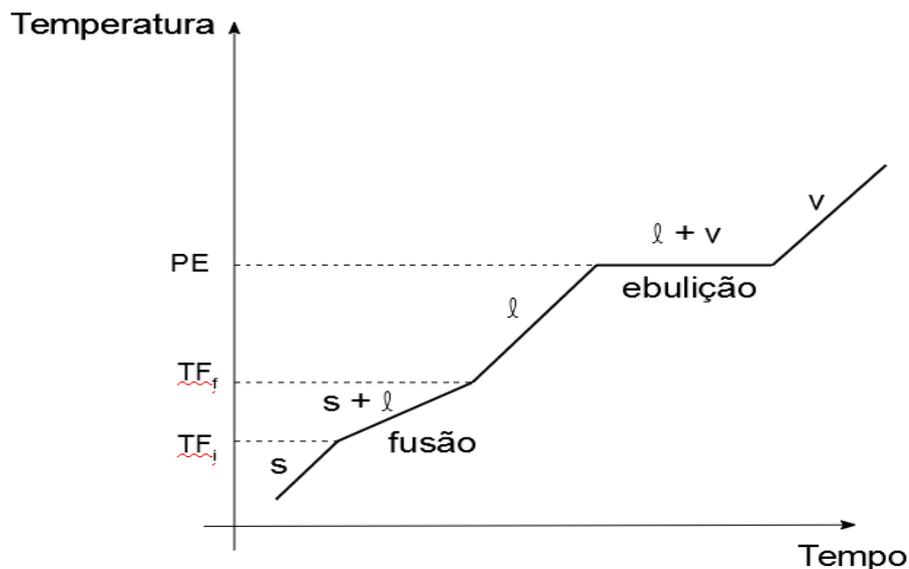


Gráfico de aquecimento de uma mistura eutética.

Um exemplo de mistura eutética é a liga metálica formada por 63% de estanho (Sn) e 37% de chumbo (Pb), com ponto de fusão igual a 183 °C.

A **mistura azeotrópica** apresenta temperatura constante somente durante a ebulição.



Marcelo Pinheiro

Gráfico de aquecimento de uma mistura azeotrópica.

Um exemplo de mistura azeotrópica é aquela formada por 96% de etanol ( $C_2H_6O$ ) e 4% de água ( $H_2O$ ), com ponto de ebulição igual a  $78,1\text{ }^\circ\text{C}$ .

Uma mistura pode ser classificada quanto ao aspecto visual em **homogênea** ou **heterogênea**.

A **mistura homogênea** ou **solução** é o tipo de mistura que apresenta apenas uma fase (único aspecto em todo seu volume) quando é observada ao olho nu e ao microscópio óptico. É denominada também de **mistura monofásica**.

Numa solução há um **solvente** (substância que dissolve) e um ou mais **solutos** (substâncias dissolvidas).

**Solução aquosa** é aquela em que o solvente é a água.

São alguns exemplos de soluções: **soro fisiológico** (mistura entre cloreto de sódio e água), **vinagre** (mistura entre água e ácido acético), **ar atmosférico** (mistura contendo 78% de gás nitrogênio, 20% de gás oxigênio e 1% de outros

gases), ouro 18 quilates (liga metálica contendo 75% de ouro e 25% de um ou mais metais, tais como cobre, prata, etc.), **aço** (mistura entre ferro e carbono).

A quantidade máxima de um soluto que pode ser dissolvida em determinada quantidade de solvente em certas condições de temperatura é denominada **coeficiente de solubilidade** desse soluto. Por exemplo, a 20 °C pode-se dissolver no máximo 36 g de cloreto de sódio (NaCl) em cada 100 g de água.

Quando a quantidade de um soluto dissolvida é a máxima possível, tem-se uma solução saturada. No caso de soluto sólido, caso se adicione mais soluto do que se pode dissolver, a massa excedente forma no fundo um **depósito** ou **precipitado** e a mistura deixa de ser homogênea.

Uma mistura entre água e sal dissolvido ou água e álcool apresenta 1 fase (mistura monofásica) e 2 componentes (água com sal ou água com etanol).



Marcelo Pinheiro

Mistura entre água e sal.

Nesse tipo de mistura, não conseguimos identificar visualmente os componentes da mistura, tanto que no copo da imagem anterior pode haver água e sal dissolvido, ou água e etanol, ou outra mistura homogênea incolor.

A **mistura heterogênea** é o tipo de mistura que apresenta mais de uma fase quando observada ao olho nu **ou** ao microscópio óptico. Essa mistura pode ser bifásica, trifásica, polifásica.

Uma mistura entre água e óleo de cozinha apresenta 2 fases (mistura bifásica) e 2 componentes (água com óleo).



Marcelo Pinheiro

Mistura entre água e óleo de cozinha.

O óleo de cozinha e a água são imiscíveis, ou seja, praticamente não se dissolvem. O óleo flutua sobre a água por ser menos denso.

Se tentarmos agitar a mistura, pequenos glóbulos do óleo ficarão dentro da água. Trata-se de uma **emulsão** que é instável, pois com o tempo essas gotículas se separam da água novamente.

Os **agentes emulsificantes** (surfactantes) são substâncias adicionadas às emulsões para aumentar a sua estabilidade tornando-as estáveis e homogêneas. O leite e a maionese são exemplos de emulsões estáveis.

O leite e o sangue são exemplos de misturas que não apresentam um único aspecto visual ao serem observados em um microscópio óptico, logo são misturas heterogêneas formadas por muitos componentes.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Polaridade de substâncias

Uma substância formada por moléculas pode ser **polar** ou **apolar**. Essa classificação depende se há ou não polos elétricos nas suas moléculas. Substâncias **polares** tendem a dissolver substâncias **polares** e substâncias **apolares** tendem a dissolver substâncias **apolares**.

A água é uma substância polar, por isso ela não se mistura com óleo, clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ), gasolina, querosene, que são materiais apolares.

Substâncias classificadas como álcoois (exemplos: metanol -  $\text{CH}_3\text{OH}$ , etanol -  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) apresentam uma parte polar (a extremidade que possui o grupo OH) e outra parte apolar (restante da molécula formada por carbonos e hidrogênios), logo são solúveis em água e em substâncias apolares.

A gasolina utilizada nos automóveis contém etanol. Se for adicionado e misturado um certo volume de água à gasolina, o etanol é atraído pela polaridade da água, extraindo o álcool da gasolina.

## Processos físicos de separação de misturas

Na natureza, não é fácil encontrar uma substância isolada. Então muitas vezes o ser humano necessita separar um ou mais componentes de uma mistura. Por exemplo, podem ser utilizados processos de separação de misturas para retirar de pedrinhas do arroz, remover do bagaço na preparação de um suco, extrair essências no preparo de um chá, etc.

Para a separação dos componentes das misturas heterogêneas e homogêneas são utilizados diversos processos.

### Separação de misturas heterogêneas

#### Catação

A catação é empregada na separação de componentes sólidos de tamanhos diferentes, utilizando-se as mãos ou uma pinça para a separação.



Marcelo Pinheiro

Separação das pedrinhas misturadas no feijão.

## Peneiração ou tamisação

A peneiração consiste na separação de componentes sólidos de tamanhos diferentes com o auxílio de uma peneira.



Marcelo Pinheiro

Separação de impurezas da farinha de trigo.

## Imantação ou separação magnética

Nesse processo, um ímã é utilizado para atrair um dos componentes sólidos da mistura. Por exemplo, pó (limalha) de ferro pode ser separado de uma mistura com areia.



Marcelo Pinheiro

Retirada da limalha de ferro em uma mistura com areia.

## Levitação

Levitação é um procedimento utilizado para a separação de componentes sólidos em que o menos denso é arrastado por uma corrente de água. É utilizado para separar pedrinhas de ouro de uma mistura de areia e pedras com uma bacia chamada bateia.



Bateia.

Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Gold\\_Pan.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Gold_Pan.jpg)

## Decantação

A decantação é um processo de separação por diferença de densidade. Deixa-se a mistura em repouso de forma que o componente mais denso se deposite (sedimento) no fundo do recipiente.

Se a mistura for entre um sólido e um líquido, por exemplo areia e água, basta deixar a mistura em repouso para que a areia se deposite no fundo. Pode-se retirar a água escoando-a em outro recipiente com auxílio de um bastão de vidro, ou retirar a areia filtrando a mistura.

**Antes****Depois**

Processo de decantação em uma mistura de água e areia.

Se a mistura for entre dois líquidos imiscíveis, por exemplo água e óleo de cozinha, coloca-se a mistura em um funil de decantação (ou funil de separação) e deixa-se em repouso. Após a separação das camadas, abre-se a torneira do funil para que apenas o líquido mais denso (água) escorra.



Vinícius Neves

Decantação de uma mistura entre óleo e água.

O funil de decantação não serve para separar uma mistura entre sólido e líquido, pois o sólido iria entupir a pequena passagem da torneira.

A decantação é um procedimento lento, então uma centrífuga pode ser utilizada para aumentar a velocidade da decantação de uma mistura entre líquido e sólido. A mistura é colocada em um dos tubos do equipamento que, ao realizar uma rotação, faz com que as partículas sólidas se depositem no fundo desse tubo. Esse processo é denominado **centrifugação** e é utilizado, por exemplo, para separar os componentes sólidos do sangue de sua parte líquida, o plasma.

## Filtração

Na filtração, se utiliza um sistema para separar um componente sólido de um líquido ou gás.

Em laboratório, esse sistema costuma ser um funil de vidro preso a um suporte universal. Dentro do funil coloca-se um papel de filtro que permite a passagem apenas do líquido. Essa é a **filtração simples**, que é um processo lento.

No caso de uma mistura entre areia e água, a areia fica retida no papel de filtro.



Marcelo Pinheiro

Separação de uma mistura entre água e areia por filtração simples.

Há ainda a **filtração a vácuo**, cuja aparelhagem é composta por um kitassato (semelhante a um erlenmeyer com saída lateral), um funil especial denominado funil de Buchner (feito de porcelana com vários furinhos em seu interior), onde se coloca o papel de filtro, e uma trompa de vácuo para puxar o ar de dentro do kitassato. A mistura heterogênea entre líquido e sólido é colocada no funil com o papel de filtro. Como a pressão do ar externo é maior do que a pressão no interior do kitassato, devido à retirada de ar, o líquido é empurrado rapidamente para dentro do recipiente, e o sólido fica preso no papel de filtro. Esse processo é muito mais rápido que a filtração simples.



Marcelo Pinheiro

Equipamento para filtração a vácuo.

Em determinados equipamentos de filtração, o papel de filtro é substituído por tecido ou membrana filtrante.

O aspirador de pó é um equipamento utilizado para separar uma mistura entre sólido e gás, como a retirada de impurezas do ar.

### **Dissolução fracionada**

A dissolução fracionada consiste na adição de uma substância à mistura entre sólidos que dissolve apenas um dos componentes.

Por exemplo, numa mistura entre areia e sal de cozinha, adiciona-se água para dissolver o sal. Depois utiliza-se a filtração para remover a areia. Água e sal formam uma mistura homogênea e são separados por evaporação ou destilação, processos adequados para separar misturas homogêneas desse tipo.



Mistura de sal e areia



Após a adição de água

Dissolução fracionada em uma mistura de sal e areia.

Marcelo Pinheiro

## Sublimação

Na sublimação, se aquece uma mistura sólida para separar o componente que passa diretamente do estado sólido para o estado gasoso. Por exemplo, ao aquecer uma mistura entre iodo e areia em um recipiente, o iodo sofre sublimação, liberando vapores arroxeados. Uma tampa de vidro pode ser colocada sobre o recipiente para que esses vapores de iodo retornem ao estado sólido, só que agora livre das impurezas.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Produção do Vinho

O vinho é uma bebida resultante da fermentação alcoólica do suco da uva. A produção do vinho começa com a colheita das uvas, que é realizada em diferentes épocas do ano. Contudo, elas devem ser coletadas no momento certo, pois quando são colhidas antes do tempo, tendem a produzir vinhos mais ácidos e menos alcoólicos, enquanto que ao serem colhidas mais tarde, podem produzir vinhos de menor acidez e maior teor alcoólico.

Depois as uvas passam por um processo de esmagamento para a extração do mosto, que é uma mistura composta de suco, cascas e bagas.

O mosto é conduzido ao tanque de fermentação, em que leveduras transformam o açúcar presente no suco em álcool e gás carbônico.

Após esse processo, o mosto fermentado passa pela decantação e filtração, para a remoção de resíduos sólidos e matéria orgânica que se depositam no fundo do tanque.

O vinho é acondicionado em tanques de aço ou barris de carvalho e é armazenado em local de temperatura amena e com pouca luz para o seu envelhecimento, que acrescenta aromas e sabores ao vinho.

Por fim, o vinho é distribuído em garrafas e deixado em repouso na vinícola. As garrafas podem ficar nas vinícolas durante muito tempo (dias, semanas, meses, anos) antes de serem comercializadas.

## Separação de misturas homogêneas

### Evaporação

A evaporação é o processo utilizado para a separação de uma mistura homogênea entre um sólido e um líquido, recuperando-se apenas o sólido. Nesse processo, deixa-se uma mistura homogênea entre sólido e líquido em um ambiente que possibilite a evaporação de todo o líquido.

Nas salinas, a água do mar é deixada em repouso em grandes piscinas sob a ação do vento e da luz do sol. A água evapora e ocorre a **crystalização** (formação de cristais) do sal.



Obtenção de sal a partir da água do mar numa salina.

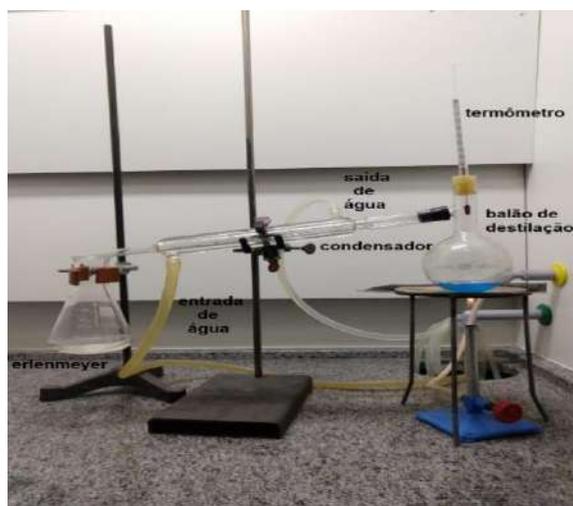
Fonte: <https://pixabay.com/pt/sal-mar-evapora%C3%A7%C3%A3o-apartamento-485919/>

### Destilação simples

A destilação simples é utilizada para separar uma mistura homogênea entre um sólido e um líquido, recuperando-se ambos os componentes, com o auxílio de um equipamento chamado de **destilador**.

Em laboratório, uma mistura entre sólido e líquido é aquecida no balão de destilação. O líquido entra em ebulição e seu vapor vai para o condensador, onde é liquefeito. O sólido permanece no balão de destilação e o líquido é recuperado em outro recipiente, como um erlenmeyer, por exemplo.

A figura a seguir apresenta um sistema de destilação simples para a separação de uma solução aquosa de sulfato de cobre II (um sal azulado). A mistura é aquecida em um balão de destilação. A água, que é o componente mais volátil (tem menor temperatura de ebulição), entra em ebulição e os vapores formados passam pelo condensador que é um tubo de vidro fino envolto por um tubo mais largo por onde passa água corrente proveniente de uma torneira. A água entra pelo tubinho inferior e sai pelo tubinho superior. Como a temperatura do condensador é menor que a temperatura de ebulição da água, os vapores dessa substância sofrem condensação e são recuperados no erlenmeyer. O sal fica no balão de destilação.



Destilação de uma mistura de água e sulfato de cobre II.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Produção do melado

As operações envolvidas na produção do melado são as mesmas empregadas na fabricação da rapadura. A retirada das impurezas é conseguida pela aplicação das mesmas técnicas de limpeza já utilizadas.

Assim, antes de ser moída, a cana deve passar por um processo de filtragem, permitindo um caldo extraído isento de impurezas como barro e palha, dentre outras. Os colmos devem ser moídos em uma moenda bem ajustada, o que possibilita um bom rendimento do caldo, na base de 500 litros de garapa para cada tonelada de cana processada.

O caldo, peneirado para a retirada de impurezas grosseiras, é aquecido até a temperatura de 70°C, adicionando-se de 0,40 a 0,75 gramas de ácido cítrico (tipo alimentício) por litro de caldo. Isto é feito para evitar a cristalização da sacarose que ocorre no processo de produção de rapadura.

O caldo é então colocado em repouso por cerca de 30 minutos para a decantação das impurezas, podendo-se adicionar de 0,2 a 0,4 gramas de cal por litro de caldo, para melhorar sua purificação. O caldo, logo após o repouso, é colocado em tachos de cobre ou ferro para ser aquecido em fornalhas de tijolo.

Neste momento, outras impurezas emergem e devem ser retiradas com o auxílio de uma concha ou de uma escumadeira. É importante destacar que a retirada destas substâncias, que emergem no aquecimento do caldo, é crucial para a produção de um melado de qualidade e com a coloração mais clara, evitando-se ainda o acúmulo destas impurezas no fundo das garrafas usadas como embalagem, o que pode desvalorizar o produto.

O caldo em aquecimento vai se concentrando rapidamente até atingir o ponto desejado. Quando é formado um grande número de bolhas pequenas no xarope, tem-se o ponto de “meladinho”. Quando estas bolhas se tornam maiores é que se tem o ponto de melado. Com uma escumadeira, verifica-se a textura do xarope, que se torna mais lento e viscoso.

Ressalta-se que, com boa prática, o produtor consegue elaborar um melado de qualidade e com pouca variação de sabor. O melado é colocado em recipientes resistentes de plástico ou de vidro, de 500 ou de 1000 mL, para ser armazenado ou comercializado.

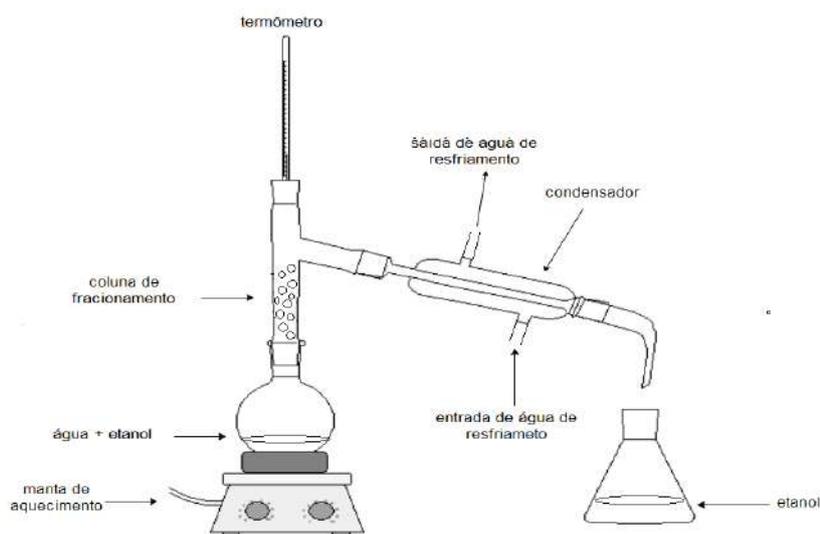
Fonte: disponível em: <<https://respostas.sebrae.com.br/fabricacao-do-melado-opportunidade-em-alta/>> acesso em: 07.11.2021.

## Destilação fracionada

A destilação fracionada é utilizada para separar uma mistura homogênea entre líquidos recuperando-se ambos os componentes. Tais líquidos possuem temperaturas de ebulição próximas, e o de menor temperatura de ebulição passa para o estado gasoso primeiro, separando-se do outro.

Em um equipamento de laboratório, para se evitar que alguns vapores do líquido menos volátil escapem para o condensador, coloca-se entre o balão de destilação e o condensador uma coluna de fracionamento, que contém superfícies para condensar tais vapores.

A destilação fracionada pode ser utilizada para separar uma mistura entre água e etanol. O álcool é o componente mais volátil e por ser inflamável, faz-se a destilação com uma manta de aquecimento, possibilitando o controle da temperatura com mais segurança.



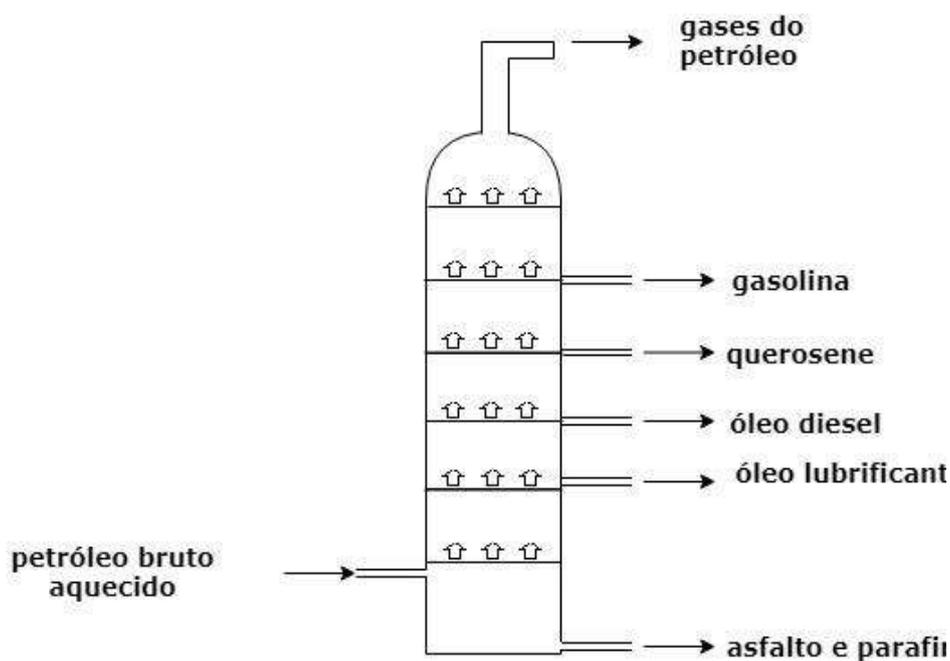
Marcelo Pinheiro

Separação de uma mistura entre água e etanol.

A destilação fracionada é um processo utilizado numa refinaria para a separação dos componentes que formam o petróleo. Como o petróleo é uma mistura complexa de muitas substâncias, o que se faz é a separação de frações

do petróleo, que também são misturas, ou seja, asfalto, parafina, querosene, gasolina, óleo lubrificante, óleo diesel, querosene, gasolina e gases, que possuem importantes aplicações em nosso dia a dia e na indústria.

Na parte interna da torre de destilação ou fracionamento há bandejas com orifícios que permitem a passagem dos gases formados. O petróleo é aquecido na entrada inferior da torre e os componentes de menores temperaturas de ebulição, ou seja, os mais voláteis, passam para o estado gasoso e sobem pela torre. Quando certa fração gasosa atinge uma bandeja com temperatura menor que a sua temperatura de ebulição, ela passa para o estado líquido e é removida da torre. Na base da torre é retirada a fração de maior temperatura de ebulição, e no topo da torre são removidos os gases, cujas temperaturas de ebulição são menores.



Torre de destilação de petróleo.

Esse processo é importante, pois se obtém produtos com diversas e importantes aplicações, porém a forma de utilização de tais produtos gera impactos ambientais.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Impactos ambientais causados pelo petróleo

O primeiro problema a ser considerado com relação ao uso de combustíveis provenientes do petróleo é que eles são fontes esgotáveis de energia, já que não são regenerados após serem consumidos.

Outra preocupação atual é com a produção de fumaça e subprodutos gasosos que atuam como poluentes atmosféricos. Algumas dessas substâncias já existem no ar, porém com as quantidades aumentadas passam a representar riscos.

A queima desses combustíveis fósseis pode produzir gás carbônico ( $\text{CO}_2$ , se a combustão for completa), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ , gás invisível e altamente tóxico) e outros compostos orgânicos (compostos que contêm carbono). Se a combustão for ainda menos eficiente, haverá formação de fuligem, gerada por outros compostos orgânicos não queimados. O gás carbônico, em excesso, é uma das principais substâncias responsáveis pelo chamado aumento do efeito estufa.

Os combustíveis podem conter em suas composições outros elementos, tais como nitrogênio e enxofre, envolvidos com problemas de poluição do ar. A queima desses combustíveis produz óxidos de nitrogênio, que irritam as mucosas e os pulmões e nos organismos transformam-se em substâncias cancerígenas. O petróleo e o carvão fóssil possuem enxofre (S) e suas queimas formam óxidos deste elemento ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ), que combinados com o vapor d'água, produzem ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Esta substância é bastante corrosiva, degrada solos e, em contato com os rios, causa mortandade de peixes, prejudica o abastecimento de água potável, provocando sérios problemas para a flora e a fauna.

No Brasil já há diversas iniciativas que visam minimizar os efeitos nocivos da extração e uso dos derivados do petróleo. Há estudos envolvendo o desenvolvimento de tecnologias para a utilização de fontes alternativas de energia tais como o gás natural, o biodiesel, o vento, o sol, etc.

### **Fusão fracionada**

Consiste no aquecimento de uma mistura homogênea formada por sólidos, resultando na passagem para o estado líquido do componente de temperatura de fusão mais baixa.

É o processo utilizado para separação dos metais presentes em ligas metálicas, tais como bronze, latão, etc.

### **Liquefação fracionada**

Esse processo é utilizado para separar os componentes de uma mistura gasosa. A mistura é resfriada de forma que o componente de temperatura de liquefação mais alta passe para o estado líquido.

Na separação de uma mistura entre gás oxigênio e gás nitrogênio, o gás oxigênio tem uma temperatura de liquefação maior, logo é liquefeito antes do gás nitrogênio.

O processo de resfriamento não é tão simples para se controlar a temperatura, então, por exemplo, para se separar as substâncias presentes no ar atmosférico, pode-se liquefazer totalmente o ar e depois realizar uma destilação fracionada do ar líquido.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Tratamento de água

A água adequada para o consumo humano é a água potável. As águas de rios e lagos não são potáveis, logo não podem ser consumidas sem serem tratadas. O tratamento de água para abastecimento público é realizado numa estação de tratamento de águas (ETA).

Na estação de tratamento, a limpeza da água de um rio começa por **grades** que não deixam passar certos materiais como galhos de árvores, móveis, pneus, copos, garrafas, etc. Depois, para retirar as outras impurezas, ela é levada para um tanque de **decantação** onde são adicionadas substâncias como sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) e hidróxido de cálcio ( $Ca(OH)_2$ ). Essas substâncias reagem, produzem sulfato de cálcio ( $CaSO_4$ ) e hidróxido de alumínio ( $Al(OH)_3$ ), praticamente insolúveis em água, o que provoca a formação de flocos (**floculação**) com as impurezas presentes na água. A água fica em repouso para que os flocos se depositem no fundo do tanque juntamente com as impurezas.

Um método alternativo à decantação é utilizar a **flotação**, que consiste em injetar bolhas de ar que se aderem aos flocos ou partículas em suspensão, provocando a sua ascensão até a superfície do flutador de onde são removidas.

A água é conduzida para um **filtro**, para se remover partículas não retiradas na decantação.

Mesmo com a retirada das impurezas, a água ainda não está potável, pois ela está contaminada com microrganismos patogênicos. Então podem ser adicionados compostos de cloro para a remoção desses microrganismos, processo denominado **cloração** da água.

Para se minimizar a infestação de cárie na população, faz-se a **fluoretação** da água, com a adição de flúor. Por fim, a água tratada pode ser enviada para as residências.

Em algumas estações de tratamento, ainda podem ser utilizados filtros de carvão ativo para a remoção de componentes que dão gosto ou odor desagradável à água.

**QUESTÕES DAS OLIMPÍADAS – UNIDADE 1**

Questões e imagens obtidas das provas disponibilizadas no site da OBQJr:  
<http://www.obquimica.org/olimpiadas/junior>

1. (OBQJr 2018 – 1ª fase) Analise a figura abaixo.



Adaptado de: <http://egestamosgeografiando.blogspot.com.br>

A associação entre símbolos químicos e os lugares no pódio corresponde aos principais constituintes do

- A) ar atmosférico.
- B) pneu de carro.
- C) extintor de incêndio.
- D) solo arenoso.

2. (OBQJr 2020 – 1ª fase) O gelo acumulado em São Paulo (SP) por causa da chuva de granizo, ocorrida em um dia de domingo, demorou a derreter. Meteorologistas explicaram que essa dificuldade decorreu do fato de esse gelo ter sido gerado em uma atmosfera muito fria, em nuvens muito altas e com temperaturas baixas, de até -55 °C.

Adaptado de <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2014/05/19/>

Esse gelo demorou a

- A) fundir.
- B) condensar.
- C) solidificar.
- D) vaporizar.

3. (OBQJr 2022 – 1ª fase) Os habitantes de regiões muito frias fazem muitas brincadeiras com a água, conforme exemplificado na animação abaixo.



Fonte: <https://i.gifer.com/Vom.gif>

O fenômeno observado se relaciona à

- A) solidificação da água.
- B) fusão do gelo.
- C) ebulição da água.
- D) sublimação do gelo.

4. (OBQJr 2014 – 2ª fase) É comum se ouvir a expressão: “Está mais suado do que tampa de chaleira”. O suor é o resultado da transpiração; a água presente na tampa da chaleira aquecida é o resultado de uma

- A) calefação.
- B) condensação.
- C) floculação.
- D) solidificação.

5. (OBQJr 2021 – 2ª fase) Um grupo de estudantes ficou impressionado com a coloração observada na demonstração de um experimento sobre fenômeno físico. Qual dos experimentos chamou atenção do grupo?



Fontes: A - [https://thumbs.gfycat.com/WavyFlawlessHagfish-size\\_restricted.gif](https://thumbs.gfycat.com/WavyFlawlessHagfish-size_restricted.gif)

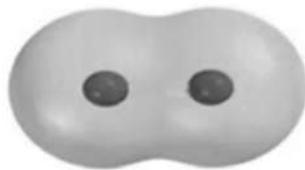
B - <https://chemnotcheem.com/reactivity-series-of-metals/>

C - <https://gfycat.com/discover/magnesium-gifs>

D - [https://www2.chem.wisc.edu/deptfiles/genchem/demonstrations/Gen\\_Chem\\_Pages/14acidpage/nitric\\_acid\\_acts\\_on\\_copper.htm](https://www2.chem.wisc.edu/deptfiles/genchem/demonstrations/Gen_Chem_Pages/14acidpage/nitric_acid_acts_on_copper.htm)

<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/08/29/antonio-gomes-ele-trocou-osredemoinhos-do-sertao-por-nanotubos-de-carbono.htm>

6. (OBQJr 2018 – 2ª fase) A molécula de determinada substância é representada abaixo.



Essa substância é produzida no processo de

- A) degradação anaeróbia.
- B) fotossíntese.
- C) respiração.
- D) combustão.

7. (OBQJr 2020 – 2ª fase) Observe o que aconteceu com essa colher metálica, constituída por átomos de um único elemento químico, quando ela foi utilizada para mexer água morna existente dentro de uma xícara.



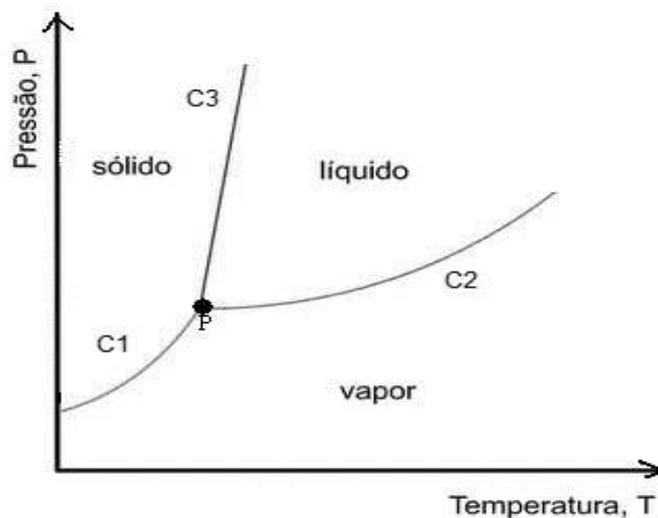
Fonte: <https://tumblr.chrisnolan.ca>

<https://tumblr.chrisnolan.ca/post/66188621065/chemistry-gifs>

A colher se derreteu ao ser colocada na xícara por causa do(a)

- A) baixo ponto de fusão do metal.
- B) alta polaridade da molécula do metal.
- C) forte corrosão da liga pela ação da água.
- D) fraco processo de adesão da liga.

8. (OBQJr 2016 – 2ª fase) O gráfico abaixo indica as mudanças de estado físico em determinada substância.



A curva de sublimação é dada por:

- A) C1.
- B) C2.
- C) C3.
- D) C2+ C3

9. (OBQJr 2023 – 2ª fase) Vamos descobrir que metal é este? Imagine que você tenha uma proveta com água até a marca de 11,0 mL. Você coloca um pequeno pedaço de metal, que pesa 18,9 g, dentro da proveta, e a água sobe, deslocando-se até a marca de 18,0 mL. Usando essa variação na água é possível descobrir qual é esse metal misterioso. O metal que você colocou no copo é o:

- A) ferro ( $d = 7,9 \text{ g. cm}^{-3}$ )
- B) urânio ( $d = 18,9 \text{ g. cm}^{-3}$ )
- C) alumínio ( $d = 2,7 \text{ g cm}^{-3}$ )
- D) zinco ( $d = 7,0 \text{ g cm}^{-3}$ )

10. (OBQJr 2016 – 1ª fase) No interior de um objeto metalizado, adiciona-se uma mistura aquosa, líquida à temperatura ambiente. Lacra-se o objeto com uma válvula e, em seguida, através desse componente e sob alta pressão, bombeia-se um gás liquefeito para o seu interior. Esse constituinte atuará como um propelente.

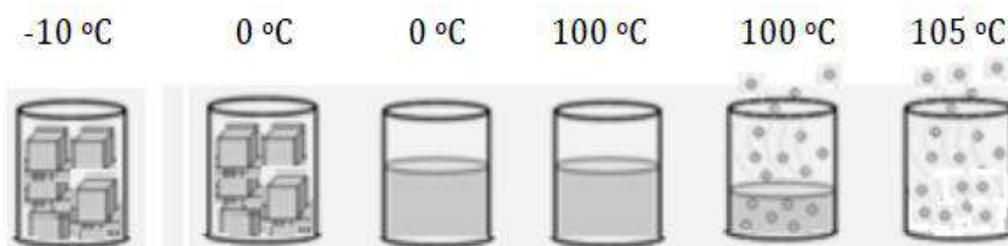
Produtos com essa característica são comercializados como

- A) gás de cozinha.
- B) desodorante aerossol.
- C) gás hospitalar.
- D) bebida energética.

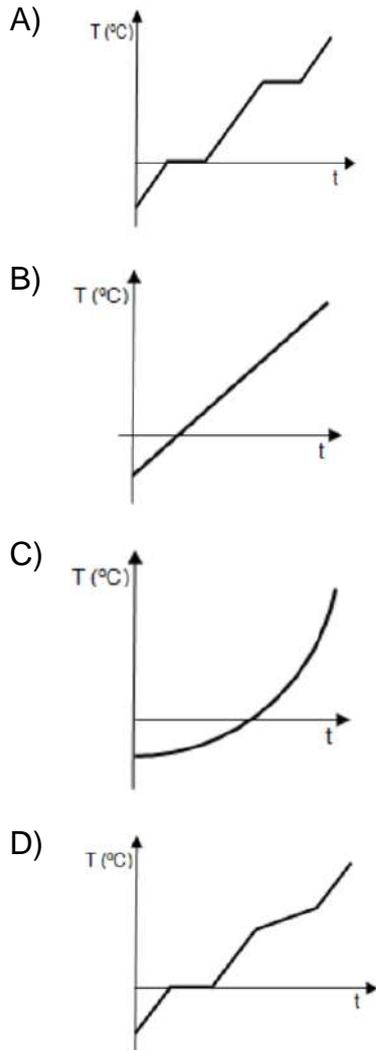
11. (OBQJr 2016 – 1ª fase) Uma determinada substância pura, um tipo de álcool, solidifica-se quando a sua temperatura chega a 25 °C. Portanto, o seu

- A) ponto de fusão é 25 °C.
- B) ponto de ebulição é 25 °C
- C) ponto de ebulição se inicia em 25 °C
- D) ponto de fusão é mais baixo que o do etanol.

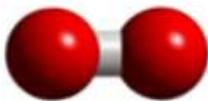
12. (OBQJr 2012 – 2ª fase) Realizou-se um experimento, no qual um frasco de vidro contendo cubos de gelo, retirado do *freezer*, sofreu um aquecimento, sob pressão constante de 1atm, conforme ilustrado a seguir.



Qual dos gráficos abaixo apresenta uma curva de aquecimento adequada para esse processo?



13. (OBQJr 2014 – 2ª fase) As moléculas da água, do gás carbônico e do oxigênio estão representadas abaixo.



I



II



III

Considerando a relação dessas três substâncias com a manutenção da vida de plantas e de peixes ornamentais em um aquário, é **correto** afirmar que:

A) os peixes e as plantas produzem as três substâncias por meio da fotossíntese.

B) os peixes produzem, na presença de luz, grandes quantidades da substância I.

C) as duas substâncias simples (II e III) são necessárias para que as plantas produzam a substância I na ausência de luz.

D) as duas substâncias gasosas (I e III) estão dissolvidas em um líquido, que é formado por moléculas da substância composta II.

14. (OBQJr 2023 – 1ª fase) São exemplos respectivamente de alótropos e substâncias compostas:

A) C (grafite); C (diamante) e  $\text{Co}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$

B) P (branco); P (vermelho) e  $\text{PCl}_5$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$

C)  $\text{O}_2$ ;  $\text{O}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{I}_2$

D)  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{CaCl}_2$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$

15. (OBQJr 2020 – 2ª fase) Esta joia foi um presente oferecido pelo rei Luís XVIII a sua sobrinha, a duquesa de Angouleme, Maria Teresa Carlota de França (1778-1851). Ela é composta por 1.031 diamantes cravejados em prata. No centro do diadema, há uma grande esmeralda,  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ , quase quadrada, muito fina de 15,93 quilates, cercada por uma moldura de 18 diamantes, acompanhada por 40 outras esmeraldas cravejadas em ouro.

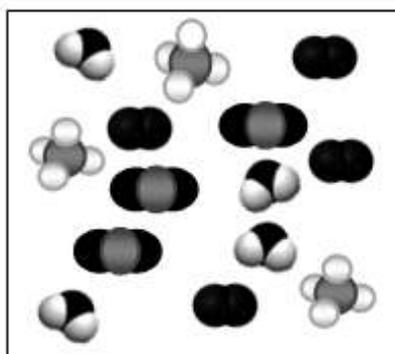


Adaptado de: <https://guiadolouvre.com/joias-da-coroa-da-franca/>

O objeto descrito no texto é composto por:

- A) substâncias simples metálicas, uma das formas alotrópicas do carbono é um tipo de mineral de berilo.
- B) substâncias compostas metálicas, uma das formas alotrópicas do carbono é um tipo de mistura de areia, alumínio e berilo.
- C) substâncias compostas metálicas, uma das formas isotópicas do carbono é um tipo de mistura de areia, alumínio e berilo.
- D) substâncias simples metálicas, uma das formas isotópicas do carbono é um tipo de mineral de berilo.

**16.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) Observe o esquema mostrado a seguir. Considerando que as esferas de tonalidades e de tamanhos diferentes representam átomos de elementos químicos distintos, entre as opções abaixo, esse modelo representa os componentes de um:



- A) pedaço de cobre.
- B) líquido de um termômetro de mercúrio.
- C) anel de ouro e prata.
- D) gás exalado pelo motor de um automóvel.

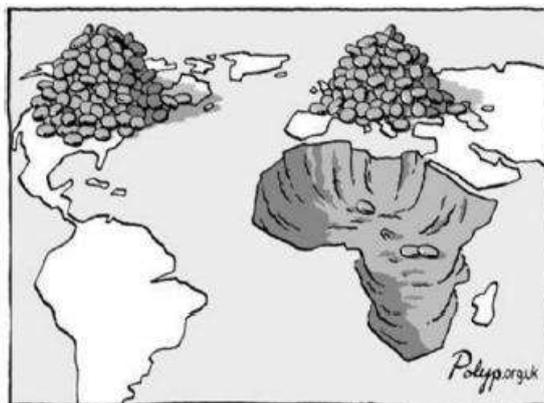
**17.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) Um objeto de grande estima popular foi roubado há quase quarenta anos. Ele pesava 3,8 quilos, tinha 35 centímetros de altura e era a imagem da deusa da vitória. Os ladrões renderam os seguranças do prédio onde a relíquia estava exposta e a levaram. O objeto nunca mais foi encontrado. A suspeita mais forte é que os seus dois principais componentes foram derretidos

e utilizados para a confecção de novas peças. Cada um deles era constituído apenas por um tipo de elemento químico.

O objeto em questão é o(a)

- A) taça Jules Rimet, feita de ouro e prata, exposta no prédio da sede da CBF no Rio de Janeiro.
- B) escultura de uma deusa romana, feita de resina e de gesso, mantida em um tribunal italiano.
- C) busto de uma deusa grega, feita de bronze e de aço, exposta em um famoso museu francês.
- D) estátua *Le Penseur*, do escultor Auguste Rodin, feita de bronze e concreto, exposta na França.

18. (OBQJr 2016 – 1ª fase) Analise a charge abaixo.



<http://egestamosgeografiando.blogspot.com.br/2012/06/interpretando-charges.html>

A crítica corresponde às exportações de

- A) soluções hidro alcoólicas.
- B) substâncias simples, como o aço.
- C) misturas, como o minério de ferro.
- D) substâncias compostas, como o barro.

**19.** (OBQJr 2013 – 2ª fase) A água e o etanol formam uma mistura azeotrópica. Tal característica dificulta a separação dessas substâncias por destilação. A curva de aquecimento representativa para esse tipo de mistura está em um dos gráficos mostrados abaixo. Nos demais, há uma curva de aquecimento representativa para uma substância simples e outra para uma mistura comum. Analise-as.

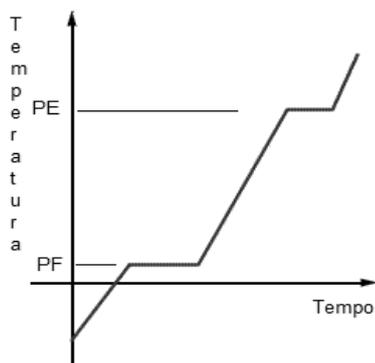


Gráfico 1

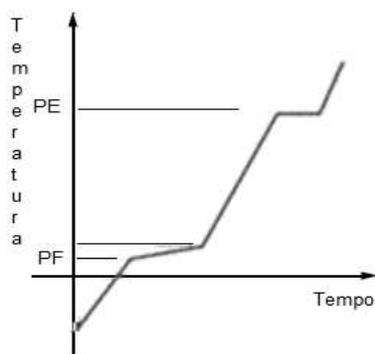


Gráfico 2

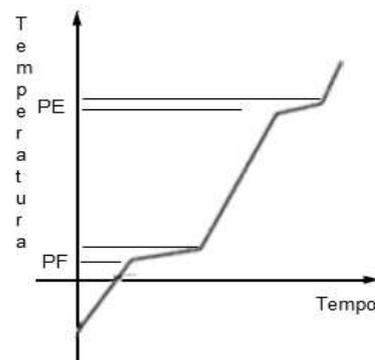
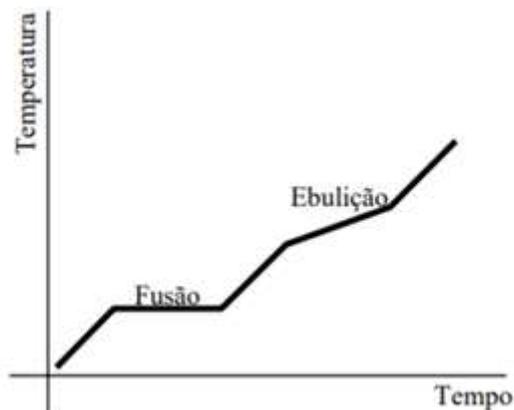


Gráfico 3

Justificando a sua escolha, indique qual gráfico se relaciona a uma curva de aquecimento representativa de uma mistura azeotrópica.

**20.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) Os diagramas de aquecimento ou resfriamento para compostos desconhecidos apresenta grande importância para o mundo científico. O diagrama é usado em várias áreas de estudo, sendo algumas delas a química, a geologia, a engenharia, a matemática, a física, a mineralogia e a ciência dos materiais.

O aquecimento de um sistema com composição desconhecida está representado na figura a seguir:



Com base no gráfico apresentado acima, assinale o sistema correto proposto pela figura acima.

- A) uma substância pura
- B) uma mistura eutética
- C) uma mistura racêmica
- D) uma mistura azeotrópica

**21.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Verifica-se que em um tipo de solda, uma liga metálica formada por 63% de estanho e 37% de chumbo, mantém-se constante na temperatura no ponto de fusão, desde o início até a mudança de estado. No entanto, a sua temperatura de ebulição varia.

Essa situação indica um exemplo de uma:

- A) mistura eutética.
- B) mistura azeotrópica.
- C) substância composta.
- D) substância simples.

**22.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) Um grupo de estudantes realizou um experimento em uma Feira de Conhecimentos utilizando dois líquidos incolores (**A** e **B**). Em uma proveta, uma vidraria volumétrica muito usada em laboratórios de química, eles

adicionaram um volume do líquido **A**. Depois, transferiram para a proveta um mesmo volume do líquido **B**. Observando-se a proveta, verificou-se que os líquidos incolores eram imiscíveis.

Em relação a essa atividade experimental é correto afirmar que, considerando-se as fases observadas, os dois líquidos formaram um (a):

- A) solução saturada.
- B) mistura heterogênea.
- C) mistura homogênea transparente.
- D) sistema contendo uma única fase.

**23.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) Em um recipiente contendo acetona foram imersos quatro copos: um de alumínio, um de isopor, um de papel e um de vidro. Verificou-se uma modificação em apenas um deles, acompanhada pela liberação de gás. Ao final, resultou-se em uma pasta, que se tornou sólida após o seu resfriamento. De acordo com as características dos materiais desses objetos, qual deles teve o seu formato alterado pela ação do solvente?

- A) Alumínio.
- B) Isopor.
- C) Papel.
- D) Vidro.

24. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Observe a imagem abaixo.



O principal aspecto abordado na ilustração se refere às:

- A) misturas heterogêneas
- B) reações químicas.
- C) substâncias simples.
- D) fontes naturais de calorías.

25. (OBQJr 2012 – 2ª fase) Uma fábrica resolveu utilizar gelo seco ( $\text{CO}_2$  sólido a  $-78,5^\circ\text{C}$ ), armazenado dentro de sacos plásticos perfurados, em seus carrinhos de vendas de picolés e sorvetes. A decisão aconteceu depois de se confirmar que a baixa temperatura do gás liberado pelo gelo seco mantém os alimentos congelados dentro dos carrinhos, ao longo do período indicado pela empresa para a comercialização desses produtos na rua.

Em relação às informações contidas no texto acima, é **CORRETO** afirmar que

- A) o gás liberado dos sacos plásticos é constituído basicamente por vapor d'água.
- B) o gelo seco sofre sublimação e o gás frio de  $\text{CO}_2$  retarda o degelo dos produtos.
- C) o gás produzido no carrinho é o resultado de um fenômeno químico, uma reação, que ocorre entre o gelo seco e o oxigênio.
- D) o gelo seco é formado por uma mistura contendo duas substâncias diferentes, uma líquida e outra gasosa, que mantêm a refrigeração nos carrinhos.

**26.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Estudantes de uma escola realizaram uma atividade no laboratório de uma universidade. Ao analisarem uma determinada amostra, a olho nu, eles verificaram que esse sistema se apresentava uniforme e com características iguais em todos os seus pontos. Depois, analisando-o com um microscópio, constataram que ele não se apresentava uniforme e nem mantinha características iguais em todos os seus pontos.

Esse tipo de experimento permite verificar que o critério para classificação de um sistema em homogêneo e heterogêneo

- A) independe do uso de aparelhos.
- B) deve ser feita sem o uso de instrumentos.
- C) deve ser realizada tanto a olho nu quanto com aparelhos.
- D) é relativo, pois depende da aparelhagem disponível para as observações.

**27.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Uma pessoa resolveu limpar as suas moedas de R\$ 0,05, que estavam cheias de manchas. Para isso, colocou-as em um recipiente de plástico ao qual acrescentou vinagre e, depois, transferiu um pouco de sal de cozinha. Passados alguns minutos, as superfícies das moedas ficaram brilhantes.

No início desse procedimento, quem representa um exemplo de uma mistura homogênea?

- A) A moeda.
- B) O vinagre.
- C) O sistema moeda-vinagre.
- D) O sistema moeda-vinagre-sal de cozinha.

28. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Uma mistura homogênea de duas substâncias, uma sólida e outra líquida, que possui uso corrente no nosso dia a dia e pode ser facilmente adquirida em farmácias é exemplificada pelo

- A) enxaguante bucal.
- B) loção hidratante.
- C) mel com própolis.
- D) soro fisiológico.

29. (OBQJr 2015 – 1ª fase) O recipiente abaixo foi projetado para armazenar dois produtos alimentícios, que possuem propriedades diferentes. Imiscíveis, um deles é uma solução, o outro uma mistura que contém vários constituintes.

A fase menos densa e a mais densa são ocupadas, respectivamente, por:



Fonte: carbonodesign.com.br

- A) azeite de oliva e vinagre.
- B) vinagre e azeite de oliva.
- C) vinho e vinagre.
- D) vinagre e vinho.

**30.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) Na conserva de palmito pupunha, utiliza-se uma salmoura, que deve ser clara e límpida. 100 litros de uma salmoura podem ser preparados pela dissolução de 5 kg de sal de cozinha e de 1 kg de ácido cítrico em 96 litros de água.

A qualidade da conserva de palmito exige que a salmoura seja uma

- A) solução.
- B) mistura heterogênea.
- C) substância composta.
- D) substância pura.

**31.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) Determinada orquídea exala um odor adocicado, que lembra um puro aroma do chocolate branco. Essa fragrância é o resultado da combinação de diferentes substâncias produzidas na flor.

Essa orquídea produz e exala uma

- A) mistura homogênea.
- B) substância pura.
- C) mistura heterogênea.
- D) substância composta.

**32.** (OBQJr 2017 – 2ª fase) Duas substâncias foram misturadas, na mesma proporção, dentro de um erlemeyer. O sistema ficou monofásico, indefinidamente. Quais eram essas substâncias?

- A) Cu e HNO<sub>3</sub> concentrado
- B) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH e H<sub>2</sub>O
- C) Na e H<sub>2</sub>O
- D) Cu e CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH

33. (OBQJr 2021 - 2ª fase) Analise a tirinha abaixo.

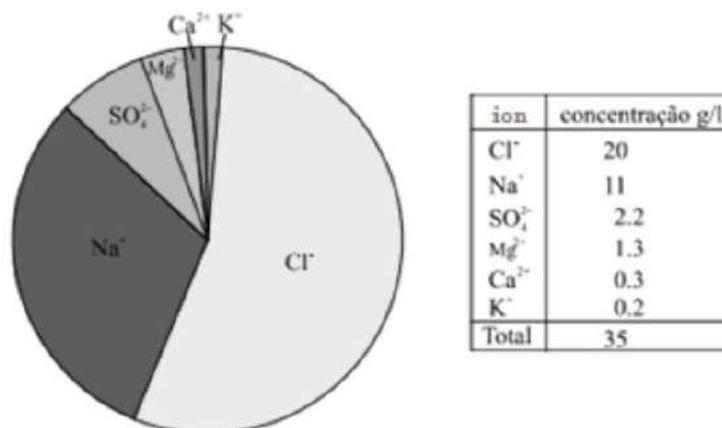


Fonte: <https://www.humorcomciencia.com/>

Considerando o fenômeno ilustrado, a composição química mais adequada para esse gás se associa a uma

- A) substância simples.
- B) substância composta.
- C) mistura heterogênea.
- D) mistura de  $H_2$  e  $O_2$ .

34. (OBQJr 2018 – 2ª fase) A composição de determinada amostra é apresentada no gráfico e na tabela abaixo.



Adaptado de: [http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/mestr\\_estr/novosmateriais](http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/mestr_estr/novosmateriais)

A amostra acima é de

- A) soro fisiológico.
- B) leite de magnésia.
- C) água hexadestilada.
- D) água do oceano.

**35.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) Uma das atividades práticas da Química é a separação de substâncias presentes em misturas. Nesse sentido é de fundamental importância que conceitos introdutórios da química estejam bem consolidados. A seguir estão algumas afirmativas que envolvem tais conceitos:

- I. A 1,0 atm a água entra em ebulição a 100,0 °C. Esta temperatura trata-se de uma propriedade física da matéria.
- II. Uma bexiga cheia dos gases nitrogênio, cloro e argônio é um sistema polifásico com três componentes.
- III. No ponto triplo da água o sistema é polifásico.
- IV. Os sistemas: leite, água destilada e ozônio são classificados respectivamente como mistura heterogênea, substância pura e mistura simples.

Das afirmativas acima são verdadeiras somente:

- A) I e II
- B) I e III
- C) II e III
- D) I, III e IV

**36.** (OBQJr 2023 – 1ª fase). Ponto de fusão, densidade e solubilidade são algumas propriedades físicas que caracterizam:

- A) mistura homogênea.
- B) apenas substância simples.
- C) mistura heterogênea.
- D) substância pura.

**37.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) A destilação fracionada, como a usada na separação de frações do petróleo, é um método utilizado para separar misturas ..... de líquidos com diferentes pontos de ....., não sendo indicado para separar misturas .....

Assinale a alternativa que apresenta as palavras que completam as lacunas da frase, respectivamente:

- A) heterogêneas - fusão - eutéticas.
- B) homogêneas - fusão - azeotrópicas.
- C) heterogêneas - ebulição - eutéticas.
- D) homogêneas - ebulição – azeotrópicas

**38.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) No cotidiano temos uma infinidade de situações em que se formam misturas entre diferentes substâncias. Um exemplo é quando vamos cozinhar e colocamos água ( $H_2O$ ) e óleo de soja, o qual vamos considerar ser formado somente por ácido linoleico ( $C_{18}H_{32}O_2$ ). Vamos considerar que estão presentes na mistura 100 moléculas de água e 50 moléculas de ácido linoleico. Assinale a alternativa correta que apresenta o número de fases, de componentes e átomos presentes neste sistema.

- A) O sistema é formado por 2 fases, 2 componentes e um total de 2900 átomos.
- B) O sistema é formado por 1 fase, 2 componentes e um total de 150 átomos.
- C) O sistema é formado por 2 fases, 1 componente e na água temos 100 átomos de H e 50 átomos de O.
- D) O sistema é formado por 2 fases, 2 componentes e um total de 900 átomos de H do ácido linoleico.

39. (OQJr 2022 – 1ª fase) Procedimento muito comum na mineração, em que se baseia esse processo de separação?



Fonte: <https://makeagif.com/i/ekydQL>

- A) Levigação
- B) Tamisação
- C) Catação
- D) Centrifugação

40. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Observe o experimento abaixo.

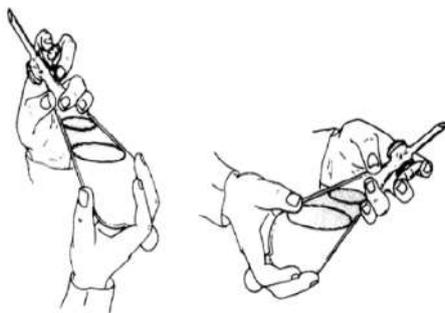


Fonte: <https://gfycat.com/talljaggedflatcoat retriever>

Esse experimento, em pequena escala, ilustra um processo que pode ser aplicado, em escala comercial, para separação de misturas

- A) homogêneas entre sólidos e líquidos, para gerar matérias-primas.
- B) heterogêneas entre sólidos, destinadas à reciclagem.
- C) homogêneas entre líquidos, para gerar solventes metálicos.
- D) heterogêneas entre líquidos, para reaproveitar substâncias ferrosas.

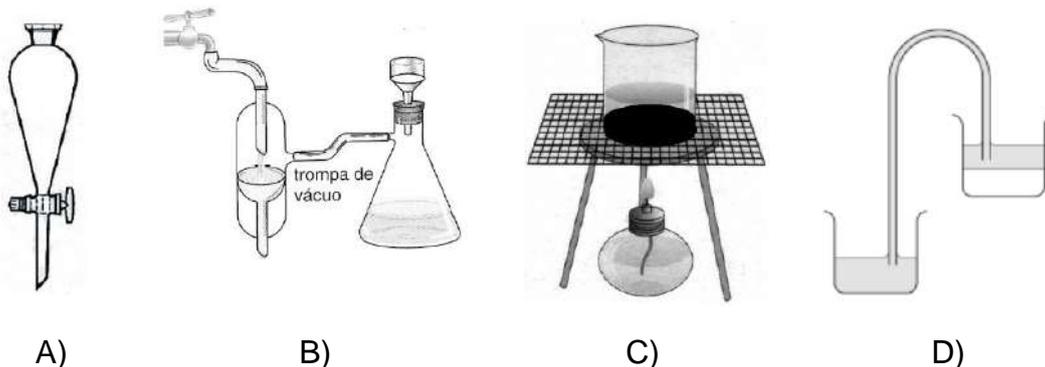
41. (OBQJr 2014 – 1ª fase) As imagens mostradas abaixo ilustram duas operações utilizadas em um processo de separação de misturas.



Considerando as características fornecidas, é necessário que nesse processo um sistema

- A) possua uma fase sólida e uma fase líquida, pelo menos.
- B) seja composto por solventes semelhantes e com a mesma densidade.
- C) fique em repouso, por um período, para separação das fases.
- D) mantenha-se constantemente monofásico, após a realização dessas operações.

42. (OBQJr 2014 – 2ª fase) O eugenol ( $d=1,06 \text{ g/cm}^3$ ) é uma substância oleosa, que é extraída dos botões florais do cravo-da-índia. Ele é imiscível com a água. Após o seu processo de extração a partir desses botões florais, utiliza-se um conjunto de técnicas para a sua purificação, entre elas a lavagem com água, na qual se utiliza o sistema:



A)

B)

C)

D)

43. (OBQJr 2019 – 1ª fase) Que vidraria é adequada para separar uma amostra da mistura das duas fases menos densas do sistema ao lado?



- A) Balão volumétrico.
- B) Densímetro
- C) Erlenmeyer
- D) Funil de separação

44. (OBQJr 2015 – 1ª fase) Um processo de separação de uma mistura é ilustrado abaixo.



Considerando que houve adequação da técnica utilizada nesse procedimento, no béquer acima do funil há uma

- A) solução.
- B) substância pura, apenas.
- C) mistura homogênea.
- D) mistura heterogênea.

45. (OBQJr 2014 – 2ª fase) Analise a imagem mostrada abaixo.



<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/> (Adaptado)

A operação indicada na figura corresponde a uma etapa de um processo indicado para a separação de determinadas

- A) soluções saturadas.
- B) misturas heterogêneas.
- C) soluções diluídas.
- D) misturas homogêneas.

46. (OBQJr 2013 – 1ª fase) Leia o diálogo abaixo.

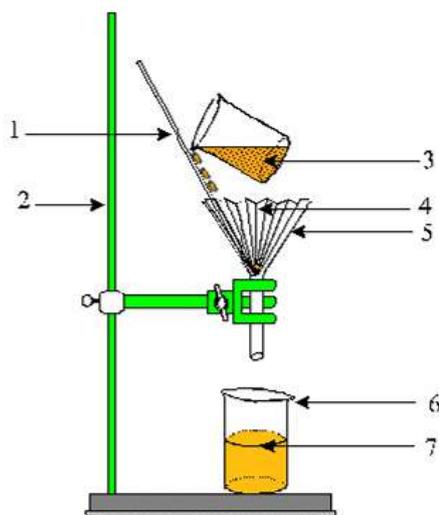
- Cadê o objeto que eu comprei para fazer uma filtração a vácuo no laboratório da escola? Ele é de vidro e possui uma saída lateral próxima à abertura.

- Eita! E agora? Foi nele que coloquei as flores...

De acordo com as informações contidas no texto, a vidraria em questão se trata de um

- A) béquer.
- B) erlenmeyer.
- C) funil de separação.
- D) kitassato.

47. (OBQJr 2021 – 2ª fase) Observe a técnica ilustrada abaixo.



Fonte: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencesphysiquescollege.online%2Fcinquieme%2Fmatiere4%2Fimages%2F%3FSD&psig=AOvVaw0xPsmY1L3LlgR2feqNQKzy&ust=1631473294448000&source=images&cd=vfe&ved=0CagQjRxqFwoTCKjy2ejN9\\_ICFQAAAAAdAAAAABAK](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencesphysiquescollege.online%2Fcinquieme%2Fmatiere4%2Fimages%2F%3FSD&psig=AOvVaw0xPsmY1L3LlgR2feqNQKzy&ust=1631473294448000&source=images&cd=vfe&ved=0CagQjRxqFwoTCKjy2ejN9_ICFQAAAAAdAAAAABAK)

Sobre esse processo, analise se as seguintes alternativas são verdadeiras (V) ou falsas (F).

- A) ( V ) ( F ) Resulta em um sistema monofásico (no béquer maior).
- B) ( V ) ( F ) É adequado para separação de misturas homogêneas.
- C) ( V ) ( F ) Tem rapidez de escoamento aumentada pelo vácuo formado no funil.
- D) ( V ) ( F ) Funcionaria melhor se fosse usado um funil de separação.

48. (OBQJr 2013 – 2ª fase) Em um laboratório de uma escola, um determinado volume de água foi transferido para um béquer. Depois, um mesmo volume de clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ) foi transferido para outro béquer. Em seguida, 10 (dez) pedaços de cenoura foram adicionados a cada um dos béqueres. Passados alguns minutos, observou-se que apenas o líquido de um dos recipientes ficou com uma coloração alaranjada. Então, cada um dos líquidos foi filtrado e ambos foram transferidos para um funil de separação. Após a agitação vigorosa do funil, o sistema ficou em repouso e foi verificada a formação de duas fases. Em uma

delas, um dos líquidos permaneceu translúcido e colorido; na outra, o líquido permaneceu incolor.

Considerando que, na temperatura da realização do experimento, a densidade do clorofórmio é igual a 1,48 g/mL e a da água é igual a 1,0 g/mL, é CORRETO afirmar que, nesse sistema bifásico:

- A) a fase colorida é a mais densa.
- B) a água fica na parte inferior do funil.
- C) a fase menos densa é uma mistura heterogênea, a olho nu.
- D) a fase colorida do sistema é uma solução aquosa de corantes da cenoura, apenas.

**49.** (OBQJr 2016 – 2ª fase) A calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ) é o mais abundante minério de cobre. Para a sua separação de outros minerais ( $\text{CuFeS}_2$ ), o minério que o contém é pulverizado e misturado com óleo, água e detergente. Em seguida, borbulha-se ar através dessa mistura. O  $\text{CuFeS}_2$  que está recoberto de óleo junta-se às bolhas e fica na superfície. Já o resíduo que é pobre em cobre (ganga) fica no fundo do recipiente e é descartado.

Qual o método de separação utilizado para obter o produto de interesse?

- A) Decantação
- B) Flotação
- C) Sedimentação
- D) Sifonação

**50.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Membranas porosas vêm sendo usadas na remoção de enzimas que causam a degradação da água de coco. As seletividades das mesmas são determinadas a partir da relação entre o tamanho e a forma dos

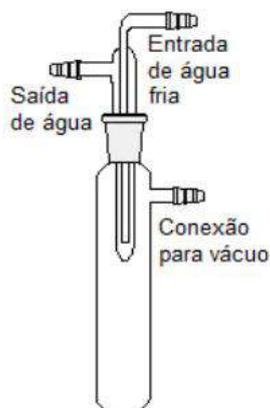
solutos a serem fracionados e a distribuição de tamanho dos poros existentes nas superfícies dessas membranas.

Adaptado de MAGALHAES, Márcia Pimentel et al. Conservação de água de coco Verde por filtração com membrana. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 25, n. 1, Mar. 2005

O processo de separação citado no texto se refere à

- A) centrifugação.
- B) decantação.
- C) filtração.
- D) flotação.

**51.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) Uma amostra de uma substância sólida foi inserida no fundo da câmara da vidraria mostrada abaixo. Após o sistema ser aquecido por alguns instantes, o sólido se vaporizou e se depositou na parte de vidro refrigerada, abaixo da tampa.



O sólido foi purificado por

- A) ebulição.
- B) fusão.
- C) cristalização.
- D) sublimação.

52. (OBQJr 2019 – 1ª fase) Qual das vidrarias abaixo é adequada para realizar a purificação da cafeína por sublimação?



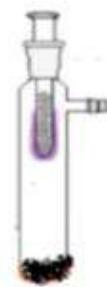
A)



B)



C)



D)

53. (OBQJr 2012 – 2ª fase) Os produtores apícolas levam os quadros contendo favos de mel para um estabelecimento chamado de “casa do mel”. Nesse local, é realizada a extração, o processamento, o envase e a estocagem do produto. Após a retirada da camada de cera que cobre os favos, os quadros são fixados dentro de um equipamento, como o mostrado na figura abaixo, no qual ocorre a etapa I desse processo. Depois de extraído, o mel passa pela etapa II, na qual se recomenda o uso de várias peneiras, com gramaturas diferentes, seguindo a ordem da maior para a menor. Em nova separação, etapa III, o produto fica em repouso em um tanque, por aproximadamente 48h, para que as bolhas, produzidas ao longo do processo, e as partículas não retiradas na etapa anterior possam ser eliminadas. Em seguida, o mel é envasado e, depois, rotulado.



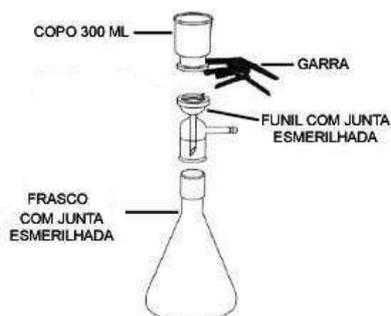
Para um processamento adequado do mel, as etapas I, II e III, correspondem respectivamente à

- A) centrifugação, filtração e decantação.
- B) centrifugação, peneiração e aeração.
- C) filtração, peneiração e centrifugação
- D) filtração, peneiração e aeração.

54. (OBQJr 2023 – 2ª fase) Em uma das etapas do tratamento da água de abastecimento de grandes cidades, faz-se a água atravessar camadas espessas, e superpostas, de areia e cascalho. Com isso, retém-se a maioria da sujeira. Como é denominada essa etapa?

- A) Sedimentação
- B) Sifonação
- C) Flotação
- D) Filtração

55. (OBQJr 2017 – 1ª fase) O sistema mostrado abaixo é utilizado na separação de misturas contendo solventes corrosivos e na preparação de amostras para microbiologia.

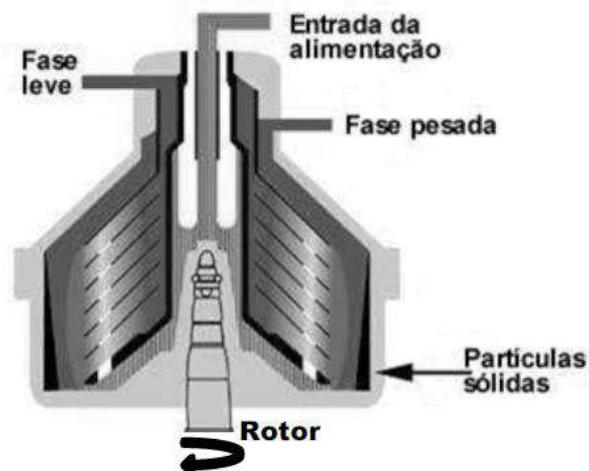


Adaptado de: [alquilabor.com.br](http://alquilabor.com.br)

Ele se destina à

- A) destilação a vácuo
- B) sedimentação a vácuo.
- C) filtração a vácuo
- D) pasteurização a vácuo.

56. (OBQJr 2018 – 2ª fase) A visão interna de um equipamento utilizado na indústria de laticínios é ilustrada abaixo

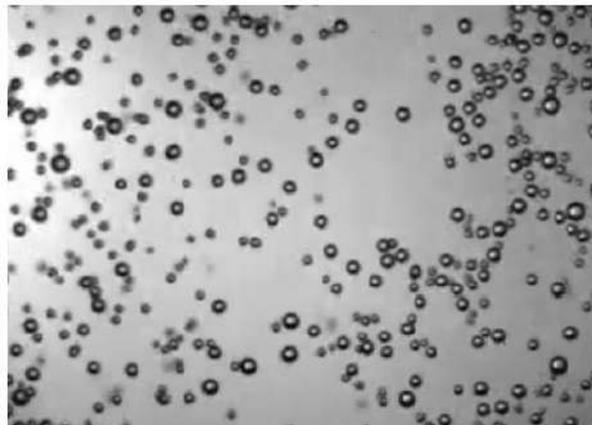


Adaptado de: GEANKOPLIS, Christie John. **Transport Process and Separation Processes**. Prentice-Hall, 2003.

Esse equipamento é um(a)

- A) caldeira.
- B) centrífuga.
- C) destilador.
- D) incinerador.

57. (OBQJr 2022 – 2ª fase) As duas imagens abaixo ilustram um processo de separação em pequena escala de uma mistura heterogênea. Injeta-se uma mistura homogênea gasosa ao sistema e, então, a espuma formada pode ser removida, arrastando consigo as partículas de impurezas.



Fonte: <https://thumbs.gfycat.com/HorribleDamagedGourami-mobile.mp4>

Essas imagens ilustram uma

- A) flotação.
- B) levigação.
- C) peneiração.
- D) calcinação.

**58.** (OBQJr 2022 – 1ª fase) Em uma dada atividade extrativista, todos os componentes de uma mistura estão dissolvidos em determinado líquido, que sofre evaporação. Esse fenômeno provoca a cristalização individual de seus componentes, que são obtidos de modo fracionado. Onde esse tipo de processo é utilizado?

- A) Nas minas de carvão
- B) Nas usinas nucleares
- C) Nas refinarias de petróleo
- D) Nas salinas

**59.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) Uma professora necessitou utilizar uma trompa d'água e um funil de Büchner em uma das etapas de um experimento para produção de ácido acetilsalicílico. Que técnica foi utilizada nessa etapa?

- A) Destilação simples
- B) Destilação fracionada
- C) Filtração simples
- D) Filtração a vácuo

60. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Complete o sentido correto para a sentença abaixo.  
*Eles ficaram surpresos com o que viram: a substância passou direto do estado sólido para o gasoso! Tio, daí eu expliquei... Gente, houve uma*

- A) Destilação.
- B) Evaporação.
- C) Recristalização.
- D) Sublimação.

61. (OBQJr 2013 – 1ª fase) Analise a imagem mostrada abaixo.



Adaptado de [https://www.google.com.br/search?hl=pt---BR&gs\\_rn=15&gs\\_ri=psy-](https://www.google.com.br/search?hl=pt---BR&gs_rn=15&gs_ri=psy-)

Esse experimento ilustra uma

- A) calcinação.
- B) fusão.
- C) liquefação.
- D) sublimação.

**62.** (OBQJr 2017 – 2ª fase) A liofilização é uma técnica utilizada nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Trata-se de um tipo de desidratação, na qual o produto é congelado e, depois, a água é eliminada pela passagem direta do gelo a gás. A liofilização envolve uma etapa de

- A) destilação.
- B) flotação.
- C) fusão.
- D) sublimação.

**63.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) Na confecção de finos filmes de carbono utilizados em componentes de computadores, um material sólido é aquecido dentro de uma câmara de baixa pressão, até atingir o nível de estado gasoso. As moléculas do gás se deslocam pelo do espaço na câmara e se depositam em uma superfície alvo, até criarem os filmes sólidos finos.

A deposição das moléculas na superfície é uma

- A) condensação.
- B) decantação.
- C) liquefação.
- D) ressublimação.

**64.** (OQJr 2021 – 2ª fase) Observe o que aconteceu no fundo do balão (contendo gelo) neste experimento, no qual um béquer foi aquecido. Ao béquer, inicialmente, havia sido transferida apenas uma substância sólida, uma substância diatômica.



Fonte: <https://thumbs.gfycat.com/LinearBewitchedDunlin-max-1mb.gif>

A formação desses cristais exemplifica um processo de

- A) sublimação-ressublimação.
- B) liquefação-cristalização.
- C) ebulição-condensação.
- D) fusão-cristalização.

**65.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) Os traficantes usam vários métodos para driblar mecanismos de segurança nos aeroportos. Recentemente, uma turista tentou embarcar para Lisboa com duas garrafas de vinho que continha cocaína (na forma de cloridrato de cocaína, temperatura de fusão =  $197\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) dissolvida. Caso chegasse ao destino final, a droga seria separada, mas a farsa foi descoberta.

Adaptado de: <http://www.correio24horas.com.br>

Qual processo de separação deveria ser utilizado, inicialmente, para recuperar a droga?

- A) Centrifugação
- B) Evaporação
- C) Filtração a vácuo
- D) Solidificação fracionada

66. (OBQJr 2018 – 1ª fase) A produção de biodiesel gera duas fases imiscíveis. No laboratório, qual das vidrarias abaixo é indicada para separar esse material?



A)



B)



C)



D)

67. (OBQJr 2019 – 1ª fase) Um lojista teve um susto ao checar o estoque de éter etílico. Mesmo tampadas, as garrafas desse produto estavam preenchidas apenas com metade do volume do líquido. O restante havia

- A) decantado.
- B) destilado.
- C) evaporado.
- D) fundido.

(OBQJr 2014 – 1ª fase) **O texto abaixo será utilizado nas questões 68 e 69.**

Os sistemas de refrigeração industrial são utilizados em larga escala nos frigoríficos, na indústria de pescado e nas fábricas de gelo. Eles se fundamentam na capacidade de algumas substâncias, denominadas agentes refrigerantes, absorverem grande quantidade de calor quando passam do estado líquido para o gasoso. Algumas das características desejáveis para um agente refrigerante são: i) ser volátil ou capaz de se evaporar; ii) produzir o máximo possível de refrigeração para um dado volume de vapor; iii) ter um odor que revele a sua presença; iv) existir em abundância para seu emprego comercial.

Adaptado de: Nota técnica nº 03/2004: refrigeração industrial. – Brasília: MTE, SIT, DSST, 2005.

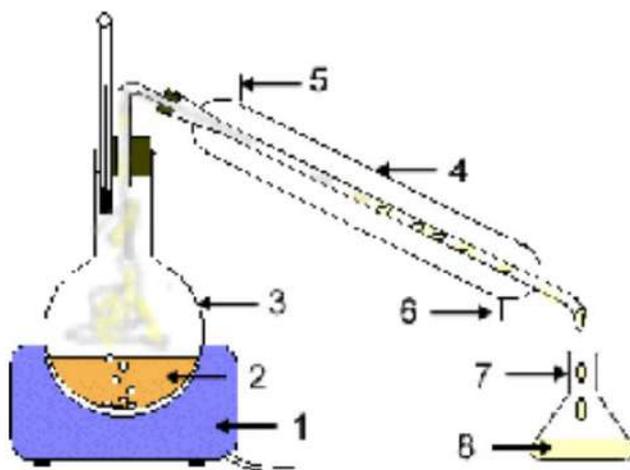
68. Qual a mudança de estado físico se associa à capacidade de determinada substância ser utilizada como um agente refrigerante industrial?

- A) Cristalização.
- B) Fusão.
- C) Sublimação.
- D) Vaporização.

69. Uma substância que atende às características citadas no texto para um agente refrigerante industrial é a(o)

- A) amônia.
- B) gás carbônico.
- C) hélio.
- D) sacarose.

70. (OBQJr 2020 – 1ª fase) Analise o sistema apresentado a seguir.



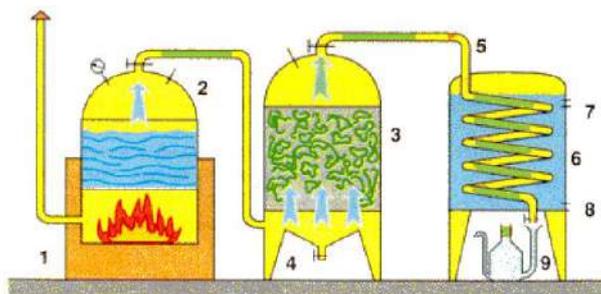
Fonte: <https://blog.en.byraki.gr/what-is-distillation/> (Acessado em: 2/8/2020)

(Gif animado)

Ele é adequado para separar constituintes de uma mistura composta por

- A) gasolina e etanol.
- B) água e cloreto de sódio.
- C) cal e cloreto de sódio.
- D) vinho e vinagre.

**71.** (OBQJr 2022 – 1ª fase) As essências das plantas podem ser extraídas pela utilização de diferentes técnicas, como a que está ilustrada abaixo



Fonte: <https://i.pinimg.com/originals/4a/bc/45/4abc45c8a2e27731fc71c171dcc1427f.gif>

Esse processo de extração de baseia em uma

- A) fusão.
- B) decantação.
- C) filtração.
- D) destilação simples.

**72.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) O oxigênio possui ao nível do mar ponto de fusão e ponto de ebulição, respectivamente, de  $-219\text{ }^{\circ}\text{C}$  e de  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Quando um cilindro que contém oxigênio liquefeito é aberto em qualquer local do Brasil, em qualquer época do ano, à temperatura ambiente, ocorre uma

- A) destilação do líquido.
- B) fusão para liberação do gás.
- C) liquefação.
- D) vaporização.

73. (OBQJr 2020 – 1ª fase) A imagem abaixo ilustra parte de um experimento realizado em um Festival de Ciências. Adicionou-se gelo seco a um frasco, que foi aquecido com água quente. Depois, logo após ser fixado a abertura (“boca”) do recipiente, o balão inflou muito rápido.



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eZjGZRnDZg> (Acessado em: 2/8/2020)

O balão encheu em decorrência do aumento na liberação de  $\text{CO}_2$ , por causa da

- A) fusão.
- B) destilação.
- C) condensação.
- D) sublimação.

74. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Uma recomendação para o preparo de uma macarronada é adicionar o macarrão conforme ilustrado na cena apresentada abaixo.



Fonte: <https://giphy.com/gifs/loop-pasta-spaghetti-nu4cNollq3H7BwRH13>

Nesse instante, a água está

- A) em calefação.
- B) evaporando.
- C) destilando.
- D) em ebulição.

**75.** (OBQJr 2023 - 1ª fase). Associe as atividades do cotidiano abaixo com as técnicas de laboratórios apresentadas a seguir:

- ( ) Coar um suco de acerola.
- ( ) Preparação de chá de saquinho
- ( ) Separação da gasolina do petróleo bruto

1. Extração
2. Destilação
3. Solubilização
4. Filtração

A sequência correta é:

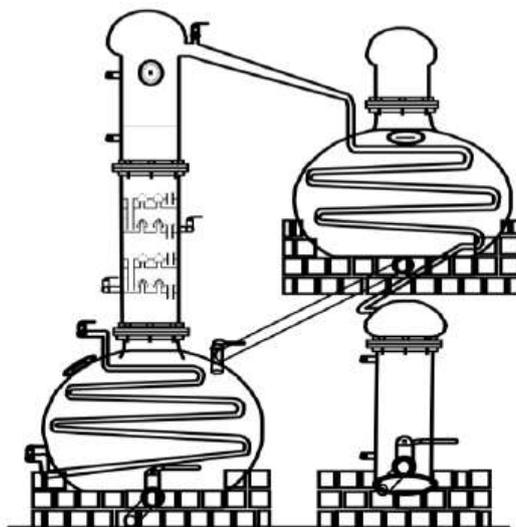
- A) 4, 1 e 2
- B) 1, 3 e 4
- C) 1, 3 e 2
- D) 4, 3 e 2

**76.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) No laboratório de ciências de uma escola destilaram-se separadamente quatro amostras líquidas coletadas: I - da chuva, II - de um rio contaminado, III - de uma nascente e IV - da torneira desse próprio local. O destilado obtido em todos os casos era um líquido incolor com  $PF = 0\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $PE = 100\text{ }^\circ\text{C}$  e  $d = 1,0\text{ g/cm}^3$  (a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ ).

É correto afirmar que nessas condições

- A) os destilados obtidos de todas essas três amostras se referem a uma mesma substância pura composta.
- B) a água da nascente é tão pura quanto os destilados obtidos das amostras da chuva, do rio e da torneira.
- C) as amostras da água da torneira e da chuva produzem destilados mais puros do que as demais amostras.
- D) o destilado da amostra do rio contaminado é uma substância mais impura do que a dos outros destilados.

77. (OBQJr 2019 – 1ª fase) Analise a figura abaixo.

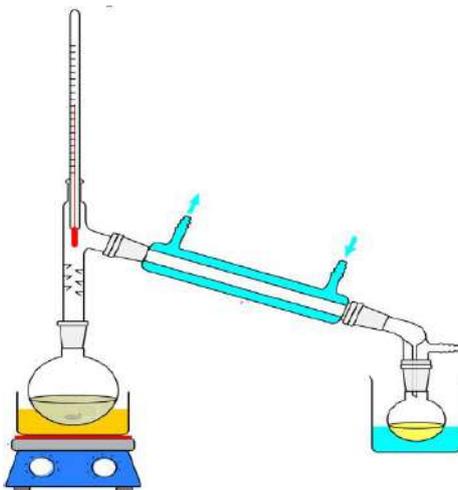


<http://tellura.com.br/pt/producao/>

Ela ilustra um tipo de

- A) destilação fracionada.
- B) filtração a vácuo.
- C) centrifugação.
- D) decantação.

78. (OBQJr 2020 – 2ª fase) Observe o sistema apresentado a seguir.

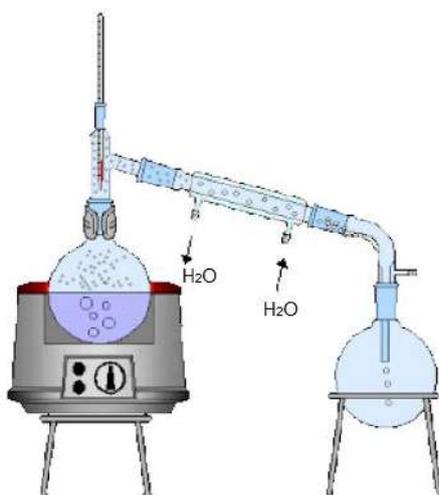


Adaptado de: <https://en.wikipedia.org/wiki/Distillation>

Esse sistema é indicado para separação de

- A) líquidos de alto ponto de ebulição ou susceptíveis à decomposição térmica.
- B) misturas de substâncias iônicas que sublimam com muita facilidade.
- C) misturas de substâncias metálicas que sublimam com muita facilidade.
- D) líquidos de baixo ponto de fusão.

79. (OBQJr 2022 – 1ª fase) Analise o equipamento abaixo.



Fonte: <http://aldairmalukinho.blogspot.com/2010/04/>

Sobre esse equipamento estão corretas as alternativas abaixo EXCETO o que se afirma em:

- A) o aparelho separa primeiramente o líquido de menor ponto de ebulição.
- B) ele utiliza uma coluna de fracionamento e o procedimento pode ser realizado a vácuo.
- C) ele é usado na separação uma mistura homogênea líquida, com os componentes apresentando pontos de ebulição distanciados.
- D) o aparelho é indicado para misturas sólido-líquido, quando ambos são termoestáveis.

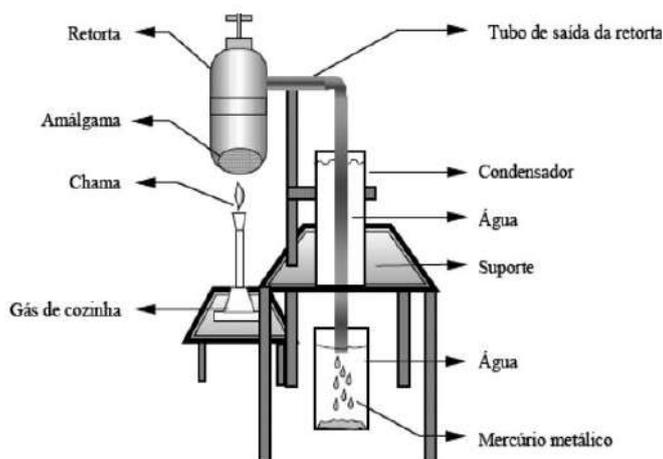
**80.** (OBQJr 2016 – 2ª fase) Decidiu-se recuperar quatro solventes provenientes dos resíduos laboratoriais de uma indústria de tintas. Essas substâncias possuem pontos de ebulição entre 60 °C e 100 °C, e com intervalos de 10 °C entre si, ao menos. Desenhe um esquema para a obtenção dos solventes e indique os nomes e as funções de cada um dos componentes desenhados.

**81.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) Realizou-se um experimento com uma bebida de coloração laranja apreendida em uma operação policial. Os seus constituintes eram: essência, corante e água. O objetivo principal da análise era conseguir obter, de forma isolada, o componente de maior percentual nesse produto. Nas condições estabelecidas, qual o processo mais indicado para a obtenção dessa substância em laboratório?

- A) Centrifugação
- B) Decantação
- C) Destilação simples
- D) Destilação fracionada

**82.** (OBQJr 2012 – 2ª fase) Mineradores utilizam mercúrio para separar o ouro. Nesse processo, forma-se uma liga sólida, com o teor de ouro normalmente de 30 a 50%. Para separar o ouro do mercúrio, comumente é feita a pirólise do mercúrio. Um processo indicado para essa pirólise é a retortagem do amálgama, utilizando-se uma retorta, como o equipamento ilustrado ao lado, que foi desenvolvido no CETEM/MCT. Essa retorta proporciona uma recuperação total do ouro amalgamado e do mercúrio utilizado no processo.

Adaptado de: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2007-071-00.pdf> (Acesso em: 01/10/2012)



Na retortagem de amálgama de ouro e mercúrio ocorre o processo de

- A) cristalização do mercúrio.
- B) destilação do mercúrio.
- C) reação do mercúrio.
- D) sublimação do mercúrio.

**83.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) Tarubá é uma bebida indígena obtida a partir da fermentação da mandioca. Ela é muito apreciada na Amazônia. Sua preparação envolve diferentes procedimentos, incluindo a separação entre a massa da mandioca e o líquido do tucupi, operação tradicionalmente realizada com o tipiti, um instrumento indígena, um espremedor de palha trançada.

Adaptado de: CARDOSO, A.M.C. et al. O processo de preparação da bebida indígena tarubá como tema gerador para o ensino de química. 57º Congresso Brasileiro de Química, Gramado, RS, 2017.

Ao se utilizar o tipiti na produção do tarubá, acaba-se também por realizar um tipo de:

- A) filtração.
- B) fusão.
- C) destilação simples.
- D) destilação fracionada.

**84.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Uma etapa utilizada tanto do processo de separação do etanol do mosto fermentado quanto no processo de separação da gasolina do petróleo bruto é a

- A) destilação simples.
- B) destilação fracionada.
- C) fermentação.
- D) liquefação.

**85.** (OBQJr 2012 – 2ª fase) Discuta se o ar é uma solução e se é possível separar alguns dos seus principais componentes.

**86.** (OBQJr 2019 – 1ª fase) Um processo indicado para a separação de gases do ar, por meio do resfriamento desses componentes com o emprego de baixíssimas temperaturas e/ou elevadas pressões, é a

- A) evaporação.
- B) liquefação fracionada.
- C) filtração a vácuo.
- D) centrifugação fracionada.

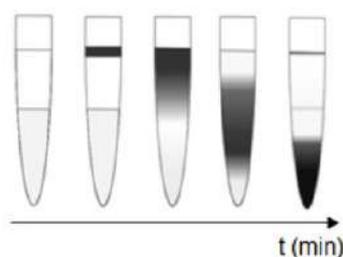
**87.** (OBQJr 2013 – 2ª fase) Uma das etapas da fabricação de um perfume consiste na diluição de uma essência em uma mistura de etanol e água. Esse processo exige o cuidado com a aparência final do líquido. Na preparação de alguns tipos de perfumes essa atenção deve ser ainda maior, pois, após a diluição da essência, é possível se observar a formação acentuada de partículas na mistura.

Com base nas informações apresentadas, indique dois processos de separação que devem ser usados na fabricação de perfumes para dar qualidade visual ao esse tipo de produto.

- A) Centrifugação e destilação simples.
- B) Centrifugação e destilação fracionada.
- C) Decantação e destilação fracionada.
- D) Decantação e filtração.

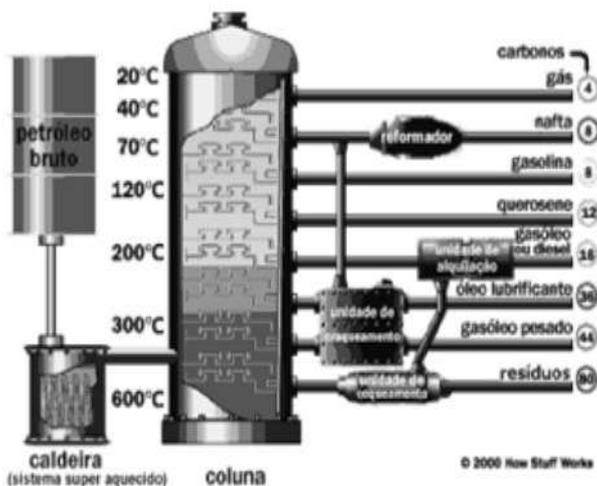
**88.** (OBQJr 2014 – 1ª fase) A figura abaixo ilustra o comportamento de uma solução que foi transferida para um tubo de vidro e processada dentro um equipamento.

Considerando as informações fornecidas, qual seria esse equipamento?



- A) Centrífuga.
- B) Funil de separação.
- C) Destilador.
- D) Sistema de filtração a vácuo.

89. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Analise a imagem abaixo.



<http://ciencia.hsw.uol.com.br/refino-de-petroleo5.htm>

Qual das opções indica, corretamente, a principal etapa e a característica do material bruto que é separado nesse processo industrial?

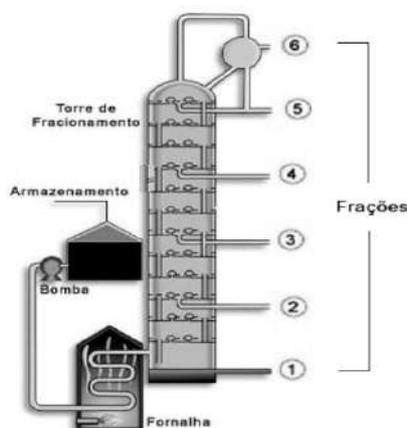
Destilação fracionada	Destilação fracionada	Destilação simples	Destilação simples
Substância Composta	Mistura	Substância Composta	Mistura
A)	B)	C)	D)

90. (OBQJr 2014 – 2ª fase) Em uma aula, uma professora transferiu uma quantidade de cânfora, um sólido branco, para um pote de vidro. Em seguida, ela fechou o pote com uma tampa metálica e o aqueceu pela base. Ao longo do aquecimento, a superfície da tampa foi resfriada, com uma pedra de gelo embrulhada em papel alumínio. Após alguns minutos do início do aquecimento, não se observou a presença de sólido no interior do frasco, porém uma névoa foi formada. Ao final, verificou-se a presença de cristais de cânfora na parte interna da tampa.

Sobre esse processo, é **correto** afirmar que a cânfora:

- A) destilou e solidificou.
- B) evaporou e condensou.
- C) fundiu e se liquefez.
- D) sublimou e ressublimou.

91. (OBQJr 2014 – 2ª fase) Indique o nome do processo de separação representado na imagem abaixo e explique como ele possibilita separar diferentes frações de uma mistura natural.



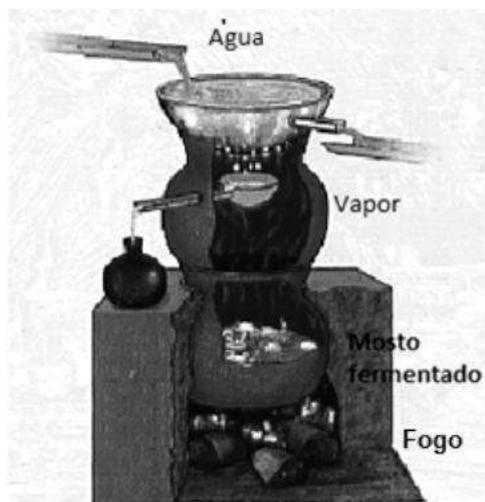
92. (OBQJr 2015 – 1ª fase) O “melado” é um líquido xaroposo obtido pelo aquecimento do caldo de cana (*Saccharum officinarum*) para retirada da água, ou a partir da rapadura, por processos tecnológicos adequados.

Adaptado de [http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12\\_78\\_melaco.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_melaco.htm)

A preparação do melado envolve uma operação de

- A) destilação simples.
- B) destilação fracionada.
- C) evaporação.
- D) fusão.

93. (OBQJr 2015 – 1ª fase) Em muitas culturas há registros de diferentes objetos produzidos para atividades similares. Um exemplo desses aparatos tecnológicos é mostrado na figura abaixo.



Fonte: [http://elprofe---sabe.blogspot.com.br/2013\\_04\\_01\\_archive.html](http://elprofe---sabe.blogspot.com.br/2013_04_01_archive.html)

Esse equipamento é um(a)

- A) centrífuga.
- B) destilador.
- C) nebulizador.
- D) panela de pressão.

(OBQJr 2016 – 1ª fase) **O texto abaixo será utilizado nas questões 94 e 95.**

Uma vinícola gaúcha oferece a experiência de se vivenciar o processo de fabricação do vinho à época dos primeiros imigrantes italianos. Os visitantes caminham por entre as videiras, colhem as uvas e as levam para barris de madeira. Nessas tinas, eles pisam os frutos até extrair o suco, que segue para as etapas posteriores da fabricação.

**94.** Duas das etapas do processo posterior à extração nas tinas são:

- A) a destilação e a filtração.
- B) a decantação e a filtração.
- C) a decantação e a destilação.
- D) a destilação fracionada e a filtração.

**95.** A partir do suco de uva, a transformação química fundamental para as características e qualidade do produto final ocorre via

- A) cristalização.
- B) fermentação.
- C) fotossíntese.
- D) precipitação.

**96.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) O thinner utilizado em oficinas pode ser reaproveitado. Para tanto, o produto contaminado com graxas, outros solventes e material particulado é recebido pelas fábricas e acondicionado em contêineres. Porém, antes de ser bombeado para o sistema onde ocorre a principal etapa do processo de recuperação/reciclagem, ele precisa ser

- A) sublimado.
- B) fundido.
- C) filtrado.
- D) destilado.

**97.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) Leia a letra da marchinha “Cachaça não é Água” e resolva as proposições abaixo. Em cada resolução, utilize em suas argumentações: i) conceitos científicos associados às características e

propriedades da matéria (átomo, elemento químico, substâncias, misturas, densidade etc.); e ii) imagens, para ilustrar as suas discussões.

Cachaça Não É Água (Marchinhas de Carnaval)

Você pensa que cachaça é água?

Cachaça não é água não

Cachaça vem do alambique

E água vem do ribeirão

Você pensa que cachaça é água?

Cachaça não é água não

Cachaça vem do alambique

E água vem do ribeirão

Pode me faltar tudo na vida

Arroz, feijão e pão

Pode me faltar manteiga

E tudo mais não faz falta não

Pode me faltar o amor

(Disto eu até acho graça)

Só não quero que me falte

A danada da Cachaça

- Explique as principais diferenças entre os dois materiais que são destaques nesta letra.
- Para cada um desses materiais destacados na letra, proponha um procedimento para separar o principal constituinte químico.
- Discuta os impactos ambientais, econômicos e sociais relacionados a cada um desses materiais destacados no texto.

**98** (OBQJr 2018 – 1ª fase) No processamento da cana-de-açúcar para a produção de etanol, o vegetal passa por rolos compressores. Então, o caldo produzido vai para a um equipamento para remoção de restos do bagaço. Depois,

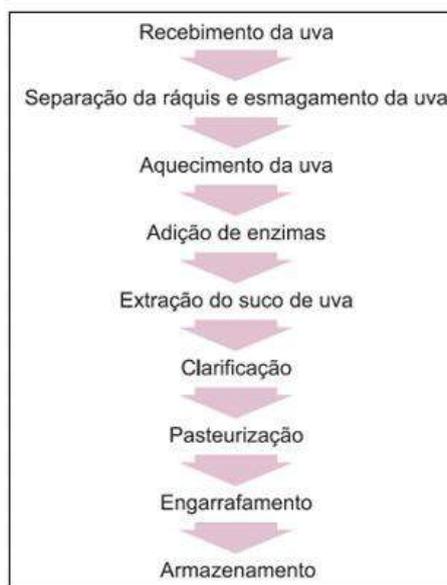
é transferido para um tanque, onde fica em repouso, para que impurezas desçam para o fundo.

Nesse processo, duas importantes etapas são:

- A) destilação e precipitação.
- B) expressão e destilação.
- C) moagem e fermentação.
- D) peneiração e decantação.

**99.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) Represente uma coluna de fracionamento de petróleo e discuta vantagens e desvantagens relacionadas à utilização dos produtos que são obtidos nesse tipo de processo de separação.

**100.** (OBQJr 2022 – 1ª fase) O esquema abaixo apresenta as principais etapas do processo de produção do suco de uva.



Fonte: RIZZON, Luiz Antenor; MENEGUZZO, Júlio. Suco de uva. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2007

Dois métodos de separação muito importantes para a qualidade do produto na etapa final são

- A) decantação e destilação fracionada.
- B) destilação simples e filtração.
- C) decantação e filtração.
- D) peneiração e destilação fracionada.

101. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Analise o processo de extração apresentado abaixo.



Fonte: <https://makeagif.com/i/LUjwUh>

Na adaptação desse processo em escala industrial, quais das etapas apresentadas abaixo, seguindo a ordem de exposição, são importantes e muito utilizadas para a obtenção de um dos principais produtos da matéria-prima em questão?

- A) Decantação, destilação, solidificação e centrifugação.
- B) Filtração, evaporação, precipitação e destilação.
- C) Decantação, filtração, evaporação e cristalização.
- D) Filtração, centrifugação, sublimação e decantação.

(OBQJr 2023 – 2ª fase) **O texto a seguir será utilizado nas questões 102 e 103.**

O etanol é o biocombustível mais utilizado no País. Em setembro de 2021, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) regulamentou o teor de etanol na gasolina no Brasil. Ela deve ter, no máximo, até 27% de etanol anidro em volume, o que equivale a cerca de 25% de etanol hidratado. Na análise do teor de etanol na gasolina comercializada, ocorre a adição de uma solução de água e sal ( $\text{NaCl}$ ) à mistura de gasolina e álcool. Então, as fases líquidas imiscíveis são separadas e os respectivos volumes quantificados.

**102.** Supondo que uma amostra de gasolina seja formada apenas por uma substância (octano), essa análise da gasolina formará que tipo de mistura?

- A) Bifásica, com 3 componentes
- B) Bifásica, com 4 componentes
- C) Trifásica, com 3 componentes
- D) Trifásica, com 4 componentes

**103.** Quais os processos de separação de misturas envolvidos nesse tipo de teste?

- A) Extração por solvente e decantação
- B) Levigação e destilação
- C) Dissolução e cristalização
- D) Cristalização e evaporação

104. (OBQJr 2020 – 2ª fase) Uma versão simplificada de um equipamento industrial para separação de misturas e apresentada a seguir.

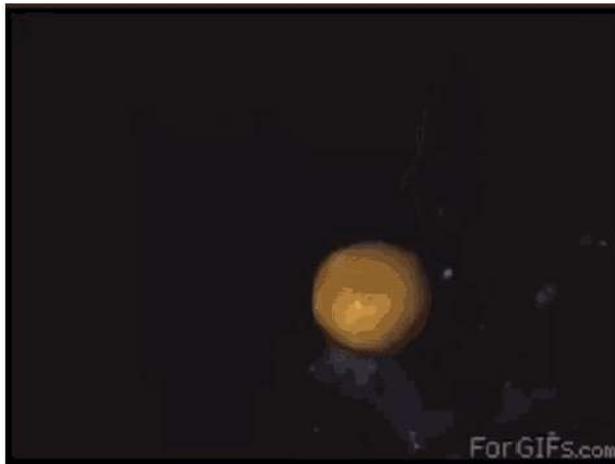


Adaptado de: <https://dribbble.com/>

Quais tipos de processos ocorrem no equipamento?

- A) Liquefação do ar e destilação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio.
- B) Destilação do ar e sublimação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio gasosos.
- C) Liquefação do ar e sublimação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio.
- D) Destilação do ar e centrifugação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio gasosos.

**105.** (OBQJr 2022 – 2ª fase) O resultado do aquecimento de determinado tipo de grão de milho é mostrado a seguir.

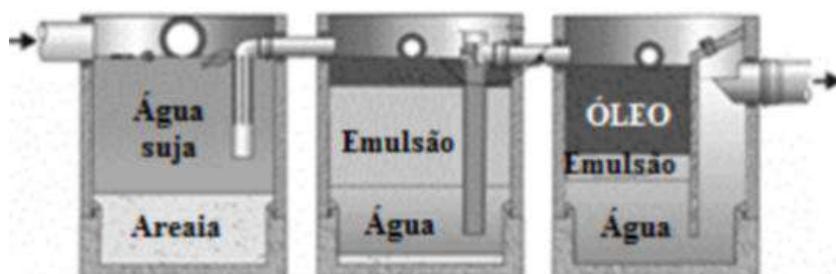


Fonte: <https://c.tenor.com/m8IzYfNbGWMAAAAd/popcorn-kernel.gif>

Que fator contribui decisivamente para o fenômeno observado?

- A) Sublimação do amido no exterior do grão
- B) Vaporização da água contida no interior do grão
- C) Destilação da água presente no exterior do grão
- D) Liquefação do amido contido no exterior do grão

**106.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) O sistema abaixo é recomendado para um tipo de tratamento de água.



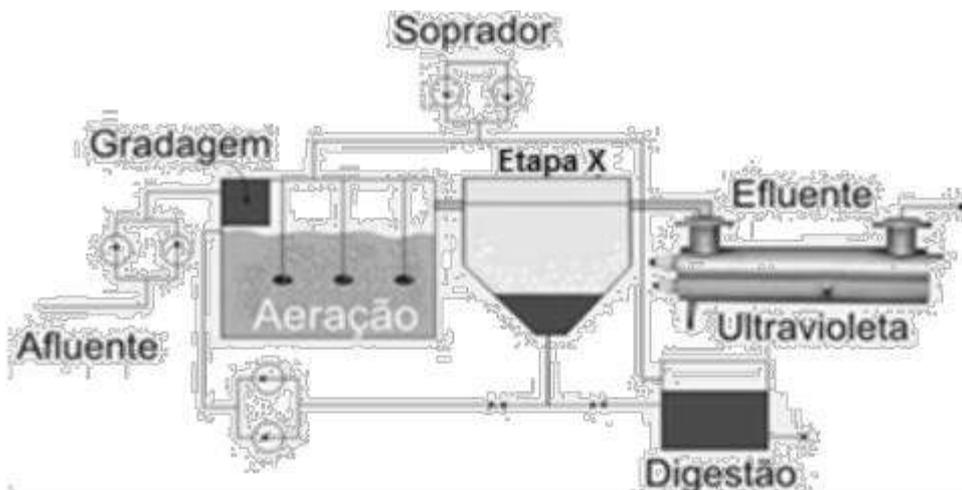
Adaptado de: <http://artefacil.com.br/obras-comerciais>

Seu fabricante o indica para estabelecimentos como postos de gasolina, oficinas mecânicas e lava jatos.

O seu uso visa:

- A) reaproveitar o óleo de cozinha liberado pelos motores.
- B) produzir sabão a partir do óleo derivado do petróleo.
- C) decantar a água suja para reagir o óleo com a emulsão.
- D) reduzir os poluentes oleosos antes da sua disposição final.

107. (OBQJr 2019 – 2ª fase) O esquema abaixo mostra etapas de um processo de tratamento de esgoto.



<http://www.snatural.com.br/estacao-tratamento-efluentes/>

A **Etapa X** corresponde a uma

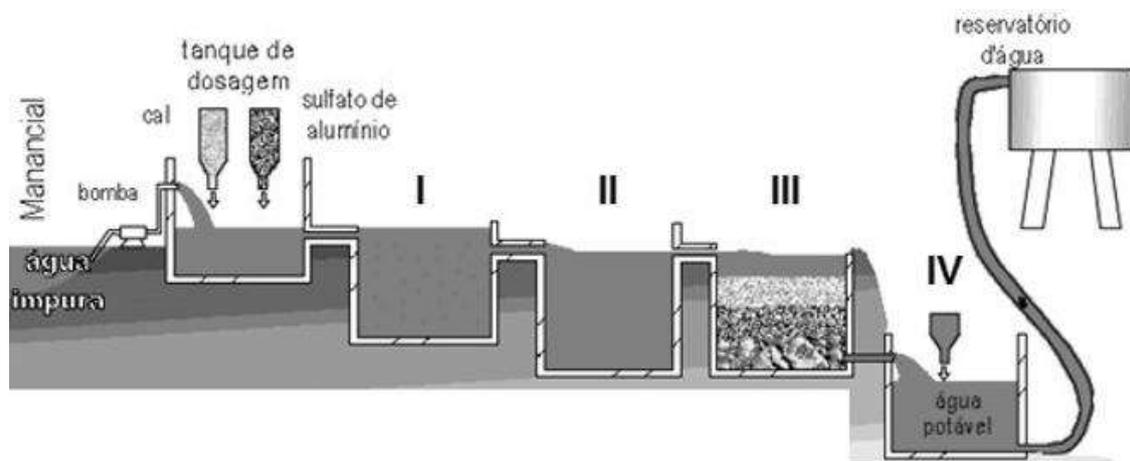
- A) desinfecção.
- B) destilação.
- C) filtração.
- D) sedimentação.

108. (OBQJr 2015 – 1ª fase) Uma Agência de Saneamento encaminhou para a perícia um cilindro contendo uma substância gasosa. Ela é utilizada nas Estações de Tratamento de Água para matar as bactérias que porventura estejam presentes na água. Um problema na válvula do cilindro provocou o vazamento do produto, que é também muito tóxico e corrosivo.

A substância em questão é o

- A)  $\text{Cl}_2$
- B)  $\text{H}_2$
- C)  $\text{N}_2$
- D)  $\text{SO}_2$

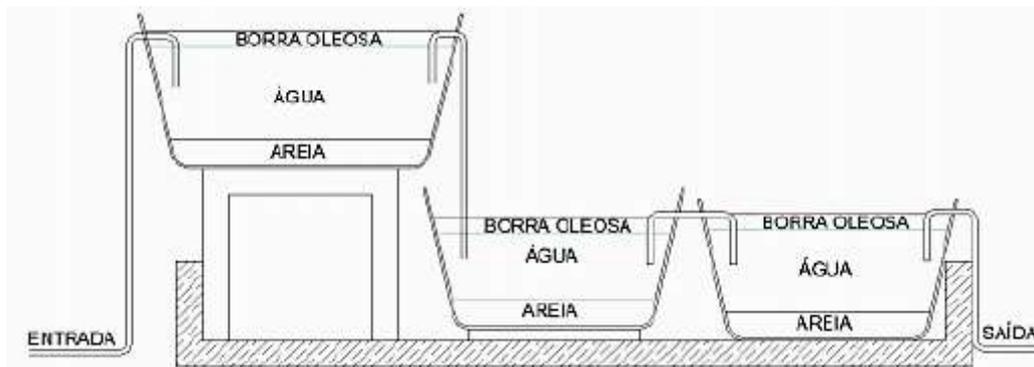
**109.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) A imagem abaixo ilustra o esquema simplificado de uma estação de tratamento d'água. Qual operação é realizada na etapa IV?



Adaptado de: <http://idmytag.com.br/site16/como-funciona-uma-estacao-de-tratamento-de-agua/>

- A) Cloração
- B) Decantação
- C) Filtração
- D) Floculação

110. (OBQJr 2018 – 1ª fase) O processo ilustrado a seguir é utilizado para o tratamento de fontes potencialmente poluidoras.



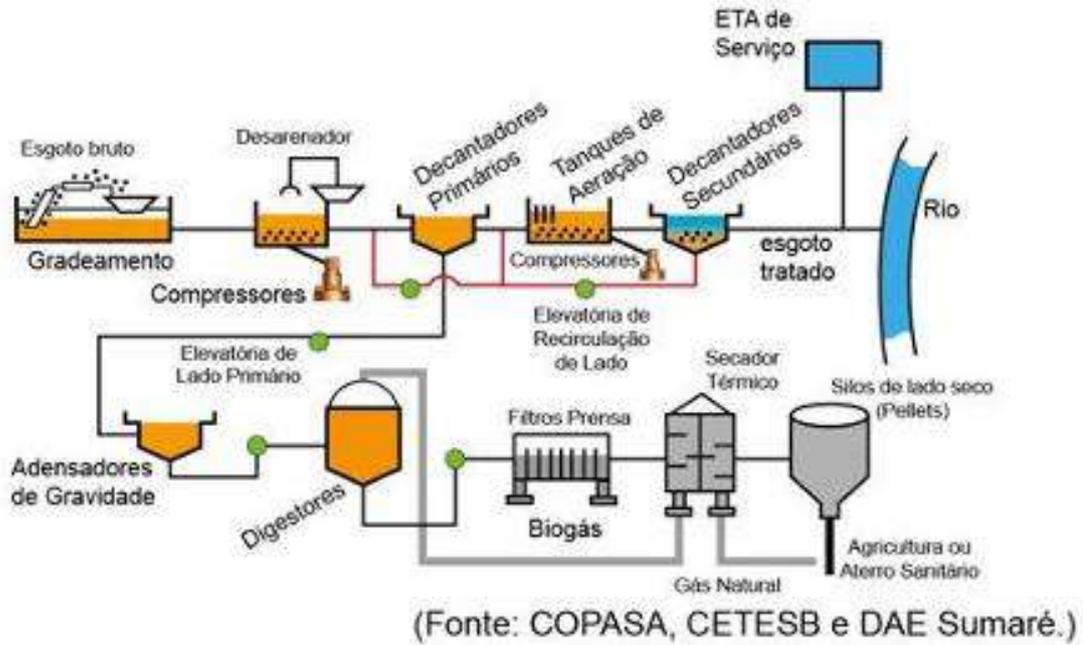
Fonte: Construtora DRM. Fonte: Construtora DRM.

<https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriano.pdf>

O seu funcionamento está baseado em diferentes fatores, um deles reside na

- A) formação final de um sistema bifásico, que permite a saída do óleo, separadamente.
- B) diferença de densidade entre as duas substâncias, o óleo e a água, da mistura poluidora.
- C) utilização de um sistema de caixa separadora, para evitar a contaminação de solo e águas.
- D) existência de miscibilidade entre os componentes do sistema, que aumenta com a decantação.

111. (OBQJr 2022 - 1ª fase) Um esquema de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) é ilustrado abaixo.



Um dos produtos gerados nesse processo é o

- A)  $Cl_2$
- B)  $CH_4$
- C)  $F_2$
- D)  $NH_4Cl$

## UNIDADE 2

# A NATUREZA ATÔMICA DA MATÉRIA

## História da Química

A história da Química está relacionada à alquimia. A alquimia tinha como objetivos a transformação de outros metais em ouro e a busca do elixir da vida longa. Na busca destes ideais desenvolveram-se muitos métodos experimentais que serviram de base para a Química e outras ciências, porém esses métodos eram apenas qualitativos, sem explicação científica do que ocorria.

Os cientistas Robert Boyle (1627-1691) e Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) foram os principais responsáveis para o reconhecimento da Química como ciência.

Robert Boyle foi um físico e químico irlandês e introduziu o método científico em seus trabalhos, descrevendo com detalhes os experimentos que estudava. O cientista ficou conhecido pelos seus trabalhos com gases e defendia o uso de experimentos controlados para comprovar fatos e hipóteses. Hipótese é uma provável explicação para um fenômeno passível de ser comprovada experimentalmente.

Lavoisier foi um químico francês e é considerado fundador da Química moderna. Ele utilizou balanças em seus estudos, realizando medições precisas de massa. Seu trabalho quantitativo tornou possível a explicação de fenômenos, o que acarretou a queda de algumas teorias. Formulou o princípio da conservação de massa (Lei de Lavoisier), estudou e explicou as reações de combustão, confirmou a existência do gás oxigênio e, em 1789, em seu Tratado Elementar de Química, apresentou pela primeira vez uma nomenclatura moderna, fornecendo novos nomes para 33 substâncias. Os experimentos qualitativos realizados pelos alquimistas passaram a ter um aspecto preciso e quantitativo.

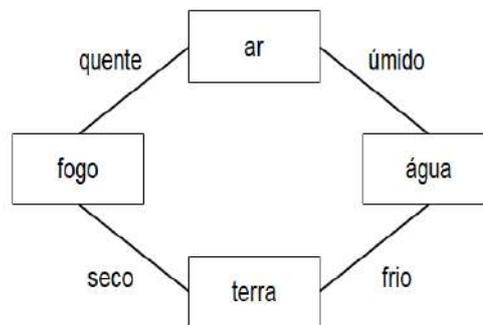
Em 1777, o Químico sueco Torben Olof Bergmann (1735 - 1784) dividiu a Química em Inorgânica e Orgânica. A Química Inorgânica estudava as substâncias de origem mineral e a Química Orgânica estudava as substâncias obtidas diretamente dos seres vivos. A Química Orgânica não se desenvolvia em virtude da Teoria da Força Vital formulada em 1807 pelo químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779 – 1848) cujo enunciado levava a crer que substâncias orgânicas não poderiam ser criadas em laboratório, pois elas eram provenientes da força vital que era característica das células vivas. Em 1828, Friedrich Wohler (1800-1882) produziu em laboratório a ureia, uma substância orgânica. A partir de então, outras moléculas consideradas orgânicas foram também produzidas e Friedrich August Kekulé (1829-1896), na segunda metade do século XIX, deu uma nova definição a Química Orgânica: parte da Química que estuda a estrutura, as propriedades, a composição e as reações formadas pelos compostos do carbono.

A Química Inorgânica estuda os compostos que não possuem carbono ou aqueles onde o carbono está presente, mas que não se liga a ele mesmo, formando cadeias de átomos de carbono (cadeias carbônicas).

Como uma série de conceitos físicos são usados nas explicações de alguns fenômenos, a Físico-Química surgiu como o ramo da Química que combina as duas ciências para estudar as propriedades da matéria, proporcionando instrumentos para traduzir e controlar os fenômenos naturais.

## Modelos atômicos

Como o ser humano era curioso e se questionava sobre do que era formada a matéria, muitas teorias foram propostas por civilizações antigas. Por volta do século V a.C., O filósofo grego Empédocles defendeu a ideia de que tudo que existe no Universo era composto de quatro elementos principais: terra, fogo, ar e água. Por volta de 350 a.C., o filósofo grego Aristóteles aprimorou essa ideia acrescentando as qualidades das substâncias: quente, frio, seco e úmido. Segundo o filósofo, um elemento poderia se transformar em outro com a adição ou remoção dessas qualidades.



Marcelo Pinheiro

Teoria dos quatro elementos de Aristóteles.

Posteriormente, os filósofos Demócrito (460 a.C. - 370 a.C) e Leucipo (500 a.C. - 420 a.C.) propuseram que a matéria podia ser dividida em pedaços cada vez menores até um certo limite, ou seja, uma partícula que não mais poderia ser dividida. Essa partícula foi chamada por eles de **átomo**. Em grego, átomo significa “indivisível”. Segundo essa divagação filosófica, toda matéria seria formada por essas entidades muito pequenas e invisíveis aos nossos olhos, os átomos, que se movimentavam no vazio.

Durante muito tempo prevaleceu a teoria dos quatro elementos, porém os alquimistas, na busca do elixir da longa vida e na tentativa de transformar outros

metais em ouro, desenvolveram vários experimentos que mais tarde serviram como base para a criação dos modelos de átomos que constituíam a matéria.

No início do século XIX, surgiu uma teoria atômica com base em dados experimentais.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### O Big Bang e o surgimento dos elementos químicos

A Teoria do Big Bang é a mais aceita dentre os cientistas para o surgimento do universo. Ela afirma que há uns 15 bilhões de anos teria ocorrido uma grande concentração da matéria e da energia cósmica e que as temperaturas eram altíssimas, até que ocorreu uma explosão e após alguns microssegundos parte da energia liberada se transformou em matéria. A matéria apareceu inicialmente na forma de partículas fundamentais, os elétrons e os *quarks*, e a partir delas se formaram os átomos dos diferentes elementos químicos.

### Modelo atômico de Dalton

Em 1808, o químico, físico e meteorologista inglês John Dalton (1766-1844) realizou experimentos e, através dos dados obtidos, comprovou que realmente a menor parte da matéria era o átomo. Dalton foi o primeiro cientista a sugerir uma teoria atômica moderna e acreditava que as menores partículas existentes na natureza eram **esféricas**, **sólidas**, **indivisíveis** e **indestrutíveis**. Esse modelo ficou conhecido como modelo “bola de bilhar”.



Elizabeth Teixeira

Esquema do modelo atômico de Dalton.

Dalton elaborou um modelo baseado nas seguintes ideias:

- A matéria é formada por partículas extremamente pequenas, os átomos;

- Átomos idênticos representam um mesmo elemento químico;
- Os átomos de determinado elemento químico são diferentes dos átomos de outro elemento;
- Os átomos de um elemento podem se combinar com átomos de outros elementos formando substâncias;

Dalton procurou explicar como os átomos se combinavam para formar os diferentes tipos de matéria.

Esse modelo prevaleceu durante 90 anos, mas no final do século XIX, investigações experimentais conduziram a novas interpretações sobre a estrutura atômica levando em consideração a relação entre matéria e eletricidade.

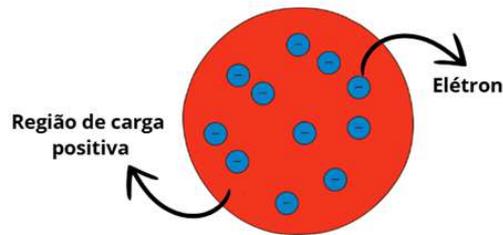
### Modelo atômico de Thomson

O modelo atômico de Dalton não foi bem aceito no meio científico por não levar em conta a natureza elétrica da matéria e pela simplificação das fórmulas químicas.

O cientista Joseph John Thomson (1856-1940) publicou vários experimentos com determinados raios (chamados raios catódicos), de natureza elétrica negativa que, segundo ele, eram formados por partículas menores que o átomo (partículas subatômicas). Essas partículas de carga negativa foram denominadas **elétrons**.

Em 1886, o cientista alemão Eugene Goldstein (1850-1930) verificou experimentalmente a existência de partículas subatômicas de carga positiva. Elas foram denominadas **prótons** por Ernest Rutherford em 1904.

Em 1897, Thomson propôs o modelo em que o átomo era constituído por uma esfera de matéria com carga elétrica positiva e com elétrons em movimento nela dispersos. Muitos autores fazem uma analogia e chamam esse modelo de “pudim de passas”, uma sobremesa típica da Inglaterra, porém os elétrons não são estáticos como as passas do pudim.

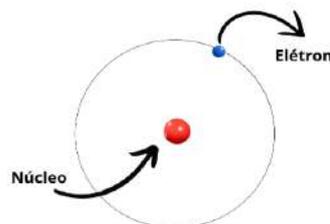


Elizabeth Teixeira

Esquema do modelo atômico de Thomson.

## Modelo atômico de Rutherford

Um experimento com uma lâmina de ouro apresentou resultados que tornou o modelo de Thomson inadequado. Tal experimento possibilitou ao cientista neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) propor, em 1911, um novo modelo atômico, no qual partículas de carga elétrica positiva (os prótons) estão presentes em uma região muito pequena e de maior massa denominada **núcleo**, e os elétrons (partículas de carga elétrica negativa) se movimentam de forma circular na **eletrosfera**, uma região praticamente vazia e muitas vezes maior que o núcleo. Portanto, o átomo não era maciço como afirmou Thomson. Este modelo é análogo ao sistema solar, no qual o Sol representa o núcleo e os elétrons representam os planetas girando ao redor do núcleo em órbitas circulares (modelo planetário).



Elizabeth Teixeira

Modelo de Rutherford para o átomo de hidrogênio (fora de escala).

Em 1932, o cientista inglês James Chadwick realizou experimentos envolvendo elementos radioativos e descobriu outra partícula subatômica localizada no núcleo, o nêutron, que não possui carga e tem massa semelhante à massa do próton. Segundo o conhecimento da época, os nêutrons teriam a função de evitar a repulsão elétrica entre os prótons, o que destruiria o núcleo.

Como um átomo é eletricamente neutro, o número de prótons (cargas positivas) é igual ao número de elétrons (cargas negativas).

Para se determinar a massa dos átomos e das partículas subatômicas, foi criada a unidade de massa atômica (u), cujo valor é  $1,67 \times 10^{-24}$  g. Prótons e nêutrons têm massa aproximadamente igual a 1 u e os elétrons tem massa aproximada de 1/1840 u.

A tabela a seguir apresenta as características das partículas subatômicas.

Partícula subatômica	Região do átomo	Carga elétrica relativa	Massa Aproximada (u)
Próton	Núcleo	+ 1	1
Nêutron	Núcleo	zero	1
Elétron	Eletrosfera	- 1	1/1840

Como a massa dos elétrons é muito pequena, consideravelmente desprezível, a massa de um átomo está praticamente localizada em seu núcleo.

O modelo de Rutherford possibilitou a caracterização de dois números: o **número atômico (Z)** e o **número de massa (A)**.

O **número atômico**, representado pela letra **Z**, indica o número de prótons (p) no núcleo do átomo.

Quando o átomo está em seu estado fundamental (eletricamente neutro), seu número de prótons(p) é igual a seu número de elétrons(e), então, pode-se dizer que neste caso, o número atômico é igual ao número de prótons que por sua vez é igual ao número de elétrons.

O que diferencia um elemento químico de outro é a quantidade de prótons que há em seu núcleo. Assim, a definição moderna de **elemento químico**, dada pela IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) é um conjunto de átomos de mesmo número de prótons.

O **número de massa** é a soma do número de prótons ou número atômico com o número de nêutrons e é representado pela letra **A**.

$$A = p + n \quad \text{ou} \quad A = Z + n$$

Com essas informações, um átomo X é representado da seguinte forma:



X é o símbolo do elemento químico. O número atômico deve ser representado no lado inferior esquerdo e o número de massa na parte superior do símbolo.

Como exemplo, considere um átomo de alumínio:  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ . Com os valores representados, podemos concluir que para esse átomo:

$$Z = 13 \qquad A = 27$$
$$p = 13 \text{ prótons}$$
$$e = 13 \text{ elétrons}$$
$$n = 27 - 13 = 14 \text{ nêutrons}$$

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Número de massa $\neq$ massa do átomo

Não confunda **número de massa** com a **massa do átomo**. Número de massa é a soma do número de prótons com o número de nêutrons de um átomo, logo é um número inteiro, sem unidade. Já a massa de um átomo é a soma das massas dos prótons e dos nêutrons de um átomo, já que a massa do elétron é desprezível. A massa de um átomo tem unidade e é dada em **u** (unidade de massa atômica).

Por exemplo, o alumínio tem número de massa igual a 27 e sua massa é igual a 26,981539 u.

## Íons

Como vimos anteriormente, o próton e o elétron têm cargas opostas, porém de mesma intensidade. Logo estas cargas se anulam e o átomo é eletricamente neutro.

Um átomo pode perder ou ganhar elétrons e, quando isso ocorre, ele se transforma em **íon**. O íon é uma espécie carregada eletricamente, pois ele pode ter um excesso de prótons(s), devido à perda de um ou mais elétrons, ou excesso de elétron(s), devido ao ganho de um ou mais elétrons. A representação do íon é feita colocando-se sua carga a direita do seu símbolo. Existem dois tipos de íons:

a) **Cátion**: é um íon com **carga elétrica positiva**, originado da perda de um ou mais elétrons. A perda de elétrons faz com que o íon fique com um número maior de prótons, o que é representado pela carga positiva no lado superior direito do seu símbolo. Observe os exemplos:



Cátion do potássio

Perdeu 1 elétron:  
possui 19 prótons e  
18 elétrons



Cátion do magnésio

Perdeu 2 elétrons:  
possui 12 prótons e  
10 elétrons.



Cátion do alumínio

Perdeu 3 elétrons:  
possui 13 prótons e  
10 elétrons.

b) **Ânion**: é um íon com **carga elétrica negativa**, originado do ganho de elétrons. O ganho de elétrons faz com que o íon tenha um número maior de elétrons, o que é representado pela carga negativa no lado superior direito do seu símbolo. Observe os exemplos:



Ânion do flúor

Ganhou 1 elétron:  
possui 9 prótons e  
10 elétrons.



Ânion do oxigênio

Ganhou 2 elétrons:  
possui 8 prótons e  
10 elétrons.



Ânion do fósforo

Ganhou 3 elétrons:  
possui 15 prótons e  
18 elétrons.

O que muda de um átomo para o íon correspondente é apenas o número de elétrons.

### Espécies químicas isoeletrônicas

Espécies químicas isoeletrônicas são átomos e/ou íons que possuem o mesmo número de elétrons. Considere os exemplos a seguir:



Cátion do sódio

Perdeu 1 elétron:  
possui **10 elétrons**.



Átomo de neônio

Possui **10 elétrons**.



Ânion do oxigênio

Ganhou 2 elétrons:  
possui **10 elétrons**.

${}_{11}\text{Na}^+$ ,  ${}_{10}\text{Ne}$  e  ${}_{8}\text{O}^{2-}$  são espécies isoeletrônicas, pois todos possuem o mesmo número de elétrons, ou seja, 10 elétrons.

## Isótopos

Isótopos são átomos de mesmo número atômico (mesmo número de prótons) e diferentes números de massa.

Três isótopos naturais do oxigênio são:  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{17}_8\text{O}$ , e  ${}^{18}_8\text{O}$ . Apesar de serem átomos diferentes, todos são chamados de oxigênio, pois têm o mesmo número de prótons, diferenciando-se apenas no número de massa.

O hidrogênio também apresenta três isótopos naturais que, por razões históricas, receberam nomes especiais, mas todos podem ser chamados de hidrogênio, pois são átomos do mesmo elemento químico:  ${}^1_1\text{H}$ (prótio),  ${}^2_1\text{H}$ (deutério) e  ${}^3_1\text{H}$ (trítio).

Os isótopos podem ser representados pelo seu nome seguido do seu número de massa. Por exemplo, carbono-12 é o átomo de carbono de número de massa 12 ( ${}^{12}_6\text{C}$ ) e carbono-14 é o átomo de carbono de número de massa 14 ( ${}^{14}_6\text{C}$ ).

Os átomos isótopos pertencem ao mesmo elemento químico, logo são representados pelo mesmo símbolo e possuem as mesmas propriedades químicas. Contudo, as propriedades físicas são diferentes, tais como densidade, ponto de fusão e ebulição da substância simples formada.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Radioatividade

Sabe-se atualmente que, além dos nêutrons, há uma força nuclear forte que é responsável por manter a estabilidade entre as partículas do núcleo. Há átomos que não possuem núcleos estáveis, sendo denominados **átomos radioativos**. Para atingir a estabilidade, seus núcleos emitem um ou mais tipos de radiação na forma de partículas subatômicas e energia nuclear, tais como partículas alfa, beta, raios gama etc., transformando-se em outro átomo não radioativo. Tal fenômeno é denominado **desintegração radioativa**.

Numa amostra contendo átomos radioativos, essa transformação pode ser rápida ou lenta, dependendo de que átomos radioativos estão presentes.

Por exemplo, uma amostra contendo átomos de urânio-235 demora aproximadamente 704 milhões de anos para que metade de seus átomos deixem de ser radioativos. Já uma amostra contendo cobalto-60 demora 5 anos para que metade da amostra perca sua radioatividade. Esse tempo para que metade da massa da amostra deixe de ser radioativa é denominado **meia-vida**.

Dependendo da quantidade de radiação liberada por esses átomos, ela pode ser perigosa aos seres vivos por acarretar doenças graves e mutações. Em contrapartida, se aproveitada e utilizada de forma adequada, tem aplicações importantes, tais como tratamento de doenças como o câncer (radioterapia), esterilização de alimentos produção de energia elétrica (usina nuclear), determinação da idade de um fóssil, etc.



Radura – símbolo que identifica tratado por radiação.

Fonte: OBQJr

O carbono-14 é radioativo e está presente no organismo dos seres vivos em uma quantidade bem pequena e que é conhecida pelos cientistas. Enquanto o organismo está vivo, a quantidade de carbono-14 que ele possui permanece praticamente constante, devido às trocas com o ambiente. Porém, após a morte, não há mais a absorção de carbono e a quantidade de isótopo de carbono radioativo presente vai diminuindo devido à sua desintegração. Sabe-se que metade da massa de carbono-14 presente em um ser vivo deixa de ser radioativa após 5730 anos. Sabendo-se a quantidade de carbono-14 presente num fóssil, e conhecendo-se a quantidade desse isótopo presente no ser vivo, os cientistas conseguem calcular a idade do fóssil. Essa técnica é denominada **datação pelo carbono-14**.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Massa atômica

Na natureza, há apenas 20 elementos químicos formados por apenas um tipo de átomo. Outros elementos apresentam isótopos e cada isótopo tem uma massa diferente. Desta forma, foi criado o conceito de massa atômica (MA) de um elemento químico, que é a média entre as massas dos isótopos naturais desse elemento. Como cada isótopo aparece com um percentual específico na natureza, determinado experimentalmente, o cálculo é feito pela média ponderada.

Por exemplo, o isótopo  $^{35}\text{Cl}$  tem massa igual a 34,968853 u e sua ocorrência natural é de 75,76%. Já o isótopo  $^{37}\text{Cl}$  tem massa igual a 36,965903 u e sua ocorrência natural é de 24,24%. A massa atômica do elemento cloro é calculada somando os produtos de cada percentagem pela respectiva massa do átomo e dividindo-se por 100.

$$MA = \frac{75,76 \times 34,968853 + 24,24 \times 36,965903}{100} = 35,45 \text{ u}$$

Observe que nenhum átomo de cloro tem a massa igual a 35,45 u, porém esse valor é utilizado no cálculo da massa de substâncias que possuem cloro em sua composição, pois elas apresentam os dois isótopos do elemento cloro com as percentagens citadas.

No caso dos elementos que só possuem um tipo de átomo, a massa atômica é exatamente igual à massa do átomo.

A massa atômica de cada elemento é indicada na tabela periódica, que será estudada posteriormente.

### Isóbaros

Isóbaros são átomos que apresentam o mesmo número de massa, mas possuem números atômicos diferentes, ou seja, não pertencem ao mesmo elemento químico. Por exemplo,  $^{40}_{19}\text{K}$  tem número de massa 40 e  $^{40}_{20}\text{Ca}$  também tem número de massa 40. Como eles têm números atômicos diferentes, 19 e 20, respectivamente, eles são isóbaros.

## Isótonos

Isótonos são átomos com o mesmo número de nêutrons, mas possuem números atômicos e números de massa diferentes. Por exemplo,  $^{11}_5\text{B}$  tem 6 nêutrons ( $11 - 5 = 6$ ) e  $^{12}_6\text{C}$  também tem 6 nêutrons ( $12 - 6 = 6$ ). Como eles possuem diferentes números de massas e diferentes números atômicos, eles são isótonos.

## Modelo atômico de Bohr

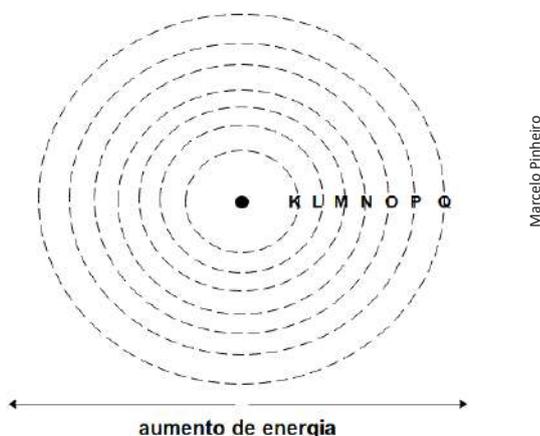
O modelo atômico de Rutherford tinha uma inconsistência, pois segundo as leis da Física conhecidas na época, os elétrons tenderiam a se chocar com o núcleo, causando a destruição do átomo. Como os elétrons eram atraídos pela região central, eles deveriam perder velocidade e realizar um movimento em espiral até se encontrar com o núcleo. Porém, essa autodestruição do átomo não acontecia.

O físico dinamarquês Niels Henrik David Bohr (1885-1962) procurou resolver esses problemas do modelo de Rutherford com relação a estabilidade do elétron, tomando como base as teorias da mecânica quântica.

O ensaio de chama é um procedimento experimental cujos resultados foram bem esclarecidos com um novo modelo atômico elaborado por Bohr. Nesse ensaio, submete-se ao calor de uma chama uma amostra de uma substância que ao ser aquecida emite luz colorida. Essa luz é liberada por um elemento químico metálico presente na amostra. A tabela a seguir apresenta as cores emitidas por alguns metais.

Metal	Cor no Teste de chama
Cobre (Cu)	Verde
Cálcio (Ca)	Laranja
Estrôncio (Sr)	Vermelho
Sódio (Na)	Amarelo
Potássio (K)	Violeta

Em 1913, Niels Bohr observou os resultados de experimentos envolvendo emissões de luzes coloridas e apresentou um novo modelo em que a eletrosfera é constituída por 7 camadas eletrônicas ou níveis de energia (K, L, M, N, O, P, Q). Nessas regiões, os elétrons se movimentam em órbitas circulares sem perder ou ganhar energia, permanecendo em sua própria camada. Como esse modelo foi um aprimoramento do modelo de Rutherford, ele foi denominado modelo atômico de Rutherford-Bohr.



Modelo atômico de Rutherford-Bohr.

Quanto mais afastada está uma órbita do núcleo atômico, maior é a energia do elétron que ocupa esse nível. Um átomo está no estado fundamental quando os elétrons estão nas órbitas de menor energia possível, atingindo uma estabilidade.

Segundo esse modelo, elétrons podem saltar para camadas posteriores ao absorver energia externa e, ao retornarem para camadas mais internas, eles liberam energia (fóton) sob a forma de luz com uma cor definida ou outra radiação eletromagnética.

Como átomos de elementos químicos diferentes possuem diferentes quantidades de elétrons, num ensaio de chama um elemento químico apresenta diferentes saltos eletrônicos entre camadas do que outro elemento, emitindo diferentes quantidades de energia. Portanto, cada elemento apresenta uma coloração diferente no teste.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Fogos de artifício

Uma das aplicações do modelo atômico de Bohr são os fogos de artifício. As temperaturas elevadas dos fogos de artifício fornecem energia para que os elétrons dos metais presentes nos explosivos passem para um nível (camada) de maior energia. Ao retornarem ao nível energético de energia inicial, os átomos emitem luz com determinada coloração.

## O modelo atômico atual

O físico alemão Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868 – 1951) utilizou dados experimentais em que luz colorida gerada em saltos entre camadas podia ser decomposta em diferentes cores, e sugeriu que as camadas ou níveis de energia eram divididas em regiões ainda menores denominadas subníveis de energia (s, p, d, f). Isso indicou que elétrons de uma mesma camada poderiam ter diferentes quantidades de energia, gerando colorações diferentes ao retornarem à região de origem.

Os subníveis são formados por orbitais contendo no máximo 2 elétrons em cada orbital. O orbital é uma região da eletrosfera onde é maior a probabilidade

de se encontrar um dado elétron. A forma geométrica de um orbital é definida através de complexas equações matemáticas, e esses orbitais não são circulares como foi citado no modelo de Bohr.

O subnível s é formado por apenas 1 orbital, o subnível p é formado por 3 orbitais, o subnível d é formado por 5 orbitais e o subnível f é formado por 7 orbitais.

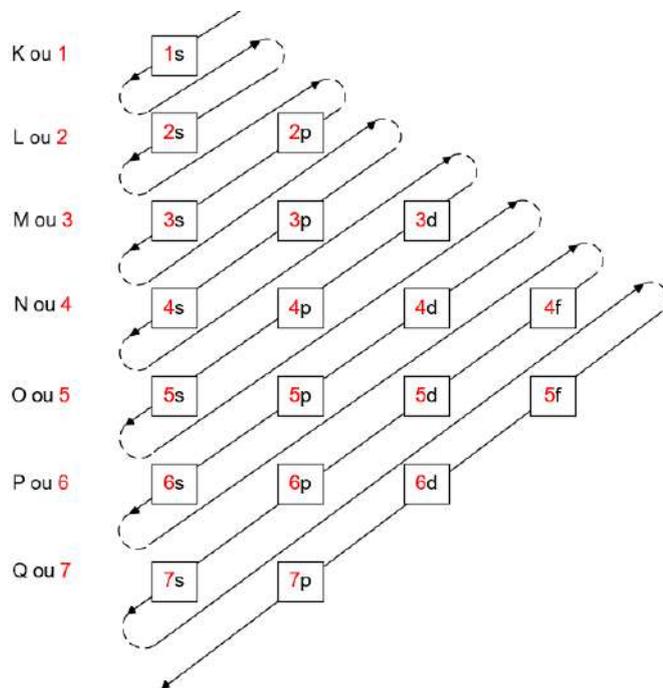
Assim, o número máximo de elétrons em cada subnível é o dobro do número de orbitais do subnível.

Subníveis	Número de orbitais	Número máximo de elétrons
<b>s</b>	1	2
<b>p</b>	3	6
<b>d</b>	5	10
<b>f</b>	7	14

Além de se movimentar em torno do núcleo, o elétron também realiza um movimento de rotação em torno de seu próprio eixo. Se em um orbital há dois elétrons, um deles possui rotação (spin) no sentido horário e o outro no sentido anti-horário.

Os elétrons se localizam na eletrosfera de forma a realizar as órbitas menos energéticas possíveis. A órbita do tipo “s” na primeira camada de um átomo (camada K) é a que exige menos energia de um elétron, logo o primeiro elétron de qualquer átomo estará nesta região da eletrosfera. Os outros elétrons se localizam na eletrosfera segundo a ordem crescente de energia dos subníveis.

A ordem crescente de energia dos subníveis é dada pelo diagrama elaborado por Linus Pauling. Nesse diagrama, o número indica o nível e a letra indica o subnível.



Marcelo Pinheiro

Diagrama de Pauling.

Seguindo a ordem das setas do diagrama, tem-se a ordem crescente de energia dos subníveis de energia:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$$

### Distribuição eletrônica de átomos

Para se distribuir os elétrons de um átomo nos subníveis segundo a ordem crescente de energia dos subníveis, deve-se começar pelo subnível 1s e ir colocando o número máximo de elétrons em cada subnível até atingir o número total de elétrons do átomo. O número de elétrons de cada subnível é sobrescrito ao símbolo do subnível.

Com base na distribuição em subníveis, podem-se organizar os elétrons por níveis, obtendo-se a distribuição eletrônica por níveis de energia.

Algumas definições importantes são:

- **Subnível de maior energia** de um átomo é o último subnível da distribuição eletrônica em ordem crescente de energia dos subníveis.
- **Subnível mais externo ou mais distante do núcleo** de um átomo é o subnível de maior energia da sua última camada eletrônica.
- **Camada de valência** é a última camada da eletrosfera do átomo.
- **Elétron diferenciador** é o último elétron do subnível de maior energia do átomo.

A disposição dos elétrons na eletrosfera de um átomo pode ser dada pela distribuição eletrônica em subníveis e/ou distribuição em níveis. Observe os exemplos a seguir:

- ${}^1\text{H}$  → o hidrogênio possui apenas 1 elétron, e ele está localizado no subnível de menor energia que é o 1s, e isso é representado por  $1s^1$ , ou seja, 1 elétron no subnível s da camada K (nível 1). Então, tem-se:

Distribuição eletrônica em subníveis:  $1s^1$  (1 elétron no subnível 1s).

Distribuição eletrônica em nível: K = 1 (1 elétron na camada K).

O subnível de maior energia do  ${}^1\text{H}$  é o  $1s^1$ , seu subnível mais externo é o  $1s^1$ , e sua única e última camada é a K.

- ${}^8\text{O}$  → o oxigênio possui 8 elétrons. A distribuição desses elétrons começa no subnível 1s, que pode ter no máximo 2 elétrons, e os outros são distribuídos nos subníveis seguintes, 2s e 2p, respeitando o número máximo de elétrons

permitido. No 2p se coloca menos elétrons que o máximo, para não ultrapassar os 8 elétrons totais.

Distribuição eletrônica em subníveis:  $1s^2 2s^2 2p^4$ .

Organizando a distribuição em níveis, tem-se:

$K = 1s^2$ ,  $L = 2s^2 2p^4$  ou  $K = 2$ ,  $L = 6$ .

O subnível de maior energia do  ${}_8\text{O}$  é o  $2p^4$ , seu elétron diferenciador é o quarto do subnível  $2p^4$ , seu subnível mais externo é o  $2p^4$ , e sua última camada é a L.

- ${}_{27}\text{Co}$  → o cobalto possui 27 elétrons, então seguindo as regras citadas anteriormente, tem-se:

Distribuição eletrônica em subníveis:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ .

Organizando a distribuição em níveis, tem-se:

$K = 1s^2$ ,  $L = 2s^2 2p^6$ ,  $M = 3s^2 3p^6 3d^7$ ,  $N = 4s^2$  ou  $K = 2$ ,  $L = 8$ ,  $M = 15$ ,  $N = 2$ .

O subnível de maior energia do  ${}_{27}\text{Co}$  é o  $3d^7$ , seu elétron diferenciador é o sétimo do subnível  $3d^7$ , seu subnível mais externo é o  $4s^2$ , e sua última camada é a N.

- ${}_{94}\text{Pu}$  → o plutônio possui 94 elétrons e suas distribuições eletrônicas são:

Distribuição eletrônica em subníveis:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^6$

Organizando a distribuição em níveis, tem-se:

$K = 1s^2$ ,  $L = 2s^2 2p^6$ ,  $M = 3s^2 3p^6 3d^{10}$ ,  $N = 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$ ,  $O = 5s^2 5p^6 5d^{10} 5f^6$ ,  $P = 6s^2 6p^6$ ,  $Q = 7s^2$  ou  $K = 2$   $L = 8$   $M = 18$   $N = 32$   $O = 24$   $P = 8$   $Q = 2$ .

O subnível de maior energia do  ${}_{94}\text{Pu}$  é o  $5f^6$ , seu elétron diferenciador é o sexto do subnível  $5f^6$ , seu subnível mais externo é o  $7s^2$ , e a sua última camada é a Q.

### Distribuição eletrônica de íons

**a) Distribuição eletrônica em cátion:** quando um átomo se transforma em cátion, ele perde os elétrons que estão menos atraídos pelo núcleo, ou seja, os elétrons da camada mais distante do núcleo.

Como o subnível de maior energia de um átomo que se transforma em cátion pode não ser o subnível mais externo, não se deve fazer a distribuição dos elétrons do cátion diretamente usando o diagrama de Pauling. Para distribuir os elétrons em um cátion, deve-se fazer primeiro a distribuição eletrônica por subníveis do átomo no estado fundamental e depois retirar os elétrons que foram perdidos do subnível mais energético da última camada do átomo.

Por exemplo, o cátion  ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$  perdeu 2 elétrons, logo possui 24 elétrons. Os dois elétrons perdidos saíram do seu subnível mais externo. A distribuição eletrônica do átomo de ferro no estado fundamental contendo 26 elétrons é:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ . Com a perda de 2 elétrons, retiram-se os 2 elétrons da camada 4 ou N, que é a última. Então, a distribuição eletrônica do íon  ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$  é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ .

Observe que se a distribuição fosse feita diretamente com 24 elétrons, o subnível  $4s$  não teria sido eliminado e o subnível  $3d$  ficaria com 4 elétrons, o que estaria incorreto.

Quando o átomo de ferro perde 3 elétrons, ele fica com 23 elétrons e se transforma no íon  ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$ . A partir da distribuição eletrônica do átomo de ferro no estado fundamental vista anteriormente, verifica-se que os dois primeiros elétrons

a serem retirados são os do subnível 4s (mais externo) e o terceiro sai do subnível 3d, pois a camada 3 passou a ser a mais distante do núcleo. Então, a distribuição eletrônica do íon  ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$  é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ .

**b) Distribuição eletrônica em ânion:** quando um átomo se transforma em ânion, o(s) elétron(s) que ele ganha entra(m) na última camada do átomo e, como para os átomos que se transformam em ânions, o subnível de maior energia é o subnível mais externo, fez-se a distribuição eletrônica do número total de elétrons do ânion.

Por exemplo, o ânion  ${}_{8}\text{O}^{2-}$  ganhou 2 elétrons, logo possui 10 elétrons. Portanto, a sua distribuição eletrônica é  $1s^2 2s^2 2p^6$ . Da mesma forma, o ânion  ${}_{15}\text{P}^{3-}$  ganhou 3 elétrons, logo possui 18 elétrons. Portanto, a sua distribuição eletrônica é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Partículas do mundo atômico

Na década de 1960, estudos mostraram que os prótons e os nêutrons eram constituídos por outras partículas ainda menores denominadas **quarks**. A matéria é constituída de três partículas, que são os quarks up (u), de carga elétrica +2/3, e down (d), de carga elétrica – 1/3, além do elétron. O nêutron é composto de dois quarks 'd' e um quark 'u'. O próton é formado por dois quarks 'u' e um quark 'd'. A diferença fundamental é a carga elétrica. O quark 'u' tem carga de + 2/3, o quark 'd' tem carga de - 1/3.”

Outras partículas foram descobertas posteriormente, tais como píons, múons, neutrinos, etc.

## Classificação periódica dos elementos

### Histórico

No ano de 1800, eram conhecidos apenas 38 elementos químicos. A descoberta de novos elementos químicos levou os químicos a tentar elaborar uma tabela para classificá-los e organizá-los segundo algum critério. Ao longo da história, várias tentativas de organização foram feitas até chegar ao modelo de Tabela Periódica atual.

Em 1829, o químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1782-1849) observou que em certos conjuntos de três elementos químicos, a massa atômica de um deles era, aproximadamente, a média aritmética das massas atômicas dos outros dois. Estes conjuntos foram chamados de Tríades de Dobereiner. Dos 54 elementos conhecidos na época, poucos seguiam este modelo.

Na década de 60, com a determinação mais exata das massas atômicas, outros dois cientistas, propuseram ordenações para os elementos. O geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) dispôs os elementos em uma espiral traçada nas paredes de um cilindro e em ordem crescente de massa atômica. Foi o primeiro cientista a propor uma periodicidade química, ou seja, semelhança nas propriedades físicas e químicas dentro de um determinado grupo de elementos. Sua proposta também funcionava para poucos elementos.

Quase ao mesmo tempo, o químico inglês John Alexander Reina Newlands (1837-1898) verificou que ao se agrupar um determinado grupo de oito elementos químicos, a propriedades do oitavo elemento eram semelhantes às propriedades do primeiro. Ele chamou esta relação de Lei das Oitavas, associando a escala de notas musicais. Não teve muita credibilidade no meio

acadêmico, porque o modelo não funcionava para muitos elementos. Porém mais tarde seu trabalho foi reconhecido.

Em 1869, o químico e físico russo Dimitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) organizou os elementos químicos em forma de uma tabela, em ordem crescente de massa atômica (conhecida como peso atômico na época), de maneira que aqueles que tinham propriedades físicas e químicas semelhantes eram alocados numa mesma coluna vertical. Mendeleev deixou alguns espaços vazios em sua tabela, dizendo que aqueles elementos ainda seriam descobertos, prevendo inclusive seus números atômicos e números de massa. Mais tarde suas previsões foram confirmadas.

Em 1914, o físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887- 1915) verificou que o número de prótons no núcleo de um determinado tipo de átomo (elemento químico) era sempre o mesmo e que o número atômico era o valor mais adequado para caracterizar um elemento químico. Ele observou que as propriedades dos elementos químicos se repetiam quando o critério de organização era feito pelos números atômicos e não pelas massas atômicas como ocorria na tabela de Mendeleev. A partir disto, os elementos foram dispostos numa tabela em ordem crescente de número atômico, organizados em períodos (classificação periódica dos elementos) e famílias, originando a tabela periódica utilizada atualmente.

# A tabela periódica atual

## CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1																	18			
Hidrogênio 1 H 1,0																	Hélio 2 He 4,0			
3	4											13	14	15	16	17	18			
Lítio 3 Li 7,0	Béριο 4 Be 9,0											Boro 5 B 10,8	Carbono 6 C 12,0	Nitrogênio 7 N 14,0	Oxigênio 8 O 16,0	Fluor 9 F 19,0	Neônio 10 Ne 20,0			
11	12											13	14	15	16	17	18			
Sódio 11 Na 23,0	Magnésio 12 Mg 24,3											Alumínio 13 Al 27,0	Silício 14 Si 28,1	Fósforo 15 P 31,0	Enxofre 16 S 32,0	Cloro 17 Cl 35,5	Argônio 18 Ar 39,9			
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
Potássio 19 K 39,1	Calcio 20 Ca 40,0	Escândio 21 Sc 45,0	Títânio 22 Ti 47,9	Vanádio 23 V 50,9	Cromo 24 Cr 52,0	Manganês 25 Mn 54,9	Ferro 26 Fe 55,8	Cobalto 27 Co 58,9	Níquel 28 Ni 58,7	Cobre 29 Cu 63,5	Zinco 30 Zn 65,4	Gálio 31 Ga 69,7	Germanio 32 Ge 72,6	Ársênio 33 As 74,9	Selênio 34 Se 79,0	Bromo 35 Br 79,9	Kriptônio 36 Kr 83,8			
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
Rubídio 37 Rb 85,5	Estrôncio 38 Sr 87,6	Ítrio 39 Y 88,9	Zircônio 40 Zr 91,2	Níbio 41 Nb 92,9	Molibdênio 42 Mo 95,9	Técnetio 43 Tc (97)	Rútenio 44 Ru 101,0	Ródio 45 Rh 102,9	Paládio 46 Pd 106,4	Prata 47 Ag 107,9	Cádmio 48 Cd 112,4	Índio 49 In 114,8	Estanho 50 Sn 118,7	Antimônio 51 Sb 121,6	Telúrio 52 Te 127,6	Iodo 53 I 127,0	Xenônio 54 Xe 131,3			
55	56	57-71										80	81	82	83	84	85	86		
Césio 55 Cs 132,9	Bário 56 Ba 137,3	Série dos Lantanídeos										Mercurio 80 Hg 200,6	Talio 81 Tl 204,4	Chumbo 82 Pb 207,0	Bismuto 83 Bi 209,0	Polônio 84 Po (210)	Ástato 85 At (210)	Rádônio 86 Rn (222)		
87	88	89-103										110	111	112	113	114	115	116	117	118
Frâncio 87 Fr (223)	Rádio 88 Ra (226)	Série dos Actínidos										Dásmio 110 Ds (281)	Róentgênio 111 Rg (282)	Copernício 112 Cn (285)	Nihônio 113 Nh (286)	Fleróvio 114 Fl (290)	Moscóvio 115 Mc (290)	Livermório 116 Lv (293)	Tennesso 117 Ts (294)	Ogânesso 118 Og (294)

Nome do Elemento	Número Atômico	Eletronegatividade
SÍMBOLO		
Massa Atômica Aproximada		

### SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Lantânio La 138,9	Cério Ce 140,1	Praseodímio Pr 140,9	Neodímio Nd 144,2	Promécio Pm (145)	Samarco Sm 150,4	Europio Eu 152,0	Gadolínio Gd 157,3	Térbio Tb 158,9	Disprósio Dy 162,5	Holmco Ho 164,9	Érbio Er 167,3	Tulio Tm 168,9	Ítrbio Yb 173,0	Lúteo Lu 174,9

### SÉRIE DOS ACTÍNÍDIOS

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Actínio Ac (227)	Tório Th 232,0	Protactínio Pa 231	Uránio U 238,0	Neptúncio Np (237)	Plutónio Pu (244)	Amérvico Am (243)	Cúrio Cm (247)	Béquerelio Bk (247)	Califórnia Cf (251)	Einsteinio Es (252)	Fermio Fm (257)	Mendelevio Md (258)	Nébioio No (259)	Lawrécio Lr (262)

A tabela periódica apresentada nesse livro há uma legenda para se identificar os principais dados de cada elemento químico: número atômico, símbolo, nome, massa atômica e eletronegatividade, cuja definição será estudada mais para frente.

Nome do Elemento	Número Atômico	Eletronegatividade
	SÍMBOLO	
	Massa Atômica Aproximada	

Hoje, são conhecidos 118 elementos químicos, sendo 88 naturais e 30 artificiais, que são aqueles produzidos em laboratório. Os elementos Tecnécio ( ${}_{43}\text{Tc}$ ), Promécio ( ${}_{61}\text{Pm}$ ), Astató ( ${}_{85}\text{At}$ ), Frâncio ( ${}_{87}\text{Fr}$ ) e os de número atômico maiores que 92 são artificiais, os outros são naturais.

**Elementos cisurânicos** são os elementos artificiais com números atômicos menores que 92. Os elementos artificiais com números atômicos maiores que 92 são chamados de **elementos transurânicos**.

Os símbolos dos elementos químicos foram organizados no início do século XIX, pelo químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848). Em 1919 foi criada a União Internacional de Química Pura e Aplicada – IUPAC que passou a ser responsável pela elaboração de normas para classificar e nomear as substâncias e elementos químicos. Segundo esse órgão, o símbolo de um elemento, cujo nome em geral é proveniente do latim ou do grego, é escrito com a primeira letra maiúscula. Caso o símbolo tenha duas letras, a segunda letra é minúscula.

Observe alguns exemplos:

Nome do elemento químico	Símbolo
Hidrogênio	H
Oxigênio	O
Carbono	C
Cloro	Cl

Porém como a referência foi o latim ou grego, alguns símbolos não correspondem ao nome em Português, como:

Nome do elemento em Latim ou grego	Nome do elemento em Português	Símbolo
Natrium	Sódio	Na
Cuprum	Cobre	Cu
Aurum	Ouro	Au
Argentum	Prata	Ag
Phosphorum	Fósforo	P
Hydrargyrum	Mercúrio	Hg

Os elementos químicos são agrupados, na tabela periódica atual em:

**a) Períodos** (linhas): em cada período estão localizados elementos químicos que apresentam o mesmo número de camadas eletrônicas.

Exemplos:

$_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$                       O sódio tem três camadas eletrônicas

$_{17}\text{Cl}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$                       O cloro tem três camadas eletrônicas

Portanto na tabela periódica o sódio e o cloro estão localizados no 3º período.

**b) Grupos ou famílias** (colunas): identificados pelos números 1 até 18, em cada grupo estão localizados os elementos quimicamente semelhantes.

Algumas famílias da tabela Periódica recebem nomes especiais. São elas:

Grupo ou família	Nome da família
1	Metais alcalinos ( <b>exceto o Hidrogênio</b> )
2	Metais alcalinos terrosos
16	Calcogênios
17	Halogênios
18	Gases nobres

No grupo 3 da tabela e no 6º período estão localizados os 15 elementos químicos chamados **lantânídeos**. Também no Grupo 3, mas no 7º período estão localizados 15 elementos químicos, chamados **actinídeos**.

# Classificação dos elementos quanto às propriedades físicas e químicas

Os elementos químicos podem ser classificados de acordo com suas propriedades físicas e químicas em metais, não metais e gases nobres.

## CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1																	18		
Hidrogênio H 1,0																	Hélio He 4,0		
3	4											13	14	15	16	17	18		
Lítio Li 7,0	Berílio Be 9,0											Boro B 10,8	Carbono C 12,0	Nitrogênio N 14,0	Oxigênio O 16,0	Fluor F 19,0	Neônio Ne 20,0		
11	12											13	14	15	16	17	18		
Sódio Na 23,0	Magnésio Mg 24,3											Alumínio Al 27,0	Silício Si 28,1	Fósforo P 31,0	Enxofre S 32,0	Cloro Cl 35,5	Argônio Ar 39,9		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
Potássio K 39,1	Calcio Ca 40,0	Escândio Sc 45,0	Titânio Ti 47,9	Vanádio V 50,9	Cromo Cr 52,0	Manganês Mn 54,9	Ferro Fe 55,8	Cobalto Co 58,9	Níquel Ni 58,7	Cobre Cu 63,5	Zinco Zn 65,4	Gálio Ga 69,7	Germanio Ge 72,6	Ársênio As 74,9	Selênio Se 79,0	Bromo Br 79,9	Kriptônio Kr 83,8		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Rubídio Rb 85,5	Estrôncio Sr 87,6	Ítrio Y 88,9	Zircônio Zr 91,2	Niobio Nb 92,9	Molibdênio Mo 95,9	Tecnécio Tc (97)	Rútenio Ru 101,0	Ródio Rh 102,9	Paládio Pd 106,4	Prata Ag 107,9	Cádmio Cd 112,4	Índio In 114,8	Estanho Sn 118,7	Antimônio Sb 121,6	Telúrio Te 127,6	Iodo I 127,0	Xenônio Xe 131,3		
55	56	57-71			72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Césio Cs 132,9	Bário Ba 137,3	Série dos Lantanídeos			Háfnio Hf 178,5	Tântalo Ta 180,9	Tungstênio W 183,9	Rênio Re 186,2	Osmio Os 190,2	Iridio Ir 192,2	Platina Pt 195,1	Ouro Au 197,0	Mercurio Hg 200,6	Talco Tl 204,4	Chumbo Pb 207,0	Bismuto Bi 209,0	Polônio Po (210)	Astato At (210)	Rádônio Rn (222)
87	88	89-103			104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Frâncio Fr (223)	Rádio Ra (226)	Série dos Actinídeos			Rutherfordio Rf (267)	Dubnio Db (268)	Seabórgio Sg (269)	Bório Bh (270)	Háscio Hs (269)	Meitnério Mt (276)	Darmstádio Ds (281)	Roentgênio Rg (282)	Copernício Cn (285)	Nihônio Nh (286)	Fleróvio Fl (290)	Moscóvio Mc (290)	Livermório Lv (292)	Tennesso Ts (294)	Oganesônio Og (294)

Metal  
 Não metal ou ametal  
 Gás nobre  
 Sem classificação

Número Atômico	Eletronegatividade
SÍMBOLO	
Massa Atômica Aproximada	

### SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Lantânio La 138,9	Cério Ce 140,1	Praseodímio Pr 140,9	Neodímio Nd 144,2	Promécio Pm (145)	Samário Sm 150,4	Europio Eu 152,0	Gadolínio Gd 157,3	Térbio Tb 158,9	Disprósio Dy 162,5	Hólmio Ho 164,9	Erbio Er 167,3	Túlio Tm 168,9	Íterbio Yb 173,0	Lutécio Lu 174,9

### SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Actínio Ac (227)	Tório Th 232,0	Protactínio Pa 231	Urânio U 238,0	Neptúnio Np (237)	Plutônio Pu (244)	Americônio Am (243)	Cúrio Cm (247)	Bérguio Bk (247)	Califórnio Cf (251)	Eisnéio Es (252)	Férmio Fm (257)	Mendelevíio Md (258)	Nobelio No (259)	Laurêncio Lr (262)

a) **Metais:** são a maioria dos elementos dispostos na tabela periódica. Dos 118 elementos, 92 pertencem a este grupo.

Suas principais características são:

- Possuem tendência de perder elétrons, formando cátions;

- São sólidos em condições ambientes (a 25 °C e 1 atm), com exceção do mercúrio (Hg) que é líquido;
- São bons condutores de eletricidade e de calor, tanto no estado sólido quanto no líquido;
  - Apresentam brilho, quando polidos;
- São dúcteis, ou seja, podem ser reduzidos a fios e maleáveis, podendo ser transformados em lâminas;
- Em geral têm altos pontos de fusão e de ebulição. O Césio (Cs), o Frâncio (Fr) e o Gálio (Ga) possuem baixas temperaturas de fusão, logo tornam-se líquidos em temperaturas um pouco maiores que 25 °C.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Metais pesados

Os autores costumam chamar alguns metais de “metais pesados”, pois eles possuem densidade relativamente alta e são tóxicos em doses pequenas.

Alguns exemplos de metais pesados são: antimônio (Sb), arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estanho (Sn), ferro (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Ag), platina (Pt), zinco (Zn), etc.

b) **Não metais ou ametais:** apresentam características opostas às dos metais. Seguem as principais:

- Possuem tendência de receber elétrons, formando ânions;
- Não são bons condutores de eletricidade nem de calor e por isso muitos deles são usados como isolantes, exceto o carbono, na forma de grafite, que conduz eletricidade;

- Possuem, em geral, baixas temperaturas de fusão e de ebulição.

• Os não metais podem se apresentar no estado sólido, líquido ou gasoso em condições ambientes, ou seja, a 25 °C e 1 atm. A maioria apresenta o estado físico sólido, porém alguns não metais formam substâncias simples que apresentam outros estados físicos em condições ambientes. Hidrogênio (H), nitrogênio (N), oxigênio (O), flúor (F), cloro (Cl) formam substâncias simples gasosas e o bromo (Br) forma substância simples líquida a 25°C e 1 atm.

c) **Gases Nobres:** fazem parte do grupo 18 da tabela periódica. São estáveis quimicamente, ou seja, reagem muito pouco com outros elementos, devido ao fato de possuírem a última camada eletrônica com o máximo de elétrons possível (2 ou 8 elétrons). Em função disto não têm tendência de ganhar ou perder elétrons e na natureza encontram-se na forma isolada.

### **Classificação dos elementos quanto ao subnível de maior energia**

• **Elementos Representativos (famílias 1 e 2 e de 13 até 18):** apresentam a distribuição eletrônica terminando nos subníveis “s” ou “p”.

• **Elementos de Transição (famílias 3 até 12):** apresentam o subnível “d” como o de maior energia (**elementos de transição externa**) ou o subnível “f” como o de maior energia (**elementos de transição interna**).

# CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1																		2																		13										14										15										16										17										18																																																																																																					
H 1,0																		He 4,0																		B 10,8										C 12,0										N 14,0										O 16,0										F 19,0										Ne 20,0																																																																																																					
Li 7,0																		Be 9,0																		Al 27,0										Si 28,1										P 31,0										S 32,0										Cl 35,5										Ar 39,9																																																																																																					
Na 23,0																		Mg 24,3																		Sc 45,0										Ti 47,9										V 50,9										Cr 52,0										Mn 54,9										Fe 55,8										Co 58,9										Ni 58,7										Cu 63,5										Zn 65,4										Ga 69,7										Ge 72,6										As 74,9										Se 79,0										Br 79,9										Kr 83,8	
K 39,1																		Ca 40,0																		Y 88,9										Zr 91,2										Nb 92,9										Mo 95,9										Tc (97)										Ru 101,0										Rh 102,9										Pd 106,4										Ag 107,9										Cd 112,4										In 114,8										Sn 118,7										Sb 121,6										Te 127,6										I 127,0										Xe 131,3	
Rb 85,5																		Sr 87,6																		La 138,9										Ce 140,1										Pr 140,9										Nd 144,2										Pm (145)										Sm 150,4										Eu 152,0										Gd 157,3										Tb 158,9										Dy 162,5										Ho 164,9										Er 167,3										Tm 168,9										Yb 173,0										Lu 174,9											
Cs 132,9																		Ba 137,3																		Hf 178,5										Ta 180,9										W 183,9										Re 186,2										Os 190,2										Ir 192,2										Pt 195,1										Au 197,0										Hg 200,6										Tl 204,4										Pb 207,0										Bi 209,0										Po (210)										At (210)										Rn (222)											
Fr (223)																		Ra (226)																		Rf (267)										Db (268)										Sg (269)										Bh (270)										Hs (269)										Mt (276)										Ds (281)										Rg (282)										Cn (285)										Nh (286)										Fl (290)										Mc (290)										Lv (292)										Ts (294)										Og (294)											

Elemento representativo  
 Elemento de transição externa  
 Elemento de transição interna

Número Atômico	Eletronegatividade
SÍMBOLO	
Massa Atômica Aproximada	

SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57	1,1	58	1,1	59	1,1	60	1,1	61	1,1	62	1,2	63	1,2	64	1,2	65	1,2	66	1,2	67	1,2	68	1,2	69	1,2	70	1,2	71	1,3
La	138,9	Ce	140,1	Pr	140,9	Nd	144,2	Pm	(145)	Sm	150,4	Eu	152,0	Gd	157,3	Tb	158,9	Dy	162,5	Ho	164,9	Er	167,3	Tm	168,9	Yb	173,0	Lu	174,9

SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89	1,1	90	1,3	91	1,5	92	1,7	93	1,3	94	1,3	95	1,3	96	1,3	97	1,3	98	1,3	99	1,3	100	1,3	101	1,3	102	1,3	103	
Ac	(227)	Th	232,0	Pa	231	U	238,0	Np	(237)	Pu	(244)	Am	(243)	Cm	(247)	Bk	(247)	Cf	(251)	Es	(252)	Fm	(257)	Md	(258)	No	(259)	Lr	(262)

Classificação periódica dos elementos químicos.

Exemplos:

${}_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  (seu subnível de maior energia é o “s”, logo o sódio é um elemento representativo).

${}_{8}\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4$  (seu subnível de maior energia é o “p”, logo o oxigênio é um elemento representativo).

${}_{26}\text{Fe}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$  (seu subnível de maior energia é o “d”, logo o ferro é um elemento de transição externa).

${}_{60}\text{Nd}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^4$  (seu subnível de maior energia é o “f”, logo o neodímio é um elemento de transição interna).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

## Propriedades e aplicações de elementos químicos

Os elementos químicos podem formar substâncias simples que se apresentam nos estados sólido, líquido ou gasoso. Considerando os ambientes, em que a temperatura é 25 °C e a pressão é de 1 atmosfera, a maioria deles se encontra no estado sólido. No estado líquido e gasoso têm-se:

Estado físico	Elemento	Substância simples formada
Líquido	Mercúrio (Hg)	Hg
	Bromo (Br)	Br <sub>2</sub>
Gasoso	Gases nobres	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Og
	Hidrogênio	H <sub>2</sub>
	Oxigênio	O <sub>2</sub> ou O <sub>3</sub>
	Nitrogênio	N <sub>2</sub>
	Flúor	F <sub>2</sub>
	Cloro	Cl <sub>2</sub>

O hidrogênio (H), o nitrogênio (N), o oxigênio (O) e os elementos da família 17, diferente dos demais elementos da tabela periódica, não são encontrados de forma isolada. Ou seja, eles se combinam a eles mesmos, formando moléculas com dois átomos ou três no caso do oxigênio. Assim, a fórmula do gás hidrogênio, do gás oxigênio, gás ozônio, do gás nitrogênio e do iodo sólido são, respectivamente, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>.

As substâncias simples formadas pelos demais elementos da tabela são monoatômicas, ou seja, suas fórmulas são representadas por um único átomo. Por exemplo a fórmula da substância ferro é representada por Fe.

Dos 118 elementos químicos distribuídos na tabela periódica, foram destacados alguns para mostrar suas principais aplicações:

Elemento	Aplicação
Hidrogênio (H)	É o mais abundante dos elementos químicos, constituindo 75% da massa do Universo. Aparece na natureza na forma de gás hidrogênio, que é formado por moléculas diatômicas (H <sub>2</sub> ). Esse gás faz parte da composição química de estrelas. Ele é utilizado na indústria para obtenção de combustíveis, na produção de amônia (NH <sub>3</sub> ), na produção de margarinas (hidrogenação de gorduras vegetais), como combustível de foguetes, em baterias de célula de combustível e outras aplicações.
Sódio (Na)	Metal de baixa densidade. Usado na iluminação de estradas e combinado a outros elementos químicos entra na composição do sal de cozinha, da soda cáustica, do sabão e do vidro.
Potássio (K)	Essencial para o crescimento das plantas, e quando combinado a outros elementos químicos, é usado para fazer sabão, detergente líquido e na fabricação de vidro.
Magnésio (Mg)	Usado em flash fotográfico, em fogos de artifício, em ligas leves e combinado com outros elementos químicos entra na composição do leite de magnésia e no talco. Está presente na clorofila, tendo um papel importante para a fotossíntese.
Cálcio (Ca)	Forma os ossos. É componente do mármore, da cal, do cimento, do giz.
Rádio (Ra)	Metal muito radioativo descoberto por Marie Sklodowska Curie (1867 – 1934) e por seu marido, Pierre Curie (1859 – 1906). É utilizado para se obter o radônio (Rn) que é aplicado no tratamento de câncer. É um metal perigoso, pode causar sérios problemas, tais como câncer, substituir o cálcio dos ossos, feridas na pele e inclusive levar à morte.
Cobalto (Co)	Componente central da vitamina B12. Algumas de suas substâncias são usadas para dar cor azul a porcelanas, vidros, esmaltes. É usado na joalheria, como material dentário e em dispositivos eletrônicos.

Enxofre (S)	É um elemento químico não metálico que não possui odor, porém forma substâncias voláteis de odor desagradável, semelhante a ovo podre, como o sulfeto de hidrogênio (H <sub>2</sub> S). Ele é usado na fabricação de ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), é importante na produção de baterias automotivas e é aplicado na <b>vulcanização</b> da borracha natural. Este processo consiste na adição deste ametal à borracha, seguido de aquecimento, possibilitando obter um material mais rígido e resistente. É essencial para os organismos vivos, pois está presente em certos aminoácidos.
Ferro (Fe)	Empregado em automóveis, barcos e componentes estruturais de edifícios. Na fabricação de ferramentas, parafusos, pregos. Forma a hemoglobina, responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões pro resto do corpo. A sua falta provoca anemia.
Zinco (Zn)	Componente de uma série de ligas como latão e bronze, essencial para o crescimento de homens e animais. Usado em alguns tipos de baterias. É necessário para a cicatrização de ferimentos.
Níquel (Ni)	Usado na fabricação de aço inoxidável, em baterias, fabricação de moedas, ferramentas, parafusos.
Mercúrio (Hg)	Altamente tóxico. Usado em termômetros, em barômetros e em amálgama dentário.
Ouro (Au)	Usado em joalheria, como material dentário e em dispositivos eletrônicos.
Cobre (Cu)	Produção de materiais condutores de eletricidade, como fios e cabos, em motores elétricos, interruptores, cunhagem de moedas.
Alumínio (Al)	Quando está na forma de pó é utilizado como combustível de foguetes, embalagens, construção civil, em meios de transportes, ferramentas e produção de explosivos.
Gálio (Ga)	Empregado na fabricação de semicondutores, de transistores de computadores, televisores e telefones.

Chumbo (Pb)	É um metal tóxico empregado, por exemplo, na construção civil, em baterias de automóveis, em munição, na fabricação de cosméticos, além da proteção contra radiação em consultórios odontológicos, clínicas de exames de imagens e hospitais.
Carbono (C)	É o principal componente do carvão, utilizado como combustível. Forma substâncias simples como a grafite, o diamante. Faz parte de compostos inorgânicos como o gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) e o bicarbonato de sódio (NaHCO <sub>3</sub> ). Está presente em todos os compostos orgânicos, tais como glicose (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ), etanol (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O), metano (CH <sub>4</sub> ), etc.
Silício (Si)	É o principal componente do vidro, cerâmica, cimento. Aparece na argila, granito, quartzo e areia. Está presente no bulbo das lâmpadas, que é feito de vidro.
Nitrogênio (N)	O gás nitrogênio (N <sub>2</sub> ) é usado na produção de amônia (NH <sub>3</sub> ). Está presente em fertilizantes, explosivos e fogos de artifício. Esse gás é utilizado na refrigeração e preservação de materiais e amostras biológicas, como de sangue, material genético e células reprodutivas.
Fósforo(P)	Usado em detergentes, pasta de dentes, pirotecnia, pesticidas. Importante para a produção de aço e bronze. Na forma de fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ), usado na fabricação de fertilizantes.
Oxigênio (O)	Comburente, usado em metalurgia e em equipamentos para respiração
Flúor(F)	Combinado a outros elementos participa da produção de urânio enriquecido e plásticos. É aplicado na proteção contra cáries. Na forma de ácido é usado para gravar vidro.
Cloro (Cl)	Usado na purificação das águas e no branqueamento de papéis. Entra na composição de inseticidas, sal de cozinha, em plásticos, solventes para tintas.
Bromo (Br)	Usado em produtos químicos agrícolas, inseticidas, corantes, produtos farmacêuticos.

Hélio (He)	O gás hélio é usado para o enchimento de balões e dirigíveis, como agente refrigerante em reatores nucleares, em exames de ressonância magnética, dentre outras aplicações. Assim como o gás hidrogênio, ele é encontrado em estrelas.
Neônio (Ne)	Gás presente em anúncios luminosos a laser. É empregado em lâmpadas néon, que apresentam uma coloração arroxeadada.
Argônio (Ar)	Gás de enchimento em lâmpadas incandescentes e fluorescentes.
Criptônio (Kr)	Uma aplicação importante é o seu uso na medicina, ao se trabalhar com laser de criptônio em cirurgias da retina dos olhos.
Radônio (Rn)	Gás nobre radioativo utilizado em radioterapia, para tratamento de câncer.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Sais minerais

Sais minerais são substâncias inorgânicas que contêm elementos químicos importantes para o bom funcionamento do nosso organismo. A falta ou o excesso de tais elementos químicos podem causar problemas de saúde, e até mesmo a morte.

Através de uma alimentação balanceada, podemos obter tais elementos químicos fundamentais para nossa vida em quantidades adequadas.

Deve-se tomar cuidado com as bebidas isotônicas, que foram desenvolvidas para repor líquidos e sais minerais perdidos com a transpiração durante um exercício físico. Tais bebidas são ricas em sódio, potássio, cálcio e fósforo, mas seu consumo deve ser controlado, pois o excesso de nutrientes pode causar doenças como hipertensão e diabetes.

Alguns elementos químicos presentes nos sais minerais são citados a seguir:

- **Sódio (Na)** – é importante para a regulação dos líquidos do corpo, para manter o bom funcionamento do coração e dos músculos, porém o consumo em excesso pode causar sérios danos ao organismo, como aumento da pressão arterial. Está presente no sal de cozinha (cloreto de sódio) e muitos alimentos industrializados que apresentam grande quantidade desse elemento, tais como carnes processadas, enlatados, sopas, molhos e caldos prontos, salgadinhos, pizzas, batatas-fritas, água de coco, etc.

- **Potássio (K)** – é importante para a regulação dos líquidos do corpo, mantém o funcionamento do coração, auxilia na contração muscular e na atividade dos nervos. Pode ser encontrado em carnes, alguns tipos de peixes (como salmão, bacalhau e linguado), água de coco, derivados do leite, em verduras e legumes e frutas como a banana, que é rica em potássio.

- **Cálcio (Ca)** – é essencial para o crescimento, estando presente nos ossos e dentes, regula a coagulação sanguínea e participa da contração dos músculos. Está presente em vegetais (brócolis, espinafre, rúcula etc.), leite e derivados, como queijos, coalhada, iogurte etc.

- **Magnésio (Mg)** – participa de muitas reações no interior das células, é essencial para a fixação de cálcio no organismo, e é encontrado em maior quantidade nos ossos. Está presente hortaliças de folhas verdes, cereais, peixes, carnes, ovos, feijão, soja e banana.

- **Ferro (Fe)** – é um importante componente da hemoglobina, atua na respiração celular, mantém as células do cabelo, pele e unhas saudáveis. A falta desse elemento causa anemia. Pode ser encontrado em carnes vermelhas, no fígado, gema de ovo, castanha de caju, legumes (feijão, ervilha, grão de bico) e vegetais verdes escuros (brócolis, espinafre, couve).

- **Fósforo (P)** – participa da formação dos ossos, dentes e compõem moléculas responsáveis pelo nosso código genético (DNA e RNA). Pode ser encontrado em carnes, peixes, feijão, ervilha, cereais, leite e derivados (queijos, coalhadas e iogurte).

- **Flúor (F)** – é importante para a formação de ossos e dentes. Está relacionado com a prevenção contra as cáries dentárias e é encontrado em águas minerais e em águas tratadas para abastecimento público.

- **Iodo (I)** – é fundamental para o funcionamento adequado da tireoide. Encontrado em frutos do mar, peixes e sal de cozinha iodado.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### A Química da crosta terrestre, do ar atmosférico e do corpo humano

A **crosta terrestre** é formada por 49,5% de oxigênio(O), 25,7% de silício (Si), 7,5% de alumínio (Al), 4,7% de ferro (Fe), 3,4% de cálcio e 9,2% de outros elementos.

O ar atmosférico é formado por 78% de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), 21% de gás oxigênio (O<sub>2</sub>), e 1% de outros gases.

Os elementos químicos que aparecem em maior quantidade no **corpo humano** são carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, conforme a composição:

- 65 % de oxigênio: elemento químico em maior quantidade no organismo, está presente nas moléculas orgânicas e em água e nutrientes.

- 18 % de carbono: elemento formador das moléculas orgânicas.

- 10 % de hidrogênio: presente nas moléculas orgânicas e em água e nutrientes.

- 3 % de nitrogênio: faz parte dos aminoácidos, das proteínas e dos nutrientes.

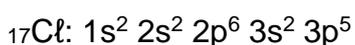
Adaptado de: [http://www.quimlab.com.br/guidadoselementos/abundancia\\_elementos.htm](http://www.quimlab.com.br/guidadoselementos/abundancia_elementos.htm)

Acesso em: 13/11/2021

## Distribuição eletrônica compacta

A distribuição eletrônica em subníveis pode ser feita de uma maneira mais simplificada. Para tal, usa-se o gás nobre (grupo 18 da tabela periódica) com número atômico imediatamente anterior ao do átomo que se deseja fazer a distribuição. Depois acrescenta-se apenas os subníveis que faltam para completar o número de elétrons do átomo cuja distribuição está sendo feita.

Considere, por exemplo, a distribuição eletrônica em subníveis do cloro:



O gás nobre de número atômico imediatamente anterior ao cloro é o neônio cujo número atômico é 10. Então, na distribuição eletrônica compacta, os dez primeiros elétrons do cloro são substituídos pelo símbolo do neônio (Ne) entre colchetes, sendo denominado **cerne** do gás nobre neônio. Depois, são acrescentados os subníveis contendo os outros 7 elétrons que faltam para completar os 17 do cloro. Logo, a distribuição eletrônica compacta do cloro é:



Outros átomos e íons também podem ser representados dessa forma:



## Propriedades periódicas

São aquelas que aumentam ou diminuem periodicamente com o aumento do número atômico dos elementos, ou seja, são repetidas com certa periodicidade na tabela periódica.

São algumas propriedades periódicas:

### Raio atômico

O **raio de um átomo** é a distância entre o centro do núcleo do átomo até o final da sua eletrosfera. Trata-se de uma medida aproximada, pois o final da eletrosfera não pode ser medido com precisão devido ao movimento dos elétrons.

O raio dos átomos depende do número de camadas eletrônicas em sua eletrosfera. Quando o número de camadas eletrônicas de dois átomos é igual, o raio depende do número de prótons em seus núcleos.

Numa mesma família (ou grupo) quanto maior o número de camadas, maior o raio atômico. Assim, considerando dois elementos da família dos metais alcalinos: o lítio e o potássio, observa-se que o lítio está no 2º período, ou seja, possui 2 camadas eletrônicas, já o potássio está no 4º período, possuindo 4 camadas eletrônicas. Considerando o raio atômico como a distância do núcleo à última camada, verificamos que o potássio tem um raio atômico maior que o lítio.

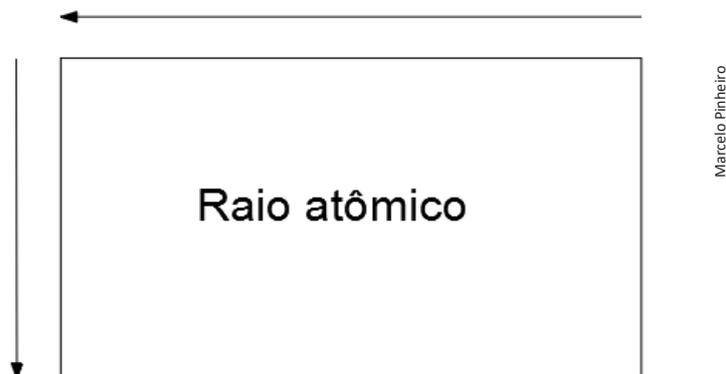
Em uma **mesma família**, quanto **maior** o número atômico (número de camadas), **maior** é o raio atômico.

Num mesmo período, no entanto, os elementos apresentam o mesmo número de camadas eletrônicas. Por isto temos que levar em conta a carga nuclear (número de prótons).

Comparando os elementos lítio e neônio, ambos do 2º período da tabela periódica. Estes dois elementos possuem duas camadas eletrônicas. Porém o lítio tem número atômico 3 (carga nuclear 3+) e o Neônio tem número atômico igual a 10 (carga nuclear 10+). Assim no lítio há três prótons atraindo duas camadas eletrônicas e no neônio, há dez prótons atraindo 2 camadas. Como a atração no neônio é maior, a distância do núcleo à última camada fica menor, tornando-o menor.

Num **mesmo período**, o número de camadas é o mesmo, logo quanto **maior** o número atômico, maior é o número de prótons, maior é a atração pelos elétrons, **menor** é o raio atômico.

Observe no esquema abaixo como varia o raio atômico ao longo das famílias (seta vertical) e dos períodos (seta horizontal) na tabela periódica:



Quando um átomo perde um ou mais elétrons, seu raio diminui. Quando um átomo ganha um ou mais elétrons o seu raio aumenta.

No caso de íons isoeletrônicos, o raio iônico será maior à medida que o número de elétrons fica menor em relação ao número de prótons.

Por exemplo, considerando os íons  ${}_{11}\text{Na}^+$  e  ${}_{8}\text{O}^{2-}$ . Ambos os íons possuem 10 elétrons e duas camadas. No entanto como o número de prótons do sódio é maior (o sódio possui 11 prótons e o oxigênio, apenas 8), ele atrai mais intensamente os 10 elétrons. Esta atração diminui a distância entre os prótons do núcleo e a última camada eletrônica, conseqüentemente o raio do íon do sódio é menor que do íon do oxigênio.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

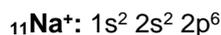
### Raio iônico

O sódio (Na) e cloro (Cl) estão no mesmo período da tabela periódica. Como o sódio tem número atômico menor, o raio de seus átomos é menor do que o raio dos átomos de cloro.

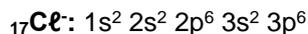
**Raio do Na > Raio do Cl**

Para formar o **cloreto de sódio** (conhecido como sal de cozinha), o átomo de sódio se transforma em cátion (Na<sup>+</sup>) e o átomo de cloro se transforma em ânion (Cl<sup>-</sup>).

Ao perder seu único elétron da última camada, o sódio perde uma camada eletrônica, ficando com apenas 2 camadas:



Já o cloro, ao ganhar 1 elétron permanece com 3 camadas eletrônicas.



Como o número de camadas eletrônicas do ânion é maior do que o do cátion, o Cl<sup>-</sup> tem raio maior que o Na<sup>+</sup>:

**Raio do Na<sup>+</sup> < Raio do Cl<sup>-</sup>**

### Potencial de ionização (PI) ou energia de ionização (EI)

É a quantidade de energia que deve ser fornecida para a retirada de um elétron de um átomo de uma substância simples no estado gasoso. Observe a equação de ionização de um átomo genérico X de uma substância simples gasosa:

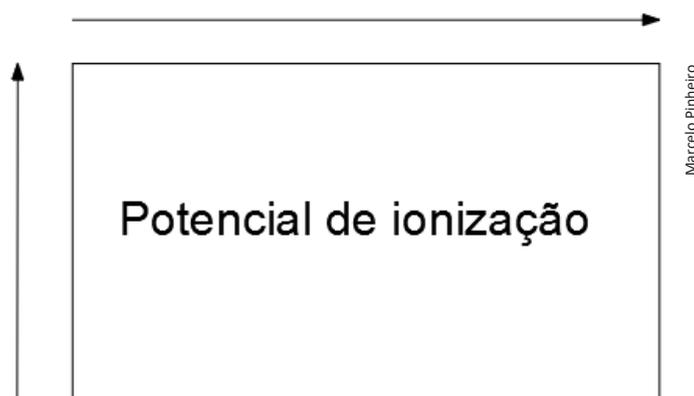


Quanto mais difícil for a retirada do elétron, maior é a energia necessária para se retirar elétron do átomo, logo maior é o potencial de ionização.

Quanto **menor o raio do átomo**, maior a atração que o núcleo exerce sobre os elétrons, mais difícil a retirada do elétron, e **maior é a energia ou potencial de ionização**.

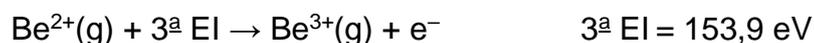
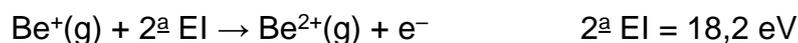
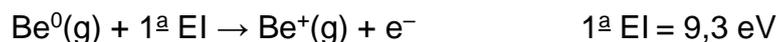
Considerando todos os grupos da tabela periódica, os gases nobres são da família com o maior potencial de ionização. Por serem estáveis, retirar um de seus elétrons requer uma energia elevada. Dentro deste mesmo grupo, o elemento de menor raio é o hélio, portanto seus elétrons estão mais fortemente atraídos pelo núcleo, exigindo uma energia maior pra ser retirado.

Logo o potencial de ionização cresce da seguinte maneira na Tabela Periódica:



A energia necessária para se retirar o 1º elétron de um átomo (elétron mais externo) é chamada de primeira energia de ionização (1ª EI). Para se retirar o 2º elétron, após a retirada do 1º, tem-se a segunda energia de ionização (2ª EI) e assim sucessivamente.

Observe os três primeiros valores de energia de ionização do berílio, dados em elétron volt (eV)



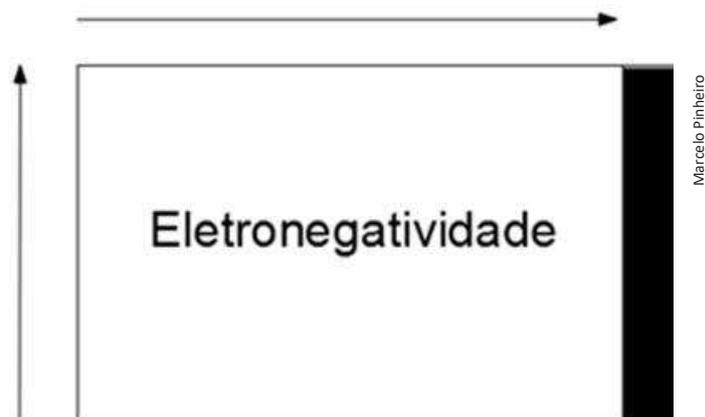
A terceira energia de ionização do berílio é maior que a segunda, que é maior que a primeira. Ou seja, à medida que retiramos um elétron de um átomo, os demais são cada vez mais atraídos pelo núcleo, sendo mais difícil a retirada do próximo. Para o berílio, a retirada do terceiro elétron, que está numa camada mais próxima do núcleo, necessita de uma energia bem maior do que para se retirar os dois primeiros. Observe que há grande salto energético entre a terceira e segunda energia de ionização. Isso significa que os dois primeiros elétrons retirados estavam numa mesma camada eletrônica, a última camada eletrônica do átomo de berílio.

## Eletronegatividade (En)

A **eletronegatividade** é a medida da tendência que o átomo possui em atrair elétrons.

Quanto o menor raio atômico, maior a atração que o núcleo exerce sobre um elétron, mais eletronegativo é o átomo.

Os gases nobres, apesar de serem pequenos, não tendem a atrair elétrons, logo não possuem valores de eletronegatividade.



Os três elementos mais eletronegativos da Tabela são: flúor (F), oxigênio (O) e nitrogênio (N).

Os valores de eletronegatividade são informados no canto superior direito de cada elemento da tabela periódica.

## QUESTÕES DAS OLIMPÍADAS – UNIDADE 2

Questões e imagens obtidas das provas disponibilizadas no site da OBQJr:  
<http://www.obquimica.org/olimpiadas/junior>

1. (OBQJr 2013 - 1ª fase) A partir da segunda metade do século XIX, a química teve um grande desenvolvimento e permitiu a síntese de muitas substâncias constituídas por cadeias carbônicas. Conhecida como a “química do carbono”, a área da química relacionada tradicionalmente à síntese desses tipos de compostos é denominada de:

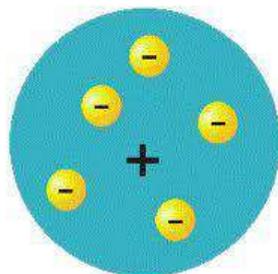
- A) Eletroquímica.
- B) Química Orgânica.
- C) Química Inorgânica.
- D) Físico-Química.

2. (OBQJr 2014 - 1ª fase) A identificação de substâncias extraídas de plantas e o desenvolvimento de métodos para sintetizá-las em laboratório têm sido atividades desenvolvidas dentro de uma área da química conhecida como

- A) Química Orgânica.
- B) Química Inorgânica.
- C) Físico-Química.
- D) Eletroquímica.

3. (OBQJr 2019 - 2ª fase) Descreva as características e discuta as potencialidades e limitações do modelo atômico de Dalton.

4. (OBQJr 2012 – 1ª fase) A ilustração indicada abaixo representa um dos modelos atômicos.



São feitas três afirmativas em relação a esse modelo.

I – Foi proposto por Dalton.

II – Considera a existência de uma partícula menor do que o átomo e dotada de carga elétrica negativa.

III – É o modelo aceito atualmente pela comunidade científica.

Está correto o que se afirma em

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) III, apenas.
- D) I, II e III.

5. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Uma professora fez uma analogia em sala de aula para abordagem sobre um modelo atômico de Thomson. Ilustrando adequadamente a proposta em questão, ela utilizou metade de um fruto, a metade de um(a)

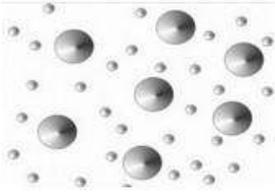
- A) melancia.
- B) abacate.

C) abacaxi.

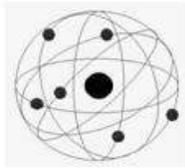
D) jaca.

6. (OBQJr 2012 - 2ª fase) Baseando--se em experimento com radioatividade, o cientista Ernest Rutherford propôs um modelo atômico.

Qual das imagens apresentadas a seguir corresponde a esse modelo?



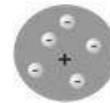
A)



B)

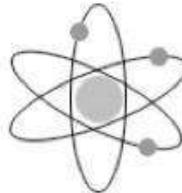
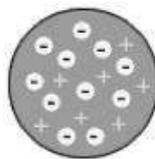


C)



D)

7. (OBQJr 2013 - 1ª fase) A figura abaixo ilustra a evolução histórica de propostas de modelos atômicos.



Quais desses modelos propõem a existência de elétrons em camadas externas ao núcleo?

A) Dalton e Thomson.

B) Rutherford e Bohr.

C) Rutherford e Dalton.

D) Bohr e Thomson.

8. (OBQJr 2015 - 2ª fase) Aproveitando a disputa dos Jogos Pan---Americanos, em Toronto, um professor fez uma analogia entre um dos tipos de modelos atômicos e o lançamento do martelo. Nesse desporto, o atleta lança uma esfera,

que está ligada a um cabo de arame preso a uma alça, a manopla. O atleta segura a manopla com as duas mãos, mantendo os pés imóveis, e gira a esfera sobre a sua cabeça. Depois, gira sobre o próprio corpo, mantendo a trajetória circular já iniciada. Ao final do último giro, bloqueia o movimento do seu corpo, fazendo uma alavanca e lançando a bola.

Considerando o movimento anterior ao lançamento da bola, qual é o modelo atômico mais apropriado a esse tipo de analogia?

- A) Bohr
- B) Dalton
- C) Rutherford
- D) Thomson

**9.** (OBQJr 2016 -1ª fase) As lâmpadas de neon são usadas para diferentes propósitos. Para fabricá-las, retira-se todo o ar de um tubo de vidro e enche com gás neon, a baixa pressão. Ao aplicar uma corrente elétrica entre os dois eletrodos fechados dentro do tubo, ela flui através do gás e se forma uma banda luminosa.

Um modelo atômico que auxilia a compreender esse tipo de fenômeno foi proposto por

- A) Dalton
- B) Leucipo
- C) Rutherford- Bohr
- D) Thomson

**10.** (OBQJr 2016 – 2ª fase) Os postulados de que átomos de elementos diferentes possuem propriedades diferentes entre si e de que na formação dos compostos, os átomos entram em proporções numéricas fixas foram propostos por

- A) Bohr
- B) Dalton
- C) Leucipo
- D) Mendeleev

**11.** (OBQJr 2014 - 2ª fase) As lâmpadas de néon têm diferentes usos, como na publicidade, na arte e em balizas de aviação. Nos seus processos de fabricação, tubos de vidro isentos de ar e com um eletrodo em cada extremidade são preenchidos com um gás, à baixa pressão. Quando se aplica eletricidade ao sistema, uma corrente flui através do gás e se forma uma banda luminosa entre os eletrodos.

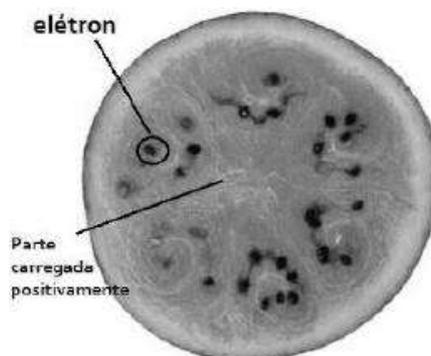
Um modelo atômico que é adequado para explicar a formação da luz no tubo é o de

- A) Dalton.
- B) Dalton-Thomson.
- C) Rutherford--Bohr
- D) Thomson

**12.** (OBQJr 2013 - 2ª fase) Considerando as propostas contidas nos modelos atômicos de Bohr, de Dalton e de Thomson, verifica-se que apenas um deles traz fundamentos para explicar as cores observadas na explosão dos fogos de artifícios.

Indique qual é esse modelo atômico e, com base no mesmo, proponha uma explicação para a observação desse tipo de fenômeno.

13. (OBQJr 2019 - 1ª fase) Um pedaço de melancia foi usado em uma aula.



A qual modelo atômico a imagem está associada?

- A) Bohr
- B) Dalton
- C) Rutherford
- D) Thomsom

14. (OBQJr 2023 – 1ª fase) O elemento químico ferro, é formado por átomos representados por  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ , e pode formar o íon férrico  $\text{Fe}^{3+}$  que apresenta:

- A) 8 elétrons na camada de valência.
- B) 3 elétrons na camada de valência.
- C) 26 partículas nucleares.
- D) 56 partículas nucleares.

15. (OBQJr 2012 - 1ª fase) O conceito de elemento químico mudou ao longo da história. Atualmente, o seu significado passou a ser sinônimo de

- A) substâncias simples.
- B) qualquer substância que não sofra decomposição.
- C) um conjunto de todos os átomos que possuem o mesmo número de prótons.
- D) todo conjunto dos elementos básicos da natureza: ar, água, fogo e terra.

**16.** (OBQJr 2013 - 1ª fase) As idades de alguns materiais podem ser determinadas pela utilização de uma técnica conhecida como datação por carbono-14. O carbono-14 é um isótopo radioativo natural do elemento químico carbono ( $Z=6$ ) e possui

- A) 8 prótons no seu núcleo.
- B) número atômico igual a 14.
- C) número de massa igual a 14.
- D) 2 nêutrons a menos no seu núcleo que o isótopo estável carbono-12.

**17.** (OBQJr 2012 - 2ª fase) A maior parte do carbono ( $Z = 6$ ) presente na Terra é composta por cerca de 98,9% de carbono-12, algo próximo a 1,1% de carbono-13 e uma quantidade muito pequena (traços) de carbono-14, uma espécie radioativa. O carbono-14 é a espécie investigada em uma técnica chamada de técnica de rádio carbono, que permite determinar a idade aproximada de diferentes artefatos.

O texto informa que há

- A) diferentes tipos de elementos químicos de carbono na Terra.
- B) uma espécie isotópica de carbono com aplicação arqueológica.
- C) diferentes espécies de carbono com diferentes números atômicos.
- D) três formas alotrópicas para o carbono: carbono-12, carbono-13 e carbono-14.

**18.** (OBQJr 2015 - 2ª fase) O hélio-3 é um isótopo não-radioativo do hélio (configuração eletrônica:  $1s^2$ ). Usado na fusão nuclear, ele é considerado um combustível ideal por ser potente, não-poluente e pela sua baixíssima geração de resíduos radioativos. Por causa de sua escassez na Terra, mas abundante na Lua, alguns países têm se interessado em construir uma base nesse satélite, para extraí-lo em escala industrial. O procedimento envolveria o aquecimento do solo

lunar, fazendo-o escapar das rochas, seguindo-se pela utilização de outro processo para poder coletá-lo.

Adaptado de <http://noticias.uol.com.br/>

Uma característica dos núcleos de cada átomo do combustível citado no texto acima é a presença de:

- A) dois prótons e um nêutron.
- B) três prótons e um nêutron.
- C) dois prótons e três nêutrons.
- D) três prótons e dois nêutrons.

**19.** (OBQJr 2017- 1ª fase) Uma embalagem contendo frutas trazia o símbolo ao lado, conhecido como radura. Essa simbologia é adequada para indicar que o alimento foi



- A) contaminado com Oxigênio-16.
- B) produzido artificialmente a partir do Hidrogênio-1.
- C) irradiado com raios gama gerados a partir do Cobalto-60.
- D) identificado em um sítio arqueológico pela datação com Carbono-14.

**20.** (OBQJr 2019 - 1ª fase) Astrônomos fizeram a primeira detecção confiável de uma molécula radioativa no espaço interestelar. A componente radioativa da molécula é uma versão instável do alumínio ( $Z=13$ ; massa atômica = 26,981539 u), chamado alumínio-26. A espécie química destacada no texto é um tipo de:

- A) alótropo.
- B) íon.
- C) isótopo.
- D) mineral.

**21.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) Banana, castanha do Pará, cenoura, batata inglesa, carne e feijão são alguns alimentos que carregam, de forma natural, elementos radioativos. Por exemplo, na banana, há o potássio-40. Não há como fugir, mas também não precisa se preocupar. "Seria necessário que uma pessoa comesse toneladas de bananas por ano para atingir níveis inseguros", afirma o chefe de laboratório de Tecnologia Nuclear, que fica na UFMG. O texto acima ilustra a ocorrência de qual tipo de espécie química?

- A) Alótropo radioativo do potássio
- B) Isótopo radioativo do potássio
- C) Liga metálica radioativa de potássio
- D) Elétron radioativo de potássio

**22.** (OBQJr 2014 - 2ª fase) Dois importantes fósseis foram encontrados no Brasil, recentemente. O primeiro é um carvão de 50 mil anos, localizado na Serra da Capivara, no Piauí. Ele é considerado o vestígio mais antigo do homem nas Américas. O outro é um réptil pré-histórico carnívoro, com cerca de 90 milhões de anos, descoberto na região de Campina Verde, em Minas Gerais.

A estimativa da idade desses materiais é feita com um tipo de análise que se baseia na utilização de

- A) átomos de ouro artificial.
- B) elementos radioativos sintéticos.
- C) isótopos de determinados elementos naturais radioativos.
- D) átomos do elemento mais leve do que o hélio ( $Z = 2$ ; configuração eletrônica:  $1s^2$ )

23. (OBQJr 2022 – 1ª fase) O Cobalto-60 é utilizado em alimentos como fonte de radiação gama e é obtido pelo bombardeamento do Cobalto-59 (a espécie natural), com nêutrons, em um reator nuclear. Compare as aparências dos morangos exibidos abaixo.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/>

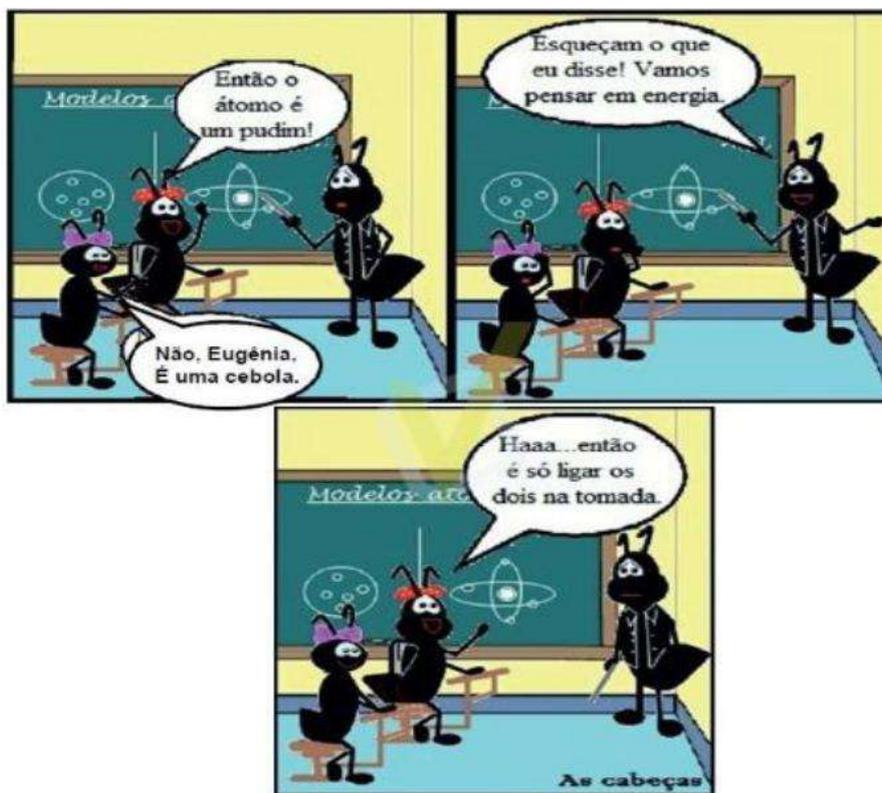
Dado: Co ( $Z=27$ )

O tratamento dessas frutas utilizou como fonte de radiação gama

- A) um isótopo metálico natural do cobalto.
- B) um isótopo radioativo do cobalto.
- C) um alótropo do cobalto.
- D) duas formas alotrópicas de cobalto.

24. (OBQJr 2015 - 2ª fase) Quando quatro sais de quatro metais diferentes queimaram eles emitiram chamas de cores diferentes. Explique essa diferença de coloração nas chamas.

25. (OBQJr 2023 – 1ª fase) Observe a charge apresentada abaixo.



(<https://moisesmedeiros.com.br>)

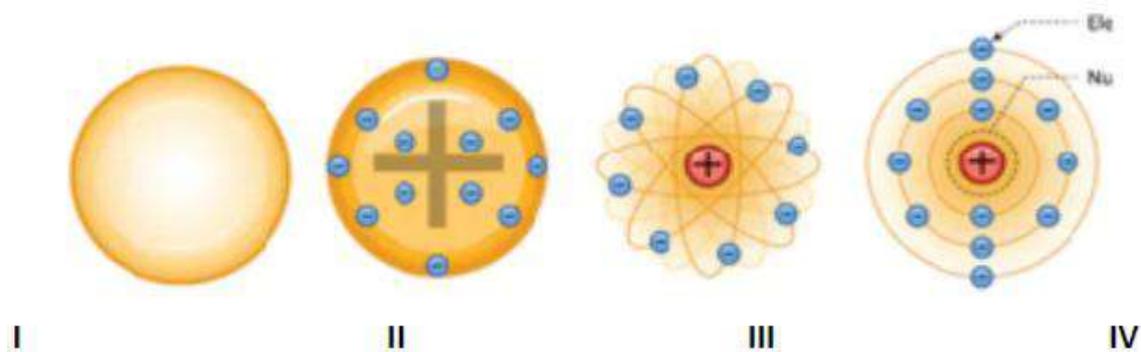
Acesso dia 30 de maio de 2023.

Assinale a alternativa correta que apresenta os modelos expostos na charge, respectivamente.

- A) Modelo Atômico de Dalton e modelo atômico de Thomson
- B) Modelo Atômico de Thomson e modelo de Rutherford–Bohr
- C) Modelo Atômico de Rutherford e modelo de Dalton
- D) Modelo Atômico de Thomson e modelo Atômico de Schrodinger

26. (OBQJr 2020 – 1ª fase) Os sais presentes nos fogos de artifício possuem cátions de elementos químicos diferentes. Quando eles são aquecidos, os elétrons desses elementos saltam para níveis mais energéticos e, ao voltarem para o nível original, emitem a energia que foi absorvida, na forma visível. Cada cor corresponde a uma quantidade de energia característica. Um modelo atômico

que explica porque os fogos de artifício emitem cores diferentes e baseado em conceitos associados a duas das seguintes representações:



Quais são essas representações?

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) III e IV.
- D) II e IV.

**27.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) Soluções que contêm diferentes tipos de sais foram queimadas em recipientes, conforme mostrado abaixo. Em cada recipiente havia apenas um tipo de sal.

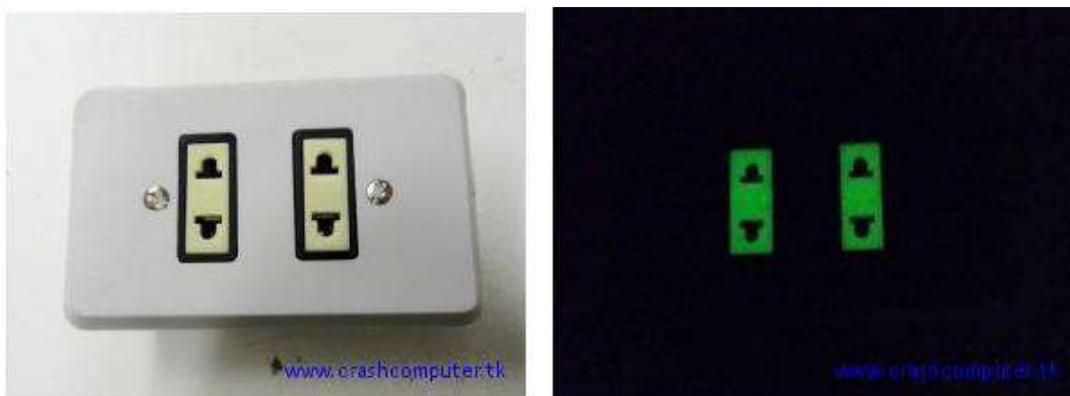


A explicação da variedade de colorações observadas nas chamas se relaciona principalmente a:

- A) efeitos de transições eletrônicas em átomos de elementos químicos diferentes.

- B) baixos níveis de oxigênio em torno dos átomos dos sais nos diferentes recipientes.
- C) variações nos tamanhos dos elétrons dos átomos presentes nas soluções.
- D) diferenças nas velocidades de combustão das soluções salinas dos recipientes.

28. (OBQJr 2022 – 1ª fase) A presença de sulfeto de zinco (ZnS) em determinados interruptores lhes confere a propriedade de emitir um brilho amarelo-esverdeado depois de expostos à luz, conforme visto abaixo.



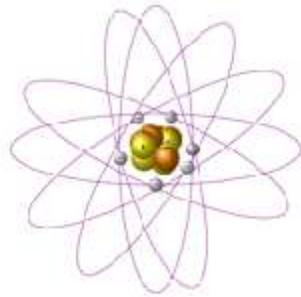
Fonte: <http://www.crashcomputer.com.br/?p=2932>

O sulfeto de zinco é um composto fosforescente e, ao absorverem partículas luminosas, os elétrons são estimulados e afastados para longe do núcleo. Ao se desligar o interruptor, esse estímulo é interrompido e, aos poucos, os elétrons retornam para seus estados originais. A luminescência observada é resultante da liberação do excesso de energia na forma de fótons.

Qual o modelo atômico que melhor representa o funcionamento desses interruptores?

- A) Demócrito-Leucipo
- B) Dalton-Thomson
- C) Mendeleiev-Heisenberg
- D) Rutherford-Bohr

29. (OBQJr 2021 – 1ª fase) O meio atômico representado abaixo causou avanços na ciência.



Fonte: <https://gifer.com/en/7Rw9>

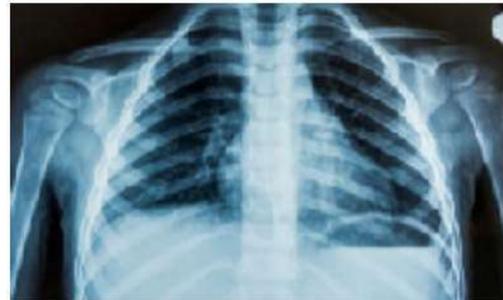
Apesar de não explicar adequadamente alguns fenômenos, este modelo permitiu explicar adequadamente o observado em



Gustavo Pellizzon/Agência O Globo/VEJA

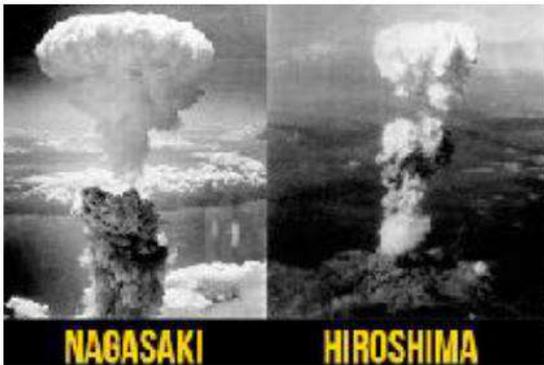
Fonte: <https://veja.abril.com.br/>

A)



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/>

B)



Fonte: <https://www2.bauru.sp.gov.br/>

C)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=p4HwkZSW2I4&t=11s>

D)

**30.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) "Ao contrário dos outros bárions, nos quais três quarks giram um ao redor do outro, como se estivessem dançando, esperamos que o bárion com dois quarks pesados se comporte como um sistema planetário, nos quais os quarks pesados desempenham o papel das estrelas que orbitam uma ao redor da outra, com um quark mais leve orbitando ao redor deste sistema binário".

Fonte: <https://uol.com.br/>

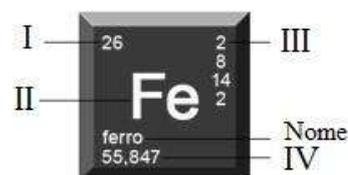
Esse posicionamento é atribuído a um cientista chamado Guy Wilkinson e se fundamenta em modelo(s) atômico(s) que traz(em)

- A) a ideia central do modelo de Thompson.
- B) o fundamento do modelo de Rutherford.
- C) conceitos posteriores aos de Niels Bohr.
- D) espécies atômicas propostas por Dalton.

**31.** (OBQJr 2023 – 2ª fase) Dada a organização dos elementos na Tabela Periódica, duas informações que se pode obter diretamente dela são:

- A) número de massa e eletronegatividade.
- B) número de elétrons e eletronegatividade.
- C) massa atômica e número atômico.
- D) reatividade e densidade.

**32.** (OBQJr 2013 - 1ª fase) As cartas de um jogo apresentavam um formato no qual a frente de cada uma delas correspondia à imagem de uma célula da tabela periódica, conforme é mostrado ao lado. A sequência (I, II, III e IV) que indica corretamente as principais características para a identificação de um elemento químico desenhado em uma dessas cartas é dada pela seguinte a ordem:



- A) I – Massa atômica; II – Símbolo; III – Distribuição eletrônica; IV – Número atômico.
- B) I – Massa atômica; II – Símbolo; III – Quantidade de nêutrons; IV – Número de prótons.
- C) I – Número atômico; II – Sigla; III – Quantidade de nêutrons; IV – Número de prótons.
- D) I – Número atômico; II – Símbolo; III – Distribuição eletrônica; IV – Massa atômica.

**33.** (OBQJr 2012 – 2ª fase) Em 2011, o elemento químico de número atômico 112 foi aceito oficialmente e passou a integrar a tabela periódica. O reconhecimento veio das uniões internacionais de química e física puras e aplicadas (respectivamente IUPAC e IUPAP, siglas em inglês). Alguns átomos desse elemento foram produzidos em experiências desenvolvidas por cientistas dos laboratórios de Dubna, na Rússia, e Lawrence Livermore, nos EUA. Os átomos do elemento 112 são altamente instáveis e existem por apenas alguns milionésimos de segundo, antes de se dividirem em átomos de outros elementos.

Adaptado de JCe-mail3782, de 12 de junho de 2009.

De acordo com as suas características e propriedades, na tabela periódica, o elemento químico com o número atômico 112 se localiza

- A) antes do hidrogênio.
- B) vizinho ao hidrogênio.
- C) no grupo dos gases nobres.
- D) após o elemento que possui 111 prótons.

34. (OBQJr 2018 – 1ª fase) A caricatura abaixo homenageia o químico



<https://fineartamerica.com/featured/>

- A) Antoine Lavoisier.
- B) Albert Einstein.
- C) Dimitri Mendeleev.
- D) John Dalton.

(OBQJr 2018 – 1ª fase) **A charge mostrada abaixo será utilizada nas questões 35 e 36.**



<http://chemieleerkracht.blackbox.website/>

35. Essa imagem ilustra o modelo atômico atribuído a

- A) Bohr.
- B) Dalton.
- C) Leucipo.
- D) Thomson.

36. Qual é o átomo exemplificado na charge?

- A) B (Z=5)
- B) Be (Z=4)
- C) He (Z=2)
- D) O (Z=8)

37. (OBQJr 2022 – 1ª fase) Leia o poema “Vida Periódica”.

### Vida Periódica

Átomos e elementos químicos.  
Poderosos reagentes de explosão.  
Agrupados na tabela periódica,  
cada um, em sua própria divisão.  
Átomos carregados de energia,  
algumas vezes, utilizados para o mal.  
A ciência que explora a cada dia,  
sua verdadeira e real função.  
É indispensável conhecer os elementos,  
que nos auxiliarão em nosso dia-a-dia,  
quando houver uma grande precisão.  
Minha vida é uma tabela periódica.  
Pois, os elementos vêm e vão.  
Reações desencontradas de sentidos,  
reagentes que provocam explosões.  
Corpos cheios de elementos químicos  
no encontro que fermenta a ilusão.  
Alma cheia de puro pensamento,  
na dosagem que acelera o coração.

Fonte: SANTOS, Everton da Paz; SANTOS, Maria Iralde Teixeira dos; SILVA, Givanildo Batista.  
A utilização de poemas como proposta didática no ensino de química. XI Congresso Nacional  
de Educação EDUCERE. PUC Paraná. 2013.

Quais dos elementos químicos listados abaixo se distancia das principais ideias presentes nesses versos?

- A) Cálcio ( $Z=20$ )
- B) Hidrogênio ( $Z= 1$ )
- C) Férmio ( $Z=100$ )
- D) Urânio ( $Z=92$ )

**38.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) Uma descoberta fantástica ocorreu em 1903 na fazenda Oseberg, no sudoeste da Noruega: um barco viking e vários artefatos, intactos. A embarcação e seu conteúdo pertenciam à Idade Média. O barco de Oseberg foi construído em carvalho por volta do ano 820 dC e era um navio de alto mar antes de ser usado em ritual fúnebre para duas de suas ricas proprietárias, que viviam ao redor do Fiorde de Oslo. Na embarcação foram incluídos trenós, camas, uma carroça para cavalos, entalhes em madeira, componentes para barracas, baldes, adereços e outros itens.

Qual elemento químico não poderia ser detectado em nenhum dos objetos desenterrados em 1903 na fazenda Oseberg?

- A) Nobélio
- B) Carbono
- C) Ferro
- D) Cobre

**39.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) Um grupo de cientistas do Laboratório Nacional Lawrence Livermore, na Califórnia, EUA, conseguiu reproduzir um altíssimo potencial energético durante uma pequena fração de segundo. Conhecida como fusão de confinamento inercial, a abordagem usa um laser gigante. Ele produz 192 feixes que são focados em um alvo em um pulso energético, muito breve e

poderoso. O objetivo é colocar o máximo possível dessa energia na cápsula alvo, uma esfera diminuta preenchida com dois tipos de isótopos de hidrogênio ( $Z = 1$ ) montados dentro de um cilindro, do tamanho de uma borracha de lápis, constituído por um único elemento químico metálico. No futuro, espera-se gerar eletricidade em escalas bem maiores.

Fonte: <https://www.science.org/> (Adaptado)

Quais as três espécies químicas participantes desse processo?

- A)  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$  e Au.
- B) He,  $^1\text{H}$  e Hg.
- C) He,  $^1\text{H}$  e Au.
- D)  $\text{H}_2$ ,  $^1\text{H}$  e Hg.

**40.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Um instrumento de medição utiliza uma substância simples, de alta densidade e que possui uma propriedade termométrica (uma propriedade que varia com a temperatura). Qual entre as substâncias apresentadas abaixo atende a essas características?

- A) Gás carbônico
- B) Gás hélio
- C) Hg
- D)  $\text{O}_2$

**41.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) Determinada substância líquida é considerada uma fonte da sua forma gasosa despressurizada. Por causa da sua capacidade de manter a temperatura bem abaixo do ponto de congelamento da água, ela tem sido muito utilizada na refrigeração e preservação de materiais e amostras biológicas, como de sangue e de células reprodutivas. Qual a fórmula molecular dessa substância?

- A) CO<sub>2</sub>
- B) H<sub>2</sub>
- C) O<sub>2</sub>
- D) N<sub>2</sub>

**42.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) A classificação dos elementos químicos é considerada uma das mais valiosas generalizações científicas. Em relação a esse aspecto, reunindo dados próprios e de outros cientistas, Dimitri Mendeleiev concluiu que certas propriedades dos elementos químicos são uma função periódica de seus

- A) pontos de fusão.
- B) pesos atômicos.
- C) números de massa.
- D) estados de oxidação.

**43.** (OBQJr 2013 – 2ª fase) O mineral constituinte dos dentes dos tubarões contém um elemento químico que também está presente em cremes dentais e enxaguatórios bucais destinados a proteger os dentes dos humanos. Esse elemento contribui para que o esmalte do dente fique mais mineralizado e ajuda a explicar porque os tubarões são tão eficientes para despedaçar e cortar suas presas, além de nunca apresentarem cáries.

Adaptado de <http://animalplanet.discoverybrasil.uol.com.br/dentes-de-tubarao-contem-fluor/>

O elemento químico em questão é o

- A) Au.
- B) F.
- C) He.
- D) Hg.

44. (OBQJr 2014 – 1ª fase) As lâmpadas de néon têm diferentes usos, como na publicidade, na arte e em balizas de aviação. Nos seus processos de fabricação, tubos de vidro isentos de ar e com um eletrodo em cada extremidade são preenchidos com um gás, à baixa pressão. Quando se aplica eletricidade ao sistema, uma corrente flui através do gás e se forma uma banda luminosa entre os eletrodos.

Um gás comumente utilizado nesses tipos de lâmpadas é o

- A) N.
- B) Na.
- C) Ne.
- D) Ni.

45. (OBQJr 2014 – 1ª fase) O químico russo Dimitri Mendeleev teve grande contribuição para o desenvolvimento da tabela periódica. Porém, na sua versão, ele organizou os elementos químicos de acordo com(a)

- A) descoberta cronológica.
- B) massa atômica crescente.
- C) número atômico decrescente.
- D) quantidade de elétrons.

46. (OBQJr 2014 – 1ª fase) O material empregado na fabricação das próteses mamárias é conhecido como silicone. Geralmente, ele é um tipo de polímero sintético, biocompatível, produzido à base de compostos derivados do silício (configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ ).



Fonte: <http://www.fastcocreate.com/1683005/learn-the-periodic-table-in-seconds-with-this>

É **correto** afirmar que as próteses de silicone:

- A) são substâncias simples de silício.
- B) possuem átomos do elemento químico silício.
- C) têm o silício, um metal muito raro na natureza, como principal componente.
- D) apresentam em sua composição o Si, um elemento químico que é produzido artificialmente.

47. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Um vídeo disponibilizado na internet traz um experimento com um metal, que é pouco abundante na natureza e muito utilizado na fabricação de componentes eletrônicos. O metal, no estado líquido, é injetado dentro de um molde, com a ajuda de uma seringa. Após o sistema esfriar, obtém-se uma colher metálica sólida. Quando esse objeto é colocado na água quente, ele praticamente desaparece, deixando uma “poça” de metal líquido no fundo do copo. –



Fonte: <http://www.manualdomundo.com.br/2012/03/a-colher-que-derret->

De acordo com as características e propriedades relatadas, esse metal é a(o)

- A) Al.
- B) Ga.
- C) Fe.
- D) Zn.

48. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Um trecho do roteiro adaptado da obra “O Auto da Compadecida”, de Ariano Suassuna (1927-2014), é mostrado abaixo.

- Nossa, mas com esse cheirinho de \_\_\_\_\_, eu já tô é dando uma pilora com esse fedor!

- Respeito é bom e eu gosto! (As pessoas protestam)

Calem-se mandarei todos para os quintos dos infernos. (As pessoas gritam e correm)

Para completar o sentido correto do texto, a palavra a ser incluída na lacuna acima é nome do elemento químico representado por:

- A) Au.
- B) H<sub>2</sub>O.
- C) O<sub>2</sub>.
- D) S.

**49.** (OBQJr 2015 – 1ª fase) Em qual dos componentes desse tipo de lâmpada existe uma maior quantidade de silício?



- A) Base.
- B) Bulbo.
- C) Filamento.
- D) Haste.

**50.** (OBQJr 2015 – 1ª fase) Um gás inerte deve ser adicionado no interior dessa lâmpada para evitar a presença de oxigênio. Entre as opções abaixo, que gás teria essa indicação?

- A) Argônio.
- B) Fósforo.
- C) Sódio.
- D) Urânio.

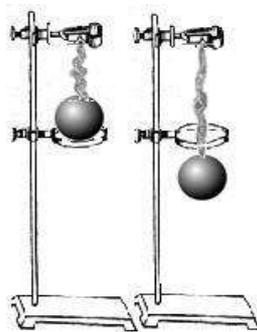
51. (OBQJr 2016 – 2ª fase) Relacione as colunas I e II que representam, respectivamente, alguns dos nutrientes de plantas e suas funções.

I	II
K	Componente da clorofila
N	Estoque e consumo de energia (ATP)
Mg	Controle do balanço hídrico da planta
P	Produção de proteínas

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- A) N, P, K, Mg.
- B) P, Mg, K, N.
- C) Mg, P, K, N.
- D) K, Mg, N, P.

52. (OBQJr 2016 - 1ª fase) Dois momentos de uma experiência envolvendo o aquecimento de uma esfera maciça são ilustrados ao lado. De acordo com o observado, o material da esfera pode ser composto basicamente por um elemento químico, de distribuição energética:



- A)  $1s^2 2s^2 2p^2$
- B)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

- C)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .  
D)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ .

(OBQJr 2018 -1ª fase) **O texto abaixo será utilizado nas questões 53 a 55.**

**53.** Em 1898 Sir William Ramsay e Morris W. Travers descobriram um novo elemento químico (configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^6$ ), na forma de molécula monoatômica. Esse gás incolor foi isolado após um procedimento de separação do argônio bruto liquefeito. Posteriormente, F.W. Aston, demonstrou que ele era uma mistura de  $^{20}\text{Ne}$  e  $^{22}\text{Ne}$ . Depois também se verificou que a sua combinação natural contém o  $^{21}\text{Ne}$ .

Adaptado de: [http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ\\_tabela/010\\_neonio.html](http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/010_neonio.html)

Esse elemento ocorre na natureza como mistura de

- A) alótropos radioativos.  
B) alótropos não-radioativos.  
C) isótopos radioativos.  
D) isótopos não-radioativos.

**54.** Esse gás foi obtido inicialmente por meio de uma

- A) fusão  
B) destilação.  
C) evaporação.  
D) sublimação.

**55.** Esse gás incolor possui a propriedade de:

- A) dissolver-se na água e oxidar substâncias, que causam poluição.  
B) reagir rapidamente com a água, formando óxidos com baixas solubilidades.

C) emitir uma luz brilhante, ao ser atravessado por uma corrente elétrica, sob baixa pressão.

D) ser altamente inflamável e tóxico, implicando na necessidade de ser armazenado em cilindros.

**56.** (OBQJr 2012 -1ª fase) O quadro apresentado abaixo indica algumas das funções, no organismo humano, de elementos químicos presentes em sais minerais diferentes (I, II, III e IV) e os alimentos onde eles são normalmente encontrados.

Sais minerais	Funções	Alimentos onde são encontrados
I	Componente da hemoglobina e atua na respiração celular. A sua falta causa anemia.	Fígado, gema de ovo, legumes e vegetais verdes.
II	Componente das moléculas de DNA e RNA e também participa da formação dos ossos e dos dentes.	Carnes, peixes, feijão, ervilha, cereais, leite e produtos lácteos.
III	Componente dos ossos e dos dentes; participa da contração dos músculos e da coagulação do sangue.	Vegetais (brócolis, espinafre, rúcula etc.), leite e produtos lácteos.
IV	Muito importante na formação dos ossos e dos dentes.	Água tratada para consumo humano.

A sequência que contém os nomes elementos químicos presentes nesses sais minerais e que indica corretamente as suas respectivas suas funções e alimentos onde são encontrados é dada por

- A) I – Fósforo; II – Ferro; III – Cálcio; IV – Flúor.  
 B) I – Fósforo; II – Cálcio; III – Flúor; IV – Ferro.  
 C) I – Ferro; II – Fósforo; III – Cálcio; IV – Flúor.  
 D) I – Ferro; II – Cálcio; III – Flúor; IV – Fósforo.

57. (OBQJr 2015 – 1ª fase) Os gráficos abaixo trazem uma distribuição da média de abundância de alguns elementos químicos em dois sistemas, I e II.



Adaptado de: <http://www.quimilab.com.br/guiadoselementos/>

Os sistemas I e II correspondem, respectivamente,

- A) aço e ar.  
 B) corpo humano e crosta terrestre.  
 C) ar e aço.  
 D) crosta terrestre e corpo humano.

58. (OBQJr 2017 – 1ª fase) [...] *é leve, leve. Anda por todo lado. Sozinho, melhor, aos pares, é bastante utilizado. Nesse caso, atenção, pois pode dar explosão, sendo isso quase certo se houver oxigênio por perto. É perigoso se provocado (quem não é...) como nós, uma qualquer ignição... pode gerar confusão...*

PAIVA, João. Quase poesia. Quase química. Centenário da Sociedade Portuguesa de Química. 2012.

Um título adequado para essa poesia é:

- A) Enxofre.
- B) Hidrogênio.
- C) Mercúrio.
- D) Sódio.

59. (OBQJr 2013 – 2ª fase) A tabela mostrada abaixo contém a informação nutricional impressa no rótulo de um produto alimentício, analise-a.

<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b>		
<b>PORÇÃO DE 200 ml (1 COPO)</b>		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		% VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	37 kcal = 155 kJ	2
CARBOIDRATOS	9,3 g	3
PROTEÍNAS	0 g	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0
GORDURAS SATURADAS	0 g	0
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
SÓDIO	101 mg	4
POTÁSSIO	65 mg	**

\* % VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA COM BASE EM UMA DIETA DE 2000 kcal OU 8400 kJ. SEUS VALORES DIÁRIOS PODEM SER MAIORES OU MENORES DEPENDENDO DE SUAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS. \*\* VD NÃO ESTABELECIDO.

Fonte: Consultoria Equilíbrio Nutricional

Entre os produtos apresentados abaixo, qual deles se adéqua às informações fornecidas nesse rótulo?

- A) Iogurte
- B) Isotônico
- C) Água mineral
- D) Requeijão

60. (OBQJr 2015 – 2ª fase) O quadro abaixo traz informações nutricionais de uma porção de 100 g de um alimento comercializado por uma rede de *fast food*.

	Quantidade por porção	%VD(*)
Valor Energético	48,4 kcal = 203 kJ	2,4 %
Carboidratos	3,3 g	1,2 %
Proteínas	4,5 g	5,8 %
Gorduras Totais	1,95 g	3,2 %
Gorduras Saturadas	1,50 g	7,5 %
Gorduras Trans	0 g	--
Colesterol	12 mg	3,7 %
Fibra Alimentar	0 g	0 %
Cálcio	210 mg	21 %
Sódio	63 mg	2,8 %

Essas informações correspondem a uma porção de

- A) batata frita.
- B) brigadeiro.
- C) coalhada fresca.
- D) hambúrguer.

61. (OBQJr 2016 – 2ª fase) Os valores nutricionais de um produto alimentício estão apresentados na tabela ao lado. Esse produto é uma

PRODUTO 1 unidade (118g)	
Nutrientes	Quantidade
Calorias	108
Proteína	1 g
Hidratos de carbono	27 g
Gorduras	<1 g
Fibras alimentares	3 g
Vitamina B6	0,68 mg
Vitamina C	11 mg
Magnésio	34 mg
Potássio	467 mg
*Os valores foram arredondados	

- A) banana.
- B) creme de leite.
- C) linguiça.
- D) sardinha.

62. (OBQJr 2018 – 1ª fase) O departamento de marketing de uma empresa de laticínios não aprovou uma campanha publicitária que usaria a imagem mostrada abaixo.

Bário	Carbono	Oxigênio	Nitrogênio
<b>Ba</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>N</b>

Corretamente, eles verificaram que seria inadequado associar a composição do seu bacon ao elemento

- A) Ba.
- B) C
- C) N.
- D) O.

63. (OBQJr 2018 – 2ª fase) Analise o quadro abaixo.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor energético	153kcal ou 643 kJ	8%
Carboidratos	35g	12%
Proteínas	3,2g	4%
Gorduras totais	0g	0%
Gorduras saturadas	0g	0%
Gorduras <i>trans</i>	0g	**
Colesterol	0mg	0%
Fibra alimentar	1,3g	5%
Sódio	0mg	0%

(\*)% Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (\*\*) Valor diário não estabelecido.

Adaptado de: <https://perdendobarriga.com.br/tabela-nutricional>

Essas informações nutricionais correspondem a uma porção de 50g de

- A) arroz cru.
- B) azeitona em conserva.

C) bacon cozido.

D) sardinha enlatada.

**64.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) Determinado elemento químico (configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ ) é utilizado para a produção de superligas usadas em turbinas de aviões e de ferramentas de diamante. O seu radioisótopo “elemento-60” é usado como fonte de radiação gama em radioterapia e esterilização de alimentos.

Qual é esse elemento químico?

27 <b>Co</b> Cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> Níquel 58,693	29 <b>Cu</b> Cobre 63,546	30 <b>Zn</b> Zinco 65,38
--------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

A)

B)

C)

D)

**65.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) O desenvolvimento histórico sobre a periodicidade dos elementos químicos foi bastante importante para a consolidação da Química e levou ao um quadro de distribuição, conforme apresentado a seguir.

1																	2	
1	H																	He
2	3	4											5	6	7	8	9	10
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	11	12											13	14	15	16	17	18
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
6	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
7	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Numbering system adopted by the international Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Fonte: <https://www.britannica.com/science/periodic-table> (Acessado em 2/8/2020)

Qual critério baseia essa distribuição periódica?

- A) Número atômico
- B) Ocorrência natural
- C) Reatividade
- D) Sequência de descoberta

**66.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) No Brasil, a fabricação, importação e a venda de determinado tipo de termômetro, o qual contém um líquido constituído por um elemento químico metálico, foi proibida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Havia risco grande de o termômetro cair e quebrar, e de a substância se espalhar. Caso ela fosse inalada, poderia provocar problemas sérios de saúde.

Adaptado de: [hjp://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noCcia/2017/03/](http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noCcia/2017/03/) (Acessado em 2/8/2020).

Qual o elemento químico utilizado nesse tipo de termômetro?

- A) Hg
- B) Ag
- C) Mg
- D) Sb

**67.** (OBQJr 2019 – 1ª fase) Um elemento químico, em particular, é muito importante para determinados aquários rochosos. Alguns organismos precisam dele para os seus crescimentos e formações, como os corais, os invertebrados e certas algas, responsáveis pelo crescimento e não erosão de rochas.

<http://www.aqualandia.com.br/> (Adaptado)

Qual é esse elemento químico?

- A) Be
- B) Ca

- C) Mg
- D) Sr

**68.** (OBQJr 2019 – 1ª fase) Alguns vídeos disponíveis na internet mostram interações entre um pequeno e potente ímã e um pedaço de um espesso tubo metálico, constituído por um material não magnético condutor de eletricidade. Ao se colocar o ímã dentro do tubo, ele cai muito lentamente, como se estivesse flutuando. O tubo é formado por

- A) Br.
- B) Cu.
- C) Fe.
- D) Ne

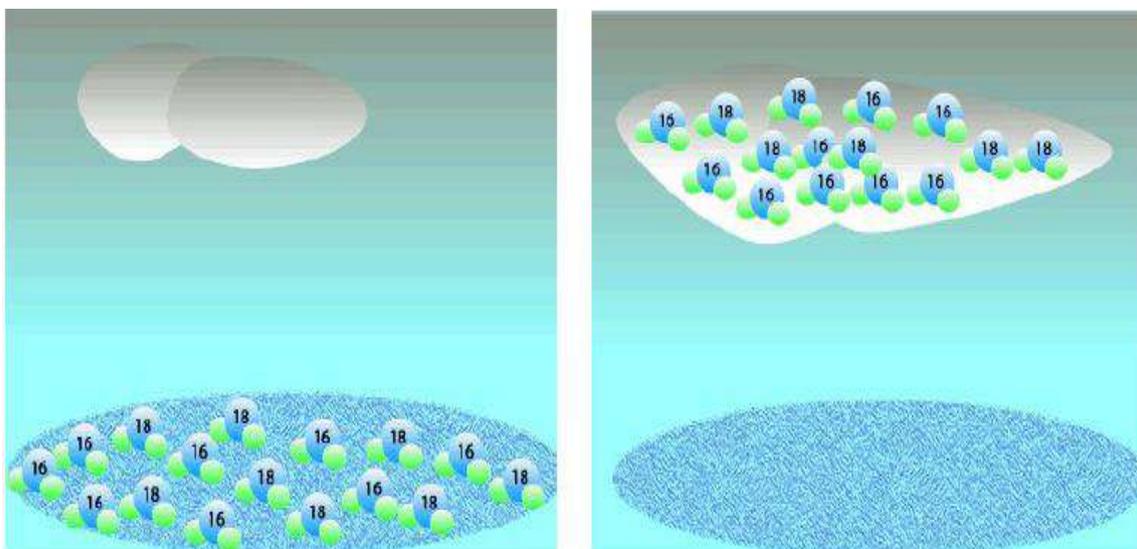
**69.** (OBQJr 2019 – 1ª fase) A lama liberada no rompimento da barragem de uma mina em Brumadinho (MG) causou perdas de vidas, e destruições materiais e ambientais, como as decorrentes da contaminação de corpos d'água com metais pesados, como:

- A) Na e Mg.
- B) Pb e Cd.
- C) Hg e Cl.
- D) F e K.

**70.** (OBQJr 2019 – 2ª fase) A detecção de metal alcalino-terroso numa arma sugere a presença de resíduos oriundos do

- A) cano.
- B) estojo.
- C) projétil.
- D) iniciador.

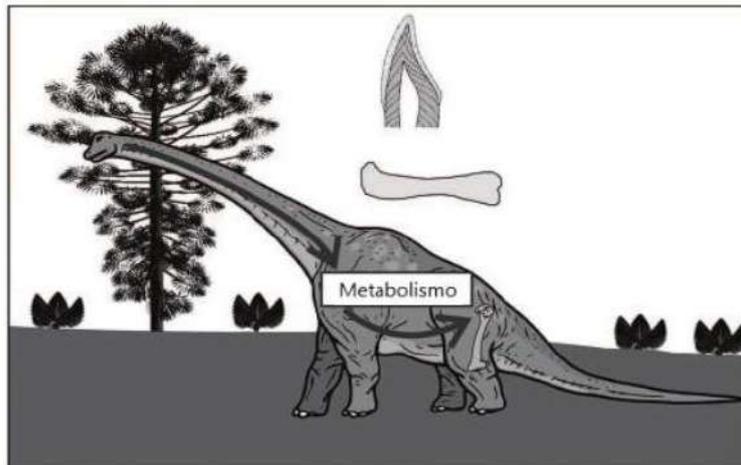
71. (OBQJr 2020 – 2ª fase) A ilustração abaixo mostra dois fenômenos que servem de base para a realização de estudos para avaliar impactos ambientais, a partir de características dos átomos de oxigênio ( $Z = 8$ ).



Estas imagens exemplificam a possibilidade de estudos sobre variações climáticas utilizando:

- A) isótopos do oxigênio.
- B) alótropos do oxigênio.
- C) ressublimação de oxigênio.
- D) decomposição de oxigênio.

72. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Estudos paleontológicos, desenvolvidos por meio de análises de amostras de produtos metabólicos de algumas espécies herbívoras de dinossauros, têm permitido compreender alguns de seus hábitos alimentares.



Fonte: TÜTKEN T. The diet of sauropod dinosaurs. In: KLEIN N., REMES K., GEE C. T., SANDER, P. M (Editors). Biology of the Sauropod Dinosaurs: Understanding the life of giants (pp.57-79). Chapter: 4. Publisher: Indiana University Press. (Adaptado)

Análises dessas espécies herbívoras avaliam

- A) isótopos de cálcio.
- B) isóbaros de cálcio.
- C) isótopos de carbono.
- D) isóbaros de carbono.

**73.** (OBQJr 2022 – 2ª fase) A atividade ilustrada a seguir representou um importante ciclo econômico para o Brasil.



Fonte: <https://makeagif.com/i/eobC7m>

Apesar do grande potencial, na forma crua, esse produto apresenta algumas características indesejáveis para a sua utilização pela indústria, como baixa resistência à tração, facilidade de ser oxidada e baixa resistência ao calor e à variação de temperatura. No entanto, esse produto natural teve um impulso em escala industrial quando, acidentalmente, quando Charles Goodyear (1800-1860) deixou cair, sobre o fogão quente, uma mistura contendo esse material e

- A) sódio.
- B) enxofre.
- C) bromo.
- D) mercúrio.

**74.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) A radiografia é uma técnica por raios-x, não invasiva e extensamente utilizada para verificar a preservação de ossos e, como apresentado na figura abaixo, o posicionamento dos dentes. O imageamento, a imagem formada, é produzido quando a radiação não barrada incide sobre um filme revelador. Por que o imageamento acima permite a visualização do contraste entre os tecidos?



- A) Os raios-x são barrados facilmente por átomos de massa atômica elevada, como Ca e P, pois a seção de choque será maior, quando comparado com átomos que formam músculos como, C e O.
- B) Os raios-x são barrados pelos músculos, tornando branca a área associada aos ossos.

C) Átomos com número atômico baixo, como C e O, barram mais eficientemente a radiação que Ca e P, permitindo o contraste.

D) Os raios-x tem a trajetória modificada por conta dos elétrons na eletrosfera, permitindo revelar o filme específico.

**75.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) O vestuário abaixo é comercializado para proteção, em consultórios dentários, contra os raios-X.



Fonte: <https://dentacarts.com/consumables/general-consumables/x-ray-film-and-materials>

Ao se adquirir e utilizar esse tipo de equipamento de proteção individual, espera-se que ele contenha

A) Pb.

B) Zn.

C) Cu.

D) Al.

**76.** (OBQJr 2019 – 1ª fase) Em 1925, aos 25 anos, a astrônoma inglesa Cecilia Payne-Gaposchkin foi a primeira pessoa a dizer que as estrelas são compostas por uma mistura de dois gases. Reconhecida anos depois, essa conclusão foi contestada à época, por estar em conflito com a crença de que a composição química das estrelas fosse similar à da Terra.

<https://noticias.uol.com.br/ciencia/> (Adaptado)

A composição proposta pela astrônoma contém:

- A) CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>.
- B) O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>.
- C) H<sub>2</sub> e He.
- D) CO e CH<sub>4</sub>.

77. (OBQJr 2013 – 2ª fase)



O polônio ( $Z=84$ ;  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$ ;  $T_{\text{fus.}} = 254 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_{\text{ebul.}} = 962 \text{ }^\circ\text{C}$ ) apresenta sete isótopos naturais e foi o terceiro elemento radioativo identificado. Nos vegetais, como no fumo, ou tabaco (nome dado a espécies do gênero *Nicotiana*), o polônio pode provir do ar ou ser absorvido pelas raízes. Na década de 1960, alguns pesquisadores desenvolveram uma técnica para medir níveis muito baixos de rádio e polônio. Ao testarem as cinzas de cigarro com essa técnica, eles tiveram uma surpresa: não encontraram sinais de polônio. Nenhum outro material orgânico, incluindo as plantas, havia dado um resultado negativo para o polônio na presença do rádio. Mas na temperatura do tabaco em brasa, o polônio se vaporiza rapidamente. Então, percebeu-se que o polônio procurado deveria estar na fumaça do cigarro! E isso significava que os fumantes o inalariam diretamente para os pulmões. Apesar de o polônio não ser o principal carcinógeno (agente causador de câncer) do cigarro, ele pode causar milhares de mortes ao ano, pois, os isótopos de polônio-210 ( $^{210}\text{Po}$ ) da fumaça do cigarro se concentram nos pontos de bifurcação dos pulmões, formando focos de radioatividade.

Adaptado de [http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/fumaca\\_radioativa.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/fumaca_radioativa.html)

Crédito da imagem: <http://comofazeronline.blogspot.com.br/2011/03/substancias-toxicas-do-cigarro.html>

Os átomos desse carcinógeno:

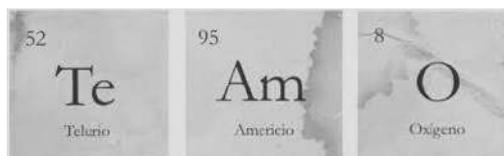
- A) possuem 210 prótons.
- B) são de um elemento químico do 6º período da tabela periódica.
- C) apresentam 84 nêutrons.
- D) constituem uma substância simples, que é líquida, à temperatura ambiente.

**78.** (OBQJr 2014 – 1ª fase) A irradiação de vegetais consiste na exposição de grãos, cereais, frutas e especiarias a uma fonte de radiação ionizante por raios gama. A fonte mais utilizada nesse tipo de processo é o cobalto-60.

Sabendo que o cobalto (configuração eletrônica:  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^7$ ) possui número atômico 27 e massa atômica 59 uma, é correto afirmar que:

- A) o cobalto-60 é um gás nobre.
- B) o cobalto-60 é um isótopo radioativo do Co.
- C) o cobalto-60 e o Co possuem mesmo número de nêutrons.
- D) os átomos de cobalto-60 e de Co representam elementos químicos diferentes.

**79.** (OBQJr 2015 – 1ª fase) Uma estudante recebeu um bilhete contendo a seguinte composição:



Considerando essas informações e as configurações eletrônicas dos elementos químicos utilizados (O:  $1s^2 2s^2 2p^4$ ; Te:  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^4$ ; Am:  $[\text{Rn}] 5f^7 7s^2$ ), quem elaborou essa composição escolheu dois elementos da tabela periódica que

- A) se localizam no mesmo período.
- B) se encontram num mesmo grupo.
- C) são considerados gases nobres.
- D) são metais gasosos e radioativos

**80.** (OBQJr 2016 – 2ª fase) A União Internacional de Química Pura Aplicada (em inglês: *International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC) confirmou a descoberta de novos elementos: 113, 115, 117, e 118. Esses elementos completarão uma linha da tabela periódica e os descobridores serão convidados a sugerir nomes e símbolos permanentes.

Adaptado de: <http://abqrs.com.br/tabela-periodica-ganha-mais-quatro-elementos/> (Acesso em: 25/08/2016)

Qual período da tabela periódica eles completarão?

Dados: Rn (Z = 86): [Xe] 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6s<sup>2</sup> 6p<sup>6</sup>

Z = 113: [Rn] 5f<sup>14</sup> 6d<sup>10</sup> 7s<sup>2</sup> 7p<sup>1</sup>

Z = 118: [Rn] 5f<sup>14</sup> 6d<sup>10</sup> 7s<sup>2</sup> 7p<sup>6</sup>

- A) 4º
- B) 5º
- C) 6º
- D) 7º

**81.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) A alta estabilidade química de determinada substância gasosa simples lhe confere muitas aplicações, por exemplo: em indústrias de tecnologia, em equipamentos de imagem por ressonância magnética, e na produção de semicondutores e chips de computadores.

A configuração eletrônica do elemento químico constituinte dessa substância é

- A) 1s<sup>1</sup>
- B) 1s<sup>2</sup>
- C) [Ne] 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>
- D) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>

**82.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) Os fãs de X-Men já estão acostumados a ver as garras de “adamanCum”, um metal indestrutível, em ação pelas mãos do mal-humorado

Wolverine. Mas o que eles não esperavam é que poderia existir um material tão impressionante como o da obra de ficção. O que parecia apenas invenção da imaginação do ser humano pode tornar-se realidade em breve. Baseados em simulações de computadores, cientistas calcularam a composição ideal e inventaram uma nova liga, uma combinação de háfnio ( $Z = 72$ ; configuração eletrônica:  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^2 6s^2$ ), carbono ( $Z = 6$ ; configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^2$ ) e nitrogênio ( $Z = 7$ ; configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^3$ ), que tem um ponto de fusão mais alto do que qualquer material conhecido: impressionantes  $4126^\circ\text{C}$ .



Foto: Universo Marvel Adaptado de <https://www.terra.com.br/noCcias/educacao/>

(Acessado em 2/8/2020)

Uma característica verificada nessa nova liga é a presença de

- A) dois (2) elementos químicos localizados em um mesmo período da tabela periódica.
- B) dois (2) de um elemento metálico localizado no 6º (sexto) período da tabela periódica.
- C) três (3) elementos químicos metálicos que são bons condutores de eletricidade.
- D) três (3) elementos químicos localizados no 6º (sexto) período da tabela periódica.

**83.** (OBQJr 2019 – 1ª fase) Utilizando pulsos de luz de uma lâmpada de xenônio (configuração eletrônica:  $[\text{Kr}] 4d^{10}5s^2 5p^6$ ), uma nova forma "desimprimir" um papel impresso mostrou-se capaz de apagar totalmente os toners pretos, azuis, vermelhos e verdes do papel usado nas impressoras domésticas e de escritório.

Esta proposta utiliza um

- A) elemento radioativo.
- B) gás nobre
- C) halogênio.
- D) metal alcalino.

(OBQJr 2019 – 2ª fase) **Utilize as informações abaixo para responder 84 até 85**

Os resíduos de tiro são produzidos em todo crime em que tenha ocorrido um disparo de arma de fogo. Eles representam um conjunto de elementos químicos oriundos do cano (Fe), do estojo (Cu, Zn, Ni), do projétil (Pb, Sb) e do iniciador (Pb, Ba, Sb).

<https://www.portaleducacao.com.br> (Adaptado)

Dados: Fe (Z=26): [Ar] 3d<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup>

Ni (Z = 28): [Ar] 3d<sup>8</sup> 4s<sup>2</sup>

Cu (Z = 29): [Ar] 3d<sup>10</sup> 4s<sup>1</sup>

Zn (Z = 30): [Ar] 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup>

Sb (Z = 51): [Kr] 4d<sup>10</sup> 5s<sup>2</sup> 5p<sup>3</sup>

Ba (Z = 56): [Xe] 6s<sup>2</sup>

Pb (Z = 82): [Xe] 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6s<sup>2</sup> 6p<sup>2</sup>

**84.** Na Química Forense, quanto aos resíduos de tiro, é importante investigar da presença de certos

- A) gases.
- B) metais.
- C) não metais.
- D) semimetais.

85. Na tabela periódica, os elementos dos possíveis resíduos do estojo se encontram distribuídos

- A) abaixo do bário.
- B) após o chumbo.
- C) no mesmo período.
- D) no mesmo grupo.

86. (OBQJr 2012 - 1ª fase) A ilustração mostrada a seguir traz algumas características do elemento químico gálio. Com base nos dados fornecidos por esta imagem, são feitas três afirmações.



Adaptado de: <http://www.abiquim>

- I – O argônio possui  $Z = 18$ .
- II – O gálio possui 69,723 nêutrons.
- III – A configuração eletrônica  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^1$  permite indicar o período e o grupo nos quais se localiza o gálio na tabela periódica.

De acordo com os dados fornecidos pela imagem, está correto o que é afirmado em

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) I, II e III.

(OBQJr 2023 – 2ª fase) **O texto a seguir será utilizado nas questões 87 a 89.**

O iodo-131 é um isótopo radioativo do iodo ( $Z = 53$ ; configuração eletrônica:  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^5$ ). No tratamento de câncer de tireoide, o iodo-131 administrado ao paciente é absorvido pelas células cancerosas dessa glândula. A ideia é aproveitar sua absorção seletiva pelas células da tireoide, uma vez que a glândula utiliza o iodo para produzir seus hormônios.

**87.** O iodo-131 possui

- A) 131 elétrons.
- B) 78 nêutrons.
- C) 53 radiações.
- D) 75 prótons.

**88.** Um elemento químico que pertence ao mesmo grupo do iodo, mas que não possui radioisótopo utilizado contra câncer de tireoide apresenta a seguinte distribuição eletrônica:

- A)  $1s^2 2s^2 2p^2$
- B)  $1s^2 2s^2 2p^5$
- C)  $[\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^4$
- D)  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$

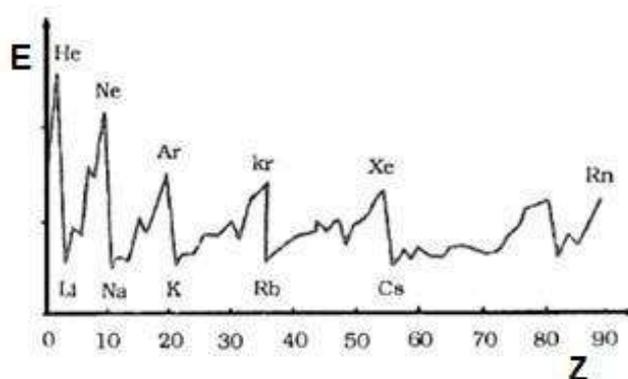
**89.** Na utilização do iodo-131 no tratamento de câncer de tireoide, a radiação emitida

- A) produz prótons no iodo para matar as células cancerosas.
- B) retira prótons do iodo para proteger as células saudáveis.
- C) diminui o tamanho dos átomos de iodo, favorecendo sua absorção pelas células cancerosas.
- D) ajuda a destruir as células cancerosas, enquanto causa menos danos às células saudáveis.

90. (OBQJr 2023 – 1ª fase) Embora sob ponto de vista da mecânica ondulatória o raio de um íon individual não tenha significado físico relevante, para a cristalografia descritiva é conveniente ter uma coletânea desses dados. Os valores dos raios iônicos são obtidos empregando a difração de raios X, porém esses dados experimentais, normalmente, só informam a distância internuclear, que corresponde a soma dos raios iônicos do cátion e do ânion. A ordem DECRESCENTE de raio iônico para  ${}_{34}\text{Se}^{-2}$ ,  ${}_{16}\text{S}^{-2}$ ,  ${}_{52}\text{Te}^{-2}$  e  ${}_{8}\text{O}^{-2}$ , é:

- A)  $\text{Se}^{-2} < \text{S}^{-2} < \text{Te}^{-2} < \text{O}^{-2}$
- B)  $\text{Se}^{-2} < \text{S}^{-2} < \text{O}^{-2} < \text{Te}^{-2}$
- C)  $\text{O}^{-2} < \text{S}^{-2} < \text{Se}^{-2} < \text{Te}^{-2}$
- D)  $\text{Te}^{-2} < \text{Se}^{-2} < \text{S}^{-2} < \text{O}^{-2}$

91. (OBQJr 2017 – 1ª fase) Energia de ionização ou potencial de ionização é a energia aplicada para retirar um elétron do átomo (ou do íon) isolado, no estado gasoso e no estado fundamental. Assim, ela serve de indicação para a estabilidade da estrutura eletrônica de um átomo isolado. No gráfico abaixo é indicada a energia necessária para a remoção de um elétron de alguns átomos em função dos números atômicos.



Segundo essas informações, a maior estabilidade é atribuída aos

- A) gases nobres.
- B) halogênios.
- C) metais alcalinos.
- D) metais de transição.

92. (OBQJr 2019 – 2ª fase) Considere os seguintes dados:

Mg ( $Z=12$ ; configuração eletrônica:  $[\text{Ne}] 3s^2$ )

Valores de Energia de Ionização (EI) em $\text{kJ mol}^{-1}$			
Elemento	$\text{EI}_1$	$\text{EI}_2$	$\text{EI}_3$
Mg	738	1450	7730

É correto afirmar que o magnésio é encontrado na natureza com a carga

- A)  $-6$ .
- B)  $-2$ .
- C)  $+2$ .
- D)  $+6$ .

93. (OBQJr 2019 – 1ª fase) Nascida na Polônia, Marie Curie foi uma pioneira na ciência, por sua coragem, determinação e descobertas, incluindo dois elementos químicos. Ela foi a primeira mulher a ganhar um Prêmio Nobel em Ciências e primeira pessoa a recebê-lo por duas vezes. Marie também coordenou a implementação de um sistema de exames móvel, na Primeira Guerra Mundial, que ajudou no tratamento de milhões de soldados. Também contribuiu para a ciência ao aprisionar o gás que emanava do elemento rádio e enviar os tubos para o tratamento do câncer em hospitais do mundo inteiro.

Este texto destaca as ações de Marie Curie com a:

- A) densidade.
- B) eletronegatividade.
- C) radioatividade.
- D) viscosidade.

## UNIDADE 3

# SUBSTÂNCIAS E SUAS REAÇÕES

## Ligações químicas

Muitos átomos são encontrados na natureza combinados a outros, por meio forças de atração denominadas **ligações químicas entre átomos** ou **ligações interatômicas**.

Alguns átomos se encontram de forma isolada, como os gases nobres. Estes átomos apresentam oito elétrons na última camada eletrônica (denominada camada de valência), exceto o hélio (He) que apresenta dois elétrons na sua única camada.

Os trabalhos de Gilbert Newton Lewis (1875 – 1946) e Walther Ludwig Julius Kossel (1888 – 1956) conduziram à formulação, em 1916, da **teoria do octeto**, com base em observações de como as ligações entre os átomos ocorriam. Segundo esta teoria, muitos átomos adquirem estabilidade eletrônica quando apresentam oito elétrons em sua camada de valência.

Desta forma, os átomos não estáveis, unem-se uns aos outros a fim de alcançar essa configuração eletrônica. Tal combinação pode ocorrer com perda, ganho ou compartilhamento de elétrons. Por este motivo, existem diferentes tipos de ligações.

Hidrogênio, berílio e lítio não seguem a teoria do octeto, pois ao realizarem ligações químicas ficam com apenas 2 elétrons, configuração semelhante à do gás nobre hélio.

As ligações entre átomos ou **ligações interatômicas** podem ser **iônicas**, **covalentes** ou **metálicas**.

## Ligação iônica

A **ligação iônica** ocorre entre um íon positivo metálico (cátion) e um íon negativo não metálico (ânion). A aproximação de íons de cargas opostas ocorre em função de uma força de atração eletrostática entre eles. Os íons se unem e formam um **composto iônico**. Os compostos iônicos iguais se juntam para formar uma **substância iônica**.

Os metais dos grupos 1, 2 e 13 da tabela periódica possuem tendência a **perder elétrons**, enquanto os não metais dos grupos 15, 16 e 17 têm tendência a **ganhar elétrons**.

O hidrogênio está localizado no grupo 1 da tabela periódica, mas não é um metal. Sua tendência é ganhar 1 elétron nas ligações iônicas.

<b>Hidrogênio (H)</b>	Tende a ganhar 1 elétron, ficando com apenas 2 elétrons na camada de valência.
<b>Para os metais dos grupos 1, 2 e 13</b>	Tendem a perder elétrons: sem os elétrons de valência, a última camada eletrônica passa a ser a anterior, que tem 8 elétrons, o que satisfaz a teoria do octeto.
<b>Para os não metais dos grupos 15, 16 e 17</b>	Tendem a ganhar elétrons: como os átomos possuem de 5 a 7 elétrons na camada de valência, para satisfazer a teoria do octeto, eles atraem elétrons.

Na tabela que se segue, é apresentado o detalhamento da tendência dos átomos de acordo com seus grupos da tabela periódica. Observe que, os metais possuem tendência a doar elétrons, enquanto os não metais possuem tendência a receber elétrons.

Grupo ou elemento químico	Número de elétrons na última camada	Tendência segundo a teoria do octeto	Íon formado
1	1	Perder 1 elétron	$X^+$
2	2	Perder 2 elétrons	$X^{2+}$
13	3	Perder 3 elétrons	$X^{3+}$
15	5	Ganhar 3 elétrons	$X^{3-}$
16	6	Ganhar 2 elétrons	$X^{2-}$
17	7	Ganhar 1 elétron	$X^-$
H	1	Ganhar 1 elétron	$H^-$

A tendência de um elemento químico ganhar ou perder elétrons depende de sua configuração eletrônica. Vamos entender melhor essas tendências estudando alguns exemplos de compostos iônicos:

- **Cloreto de sódio**

No **cloreto de sódio** (conhecido como sal de cozinha) há interações entre os íons  $Na^+$  e  $Cl^-$ , que são formados respeitando a regra do octeto da seguinte maneira:

A distribuição eletrônica do sódio ( $_{11}Na$ ) em subníveis é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ . O sódio tem a tendência de perder seu último elétron e se transforma num cátion ( $_{11}Na^+$ ). Assim, a camada M (ou 3) deixa de existir e a camada L (ou 2) que tem oito elétrons passa a ser a última camada, conforme a regra do octeto.

A distribuição eletrônica do cloro ( $_{17}\text{Cl}$ ) em subníveis é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ . Como esse átomo tem sete elétrons na última camada, ele atrai o elétron perdido pelo sódio para ficar com oito elétrons na sua última camada, se transformando num ânion ( $_{17}\text{Cl}^-$ ) também com oito elétrons em sua última camada.

Os íons ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) se atraem e suas cargas se anulam, formando um composto iônico **eletricamente neutro** de fórmula iônica **NaCl**. Essa fórmula é utilizada para representar a substância iônica cloreto de sódio, que é formada pela atração entre compostos iônicos iguais formados pelos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ .

#### • Cloreto de cálcio

No **cloreto de cálcio** há interações entre os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$ , que são formados da seguinte maneira:

A distribuição eletrônica do cálcio ( $_{20}\text{Ca}$ ) em subníveis é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ . Esse átomo tem a tendência de perder seus dois últimos elétrons e se transforma num cátion ( $_{20}\text{Ca}^{2+}$ ). Assim, a camada N (ou 4) deixa de existir e a camada M (ou 3) que tem oito elétrons passa a ser a última camada, conforme a regra do octeto.

O cloro tem a tendência de ganhar um elétron e o átomo de cálcio tende a perder dois elétrons, logo são necessários dois átomos de cloro para haver a ligação, pois cada átomo de cloro atrai um elétron do cálcio.

Assim, um cátion  $\text{Ca}^{2+}$  e dois ânions  $\text{Cl}^-$  se atraem e formam o composto iônico de fórmula iônica **CaCl<sub>2</sub>**, que representa a substância iônica **cloreto de cálcio**.

## Determinação das fórmulas iônicas

A **fórmula iônica** de um composto iônico pode ser montada sem precisar fazer a distribuição eletrônica dos elementos envolvidos. Neste caso, deve-se conhecer a tendência de cada elemento químico em perder ou ganhar elétrons.

Na fórmula, o símbolo do metal é colocado antes do não metal, apresentando ainda os números de átomos que participam da ligação, através de índices subscritos que vêm ao lado direito de cada símbolo. Na fórmula iônica, o somatório das cargas dos íons participantes deve ser igual a zero.

Vamos montar, como exemplo de fórmula iônica para o composto iônico formado por magnésio (Mg) e oxigênio (O), o óxido de magnésio.

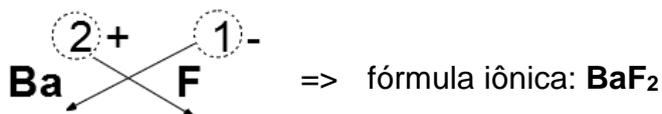
O magnésio é do grupo 2 da tabela periódica, logo seu cátion tem carga 2+ (perdeu 2 elétrons). O oxigênio é do grupo 16, logo seu cátion tem carga 2- (ganhou 2 elétrons). Como a soma das suas cargas é igual a zero, um cátion de magnésio se une a apenas um ânion de oxigênio.



Vamos montar a fórmula do composto iônico formado por bário (Ba) e flúor (F), o fluoreto de bário.

O bário é do grupo 2 da tabela periódica, logo seu cátion tem carga 2+ (perdeu 2 elétrons). O flúor é do grupo 17, então seu ânion (denominado fluoreto) tem carga 1- (ganhou 1 elétron). Como as cargas não se anulam, significa que são necessários dois ânions fluoretos para anular a carga 2 + do cátion bário.

Para que o somatório das cargas seja igual a zero, deve-se trocar os valores numéricos das cargas, transformando-os em índices, como exemplificado abaixo.



Nessa fórmula, o número que fica abaixo do símbolo do bário é 1, que é omitido, e o do flúor é 2. Isso significa que há dois íons fluoreto ligados a um cátion bário. A soma das cargas totais é igual a zero, pois na fórmula há um cátion bário de carga 2+ e dois ânions de flúor com carga 1-, totalizando duas cargas negativas.

Como seria a fórmula do composto iônico formado por alumínio e oxigênio? O alumínio é do grupo 13, logo sua tendência é ficar com carga +3. Como o oxigênio fica com carga -2, o composto formado terá a fórmula: **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**.

### Características das substâncias iônicas

Numa amostra de uma substância iônica, há vários compostos iônicos iguais ligados entre si por ligações iônicas. Microscopicamente os cátions e ânions possuem um arranjo regular chamado de **retículo cristalino**.

O retículo cristalino de cloreto de sódio (NaCl) tem formato cúbico, em que os vértices são ocupados pelos ânions Cl<sup>-</sup> (de maior tamanho) e entre eles ficam os cátions Na<sup>+</sup> (de menor tamanho).

A existência do retículo cristalino define as principais características dos compostos, como apresentado abaixo:

- As substâncias iônicas são sólidas em temperatura ambiente, por possuírem o retículo cristalino com forma bem definida;
- Os compostos iônicos não conduzem eletricidade no estado sólido, porém são bons condutores em solução aquosa ou fundidos (estado líquido). Isso ocorre porque a adição de água ou a fusão do composto rompe o retículo cristalino, deixando os íons livres. O movimento desses íons possibilita o transporte de cargas elétricas e um ponto a outro, ou seja, a corrente elétrica. Esses compostos também são conhecidos como eletrólitos fortes;
- Possuem elevados pontos de fusão e ebulição;
- As substâncias iônicas, de modo geral, são solúveis em água.

### AMPLIANDO O CONHECIMENTO

#### O hidrogênio não obedece à teoria do octeto

O hidrogênio não é um metal, logo sua tendência é receber elétrons em uma ligação iônica. Como o hidrogênio dispõe de apenas um elétron, ele se estabiliza quando possui a eletrosfera igual à do gás nobre mais próximo, o hélio (He). O hélio possui apenas dois elétrons e é estável. Assim, o hidrogênio, em uma ligação iônica, recebe um elétron para ficar estável com dois elétrons.



## Ligação covalente ou molecular

A **ligação covalente ou molecular** ocorre entre dois átomos que precisam ganhar elétrons para completar o octeto. Como ambos possuem a tendência de atrair elétrons, eles formam um par eletrônico de ligação. Cada par é composto por um elétron de cada átomo e os elétrons passam a pertencer a ambos os átomos simultaneamente. As estruturas formadas são eletricamente neutras e chamadas de **moléculas**, que se juntam para formar uma **substância molecular**.

O número necessário de ligações a um átomo é igual ao número de elétrons que ele precisa para completar a regra do octeto. Assim, a partir do grupo de determinado elemento na tabela periódica, é possível prever o número de ligações que um átomo faz para completar o octeto. Isso pode ser verificado na tabela que se segue.

Elemento químico ou grupo	Número de elétrons na camada de valência	Quantidade de pares compartilhados	Número de ligações
Hidrogênio	1	1 par de elétrons	1 ligação*
14	4	4 pares de elétrons	4 ligações
15	5	3 pares de elétrons	3 ligações
16	6	2 pares de elétrons	2 ligações
17	7	1 par de elétrons	1 ligação

\* Não segue a teoria do octeto.

Existem três maneiras de representar a formação de uma molécula. São as fórmulas: **molecular**, **eletrônica** e **estrutural plana**.

**a) Fórmula molecular:** este tipo de representação mostra o número de átomos, de cada elemento químico, constituintes de cada molécula da substância molecular.

Exemplos:

Gás hidrogênio - **H<sub>2</sub>** (2 átomos de hidrogênio em cada molécula)

Gás oxigênio – **O<sub>2</sub>** (2 átomos de oxigênio em cada molécula)

Gás carbônico – **CO<sub>2</sub>** (1 átomo de carbono e 2 átomos de oxigênio em cada molécula)

Água – **H<sub>2</sub>O** (2 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio em cada molécula)

Amônia – **NH<sub>3</sub>** (1 átomo de nitrogênio e 3 átomos de hidrogênio em cada molécula)

**b) Fórmula eletrônica ou fórmula de Lewis:** esta representação mostra os átomos envolvidos e seus elétrons da camada de valência, destacando os pares de elétrons envolvidos na ligação química.

Exemplos:

• **Montando a fórmula eletrônica do H<sub>2</sub>:**

A fórmula molecular tem dois átomos de hidrogênio, então colocam-se os símbolos dos átomos envolvidos lado a lado com um espaço entre eles. Como o átomo de hidrogênio só faz uma ligação covalente, coloca-se no centro, ligando cada símbolo, apenas um par eletrônico (uma ligação), sendo um elétron proveniente de cada átomo.

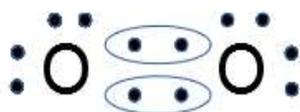


Na fórmula eletrônica também são representados todos os elétrons da última camada de cada átomo participante, mas como o hidrogênio só tem um elétron, a fórmula eletrônica já está pronta.

- **Montando a fórmula eletrônica do O<sub>2</sub>:**

A fórmula molecular tem dois átomos de oxigênio, logo colocam-se os símbolos dos átomos envolvidos lado a lado com um espaço entre eles. Como o átomo de oxigênio é do grupo 16 da tabela periódica, ele faz duas ligações covalentes. Então, colocam-se no centro, ligando cada símbolo, dois pares eletrônicos (duas ligações ou ligação dupla), sendo dois elétrons provenientes de cada átomo.

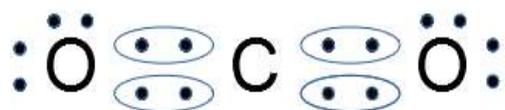
Depois deve-se colocar em volta de cada átomo de oxigênio os outros elétrons das suas últimas camadas. Como cada oxigênio tem seis elétrons na última camada, e há dois elétrons participantes das ligações para cada um, devem ser acrescentados, em torno de cada símbolo, mais quatro elétrons:



- **Montando a fórmula eletrônica do CO<sub>2</sub>:**

A fórmula molecular tem dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono, portanto coloca-se o símbolo do elemento que aparece com apenas um átomo no centro da fórmula, que nesse caso é o carbono, e os átomos de oxigênio se ligam ao átomo central. O carbono é do grupo 14 da tabela periódica, logo faz quatro ligações covalentes, e cada átomo de oxigênio faz duas ligações covalentes. Isso significa que para cada átomo de oxigênio, devem ser incluídos dois pares eletrônicos (duas ligações) ligados ao carbono.

Ainda faltam os elétrons das últimas camadas dos átomos de oxigênio, pois o átomo de carbono tem quatro elétrons na sua última camada e todos eles participam das ligações. Para cada átomo de oxigênio, devem ser adicionados mais quatro elétrons, pois eles possuem seis elétrons em suas camadas de valência e apenas dois elétrons participam das ligações:



**c) Fórmula estrutural plana:** esta fórmula demonstra apenas as ligações entre os átomos e cada par de elétrons compartilhados é substituído por um traço. Os outros elétrons da camada de valência não são representados.

Há casos em que há o compartilhamento de mais de um par de elétrons entre dois átomos. Apresenta-se, a seguir, uma tabela demonstrativa das fórmulas das moléculas e dos tipos de ligação existentes, estas podem ser simples, duplas ou triplas.

Substância	Fórmula molecular	Fórmula eletrônica	Fórmula estrutural plana	Tipo de ligação
Gás hidrogênio	H <sub>2</sub>		H—H	1 ligação simples
Água	H <sub>2</sub> O		H—O—H	2 ligações simples
Gás amônia	NH <sub>3</sub>		$\begin{array}{c} \text{H} - \text{N} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	3 ligações simples
Gás metano	CH <sub>4</sub>		$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	4 ligações simples
Gás oxigênio	O <sub>2</sub>		O=O	1 ligação dupla
Gás nitrogênio	N <sub>2</sub>		N≡N	1 ligação tripla

Tabela de representação de fórmulas.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Baterias de combustível

Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células ou baterias a combustível. Tais baterias utilizam apenas como combustível os gases hidrogênio ( $H_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ). Tal sistema é muito usado em espaçonaves e fabricantes de automóveis já têm apresentado veículos movidos a células a combustível com alto desempenho.

A vantagem desse tipo de bateria, apesar de ainda ser cara, é a não utilização de metais tóxicos ao ambiente, e que são usados nas pilhas e baterias comuns, e de ter como produto apenas água, que não é poluente.

### Ligação covalente coordenada ou dativa

A **ligação covalente coordenada ou dativa** é uma ligação adicional usando um par de elétrons **de um mesmo átomo**. Assim, um átomo estável que já fez todas as suas ligações covalentes possíveis compartilha um par de elétrons seus com outro átomo que necessita de dois elétrons para adquirir a estabilidade.

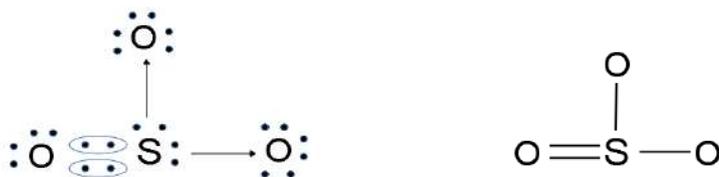
Como também se trata do compartilhamento de dois elétrons, a ligação covalente dativa é representada por um traço.

Exemplos:

$SO_2$  – Dióxido de enxofre



SO<sub>3</sub> – Trióxido de enxofre

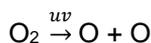


## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

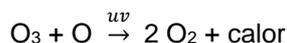
### Destruição da camada de ozônio

A camada de ozônio é responsável pela proteção da Terra, filtrando os raios ultravioleta. Cerca de 90 % da radiação UVB é absorvida pelo ozônio na estratosfera. Isto possibilita a vida que conhecemos hoje na Terra.

A camada de ozônio é formada a partir da reação do gás oxigênio, que ao ser submetido a radiação quebra-se formando radicais livres (átomos de oxigênio isolados). Estes por sua vez reagem com outras moléculas de gás oxigênio, dando origem ao ozônio, como mostram as reações abaixo:



Na absorção de radiação, a molécula de ozônio se quebra originando gás oxigênio e calor, como ilustrado nesta próxima reação.



Existe um equilíbrio entre as moléculas de ozônio formadas e quebradas na atmosfera, permitindo que a sua concentração não se altere.

No entanto, a interferência humana pode fazer com que se tenha maior quebra de moléculas de ozônio do que formação, alterando o equilíbrio. Descobriu-se que os gases CFC (clorofluorcarbono) utilizados em aerossóis, ar condicionados, refrigeração, quando chegam a grandes altitudes, são capazes de destruir, gradativamente, a camada de ozônio. Assim, diminuiu-se a ação do ozônio, deixando passar maior quantidade de radiação do que o esperado.

A radiação UVB, pode provocar diversas complicações de saúde como problemas visuais, câncer de pele, envelhecimento precoce, supressão do sistema imunológico. Além dos problemas que prejudicam diretamente nossa saúde, também há prejuízo ao desenvolvimento inicial de peixes, camarões, caranguejos, diminuição do fitoplâncton, causando desequilíbrio ambiental.

## Características das substâncias moleculares

- Em condições ambientes, podem ser encontradas substâncias moleculares nos estados sólido, líquido ou gasoso. Observe os exemplos da tabela a seguir:

Estado Sólido	Estado Líquido	Estado Gasoso
Glicose( $C_6H_{12}O_6$ )	Água ( $H_2O$ )	Gás hidrogênio ( $H_2$ )
Sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )	Etanol ( $C_2H_6O$ )	Gás nitrogênio ( $N_2$ )
Iodo ( $I_2$ )	Bromo ( $Br_2$ )	Gás oxigênio ( $O_2$ )
		Ozônio ( $O_3$ )
		Metano ( $CH_4$ )
		Amônia ( $NH_3$ )
		Gás Carbônico ( $CO_2$ )
		Flúor ( $F_2$ )
		Cloro ( $Cl_2$ )

- Substâncias moleculares apresentam, de forma geral, pontos de fusão e ebulição menores que os das substâncias iônicas;
- Quando puras, não são boas condutoras de eletricidade, exceto os ácidos em solução aquosa, pois neste caso eles liberam íons, ou seja, se ionizam (exemplos:  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ , etc.);
- As ligações covalentes são capazes de formar macromoléculas (moléculas com grande número de átomos)

Exemplo:  $C_{12}H_{22}O_{11}$  – sacarose (açúcar)

- Os compostos orgânicos (a maioria dos compostos de carbono) possuem ligação covalente.

Exemplos:  $C_{18}H_{34}O_2$  – ácido oleico (principal componente dos óleos de soja, girassol, canola, entre outros);  $C_2H_6O$  – etanol (utilizado como combustível de automóveis e em bebidas alcoólicas),  $C_3H_6O$  – acetona (aplicada na remoção de esmaltes).

### Geometria molecular

A geometria molecular é a disposição espacial em que se encontram os átomos em uma molécula, a partir de seus núcleos.

Como prever a geometria de uma molécula?

Todas as moléculas que apresentam apenas dois átomos possuem seus núcleos alinhados, ou seja, possuem geometria linear.

A geometria de moléculas com mais de 2 átomos depende do número de átomos da molécula e se sobram elétrons não ligantes na última camada do átomo central. **Elétrons não ligantes** são elétrons da camada de valência que não foram utilizados em ligações.

Observe o quadro a seguir:

Número de átomos da molécula	Fórmula molecular	Fórmula eletrônica	Elétrons não ligantes do átomo central	Disposição dos átomos	Geometria molecular
2	H <sub>2</sub>		não há átomo central		Linear
	HCl				
3	CO <sub>2</sub>		não possui		Linear
	H <sub>2</sub> O		possui		Angular
	SO <sub>2</sub>				
4	BF <sub>3</sub>		não possui		Trigonal Plana
	SO <sub>3</sub>				
	NH <sub>3</sub>		possui		Piramidal
5	CH <sub>4</sub>		não possui		Tetraédrica

**AMPLIANDO O CONHECIMENTO****Metano**

O gás metano ( $\text{CH}_4$ ) é um hidrocarboneto (substância orgânica que possui apenas carbono e hidrogênio na sua composição) que pode ser obtido a partir das jazidas de petróleo e é utilizado como combustível, sendo o principal componente do **gás natural**. O gás natural é um combustível fóssil **não renovável**, pois está limitado às reservas encontradas no interior do planeta Terra.

Esse gás também ocorre na natureza a partir da decomposição de material orgânico em aterros sanitários. Como o lixo é depositado intercalando com sucessivas camadas de terra, favorece a decomposição com ausência de oxigênio (anaeróbia) que propicia a produção de gás metano.

Uma mistura de gases produzida pela decomposição biológica de matéria orgânica na ausência de oxigênio, ou seja, decomposição realizada por bactérias anaeróbias, é conhecida como **biogás**. O biogás consiste em uma mistura gasosa composta principalmente de gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), além de pequenas quantidades de gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e umidade.

A produção de biogás ocorre naturalmente em locais submersos em ausência de gás oxigênio, como em pântanos, no fundo de copos d'água, intestino de animais, ou em aterros sanitários e usinas de biogás. Trata-se de um **biocombustível renovável**, sendo uma alternativa para a geração de energia elétrica, pois pode ser produzido pelo homem a partir da biomassa de resíduos gerados na agricultura, na pecuária, de aterro sanitário e de tratamento de esgoto.

**Polaridade das ligações**

A polaridade das ligações relaciona-se com a eletronegatividade (tendência de um átomo em atrair os elétrons compartilhados em uma ligação), onde o polo negativo ocorre sempre no átomo de maior eletronegatividade e o polo positivo ocorre no outro átomo.

- **Ligações iônicas**

Toda **ligação iônica é polar**, pois neste tipo de ligação ocorre transferência definitiva de elétrons, gerando íons positivo (cátion) e negativo (ânion), assim, sempre haverá polos elétricos na estrutura.

- **Ligações covalentes**

No caso de ligação covalente entre dois átomos em que não há diferença de eletronegatividade, não há formação de polos e a ligação **covalente é apolar**.

Observe que toda ligação entre átomos iguais é apolar, pois eles têm o mesmo valor de eletronegatividade.

Exemplos:

H<sub>2</sub>: H – H (1 ligação apolar)

O<sub>2</sub>: O = O (2 ligações apolares)

N<sub>2</sub>: N ≡ N (3 ligações apolares)

PH<sub>3</sub>: cada átomo de hidrogênio faz uma ligação apolar com o átomo de fósforo, pois ambos os elementos têm eletronegatividade igual a 2,1.

Já na ligação covalente entre dois átomos em que ocorre diferença de eletronegatividade, há a formação de polos positivo (átomo que possui menor eletronegatividade) e negativo (átomo que possui maior eletronegatividade). Nesse caso, a ligação é **covalente polar**.

Exemplo:

HCl: a ligação covalente entre hidrogênio e cloro é polar pois a eletronegatividade do hidrogênio é 2,1 e a do cloro é igual a 3,0. Como o cloro é o mais eletronegativo, ele atrai os elétrons da ligação com mais intensidade. Esse par eletrônico fica mais próximo ao átomo de cloro, ou seja, o polo negativo da molécula.



Quanto maior a diferença de eletronegatividade ( $\Delta E$ ) entre os átomos de uma ligação, mais polarizada será a ligação.

### Polaridade das moléculas

As moléculas cuja diferença de eletronegatividade entre os átomos é igual a zero possuem ligações covalentes apolares, logo são **moléculas apolares**.

Exemplos: H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>

Moléculas que apresentam diferença de eletronegatividade entre os átomos podem ser polares, se os efeitos das suas ligações polares não se anularem, ou apolares, se os efeitos das suas ligações polares se anularem.

O efeito de uma ligação covalente polar pode ser considerado como um “vetor polaridade” cujo sentido é, por convenção, do átomo menos eletronegativo para o mais eletronegativo da ligação.

A polaridade das moléculas depende do vetor momento dipolar ( $\mu$ ), que é a resultante da soma dos vetores polaridade presentes em cada molécula. Na

existência de um vetor resultante diz-se que a molécula é polar e, caso os vetores se anulem, a molécula é apolar.

Exemplo 1: HBr (eletronegatividade do H = 2,1 e do Br = 2,8)



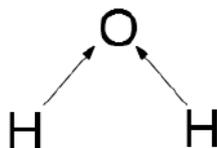
(ligação polar, pois  $\Delta E \neq 0$ , e **molécula polar**, pois só há um vetor polaridade:  $\mu \neq 0$ )

Exemplo 2: CO<sub>2</sub> (eletronegatividade do C = 2,5 e do O = 3,5)



(ligações polares, pois  $\Delta E \neq 0$ , e **molécula apolar**, pois os vetores direcionados para lados opostos se anulam:  $\mu = 0$ )

Exemplo 3: H<sub>2</sub>O (eletronegatividade do O = 3,5 e do H = 2,1)



(ligações polares, pois  $\Delta E \neq 0$ , e **molécula polar**, pois devido à geometria angular, os vetores não se anulam:  $\mu \neq 0$ )

Uma forma simples de se determinar a polaridade de uma molécula sem trabalhar com vetor polaridade é a seguinte:

• Se  $\Delta E = 0$ : **molécula apolar**.

• Se  $\Delta E \neq 0$ :

a) molécula com **2 átomos**: **molécula polar**.

b) molécula com **mais de 2 átomos** com ligantes iguais ao átomo central:

- **molécula polar**: átomo central com elétrons não ligantes na camada de valência (**geometrias angular e piramidal**).

- **molécula apolar**: átomo central sem elétrons não ligantes na camada de valência (**geometrias linear, trigonal plana e tetraédrica**).

Observe o quadro:

Número de átomos por molécula	Fórmula molecular	Polaridade da(s) ligação(ões)	Geometria	Polaridade da molécula
2	O <sub>2</sub>	apolar	linear	apolar
	HCl	polar	linear	polar
3	CO <sub>2</sub>	polar	linear	apolar
	SO <sub>2</sub>	polar	angular	polar
	H <sub>2</sub> O			
4	BF <sub>3</sub>	polar	trigonal plana	apolar
	SO <sub>3</sub>			
	NH <sub>3</sub>	polar	piramidal	polar
5	CH <sub>4</sub>	polar	tetraédrica	apolar

Polaridade das moléculas

A polaridade de uma substância molecular depende da polaridade de suas moléculas. **Substância apolar** possui **moléculas apolares** e **substância polar** possui **moléculas polares**.

As **substâncias iônicas** são **polares**.

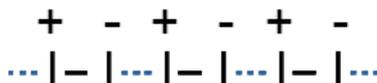
### Forças intermoleculares ou ligações intermoleculares

As forças intermoleculares são as interações que ocorrem entre as moléculas das **substâncias nos estados líquido e sólido**, onde há maior proximidade entre elas, pois no estado gasoso a desorganização e afastamento das moléculas dificultam a interação.

As forças intermoleculares são diferentes de acordo com as moléculas envolvidas. Assim, temos:

**a) Interação dipolo induzido–dipolo induzido:** ocorre entre **moléculas apolares**. É uma interação **fraca** em que polos elétricos aparecem de forma instantânea. Durante uma pequena fração de tempo, a nuvem eletrônica de um átomo de uma molécula, que se encontra em movimento constante, está mais deslocada para um extremo da molécula devido à repulsão exercida pela nuvem eletrônica de um átomo de outra molécula, gerando assim, um dipolo (polo positivo e negativo) induzido pela aproximação de duas moléculas.

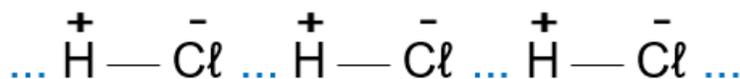
Exemplo: como o iodo sólido ( $I_2$ ) é uma substância apolar, suas moléculas se atraem por ligações do tipo dipolo induzido–dipolo induzido.



As ligações dipolo induzido–dipolo induzido entre as moléculas estão tracejadas. As outras ligações são covalentes apolares.

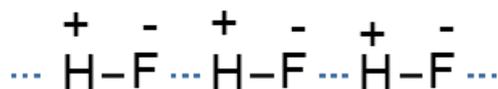
**b) Interação dipolo-dipolo ou dipolo permanente–dipolo permanente:**

é uma interação **forte** existente entre **moléculas polares**. O dipolo é gerado devido à diferença de eletronegatividade dos átomos participantes da molécula. Assim, a extremidade positiva de uma molécula atrai a extremidade negativa da molécula vizinha. É uma interação mais forte que a dipolo induzido–dipolo induzido. Como exemplo, observe as ligações presentes entre moléculas de HCl:



As ligações dipolo-dipolo entre as moléculas estão tracejadas. As outras ligações são covalentes polares.

**c) Ligação de hidrogênio:** é a **mais intensa** das forças intermoleculares, se trata de uma interação dipolo extrema, pois o dipolo gerado é mais acentuado. Ocorre envolvendo moléculas que possuem átomos com grande diferença de eletronegatividade, ou seja, moléculas que possuem átomo de **hidrogênio ligado diretamente a átomos de flúor, oxigênio ou nitrogênio**. As moléculas de HF se unem por este tipo de interação:



As ligações de hidrogênio entre as moléculas estão tracejadas. As outras ligações são covalentes polares.

Água (H<sub>2</sub>O) e amônia (NH<sub>3</sub>) são exemplos de substâncias que apresentam ligações de hidrogênio.

É importante lembrar que este tipo de interação pode ocorrer entre moléculas iguais ou diferentes. Envolvendo sempre moléculas formadas por hidrogênio ligado diretamente a F, O e N.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Gelo e água, mesma substância, densidades diferentes

A temperaturas menores que 4 °C a água possui comportamento anômalo (diferente do normal), com queda da densidade. Assim, o gelo flutua na água. Como se pode explicar este comportamento?

No estado líquido as moléculas estão mais afastadas uma das outras, mas à medida que o congelamento se inicia as moléculas se aproximam. As ligações de hidrogênio existentes na água se intensificam e as moléculas adquirem uma organização hexagonal, com espaços vazios. Esses espaços são os responsáveis pela expansão da água quando no estado sólido (gelo). Assim, a massa permanece a mesma, enquanto o volume é expandido, o que resulta em uma densidade menor para o sólido.

### Temperaturas de fusão e ebulição

As forças intermoleculares são rompidas quando há mudança de estado físico de líquido para gasoso.

A temperatura de ebulição (TE) de um líquido depende do tamanho das moléculas e da força das ligações intermoleculares. Comparando substâncias cujas moléculas têm tamanhos próximos, aquela que possui interações intermoleculares mais fortes, apresenta maior temperatura de ebulição. Observe os exemplos da tabela a seguir.

Substância	Temperatura de ebulição a 1 atm (°C)	Ligação intermolecular
Água (H <sub>2</sub> O)	100	Ligação de hidrogênio
Ácido clorídrico (HCl)	- 85	Dipolo-dipolo
Metano (CH <sub>4</sub> )	- 161	Dipolo induzido-dipolo induzido

Substâncias iônicas possuem elevadas temperaturas de ebulição, pois só possuem fortes ligações iônicas. Já as substâncias moleculares costumam apresentar temperaturas de ebulição mais baixas, devido à presença das ligações intermoleculares mais fracas e que são rompidas mais facilmente durante a sua ebulição.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Variedades alotrópicas

Elementos químicos alotropos são aqueles que podem formar duas ou mais substâncias simples diferentes.

#### • Carbono

O elemento químico carbono (C), por exemplo, possui três variedades alotrópicas, que são: grafite, diamante e fulereno.

As três substâncias simples que o carbono é capaz de gerar se diferem entre si pelo arranjo em que os átomos estão dispostos no retículo cristalino.

A **grafite** é a substância simples do carbono mais abundante na natureza, sendo utilizada como lubrificante de engrenagens, para escrita e é boa condutora de eletricidade no estado sólido.

Estruturalmente a grafite é formada por anéis hexagonais planares, originando camadas ou lâminas. Nas lâminas os átomos de carbono se unem por ligações covalentes e há fracas ligações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido entre as lâminas. Por causa dessas ligações mais fracas, que podem ser rompidas facilmente, as lâminas são capazes de deslizar umas sobre as outras, o que explica a baixa dureza e o maior desgaste do sólido.

Assim como a sua capacidade de conduzir eletricidade, dada pela presença de ligações duplas e pela movimentação de elétrons entre os planos.

O **diamante** é uma substância natural utilizada como instrumento de corte e em joias preciosas. Na escala de dureza de Mohrs (escala de 1 a 10, onde a maior dureza pertence aos valores mais altos) o diamante possui dureza igual a 10.

Na estrutura do diamante, cada átomo de carbono liga-se a outros quatro átomos de diferentes planos por fortes ligações covalentes. O arranjo do retículo cristalino do diamante é tetraédrico, o que dificulta a condução de eletricidade.

Já o **fulereno**, é uma variedade alotrópica artificial, foi descoberto em 1984, possui a forma de uma bola de futebol, contendo 20, 60 ou 70 átomos de carbono unidos por ligações covalentes.

A estrutura do fulereno com 20 átomos é constituída apenas por pentágonos com ângulo de curvatura. Enquanto o fulereno com 60 átomos é composto por pentágonos e hexágonos, assim como o fulereno com 70 átomos, este último assemelha-se a uma bola de rugby, por apresentar maior número de hexágonos na sua composição.

- **Oxigênio**

O elemento oxigênio (O) forma as substâncias simples **gás oxigênio** (O<sub>2</sub>) e gás **ozônio** (O<sub>3</sub>).

A variedade alotrópica mais abundante do oxigênio é o gás oxigênio, vital para a vida animal e vegetal, sem este gás não há combustão.

As moléculas triatômicas de ozônio são encontradas em abundância na estratosfera e são responsáveis por filtrar a radiação UV (Ultra Violeta) que atinge a superfície da Terra. O ozônio pode ser utilizado como alvejante e bactericida.

## **Solubilidade**

A solubilidade das substâncias depende das suas polaridades e, portanto, das interações entre as partículas envolvidas.

Como já vimos, a polaridade de uma substância molecular depende da polaridade de suas moléculas.

De forma geral, temos:

- **Substâncias polares** tendem a dissolver **substâncias polares**.
- **Substâncias apolares** tendem a dissolver **substâncias apolares**.

Avaliando as forças intermoleculares existentes nas moléculas de água (ligação de hidrogênio) e óleo (dipolo induzido-dipolo induzido) verifica-se que são diferentes, assim como a polaridade das substâncias. A água é polar, enquanto o óleo é apolar. Portanto, eles não se dissolvem entre si, a mistura destes dois componentes é heterogênea.

### Observações:

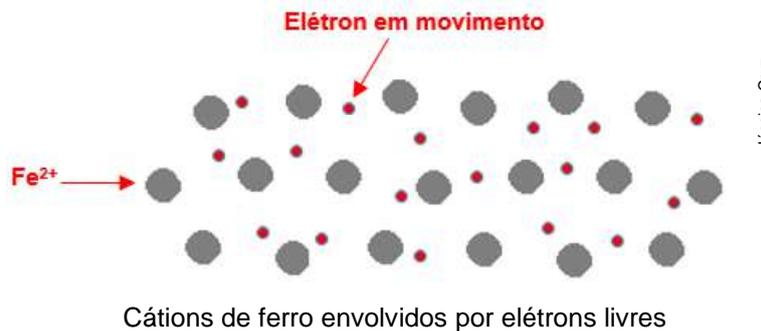
- Os derivados de petróleo (querosene, gasolina, óleo diesel) são apolares, por isso, solúveis entre si e insolúveis em água.

- Moléculas presentes no etanol ou álcool etílico ( $C_2H_5OH$ ) e nos detergentes possuem uma região polar e outra apolar, por isso tais substâncias são solúveis em solventes polares, como a água, e em apolares, como o óleo e a gasolina.

### Ligação metálica

Os sólidos metálicos são constituídos de cátions do metal, isto ocorre devido à tendência que os metais possuem de perder os elétrons da camada de valência. A **teoria do “mar de elétrons”** estabelece que estes sólidos possuem um retículo cristalino característico em que os cátions são fixos e os elétrons de valência são deslocalizados (livres) e estão em constante movimento em torno desses cátions.

Tal organização é ilustrada abaixo e concede aos metais propriedades específicas, como a condução de corrente elétrica e térmica, brilho, maleabilidade e ductilidade.



Desta forma, a **ligação metálica** ocorre entre cátions de metais, sendo eles iguais ou não, envolvidos por **elétrons livres**. A ligação metálica é representada de forma simplificada, apenas pelo símbolo do(s) elemento(s) químicos envolvido(s).

Exemplos: ferro (Fe), ouro (Au), cobre (Cu), prata (Ag).

Alguns metais são mais caros do que outros, em virtude da sua raridade. Quanto mais raro um metal, mais cara é a sua obtenção.

### Características dos metais

- Os metais são sólidos em temperatura ambiente, com exceção do mercúrio (Hg) que é líquido;
- A maioria dos metais possui coloração prateada, exceto ouro (Au), que é dourado e o cobre (Cu), que é avermelhado;
- São bons condutores de corrente elétrica e calor;
- São maleáveis, podem formar lâminas ou chapas;
- São dúcteis, podendo ser usados para produzir fios.

## Formação de ligas metálicas

As ligas metálicas são materiais formados através da união de cátions de diferentes metais, envolvidos por elétrons livres.

Exemplos:

Ouro 18 quilates – liga metálica com 75 % de ouro (Au) e 25 % de 1 ou mais metais, tais como cobre (Cu), prata (Ag), etc.

Ouro branco – liga metálica de ouro (Au) com platina (Pt) (em maior percentagem).

Latão – liga metálica de cobre (Cu) e zinco (Zn).

Bronze – liga metálica de cobre (Cu) e estanho (Sn).

### Moedas:

- A moeda de R\$ 1 possui um disco interno formado por uma liga de Cu e Ni e um disco externo composto por alpaca, uma liga metálica de Cu, Ni, Sn e Ag.
- A moeda de R\$ 0,50 é produzida utilizando-se uma liga de ferro e cromo desde 2002, anteriormente era utilizada uma liga de cobre e níquel.
- As moedas de R\$ 0,10 e R\$ 0,25 formadas por aço (mistura de ferro e carbono) e revestida por uma liga de cobre e estanho.



Marcelo Pinheiro

As ligas metálicas podem ter propriedades que cada metal isolado não possui.

Exemplos:

- Aço inoxidável – liga metálica constituída de ferro (Fe), carbono (C), cromo (Cr) e níquel (Ni) que possui maior resistência mecânica e contra a oxidação do que o ferro puro.
- Ouro 18 quilates – a formação de uma liga entre 1 ou mais metais e o ouro (Au), confere ao conjunto uma dureza maior que a do ouro 24 quilates (ouro puro).

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### O titânio, propriedades e usos

O titânio (Ti) é um metal com baixa densidade e condutividade elétrica, possui alta resistência, não sofre corrosão e suporta altas temperaturas. Estas características fazem com que ele seja utilizado na indústria aeronáutica, aeroespacial e médica (fabricação de próteses).

As indústrias aeronáutica e aeroespacial são beneficiadas principalmente pela sua resistência a altas temperaturas sendo interessante para uso na fabricação de mísseis e naves espaciais. Enquanto a aplicação do titânio em próteses dentárias e ósseas é explicada pela sua leveza e resistência a corrosão, o que garante conforto e durabilidade ao paciente.

## Número de oxidação (Nox)

O número de oxidação é carga adquirida por um átomo ao fazer uma ligação química.

- **Nas substâncias iônicas:**

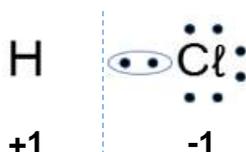
O número de oxidação é a carga do íon (cátion ou ânion) formado:

<b>Íon</b>	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{F}^-$	$\text{O}^{2-}$
<b>Nox</b>	+2	+1	-1	-2	+3	-1	-2

- **Nas substâncias moleculares:**

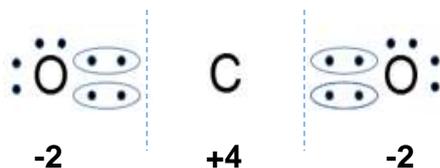
Como nas substâncias moleculares ocorre compartilhamento de elétrons, o número de oxidação é a carga que o átomo iria adquirir se a ligação fosse quebrada. Assim, na quebra da ligação o átomo de maior eletronegatividade recebe os elétrons compartilhados. Como se pode verificar nos exemplos que se seguem:

Exemplo 1: **HCl**



O cloro é mais eletronegativo que o hidrogênio, logo a quebra da ligação faz com que o átomo de hidrogênio perca seu elétron para o átomo de cloro. O Nox do hidrogênio é +1 e o do cloro é -1.

Exemplo 2:  $\text{CO}_2$



O oxigênio é mais eletronegativo que o carbono, logo a quebra da ligação faz com que o átomo de carbono perca dois elétrons para cada átomo de oxigênio, totalizando 4 elétrons perdidos. O Nox de cada oxigênio é -2 e o do carbono é +4.

### Regras para o cálculo do Nox de elementos químicos

Para se determinar o Nox de um elemento químico numa fórmula, devemos conhecer as regras:

- O Nox de um elemento em uma **substância simples** é igual a **zero**.
- A soma dos Nox dos elementos em uma **substância composta** é igual a **zero**.
- A soma dos Nox dos elementos em um **íon** é igual à **carga do íon**.

No caso de **substâncias compostas** e **íons compostos**, para se calcular o Nox de um elemento deve-se conhecer os valores das cargas dos outros elementos, que podem ser obtidos na tabela a seguir:

### Em substâncias compostas:

- Elementos do grupo 1 e prata (Ag) => **+1**
- Elementos do grupo 2, cádmio (Cd) e zinco (Zn) => **+2**
- Alumínio (Al) => **+3**
- Elementos do grupo 15 => **-3** (em ausência de Oxigênio)
- Elementos do grupo 16 => **-2** (em ausência de Oxigênio)
- Elementos do grupo 17 (exceto flúor) => **-1** (em ausência de Oxigênio)
- Flúor (F) => **-1**
- O Oxigênio (O) apresenta Nox = **-2** na maioria dos casos.
- O Hidrogênio (H) apresenta Nox = **+1** na maioria dos casos, exceto em compostos binários (2 elementos) com metais, onde seu Nox é igual a **-1**.

Observe a seguir a determinação do Nox do elemento sublinhado em cada exemplo:

- O<sub>2</sub> => o Nox do oxigênio é igual a zero, pois trata-se de uma substância simples.

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

H <sub>2</sub>	S	O <sub>4</sub>	Separação de átomos
+1	x	-2	Nox de cada átomo
+2	x	-8	Multiplicou-se o n° de átomos de cada elemento pelo seu Nox

Como a soma dos nox de cada elemento é igual a zero, tem-se:

$$+ 2 + x - 8 = 0 \Rightarrow x = \mathbf{+6}$$

**O Nox do enxofre (S) é +6.**

•  $\text{Ca}_3(\underline{\text{P}}\text{O}_4)_2$

Ca <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	O <sub>8</sub>	Separação de átomos
+2	x	-2	Nox de cada átomo
+6	2x	-16	Multiplicou-se o n° de átomos de cada elemento pelo seu Nox

Como a soma dos nox de cada elemento é igual a zero, tem-se:

$$+ 6 + 2x - 16 = 0 \Rightarrow x = +5$$

**O Nox do fósforo (P) é +5.**

•  $\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7^{2-}$

Cr <sub>2</sub>	O <sub>7</sub>	Separação de átomos
x	- 2	Nox de cada átomo
2x	- 14	Multiplicou-se o n° de átomos de cada elemento pelo seu Nox

Como a soma dos nox de cada elemento é igual a -2, pois é um íon, tem-se:

$$2x - 14 = -2 \Rightarrow x = +6$$

**O Nox do crômio (Cr) é +6.**

## Funções inorgânicas

Um conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes fazem parte de uma **função química**. Em Química há substâncias inorgânicas e orgânicas.

As **substâncias orgânicas** (ou compostos orgânicos) apresentam em suas estruturas o elemento químico carbono e além de outros principalmente não metálicos.

Muitas dessas substâncias possuem grande utilidade nos dias atuais, tendo diversas aplicações nos setores petroquímico, de polímeros (plásticos e borracha), fármacos, cosméticos, na área têxtil etc. Dentre elas, podemos citar:

- O etanol ou álcool etílico ( $C_2H_6O$ ), também conhecido como álcool comum, está presente em bebidas alcoólicas e é utilizado como combustível de automóveis;
- O ácido acético ( $C_2H_4O_2$ ) constitui o vinagre, utilizado para temperar saladas;
- O éter etílico ( $C_4H_{10}O$ ) é largamente empregado em farmácias e hospitais;
- A sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), ou açúcar comum, é um alimento importante presente em diversas plantas.
- O octano ( $C_8H_{18}$ ) é um dos componentes da gasolina, um combustível ainda usado atualmente.

Há substâncias que apresentam carbono, mas não possuem as características de substâncias orgânicas, então elas são classificadas como substâncias inorgânicas, tais como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), ácido cianídrico (HCN), carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>), carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) etc.

Neste tópico, vamos estudar as **substâncias inorgânicas** que fazem parte das quatro principais funções da Química Inorgânica: **bases, ácidos, sais e óxidos**.

### Bases ou hidróxidos

Segundo o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927), bases são substâncias que, em solução aquosa, sofrem dissociação, liberando como único ânion OH<sup>-</sup> (hidroxila). A hidroxila dá à solução propriedades básicas ou alcalinas.

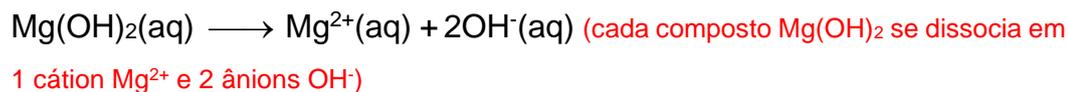
Quando as bases estão presentes nos alimentos, fornecem a eles um sabor adstringente, como se “prendessem” a língua, como ocorre quando se come banana verde ou caqui verde.

### Dissociação das bases

As bases são substâncias iônicas de sabor adstringente que quando dissolvidas em água originam cátions e ânions, fenômeno chamado de **dissociação**. Seguem exemplos de bases dissociadas em solução aquosa.

Exemplos:

$\text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{Na}^{\text{+}}(\text{aq}) + \text{OH}^{\text{-}}(\text{aq})$  (cada composto NaOH se dissocia em 1 cátion Na<sup>+</sup> e 1 ânion OH<sup>-</sup>)



Observe que o número de hidroxilas na fórmula da base é igual ao valor numérico da carga do cátion. Quando esse número é maior que 1, deve-se usar parênteses e o índice que indica o número de hidroxilas.

Nem todas as bases se dissociam totalmente ao serem dissolvidas em água. Bases em que a maioria das estruturas presentes sofrem dissociação, ou seja, mais do que 50% dos compostos iônicos se dissociam, são consideradas **bases fortes**. Já bases que possuem uma dissociação menor ou igual a 5% são **bases fracas**. Soluções de bases fortes conduzem melhor eletricidade do que soluções de bases fracas, devido a maior presença de íons. Bases de metais dos grupos 1 e 2 (exceto bases de Be e Mg) são bases fortes, as outras são fracas.

### Nomenclatura das bases

A nomenclatura de uma base depende se o cátion apresenta apenas 1 Nox, formando apenas um tipo de base, ou possui mais de 1 Nox, formando bases diferentes.

#### a) Metal de apenas 1 Nox ou $\text{NH}_4^{+}$ :

Hidróxido de nome do cátion

A tabela a seguir apresenta metais que apresentam apenas 1 Nox;

### Cátions de 1 Nox

Grupo 1, Ag => +1

Grupo 2, Cd , Zn => +2

Al => +3

Exemplos:

NaOH: hidróxido de sódio

Ca(OH)<sub>2</sub>: hidróxido de cálcio

NH<sub>4</sub>OH: hidróxido de amônio

**b) Metal que possui mais de 1 Nox:**

Hidróxido de nome do metal + Nox do metal em algarismo romano

ou

Hidróxido + nome do metal com sufixo OSO ou ICO

### Metais com mais de 1 Nox

Fe, Co, Ni => +2 (ferroso; cobaltoso; niqueloso) ou +3 (férico; cobáltico; niquélico)

Cu, Hg => +1 (cuproso; mercuroso) ou +2 (cúprico; mercúrico)

Sn, Pb => +2 (estano; plumboso) ou +4 (estânico; plúmbico)

Exemplos:

Fe(OH)<sub>2</sub>: hidróxido de ferro II ou hidróxido ferroso

Fe(OH)<sub>3</sub>: hidróxido de ferro III ou hidróxido férico

Pb(OH)<sub>2</sub>: hidróxido de chumbo II ou hidróxido plumboso

Pb(OH)<sub>4</sub>: hidróxido de chumbo IV ou hidróxido plúmbico

## Montagem da fórmula de uma base

Para se montar a fórmula de uma base a partir do nome, basta colocar o cátion na frente e o número de hidroxilas necessário para neutralizar a carga do cátion. Usam-se dos parênteses quando o número de hidroxilas for maior que 1.

Exemplos:

- **Hidróxido de potássio:** como o potássio é do grupo 1, ele apresenta Nox igual a +1, logo a fórmula dessa base tem uma hidroxila: **KOH**.
- **Hidróxido de magnésio:** como o magnésio é do grupo 2, ele apresenta Nox igual a +2, logo a fórmula da base tem duas hidroxilas: **Mg(OH)<sub>2</sub>**.
- **Hidróxido de alumínio:** como o alumínio apresenta Nox igual a +3, a fórmula base tem três hidroxilas: **Al(OH)<sub>3</sub>**.

## Classificação das bases

- Quanto ao número de hidroxilas (OH<sup>-</sup>)

Nº de hidroxilas	Classificação	Exemplo
1OH <sup>-</sup>	Monobase	NaOH
2OH <sup>-</sup>	Dibase	Ca(OH) <sub>2</sub>
3OH <sup>-</sup>	Tribase	Al(OH) <sub>3</sub>
4OH <sup>-</sup>	Tetrabase	Pb(OH) <sub>4</sub>

- **Quanto à solubilidade de água**

Avaliando a solubilidade das bases em água pode-se generalizar da seguinte forma:

Bases de:		
Metais alcalinos	Metais alcalinos terrosos	Outros metais
Solúveis	Pouco solúveis	Praticamente insolúveis

As bases de berílio e magnésio são praticamente insolúveis, apesar de esses elementos pertencerem à família dos metais alcalino terrosos.

### AMPLIANDO O CONHECIMENTO

#### Hidróxido de amônio

O hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) é a única base que não possui metal em sua composição, e só existe em solução aquosa, sendo assim, é solúvel em água. Esta base pode ser obtida borbulhando-se gás amônia ou amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), que possui características alcalinas, em água.



#### Onde as bases são encontradas

- **Hidróxido de sódio – NaOH**

Comercialmente é chamada de soda cáustica, é utilizada na fabricação de sabão e para desentupir pias e ralos.

- **Hidróxido de cálcio –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**

Também pode ser chamada de cal, utilizada em pinturas (caiação). É o principal componente das argamassas.

- **Hidróxido de amônio – NH<sub>4</sub>OH**

É uma base de grande importância por ser usada na produção de fertilizantes (objetivam o aumento da produção de alimentos), além de ser utilizada na produção de ácido nítrico e explosivos.

- **Hidróxido de magnésio – Mg(OH)<sub>2</sub>**

É usado como laxante e antiácido, chamado de leite de magnésia quando misturado a pequena quantidade de hidróxido de alumínio.

- **Hidróxido de potássio – KOH**

Conhecida como potassa cáustica, é utilizada na fabricação de sabões e no processamento de alimentos, além de seu uso como alvejante.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Cinzas

As cinzas de madeira e cigarro quando em contato com a água produzem hidróxido de potássio. Na antiguidade, em lugares onde o hidróxido de sódio era escasso ou ausente, utilizavam-se as cinzas de madeira para produção de sabões, utilizando gordura como outro reagente, neste caso, uma base pode substituir a outra.

As bases ou hidróxidos são substâncias alcalinas, e também podem ser chamadas de álcalis, palavra que deriva do árabe *al-quali*, e quer dizer “a cinza”.

Por isso, evite contato das cinzas com a pele, mucosas e olhos. Por possuírem caráter básico as cinzas podem causar queimaduras.

## Ácidos

Segundo Svante Arrhenius, ácido é toda substância que, em solução aquosa, sofre ionização, originando como único cátion o  $H^+$ . Este cátion reage com a água e produz o íon hidrônio ( $H_3O^+$ ).

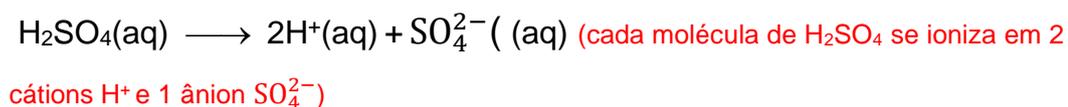
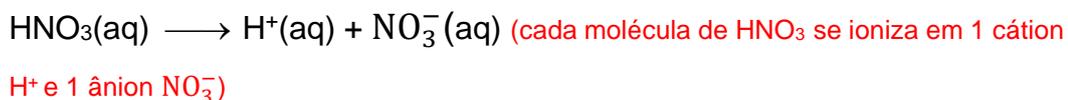
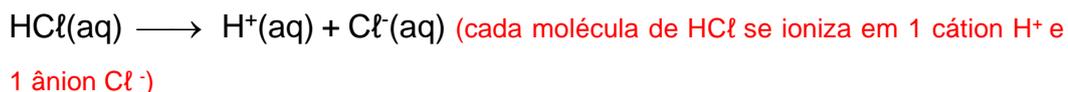
As substâncias ácidas presentes em nossa alimentação possuem sabor azedo, como por exemplo, no vinagre e no suco de limão. Porém, muitos ácidos não podem ser ingeridos, pois são corrosivos e perigosos para a saúde.

### Ionização dos ácidos

Os ácidos são substâncias moleculares que quando dissolvidas em água geram íons e a este fenômeno chamamos de **ionização**.

A água atua como reagente, sendo a sua presença determinante para a quebra da ligação covalente.

Exemplos:



Observe que o número de hidrogênios da fórmula de um ácido é igual ao valor numérico da carga do seu ânion.

Ácidos em que mais do que 5% das moléculas se ionizam, são considerados **ácidos fortes**. Já ácidos que possuem uma ionização menor ou igual a 5% são **ácidos fracos**. Soluções de ácidos fortes conduzem melhor eletricidade do que soluções de ácidos fracos, devido a maior presença de íons.

Os ácidos orgânicos, tais como o ácido acético presente no vinagre e o ácido ascórbico presente num suco de limão ou laranja, são ácidos mais fracos que os ácidos inorgânicos.

**Hidrácidos** são ácidos que não possuem oxigênio, tais como HF, H<sub>2</sub>S, HCl. Os hidrácidos fortes são HCl, HBr, HI.

**Oxiácidos** são ácidos que possuem oxigênio, tais como HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Os oxiácidos fortes são aqueles cuja diferença entre o número de átomos de oxigênio e o número de átomos de hidrogênio por molécula é maior ou igual a 2, tais como, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e HClO<sub>4</sub>.

### Nomenclatura dos ácidos inorgânicos

Para dar o nome de um ácido, basta saber os nomes do ânion ligado ao hidrogênio, e fazer a troca dos sufixos segundo as regras:

- **Hidrácidos:**

ácido + nome do ânion trocando **ETO** por **ÍDRICO**

- **Oxiácidos:**

ácido + nome do ânion trocando o sufixo **ITO** por **OSO** ou trocando **ATO** por **ICO**

A tabela a seguir apresenta os nomes dos principais ânions.

Ânions sem Oxigênio
$S^{2-}$ (sulfeto)
$F^-$ (fluoreto); $Cl^-$ (cloreto); $Br^-$ (brometo); $I^-$ (iodeto)
$CN^-$ (cianeto)
Ânions com Oxigênio
$BO_3^{3-}$ (borato)
$CO_3^{2-}$ (carbonato)
$NO_2^-$ (nitrito); $NO_3^-$ (nitrato)
$PO_3^{3-}$ (fosfito); $PO_4^{3-}$ (fosfato)
$SO_3^{2-}$ (sulfito); $SO_4^{2-}$ (sulfato)
$ClO^-$ (hipoclorito); $ClO_2^-$ (clorito); $ClO_3^-$ (clorato); $ClO_4^-$ (perclorato) $BrO^-$ (hipobromito); $BrO_2^-$ (bromito); $BrO_3^-$ (bromato); $BrO_4^-$ (perbromato) $IO^-$ (hipoiodito); $IO_2^-$ (iodito); $IO_3^-$ (iodato); $IO_4^-$ (periodato)
$CrO_4^{2-}$ (cromato); $Cr_2O_7^{2-}$ (dicromato)
$MnO_4^-$ (permanganato)

Principais ânions e seus nomes.

Exemplos:

HCl: ácido clorídrico

HCN: ácido cianídrico

H<sub>2</sub>S: ácido sulfídrico

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: ácido carbônico

HNO<sub>2</sub>: ácido nitroso

HNO<sub>3</sub>: ácido nítrico

H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>: ácido fosforoso

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>: ácido fosfórico  
H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>: ácido sulfuroso  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: ácido sulfúrico  
HClO: ácido hipocloroso  
HClO<sub>2</sub>: ácido cloroso  
HClO<sub>3</sub>: ácido clórico  
HClO<sub>4</sub>: ácido perclórico

Observe que nos casos dos oxiácidos de fósforo e enxofre deve-se adicionar as partes “or” e “ur”, respectivamente, antes do sufixo oso ou ico.

### Determinação da fórmula de um ácido

Para se montar a fórmula de um ácido a partir do nome, basta escrever a fórmula do ânion e colocar na frente da fórmula o número de hidrogênios necessários para neutralizar a carga do ânion.

Exemplos:

• **Ácido sulfídrico:** trocando-se a terminação **ídrico** por **eto** tem-se o ânion **sulfeto (S<sup>2-</sup>)**. Para neutralizar a carga do ânion são necessárias duas cargas positivas, ou seja, 2 H<sup>+</sup>. Logo, a fórmula do ácido sulfídrico é **H<sub>2</sub>S**.

• **Ácido nítrico:** trocando-se a terminação **ico** por **ato** tem-se o ânion **nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**. Para neutralizar a carga do ânion, precisa-se apenas de a carga positiva, ou seja, 1 H<sup>+</sup>. Logo, a fórmula do ácido nítrico é **HNO<sub>2</sub>**.

• **Ácido fosforoso:** trocando-se a terminação **oso** por **ito** tem-se o ânion **fosfito (PO<sub>3</sub><sup>3-</sup>)**. Para neutralizar a carga do ânion, são necessárias três cargas positivas, ou seja, 3 H<sup>+</sup>. Logo, a fórmula do ácido fosforoso é **H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>**.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Ácido cianídrico (HCN)

O ácido cianídrico é um ácido extremamente tóxico, estando no grupo de venenos mais letais já descobertos. É tão nocivo que era utilizado como arma química na Primeira Guerra Mundial. Adere a tecidos úmidos e quando na corrente sanguínea liga-se ao ferro da hemoglobina impedindo o transporte de gás oxigênio e gás carbônico, além de ser altamente inflamável (entra em combustão facilmente).

### Classificação dos ácidos quanto ao número de hidrogênios ionizáveis

- Nos hidrácidos, todos os hidrogênios são ionizáveis.

Exemplos:

Ácidos	Nº de hidrogênios ionizáveis	Classificação
HF	1 H <sup>+</sup>	Monoácido
HCl	1 H <sup>+</sup>	Monoácido
H <sub>2</sub> S	2 H <sup>+</sup>	Diácido

- Nos oxiácidos, apenas os hidrogênios ligados a átomos de oxigênio são ionizáveis.

Exemplos:

Ácido	Fórmula Estrutural Plana	Nº de hidrogênios ionizáveis	Classificação
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\begin{array}{c} \text{O} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{O} \end{array}$	2 H <sup>+</sup>	Diácido
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\begin{array}{c} \text{O} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	3 H <sup>+</sup>	Triácido
$\text{H}_3\text{PO}_3$	$\begin{array}{c} \text{O} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	2 H <sup>+</sup>	Diácido
$\text{H}_3\text{PO}_2$	$\begin{array}{c} \text{O} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	1 H <sup>+</sup>	Monoácido

### Onde os ácidos são encontrados

- **Ácido clorídrico – HCl**

É o ácido contido no suco gástrico. Quando impuro é utilizado em limpeza e conhecido como ácido muriático.

- **Ácido sulfúrico –  $\text{H}_2\text{SO}_4$**

É usado na fabricação de corantes, tintas, explosivos e papel, como um ácido desidratante, transforma açúcar em carvão.

- **Ácido carbônico –  $\text{H}_2\text{CO}_3$**

Na forma de gás carbônico é um constituinte dos refrigerantes e das águas minerais gaseificadas.

- **Ácido nítrico –  $\text{HNO}_3$**

É utilizado na fabricação de explosivos como a dinamite, por exemplo. Também é útil para a indústria agrícola.

- **Ácido sulfídrico –  $\text{H}_2\text{S}$**

Este ácido é produzido na decomposição de matéria orgânica e possui cheiro de ovo podre. É um gás irritante de mucosas respiratórias e oculares.

- **Ácido fosfórico –  $\text{H}_3\text{PO}_4$**

É usado na fabricação de refrigerantes a base de cola. Além das indústrias de vidro, tinturaria, indústria de alimentos, fabricação de fosfatos e superfosfatos usados como adubos.

- **Ácido acético –  $\text{H}_3\text{CCOOH}$**

É o principal componente do vinagre. O ácido acético é um ácido orgânico, por isso tem uma regra de nomenclatura diferente da que estudamos anteriormente.



Exemplos:



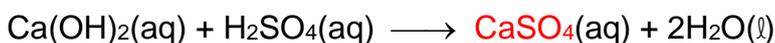
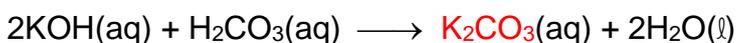
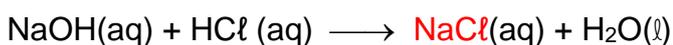
Como são compostos iônicos, os sais são eletrólitos fortes, ou seja, são bons condutores de eletricidade quando estão fundidos ou dissolvidos em água.

Os sais normalmente apresentam sabor salgado, mas também há sal amargo, como o sulfato de magnésio, e sal doce, como o ciclamato de sódio, presente em alguns adoçantes.

### Reação de neutralização

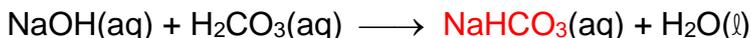
É o tipo de reação em que um ácido reage com uma base e forma sal e água. A neutralização pode ser **total**, quando todos os íons  $\text{H}^{+}$  e  $\text{OH}^{-}$  formam água, ou **parcial**, quando isso não ocorre, sobrando hidrogênio ou hidroxila na fórmula do sal.

Exemplos de reações de neutralização total:



O sal formado por esse tipo de reação pode ser classificado como **sal normal**.

Exemplos de reações de neutralização parcial:



O sal formado por esse tipo de reação pode ser classificado como **hidrogenossal**, quando sobra hidrogênio na sua fórmula, como o hidrogeno carbonato ou bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), ou **hidroxissal**, quando sobra hidroxila em sua fórmula, como o hidroxiclreto de cálcio ( $\text{CaOHCl}$ ).

### AMPLIANDO O CONHECIMENTO

#### Limpendo peixes com vinagre e suco de limão

Os peixes mortos apresentam odores desagradáveis devido à presença de compostos nitrogenados orgânicos denominados aminas. Essas aminas são substâncias com características básicas ou alcalinas e seus odores podem ser eliminados usando-se substâncias ácidas, através de uma reação de neutralização. Portanto, é por isso que na lavagem do peixe costuma-se utilizar vinagre e suco de limão, pois apresentam ácidos em sua composição.

### Nomenclatura dos sais

A nomenclatura de um sal depende se o cátion possui ou não apenas 1 Nox.

- Sal de cátion com apenas 1 Nox ou  $\text{NH}_4^+$ :

**Nome do ânion + de + nome do cátion**

A tabela dos cátions de Nox fixo foi apresentada no conteúdo “bases” e a tabela de ânions está em “ácidos”.

Um ânion que não está na tabela, mas que aparece em hidrogenossais é o  $\text{HCO}_3^-$  (hidrogeno carbonato ou bicarbonato).

Exemplos:

$\text{NaCl}$ : cloreto de sódio

$\text{KNO}_2$ : nitrito de potássio

$\text{CaSO}_4$ : sulfato de cálcio

$\text{NaHCO}_3$ : hidrogenocarbonato de sódio ou bicarbonato de sódio

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ : sulfato de alumínio

$\text{NaClO}$ : hipoclorito de sódio

$\text{NH}_4\text{NO}_3$ : nitrato de amônio

- Sal de metal que possui mais de 1 Nox:

**Nome do ânion + de + nome do metal + nox do cátion em algarismo romano**

ou

**Nome do ânion + nome do metal (usando OSO ou ICO)**

A tabela de metais de Nox variável foi fornecida no conteúdo sobre bases.

Exemplos:

$\text{CuSO}_4$  – sulfato de cobre II ou sulfato cúprico

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  – sulfato de ferro III ou sulfato férrico

## Determinação da fórmula do sal

Como os sais são compostos iônicos, a montagem da fórmula do sal segue a mesma regra estudada em ligações iônicas. O cátion é colocado na frente da fórmula.

Exemplos:

a) **Sulfeto de magnésio:** o cátion é formado pelo magnésio, elemento da família 2, logo sua carga é  $2+$  ( $Mg^{2+}$ ) e o ânion é o sulfeto ( $S^{2-}$ ). Como a soma das cargas é igual a zero, então juntam-se os íons e a fórmula do sal é igual a **MgS**.

b) **Sulfato de alumínio:** o cátion é formado pelo alumínio e sua carga é  $3+$  ( $Al^{3+}$ ) e o ânion é o sulfato ( $SO_4^{2-}$ ). Como a soma das cargas não é igual a zero, então cruzam-se os valores numéricos das cargas e a fórmula do sal é  **$Al_2(SO_4)_3$** .

Os parênteses são usados porque o ânion possui dois elementos (S e O) e há mais de 1 ânion na fórmula.

c) **Bicarbonato de amônio:** consultando a tabela de cátions, o íon amônio é o  $NH_4^+$  e o ânion bicarbonato é o  $HCO_3^-$ . Como a soma das cargas é igual a zero, então juntam-se os íons e a fórmula do sal é  **$NH_4HCO_3$** .

## Classificação dos sais

### a) Quanto ao ácido de origem

- **Sal não oxigenado**

Não possui oxigênio em sua fórmula. Portanto, o sal foi originado a partir de um hidrácido (ácido sem oxigênio) e uma base.

Exemplos: NaBr, K<sub>2</sub>S, FeCl<sub>3</sub>.

- **Sal oxigenado**

Possui oxigênio em sua fórmula, ou seja, foi originado a partir de um oxiácido (ácido com oxigênio) e uma base.

Exemplos: CaCO<sub>3</sub>, KClO, KMnO<sub>4</sub>.

### b) Quanto à natureza dos íons

- **Sal normal**

Sal que só apresenta um tipo de cátion e um tipo de ânion.

Exemplos: NaCl e CaSO<sub>4</sub>.

- **Hidrogenossal**

Sal que apresenta dois tipos de cátions, sendo um deles o H<sup>+</sup>.

Exemplo: NaHCO<sub>3</sub> – hidrogeno carbonato de sódio

- **Hidroxissal**

Sal que apresenta dois tipos de ânions, sendo um deles o OH<sup>-</sup>.

Exemplo: MgOHCl – hidroxicloreto de magnésio

- **Sal duplo ou misto**

Sal que apresentam dois cátions diferentes (com exceção do H<sup>+</sup>) ou dois ânions diferentes (com exceção de OH<sup>-</sup>).

Exemplos: NaLiSO<sub>4</sub> - Sulfato de sódio e lítio

### c) Quanto à presença de água

- **Sal hidratado**

Sal que apresenta moléculas de água em uma proporção definida no seu retículo cristalino. Estas moléculas de água são chamadas de **água de cristalização**. O número de moléculas de água é indicado na nomenclatura do sal por prefixos.

Exemplos:

CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O – Sulfato de cobre II penta-hidratado

CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O – Sulfato de cálcio di-hidratado

- **Sal anidro**

Sal que não apresenta água em sua estrutura cristalina.

**AMPLIANDO O CONHECIMENTO****Sais higroscópicos**

Por que o saleiro fica entupido?

O sal de cozinha possui algumas impurezas (cloreto de magnésio –  $MgCl_2$  e sulfato de magnésio –  $MgSO_4$ ) que são higroscópicas, estas são assim chamadas por serem capazes de absorver água da atmosfera.

Em dias de maior umidade estas substâncias absorvem água da atmosfera e o sal fica empelotado, entupindo o saleiro. Em dias de menor umidade, a água absorvida é perdida para atmosfera, deixando o sal soltinho.

Por isso o ditado popular: “Saleiro entupiu, vem chuva!”. Em dias úmidos há maior probabilidade de chuva.

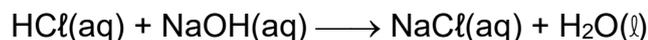
**Caráter de uma solução salina**

Uma reação ácido-base gera sal e água. A solução aquosa do sal formado poderá apresentar caráter neutro, alcalino (básico) ou ácido. Isso irá depender da força do ácido e da base que reagiram entre si.

**• Solução neutra**

É produzida quando um sal que possui cátion proveniente de base forte e ânion proveniente de ácido forte é dissolvido em água.

Exemplo:

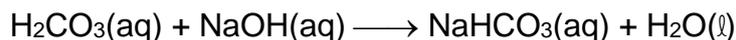


O cloreto de sódio ( $NaCl$ ) produz uma solução neutra ao ser dissolvido em água, pois seu cátion ( $Na^+$ ) é proveniente de base forte ( $NaOH$ ) e seu ânion ( $Cl^-$ ) é proveniente de ácido forte ( $HCl$ ).

- **Solução alcalina**

É produzida quando um sal que possui cátion proveniente de base forte e ânion proveniente de ácido fraco é dissolvido em água.

Exemplo:

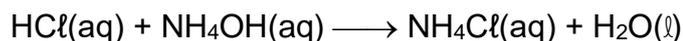


O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) produz uma solução alcalina ao ser dissolvido em água, pois seu cátion ( $\text{Na}^+$ ) é proveniente de base forte ( $\text{NaOH}$ ) e seu ânion ( $\text{HCO}_3^-$ ) é proveniente de ácido fraco ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).

- **Solução ácida**

É produzida quando um sal que possui cátion proveniente de base fraca e ânion proveniente de ácido forte é dissolvido em água.

Exemplo:



O cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) produz uma solução ácida ao ser dissolvido em água, pois seu cátion ( $\text{NH}_4^+$ ) é proveniente de base fraca ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) e seu ânion ( $\text{Cl}^-$ ) é proveniente de ácido forte ( $\text{HCl}$ ).

**Observação:**

Quando o sal é proveniente de base fraca e ácido fraco, o caráter da solução salina vai depender de quem é mais forte, o ácido ou a base. Por exemplo, a dissolução do cianeto de amônio ( $\text{NH}_4\text{CN}$ ) em água produz uma solução alcalina, pois apesar da base ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) e do ácido ( $\text{HCN}$ ) que deram origem ao sal serem fracos, o hidróxido de amônio tem força alcalina maior que a força ácida do ácido cianídrico. Existem tabelas de constante de acidez ( $K_a$ ) e de basicidade ( $K_b$ ) que possibilitam fazer este tipo de comparação.

**Solubilidade dos sais em água**

Ao adicionar um sal em água, caso o sal seja solúvel e dependendo da quantidade dissolvida em determinada temperatura, ele pode se dissolver totalmente, formando uma mistura homogênea ou solução. Para cada tipo de sal há um valor máximo de massa que se consegue dissolver em certa massa de água na temperatura considerada.

Por exemplo, a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , pode-se dissolver no máximo 36 g de  $\text{NaCl}$  em cada 100 g de água. Esse é o denominado **coeficiente de solubilidade** do cloreto de sódio. Se forem adicionados exatamente 36 g de  $\text{NaCl}$  em 100 g de água a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , a solução formada é classificada como saturada. Se for adicionada uma massa maior que 36 g sal, o excesso se depositará no fundo do recipiente formando um **depósito** ou **precipitado**.

O coeficiente de solubilidade do sal depende da temperatura. Em geral, quanto maior a temperatura, maior é o coeficiente de solubilidade de um sal, porém há sais cuja solubilidade diminui com o aumento de temperatura.

Quando um sal se dissolve em água, ocorre o rompimento das ligações iônicas presentes, e o cátion se separa do ânion, processo denominado

**dissociação.** Esses íons são rodeados por moléculas de água, em virtude das forças de atração entre os dipolos da água e esses íons. Os cátions do sal são atraídos pela região negativa das moléculas de água, no caso o oxigênio, e os ânions do sal são atraídos para as regiões positivas da molécula de água, no caso os hidrogênios.

Quanto mais sal se adiciona à água, menos moléculas de água ficam disponíveis para provocar a dissociação, até chegar à saturação.

No caso do cloreto de sódio, a sua solubilização em água é representada pela seguinte equação química:



O código “aq” entre parênteses significa que os íons estão em solução aquosa.

A dissolução de um sal na água diminui a temperatura de fusão desse solvente, portanto costuma-se utilizar sais solúveis para derreter a neve que se acumula nas ruas e calçadas de países muito frios.

A tabela a seguir indica a solubilidade dos sais em água a 25 °C e 1 atm, sem apresentar os valores de coeficiente de solubilidade.

Sais	Solubilidade	Exceções
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) Acetatos ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) Cloratos ( $\text{ClO}_3^-$ )	Solúveis	Não há
Cloretos ( $\text{Cl}^-$ ) Brometos ( $\text{Br}^-$ ) Iodetos ( $\text{I}^-$ )	Solúveis	$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	Solúveis	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$
Sulfetos ( $\text{S}^{2-}$ )	Insolúveis	Metais alcalinos, alcalino-terrosos e amônio ( $\text{NH}_4^+$ )
Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	Insolúveis	Metais alcalinos e amônio ( $\text{NH}_4^+$ )
Fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	Insolúveis	Metais alcalinos e amônio ( $\text{NH}_4^+$ )

### AMPLIANDO O CONHECIMENTO

#### Água mineral

Nem toda água mineral tem a mesma composição química, pois depende da sua fonte. Alguns sais que costumam ser encontrados em amostras de água mineral são os sais de sódio, potássio, magnésio, cálcio, zinco, ferro, manganês, entre outros.

## Onde os sais são encontrados

- **Cloreto de sódio – NaCl**

É o principal componente do sal de cozinha, é extraído da água do mar, através da técnica de evaporação aplicada nas salinas.

- **Fluoreto de sódio – NaF**

É usado em pastas de dentes na fluoretação da água potável para a prevenção de cáries dentárias.

- **Bicarbonato de sódio – NaHCO<sub>3</sub>**

É utilizado como antiácido e fermento químico, também é utilizado em extintores de incêndio.

- **Hipoclorito de sódio – NaClO**

É utilizado como anti-séptico e como branqueador, estando presente em grande parte das águas sanitárias. Deve-se tomar cuidado com o uso da água sanitária, pois sua reação com determinados produtos pode levar à produção de gases tóxicos, como o gás cloro (Cl<sub>2</sub>), por exemplo. Ela não é indicada para limpeza de materiais que possuem ou liberem amônia, pois ocorre reação química que libera cloraminas, substâncias orgânicas perigosas à saúde.

- **Carbonato de cálcio – CaCO<sub>3</sub>**

É um sal presente em muitos lugares na natureza, tais como: conchas, cacas dos ovos, recifes de corais, carapaças de seres marinhos, mármore e calcário.

- **Fosfato de cálcio –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$**

É o principal componente dos ossos.

- **Nitrato de sódio –  $\text{NaNO}_3$**

É conhecido como salitre do Chile e é usado na fabricação de fertilizantes e pólvora.

## Óxidos

Os óxidos são compostos binários, ou seja, formado por dois elementos químicos, sendo o oxigênio o mais eletronegativo.

### Nomenclatura dos óxidos

- **Óxido de metal que possui apenas 1 Nox:**

Óxido de nome do elemento

Exemplos:

$\text{Na}_2\text{O}$  - óxido de sódio

$\text{MgO}$  – óxido de magnésio

- **Óxido de metal que possui mais de um nox:**

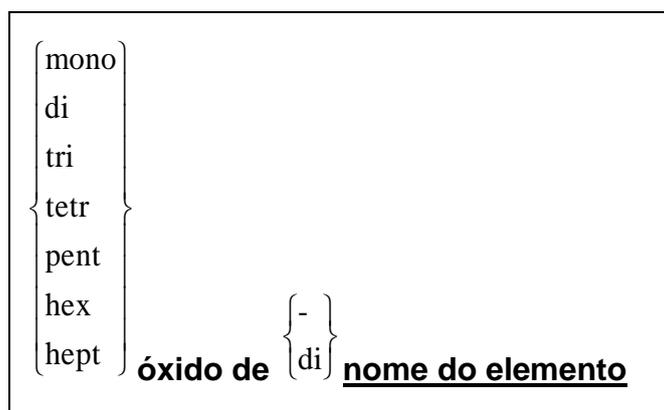
Óxido de nome do elemento + Nox em algarismo romano

Exemplos:

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  - óxido de ferro III

$\text{PbO}_2$  - óxido de chumbo IV

• **Óxidos dos outros elementos:** utilizar um prefixo que indica o número de átomos de oxigênio e outro prefixo que indica o número de átomos do outro elemento na fórmula. Não se usa mono para o segundo prefixo.



Exemplos:

$\text{CO}_2$  – dióxido de carbono

$\text{CO}$  – monóxido de carbono

$\text{SO}_2$  – dióxido de enxofre

$\text{SO}_3$  – trióxido de enxofre

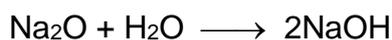
## Classificação dos óxidos

### • Óxidos básicos

São óxidos de caráter iônico que geralmente tem metais com Nox igual a +1 ou +2 e o oxigênio tem Nox igual a -2. Recebem esta classificação por reagirem com água produzindo bases. Além disso, reagem com ácidos formando sal e água.

Exemplos: Na<sub>2</sub>O, CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O.

- Óxido básico reagindo com água



- Óxido básico reagindo com ácido

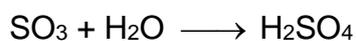
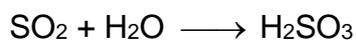
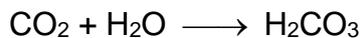


### • Óxidos ácidos ou anidridos

São óxidos formados geralmente por ametais, mas também há casos de óxidos ácidos formados por metais de Nox = +5, +6 ou +7. Nesses óxidos, o oxigênio tem Nox igual a -2. Eles são obtidos a partir da desidratação (retirada de água) de ácidos e por isso também são chamados de anidridos. Assim, ao reagirem com água dão origem a ácidos e quando reagem com bases formam sal e água.

Exemplos: SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CrO<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

- Óxido ácido reagindo com água



- Óxido ácido reagindo com base



## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Nomenclatura específica de óxidos ácidos

Os óxidos ácidos também possuem outra regra de nomenclatura que leva em consideração o fato de formarem ácidos ao reagirem com água.

**Anidrido + nome do ácido que ele origina**

Exemplos:

Óxido	Ácido formado	Nomenclatura
SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – ácido <b>sulfúrico</b>	anidrido <b>sulfúrico</b>
SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> – ácido <b>sulfuroso</b>	anidrido <b>sulfuroso</b>
CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – ácido <b>carbônico</b>	anidrido <b>carbônico</b>

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

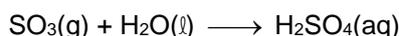
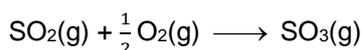
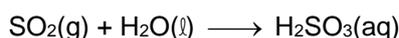
### Chuva ácida

A chuva ácida é provocada por óxidos gerados na queima de combustíveis fósseis em indústrias e automóveis, fundamentalmente.

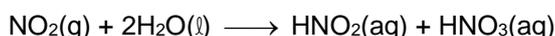
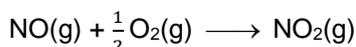
Os óxidos que dão origem a chuva ácida são, principalmente, os óxidos de enxofre ( $\text{SO}_3$  – trióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$  – dióxido de enxofre) e de nitrogênio ( $\text{NO}$  – monóxido de nitrogênio e  $\text{NO}_2$ -dióxido de nitrogênio).

O dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) é produzido naturalmente nas erupções vulcânicas e na decomposição de vegetais e animais, porém a queima de carvão mineral e de derivados do petróleo libera grande quantidade desse gás para o ar. A sua reação com o gás oxigênio do ar produz trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ).

Os óxidos de enxofre formam ácido sulfuroso e sulfúrico, como mostram as equações a seguir:



Os óxidos de nitrogênio formam ácido nitroso e nítrico, como se pode verificar nas equações:



A dissolução destes ácidos formados em água dá origem ao que chamamos de chuva ácida, esta, deverá ter pH abaixo de 5,6. Mas se o pH neutro seria de 7,0, por que apenas as chuvas com pH abaixo de 5,6 são consideradas ácidas?

Isto ocorre porque a chuva é naturalmente ácida devido à presença de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera. O dióxido de carbono reage com a água produzindo o ácido carbônico que é um ácido fraco que em equilíbrio com a água origina um pH de aproximadamente 5,6.

A chuva ácida provoca grande desequilíbrio no meio ambiente destruindo folhas e galhos das árvores, alterando quimicamente as águas de rios e lagos, o que leva a morte de peixes e vegetações, contamina águas subterrâneas. Também está relacionada com o gasto imenso que se tem na conservação de estruturas como prédios e pontes, pois causa grande desgaste, destrói estátuas e monumentos históricos.

### • Óxidos anfóteros

São óxidos que reagem tanto com as bases como com os ácidos, comportando-se ora como óxidos ácidos, ora como óxidos básicos. Em geral, o metal apresenta Nox igual a +3 ou +4 e o oxigênio tem Nox igual a -2.

Exemplos:  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SnO_2$ ,  $PbO_2$ .

Os óxidos  $ZnO$ ,  $SnO$  e  $PbO$  também são anfóteros, apesar de os metais terem Nox = +2.

### • Óxidos neutros

São óxidos que não reagem com água, ácido ou base. São apenas três,  $CO$  (monóxido de carbono),  $NO$  (monóxido de nitrogênio),  $N_2O$  (monóxido de dinitrogênio).

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Monóxido de carbono – um gás tóxico

Apesar do monóxido de carbono ( $CO$ ) ser um óxido neutro, portanto, não reage com água, ácidos ou bases, ele é capaz de interagir com a hemoglobina do sangue o que a impede de transportar gás oxigênio ( $O_2$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) no organismo.

Este óxido é um dos muitos problemas associados ao cigarro, pois ele é produzido na queima do fumo. Além de ser liberado também na combustão de carvão e petróleo. Por isso, não se deve manter motores de carros ligados em locais fechados. Na impossibilidade do gás formado se dissipar pode provocar asfixia e morte.

### • Óxidos duplos ou mistos

São óxidos formados pela combinação de óxidos de metais de mesmo elemento químico. Possuem fórmula do tipo  $M_3O_4$ , em que M é um metal.

Exemplos:  $Fe_3O_4$  (também chamado de magnetita, é o imã natural),  $Pb_3O_4$  (também chamado de zarcão, é utilizado como pintura de fundo).

### • Peróxidos

São óxidos que apresentam o oxigênio com Nox igual a -1 em sua estrutura. Os peróxidos mais comuns são formados por hidrogênio, metais alcalinos e metais alcalino-terrosos. Este tipo específico de óxido reage com água ou ácidos produzindo peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ).

Um peróxido de elemento do grupo 1 tem fórmula do tipo  $X_2O_2$  e o peróxido de elemento do grupo 2 tem fórmula do tipo  $XO_2$ .

Exemplos:  $H_2O_2$ ,  $Na_2O_2$ ,  $K_2O_2$ ,  $BaO_2$ ,  $CaO_2$ .

Os peróxidos possuem uma nomenclatura específica:

**Peróxido de nome do cátion**

Exemplos:

$H_2O_2$  – peróxido de hidrogênio

$Na_2O_2$  – peróxido de sódio

$K_2O_2$  – peróxido de potássio

$CaO_2$  – peróxido de cálcio

## Onde os óxidos são encontrados

- **Óxido de cálcio – CaO**

É misturado a água produzindo hidróxido de cálcio, pode ser utilizado para diminuição de acidez dos solos.

- **Dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>**

Está presente na atmosfera proveniente da respiração das plantas e animais, além da queima de combustíveis fósseis. É muito utilizado como o gás dos refrigerantes.

- **Peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Explode violentamente quando aquecido. Sua solução aquosa é conhecida como água oxigenada. É um poderoso agente bactericida, antisséptico, alvejante e é usado na propulsão de foguetes. Em presença de luz e calor, sofre decomposição produzindo água e gás oxigênio. Esse fenômeno também ocorre quando ele entra em contato com o sangue humano ou com uma batata crua, por exemplo, só que nesses casos, a decomposição é provocada por uma enzima.

- **Monóxido de carbono – CO**

É um gás muito tóxico produzido na queima de combustíveis fósseis, pode provocar morte.

- **Óxido de silício – SiO<sub>2</sub>**

Esta substância é conhecida como sílica, é a principal fonte de areia, pode ser encontrada em diversas formas cristalinas, como quartzo, por exemplo. A principal aplicação é na produção de vidro.

### AMPLIANDO O CONHECIMENTO

#### Efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural que permite a vida no planeta Terra. Os gases, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e o vapor d'água (H<sub>2</sub>O) absorvem e retêm a radiação infravermelha emitida pelo Sol durante o dia, impedindo que esta seja perdida para espaço durante a noite. Tal fenômeno permite uma temperatura média da Terra que favorece a vida. A inexistência do efeito estufa faria com que a temperatura da Terra ficasse em torno de -15 °C, não havendo assim água na forma líquida.

Nos últimos 100 anos o efeito estufa tem sido intensificado aumentando assim a temperatura média do planeta, isto ocorre devido à existência de maior concentração de gases estufa na atmosfera. A liberação destes gases em excesso é decorrente de erupções vulcânicas, decomposição de matéria orgânica, fumaça de incêndios, escapamento de automóveis (queima de combustíveis fósseis), desmatamento seguido de queima de áreas florestais, gases provenientes de processos industriais.

O aquecimento global ocasiona derretimento de calotas polares, o que origina aumento dos níveis de oceanos podendo provocar desaparecimento de cidades inteiras. Tal aquecimento também contribui para o processo de desertificação e proliferação de insetos que poderão ocasionar danos à saúde dos animais.

## Reações químicas

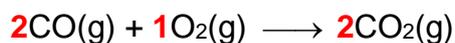
Uma reação química ocorre a partir de um rearranjo de átomos, onde uma ou mais substâncias (**reagentes**) transformam-se em outras diferentes (**produtos**).

As reações químicas são representadas graficamente por **equações químicas**, onde as substâncias participantes são mostradas em uma única linha que é dividida por uma seta que indica transformação. As substâncias antes da seta são os reagentes e as substâncias depois da seta são os produtos.

**Reagentes** → **Produtos**

As equações químicas são uma representação universal, em que as substâncias são descritas a partir de suas fórmulas e a proporção da qual participam da reação é mostrada pelo **coeficiente estequiométrico**.

Exemplo:



A equação química acima representa a reação de combustão do monóxido de carbono (CO) e indica que cada 2 moléculas de monóxido de carbono reagem com 1 molécula de gás oxigênio (O<sub>2</sub>), formando 2 moléculas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Alguns símbolos utilizados nas equações químicas:

- (s) - a substância se encontra no estado sólido
- (l) - a substância se encontra no estado líquido
- (g) - a substância se encontra no estado gasoso
- (aq) - a substância está dissolvida em água

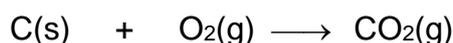
Como já citamos na primeira unidade deste livro, há reações químicas que ocorrem simultaneamente para a direita e para a esquerda. As equações químicas que representam tais reações possuem seta dupla.

### Balanceamento das equações químicas por tentativa

Para que uma equação química esteja balanceada, ela deve possuir o mesmo número de átomos de cada elemento químico nos reagentes e nos produtos.

Em uma reação química ocorre rearranjo de átomos gerando novas substâncias, no entanto, os elementos participantes são os mesmos, devendo estar nos reagentes e nos produtos.

A equação química seguinte representa a reação de combustão do carvão, que é formado basicamente por carbono. Nela pode-se verificar que o número de átomos nos reagentes é exatamente igual ao número de átomos nos produtos:



Reagentes	Produto
Elemento carbono C = 1 átomo	Elemento carbono C = 1 átomo
Elemento oxigênio O = 2 átomos	Elemento oxigênio O = 2 átomos

O número de átomos nos reagentes já é igual ao número de átomos no produto, portanto a reação já está balanceada.

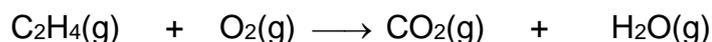
Quando isto não ocorre é necessário modificar os números que aparecem escritos antes de cada substância, estes são chamados de coeficientes

estequiométricos, que devem ser os menores números inteiros possíveis. A seguir, é apresentada uma reação genérica, em que os coeficientes estequiométricos são: **a**, **b**, **c** e **d**.



Quando o coeficiente é igual a 1, não precisa ser escrito.

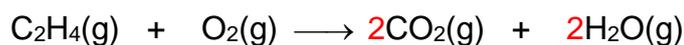
Utilizando o método de tentativas para balancear equações químicas, vamos considerar a reação de combustão do eteno ( $C_2H_4$ ). O eteno é a substância a ser queimada, logo é o combustível, e o gás oxigênio é o comburente, ou seja, alimenta a chama. Para ocorrer uma combustão, devem estar presentes o combustível, o comburente e o calor.



Reagentes	Produtos
Elemento carbono C = 2 átomos	Elemento carbono C = 1 átomos
Elemento hidrogênio H = 4 átomos	Elemento hidrogênio H = 2 átomos
Elemento oxigênio O = 2 átomos	Elemento oxigênio O = 3 átomos

A partir desta reação verifica-se que o número de átomos no início é diferente do número de átomos no final.

Para acertar o número de átomos de carbono e hidrogênio nos reagentes e produtos, pode-se alterar o coeficiente estequiométrico das substâncias do produto da seguinte forma:



Reagentes	Produtos
Elemento carbono C = 2 átomos	Elemento carbono C = 2 átomos
Elemento hidrogênio H = 4 átomos	Elemento hidrogênio H = 4 átomos
Elemento oxigênio O = 2 átomos	Elemento oxigênio O = 6 átomos*

\*O valor foi alterado devido à mudança no coeficiente estequiométrico dos produtos.

Nesta etapa se faz necessário acertar o coeficiente estequiométrico do gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Como os coeficientes dos produtos já foram estabelecidos modifica-se o coeficiente do  $\text{O}_2$  no reagente:



Reagentes	Produtos
Elemento carbono C = 2 átomos	Elemento carbono C = 2 átomos
Elemento hidrogênio H = 4 átomos	Elemento hidrogênio H = 4 átomos
Elemento oxigênio O = 6 átomos	Elemento oxigênio O = 6 átomos*

A equação está balanceada.

Uma boa dica para balancear uma equação química é balancear os elementos segundo a ordem:

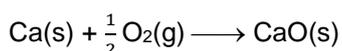
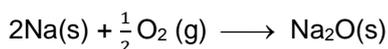
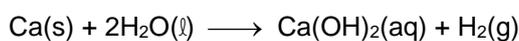
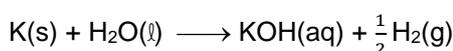
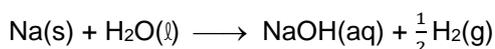
- 1º) metal
- 2º) ametal
- 3º) carbono
- 4º) hidrogênio
- 5º) oxigênio

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

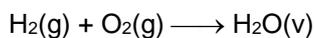
### Reatividade dos metais em água

A família dos metais alcalinos e dos metais alcalinos terrosos são assim nomeadas devido à reação violenta que ocorre entre os metais destas famílias com água e gás oxigênio, resultando em grande liberação de energia. Na reação com água são produzidos gás hidrogênio e bases fortes, enquanto a reação com gás oxigênio origina óxidos básicos.

Exemplos:



O gás hidrogênio produzido é altamente inflamável e sua combustão produz água.



## Classificação das reações inorgânicas

Numa reação inorgânica, as substâncias participantes são inorgânicas.

Tais reações podem ser classificadas em:

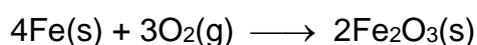
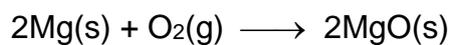
- Reações de síntese ou adição
- Reações de análise ou decomposição
- Reações de simples troca ou deslocamento
- Reações de dupla troca ou permutação

### Reações de síntese ou adição

Apresentam dois ou mais reagentes, mas apenas um produto.



Exemplos:

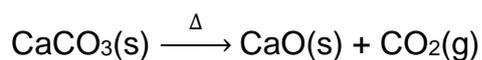
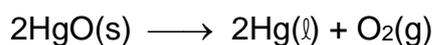


### Reações de decomposição ou análise

Apresentam apenas um reagente e dois ou mais produtos.



Exemplos:



**AMPLIANDO O CONHECIMENTO****Produção de Barrilha**

Barrilha é um nome comercial do carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Este sal possui diversas aplicações, dentre elas, o uso em piscinas para aumentar o pH da água e no branqueamento de papel.

Ele é formado a partir da reação de decomposição do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e nesta reação observa-se a formação de bolhas devido a eliminação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), segundo a equação química a seguir:

**AMPLIANDO O CONHECIMENTO****Produção da amônia**

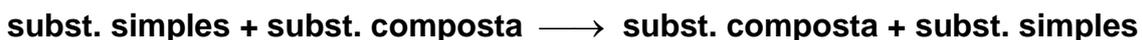
A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é produzida na indústria por um processo denominado síntese de Haber-Bosch, em que o gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e o gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) presentes no ar reagem reversivelmente sob pressão elevada, numa temperatura adequada para não comprometer a velocidade e o rendimento da reação, além de sofrer a influência de catalisadores, ou seja, substâncias que aumentam a velocidade da reação sem serem consumidas na reação.

O desenvolvimento desse processo foi muito importante, pois possibilitou a fixação do gás nitrogênio do ar para a obtenção de amônia, sendo utilizada como matéria-prima para a produção de outras substâncias nitrogenadas. O uso de substâncias nitrogenadas como adubos agrícolas possibilitou o aumento da produção de alimentos, diminuindo o problema da fome.

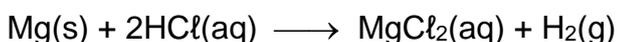
Tais substâncias nitrogenadas produzidas possuem diversas aplicações, como em medicamentos, explosivos, produtos de limpeza, cosméticos etc.

## Reações de simples troca ou deslocamento

São reações em que uma substância simples reage com uma substância composta originando outra substância composta e uma nova substância simples.



Exemplo:

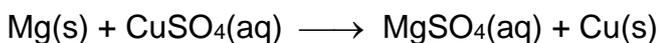


Existem dois tipos diferentes de reações de simples troca:

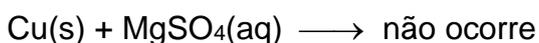
- **Primeiro tipo:** a substância simples é formada por um metal.

Para que a reação ocorra, o metal deve ser capaz (ser mais reativo) de deslocar o primeiro elemento da substância composta.

Como exemplo, a reação entre magnésio metálico e sulfato de cobre II ocorre porque o magnésio é mais reativo que o cobre:



Já a reação entre o cobre metálico e o sulfato de magnésio não ocorre, porque o cobre não é capaz de deslocar o magnésio:



A série de reatividade dos metais, incluindo o hidrogênio que participa desse tipo de reação, é a seguinte:



- **Segundo tipo:** a substância simples é formada por um não metal.

Para que a reação ocorra, o não metal deve ser capaz (ser mais reativo) de deslocar o segundo elemento da substância composta.

Exemplo:

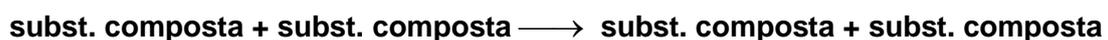


A série de reatividade dos ametais é a seguinte:



### Reações de dupla troca

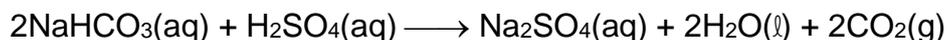
São reações em que duas substâncias compostas reagem originando outras duas substâncias compostas.



Exemplo:



Como o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) produzido é uma substância instável, ela se decompõe em água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ):



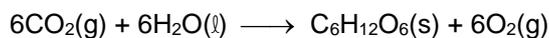
Esta reação pode ocorrer num extintor de incêndio de espuma, onde há um recipiente contendo bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e outro com ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Durante o funcionamento do extintor ocorre o contato entre as duas substâncias e a conseqüente reação entre elas. O gás carbônico produzido é expelido junto com a solução de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) formando uma espuma que dificulta o contato entre o material em chamas e o gás oxigênio do ar. Isso faz com que o fogo se apague.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Fotossíntese

A fotossíntese ocorre nos vegetais clorofilados, que sintetizam o seu próprio alimento. As plantas absorvem luz do sol através da clorofila (substância responsável pela coloração verde), a água é retirada do solo e o dióxido de carbono do ar. Assim, eles reagem entre si, produzindo glicose, alimento necessário para sobrevivência e crescimento das plantas.

O processo químico que ocorre na fotossíntese é representado pela equação química:



A fotossíntese produz uma purificação do ar, já que retira dióxido de carbono da atmosfera (produzido pela nossa respiração, pela queima de combustíveis fósseis) e libera gás oxigênio.

A partir da combustão (reação com gás oxigênio) da glicose, ocorre liberação de energia dos vegetais, como mostra a reação abaixo:

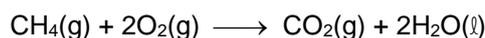


**AMPLIANDO O CONHECIMENTO****Combustão de substâncias orgânicas**

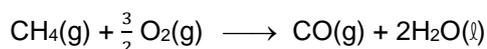
A combustão (queima) de substâncias orgânicas pode ser total, gerando o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), ou parcial, gerando monóxido de carbono (CO) ou fuligem contendo carbono (C). A combustão total ou parcial ocorre em presença de gás oxigênio (O<sub>2</sub>). Se o combustível a ser queimado tiver a presença do elemento hidrogênio na sua composição, irá ocorrer também a formação da água (H<sub>2</sub>O) como produto.

Os hidrocarbonetos são substâncias orgânicas que possuem apenas carbono e hidrogênio em sua composição e o gás metano (CH<sub>4</sub>) é um exemplo deste grupo de substâncias que sofrem combustão.

Na combustão completa ou total do metano, são formados gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água, segundo a equação química:



A combustão parcial ou incompleta do metano pode produzir monóxido de carbono (CO) ou fuligem (C) segundo as equações químicas:



O que conduz à formação de diferentes produtos é a quantidade de gás oxigênio, ou seja, quanto menor a quantidade de gás oxigênio disponível, maior é a tendência de a combustão ser incompleta. Por isso, não se deve instalar aquecedores a gás dentro do banheiro e sim em área externa, para garantir a ventilação e evitar, com isso, a produção do monóxido de carbono (CO) que é um gás que, quando inalado em grandes quantidades, pode levar a óbito.

**AMPLIANDO O CONHECIMENTO****Obtenção do etanol a partir do açúcar**

O etanol ou álcool etílico é um tipo de álcool utilizado como combustível e está presente em bebidas alcoólicas. Ele é uma substância orgânica que pode ser obtida a partir da fermentação do açúcar. Ao caldo da cana de açúcar são adicionados microrganismos (leveduras) que promovem a quebra das moléculas de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), transformando-as em glicose e frutose ( $C_6H_{12}O_6$ ), que são fermentadas produzindo etanol e gás carbônico, segundo a equação química:



Como resultado da fermentação, tem-se um vinho contendo leveduras, açúcar não fermentado e etanol. Para separar o etanol da mistura, faz-se a destilação, obtendo-se o etanol hidratado, e a posterior desidratação (retirada de água), obtendo-se o etanol anidro.

**QUESTÕES DAS OLIMPÍADAS – UNIDADE 3**

Questões e imagens obtidas das provas disponibilizadas no site da OBQJr:  
<http://www.obquimica.org/olimpiadas/junior>

1. (OBQJr 2015 – 1ª fase) É difícil de estimar a importância da tabela periódica. Uma das suas principais qualidades é a de prever a propriedade dos elementos químicos e dos compostos que vão se formar por suas combinações. Tal previsibilidade é o reflexo dos elementos estarem agrupados na tabela não só pela ordem crescente de seus números atômicos, mas também em função de sua \_\_\_\_\_ I \_\_\_\_\_. Esta, por sua vez, está no fundamento das \_\_\_\_\_ II \_\_\_\_\_.

Ourides Santin Filho

Fonte: <http://www.clickciencia.ufscar.br/portal/edicao24/>

O texto é completado de forma correta quando I e II correspondem, respectivamente, à

- A) densidade e cores das substâncias.
- B) distribuição eletrônica e ligações químicas.
- C) dureza e solubilidades dos compostos.
- D) ocorrência e propriedades macroscópicas.

2. (OBQJr 2013 – 2ª fase) Uma versão eletrônica para a tabela periódica traz diferentes informações sobre um determinado elemento químico. Conforme mostrado abaixo, ela possibilita a obtenção de dados sobre: o número atômico, a massa atômica, a configuração eletrônica, uma fonte natural e aplicações.



Fonte: [http://abiquim.org.br/tabelaperiodica/tabela\\_est.asp](http://abiquim.org.br/tabelaperiodica/tabela_est.asp) (Baseado em material do Prof. Dr. Sérgio Melo para as Olimpíadas de Química)

A partir das informações apresentadas, é CORRETO afirmar que:

- A) apenas o **O** e o **Br** ocorrem na natureza.  
 B) todos são de um mesmo período da tabela periódica.  
 C) o **K** e o **Br** formam um composto iônico.  
 D) dois deles são de um mesmo grupo da tabela periódica.

3. (OBQJr 2022 – 1ª fase) Analise a charge abaixo



Fonte: <http://www.arionaurocartuns.com.br/>

O tipo de poluição retratada provoca a diminuição da concentração de moléculas de uma substância

- A) sólida, iônica e diatômica.  
 B) sólida, composta e tri-atômica.  
 C) gasosa, composta e tri-atômica.  
 D) gasosa, simples e diatômica.

4. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Átomos de sódio ( $Z=11$ ;  $[\text{Ne}] 3s^1$ ), potássio ( $Z = 19$ ;  $[\text{Ar}] 4s^1$ ) e rubídio ( $Z=37$ ;  $[\text{Kr}] 5s^1$ ) reagem explosivamente quando entram em contato com a água. Além disso, eles combinam-se com o cloro e com o oxigênio formando, respectivamente, substâncias de fórmulas  $\text{ECl}$  e  $\text{E}_2\text{O}$  (onde “E” representa o elemento). Por sua vez, átomos de magnésio ( $Z= 12$ ;  $[\text{Ne}] 3s^2$ ), cálcio ( $Z=20$ ;  $[\text{Ar}] 4s^2$ ) e estrôncio ( $z= 38$ ;  $[\text{Kr}] 5s^2$ ) também reagem com água, mas não tão violentamente quanto esses outros elementos, e também se combinam com o cloro ( $Z=17$ ;  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ ) e com o oxigênio ( $Z=8$ ;  $1s^2 2s^2 2p^4$ ), porém, formando substâncias de fórmulas  $\text{ECl}_2$  e  $\text{EO}$ , respectivamente.

De acordo com os dados apresentados e com as características da atual tabela dos elementos químicos, é correto afirmar que

- A) as substâncias compostas exemplificadas são sólidos covalentes.
- B) o magnésio e o cloro são elementos constituídos pelo neônio (Ne).
- C) o sódio, o potássio e o rubídio pertencem ao mesmo grupo da tabela periódica.
- D) os elementos metálicos citados no texto são do mesmo período da tabela periódica.

5. (OBQJr 2022 – 1ª fase) Analise a charge abaixo.



Fonte: <http://www.arionaurocartuns.com.br/>

O tipo de poluição retratada provoca a diminuição da concentração de moléculas de uma substância

- A) sólida, iônica e diatômica.
- B) sólida, composta e tri-atômica.
- C) gasosa, composta e tri-atômica.
- D) gasosa, simples e diatômica.

6. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Algumas informações sobre dois elementos químicos são apresentadas a seguir:



Fonte: <http://www.abiquim.org.br/voce-e-a-quimica/tabela-periodica>

Considerando os dados apresentados, é **correto** afirmar que o cálcio e o cloro:

- A) formam ligações covalentes
- B) são do mesmo período da tabela periódica.
- C) formam uma substância iônica, o  $\text{CaCl}_2$ .
- D) pertencem à mesma família da tabela periódica.

7. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Um pedaço de enxofre ( $\text{S}_8$ ) foi comprado em um armazém e colocado dentro de uma cisterna. Essa cisterna é abastecida com água fornecida pela companhia de águas e esgoto do município. Depois de ser

transferido para a cisterna, esse material pôde ser observado dentro do reservatório por vários meses.

São feitas três afirmativas referentes à situação acima descrita.

I – O pedaço de enxofre é constituído por uma substância covalente, por isso não se dissolveu.

II – O material comprado no armazém é uma substância simples, ainda que pudesse conter algumas impurezas, e se dissolve lentamente na água da cisterna.

III – O sistema existente dentro da cisterna, após um mês da transferência do enxofre, é considerado uma mistura homogênea.

Está correto o que se afirma em

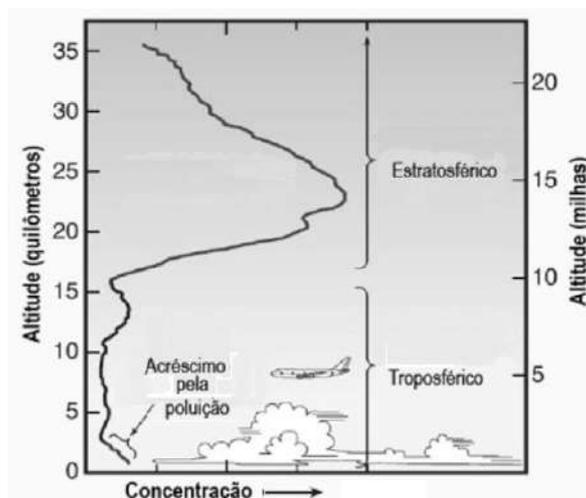
- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III.
- D) II e III.

8. (OBQJr 2012 – 2ª fase) Em temperatura ambiente e pressão atmosférica normal (uma atmosfera), o hidrogênio ( $H_2$ ) se encontra em estado gasoso, mas caso seja resfriado se liquefaz. Em pressão atmosférica, isso ocorre a  $-253\text{ }^\circ\text{C}$ . Sabendo-se que o hidrogênio tem  $Z=1$ , é **CORRETO** afirmar que

- A) a ligação covalente de cada molécula de  $H_2$  é rompida quando essa substância muda de estado líquido para gasoso.
- B) as ligações covalentes das moléculas de hidrogênio são fracas porque essa substância apresenta baixo ponto de ebulição.
- C) as ligações covalentes do  $H_2$  envolvem uma transferência total de elétrons, fazendo que esse gás tenha uma temperatura de ebulição muito baixa.

D) a ligação covalente de cada molécula de  $H_2$  apresenta um compartilhamento de dois elétrons entre os dois átomos de hidrogênio e assim se mantém quando a substância é liquefeita.

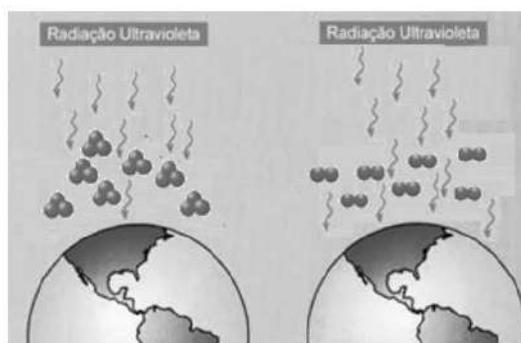
9. (OBQJr 2018 – 2ª fase) Qual o título adequado para o gráfico mostrado abaixo?



Fonte: <http://www.risco.com.br/NL/ED/FEV2010.htm>

- A) Metano na atmosfera
- B) Oxigênio atmosférico
- C) Ozônio na atmosfera
- D) Vapor de água atmosférico

10. (OBQJr 2017 – 1ª fase) Analise a imagem abaixo.



Adaptado de: <http://ecologia.ib.usp.br/lepac/>

O contexto da figura destaca

- A) os malefícios causados pelo oxigênio do ar.
- B) o risco de destruição do oxigênio atmosférico.
- C) as ligações químicas de isótopos atmosféricos.
- D) a absorção de parte da radiação UV pelo ozônio.

11. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Analise a charge abaixo.



Fonte: <http://chc.org.br/>

Uma substância diretamente relacionada ao contexto dessa imagem é o

- A) cloro ( $\text{Cl}_2$ ).
- B) plutônio.
- C) cloreto de sódio.
- D) ozônio.

12. (OBQJr 2022 – 2ª fase) No processo indicado abaixo, o produto utilizado como removedor de esmalte possui algumas características químicas.



Fonte: <https://beautyinsider.sg/nail-polish-remover/>

Uma das características para que o produto possa ser usado para essa aplicação é que os seus constituintes químicos possuam ligações

- A) covalentes.
- B) iônicas.
- C) metálicas.
- D) iônicas e metálicas.

13. (OBQJr 2013 – 2ª fase) As medições realizadas na atmosfera de Marte pelo robô Curiosity não encontraram vestígios de um determinado gás, que é considerado um potencial indício de vida na Terra. Essa substância composta é gasosa a 25 °C e possui moléculas formadas apenas por ligações covalentes. Em nosso planeta, ela é produzida por uma variedade de seres, de micróbios a animais de grande porte.

Adaptado de <http://noticias.uol.com.br/ciencia/album/2013/01/10/imagens-e-noticias-sobre-o-espaco-2013.htm?abrefoto=240>

A substância investigada pelo robô na atmosfera de Marte era o

- A) cloreto de sódio (NaCl).
- B) etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH).
- C) metano (CH<sub>4</sub>).
- D) oxigênio (O<sub>2</sub>).

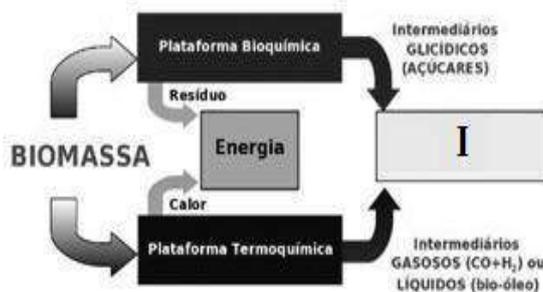
14. (OBQJr 2015 – 1ª fase) Um material produzido a partir de matéria orgânica, na ausência de oxigênio, tem a seguinte composição química média:

Gás (Fórmula química)	Teor em volume (%)
CH <sub>4</sub>	55 - 75
CO <sub>2</sub>	25 - 45
N <sub>2</sub>	0 - 3
H <sub>2</sub>	0 - 2
O <sub>2</sub>	0 - 0,1
H <sub>2</sub> S	0 - 1

Essas especificações são correspondentes ao

- A) ar comprimido.
- B) biogás.
- C) gás de cozinha.
- D) gás para balões de festas.

15. (OBQJr 2015 – 2ª fase) Analise a imagem abaixo.



Fonte: <http://www.ladebio.org.br/>

Esse tipo de processo está voltado a gerar produtos (I) como

- A) biocombustíveis.
- B) gás natural.
- C) material radioativo.
- D) querosene.

(OBQJr 2019 – 1ª fase) **O texto abaixo será usado nas questões 16 e 17.**

O metano é um dos gases causadores naturais do efeito estufa, junto com o vapor d'água, o gás carbônico, o óxido nitroso e o ozônio concentrado na camada troposférica. Ele tem origem natural, mas a atividade agropecuária tem sido a principal responsável pelo aumento das suas emissões na atmosfera.

<https://www.pensamentoverde.com.br/> (Adaptado)

**16.** Qual é a substância destacada no texto?

- A) CH<sub>4</sub>
- B) CO<sub>2</sub>
- C) N<sub>2</sub>O
- D) O<sub>3</sub>

**17.** São fatores associados ao aumento da emissão de metano na atividade humana citada no texto, exceto a(o):

- A) queima dos resíduos de plantações.
- B) cultivo do arroz irrigado por inundação.
- C) gases e esterco produzidos pelos rebanhos.
- D) exploração do gás natural na camada de pré-sal.

18. (OBQJr 2013 – 2ª fase) Um vídeo postado na *Internet* mostra um jeito bem legal, baseado em uma técnica usada para investigar crimes, para se identificar impressões digitais. Nesse vídeo, inicialmente, uma pessoa aperta a ponta do dedo polegar contra um pedaço de papel. Depois, o papel é preso em um pregador de roupas e transferido para dentro de um erlenmeyer. O interior da vidraria contém um vapor de coloração púrpura, formado com o aquecimento de alguns cristais de  $I_2$ . Ao ter contato com esse vapor, a digital, a marca deixada pela ponta do dedo aparece, ou seja, é revelada. A explicação: as moléculas presentes no vapor se ligam às moléculas de gordura, liberadas pelas pontas dos dedos, produzindo substâncias coloridas, que podem ser visualizadas facilmente.

Adaptado de <http://www.manualdomundo.com.br/2013/07/como-tirar-impressao-digital-em-casa/>



A revelação da impressão digital apresentada nesse vídeo envolve um exemplo de:

- A) um processo baseado em fenômenos químicos, apenas.
- B) um processo baseado em fenômenos biológicos, apenas.
- C) ebulição de um elemento químico, existente na forma de cristais.
- D) sublimação de uma substância, que possui ligação covalente em sua molécula.

**19.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) Determinada substância aumenta a sua densidade com o aumento da temperatura, na variação entre 0°C e 4°C. Além disso, ela é menos densa na fase sólida que na fase líquida. Essas propriedades resultam da formação de ligações de hidrogênio entre as suas moléculas.

Que fenômeno se relaciona as características dessa substância?

- A) O enferrujamento de cascos de navios
- B) O congelamento da superfície de um lago
- C) A formação de petróleo no fundo do oceano
- D) A liquefação do gás nitrogênio na atmosfera

**20.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) A inseminação artificial (IA) é um dos grandes aliados para a promoção do melhoramento genético dos rebanhos. Os sêmens usados na IA normalmente são congelados em uma substância diatômica e apolar, líquida a -196 °C, e são armazenados em botijões criogênicos. O sêmen dos animais é congelado em qual líquido?

- A) CO
- B) CO<sub>2</sub>
- C) N<sub>2</sub>
- D) NO<sub>2</sub>

**21.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) Vamos imaginar que os átomos são as peças de um brinquedo para montar, e as ligações são os encaixes que mantêm essas peças juntas para formar algo maior. As ligações químicas são um tema de extrema importância na área da química e seu estudo é até hoje uma descoberta que a cada dia nos surpreende mais e mais.

A partir das alternativas apresentadas abaixo, assinale a que apresenta compostos químicos que possuam, respectivamente, ligação covalente polar, ligação covalente apolar e ligação iônica.

- A)  $H_2$ ,  $HCl$  e  $NaCl$
- B)  $O_2$ ,  $MgBr_2$  e  $H_2S$
- C)  $HI$ ,  $Br_2$  e  $NaI$
- D)  $Na_2O$ ,  $I_2$  e  $IBr$

22. (OBQJr 2023 – 2ª fase) Observe a charge apresentada abaixo.



Fonte: <http://cienciascefet.blogspot.com/2012/04/ligacoes-quimica.html>

O “comportamento” das personagens da ilustração se refere à ideia de possibilidade de formação de:

- A) ligações de hidrogênio.
- B) ligações metálicas.
- C) dipolos permanentes.
- D) ligações iônicas.

23. (OBQJr 2023 – 1ª fase) Com base nos seus conhecimentos sobre ligações químicas e Tabela Periódica, analise o tipo de ligação existente nas substâncias:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{KCl}$ , e assinale a alternativa que as relacionam em ordem crescente de seu respectivo ponto de fusão:

- A)  $\text{Cl}_2 < \text{H}_2\text{O} < \text{HCl} < \text{KCl}$
- B)  $\text{Cl}_2 < \text{HCl} < \text{H}_2\text{O} < \text{KCl}$
- C)  $\text{KCl} < \text{H}_2\text{O} < \text{HCl} < \text{Cl}_2$
- D)  $\text{KCl} < \text{Cl}_2 < \text{H}_2\text{O} < \text{HCl}$

24. (OBQ Jr - 2020 – 1ª fase) Leia o poema apresentado abaixo.

**Afinidade**  
Como água e óleo  
Nós não nos misturamos.  
Minha polaridade  
É o oposto da sua.  
Por mais que eu tente  
Meu par de elétrons  
Não se encaixa na sua estrutura,  
Mesmo você sendo tão eletronegativa.  
E não adianta tentar

Fonte: [hjp://www.quimica.ufc.br/?q=node/126](http://www.quimica.ufc.br/?q=node/126) (Acessado em 2/8/2020).

Quais termos poderiam substituir os componentes citados no primeiro verso e continuar dando o mesmo sentido ao texto?

- A) Gasolina e etanol
- B) Gasolina e querosene
- C) Vinagre e querosene
- D) Vinagre e etanol

**25.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) O carbono é um elemento que forma três espécies químicas simples diferentes:  $C_{\text{grafite}}$ ,  $C_{\text{diamante}}$  e  $C_{60}$ . Essas substâncias são:

- A) isótopos
- B) alótropos
- C) isômeros
- D) isóbaros

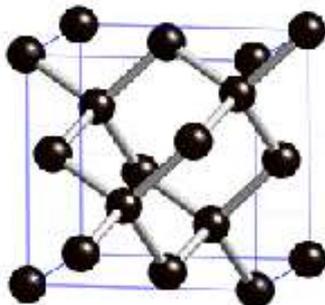
**26.** (OBQJr 2015 – 1ª fase) Qual é o mineral composto apenas por carbono e que possui dureza 10 na Escala de Mohs?

- A) Bauxita.
- B) Diamante.
- C) Gipsita.
- D) Quartzo.

**27.** (OBQJr 2012 – 2ª fase) Uma forma de se testar a veracidade de uma pedra de diamante é tentando riscá-la com uma barra de metal contendo um pequeno cristal de diamante verdadeiro fixo na sua ponta. Caso o diamante seja verdadeiro, não será possível observar o aparecimento de um risco sobre o mesmo. Nesse caso, embora possa conter um pequeno teor de impurezas, basicamente, a pedra é constituída por átomos de

- A) Ag.
- B) Au.
- C) C.
- D) Ca.

28. (OBQJr 2021 – 1ª fase) Uma proposta de representação microscópica da estrutura química de determinada substância é apresentada abaixo.

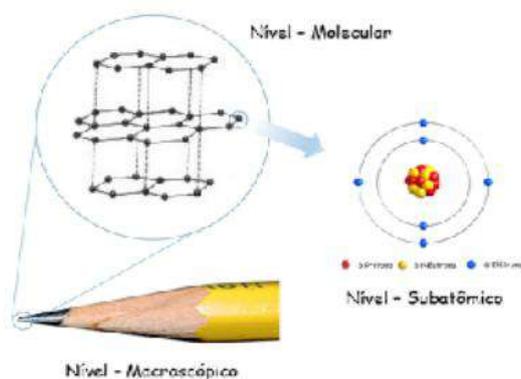


Fonte: <https://blogs.ams.org/visualinsight/files/> (Adaptado)  
[https://blogs.ams.org/visualinsight/files/2016/10/diamond\\_cubic\\_animation.gif](https://blogs.ams.org/visualinsight/files/2016/10/diamond_cubic_animation.gif)

Este modelo corresponde à estrutura de qual substância?

- A) Diamante
- B) Ozônio
- C) Amônia
- D) Vinagre

29. (OBQJr 2020 – 1ª fase) A ilustração abaixo apresenta algumas relações envolvendo átomos de determinado elemento químico.

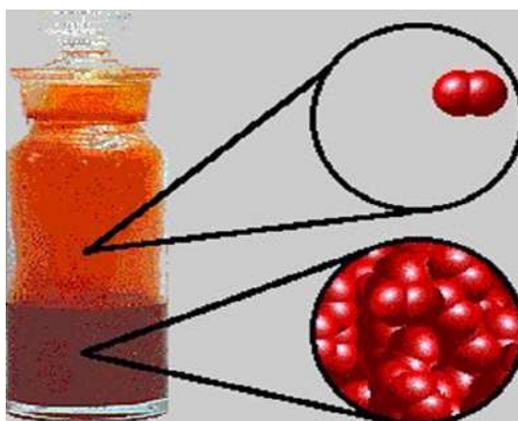


Qual elemento químico é abordado na ilustração?

- A) C
- B) Ca
- C) Cs
- D) Cu

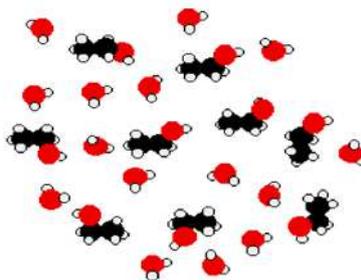
**30.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) Proponha uma explicação para a situação observada no sistema ilustrado abaixo, um frasco contém bromo. Utilize em seus argumentos conceitos associados às temáticas:

substância, ligação química, mudança de estado físico, fenômenos físicos e químicos



Fonte: <https://www.chem.purdue.edu/gchelp/liquids/bromine.gif>

**31.** (OBQJr 2022 – 1ª fase) A interação entre as moléculas de duas substâncias oxigenadas é indicada na imagem a seguir. Cada uma das esferas presentes nas moléculas representam um tipo de elemento químico.



Fonte: <https://www.chemguide.co.uk/organicprops/alcohols/background.html>

Esse tipo de composição química se faz presente em que tipo de solução?

- A) Vinagre
- B) Óleo de cozinha
- C) Etanol hidratado
- D) Detergente lava-louças

**32.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) Em um dos episódios, o Mister Maker (CBeebies, 2007) realizou uma pintura “mágica” feita com giz de cera e tinta à base de água. Ele colocou moldes plásticos sobre uma folha de papel branco e riscou as suas respectivas áreas internas com giz branco. Em seguida, com um pincel, pintou toda a folha com uma tinta azul, conforme é ilustrado abaixo.



Adaptado de: <https://youtu.be/eHugcqFJFJE>



<https://youtu.be/eHugcqFJFJE>

Baseado em qual fenômeno químico foi possível criar essa pintura?

- A) Na não miscibilidade dos constituintes do giz de cera, hidrofóbico, e da tinta, hidrofílica.
- B) Na sobreposição dos componentes do giz de cera, hidrofílico, e da tinta, hidrofóbica.
- C) No contraste entre as cores branca e azul, do giz e da tinta, respectivamente.
- D) Na separação de fases de compostos de mesma polaridade, do sistema giz e tinta.

**33.** (OBQJr 2022 – 1ª fase) O fenômeno observado na imagem mostrada a seguir ocorre após duas substâncias serem misturadas, sob aquecimento.



Fonte: <https://i.gifer.com/9HRS.gif>

Indique quais são essas substâncias, sabendo que uma delas é metálica e a outra é um sólido covalente.

- A)  $\text{Br}_2$  e C.
- B) Al e HCl.
- C) Na e  $\text{I}_2$ .
- D) Zn e  $\text{CH}_4$ .

**34.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) A confecção de alguns artefatos requer, como matéria-prima, determinados tipos de elementos químicos que são raros na crosta terrestre. Eles apresentam altas densidades, são maleáveis e dúcteis. Um desses elementos raramente se combina com outros elementos químicos, por isso, ele geralmente é encontrado na natureza no estado nativo.

Qual dos objetos listados abaixo exemplifica um artefato produzido com o elemento químico enfatizado no texto acima?

- A) Anel de ouro
- B) Esfera de ferro
- C) Faca de prata.
- D) Grade de alumínio

**35.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) A moeda de R\$ 1 possui um disco interno formado por uma liga de Cu e Ni e um disco externo composto por alpaca, uma liga metálica de Cu, Ni, Sn e Ag.

Uma moeda de R\$ 1 pode ser considerada como um exemplo de

- A) mistura metálica sólida.
- B) objeto com baixa condutividade elétrica.

C) um tipo de material semelhante ao utilizado na fabricação de pregos para usos comuns.

D) um conjunto de ligas que possui as mesmas propriedades físicas e químicas dos seus elementos químicos constituintes.

**36.** (OBQJr 2014 – 2ª fase) O Wolverine possui garras que saem de sua mão. Assim como todo o seu esqueleto, elas são constituídas por uma liga metálica indestrutível, existente apenas na ficção. Um modelo adequado para representar o tipo de ligação química presente nessas garras pode ser proposto usando



A) várias bolas do mesmo tamanho, e sem cargas.

B) uma bola com carga positiva, sobre a qual circula outra bola, com carga negativa.

C) uma bola grande, com carga positiva, contendo bolinhas pequenas em seu interior, representando os elétrons.

D) várias bolinhas grandes, representando átomos com cargas positivas, rodeadas por bolinhas pequenas, representando elétrons livres.

**37.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) O ferro fundido é composto por ferro, carbono (de 2% a 4%) e silício (de 1% a 3%) e tem sido amplamente utilizado na metalurgia para a produção de muitos artefatos, como: máquinas agrícolas, veículos automobilísticos e tubulações. Ele é fabricado a partir do ferrogusa, o produto imediato da fundição do minério de ferro (misturas de óxidos de ferro, cujas formas primárias são a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) com carvão e

calcário, dentro de um alto forno. O ferro-gusa contém ferro e de 3,5 a 4,5% de carbono, além de outros elementos (silício, manganês, fósforo, enxofre). Após a entrada no alto-forno, o minério de ferro é submetido a grandes temperaturas e elevada quantidade de ar, dando início à queima e, conseqüentemente, à inicialização das reações químicas que acarretarão na redução do minério e sua transformação em ferro gusa.

Fonte: <https://www.encimat.cefetmg.br/2017/12/12/ferro-fundido/> (Adaptado)

Sobre os materiais ferrosos citados no texto, é correto afirmar que

- A) o ferro fundido e o ferro-gusa são ligas metálicas.
- B) o minério de ferro é uma substância composta.
- C) o ferro-gusa é uma substância composta.
- D) o minério de ferro é uma liga metálica.

**38.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) Na Índia, um adolescente injetou mercúrio nas veias, inspirado na gênese de Wolverine, em X-men. O rapaz chegou a um hospital com feridas múltiplas, não cicatrizadas, no antebraço esquerdo. O metal teria sido obtido após a quebra de um termômetro e de um medidor de pressão. Ele admitiu ter se inspirado no longa **X-Men Origens: Wolverine** (2009), cujo personagem principal tem o esqueleto revestido por uma liga de metal indestrutível. Ao mesmo tempo, ele esperava simular o personagem Mercúrio, que nada tem a ver com ligas metálicas — talvez a ideia fosse se apropriar do nome desse e mesclar com a origem do outro, vai saber. Apesar dos danos causados aos vasos sanguíneos, o paciente teve lesões cortadas por cirurgiões e recebeu enxertos de pele na região afetada. Felizmente, deve se recuperar

totalmente do trauma, uma vez que "não desenvolveu sinais clínicos de intoxicação crônica".

Fonte: <https://noticias.r7.com/hora-7/> (Adaptado)

O exemplo relatado no texto reforça a constatação que o mercúrio metálico não deve ser

- A) administrado no corpo humano.
- B) abordado em filmes de ficção científica.
- C) considerado tóxico aos braços humanos.
- D) usado em ligas metálicas.

**39.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) Uma grande indústria de reciclagem resolveu destinar três depósitos grandes (I, II e III) para armazenagem de materiais separados em uma etapa preliminar de catação. Algumas características das substâncias desses materiais a serem depositadas em cada um dos depósitos estão descritas a seguir.

**I** – Substâncias condutoras de eletricidade tanto no estado sólido quanto no líquido.

**II** – Substâncias condutoras de eletricidade no estado líquido, mas não no estado sólido.

**III** – Substâncias com pontos de fusão razoavelmente mais baixos do que as indicadas para os outros contêineres e que não conduzem a corrente elétrica nem no estado sólido nem no líquido.

Considerando tais especificações, em qual(is) desses contêineres devem ser armazenados, respectivamente, componentes à base de ouro retirados de equipamentos de informática e solventes orgânicos, como a acetona?

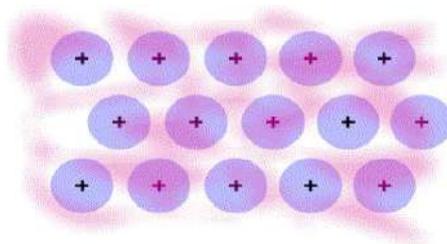
- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III, respectivamente.
- D) II e III, respectivamente.

**40.** (OBQJr 2015 – 2ª fase) Misturas de cobre com estanho, após serem processadas, produzem um material que ao ser trabalhado confere beleza e resistência a diversos tipos de objetos. Por isso, esse material foi utilizado por muito tempo na produção de esculturas, armas, utensílios de cozinha e conexões hidráulicas.

Uma etapa determinante na obtenção desse material é a

- A) destilação.
- B) ebulição.
- C) fusão.
- D) calefação.

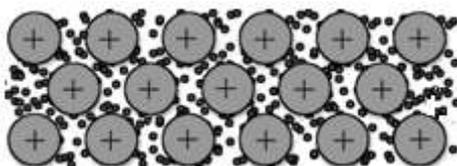
**41.** (OBQJr 2022 – 2ª fase) Que tipo de situação envolve um fenômeno relacionado ao modelo apresentado abaixo?



Fonte: <https://gifer.com/en/FcGD>

- A) Liquefação da água do mar
- B) Vaporização do sal marinho
- C) Passagem de corrente por uma barra metálica
- D) Diminuição de ozônio na estratosfera terrestre

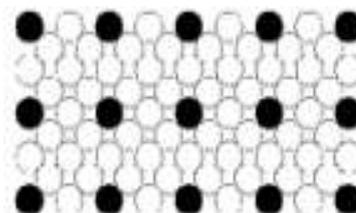
42. (OBQJr 2019 – 1ª fase ) Analise o modelo de ligação química abaixo.



Esse modelo é adequado para se explicar a condutividade elétrica em um(a)

- A) barra de parafina.
- B) colher de madeira.
- C) cubo de gelo.
- D) fio de cobre.

43. (OBQJr 2017 – 1ª fase) A solução química representada ao lado possui dois tipos de elementos químicos. As estruturas atômicas, os tamanhos e as propriedades eletroquímicas desses constituintes são parecidos. Que tipo de mistura corresponde às informações apresentadas?



- A) Água mineral
- B) Gás de cilindros de mergulho
- C) Liga de Fe-Cu
- D) Soro fisiológico

44. (OBQJr 2017 – 1ª fase) Arqueólogos escavavam uma tumba de mais de dois mil anos, na China, quando encontraram uma espada. Ao retirarem a arma de seu invólucro, perceberam que ela estava com a lâmina brilhante. De acordo com um dos arqueólogos, as tumbas desse período eram extremamente lacradas.

Adaptado de: <https://seuhistory.com/microsite/desafio-sob-fogo/>

A conservação do objeto ocorreu, principalmente, por causa da sua

- A) interação com o material da bainha.
- B) composição metálica, rica em ferro.
- C) permanência em uma tumba cheia de  $\text{CO}_2$ .
- D) manutenção em local com baixo teor de  $\text{O}_2$ .

45. (OBQJr 2019 – 2ª fase) Analise a charge abaixo.



<https://www.cartoonmovement.com/cartoon/49597>

Os objetos enfatizados na charge são constituídos prioritariamente por ligações químicas do tipo

- A) covalente.
- B) iônica.
- C) metálica.
- D) Van der Waals.

46. (OBQJr 2020 – 2ª fase) Utilizamos diferentes sentidos em nossas atividades diárias, conforme retratado na cena abaixo, extraída de um filme protagonizado pelo ator Eddie Murphy.



Fonte:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftenorhttps://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftenor.com%2Fsearch%2Fperfumegifs&psig=AOvVaw3Is7gjaAQm9S4gRICkNLwe&ust=1613392620106000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOi7-IWy6e4CFQAAAAAdAAAAABAD>

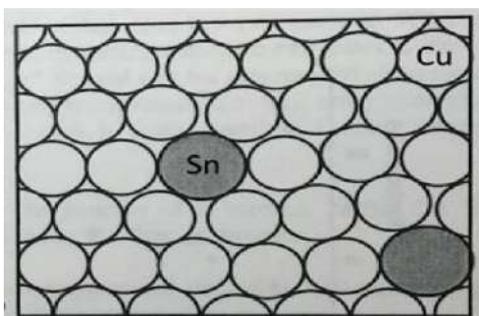
A percepção sensorial destacada nesta animação é causada por interações provocadas por substâncias que contêm ligações químicas predominantemente

- A) covalentes.
- B) iônicas, fortes.
- C) metálicas.
- D) iônicas, fracas.

47. (OBQJr 2023 – 1ª fase) Quando muitos átomos de um mesmo elemento químico, ou elementos da mesma natureza, se juntam, eles compartilham seus elétrons de uma maneira especial. Os elétrons saem de seus átomos e se movem livremente por toda a estrutura. São esses elétrons livres que levam à característica mais marcante desses elementos, a condução da corrente elétrica. A que tipo de ligação se refere o texto e é característico de quais elementos químicos?

- A) Ligação Metálica, característica para os metais e suas ligas.
- B) Ligação Covalente, característica para os não metais.
- C) Ligação Iônica, característica para os íons dos metais.
- D) Ligação de Hidrogênio, característica para a água.

48. (OBQJr 2023 – 2ª fase) Pesquisadores descobriram um impressionante tesouro viking na região de Galloway, localizada na Escócia. Entre os vários objetos notáveis, estavam uma faca, uma peça de madeira, pedras preciosas e uma seda de Istambul. Todos estavam armazenados num recipiente de barro. Um dos objetos citados no texto tinha uma composição química cujo modelo de representação de estrutura submicroscópica corresponde ao indicado na Figura. Qual é esse objeto? Justifique sua resposta.



Fontes: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/10-itens-vikings-reaisimpressionantes-ja-encontrados.phtml> (adaptado).

"Earth, Air, Fire, and Water: Elements of Materials Science," 2nd Edition, by P.R. Howell.

49. (OBQJr 2016 – 1ª fase) Médicos veterinários substituíram parte do bico danificado de uma ave por uma prótese metálica feita por uma impressora 3D. O material usado é leve, forte, tem baixa densidade, apresenta excelente resistência à corrosão e baixa condutividade térmica e elétrica.

Adaptado de: <http://noticias.uol.com.br/album/2016/01/04/bichos-que-foram-noticia.htm?abrefoto=137>

A prótese é feita de

- A) Au.
- B) Fe.
- C) Pb.
- D) Ti.

50. (OBQJr 2017 – 1ª fase) A Federação Internacional de Automobilismo (FIA) estabeleceu que as equipes colocassem peças de titânio no assoalho de

madeira, localizado na parte inferior dos carros. Assim, no choque do carro com o asfalto, em especial nas provas noturnas, o show estaria garantido por causa das centelhas incandescentes.

Adaptado de: <https://esporte.uol.com.br/f1/>

O show nas corridas seria promovido por causa da

- A) reação química entre o Ti e o asfalto.
- B) transformação química do Ti em madeira.
- C) fusão da peça de Ti para gerar outro metal.
- D) ocorrência de um processo físico sobre o Ti.

**51.** (OBQJr 2022 – 1ª fase) O loló, também é chamado de cheirinho ou cheirinho da loló, é uma solução volátil, de fabricação clandestina, constituído por clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ), éter ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ) e essência perfumada, podendo conter outras substâncias capazes de potencializar seus efeitos tóxicos. Ele faz parte do grupo de drogas classificadas como inalantes. Gera sensações de euforia e bem-estar, mas que se encerram rapidamente. Causam efeitos adversos, como fala arrastada, andar vacilante e, em muitos casos, agressividade. Algumas pessoas podem manifestar alucinações, ataques de pânico, e/ou ansiedade aguda; e, em situações mais extremas, convulsões, inconsciência, parada cardíaca, coma e até mesmo morte.

Fonte: [https://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/folhetos/solventes\\_.html](https://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/folhetos/solventes_.html) (Adaptado)

É correto afirmar que o loló é uma droga

- A) constituída por substâncias orgânicas compostas por ligações covalentes, que podem causar sérios danos à saúde.
- B) cujos agentes ativos são substâncias iônicas capazes de levar a um estado de euforia, mas que também podem causar malefícios.
- C) comercializada como uma mistura heterogênea, contendo alguns componentes que são utilizados como solventes.

D) cujos componentes principais são líquidos iônicos que transmitem sensação de bem-estar passageira e podem levar a danos mortais.

52. (OBQJr 2022 – 2ª fase) Muitos filmes e quadrinhos de ficção científica utilizam contextos relacionados à Química, como é o caso da kriptonita, um mineral criado a partir dos restos de Krypton, um planeta também fictício. Geralmente esverdeado e com algum grau de radioatividade, ele representa a maior fraqueza do Super-homem. Um recipiente contendo um meteorito, apresentado no filme Superman – o retorno, de 2006, traz a descrição da composição química da kriptonita: sódio, lítio, boro, silicato, hidróxido e flúor. Com base na informação desse filme, a kriptonita é um(a)

- A) mineral formado por átomos de elementos químicos já conhecidos.
- B) novo elemento químico transurânico.
- C) mistura radioativa contendo um óxido presente apenas em meteoritos
- D) solução sólida metálica contendo elementos listados na tabela periódica.

53. (OBQJr 2016 – 1ª fase) Analise a tirinha abaixo.



Adaptado de: <http://diegomaryo.cdz.com.br/fanzine-sigma-pi-tirinha-de-diego-maryo/>

Espera-se que na segunda situação a lâmpada fique com o brilho

- A) bem mais forte
- B) mais forte

- C) igual
- D) mais fraco

**54.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) O vazamento de uma substância gasosa, incolor e não inflamável provocou mal-estar em pelo menos 70 pessoas, em Cubatão, São Paulo. Esse gás tóxico é usado principalmente na produção de ácido sulfúrico e pode ter outros aproveitamentos.

Adaptado de: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/>

Qual a substância descrita no texto?

- A) Br<sub>2</sub>
- B) CH<sub>4</sub>
- C) H<sub>2</sub>S
- D) Na

**55.** (OBQJr 2022 – 2ª fase) Certos problemas de saúde, como aquela sensação de azia e queimação no estômago, também atingem os pets.



Fonte: <https://gifer.com/en/gifs/stomach-ache>

Nesses casos, assim como acontece com os humanos, os veterinários costumam recomendar um tratamento com um medicamento que possua efeito

- A) antibásico.
- B) antiácido.

C) salino e neutro.

D) alcoólico e neutro.

**56.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) As tatuagens podem ter vários significados, tais como: identificação, comunicação e/ou estética. A técnica utilizada nas *tatoos* permanentes consiste em introduzir na derme, com o auxílio de agulhas, pigmentos que ficam retidos nas células da pele, conforme relacionado a seguir.

Pigmento	Cor
Sais de cádmio	Amarelo ou vermelho
Sais de cromo	Verde
Sais de ferro	Castanho, rosa e amarelo
Sais de cobalto	Azul
Sulfeto de mercúrio	Preto
Carbono (carvão)	Preto
Óxido de titânio	Branco

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/a-quimica-tatuagem.htm>

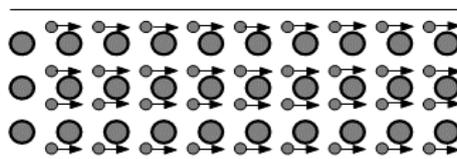
Considerando a possibilidade de uso desses de pigmentos, que tipo de elementos químicos devem constar na *tatoo* abaixo?



Fonte: <https://4.bp.blogspot.com/-CVVMC6XTOIM/>

- A) Elementos de transição
- B) Elementos alcalinos terrosos
- C) Halogênios
- D) Calcogênios

**57.** (OBQJr 2016 – 2ª fase) No esquema abaixo, as esferas maiores representam átomos e as menores elétrons.



Essa imagem ilustra a

- A) estrutura de um sal.
- B) explosão de fogos de artifício.
- C) combustão de uma substância simples.
- D) passagem de corrente elétrica num fio metálico.

**58.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) Discuta sobre as diferenças existentes entre os valores dos pontos de fusão do cloreto de sódio,  $\text{NaCl}$ ,  $801^\circ\text{C}$ , e da sacarose,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ,  $186^\circ\text{C}$ .

**59.** (OBQJr 2018 – 1ª fase) Uma pessoa transferiu uma pequena pedra para um recipiente contendo água. O objeto era constituído por uma substância contendo exclusivamente ligações covalentes. Passados trinta dias o material praticamente não se dissolveu. Qual era o constituinte da pedra?

- A) NaBr
- B) Hg
- C) S<sub>8</sub>
- D) NaOH

**60.** (OBQJr 2015 – 2ª fase) Algumas pessoas utilizam alimentos/produtos alimentícios para retirar o odor de cheiro de peixe das mãos. E funciona! Indique um produto utilizado com essa finalidade e explique por que ele tem essa eficácia.

**61.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) Os sais são frequentemente usados no nosso dia a dia, especialmente na preparação de alimentos. Um exemplo comum é o "sal de cozinha", que é formado por dois elementos químicos específicos. Quais são esses elementos?

Fonte Adaptada: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eeq1.pdf>

- A) Sódio e Cloro
- B) Hidrogênio e Oxigênio
- C) Carbono e Oxigênio
- D) Ferro e Oxigênio

**62.** (OBQJr 2017 – 2ª fase) Determinada substância inorgânica líquida é solúvel em água. A destilação de sua solução aquosa resulta em um azeótropo com uma concentração de 68%. O principal uso dessa mistura se destina à fabricação de nitrato de amônio, usado na pólvora e como fertilizante. Qual é a substância descrita no texto?

- A)  $\text{NaNO}_2$
- B)  $\text{HNO}_3$
- C)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- D)  $\text{CH}_3\text{COOH}$

63. (OBQJr 2017 – 2ª fase) Se determinada área agrícola apresentar um pH muito abaixo da faixa ideal de cultivo é indicado que ao solo seja feita a adição de substâncias para elevar o valor do pH rapidamente. Uma indicação para esse propósito é a adição de

- A) ácido sulfúrico e enxofre
- B)  $\text{NaCl}$
- C) mistura de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  e  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- D)  $\text{H}_2\text{O}$

64. (OBQJr 2013 – 1ª fase) A charge abaixo foi produzida em um momento em que houve denúncias envolvendo a adulteração do leite.



Fonte: <http://www.newsrondonia.com.br/noticias/humor+leite+adulterado+uma+selecao+caustica+de+piadas/32371> (Acesso em 26/05/2013)

De acordo com o contexto da charge, o leite estaria contaminado com uma solução de

- A) cloreto de sódio, NaCl.
- B) glicose.
- C) soda cáustica, NaOH.
- D) sacarose

**65.** (OBQJr 2013 – 1ª fase) A amônia ( $\text{NH}_3$ ) foi citada como possível responsável pelo acidente ocorrido em uma fábrica de fertilizante, no Texas, EUA. Um dos gases mais solúveis em água, a amônia é usada para a produção de nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).  $\text{NH}_3$  não é explosiva, mas pode formar uma mistura explosiva com o ar a certas concentrações (16% a 25% em volume no ar). Do mesmo modo, pode formar uma mistura explosiva em contato com outras substâncias, como o flúor ( $\text{F}_2$ ) e o mercúrio (Hg).

Adaptado de: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/04/entenda-os-perigos-ligados-ao-fertilizante-nitrato-de-amonio.html>

A substância iônica citada no texto é

- A) o fertilizante produzido.
- B) a que solubiliza a amônia.
- C) o composto responsável pelo acidente na fábrica.
- D) uma das substâncias que pode formar uma mistura explosiva com a amônia.

**66.** (OBQJr 2014 – 1ª fase) A eclampsia é um tipo de complicação que produz convulsões em mulheres grávidas. Ela é a principal causa de mortalidade materna em todo mundo. A prevenção e o tratamento das convulsões na eclampsia são realizados com o uso de uma substância composta, iônica e inorgânica, que está indicada em uma das alternativas abaixo, assinale-a.

- A) Ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ )
- B) Cloro ( $\text{Cl}_2$ )
- C) Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )
- D) Sulfato de magnésio ( $\text{MgSO}_4$ )

**67.** (OBQJr 2014 – 2ª fase) A sinusite é a inflamação das mucosas dos seios da face, região do crânio formada por cavidades ósseas ao redor do nariz, maçãs do rosto e olhos. Esse problema está relacionado ao impedimento da drenagem da secreção mucosa dos seios da face. Por isso, para combater a sinusite, o mais importante é diluir essa secreção, para eliminá-la mais facilmente. Inalações com solução salina produzem esse efeito.

<http://drauziovarella.com.br/letras/s/sinusite/> (Adaptado)

Uma mistura indicada para o tratamento do tipo de inflamação citada no texto é constituída por

- A)  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NaCl}$ .
- B) etanol e açúcar.
- C)  $\text{H}_2\text{O}$  e açúcar.
- D) etanol e  $\text{NaCl}$ .

68. (OBQ Jr - 2020 – 1ª fase) O rótulo de um produto comercializado em um supermercado apresentava a seguinte informação:

Composição química	mg/L
Bicarbonato	95,49
Silício	18,72
Cálcio	18,68
Sódio	6,77
Magnésio	4,71
Nitrato	1,54
Potássio	0,57
Sulfato	0,36
Fluoreto	0,09

Essas características são passíveis de serem encontradas em que tipo de produto?

- A) Água mineral
- B) Soro fisiológico
- C) Gás liquefeito de petróleo (GLP)
- D) Álcool em gel

69. (OBQJr 2014 – 2ª fase) A análise da composição química de quatro amostras de chuvas, coletadas em diferentes cidades brasileiras, é mostrada na tabela abaixo. As cidades se localizavam em diferentes distâncias do mar.

Espécie química	Amostra (mg/L)			
	Cidade I	Cidade II	Cidade III	Cidade IV
Ca <sup>2+</sup>	1,43	1,18	1,80	1,91
Mg <sup>2+</sup>	1,79	0,40	0,37	0,22
K <sup>+</sup>	0,78	0,37	0,26	0,36
Na <sup>+</sup>	18,45	2,36	0,36	0,16
NH <sub>3</sub>	0,39	0,79	0,70	0,38
Cl <sup>-</sup>	37,60	4,52	0,88	0,28
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,64	0,59	1,73	1,28

Qual dessas cidades se localiza mais próximo do mar?

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.

70. (OBQJr - 2020 – 2ª fase) O esquema abaixo ilustra um processo para a produção de determinado refrigerante.



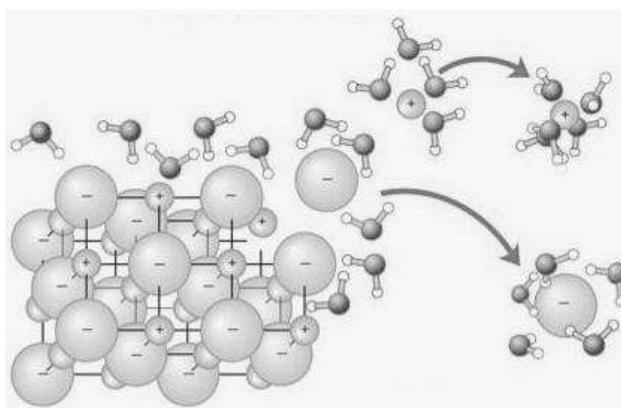
Fonte: JERONIMO, Kamila Ribeiro. Avaliação da estabilidade e aceitabilidade do refrigerante de guaraná. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba. 2014. 30p.

Considerando as características desse processo, essa é uma bebida

- A) ácida.
- B) básica.
- C) salina.
- D) alcoólica.

71. (OBQJr 2018 – 2ª fase) Utilizando modelos ilustrativos, explique o processo de dissolução de um sal em água até ocorrer a formação de uma solução saturada.

72. (OBQJr 2015 – 1ª fase) Analise a imagem mostrada abaixo.

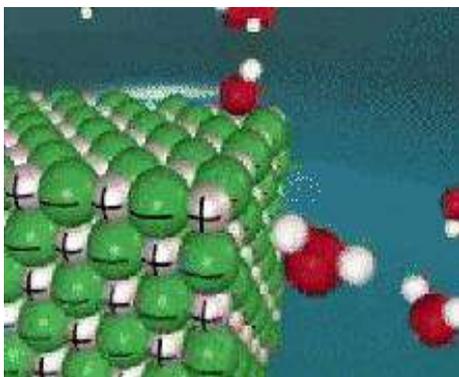


<http://bioquimicaufal.blogspot.com.br/>

Ela ilustra o início da dissolução de

- A) vinagre em água.
- B) açúcar em etanol.
- C) um sal na água.
- D) uma moeda em um ácido.

73. (OBQJr 2020 – 1ª fase) Analise a ilustração abaixo.



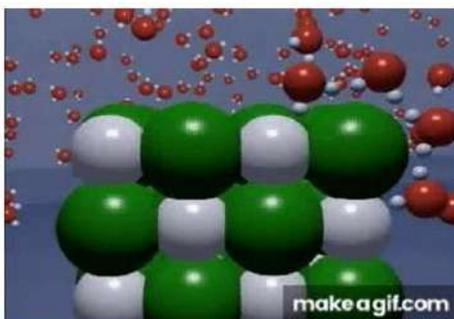
Fonte: <https://thumbs.gfycat.com/GrossYellowHog-mobile.mp4> (Acessado em 2/8/2020)

(Gif animado)

Ela retrata um modelo proposto para explicar um tipo de fenômeno que pode ser observado, por exemplo, em um copo ao se:

- A) dissolver o vinagre em óleo vegetal.
- B) dissolver o sal de cozinha em água.
- C) diluir o etanol em água mineral.
- D) diluir óleo vegetal em água.

74. (OBQJr 2022 – 1ª fase) A animação a seguir mostra a interação entre duas substâncias diferentes.

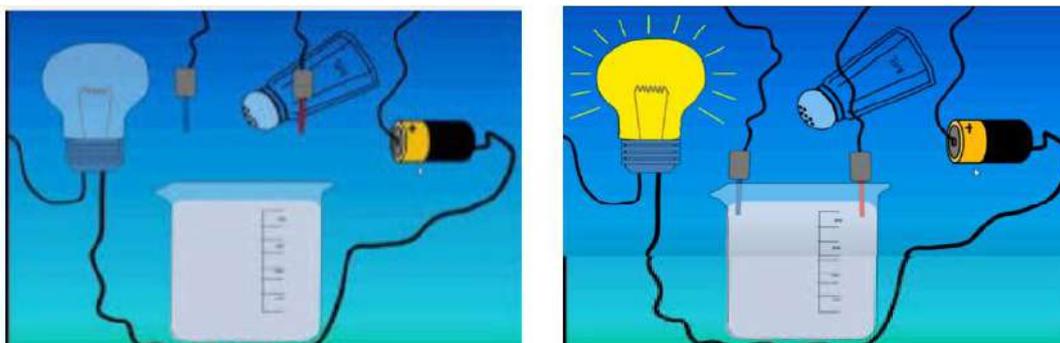


Fonte: <https://i.makeagif.com/media/1-07-2021/s26sxC.mp4>

Essa representação propõe uma visão sub-microscópica que ilustra a

- A) evaporação da água do mar.
- B) dissolução de NaCl em uma panela contendo água.
- C) formação de estalactites em uma caverna.
- D) destilação de soro fisiológico.

**75.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) Analise a imagem abaixo, que traz uma proposta de experimento de condutividade elétrica para uma solução aquosa de cloreto de sódio.

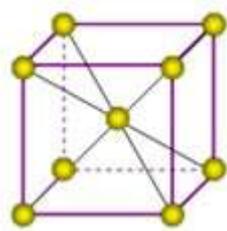


Adaptado de: <https://www.youtube.com/watch?v=a9pBfxoijVI>

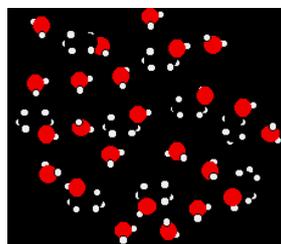
Fonte das imagens das respostas: <http://webeduc.mec.gov.br/>

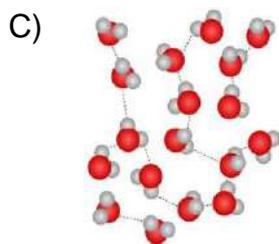
Os eletrodos deste sistema são confeccionados com um tipo de material cujo constituinte químico é melhor representado por

A)



B)





76. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Uma professora de ciências montou quatro sistemas, como o indicado abaixo na figura abaixo, para realizar um experimento de condutividade elétrica na sala de aula. A lâmpada usada era muito pequena.



Ela testou a condutividade em quatro copos distintos contendo em cada um deles um líquido diferente: um óleo vegetal, uma solução de açúcar, uma solução de sal de cozinha e água da torneira. A lâmpada ficou acesa em apenas dois desses sistemas.

De acordo com a composição desses líquidos, a pequena lâmpada foi acesa nos copos contendo:

- A) água da torneira e solução de sal de cozinha.
- B) água da torneira e óleo vegetal.
- C) óleo vegetal e solução de açúcar.
- D) solução de açúcar e solução de sal de cozinha.

77. (OBQJr 2022 – 2ª fase) A imagem abaixo retrata uma cena muito comum em países de clima frio: o uso de uma mistura para diminuir o acúmulo de neve nas estradas e para facilitar a aderência dos pneus dos veículos.



Fonte: <https://i.makeagif.com/media/8-03-2018/9IFP1T.gif>

Que tipo de mistura é adequada para ser ejetada pelo caminhão nesse tipo de situação?

- A)  $\text{CaCl}_2$ , gesso e água.
- B) Água, óleo e areia.
- C)  $\text{NaCl}$ , gesso e óleo.
- D)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  e areia.

**78.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) Alguns sais são solúveis em água, como o iodeto de sódio, o sulfato de sódio e o nitrato de prata. Já outros são pouco solúveis nesse solvente, como acontece com o carbonato de cálcio, o iodeto de prata e o cloreto de prata.

Ao se transferir 10,0 g de um desses sais para uma vidraria contendo 100 mL de água, verificou-se a formação de uma mistura heterogênea. Que sal era esse?

- A)  $\text{AgNO}_3$
- B)  $\text{AgI}$
- C)  $\text{NaI}$
- D)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

79. (OBQJr 2021 – 1ª fase)

Bebeu água, não!  
Tá com sede, tô!  
Olha, olha, olha, olha a água mineral  
Água mineral  
Água mineral  
Água mineral  
Do Candeal  
Você vai ficar legal

Composição de Carlinhos Brow e um dos *hits* do período de carnaval, essa canção também embala o trabalho de muitos vendedores autônomos que comercializam produtos desse tipo nas ruas e em ônibus, por todo o País.

Que tipo de espécie química não é comumente encontrada na composição química desse tipo de produto?

- A)  $\text{Hg}^{2+}$
- B)  $\text{Mg}^{2+}$
- C)  $\text{Ca}^{2+}$
- D)  $\text{Na}^+$

80. (OBQ Jr 2020 – 1ª fase) Solos salinos com grande quantidade de sais comprometem impossibilitam o desenvolvimento adequado da maioria das culturas agrícolas. As espécies químicas solúveis predominantes nesse tipo de solo são: cloretos, sulfatos e bicarbonatos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Uma alternativa para recuperação de solos degradados pela salinização é a fitorremediação. Experiências exitosas nessa direção têm sido realizadas no semiárido brasileiro com a utilização da *Atriplex nummularia* Lindl., conhecida como planta sal.

A utilização da *Atriplex nummularia* nesses solos está voltada à extração de:

- A) íons.
- B) substâncias simples com ligações covalentes.
- C) espécies alotrópicas.
- D) substâncias compostas, formadas por ligações covalentes.

(OBQJr 2015 – 1ª fase) **Leia o texto abaixo. Ele será utilizado nas questões 81 e 82.**

O Mg é o oitavo elemento químico em abundância na crosta terrestre. Industrialmente, o magnésio metálico tem sido obtido a partir do processamento do  $MgCl_2$  fundido. Por sua vez, o  $MgCl_2$  tem sido obtido de jazidas salinas ou a partir da água do mar. Um dos produtos de magnésio mais conhecido é o “leite de magnésia”, a suspensão aquosa de hidróxido de magnésio ( $Mg(OH)_2$ ), que é usada como antiácido. Nos vegetais, o Mg está presente na clorofila ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ), substância essencial para a fotossíntese.

Adaptado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a11.pdf>

**81.** Em que momento o elemento químico destacado no texto acima está presente na forma de uma substância simples?

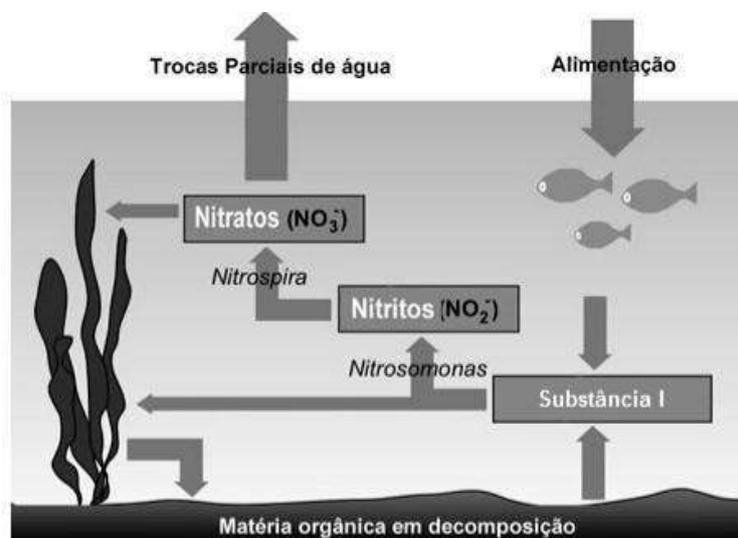
- A) Na clorofila
- B) Nas jazidas salinas
- C) No processamento do  $MgCl_2$  fundido
- D) Na composição do leite de magnésia

82. A suspensão usada como antiácido é uma

- A) substância simples
- B) substância pura
- C) mistura heterogênea
- D) mistura homogênea

(OBQJr 2015 – 1ª fase) **Leia o texto abaixo. Ele será utilizado nas questões 83 e 84.**

O esquema abaixo indica parte do processo de decomposição de matéria orgânica em um aquário.



Restos de comida, folhas, fezes e urina levam à produção de uma substância (I), que é extremamente tóxica para os peixes. No ciclo do nitrogênio, sob a ação de microrganismos, ela é convertida em outros compostos, também tóxicos para os peixes. Mesmo com a absorção de uma dessas espécies químicas por vegetais aquáticos, esse processo exige a troca periódica da água.

83. A substância (I) formada no aquário é a (o)

- A) amônia.
- B) gás carbônico.
- C) metano.
- D) ozônio.

84. A espécie química oxigenada absorvida pelos vegetais do aquário ilustrado acima é

- A) molecular.
- B) gasosa.
- C) iônica.
- D) metálica.

85. (OBQJr 2017 – 1ª fase) Analise a tabela mostrada abaixo.

Fontes	Hemisfério Norte	Hemisfério Sul
Vulcões	$3 \times 10^{12}$	$2 \times 10^{12}$
Aerossol marinho	$19 \times 10^{12}$	$25 \times 10^{12}$
Biogênico	$54 \times 10^{12}$	$44 \times 10^{12}$
Natural total	$76 \times 10^{12}$	$71 \times 10^{12}$
Antropogênico total	$98 \times 10^{12}$	$6 \times 10^{12}$

Esses dados se associam a uma estimativa de emissões globais de

- A) Cℓ.
- B) F.

- C) P.  
D) S.

**86.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) No quadro abaixo são apresentas as temperaturas dos pontos de fusão e de ebulição de quatro substâncias.

Substância	Fusão (°C)	Ebulição (°C)
I	-218,4	-183
II	-97	64,7
III	-38,87	356,9
IV	660	2056

As substâncias **I**, **II**, **III** e **IV** são respectivamente:

- A) nitrogênio, etanol, sacarose e ouro.  
B) oxigênio, metanol, mercúrio e alumínio.  
C) amônia, acetona, cloreto de prata e prata.  
D) sódio, éter etílico, zinco e cloreto de sódio.

**87.** (OBQ Jr - 2020 - 2ª fase) As composições químicas das dietas alimentares dos animais fornecem nutrientes para os seus processos fisiológicos. Essas substâncias proveem outras moléculas que contribuem para as características morfológicas e para qualidade de produtos provenientes dos cortes de suas carnes, conforme indicado na figura abaixo.



Adaptado de: <https://blog.triptem.com.br/saiba-quais-sao-os-cortes-de-carne-bovina/>

Qual espécie iônica é muito importante para a formação da composição química das fontes vegetais presente nas dietas desse tipo de animal, para que ele chegue saudável a esse porte físico e ofereça cortes de qualidade?

- A) Nitrato
- B) Cloreto
- C) Clorato
- D) Fluoreto

(OBQJr 2018 – 1ª fase) **O texto a seguir será utilizado nas questões 88 a 91.**

**88.** A água de coco verde é a bebida obtida da parte líquida do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.). Ela apresenta pH em torno de 5,6, e seu sabor doce e levemente adstringente atraem bastante os consumidores. As principais características da água de coco são a ausência de colesterol, os baixos teores de glicose, de sacarose e de gorduras, além de um expressivo teor de potássio. Após extraída do coco, o prazo de validade da água de coco refrigerada a 6°C é de cerca de 3 dias. Essa característica tem estimulado sua industrialização, com

os objetivos de se comercializar um produto de alta qualidade, com suas características naturais preservadas, e com vida útil de consumo extensiva a locais fora das regiões de plantio. A industrialização da água de coco envolve diferentes etapas, desde a seleção de frutos até o envase. O produto final não deve conter fragmentos das partes não comestíveis do fruto, nem substâncias estranhas a sua composição original.

Adaptado de: CABRAL, Lourdes Maria Corrêa; PENHA, Edmar das Mercês; MATTA, Virgínia Martins da. Água de coco verde refrigerada. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

A água de coco refrigerada apresenta pH de um meio

- A) ácido.
- B) básico
- C) neutro.
- D) salino.

**89.** Uma etapa importante na industrialização da água de coco refrigerada é a

- A) cristalização
- B) destilação.
- C) evaporação.
- D) filtração.

**90.** Considerando as características da água de coco refrigerada, é preferível que ela seja uma

- A) substância composta.
- B) mistura heterogênea.
- C) mistura homogênea.
- D) mistura iônica.

91. Uma espécie química que ocorre na forma iônica na água de coco é a(o)

- A) colesterol.
- B) glicose.
- C) potássio.
- D) sacarose.

92. (OBQJr 2021 – 1ª fase) A letra da “Canção do Sal”, música composta por Milton Nascimento é apresentada abaixo.

Trabalhando o sal é amor é o suor que me sai  
Vou viver cantando o dia tão quente que faz  
Homem ver criança buscando conchinhas no mar  
Trabalho o dia inteiro pra vida de gente levar

Água vira sal lá na salina  
Quem diminuiu água do  
mar? Água enfrenta sol lá  
na salina

Sol que vai queimando até queimar

Trabalhando o sal pra ver a mulher se vestir  
E ao chegar em casa encontrar a família sorrir  
Filho vir da escola problema maior é o de estudar  
Que é pra não ter meu trabalho e vida de gente levar

É correto afirmar que nos versos da canção

- A) o cloreto de sódio é encontrado em duas fontes: a água do mar e o suor.
- B) a destilação simples da água do mar é associada à produção de  $\text{NaCl}$  na salina.

- C) a obtenção de sal marinho é tratada como um processo simples e sem riscos.  
D) o suor e as conchas do mar são apontados como grandes fontes de NaCl.

**93.** (OBQJr 2023 – 2ª fase) Um composto químico apresenta-se como um pó cristalino branco (em condições ambientes). Ele é solúvel em água e possui ponto de fusão de 993°C e ponto de ebulição de 1695°C. Quando usado em cremes dentais, ele inibe a desmineralização dos dentes, tornando-os menos suscetíveis à cárie. Sua representação química é:

- A) HF.  
B) NaF.  
C) HCl.  
D) NaCl.

**94.** (OBQJr 2021 – 1ª fase) Uma cena comum nas competições dos jogos olímpicos realizados em Tóquio, em 2021, era a utilização de um pó branco pelos ginastas.



Foto: Foto Gaspar Nóbrega/COB / Agência O Globo  
Fonte: <https://oglobo.globo.com/esportes/toquio-2020/>

Esse sal de magnésio atua como antiiumectante, ou seja, evita a absorção da umidade. Com isso, atua como uma barreira seca entre a mão suada e as superfícies dos aparelhos que os ginastas interagem. Eles provocam mais atrito, diminuindo os riscos de escorregamentos e de quedas. Indique qual é esse sal.

- A)  $\text{MgCO}_3$
- B)  $\text{Mg(OH)}_2$
- C)  $\text{MgO}$
- D)  $\text{Mg}$

**95.** (OBQJr 2023 – 2ª fase) Misturar produtos de limpeza pode ser perigoso. Muitos produtos contêm substâncias químicas ativas que, quando combinadas, podem reagir e gerar gases tóxicos, vapores nocivos ou até explosões. Por exemplo, a mistura de água sanitária ( $\text{NaOCl}$ ) e ácido muriático ( $\text{HCl}$ ) leva à formação do gás tóxico:

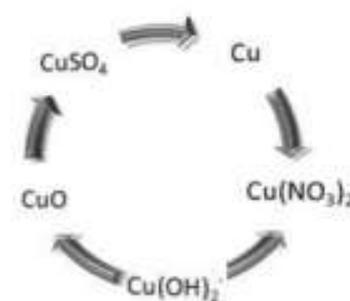
- A)  $\text{Cl}_2$ .
- B)  $\text{N}_2$ .
- C)  $\text{NaH}$ .
- D)  $\text{CHCl}_3$  (clorofórmio).

**96.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) A água sanitária é uma solução de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ). Esse é um produto que mata os germes e clareia tecidos e outras superfícies. Nas higienizações, a água sanitária não é indicada para a limpeza de superfícies e de materiais que contenham e/ou liberem amônia. Quando presentes, eles reagem com o hipoclorito de sódio, formando gases perigosos, como as cloraminas.

Considerando essas informações, a água sanitária não é indicada para

- A) limpeza do xixi de cachorro.
- B) lavagem de roupas brancas.
- C) desinfecção de legumes.
- D) esterilização de cozinhas.

97. (OBQJr 2017 – 1ª fase) Um vídeo disponibilizado na internet mostra um conjunto de experimentos referentes ao ciclo do cobre. As imagens mostram sucessivas reações, que se iniciam e finalizam com o cobre metálico, como é apresentado ao lado. Que tipo de substância contendo átomos de cobre não faz parte desse ciclo?



- A) Um ácido
- B) Uma base
- C) Um sal
- D) Um óxido

98. (OBQJr 2019 – 2ª fase) Para tratar a acidez estomacal, é comum a utilização de um produto alcalino, como a dispersão aquosa de

- A)  $\text{CaO}$ .
- B)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .
- C)  $\text{NaCl}$ .
- D)  $\text{HCl}$ .

99. (OBQJr 2013 – 1ª fase) Uma palavra cruzada do tipo “Diretas” é apresentada abaixo. Preencha esse diagrama.

**Palavra Cruzada Química**

Sua deficiência causa anemia (I)	Matéria-prima para a construção civil	↓	____ atômico, uma propriedade periódica		Rico em cálcio
	→		↓		↓
Elemento radioativo descoberto por Marie Curie e por seu esposo, Pierre		→		Constituinte de gases produzido por vulcões	→
Possui formas alotrópicas			←	Iridio (Símbolo)	
Cal viva (Fórmula) (II)	↓			Constituinte do ozônio	→

Os enigmas contidos nas células indicadas por I e II correspondem respectivamente a

- A) I - Ferro, II – CaO
- B) I - Ferro, II - NaO
- C) I – Tório, II – CaO
- D) I – Tório, II – NaO

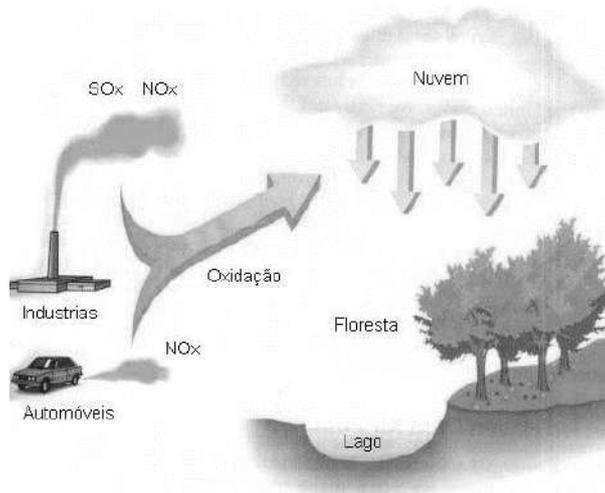
100. (OBQJr 2015 – 1ª fase) A ferrugem, óxido de ferro, é o resultado da reação do ferro com o oxigênio, quando esse metal está em contato com a água e/ou com umidade do ar. Em ambientes úmidos, isso ocorre numa esponja de aço (lã de aço-carbono) e num prego, por exemplo.

Uma substância simples que participa do fenômeno químico descrito acima é o(a)

- A) aço.
- B) água.

- C) ferrugem.
- D) oxigênio.

101. (OBQJr 2016 – 2ª fase) Analise a figura abaixo.



Adaptado de: <http://planetaagora.blogspot.com.br/> (Acesso em: 29/08/2016)

A imagem ilustra a(o)

- A) chuva ácida.
- B) ciclo do nitrogênio.
- C) formação de nevoeiro.
- D) produção de ozônio.

102. (OBQJr 2020 – 2ª fase) Gases  $\text{SO}_2$  e do tipo  $\text{NO}_x$  têm sido relacionados como principais constituintes químicos provocadores de efeitos desagradáveis na atmosfera, causando determinados problemas conforme verificado mais diretamente na seguinte ilustração

A)

Fonte: <https://www.next.cc/journey/discovery/rain>

B)

Fonte: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/>

C)

Fonte: <https://www.imphaltimes.com/it-articles/>

D)

Fonte: <https://conhecimentocientifico/R7>

**103.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) Muitos monumentos espalhados pelo mundo, constituídos por calcite, vêm sofrendo uma maior deterioração nos últimos anos. Esse problema tem sido associado à poluição atmosférica. Considerando as informações contidas no quadro ao lado, proponha uma explicação para esse tipo de fenômeno.

Mineral	Fórmula	Solubilidade (mg/L)
Calcite	$\text{CaCO}_3$	50
Gesso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	2080

**104.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) “Assim que a solução foi derramada sobre aquele pedaço de carne, a pessoa fechou os olhos e fez uma careta. Pode? Doeu nada, não fez mal, pelo contrário! Ela perdeu foi a chance de ver as bolhinhas espumantes que foram produzidas em decorrência da decomposição de umas das substâncias presentes no líquido”.

O texto acima se refere à decomposição do

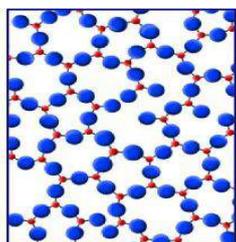
- A) peróxido de hidrogênio, da água oxigenada.
- B) hidróxido de sódio, da soda.
- C) ácido clorídrico, do ácido muriático.
- D) etanol, do etanol hidratado.

**105.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) Analise a tirinha abaixo.

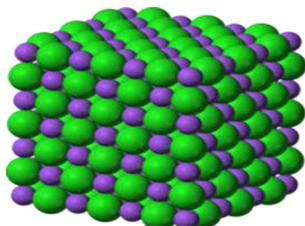


Fonte: IWATA, Adriana Yumi; LUPETT, Karina Omuro. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC. **Anais ...**Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

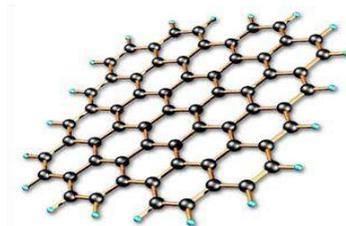
A rede tridimensional do material em destaque na tirinha é melhor representada por qual(is) desse(s) modelo(s)?



I



II



III

Fonte: I-<https://materiaisjr.com.br/> (Adaptado);  
 II-<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/>;  
 III -<http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/>

- A) I, apenas.
- B) II e III, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) I, II e III.

**106.** (OBQJr 2023 – 1ª fase) A Terra é protegida por um escudo que fica a 11 mil km de distância da superfície onde habitamos. Esse escudo já foi atacado por substâncias liberadas na atmosfera, mas vêm se recuperando aos poucos. Esse escudo é conhecido de que forma e por que ele é importante para a vida na Terra?

- A) Camada de Gás Carbônico, nos protege do efeito estufa.
- B) Camada de Ozônio, nos protege contra a radiação ultravioleta do sol.
- C) Camada de Oxigênio, causa o efeito estufa.
- D) Camada de Ozônio, nos protege contra a chuva.

**107.** (OBQJr 2015 – 1ª fase) A imagem abaixo ilustra uma das fontes responsáveis por cerca de 20% das emissões globais de carbono para atmosfera.



Fonte: <http://www.ipam.org.br>

Essa quantidade de carbono produzido se associa às

- A) nuvens de ozônio.
- B) reciclagens de resíduos.
- C) mudanças de uso do solo.
- D) queimas de combustíveis fósseis.

**108.** (OBQJr 2012 – 1ª fase) Observe a figura indicada abaixo.

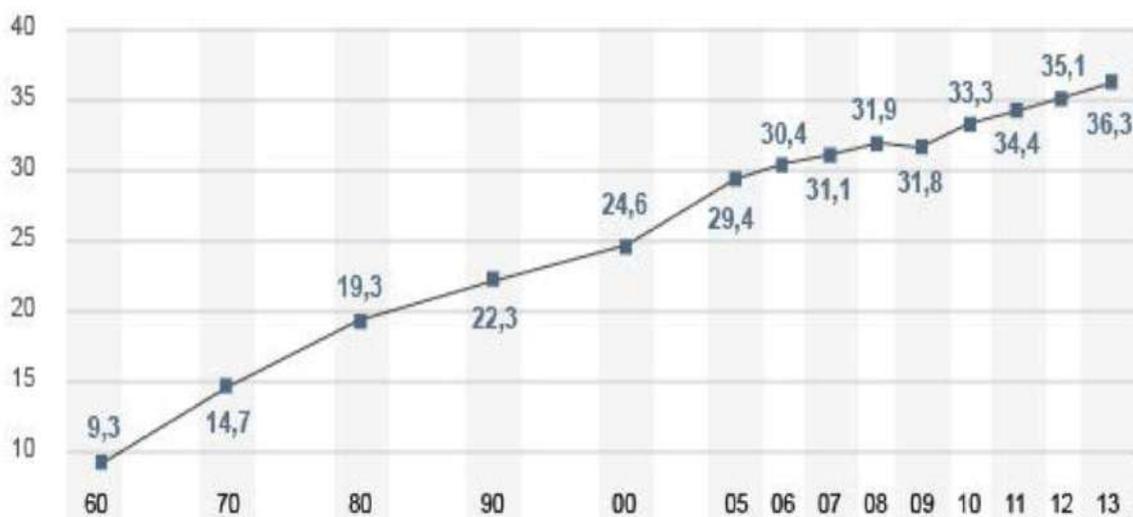


Disponível em: <http://007blog.net/> (Acessado em: 11/07/2012)

Esta imagem reforça um dos alertas ambientais que vêm sendo realizado, principalmente quanto aos

- A) riscos de áreas polares serem destruídas por causa dos biocombustíveis.
- B) efeitos da chuva ácida como uma ameaça para a extinção dos ursos polares.
- C) perigos dos ursos migrarem para as regiões tropicais em busca de mais alimentos.
- D) impactos causados nas camadas polares pela influência do homem na maior produção e no maior lançamento de CO<sub>2</sub> na natureza.

**109.** (OBQJr 2018 – 1ª fase) O gráfico abaixo indica as emissões globais atmosféricas, em bilhões de toneladas, de uma substância composta triatômica, ao longo dos anos. Analise-o.



Fonte: CDIAC

Adaptado de: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/12/27/>

Qual das alternativas abaixo traz um título adequado para esse gráfico?

- A) Distribuição de emissões globais de oxigênio por espécies vegetais de florestas tropicais

- B) Evolução de emissões globais de gás carbônico por queima de combustíveis fósseis
- C) Percentagem de emissões globais de ouro no descarte de equipamentos de informática
- D) Quantitativo de emissões globais de ozônio por vazamentos de botijões de gás de cozinha

(OBQ Jr 2019 – 1ª fase) **O texto abaixo será utilizado nas questões 110 e 111.**

Diante das metas internacionais de redução de gases do efeito estufa, várias empresas buscam tecnologias capazes de reduzir a concentração de dada substância no ar. Em um dos processos, o ar concentrado entra em contato com uma solução química de hidróxido. Há reação e se forma uma solução de carbonato. Essa mistura é tratada com hidróxido de cálcio para assumir uma forma sólida.

<https://noticias.uol.com.br/ciencia/> (Adaptado)

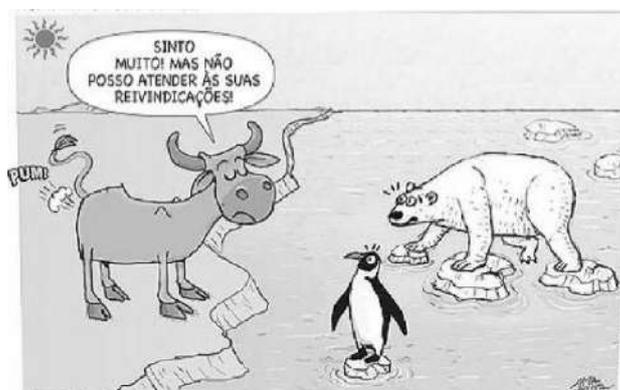
**110.** Qual a substância a ter sua emissão reduzida?

- A) Dióxido de carbono
- B) Etanol
- C) Metano
- D) Ozônio

**111.** Qual o composto sólido formado no processo?

- A) C
- B)  $H_2Ca$
- C)  $CaCO_3$
- D)  $CO_2$

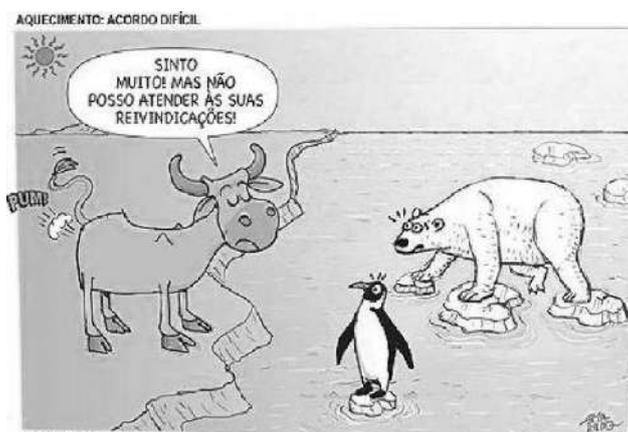
112. (OBQJr 2014 – 2ª fase) Analise a charge abaixo.



Escolha duas expressões presentes na relação indicada a seguir, uma expressão para cada coluna, que se relacionam ao contexto da charge. Depois, Escreva um texto justificando a sua escolha.

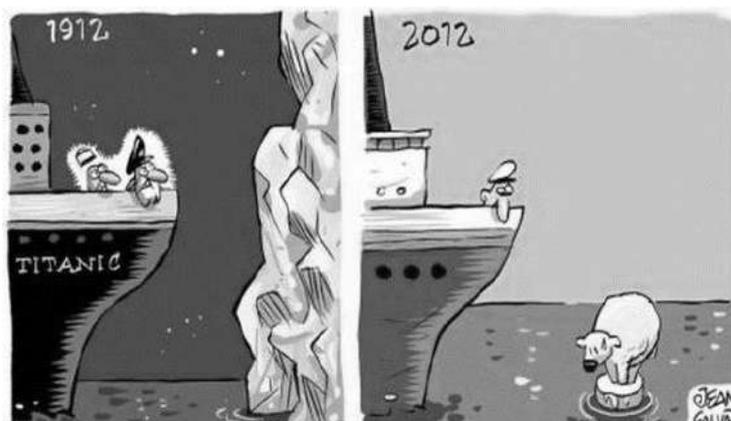
Coluna 1	Coluna 2
Evaporação da água	Aquecimento global
Emissão de gás metano ( $\text{CH}_4$ )	Evolução das espécies
Produção de combustíveis fósseis	Alimentação de animais marinhos

113. (OBQJr 2017 – 2ª fase) Analise a charge abaixo.



Avalie a influência de uma substância emitida por bois e vacas no contexto sugerido pela charge.

114. (OBQJr 2016 – 1ª fase) Analise a charge abaixo.



<http://aquecimentoglobalefeitoestufa.blogspot.com.br/>

Esse tipo de mudança climática tem sido atribuído ao desequilíbrio causado pela maior produção de

- A)  $O_3$ .
- B)  $Cl_2$ .
- C)  $CH_4$ .
- D)  $NaCl$ .

115. (OBQJr 2019 – 2ª fase) Imagens disponibilizadas na internet mostram um “gelo que pega fogo” e exibe uma chama bem forte. Na verdade, trata-se de um hidrato de metano, um composto formado por moléculas do metano contidas numa espécie de “gaiola” de água congelada. Os depósitos desse material se concentram principalmente ao longo dos oceanos do hemisfério norte. Quando o metano é produzido no fundo do oceano e liberado no ambiente marinho, parte dele é encapsulada por cristais de gelo. Na temperatura próxima ao congelamento da água, o hidrato de metano permanece estável, mas quando se reduz a pressão ou se eleva a temperatura, decompõe-se rapidamente e um dos produtos resultantes, o gás, pode ser inflamado. O hidrato de metano é tido por muitos como uma tendência do abastecimento de energia. Estudos estão sendo

feitos para descobrir como esse composto pode ser usado na geração de energia no futuro.

Adaptado de: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/o-gelo-que-pega-fogo.htm>

a) Cite os estados físicos da matéria presentes nas diferentes atividades em torno do material discutido acima, indicando os respectivos fragmentos do texto que os exemplificam e/ou sugerem as suas ocorrências.

b) Discuta sobre os impactos negativos que podem ser causados ao clima da Terra, caso essa alternativa energética seja utilizada em escala industrial.

**116.** (OBQJr 2018 – 2ª fase) A poluição atmosférica se intensificou a partir da primeira metade do século XX, com o aumento crescente de indústrias e veículos. Entre os diversos poluentes, fábricas e automóveis têm lançado na atmosfera quantidades significativas de algumas substâncias que podem causar sérios danos à saúde, tais como:

- A)  $O_3$ ,  $H_2O_2$  e  $UO_2$ .
- B)  $SiO_4$ ,  $CO$  e  $NO_2$ .
- C)  $SO_2$ ,  $NO_2$  e  $CO$ .
- D)  $CH_4$ ,  $CO_2$  e  $O_2$ .

**117.** (OBQJr 2020 – 1ª fase) A letra da canção “O ar (O vento)”, composta por Toquinho, Vinicius de Moraes e Luis Enriquez Bacalov, é apresentada abaixo.

Estou vivo mas não tenho corpo.

Por isso é que não tenho forma.

Peso eu também não tenho.

Não tenho cor.

Quando sou fraco

Me chamo brisa.  
E se assobio,  
Isso é comum.  
Quando sou forte,  
Me chamo vento.  
Quando sou cheiro,  
Me chamo pum!

Qual dessas espécies químicas não se adequa ao contexto da canção?

- A)  $\text{CO}_2$
- B)  $\text{Br}_2$
- C)  $\text{O}_2$
- D)  $\text{CH}_4$

**118.** (OBQJr 2014 – 1ª fase) Uma professora exibiu um vídeo-experimento na sala de aula. As imagens mostravam uma reação vigorosa, extremamente rápida e explosiva, quando um material foi colocado em contato com água destilada. As cenas indicaram a ocorrência de uma combustão, pois o hidrogênio produzido na reação entrou em contato com o oxigênio presente no ar.

Qual dos materiais abaixo é capaz de provocar o fenômeno mostrado no vídeo?

- A) Um pedaço de cobre.
- B) Um pedaço de potássio.
- C) Uma pastilha de soda cáustica.
- D) Uma pastilha de bicarbonato de sódio.

(OBQJr 2023 – 2ª fase) **O texto a seguir será utilizado nas questões 119 e 120.**

O carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), também chamado de barrilha, é um composto cristalino usado na fabricação de diferentes produtos. Ao ser dissolvido em água, ele eleva o pH para valores acima de 7. Uma forma interessante de se produzir a barrilha é via aquecimento do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) acima de  $80\text{ }^\circ\text{C}$ , procedimento em que pode ser observada a formação de bolhas.

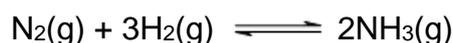
**119.** Ao se dissolver a barrilha em água, a solução se torna

- A) ácida.
- B) neutra.
- C) básica.
- D) covalente.

**120.** (OBQJr 2023 – 2ª fase) A equação reação indicada para produzir barrilha é dada por:

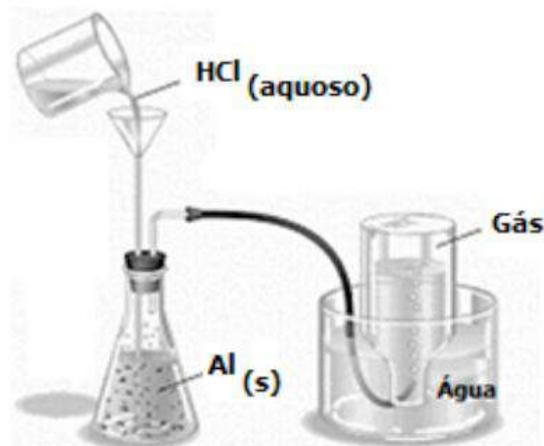
- A)  $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- B)  $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- C)  $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{CO}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
- D)  $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

**121.** (OBQJr 2019 – 2ª fase) A amônia é uma das principais substâncias produzidas no mundo. Um marco histórico foi o desenvolvimento de um processo para a sua obtenção, baseado na reação química representada por:



Explique o porquê da importância dessa reação na história da química e da humanidade.

122. (OBQJr 2018 – 1ª fase) Qual é a substância gasosa - simples e diatômica - produzida no processo ilustrado ao lado?



<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>

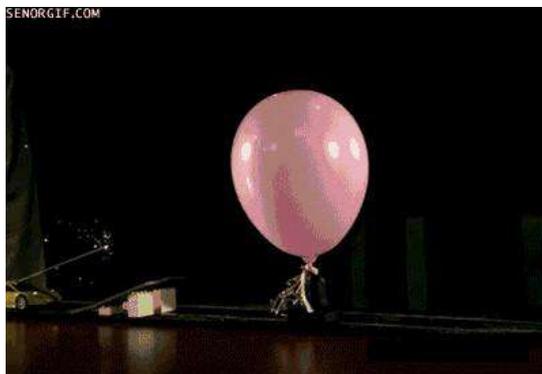
- A) HCl
- B) CO
- C) H<sub>2</sub>
- D) O<sub>3</sub>

123. (OBQJr 2016 – 2ª fase) Acidentes graves e fatais no enchimento de balões (de festa) têm sido relatados. De modo clandestino, algumas pessoas utilizam um método **não** recomendável e bastante **perigoso** para a produção do gás de enchimento, utilizando a reação de ácido muriático (ácido clorídrico impuro, para uso doméstico) ou a de soda cáustica com pedaços de alumínio.

Qual o gás produzido nessas reações?

- A) CH<sub>4</sub>
- B) H<sub>2</sub>
- C) He
- D) O<sub>2</sub>

**124.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) Uma montagem para simulação de efeitos especiais de cenas de filmes de ação é mostrada no vídeo abaixo.



Fonte: <https://tumblr.chrisnolan.ca>

<https://tumblr.chrisnolan.ca/post/66188621065/chemistry-gifs>

Utilizando equações de reações químicas em seus argumentos, proponha uma explicação para o fenômeno observado.

**125.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) [...] é leve, leve. Anda por todo lado. Sozinho, melhor, aos pares, é bastante utilizado. Nesse caso, atenção, pois pode dar explosão, sendo isso quase certo se houver oxigênio por perto. É perigoso se provocado (quem não é....) como nós, uma qualquer ignição... pode gerar confusão...

PAIVA, João. Quase poesia. Quase química. Centenário da Sociedade Portuguesa de Química. 2012.

Um título adequado para essa poesia é:

- A) Enxofre.
- B) Hidrogênio.
- C) Mercúrio.
- D) Sódio

**126.** (OBQJr 2018 – 1ª fase) Um reservatório foi preenchido com hidrogênio. Em seguida, uma chama foi localizada na saída desse objeto. Quando pequenos volumes do gás eram liberados, era possível escutar sons, como se fossem leves estalos.

Além do barulho, esse processo também produz:

- A)  $H_2O$
- B)  $H_2O_2$
- C)  $O_2$
- D)  $O_3$

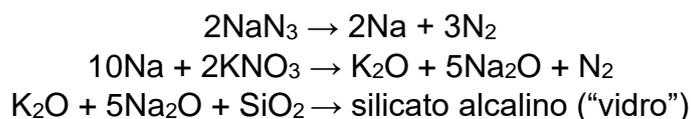
**127.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) O equipamento de segurança mostrado na animação abaixo tem ajudado a salvar vidas em acidentes envolvendo veículos.



Fonte: <https://creary.net/test/@test/gif-test-10mb>

No interior dessa bolsa protetora, há uma mistura de azida de sódio ( $NaN_3$ ), nitrato de potássio ( $KNO_3$ ) e dióxido de silício ( $SiO_2$ ). No momento da colisão, sensores acionam o sistema que, por meio de uma faísca ou descarga elétrica, aquece uma pastilha de azida de sódio, desencadeando um conjunto de reações mostradas a seguir:

**Distribuição gratuita – comercialização proibida**



Sobre esse processo, analise se as seguintes alternativas são verdadeiras (V) ou falsas (F).

V	F	A) O gás nitrogênio, $\text{N}_2$ , é o responsável por inflar a bolsa.
V	F	B) O aquecimento da pastilha produz um metal bastante reativo.
V	F	C) A reação com o nitrato de potássio produz um derivado mais estável de Na.
V	F	D) O silicato produzido é ambientalmente menos danoso ao meio que os óxidos.

**128.** (OBQJr 2021 – 1ª fase) Criado por Stan Lee e sucesso nas composições em quadrinhos e no universo cinematográfico da Marvel, Thor é um personagem que retém a maioria de seus poderes em seu martelo característico, Mjolnir, um utilitário sem o qual o herói se torna menos “super”. O martelo de Thor exhibe propriedades magnéticas, luminosas e térmicas interessantes. A química hipotética por trás dos componentes mais prováveis de seu martelo sugere que a ignição do tório pode ser responsável pela luz branca brilhante e pelo calor produzidos quando o Mjolnir quebra algo.



Fonte: <http://www.ragnaroktraining.com/2021-ragnarok-thunderstrike.html>

Assim como ocorre com o tório metálico, que se inflama ao reagir com o oxigênio após ser aquecido no ar, além desses componentes, o forte atrito do Mjolnir também produziria o

- A) dióxido de tório,  $\text{ThO}_2$ .
- B) nitrato de tório,  $\text{Th}(\text{NO}_3)_2$ .
- C) carbonato de tório,  $\text{Th}(\text{CO}_3)_2$ .
- D) sulfato de tório,  $\text{Th}(\text{SO}_4)_2$ .

**129.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) Uma colisão entre caminhões numa estrada causou o vazamento de cerca de 50 litros de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), com 98% de concentração. Não houve feridos. A companhia ambiental adicionou cal hidratada -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  - no local. Depois realizou a limpeza da pista e das áreas afetadas.

No tratamento da área ocorreu uma reação de

- A) cloração.
- B) neutralização.
- C) saponificação.
- D) simples troca.

**130.** (OBQJr 2017 – 1ª fase) Um tipo de extintor de incêndio, de espuma química, possui no seu interior um sal (sólido) e uma solução aquosa de um ácido, localizados em compartimentos separados. Quando o extintor é acionado, eles se misturam e reagem, produzindo gás carbônico, que contribui para a formação de espuma. Dentro do extintor há:

- A)  $\text{NaSO}_4$  e solução aquosa de  $\text{NaOH}$ .
- B)  $\text{NaCl}$  e solução aquosa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- C)  $\text{NaHCO}_3$  e solução aquosa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- D)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  e solução aquosa de  $\text{NaOH}$ .

**131.** (OBQJr 2020 – 2ª fase) Analise o fenômeno ilustrado abaixo.



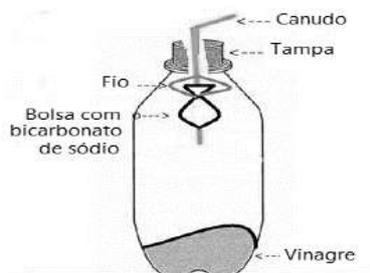
Fonte: <https://dribbble.com/shots/7158760-Chemistry-Flask-2D-Animation>

É adequado representar a reação química que ocorre dentro desse frasco utilizando a seguinte equação:

**Observação:** o leitor deve assistir ao vídeo indicado para poder responder a questão.

- A)  $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{H}_3\text{CCOOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_3\text{CCOONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- B)  $2\text{Na}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
- C)  $\text{NaHCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{v}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- D)  $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{aq}) + 2\text{C}(\text{s}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{CaS}(\text{s}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$

132. (OBQJr 2016 – 2ª fase) Uma versão caseira de um equipamento de segurança, montado sob supervisão de um adulto, é apresentada abaixo.



Adaptado de: <http://www.pilosos.com/>

Explique o seu funcionamento, fundamentando os seus argumentos nas reações químicas envolvidas.

133. (OBQJr 2022 – 1ª fase) Ao se adicionar um sólido branco a uma alíquota de vinagre, há produção uma grande quantidade de espuma, conforme demonstrado no experimento abaixo.

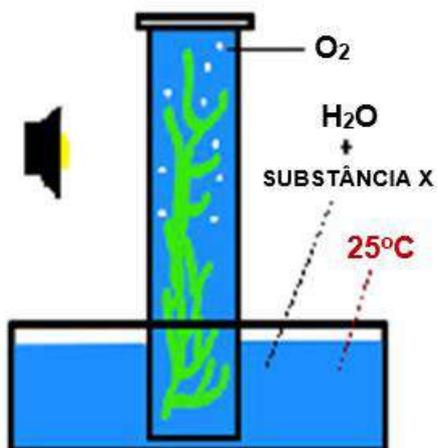


Fonte: <https://i.gifer.com/1Scs.gif>

Dentre as substâncias abaixo, qual é o sólido utilizado no experimento?

- A)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- B)  $\text{NaHCO}_3$
- C)  $\text{NaCl}$
- D)  $\text{H}_3\text{PO}_4$

134. (OBQJr 2021 – 1ª fase) Um experimento fotossintético utilizando uma planta aquática e uma fonte luminosa é ilustrado abaixo. A planta é mantida no interior de um recipiente que contém uma solução aquosa saturada da substância X. Essa substância foi adicionada em excesso à água para se conseguir uma produção constante de  $\text{CO}_2$ .

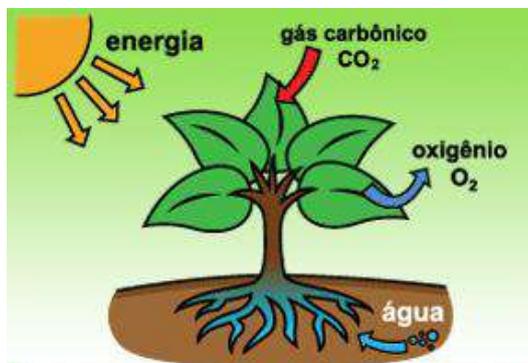


Fonte: <https://biology-igcse.weebly.com/> (Adaptado)

Qual é a substância X?

- A)  $\text{NaHCO}_3$
- B)  $\text{NaOH}$
- C)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- D)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

135. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Observe a ilustração indicada a seguir.

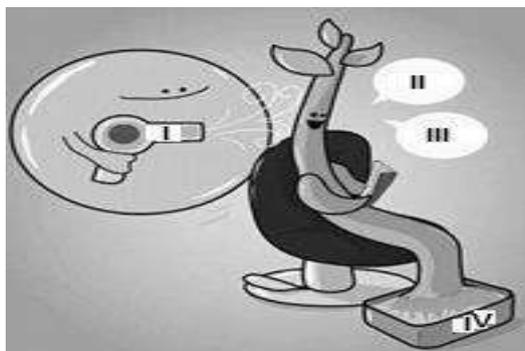


Disponível em: <http://www.smartkids.com.br/especiais/> (Acessado em: 11/07/2012)

Qual o título que melhor representa o principal processo mostrado na imagem acima?

- A) Esquema da fotossíntese.
- B) Esquema do efeito estufa.
- C) Esquema do aquecimento global.
- D) Esquema da poluição do ar e da água

136. (OBQJr 2019 – 2ª fase) A charge, abaixo, se associa a um fenômeno natural em uma manhã ensolarada. Analise-a.



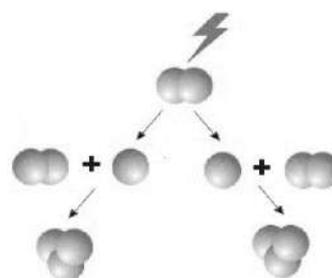
<https://br.pinterest.com/> (Adaptado)

Dentro da intenção trazida no contexto ch\u00e1rgico, I, II, III e IV correspondem respectivamente a:

- A) I - CH<sub>4</sub>; II - CO<sub>2</sub>; III - carboidratos; IV - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- B) I - CO<sub>2</sub>; II - O<sub>2</sub>; III - glicose; IV - H<sub>2</sub>O.
- C) I - O<sub>2</sub>; II - CO; III - carboidratos; IV - H<sub>2</sub>O.
- D) I - O<sub>2</sub>; II - CO<sub>2</sub>; III - glicose; IV - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**137.** (OBQJr 2016 – 1<sup>a</sup> fase) Analise a imagem ao lado. As esferas representam \u00e1tomos de um mesmo elemento qu\u00edmico.

Que fen\u00f4meno est\u00e1 sendo ilustrado?



- A) Forma\u00e7\u00e3o do oz\u00f4nio.
- B) Fotoss\u00edntese.
- C) Respira\u00e7\u00e3o.
- D) Queima do H<sub>2</sub>.

**138.** (OBQJr 2020 – 2<sup>a</sup> fase) Observe o fen\u00f4meno que ocorre com a vela na anima\u00e7\u00e3o apresentada a seguir.

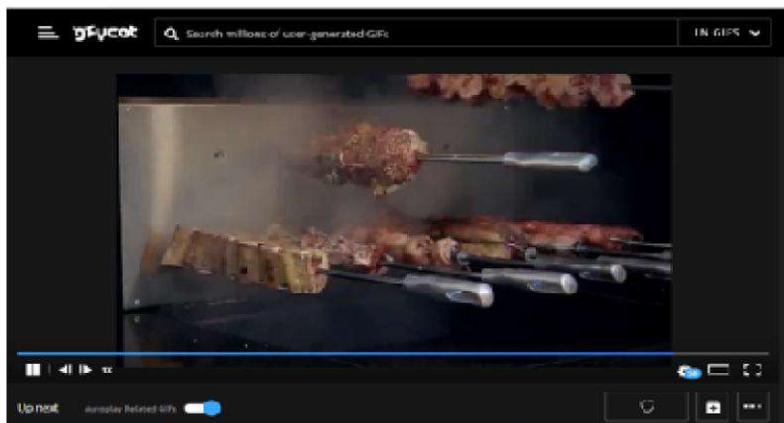


Fonte: <https://tumblr.chrisnolan.ca>

<https://tumblr.chrisnolan.ca/post/66188621065/chemistry-gifs>

Proponha uma explica\u00e7\u00e3o para o fen\u00f4meno observado.

**139.** (OBQJr 2021 – 1ª fase) As imagens mostradas no vídeo abaixo são apetitosas, confira.



Fonte: <https://gfycat.com/oilymenacingadmiralbutterfly>

Sobre a fumaça produzida nesse processo, é correto afirmar que ela corresponde a uma:

- A) mistura de substâncias orgânicas e inorgânicas (CO, CO<sub>2</sub>, fuligem C(s)).
- B) vapor de carvão rico em fuligem, tipo de particulado baseado em carbono.
- C) mistura de CO<sub>2</sub> em vapor d'água, produtos típicos da combustão completa.
- D) mistura homogênea de vapor de gordura, cálcio gasoso e vapor d'água.

**140.** (OBQJr 2022 – 2ª fase) No desenho animado, o Coiote sofre muitos reveses na sua perseguição ao Papa léguas, conforme indicado na cena abaixo.

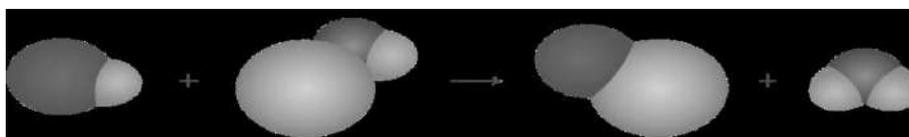


Fonte: <https://super.abril.com.br/cultura/as-leis-da-fisica-dos-desenhos-animados/>

Que substância diferencia as combustões verificadas nessa tentativa frustrada?

- A) C.
- B)  $\text{KNO}_3$ .
- C)  $\text{O}_2$ .
- D)  $\text{CO}_2$ .

141. (OBQJr 2023 – 2ª fase) Analise a reação ilustrada abaixo e, depois, indique a qual das alternativas apresentadas ela corresponde.



- A) Fotossíntese.
- B) Combustão do magnésio.
- C) Desidratação da água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).
- D) Neutralização de  $\text{HCl}$  com  $\text{NaOH}$ .

142. (OBQJr 2020 – 2ª fase) A imagem abaixo representa o fluxograma de um processo industrial que utiliza uma matéria-prima de importância econômica.



Adaptado de: <https://faespsenar.com.br/>

Considerando as informações apresentadas, o produto I e o produto II correspondem, respectivamente, a:

- A) açúcar e etanol hidratado.
- B) areia e vidro.
- C) cloreto de sódio e cloro.
- D) amido e cerveja.

**143.** (OBQJr 2021 – 2ª fase) É possível perceber odores desagradáveis nas mãos quando se manipula moedas por certo tempo. Eles decorrem das reações químicas entre os constituintes do suor e das moedas. Dos fatores envolvidos, a alimentação do indivíduo tem participação. Aqueles que se alimentam muito de carnes, ovos e queijos são mais afetados pelo cheiro nas mãos quando manipulam moedas.

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/> (Adaptado)

Avaliando se as alternativas são verdadeiras (**V**) ou falsas (**F**), que espécie(s) química(s) participa(m) das reações para a produção desses odores na manipulação de moedas?

V	F	A) Compostos nitrogenados.
V	F	B) Cloreto de sódio.
V	F	C) Metais (cobre e níquel).
V	F	D) Gases halogenados ( $Cl_2$ e $Br_2$ ).

## UNIDADE 4

# RELAÇÕES NUMÉRICAS E CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

## Relações numéricas da Química

### Unidade de massa atômica

Para se determinar a massa de entidades pequenas como átomos e partículas subatômicas, foi criada a unidade de massa atômica (u), que é definida como 1/12 da massa do isótopo de número de massa 12 do carbono, e seu valor é aproximadamente igual a  $1,67 \cdot 10^{-24}$  g.

$$u = 1/12 \text{ da massa do } {}^{12}_6\text{C} = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

### Massa atômica de um elemento químico

Como já foi visto na unidade 2, a massa atômica (MA) de um elemento químico é calculada pela média ponderada entre as massas dos isótopos naturais do elemento. Essa média é considerada como a massa de 1 átomo deste elemento, sendo dada em unidade de massa atômica (u) e pode ser encontrada na tabela periódica.

Exemplos:

$$\text{H} = 1,0 \text{ u}$$

$$\text{C} = 12,0 \text{ u}$$

$$\text{O} = 16,0 \text{ u}$$

$$\text{Mg} = 24,3 \text{ u}$$

$$\text{Al} = 27,0 \text{ u}$$

$$\text{S} = 32 \text{ u}$$

$$\text{Cu} = 63,5 \text{ u}$$

## Massa molecular

Massa molecular (MM) é a massa de 1 molécula (ou de um composto iônico) dada em unidade de massa atômica (u) e é numericamente igual à soma das massas totais dos átomos que a constituem.

Por exemplo, uma molécula de água é formada por 2 átomos de hidrogênio (H) e 1 átomo de oxigênio (O), logo a sua massa molecular é calculada multiplicando o índice 2 pela massa atômica do hidrogênio, que é igual a 1 u, e somando o resultado com a massa atômica do oxigênio, que é igual a 16 u:

$$\text{H}_2\text{O}: \text{MM} = 2 \cdot 1 + 16 = 18,0 \text{ u}$$

Outros exemplos:

$$\text{CO}_2: \text{MM} = 12 + 2 \cdot 16 = 44,0 \text{ u}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4: \text{MM} = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ u}$$

No caso de substâncias iônicas, o termo mais adequado é **massa fórmula**, pois elas não são formadas por moléculas e sim por compostos iônicos.

## Mol

Mol é a unidade da quantidade de matéria que contém  $6,0 \cdot 10^{23}$  unidades da matéria. O número  $6,0 \cdot 10^{23}$  é denominado **número de Avogadro**.

1 mol de **átomos** é a quantidade de matéria que contém  $6,0 \cdot 10^{23}$  **átomos**.

1 mol de **moléculas** é a quantidade de matéria que contém  $6,0 \cdot 10^{23}$  **moléculas**.

1 mol de **elétrons** é a quantidade de matéria que contém  $6,0 \cdot 10^{23}$  **elétrons**.

Como mol é uma unidade, não tem plural. Então, como exemplo, devemos escrever 2 mol e não 2 mols.

## Massa molar

A massa molar (M) é a massa em gramas que contém  $6,0 \cdot 10^{23}$  entidades ou 1 mol. A massa molar é dada em g/mol.

Considere o elemento químico oxigênio (O). 1 átomo de oxigênio tem massa igual a 16 u, que em gramas vale  $16 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} = 26,72 \cdot 10^{-24}$  g. Então a massa de  $6,0 \cdot 10^{23}$  átomos de oxigênio (= 1 mol) vale  $26,72 \cdot 10^{-24} \cdot 6,0 \cdot 10^{23} \cong 16$  g. Logo, a massa molar do elemento químico oxigênio (O) é **16 g/mol**.

Fazendo o mesmo cálculo para a água (H<sub>2</sub>O), verificamos que 1 molécula de água tem massa igual a 18 u, que em gramas vale  $18 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} = 30,06 \cdot 10^{-24}$  g. Logo, a massa de  $6,0 \cdot 10^{23}$  moléculas de água (= 1 mol) vale  $30,06 \cdot 10^{-24} \cdot 6,0 \cdot 10^{23} \cong 18$  g. Logo, a massa molar da água é **18 g/mol**.

Portanto, para se determinar a massa molar não precisa fazer o cálculo apresentado acima, basta colocar o valor da massa atômica ou da massa molecular e trocar a unidade “u” por “g/mol”. A massa molar tem o mesmo valor da massa atômica de um elemento químico ou da massa molecular ou da massa fórmula de substância, as unidades e os significados são diferentes.

Exemplos:

$$\text{H: } M = 1 \text{ g/mol}$$

$$\text{O: } M = 16 \text{ g/mol}$$

$$\text{C: } M = 12 \text{ g/mol}$$

$$\text{Al: } M = 27 \text{ g/mol}$$

$$\text{S: } M = 32 \text{ g/mol}$$

$$\text{Cu: } M = 63,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{H}_2\text{O: } M = 2 \cdot 1 + 16 = 18,0 \text{ g/mol}$$

$$\text{CO}_2: M = 12 + 2 \cdot 16 = 44,0 \text{ g/mol}$$

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 2 \cdot 27 + 3 \cdot (32 + 4 \cdot 16) = 342 \text{ g/mol}$$

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 63,5 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 249,5 \text{ g/mol}$$

Observe que no caso do sulfato de cobre II penta-hidratado, o ponto logo após a fórmula  $\text{CuSO}_4$  indica que a massa total das moléculas de água deve ser somada à massa do  $\text{CuSO}_4$ .

A massa molar (M) é numericamente igual à massa atômica (MA) quando se tratar de átomo, e é numericamente igual à massa molecular (MM), quando se tratar de molécula ou composto iônico, as unidades é que são diferentes.

Portanto, a massa atômica (MA) é a massa de 1 átomo de um elemento químico dada em u, a massa molecular (MM) é a massa de 1 molécula (ou

composto iônico) dada em u, já a massa molar (M) é a massa de  $6,0 \cdot 10^{23}$  átomos ou  $6,0 \cdot 10^{23}$  moléculas ou compostos iônicos dada em g/mol.

### Quantidade de matéria (ou número de mol)

Sabendo-se a massa (m) de uma substância formada por átomos, ou moléculas, ou compostos iônicos e conhecendo-se a massa molar (M) das espécies presentes, podemos calcular a quantidade de matéria (n) que corresponde a esta massa.

$$n = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$$

Por exemplo, a massa molar da água (H<sub>2</sub>O) é igual a 18 g/mol. Se num recipiente tiver 90 g de água, a quantidade de matéria de água presente pode ser calculada por regra de três ou pela fórmula:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ mol de H}_2\text{O} & \dots\dots\dots 18 \text{ g de H}_2\text{O} \\ x \text{ mol de H}_2\text{O} & \dots\dots\dots 90 \text{ g de H}_2\text{O} \end{array}$$

$$18 \cdot x = 90$$

$$x = \frac{90}{18}$$

$$x = \mathbf{5 \text{ mol de H}_2\text{O}}$$

ou

$$n = \frac{m}{M} = \frac{90}{18} = \mathbf{5 \text{ mol de H}_2\text{O}}$$

## Volume de gases

O volume de um gás com comportamento ideal em determinadas condições de temperatura e pressão pode ser determinado pela equação de Clapeyron:

$$P.V = n.R.T$$

**P** é a pressão do gás em atmosfera (atm); **V** é o seu volume em litro (ℓ); **n** é o número de mol do gás (mol); **R** é a constante dos gases ideais e vale 82/1000 atm.ℓ.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>; **T** é a temperatura em Kelvin.

Num problema, se a pressão for dada em milímetro de mercúrio (mmHg), deve-se converter para atmosfera (atm), sabendo-se que **1 atm = 760 mmHg**. Se a temperatura for dada em grau Celsius (°C), deve-se convertê-la para Kelvin (K), sabendo-se que **T<sub>K</sub> = T<sub>C</sub> + 273**. T<sub>K</sub> é a temperatura em Kelvin e T<sub>C</sub> é a temperatura em °C.

Analisando a equação de Clapeyron, conclui-se que volumes iguais de gases ideais nas mesmas condições de pressão e temperatura, apresentam o mesmo número de mol, ou seja, o mesmo número de moléculas. Este princípio é conhecido como hipótese de Avogadro.

## Volume molar

Volume molar (VM) é o volume ocupado por 1 mol de qualquer gás ou vapor a uma dada temperatura e a uma dada pressão. O volume molar é constante para todos os gases ou vapores considerados nas mesmas condições de temperatura e pressão.

Nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), cuja temperatura é de 0 °C (= 273 K) e a pressão é igual a 1 atm (= 760 mmHg), o volume molar é igual a **22,4 L**.

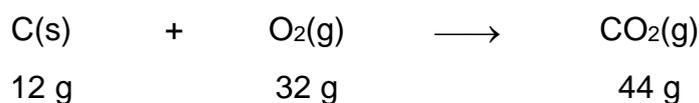
## Leis ponderais e volumétrica

### Lei da conservação da massa de Lavoisier

Segundo o químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), “num sistema fechado, seja qual for a transformação ocorrida, a massa não se altera”. Isso significa que em uma reação química que ocorre em recipiente fechado, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos formados.

Exemplo: combustão completa do carvão

O componente principal do carvão é o carbono (C), então sua queima (ou combustão) completa pode ser representada por:

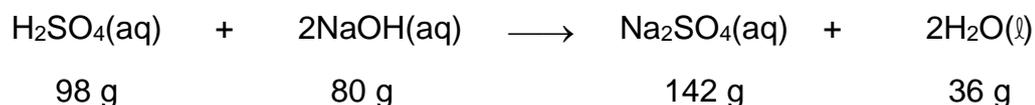


Observe que para cada 12 g de carbono (C) são necessários 32 g de gás oxigênio (O<sub>2</sub>) para a queima completa, o que forma 44 g de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Massa dos reagentes = 12 + 32 = 44 g

Massa do produto = 44 g

Exemplo: reação de neutralização entre ácido sulfúrico e hidróxido de sódio



Para cada 98 g de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) são necessários 80 g de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), o que produz 142 g de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) e 36 g de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

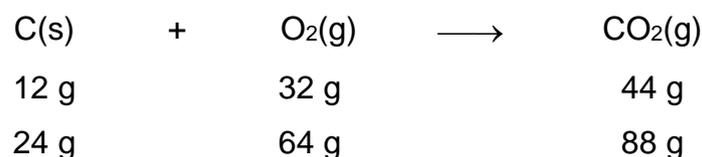
$$\text{Massa dos reagentes} = 98 + 80 = 178 \text{ g}$$

$$\text{Massa dos produtos} = 142 + 36 = 178 \text{ g}$$

### Lei das proporções fixas de Proust

Segundo o químico francês Joseph Louis Proust (1754 – 1826), “uma substância composta é sempre formada pelos mesmos elementos, combinados sempre na mesma proporção em massa”. Isso significa que se em uma reação multiplicarmos ou dividirmos as massas dos reagentes por um número, as massas dos produtos também serão multiplicadas ou divididas por esse número.

Exemplo: combustão completa do carvão



Observe que para cada 12 g de carbono (C) são necessários 32 g de gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ) para a queima completa, o que forma 44 g de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ).

Se a massa de carbono duplicar (24 g), será necessário utilizar o dobro de gás oxigênio (64 g), o que produzirá 88 g de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ).

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### A massa aumenta ou diminui ao se queimar um material?

Quando se queima um papel ou uma vela dentro de um recipiente aberto sobre uma balança, pode-se verificar que a massa da amostra vai diminuindo com o tempo. Isso ocorre porque nesses materiais há compostos contendo carbono. A combustão do carbono produz gás carbônico que escapa para o ar, o que justifica a perda de massa.

Se o mesmo experimento for realizado com uma palha de aço, observa-se que durante a sua queima, a massa vai aumentando. Tal fenômeno ocorre porque o ferro presente na palha de aço reage com o gás oxigênio presente no ar e forma óxido de ferro III ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), um óxido sólido. Como parte do gás oxigênio do ar foi incorporado na formação do sólido e não houve a liberação de gás para o ambiente, verifica-se o aumento de massa do material sobre a balança.

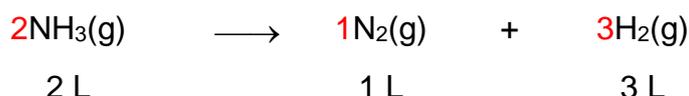
A formação da ferrugem é um processo semelhante, pois, nesse caso, o ferro é oxidado a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pela reação com o gás oxigênio do ar, acelerado pela umidade.

Esses experimentos não podem ser utilizados para comprovar a Lei de Lavoisier, pois foram realizados em recipiente aberto.

## Lei volumétrica de Gay-Lussac

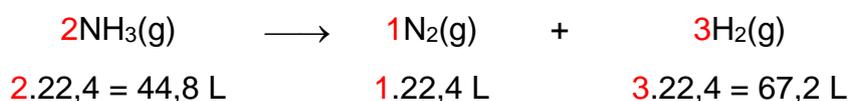
A lei do químico e físico francês Joseph Louis Gay-Lussac (1778 – 1850) informa que os volumes dos participantes gasosos de uma reação química nas mesmas condições de temperatura e pressão são diretamente proporcionais aos coeficientes estequiométricos da equação química balanceada.

Exemplos: considere a reação de decomposição da amônia em determinadas condições de temperatura e pressão:



A cada 2 litros de amônia (NH<sub>3</sub>) são produzidos 1 litro de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) e 3 litros de gás hidrogênio (H<sub>2</sub>).

Se a reação for realizada nas CNTP, a cada 44,8 litros de amônia (NH<sub>3</sub>) são produzidos 22,4 litros de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) e 67,2 litros de gás hidrogênio (H<sub>2</sub>):



## Cálculos estequiométricos

A palavra estequiometria tem origem grega (stoicheon = elemento e metron = medida) e foi introduzida por Jeremias Benjamim Richter (1762 – 1807) em 1792, referindo-se às medidas dos elementos químicos nas substâncias.

Atualmente, estequiometria é o estudo das relações entre as quantidades dos reagentes e / ou produtos de uma reação química. Estas relações podem ser feitas em número de mol, massa, volume, número de átomos, moléculas, etc.

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) é considerado no meio científico como o pai da Química. Ele foi capaz de associar todos os conhecimentos qualitativos da sua época aos conceitos da matemática. Para tanto, desenvolveu vários equipamentos de medição, entre eles a balança analítica de laboratório, permitindo ao químico medir ou calcular as massas dos reagentes e produtos envolvidos em uma reação química.

Para se realizar o cálculo estequiométrico de forma correta, os seguintes passos devem ser seguidos:

1º) Balancear a equação química fornecida, caso ela não esteja equilibrada;

2º) Escrever a proporção em mol (coeficientes da equação balanceada) da substância cuja informação foi dada no enunciado e da substância cuja informação se quer determinar;

3º) Adaptar a proporção em mols às unidades usadas no enunciado do exercício (massa, volume nas CNTP, número de moléculas etc.);

4º) Efetuar a regra de três com os dados do exercício.

A resolução de um problema de cálculo estequiométrico pode ser feita com apenas uma regra de três, seguindo as seguintes orientações:

- A regra de três tem duas colunas, uma para cada substância, e duas linhas;

- Iniciar pela segunda linha, preenchendo com as informações do enunciado e depois colocar na primeira linha os dados retirados da proporção da equação química balanceada. Na mesma coluna deve-se trabalhar com a mesma unidade, por isso ao se preencher primeiro a segunda linha, sabe-se que informações devem ser colocadas em cada coluna da primeira linha.

**Exemplo 1:**

Calcule a massa de  $H_2$ , em grama, que é produzida na reação completa de 0,3 mol de cálcio metálico com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

Massa atômica:  $H = 1$  u.

**Resolução:**

Monta-se a regra de três com a substância cujo número de mol foi fornecido (Ca) e com a substância cuja massa se quer calcular ( $H_2$ ). Na primeira coluna trabalha-se com número de mol de Ca. Na segunda coluna trabalha-se com massa de  $H_2$  em grama, então deve-se calcular a massa molar do  $H_2$ , pois tal valor deve ser colocado na primeira linha da coluna dessa substância.

Observe que pela equação química, a cada 1 mol de Ca se produz 1 mol de  $H_2$ .

$$H_2: M = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g/mol}$$

	1Ca	1H <sub>2</sub>
Dados da equação:	1 mol	1.2 g
Dados do enunciado:	0,3 mol	m

$$m = 0,3 \cdot 2$$

$$m = \mathbf{0,6 \text{ g de } H_2}$$

**Exemplo 2:**

Calcule o volume de gás carbônico, em litro, nas CNTP que pode ser obtido pela ação de 438 g de ácido clorídrico sobre quantidade suficiente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>).

Massas atômicas: H = 1 u; Cl = 35,5 u.

**Resolução:**

Monta-se a regra de três com a substância cuja massa em gramas foi fornecida (HCl) e com a substância cujo volume nas CNTP se quer calcular (CO<sub>2</sub>). Na primeira coluna trabalha-se com massa de HCl em grama e na segunda coluna trabalha-se com volume de CO<sub>2</sub> em litro nas CNTP. Como na coluna do HCl o dado é de massa, deve-se calcular a massa molar dessa substância, pois tal valor deve ser colocado na primeira linha da coluna do HCl.

Observe que pela equação química, a cada 2 mol de HCl se produz 1 mol de CO<sub>2</sub>.

	2HCl	1CO <sub>2</sub>
Dados da equação:	2.36,5 g	1.22,4L
Dados do enunciado:	438 g	V L

$$2.36,5.V = 438.22,4$$

$$V = \frac{9811,2}{73}$$

$$V = \mathbf{134,4 \text{ L de H}_2}$$

**QUESTÕES DAS OLIMPÍADAS – UNIDADE 4**

Questões e imagens obtidas das provas disponibilizadas no site da OBQJr:  
<http://www.obquimica.org/olimpiadas/junior>

1. (OBQJr 2023 – 1ª fase) No cotidiano temos uma infinidade de situações em que se formam misturas entre diferentes substâncias. Um exemplo é quando vamos cozinhar e colocamos água ( $H_2O$ ) e óleo de soja, o qual vamos considerar ser formado somente por ácido linoleico ( $C_{18}H_{32}O_2$ ). Vamos considerar que estão presentes na mistura 100 moléculas de água e 50 moléculas de ácido linoleico. Assinale a alternativa correta que apresenta o número de fases, de componentes e átomos presentes neste sistema.

- A) O sistema é formado por 2 fases, 2 componentes e um total de 2900 átomos.
- B) O sistema é formado por 1 fase, 2 componentes e um total de 150 átomos.
- C) O sistema é formado por 2 fases, 1 componente e na água temos 100 átomos de H e 50 átomos de O.
- D) O sistema é formado por 2 fases, 2 componentes e um total de 900 átomos de H do ácido linoleico.

2. (OBQJr 2013 – 2ª fase) Um esquema de roubo de cabos de uma empresa de telefonia foi descoberto e os envolvidos na ação criminosa acabaram presos. Em um galpão, os cabos eram descascados e os fios de cobre eram derretidos. De acordo com a Polícia Militar, a venda rendia mais de R\$ 200.000,00 por semana, pois, o quilograma de cobre era negociado por R\$ 14,00 (catorze reais).

Adaptado de <http://noticias.r7.com/minas-gerais/esquema-de-roubo-de-fios-de-cobre-da-oi-e-descoberto-e-cinco-presos-em-bh-09082013>

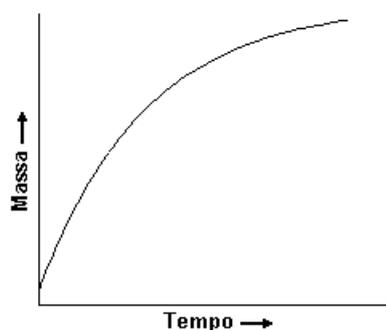
Em média, qual quantidade de matéria (em mols) de cobre metálico era comercializada semanalmente pelos ladrões?

Dados: a massa atômica do cobre é igual a 63,5 u;  $n = m / M$ .

3. (OBQJr 2014 – 2ª fase) Um grupo de estudantes resolveu fazer um experimento na Feira de Conhecimentos da escola. Na lista dos materiais necessários para a realização da atividade prática, a professora indicou que seria preciso adquirir 2 mol de gelo seco. Com base nessa quantidade de matéria (número de mols), quantos gramas de CO<sub>2</sub> os estudantes precisariam adquirir?

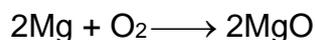
Dados: massa atômica: C =12 u; O =16 u.

4. (OBQJr 2015 – 2ª fase) O gráfico ao lado representa as variações das massas de um material sólido, quando foi molhado e exposto ao ar. Entre as opções listadas abaixo, indique a que representa o processo que ocorre com esse material e justifique a sua escolha.



- I. Uma pedra de gelo seco.
- II. Uma palha de aço usada em limpeza.
- III. Uma pepita de ouro, retirada de um rio.

5. (OBQJr 2012 – 2ª fase) A queima de um pedaço de fita de magnésio ocorre segundo a equação da reação química mostrada abaixo. Nesse processo, ocorre liberação de energia na forma de calor e de uma intensa luminosidade.



Utilizando-se essa reação, qual é a massa de magnésio necessária para se produzir 2,0 g de óxido de magnésio?

Dados de massas(molares): C = 12 g/mol; O = 16 g/mol; Mg = 24 g/mol.

6. (OBQJr 2017 – 2ª fase) No passado, balões utilizados para voos tripulados eram preenchidos com o gás hidrogênio. Uma das formas de obter esse gás era por meio da reação entre o ferro metálico e o ácido sulfúrico, conforme a seguinte equação química:



Para produzir gás para encher um balão, foram utilizados 224 kg de ferro metálico. Qual o volume, em litros, de gás hidrogênio obtido nas CNTP?

Dados: O = 16 g.mol<sup>-1</sup>; Fe = 56 g.mol<sup>-1</sup>; H = 1 g.mol<sup>-1</sup>; S = 32 g.mol<sup>-1</sup>; volume molar nas CNTP = 22,4 L.

## UNIDADE 5

# QUÍMICA VERDE

## Introdução à Química Ambiental

Poluição ambiental é o termo utilizado para caracterizar contaminação do ar, das águas, do solo, de alimentos, mudanças na paisagem, excesso de som, erosão de monumentos e construções.

A poluição ambiental está relacionada a dois fatores importantes, que são o processo de industrialização e o aumento contínuo da população.

O ser humano tem a capacidade de transformar as matérias-primas em produtos úteis. Ao confeccionar ferramentas, máquinas, artefatos de lazer e objetos de arte, ocorre a produção de quantidades significativas de resíduos que são poluidores ambientais. Paralelamente à evolução dos processos industriais, verifica-se uma elevação contínua da poluição ambiental.

O aumento da população no planeta gera uma demanda cada vez maior por alimentos, contudo a área de terras cultiváveis não cresce no mesmo ritmo que a população, sendo necessário um aumento na produção.

Com o crescimento populacional e a urbanização foi necessário se produzir alimentos industrializados. Antigamente, a produção alimentar era suficiente para a população, pois a maioria das pessoas vivia nas áreas rurais. Com a urbanização, grande parte da população se transferiu para as cidades, distanciando-se do local onde os alimentos eram produzidos. Em consequência, a produção de alimentos aumentou significativamente nas indústrias e na agricultura para suprir as necessidades da população das cidades. A elevação da produção agrícola só foi possível com o uso de fertilizantes e agrotóxicos.

Os fertilizantes são substâncias utilizadas para suprir as deficiências nutritivas do solo e os agrotóxicos servem para evitar os seres vivos nocivos que

devastam as plantações. Tais materiais têm o objetivo de melhorar a produção de alimentos no meio rural, porém eles se acumulam e contaminam os alimentos, que, ao serem consumidos, têm provocados diversas doenças na população.

O crescimento urbano e industrial tem provocado o descarte incorreto de resíduos no ar, nos solos, nos rios, nos lagos e nos mares. Esse acúmulo de resíduos ou lixo acaba por poluir a natureza e afetar os seres vivos.

Com a industrialização, foi necessário o uso de combustíveis fósseis como fontes de energia, porém a sua combustão libera para a natureza poluentes que comprometem a saúde do homem e do meio ambiente. Tais poluentes acarretam a elevação do efeito estufa, a contaminação de alimentos, solos, rios, mares, atmosfera, destruição da camada de ozônio e a formação de chuvas ácidas.

Nas últimas décadas, tem-se verificado um aumento da preocupação em relação às consequências da poluição. Por conta disso, os cientistas têm desenvolvido diferentes tipos de processos para remover esses contaminantes do meio ambiente.

A Química Ambiental (ou Química do Meio Ambiente) é definida como uma área da Química que se destina ao estudo dos processos naturais no ar, na água e no solo, suas interações e como eles são influenciados pelas atividades humanas. Tais estudos têm contribuído para resolver e prevenir problemas ambientais.

Para atuar preventivamente na redução de problemas ambientais, têm-se incentivado técnicas de redução de poluentes na fonte geradora através de tecnologias limpas disseminadas pela “Química Verde”, que vem buscando nas últimas décadas o desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento

capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.

## A Química Verde e o desenvolvimento sustentável

No início da década de 90, começou a se pensar em minimizar os impactos ambientais das atividades produtivas da área da Química, buscando alternativas para se evitar ou minimizar a produção de resíduos, pois até então tais atividades só se preocupavam com o tratamento de resíduos no final do processo produtivo. Esta nova forma de se buscar a redução do impacto da atividade química ao ambiente tem sido chamada de **Química Verde**.

A Química Verde se preocupa com o desenvolvimento de produtos químicos e processos que tenham como objetivo diminuir ou eliminar o uso ou geração de substâncias prejudiciais à saúde humana e ao ambiente.

Lenardão e colaboradores (2003) citam que os princípios da Química Verde podem ser divididos em três grandes categorias:

- o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima;
- aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto;
- evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

Com base nesse trabalho, enumeramos alguns pontos a serem perseguidos para a implementação da Química Verde na tabela a seguir.

<b>Prevenção de resíduos</b>	Evitar a produção do resíduo.
<b>Aproveitamento da matéria-prima</b>	Planejar metodologias de produção de forma que toda a matéria-prima seja aproveitada na formação do produto final.
<b>Síntese de produtos menos tóxicos</b>	Buscar o uso e produção de substâncias que tenham nenhuma ou pouca toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
<b>Planejamento de produtos seguros</b>	Projetar produtos que correspondam à função desejada e que não sejam tóxicos.
<b>Evitar ou usar solventes não perigosos</b>	Evitar usar solventes desnecessários ou usar substâncias inócuas, caso seja possível.
<b>Busca pela eficiência de energia</b>	Buscar o uso de fontes renováveis de energia, minimizar o gasto de energia e preferir processos químicos realizados em condições ambientes de temperatura e pressão.
<b>Uso de matérias-primas renováveis</b>	Preferir o uso de matérias-primas renováveis.
<b>Evitar a formação de derivados</b>	Evitar etapas e modificações em processos de produção desnecessárias e que possam gerar resíduos.
<b>Produtos degradáveis</b>	Projetar produtos que possam ser degradados e não persistam no ambiente após sua utilização.
<b>Prevenção de acidentes</b>	Utilizar substâncias e processos que minimizem o risco de acidentes, tais como vazamentos, incêndios e explosões.

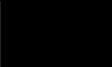
## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Coleta seletiva de lixo

Os resíduos podem ser separados segundo a sua constituição ou composição, de forma a poderem ser coletados de forma diferenciada, ou seja, seletivamente. Isso é importante, pois possibilita o reaproveitamento e reciclagem de resíduos diminuindo o impacto ambiental causado por eles.

A identificação de latas de lixo através de cores, serve para facilitar a coleta seletiva de materiais descartados, facilitando o reaproveitamento ou a reciclagem desses resíduos.

A resolução CONAMA no 275 de 19 de junho de 2001, estabelece as seguintes cores para as latas de lixo:

Cor		Material
Vermelho		Plástico
Preto		Madeira
Branco		Resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde
Verde		Vidro
Azul		Papel e papelão
Marrom		Resíduos orgânicos
Laranja		Resíduos perigosos
Cinza		Resíduos gerais não recicláveis ou misturados, ou contaminados não passíveis de separação
Roxo		Resíduos radioativos

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Plásticos

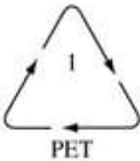
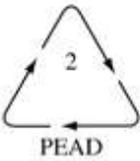
Os plásticos (materiais poliméricos) têm enorme participação do cotidiano dos consumidores. Sua grande vantagem é a durabilidade no acondicionamento de produtos, pois são resistentes aos diversos tipos de degradação. Contudo, tal vantagem tem consequências negativas ao meio ambiente, pois o consumo exagerado e posterior descarte de materiais plásticos têm provocado seu acúmulo na natureza.

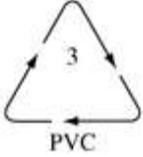
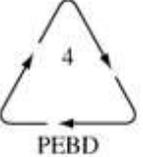
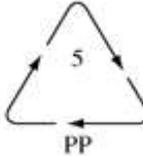
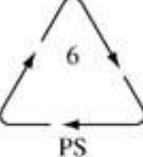
Deixar de utilizar plásticos não é mais uma alternativa viável para a sociedade, então pode-se minimizar o problema diminuindo o seu consumo e procurando reaproveitar ou reciclar materiais utilizados.

A dificuldade na reciclagem dos plásticos está na sua identificação, pois pode haver dois materiais poliméricos de mesmo aspecto visual, mas formados por moléculas diferentes.

Assim, em 1988 a Sociedade das Indústrias de Plásticos (*Society of Plastics Industry, Inc.* (SPI)) introduziu um sistema de identificação para facilitar a recuperação dos recipientes plásticos descartados. Tal identificação é colocada na base do recipiente ou no verso da embalagem do produto.

Os símbolos de identificação dos plásticos predominantes do mercado segundo a norma ABNT NBR 13230 são:

Código	Polímero
	PET - polietilenotereftalato
	PEAD – polietileno de alta densidade

	PVC – policloreto de vinila
	PEBD – polietileno de baixa densidade
	PP – polipropileno
	PS - poliestireno
	outros

Uma alternativa ao uso de plásticos, que são provenientes do petróleo, é o denominado plástico verde. Tal plástico é fabricado utilizando-se o etanol da cana-de-açúcar. A sua constituição, desempenho e aplicabilidade é igual ao polietileno comum, que é o plástico utilizado em garrafas de água, refrigerantes e sucos; toalhas de mesa, vários tipos de embalagens, sacos plásticos, brinquedos, etc.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Problemas causados pela mineração do ouro

A **amalgamação** e **cianetação** são processos que podem ser usados para a extração do ouro. A diferença está no processo e nos reagentes usados.

Na **amalgamação**, ao minério de ouro presente no cascalho é adicionado mercúrio líquido e água. Dessa forma, os pequenos grãos de ouro formam com o mercúrio uma liga metálica denominada **amalgama**, separando-os dos outros metais presentes no material. Depois, o **amalgama** é aquecido para a **volatilização** do mercúrio, sobrando o ouro. Neste processo, **garimpeiros** e **ribeirinhos** podem se contaminar ao inalar os vapores de mercúrio ou ao ingerir este elemento metálico disperso na água. Este metal pode causar **diarreia**, **vômito**, **tremores**, **inflamação das mucosas**, **problemas renais**, **depressão**, **problemas neurológicos irreversíveis** e até a **morte**.

A **bioacumulação** do mercúrio na cadeia alimentar é perigosa para a saúde humana, principalmente para pessoas que consomem peixes e outros frutos do mar.

Portanto, a **amalgamação** provoca tanto impactos sociais, com o **adocimento dos garimpeiros** e **moradores** que vivem da pesca nos rios, como ambientais, em virtude da **contaminação do solo**, dos rios e das espécies que habitam esse sistema.

Na **cianetação**, os pequenos grãos de ouro entram em contato com uma solução diluída de **cianeto de sódio** formando um sal de ouro solúvel em água. Depois, o ouro é obtido através da aplicação de **corrente elétrica** nesta solução, num processo denominado **eletrólise**.

Os **cianetos** são **tóxicos** para os animais, pois inibem o metabolismo do **oxigênio** bloqueando o consumo do mesmo, provocando a **morte do animal**.

Assim, o processo de **cianetação** provoca impactos sociais, com o **adocimento dos garimpeiros** e **moradores** que vivem próximo a **mineradora**, e ambientais, como **contaminação do solo** e dos rios e das espécies que habitam esse sistema.

Em virtude dos problemas causados por esses processos, **buscam-se alternativas** mais limpas, sustentáveis e eficientes para a extração de ouro.

Para o tratamento de efluentes contaminados com **cianeto** e **mercúrio**, tem-se como alternativa promissora e sustentável o uso da **casca de banana** como **biossorvente**, ou seja, um material que pode ser utilizado para **remover metais pesados** e outros **poluentes** de água. Este processo tem a vantagem de usar um **resíduo agrícola** abundante e de **baixo custo**, diminuindo o impacto ambiental causado pelos contaminantes citados.

## AMPLIANDO O CONHECIMENTO

### Hidrogênio – combustível verde

O gás hidrogênio ( $H_2$ ) conhecido como **hidrogênio verde** é aquele produzido a partir da eletrólise da água, cuja eletricidade é proveniente de fontes renováveis como energia solar ou eólica. Neste processo eletrolítico, as ligações covalentes presentes nas moléculas de água são rompidas, produzindo gás hidrogênio e gás oxigênio.

Quando o gás hidrogênio é utilizado numa bateria de combustível, ocorre novamente a formação de água e não de gases responsáveis pelo efeito estufa, como os produzidos na queima de combustíveis fósseis.

Seu uso é promissor porque não emite dióxido de carbono ( $CO_2$ ) na atmosfera e sua aplicação em larga escala diminuiria muito as emissões dos gases estufa, reduzindo os efeitos do aquecimento global. Contudo ainda há desvantagens, tais como elevados custos de produção, limitações na infraestrutura de armazenamento e distribuição, além da alta inflamabilidade do gás hidrogênio, o que exige maior segurança.

Por outro lado, avanços tecnológicos podem tornar o hidrogênio verde viável economicamente, contribuindo para um planeta mais sustentável.

## QUESTÕES DAS OLIMPIADAS – UNIDADE 5

Questões e imagens obtidas das provas disponibilizadas no site da OBQJr:  
<http://www.obquimica.org/olimpiadas/junior>

1. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Analise a charge abaixo.



Fonte: <http://www.cpap.embrapa.br/laboratorio/>

Em relação à manipulação de resíduos, a ideia principal contida nessa charge chama atenção para

- A) a descontaminação do ambiente.
- B) as aplicações das luvas de borracha.
- C) o tratamento inadequado de resíduos tóxicos.
- D) o perigo da manipulação de resíduos por idosos.

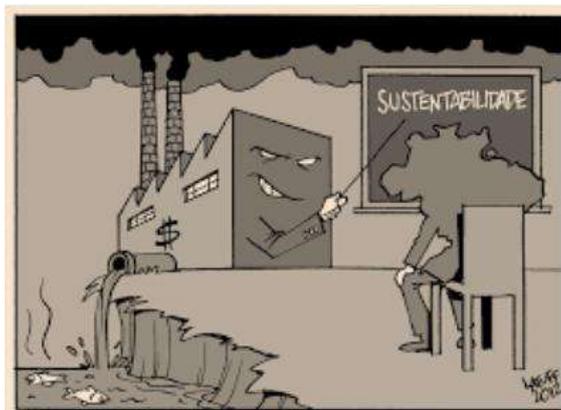
2. (OBQJr 2017 – 1ª fase) Uma empresa canadense desenvolveu um robô que retira madeiras de florestas submersas no leito dos reservatórios de hidrelétricas. Ele utiliza um motor elétrico e óleos biodegradáveis como fluidos hidráulicos. Controlado a partir de uma balsa localizada na superfície, o robô desce até o fundo do lago, amarra bolsas infláveis (reutilizáveis) nas árvores e corta seus troncos. Em poucos minutos os troncos flutuam.

Adaptado de: <http://g1.globo.com/natureza/rio20/noticia/2012/>

Uma aplicação da química verde a esse processo se relaciona à:

- A) uso de biocombustíveis.
- B) reutilização de combustíveis fósseis.
- C) utilização de misturas de triglicerídeos.
- D) biotransformação de derivados do petróleo.

3. (OBQJr 2018 – 1ª fase) Analise a charge abaixo.

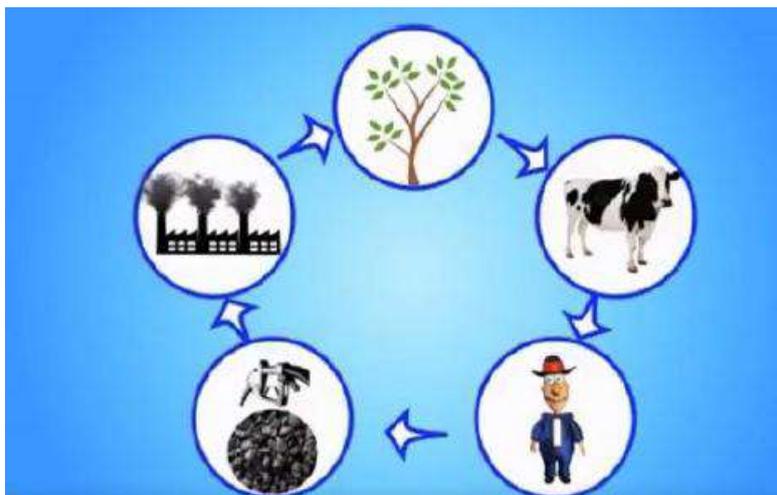


Adaptado de: Revista Pedagógica, edição especial.

Medidas para modificar positivamente esse cenário estariam relacionadas à

- A) prevenção e economia atômica.
- B) fiscalização e uso de reservas naturais.
- C) uso de fontes petroquímicas e nucleares.
- D) bioacumulação hídrica e eficiência energética.

4. (OBQJr 2020 – 2ª fase) O aumento da produção de uma substância gasosa produzida ao ciclo mostrado na figura abaixo pode levar a consequências devastadoras ao planeta. Por isso, há a necessidade de tomadas de medidas urgentes para se reduzir suas emissões para a atmosfera.



Adaptado de: <https://thumbs.gfycat.com/https://thumbs.gfycat.com/AbleFarflungChihuahua-mobile.mp4>

Uma maneira de diminuir os impactos causados por essa substância consiste em aumentar o(a):

- A) reflorestamento.
- B) quantidade de áreas destinadas a pecuária leiteira e de corte.
- C) uso de biomassa de fontes renováveis como combustível industrial.
- D) a qualidade dos combustíveis fósseis utilizados em automóveis.

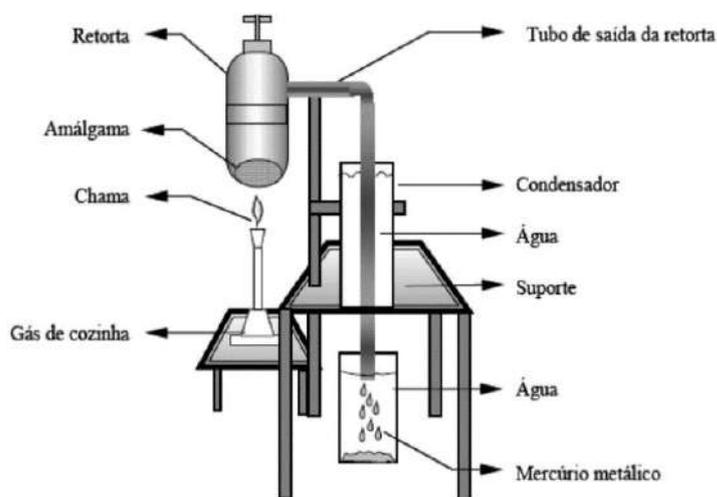
5. (OBQJr 2012 – 1ª fase) Um estudante enumerou três diferentes iniciativas que ele considerava como exemplos de “química verde”, conforme mostrado abaixo.

- I – Biocombustível a partir do bagaço de cana.
- II – Biodiesel a partir de óleo usado em lanchonete.
- III – Aditivo para massas de pães e biscoitos a partir de soluções de baterias.

São exemplos adequados aos princípios da “química verde” o que se afirma em

- A) I e II.  
 B) I e III.  
 C) II e III.  
 D) I, II e III.

6. (OBQJr 2012 – 2ª fase) Com base nos princípios da química verde, avalie as vantagens da utilização do equipamento Ilustrado a seguir em um garimpo de ouro.



7. (OBQJr 2013 – 1ª fase) Qual das alternativas abaixo exemplifica uma atividade associada à química verde?

- A) Síntese de clorofila utilizando metais pesados como reagentes.  
 B) Exploração das reservas naturais de lítio para produção de baterias.  
 C) Utilização de combustíveis fósseis para reciclagem de metais.  
 D) Substituição do petróleo por biomassa, como fonte natural para obtenção de combustíveis.

8. (OBQJr 2013 – 1ª fase) Um dos princípios da química verde considera que os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Nesse sentido, após sua utilização, uma substância lançada no meio ambiente

- A) não deve se degradar.
- B) deve se degradar em substâncias orgânicas.
- C) deve se degradar em substâncias inorgânicas.
- D) não deve permanecer no ambiente, degradando-se em produtos inócuos.

9. (OBQJr 2014 – 1ª fase) Uma indústria planeja desenvolver um novo processo de produção, baseando-se nos Princípios da “Química Verde”. Considerando esse objetivo, esse novo processo deve **evitar**

- A) a formação de produtos biodegradáveis.
- B) o uso de biomassa como matéria-prima.
- C) a diminuição do número de átomos do reagente no produto final.
- D) o emprego de solventes orgânicos, como o benzeno e os seus derivados.

10. (OBQJr 2016 – 2ª fase) A eficiência de uma reação química é um conceito tradicionalmente centrado no rendimento, ou seja, na quantidade de produto obtido em relação à quantidade esperada, dentro de um processo estimado a 100% de eficiência.

Quais as principais diferenças entre esse tipo de concepção e os princípios da Química Verde?

11. (OBQJr 2022 – 2ª fase) As resinas rígidas de policloreto de vinila (PVC) tiveram suas utilizações comerciais potencializadas na fabricação de diferentes produtos quando os plastificantes foram usados em suas formulações. Isso permitiu transformá-las em produtos flexíveis, reduzindo sua dureza. Os plastificantes de maior uso na indústria de PVC são os ftalatos, produtos petroquímicos. Apesar de apresentarem uma excelente compatibilidade com o polímero e de lhe conferirem boas propriedades, as restrições a essas substâncias como plastificantes têm crescido no mundo todo por causa de

desconfianças relacionadas a possíveis problemas de saúde relacionados aos seus usos.

Uma empresa brasileira passou a fornecer ao mercado de PVC um plastificante elaborado a partir de óleo de soja. Ele substitui um ftalato, sendo útil para tornar o PVC [mais conhecido na forma rígida em tubos e conexões] maleável, para utilização em fios e cabos, couro sintético, filmes para embalagens alimentícias e brinquedos. Seu preço é menor que o produto originário de petróleo.

Fonte: HOCIKO, C. C.; RODOLFO, A. Influência dos plastificantes de origem vegetal em policloreto de vinila (PVC). Revista Oswaldo Cruz, n.2 abril-junho 2014.

OLIVEIRA, Marcos de. Reações verdes. Revista PESQUISA FAPESP, n. 260, p. 72-75, 2017.

(Adaptado)

Quais princípios da química verde são destacados no texto?

- A) Otimização de produtos que persistam no ambiente e uso de solventes petroquímicos.
- B) Utilização de reagentes adicionais para geração de resíduos e economia atômica.
- C) Busca pela eficiência de energética e utilização de matérias-primas fósseis.
- D) Síntese de produtos menos perigosos e desenho de produtos seguros.

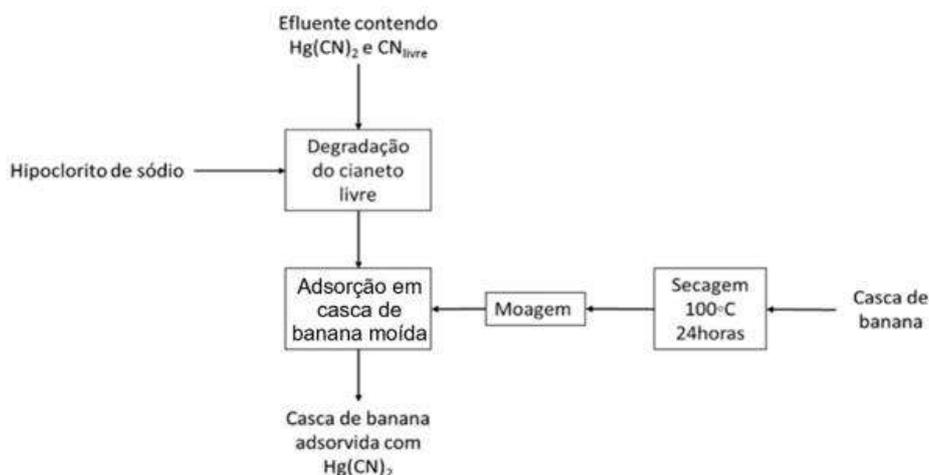
**12.** (OBQJr 2016 – 1ª fase) O polietileno é um polímero utilizado em fraldas descartáveis e recipientes para iogurtes, leite, xampu e detergentes. Geralmente, ele é produzido a partir de derivados do petróleo. Porém, algumas indústrias já iniciaram a sua produção a partir do etanol proveniente da cana-de-açúcar. Esse álcool passa por um processo de desidratação para que se obtenha o eteno, que depois é polimerizado a polietileno.

O processo ilustra a produção de um

- A) álcool biodegradável.
- B) polímero de álcool.
- C) plástico verde.
- D) tipo de petróleo.

13. (OBQJr 2023 – 2ª fase) A mineração artesanal de ouro, em muitos locais do Brasil, ainda continua usando o mercúrio. Além disso, a fim de melhorar a recuperação de ouro extraído, os resíduos da amalgamação são lixiviados com cianeto. Nesse processo, são gerados efluentes contendo cianocomplexos de mercúrio, que são despejados nos corpos d'água. Uma alternativa proposta para o tratamento de efluente contendo cianeto e mercúrio é apresentada no esquema 1.

Esquema 1 - Proposta de tratamento de efluente, proveniente da mineração artesanal do ouro, contendo cianeto e mercúrio.



Fonte: <http://larex.poli.usp.br/tratamento-do-efluente-da-mineracao-artesanal-de-ouro-contaminado-com-cianeto-de-mercúrio-atraves-de-biossorventes/>

- a) Para cada um dos itens a seguir, apresente dois aspectos que tornam o ouro um metal precioso e de grande procura:
- i) principais características químicas,
  - ii) propriedades e
  - iii) aplicações.

- b) Proponha uma explicação para o uso do mercúrio e do cianeto na mineração do ouro e avalie suas implicações socioambientais.
- c) Discuta as potencialidades da proposta apresentada no esquema 1, considerando os princípios da Química Verde.

**(OBQJr 2015 – 2ª fase) Leia o texto abaixo. Ele será utilizado nas questões 14 e 15.**

Determinado produto utiliza o hidrogênio como principal fonte de combustível. Ao contrário dos modelos mais comuns no mercado (como os que utilizam lítio), os resíduos gerados pela utilização desse produto são apenas energia térmica, calor e água, eliminada como vapor. Além disso, esse tipo de produto armazena mais energia em um espaço menor que aquele exigido pelos modelos à base de lítio.

Adaptado de: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia>

**14.** O produto enfatizado no texto é um(a)

- A) foguete.
- B) caldeira industrial.
- C) tanque de armazenamento.
- D) bateria de célula de combustível.

**15.** Considerando os conceitos da química verde, esse produto é comercialmente

- A) inadequado, porque polui muito.
- B) adequado, porque utiliza uma substância inerte.
- C) adequado, pois o combustível e os resíduos gerados são pouco agressivos ao meio ambiente.
- D) inadequado, pois é muito baixa a eficiência atômica do seu processo para gerar energia.

**16.** (OBQJr 2023 – 2ª fase) A humanidade tem buscado, ao longo da história, diferentes formas de gerar energia para suprir suas necessidades. Nos últimos anos, cientistas têm buscado formas mais limpas e sustentáveis de produzir energia, principalmente como fonte alternativa aos combustíveis fósseis. Uma dessas opções é o “hidrogênio verde”. Esta denominação é atribuída ao hidrogênio obtido a partir de fontes de energia renováveis, normalmente através da eletrólise da água, utilizando-se energia eólica ou solar. Quando empregado em células a combustível, o hidrogênio reage com o oxigênio do ar para formar água e liberar energia elétrica. Entender essas opções energéticas é crucial para o nosso futuro.

- a) A queima de combustíveis fósseis é considerada um fenômeno químico ou um fenômeno físico? Justifique.
- b) Por que é importante buscarmos alternativas aos combustíveis fósseis?
- c) Discuta sobre as possíveis vantagens e desvantagens da produção e do uso do hidrogênio verde.
- d) Escreva a equação química que representa o fenômeno que acontece nas células a combustível alimentadas por hidrogênio e explique o tipo de ligação química formada no(s) produto(s) da reação que ocorre nesses dispositivos.

## RESPOSTAS DAS QUESTÕES

Respostas e imagens obtidas no *site* da OBQJr:

<http://www.obquimica.org/olimpiadas/junior>

### Unidade 1

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A  | 2. A  | 3. A  | 4. B  | 5. A  | 6. B  |
| 7. A  | 8. A  | 9. C  | 10. B | 11. A | 12. A |
| 13. D | 14. B | 15. A | 16. D | 17. A | 18. C |

19. O gráfico 2, pois em uma mistura azeotrópica a temperatura de fusão varia e a de ebulição permanece constante.

- |       |       |       |             |       |       |
|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| 20. B | 21. A | 22. B | 23. B       | 24. A | 25. B |
| 26. D | 27. B | 28. D | 29. A       | 30. A | 31. A |
| 32. B | 33. A | 34. D | 35. B       | 36. D | 37. D |
| 38. A | 39. A | 40. B | 41. C       | 42. A | 43. D |
| 44. D | 45. B | 46. D | 47. V F F F | 48. A | 49. B |
| 50. C | 51. D | 52. D | 53. A       | 54. D | 55. C |
| 56. B | 57. A | 58. D | 59. D       | 60. D | 61. D |
| 62. D | 63. D | 64. A | 65. B       | 66. A | 67. C |
| 68. D | 69. A | 70. B | 71. D       | 72. D | 73. D |
| 74. D | 75. A | 76. A | 77. A       | 78. A | 79. B |

80.



Termômetro – Medir a temperatura no interior do sistema.

Cabeça de destilação – Conectar as vidrarias.

Coluna de fracionamento – Condensar vapores indesejados.

Balão de destilação – Armazenar o material a ser destilado.

Manta de aquecimento – Fornecer calor ao sistema.

Condensador – Condensar os solventes.

Sistema recolhedor – Armazenar os destilados.

Suporte universal – Fixar as peças do sistema.

Mangueiras – Prover fornecimento de água para condensação.

Garras – Fixar as peças do sistema.

81. D            82. B            83. A            84. B

85. O ar atmosférico sem poeira é uma mistura de gases e toda mistura gasosa é uma solução. Os principais componentes do ar podem ser separados por um processo denominado liquefação fracionada ou então pela destilação fracionada do ar liquefeito.

86. B            87. D            88. A            89. B            90. D

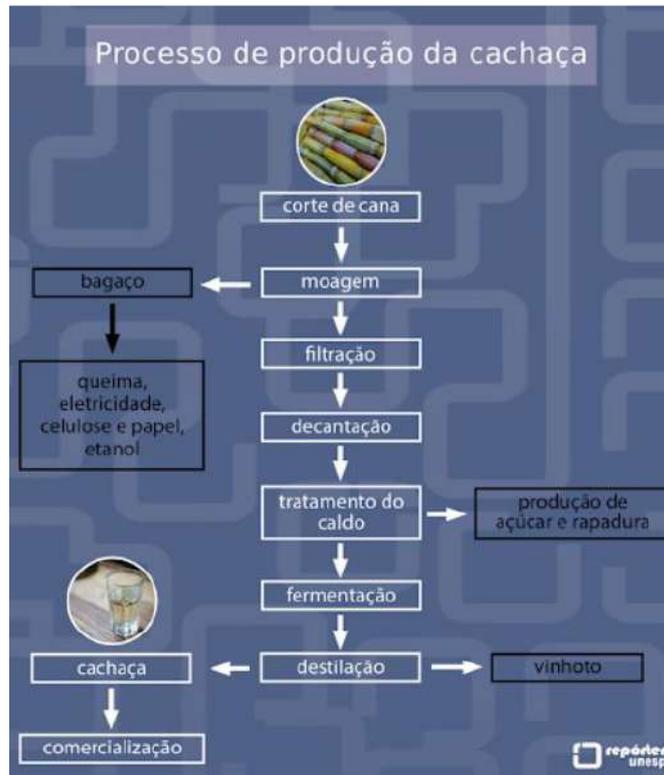
91. Destilação fracionada. Esse processo é utilizado para separar uma mistura de líquidos cujos componentes possuem temperaturas de ebulição próximas. Uma torre de fracionamento é utilizada para a destilação do petróleo, onde são separadas suas frações. Na parte interna da torre de destilação ou fracionamento há compartimentos que permitem a passagem de gases. O petróleo é aquecido na base da torre e os componentes mais voláteis passam para o estado gasoso e sobem pela torre. Quando certa fração gasosa atinge um compartimento com temperatura menor que a sua temperatura de ebulição, ela passa para o estado líquido e é removida da torre. Na base da torre é retirada a fração de maior temperatura de ebulição, e no topo da torre são removidos os gases, cujas temperaturas de ebulição são menores.

92. C            93. B            94. B            95. A            96. C

97.

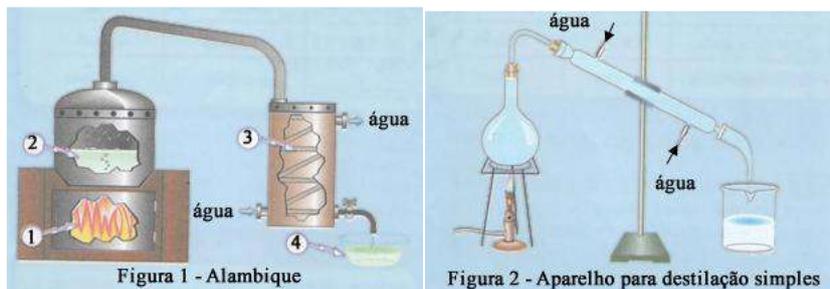
a) A cachaça é uma bebida alcoólica, etanólica, tipicamente brasileira, que possui características sensoriais peculiares. Ela é produzida pela destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado. O caldo de cana-de-açúcar é uma mistura rica em açúcar, a substância sacarose. Para a produção de cachaça, é necessário fermentar o caldo de cana. A fermentação alcoólica é um dos principais processos na produção da cachaça. É um processo bioquímico no qual há a transformação química do açúcar, provocada por microrganismo. A transformação da sacarose produz uma mistura, principalmente, de etanol (álcool etílico) e de gás carbônico, além de outras substâncias que são formadas em quantidades menores. Essa densa mistura, chamada de mosto, é filtrada e submetida a um processo de destilação simples. O produto da destilação é uma mistura aquosa contendo etanol. Apesar de estarem presentes em percentuais muito menores, as outras substâncias são responsáveis pelo odor e sabor da cachaça, principalmente substâncias orgânicas oxigenadas, ou seja, contendo átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

Proposta para processo de produção a partir da cana de açúcar.



Fonte: <http://reporterunesp.jor.br/2017/06/28/do-brasil-colonial-para-o-mundo-como-cachaca-influencia-o-pais/>

Proposta para obtenção da cachaça por destilação do caldo fermentado, em um alambique ou sistema laboratorial.



Fonte: Vestibular Universidade Federal da Bahia (2004)

A água do ribeirão também é uma mistura. O seu principal constituinte é  $H_2O$ , uma substância composta na qual podem estar dissolvidas diferentes espécies químicas, principalmente substâncias iônicas, em especial contêm íons de sódio, potássio, cálcio. Sendo assim, por mais que seja limpa, a água de um ribeirão não é formada apenas por uma substância pura. Adicionalmente, a depender das interferências naturais e as causadas pela ação do homem, a

**Distribuição gratuita – comercialização proibida**

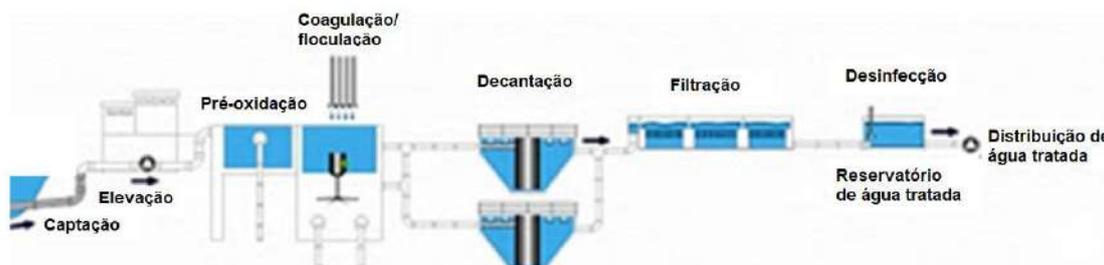
qualidade da água de um ribeirão pode sofrer variações em sua composição química. Elas repercutiram em algumas das suas características físico-químicas e organolépticas, podendo causar variações, por exemplo, na sua densidade, salinidade, coloração, acidez e turbidez.

b) Um processo de separação adequado para isolar o etanol da cachaça e a destilação fracionada.



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28000>

Um processo adequado para prover potabilidade a água de um ribeirão e ilustrado na proposta de tratamento apresentada em continuidade.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/10755>

c) A cachaça é uma bebida alcoólica bastante produzida e consumida no Brasil. Esse tipo de atividade produtiva gera muitos empregos e renda no País. A produção artesanal e industrial de cachaça envolve a plantação de cana-de-açúcar.

O sistema agrícola utilizado na maioria das áreas ocupadas para essa finalidade se baseia na monocultura, fator que pode interferir nos ecossistemas nos quais elas se inserem. Há o risco de desmatamentos na busca por novas áreas, além dos danos causados pela poluição gerada por defensivos agrícolas e pelas queimadas, por exemplo.

O consumo de cachaça pode contribuir para o alcoolismo e levar indivíduos a dependência e a problemas de saúde e de relacionamentos, tanto familiares como em outros meios sociais, como no trabalho.

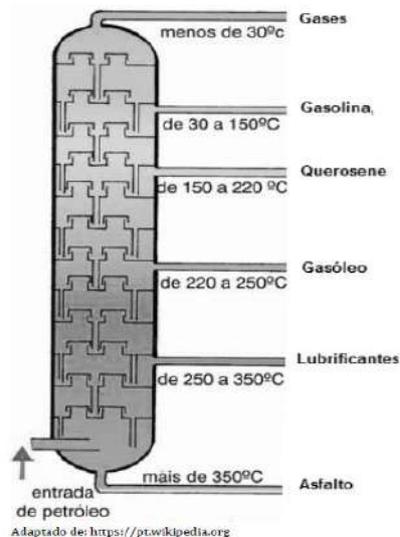
O ribeirão é um curso de água doce. A água é uma substância imprescindível à vida. A preservação de ribeirões e das demais fontes hídricas é fundamental, pois eles auxiliam na manutenção do balanço ecológico e atuam como fonte alimentícia para diversas espécies.

Os cursos d'água proveem os reservatórios que são utilizados para abastecimento de vilarejos e das cidades. O tratamento adequado da água é importante para garantir a sua potabilidade. Ele também possibilita o fornecimento de uma água adequada às lavouras. Com isso, busca-se fornecer um produto adequado à utilização e ao consumo, incluindo a busca de se evitar a transmissão de doenças aos humanos e aos animais.

98. D

99.

Montagem de um sistema que ilustre a presença de uma coluna contendo sistemas internos (bandejas), que permitem a separação de produtos gasosos, líquidos e sólidos, de acordo com a variação de temperatura, conforme ilustrado abaixo.



Vantagens relacionadas às propriedades e aplicações dos produtos em atividades domésticas e industriais, como combustíveis, solventes, matérias primas, material para pavimentação de vias etc.

Desvantagens associadas a modificações no meio ambiente e na saúde dos seres vivos, incluindo os seres humanos.

100. C      101. C      102. B      103. A      104. A      105. B

106. D      107. D      108. A      109. A      110. B      111. B

## Unidade 2

1. A                    2. B

3. Denominado de modelo atômico de bola de bilhar, no modelo de Dalton os átomos dos elementos conhecidos eram representados por meio de símbolos esféricos. Apesar de ter realizado vários experimentos, a sua teoria está mais baseada em postulados do que comprovações, tais como: i) os átomos são maciços e apresentam forma esférica; ii) os átomos são indivisíveis; iii) os átomos são indestrutíveis; iii) um elemento químico é um conjunto de átomos com mesmo tamanho, massa e propriedades; iv) os átomos de diferentes elementos químicos apresentam propriedades diferentes; v) o peso relativo de dois átomos pode ser utilizado para diferenciá-los; vi) substância química composta é formada pela mesma combinação de diferentes tipos de átomos e substâncias químicas diferentes são formadas pela combinação de átomos diferentes; vii) Nas reações químicas não há destruição de átomos, e sim rearranjo dos mesmos, formando novas substâncias.

### Potencialidades

Proporcionou um caráter científico, baseado em experimentos, às investigações sobre a constituição da matéria, servindo de base para que outros cientistas conhecessem o átomo e suas características.

Auxiliou na compreensão fenômenos discutidos à época, que implicavam, por exemplo, na lei de proporção das massas, de Proust, e na lei da conservação das massas, proposta por Lavoisier. Permitiu a compreensão da composição das substâncias simples e compostas, e das misturas. Introduziu o conceito de massa atômica e formulou a lei de pressões parciais dos gases.

### Limitações

A visão moderna de um átomo é muito diferente de uma partícula sólida, maciça e indivisível.

Não previa a existência de subdivisões atômicas (prótons e elétrons, por exemplo).

Não contemplava a natureza elétrica da matéria.

Levava a proposição de algumas fórmulas moleculares diferentes das aceitas atualmente.

Não conseguiu explicar fenômenos como a condução elétrica de metais e de soluções salinas ou a eletrólise.

Não verificou que átomos do mesmo elemento podem ter massas diferentes, pois o número de nêutrons pode variar em diferentes isótopos do mesmo elemento.

4. B                    5. A                    6. B                    7. B                    8. A                    9. D

10. B                    11. C

12. O modelo de Bohr. As cores observadas nas explosões dos fogos de artifício variam de acordo com o tipo de sal metálico misturado à pólvora desses produtos. A origem dessas cores se relaciona à estrutura eletrônica dos átomos dos elementos metálicos. Com a energia liberada na queima da pólvora, a temperatura aumenta e os elétrons externos dos átomos dos metais são promovidos a estados excitados. Quando retornam aos seus estados eletrônicos iniciais, eles liberam a energia excedente na forma de luz.

13. D                    14. D                    15. C                    16. C                    17. B                    18. B

19. C                    20. C                    21. B                    22. C                    23. B

24. Se quatro sais apresentam cores diferentes durante a combustão, eles são constituídos por

diferentes íons metálicos; cada um deles emitindo uma cor própria. A diferença de coloração nas chamas dos sais está relacionada com os níveis de energia dos íons metálicos em questão.

Ao receber energia (no caso, proveniente da chama, energia em forma de calor), alguns elétrons são promovidos a níveis de energia mais elevados, ou seja, ocorre uma excitação eletrônica. Um elétron excitado tende a retornar para o nível menos energético, mais estável. Quando um desses elétrons excitados retorna ao estado fundamental, ele libera a energia recebida anteriormente em forma de radiação, emissão de luz. Cada elemento libera a radiação em um comprimento de onda próprio, radiações visíveis em cores que caracterizam o íon metálico. Assim, é possível identificar a presença de certos elementos por causa da cor característica que eles emitem quando aquecidos numa chama. Esse procedimento é conhecido como teste de chama e é a base para muitas aplicações, entre elas, os fogos de artifício.

25. B	26. A	27. A	28. D	29. A	30. C
31. C	32. D	33. D	34. C	35. A	36. B
37. C	38. A	39. A	40. C	41. D	42. B
43. B	44. B	45. B	46. B	47. B	48. C
49. B	50. A	51. C	52. D	53. D	54. B
55. C	56. C	57. D	58. B	59. B	60. C
61. A	62. A	63. A	64. A	65. A	66. A
67. B	68. B	69. B	70. D	71. C	72. C
73. B	74. A	75. A	76. C	77. B	78. B
79. B	80. D	81. B	82. A	83. B	84. B
85. C	86. B	87. B	88. B	89. D	90. D
91. A	92. C	93. C			

### Unidade 3

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B  | 2. C  | 3. D  | 4. C  | 5. D  | 6. C  |
| 7. B  | 8. D  | 9. C  | 10. D | 11. D | 12. A |
| 13. C | 14. B | 15. A | 16. A | 17. D | 18. D |
| 19. B | 20. C | 21. C | 22. D | 23. B | 24. C |
| 25. B | 26. B | 27. C | 28. A | 29. A |       |

30. A imagem exibe um recipiente contendo bromo ( $\text{Br}_2$ ), que é líquido marrom-avermelhado à temperatura e pressão ambientes. Considerando a ilustração estática e dinâmica, não há reação química, mas um fenômeno físico. Verifica-se que no sistema apresentado essa substância está em dois estados físicos da matéria: líquido (fundo) e gasoso (vapor, acima do nível do líquido).

A molécula do  $\text{Br}_2$  é uma molécula diatômica, formada por átomos do mesmo elemento químico, que interagem por meio de uma ligação covalente. As forças intermoleculares que atuam entre as moléculas de  $\text{Br}_2$  são significativamente altas para que a substância seja líquida, à temperatura e pressão ambientes, mas não tão intensas. Por isso, ela se vaporiza rapidamente nessa temperatura.

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 31. C | 32. A | 33. C | 34. A | 35. A | 36. D |
| 37. A | 38. A | 39. C | 40. C | 41. C | 42. D |
| 43. C | 44. D | 45. A | 46. A | 47. A |       |

48. A faca. O modelo indicado corresponde ao de uma ligação metálica envolvendo átomos de cobre e de estanho, estes últimos em proporção bem menor. Essa composição corresponde a de uma liga metálica conhecida como bronze, material utilizado na fabricação de diferentes objetos - como facas, espadas e outros objetos - inclusive da Antiguidade. Os demais objetos citados no texto teriam composições bem diferentes, com a presença de átomos de outros elementos químicos, e os modelos de suas ligações seriam do tipo iônico ou covalente.

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 49. D | 50. D | 51. A | 52. A | 53. D | 54. C |
| 55. B | 56. A | 57. D |       |       |       |

58. O cloreto de sódio e a sacarose são duas substâncias que possuem características diferentes. Em razão dos tipos de ligações químicas existentes entre os átomos de seus elementos, o cloreto de sódio é um composto iônico e a sacarose é uma substância molecular. O cloreto de sódio é um sal inorgânico constituída por arranjos de íons, cátions sódio ( $\text{Na}^+$ ) e ânion cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), que produzem aglomerados com formas geométricas definidas, conhecidos como retículos cristalinos. Esses arranjos iônicos são consequência das forças de atração eletrostática, também conhecidas com ligações eletrovalentes, onde cada ânion atrai simultaneamente vários cátions e cada cátion também atrai simultânea e vários ânions, por terem cargas contrárias. Essas interações contribuem para que o cloreto de sódio possua um ponto de fusão elevado.

A sacarose é uma substância orgânica constituída por ligações covalentes. Esse açúcar possui ponto de fusão bem menor que o NaCl porque ele é uma substância orgânica. Portanto, as forças entre as suas moléculas (intermoleculares) são mais fracas. As forças intermoleculares no NaCl mantêm os seus átomos mais unidos, em comparação às interações entre as moléculas de sacarose. Desse modo, maior quantidade de energia é preciso fornecer ao meio para que essas interações sejam rompidas e ocorra mudança de estado físico, conseqüentemente, o resultado é um ponto de fusão mais elevado.

59. C

60. Algum tempo após serem capturados e morrerem, os peixes passam a produzir odores desagradáveis. Esse mau-cheiro se deve a um grupo de substâncias nitrogenadas, aminas, resultantes das reações químicas da decomposição do pescado. Tais compostos se comportam como bases, semelhantes à amônia ( $\text{NH}_3$ ). A lavagem dos peixes e das mãos, das pessoas que os manipulam, com vinagre ou suco de limão elimina os odores desagradáveis. O suco do limão e o vinagre são ácidos ( $\text{H}^+$ ) e, portanto, reagem com a amina responsável pelo cheiro do peixe, por meio de uma reação conhecida como neutralização.

61. A

62. B

63. C

64. C

65. A

66. D

67. A

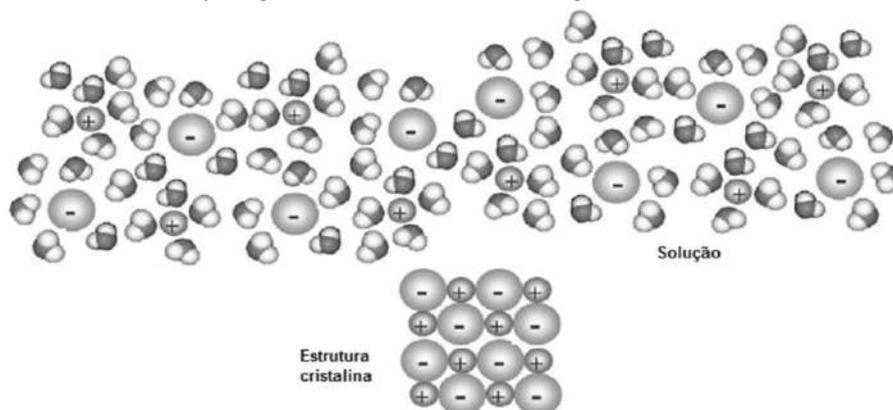
68. A

69. A

70. A

71. Uma solução saturada é uma mistura constituída pela dissolução da quantidade máxima de um soluto por um solvente, em uma determinada temperatura. O aspecto dessa solução pode ser homogêneo ou heterogêneo, quando se verifica a presença de um sólido (precipitado) no fundo do recipiente.

O cloreto de sódio, NaCl, é um composto sólido cristalino. A sua estrutura é formada por ligações iônicas entre o sódio (Na) e o cloro (Cl), resultando na presença de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Na água, esses íons são separados (dissociação). Quando o NaCl (soluto) está em contato com a água (solvente), os íons  $\text{Na}^+$  tendem a ser atraídos pela região eletricamente negativa de algumas moléculas de água e os íons  $\text{Cl}^-$  são atraídos pela região positiva de outras moléculas de água. Caso a quantidade de sal seja aumentada, a quantidade de moléculas de água disponíveis ficará menor, dificultando essa separação, como ocorre nas soluções saturadas.



72. C

73. B

74. B

75. A

76. A

77. D

78. B

79. A

80. A

81. C

82. C

83. A

84. C

85. D

86. B

87. A

88. A

89. D

90. C      91. C      92. A      93. B      94. A      95. A  
96. A      97. A      98. B      99. A      100. D      101. A  
102. A

**103.** O lançamento de óxidos de enxofre na atmosfera tem contribuído para o aumento da acidez da chuva. Esses óxidos reagem com a água e formam ácidos, como o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Presente em muitos monumentos, o carbonato de cálcio reage com o ácido sulfúrico e forma o sulfato de cálcio, um sal frágil e solúvel na água. Desse modo, a chuva ácida acaba dissolvendo esses monumentos.

104. A      105. A      106. B      107. C      108. D      109. B  
110. A      111. C

**112.** Expressões relacionadas ao contexto da charge: emissão de gás metano ( $CH_4$ ) e aquecimento global.

Tipo de Justificativa esperada: Os animais de pastagens, principalmente os bovinos, emitem grandes quantidades de metano, que é um gás. O metano é uma substância que contribui para o aquecimento global. O aquecimento global tem contribuído para mudanças climáticas no planeta, implicando, por exemplo, no derretimento do gelo em regiões polares. Dessa forma, o aumento da criação de bovinos pode ameaçar o desenvolvimento de outras espécies, inclusive em regiões distantes das pastagens, como os animais polares.

**113.** A questão traz uma charge, que faz uma crítica às implicações da atividade pecuária sobre as mudanças climáticas na Terra. Ela ilustra a influência de uma substância gasosa emitida por bois e vacas, o metano ( $CH_4$ ), no contexto do aquecimento global.

Junto com o gás carbônico ( $CO_2$ ), o metano é um dos principais gases do efeito estufa, um processo natural que é acelerado pela atividade humana. Essas substâncias absorvem parte da radiação infravermelha refletida pela superfície do planeta, impedindo que a radiação escape para o espaço e aquecendo a superfície terrestre. Porém, o metano é mais eficiente na captura de radiação do que o  $CO_2$ , logo, comparativamente, o seu impacto sobre a mudança climática é maior.

O metano é produzido pela decomposição da matéria orgânica. Além de ser liberado para a atmosfera na produção e distribuição de combustíveis fósseis, ele é gerado em aterros sanitários e lixões, e também na criação de gado. Esse gás é proveniente dos processos digestórios de bois e vacas, sendo liberado de forma natural, involuntária por esses ruminantes.

O aumento dos rebanhos e a necessidade de se produzir cada vez mais alimentos fazem com que também aumente o volume de metano liberado na atmosfera do planeta. Entre as medidas para minimizar a produção desse na pecuária, podem-se citar: a melhoria da dieta dos animais e da qualidade dos pastos, e outras práticas que impliquem em menores ciclos de produção.

114. C

**115.**

a) Estado sólido: “água congelada”, “cristais de gelo”. Estado líquido: “oceanos”. Estado gasoso: “o metano é produzido no fundo do oceano”, “o gás” (o metano), “pode ser inflamado”. Observação: o fogo (a chama exibida) não se encaixa em nenhum estado físico, nem no plasma. O fogo (luz e calor) é resultado da combustão.

b) Apesar de ser tido por muitos como uma tendência do abastecimento de energia, o hidrato de metano. pode causar impactos ambientais negativos, caso seja usado futuramente na geração de energia em escala industrial.

A extração em larga escala poderia causar possíveis danos ambientais aos ecossistemas dos oceanos de onde seria obtido esse produto.

O metano é um gás causador de efeito estufa. Há riscos que falhas nos processos de extração do hidrato de metano e de beneficiamento do gás possa liberar ainda mais metano para a atmosfera e aumentar o desequilíbrio ambiental já vivenciado em nosso planeta.

A utilização em larga escala do hidrato de metano também contribuiria para estimular a manutenção e o incentivo de processos baseados em combustíveis de origem fóssil, de fontes não-renováveis. A energia produzida no seu uso envolveria a reação de combustão, com a consequente geração de mais dióxido de carbono, outro gás responsável pelo efeito estufa.

**116. D**

**117. B**

**118. B**

**119. C**

**120. D**

**121.** A aplicação do processo denominado Haber-Bosch para a síntese da amônia, a partir do gás nitrogênio e do gás hidrogênio presentes na atmosfera, tornou possível aumentar a produtividade da agricultura e fabricar diferentes produtos. Por esse feito, ele é de grande importância para a humanidade.

A amônia é uma das substâncias mais produzidas no mundo. Ela serve de matéria-prima para um número elevado de aplicações. Por exemplo: fabricação de fertilizantes agrícolas, fibras, plásticos, produtos de limpeza (detergentes, desinfetantes e amaciantes), tinturas de cabelo e explosivos.

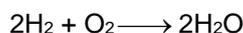
Anteriormente a esta síntese, cientistas haviam comprovado a importância do nitrogênio para as plantas, e também que esses seres vivos não absorvem o nitrogênio atmosférico ( $N_2$  gasoso). Utilizavam-se fontes de nitrogênio provenientes do próprio local, tais como: restos de colheita, excrementos diretos ou modificados (compostagem). O crescimento da população mundial passou a demandar mais alimentos e as fontes naturais de nitrogênio foram ficando escassas. Junto a isso, a grande disponibilidade de nitrogênio na atmosfera desafiava os cientistas a encontrarem uma maneira de fixá-lo. A baixa reatividade do nitrogênio dificultava as propostas para essa finalidade, cujos rendimentos obtidos eram baixos.

As muitas tentativas de se sintetizar a amônia finalmente resultaram em um processo adequado, conhecido do processo Haber-Bosch. O método economicamente viável para a síntese da amônia a partir do nitrogênio e do hidrogênio presentes na atmosfera foi desenvolvido por Fritz Haber, que recebeu um Prêmio Nobel em Química. Carl Bosch transformou esse método em um processo em larga escala, utilizando um catalisador e métodos de alta pressão, e, por esse feito também ganhou um Prêmio Nobel em Química.

**122. C**

**123. B**

**124.** O carrinho contém uma haste que apresenta uma fonte de calor (fogo) em sua extremidade. Ao entrar em contato com o balão, o fogo derrete a superfície do balão e ocorre uma explosão, da qual é produzida uma nuvem de fogo de coloração amarelo-alaranjada. O balão contém um gás inflamável. No processo ocorre a combustão do gás hidrogênio, a reação dessa substância com o gás oxigênio.



Duas moléculas de gás hidrogênio (diatômico) se combinam com uma molécula de gás oxigênio (diatômico). Dessa reação resultando duas moléculas de água. Quando uma chama derrete a superfície do objeto, rompe o balão deflagra, inicia-se a reação, a combustão. Há liberação de energia, produzindo-se aquecimento e a explosão.

**125. B**      **126. A**      **127. V – V – V – V**      **128. A**      **129. B**      **130. C**  
**131. A**

**132.** A figura ilustra uma versão caseira de um extintor. Ao ser empurrado, o canudo rompe a bolsa e o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) entra em contato com o vinagre é uma solução aquosa de ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Nesse processo, há a formação de  $\text{CO}_2$ . O gás carbônico aumenta a pressão dentro da garrafa, fazendo com que o líquido seja expelido para fora do extintor e possa apagar o fogo.

**133. B**      **134. A**      **135. A**      **136. B**      **137. A**

**138.** Uma vela é reacendida através da sua fumaça, produzida a partir do momento que foi apagada por uma corrente de ar.

A vela é um objeto constituído por um material à base de parafina, que é uma mistura de hidrocarbonetos, sobre o qual se insere um pavio. Quando o pavio de uma vela é aceso, ocorre um processo no qual a chama gerada vaporiza o material ceroso, há uma reação de combustão, produzindo calor e luz. O rastro de fumaça liberado pelo pavio ainda contém o material vaporizado, que não queimou totalmente. Ao fornecer nova fonte de fogo contra esse vapor, há a liquefação do material, que entra em combustão e cai sobre a vela, reacendendo-a.

**139. A**      **140. B**      **141. D**      **142. A**      **143. V – V – V - F**

## Unidade 4

1. A

2.

1 Kg de cobre custa R\$ 14,00, logo R\$ 200.000,00 equivalem a:

$$\frac{200000,00}{14,00} \cong 14.286,00 \text{ Kg de cobre}$$

Para calcular a quantidade de matéria de cobre correspondente, basta dividir a massa pela sua massa molar:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{14.286,00}{63,5}$$

$$n = \mathbf{225000,00 \text{ mol de cobre}}$$

3. Sabe-se que gelo seco é CO<sub>2</sub> no estado sólido.

A massa molar do CO<sub>2</sub> é igual a: M = 12 + 2.16 = 12 + 32 = 44 g/mol

1 mol de CO<sub>2</sub> ..... 44 g de CO<sub>2</sub>

2 mol de CO<sub>2</sub> ..... x g de CO<sub>2</sub>

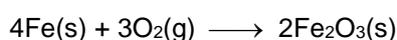
$$x = 2.44$$

$$x = \mathbf{88 \text{ g de CO}_2}$$

**Resposta:** os estudantes precisariam adquirir 88 g de CO<sub>2</sub>.

4. Alternativa correta: II- palha de aço.

A palha de aço é constituída por fios finos de um a liga de ferro. Quando embalada, ela não sofre oxidação (formação de ferrugem). A ferrugem é formada pelo contato da esponja de aço com água e gás oxigênio. Nessas condições o ferro pode sofrer uma oxidação e produzir óxido de ferro III:



O gráfico mostra aumento de massa em função do tempo de contato, então, a palha de aço “enferrujada” mais massa por conta do oxigênio incorporado durante a reação química.

5. O exercício pede para calcular a massa de magnésio necessária para produzir 2 gramas de óxido de magnésio. Então monta-se a regra de três apenas com a substância cuja massa for fornecida (MgO) e com a substância cuja massa se quer calcular (Mg). Observe que pela equação química, a cada 2 mol de Mg se produz 1 mol de MgO. Como a massa molar do magnésio é 12 g/mol e a do MgO é igual a 28 g/mol (12 + 16 = 28 g/mol), tem-se a regra de três:

2Mg	1MgO
2.12 g	1.28 g
m g	2 g

$$2.12.2 = 38.m$$

$$m = \mathbf{56 \text{ g de Mg}}$$

**Resposta:** são necessários 56 g de magnésio.

6. Monta-se a regra de três com a substância cuja massa em gramas foi fornecida (Fe) e com a substância cujo volume nas CNTP se quer calcular (H<sub>2</sub>). Na primeira coluna trabalha-se com massa em gramas de Fe e na segunda coluna trabalha-se com volume em litros de H<sub>2</sub> nas CNTP.

Observe que, pela equação química, cada 1 mol de Fe se produz 1 mol de H<sub>2</sub>. Como a massa molar do Fe é 56,0 g/mol, tem-se a regra de três:

1Fe	1H <sub>2</sub>
1.56,0 g	1.22,4 L
224000 g	V L

$$56.V = 224000.22,4$$

$$56.V = 5017600$$

$$V = \frac{5017600}{56}$$

$$V = \mathbf{89600 \text{ L de H}_2}$$

**Unidade 5**

1. C

2. C

3. A

4. A

5. A

6. A técnica utilizada reduz ou elimina a geração de produtos e sub-produtos tóxicos, que são nocivos à saúde humana ou ao ambiente, pois os constituintes da amálgama são totalmente recuperados.

7. D

8. D

9. D

10. A reação deixa de ser vista sobre a ótica do produto final, no rendimento máximo, para um novo modelo. Além do produto final, no rendimento máximo, objetiva-se também a maximização da incorporação dos átomos dos reagentes no produto final e a minimização da formação de resíduos, não só os derivados dos reagentes, mas também os solventes, as auxiliares (p.e., catalisadores), a energia, etc.

11. D

12. C

13.

a)

i) O ouro é o elemento químico que possui o símbolo químico Au (do latim *aurum*, brilhante). Ele é um metal, um dos metais mais inertes. É estável em ar puro e seco à temperatura ambiente. Esse elemento possui baixa abundância na crosta terrestre e, na natureza, é encontrado em veias e depósitos aluviais, na forma elementar ou nativa (pepita), ou combinada.

ii) Sua aparência é brilhante, de cor amarela. É um bom condutor de calor e eletricidade, e resistente à corrosão. Além disso, é o metal mais maleável e dúctil. O ouro é tão inerte que não é atacado por agentes oxidantes fortes, como o ácido nítrico concentrado, apesar de reagir com a água régia, uma mistura de ácido nítrico e clorídrico concentrados, gerando o complexo solúvel.

iii) Por sua beleza e em consequência de suas propriedades, o ouro é amplamente usado em joias, decoração, na odontologia, para revestimento e na indústria, por exemplo, na composição de: fármacos; e dispositivos eletroeletrônicos, como cartuchos de tinta, calculadoras, processadores, celulares e computadores, etc. Grande parte da produção mundial de ouro é destinada aos bancos centrais de todos os países para construção de uma reserva monetária.

b) A recuperação do ouro e de seus minérios em garimpos se dá por processos de amalgamação, de cianetação e de fundição. A amalgamação, que é o processo de formação de uma liga metálica pela reação do mercúrio com outro metal, nesse caso, com o ouro. O mercúrio, um

metal pesado, é usado para agregar os grãos que ficam espalhados pelo cascalho arenoso retirado do subsolo ou do leito dos rios. Como o mercúrio liquefaz e evapora em temperaturas menores do que o ouro, usando um maçarico, é possível separar os dois metais e obter o ouro puro. No caso do cianeto, uma solução contendo íons cianeto é despejada sobre os resíduos da amalgamação, provocando reações químicas capazes de diluir os fragmentos de ouro que, depois, é separado por um processo eletrolítico.

A utilização de mercúrio e de cianeto na mineração do ouro geralmente resulta em uma das formas de contaminação ambiental e em riscos para a saúde da população. Ambos, mercúrio e cianeto são tóxicos. Assim, tanto as diferentes espécies de animais, plantas e algas que vivem nesses ambientes quanto os trabalhadores/mineradores, as comunidades ribeirinhas e os consumidores de produtos desses locais podem se contaminar com após a ingestão e/ou inalação de compostos químicos contendo Hg e/ou CN, via águas e o/u produtos contaminados. Além disso, a contaminação pode ultrapassar as fronteiras do garimpo, seja por via da poluição fluvial seja em decorrência da poluição atmosférica decorrente da queima do amálgama.

c) Essa proposta de tratamento de efluente contendo cianeto e mercúrio, proveniente da mineração artesanal do ouro, ilustra uma articulação entre alguns dos princípios da Química Verde. É utilizado um processo de adsorção visando a remoção dos compostos de cianeto de mercúrio, antes do descarte na natureza, a partir do uso de material adsorvente natural alternativo, cascas de frutas, material que pode ser proveniente de resíduos de outros processos. Verifica-se que a proposta visa reduzir ou eliminar o uso ou a geração de substâncias perigosas/tóxicas, com o emprego de reagentes alternativos apropriados. Desse modo, pretende-se utilizar um processo menos prejudicial ao meio ambiente. Adicionalmente, a proposta também abrange a sustentabilidade ao fazer uso da reciclagem ou da reutilização de resíduos naturais, as cascas das bananas, e, em consequência, os gastos com tratamentos de resíduos da atividade mineradora seriam menores. Na proposta também é possível verificar outros aspectos relacionados aos princípios da Química Verde, como:

- eficiência energética, pois os métodos são conduzidos à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta no processo químico, representando um impacto econômico e ambiental; e

- diminuição de solventes e auxiliares, pois, são utilizados um agente de separação inócuo e uma solução aquosa, evitando-se outros solventes, especialmente solventes orgânicos.

14. D

15. C

16.

a) Sob o ponto de vista químico, a queima de combustíveis fósseis é uma transformação química de grande importância social, e um exemplo de um fenômeno químico, uma vez que se refere a reação entre um combustível e um comburente, o gás oxigênio,  $O_2(g)$ . Nesse tipo de reação, há o consumo de algumas substâncias e a formação de novas substâncias.

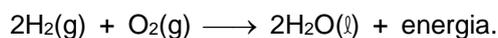
b) Os combustíveis fósseis são resultantes da energia solar acumulada, por fotossíntese, ao longo de milhões de anos, em vegetais e em certos organismos que deles se alimentaram. Particularmente, o carvão, o petróleo e o gás natural têm sido usados como fontes de energia e vêm exercendo uma influência decisiva no desenvolvimento da humanidade. A eficiência na extração e utilização dos combustíveis fósseis se interconecta com os processos produtivos, com os modelos econômicos, e com a própria cultura da sociedade moderna. Antes abundantes e baratos, o petróleo e o gás exerceram uma influência decisiva sobre a criação e desenvolvimento das tecnologias industriais e agrícolas. Em muitos países, que, as necessidades socioeconômicas caminharam ao lado de em um consumismo desenfreado, que tem contribuído para o declínio das reservas mundiais e acionado um alerta planetário, pois, por não ser uma fonte renovável, ele é esgotável. Junto a esse aspecto, muitas das grandes jazidas de combustíveis fósseis se localizam em regiões politicamente conturbadas, o que provoca constantes variações em seu preço. Esses fatores exemplificam a necessidade e urgência da adoção de alternativas aos combustíveis fósseis. Outro aspecto vem repercutindo e ganhando destaque, nas últimas décadas, quanto ao incentivo por combustíveis alternativos aos fósseis: a emissão de poluentes. Os combustíveis fósseis são fontes emissoras de poluentes, sejam resultantes das atividades fabris ou das emissões veiculares, principalmente de gás carbônico  $CO_2$ , que é um gás de efeito estufa. O aumento na concentração de gás carbônico atmosférica tem impacto no efeito estufa. Portanto, as alternativas aos combustíveis fósseis é uma necessidade que tem sido atrelada a fatores ambientais, econômicos e sociais, uma vez que toda a sociedade depende de seu uso.

c) As discussões sobre vantagens e desvantagens deverão considerar aspectos, conforme indicado no quadro 1, apresentado a seguir.

**Quadro 1** – Vantagens e desvantagens associadas à produção e do uso do hidrogênio verde.

PRODUÇÃO E DO USO DO HIDROGÊNIO VERDE	
Vantagens	Desvantagens
Processo (eletrólise) que utiliza e emprega fontes renováveis - água e energia solar ou eólica.	Necessidade de mais energia para produção de hidrogênio.
Emprega uma tecnologia eletrolítica simples, baseada na decomposição das moléculas de água.	Alto custo dos componentes envolvidos.
Alternativas para suprir a demanda energética, que se tem consolidado como um dos maiores desafios da atualidade.	Maior atenção com a segurança, pois o hidrogênio, sob condições normais, é um gás incolor, inodoro, insípido e inflamável.
Possibilidade de oferta de uma fonte energética mais limpa, pois utiliza dois gases ( $H_2$ e $O_2$ ) e libera apenas água em sua combustão.	Desafios no manuseio e no transporte, pois o é explosivo, mesmo em baixas concentrações.
Necessidade de alternativas para substituir total ou parcialmente o uso de combustíveis fósseis, tanto pelo esgotamento das reservas naturais quanto para combater a poluição ambiental causada pelas substâncias geradas nos processos produtivos.	
Possibilita a utilização de do $H_2$ em sistemas energeticamente menos poluentes e mais econômicos.	
O aproveitamento da energia é maior (mais eficiência) que os sistemas com combustíveis fósseis.	
O hidrogênio possui versatilidade de aplicação, podendo ser utilizado setores importantes e responsáveis por boa parte das emissões globais de $CO_2$ , como o de transporte, aquecimento, indústria e eletricidade.	

d) As células a combustível são dispositivos eletroquímicos que convertem a energia química contida no hidrogênio em energia elétrica e água. Trata-se de um tipo de bateria onde ocorre o fornecimento contínuo de energia, desde que o sistema seja continuamente alimentado com os gases. A reação global do processo na célula a combustível, utilizando hidrogênio, é:



A água é o produto da reação. As interações que ocorrem entre os dois átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio em sua molécula são do tipo ligação covalente, ou seja, essas interações interatômicas são efetuadas por meio do compartilhamento de elétrons, quando os elétrons das camadas de valência desses átomos de hidrogênio passam a constituir a mesma nuvem eletrônica que envolve os elétrons da camada de valência do átomo de oxigênio. Porém, a alta eletronegatividade do oxigênio em relação ao hidrogênio faz com que o átomo desse elemento químico exerça maior influência na densidade eletrônica do compartilhamento, conseqüentemente levando a uma polarização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONADIMAN, H., ZANON, L. B., MALDANER, O. A. *Ciências: proposta alternativa de ensino*, 8ª Série, 3. ed. Ijuí: Livraria Unijuí Editora, 1987.
- BRADY, James E.; HUMISTON, Gerard E. *Química Geral*. V.1. 2 ed. LTC, 1986.
- BRANCO, Samuel Murgel. *Água – origem, uso e preservação*. 2ª ed. Moderna, 2002.
- BRANCO, Samuel M. *Energia e meio ambiente*. 2ª ed. Moderna, 2004.
- BRANCO, Samuel M. *O meio ambiente em debate*. 3ª ed. Moderna, 2004.
- BRANCO, Samuel M. e Murgel, Eduardo. *Poluição do ar*. 2ª ed. Moderna, 2004.
- CANTO, Eduardo Leite do. *Química na abordagem do cotidiano*. V.1. 1 ed. Saraiva, 2015.
- CHASSOT, A. Para que (m) é útil o nosso ensino de Química. *Espaços da Escola*, Ijuí: UNIJUÍ, n. 5, p. 43-51, 1992.
- CHASSOT, A.I. Raios X e Radioatividade. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 19-22, 1995.
- CHIAVENATO, Júlio J. *O massacre da natureza*. Moderna, 2005.
- CONAMA. *Gestão de resíduos perigosos*. Resolução CONAMA nº 275 de 2001  
Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>  
acesso em: 08/11/2018.

- CONTI, José Bueno. Clima e meio ambiente. 5ª ed. Atual, 1998.
- DE SOUZA, Vicente P., Lins, Fernando A.F. Recuperação do ouro por amalgamação e cianetação – problemas ambientais e possíveis alternativas. CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, 1989.
- FELLEBERG, G. Introdução aos problemas da poluição ambiental. E.P.U. SPRINGER-EDUSP. São Paulo, 2000.
- FILGUEIRAS, C. A. L. Gilbert Lewis e o centenário da teoria de ligação por par de elétrons. *Quim. Nova*, Vol. 39, No. 10, p. 1262-1268, 2016.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino das Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43 - 49, nov. 1999.
- GOMES, R. N; LIMA, P. e S; KURIYAMA, S. N; FIDALGO NETO, A. A. Desenvolvimento da química verde no cenário industrial brasileiro. *Revista Fitos*, p.80-89, 2018. Disponível em: <[https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/29196/2/rachel\\_novaes\\_et\\_all.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/29196/2/rachel_novaes_et_all.pdf)>. Acesso em: 20 de out. de 2019.
- HARGREAVES, A. *Educação para mudança*. Ed. Artmed, 2001.
- HELENE, M. E.M. A radioatividade e o lixo nuclear. Scipione. São Paulo, 2002.
- HELENE, Maria Elisa M. et all. Poluentes atmosféricos. Scipione, 1994.

- LENARDÃO, E. J., Freitag, R. A., Dabdoub, M. J., Batista, A. C. F. Silveira, C. C. “Green chemistry” – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, Vol. 26, n. 1, p. 123-129, 2003
- MACHADO, J. R.C. Considerações sobre o ensino de Química. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/eduquim/consideracoes.htm>> Acesso em: 29 out. 2017.
- MACHADO, A. H. Pensando e falando sobre fenômenos químicos. *Revista Química Nova na Escola*, n. 12, p. 38-42, nov. 2000.
- MAGOSSÍ, Luiz Roberto. Bonacella, Paulo Henrique. Poluição das águas. Moderna, 2000.
- MERÇON, F.; QUADRAT, S.V. A Radioatividade e a História do Tempo Presente. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 27-30, 2004.
- MORTIMER, E.F., MACHADO, A.H., ROMANELI, L.I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. *Química Nova*, 23, 2, p. 273-283, 2000.
- MOZETO, Antônio A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. *Química Nova na Escola*. Maio, 2001.
- NOVAIS, Vera Lúcia D. Ozônio: aliado e inimigo. 1ª ed. Scipione, 1997.
- REIS, Martha. Completamente Química - Química Geral. FTD, 2001.

- SALVADOR, Edgard; USBERCO, Joao. Química Geral - Ensino Médio. V.1. 14.ed. Saraiva. 2009.
- SCARLATO, Francisco Capuano, Pontin, Joel A., Do Nicho ao Lixo. 16ª ed. Atual, 1992.
- UCKLO, David A. Química para as Ciências da Saúde. 2.ed. Manole, 1992.

**Sítios da Internet:** disponíveis em 23/11/2024.

- <http://www.abnt.org.br/>
- [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=273](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=273)
- <https://obquimica.org/>
- <https://olhardigital.com.br/2023/12/27/ciencia-e-espaco/hidrogenio-verde-o-que-e-e-quais-suas-vantagens-e-desvantagens/>
- <http://www.sobiologia.com.br/>

# CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

	<b>18</b>																	
	2		10		18		36		54		86		118		150		180	
	He		Ne		Ar		Kr		Xe		Rn		Og		Lv		Ts	
	4,0		20,0		39,9		83,8		131,3		222		(294)		(292)		(294)	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	H		Li		Na		K		Rb		Cs		Fr		B		F	
	1,0		7,0		23,0		39,1		85,5		132,9		(223)		10,8		19,0	
	2		4		8		16		32		64		128		256		512	
	He		Be		Mg		Ca		Sr		Ba		Ra		C		O	
	4,0		9,0		24,3		40,0		87,6		137,3		(226)		12,0		16,0	
	3		6		12		24		48		96		192		384		768	
	Li		Be		Mg		Ca		Sr		Ba		Ra		N		O	
	7,0		9,0		24,3		40,0		87,6		137,3		(226)		14,0		16,0	
	4		8		16		32		64		128		256		512		1024	
	Li		Be		Mg		Ca		Sr		Ba		Ra		Al		S	
	7,0		9,0		24,3		40,0		87,6		137,3		(226)		27,0		32,0	
	5		10		20		40		80		160		320		640		1280	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	6		12		24		48		96		192		384		768		1536	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	7		14		28		56		112		224		448		896		1792	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	8		16		32		64		128		256		512		1024		2048	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	9		18		36		72		144		288		576		1152		2304	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	10		20		40		80		160		320		640		1280		2560	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	11		22		44		88		176		352		704		1408		2816	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	12		24		48		96		192		384		768		1536		3072	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	13		26		52		104		208		416		832		1664		3328	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	14		28		56		112		224		448		896		1792		3584	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	15		30		60		120		240		480		960		1920		3840	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	16		32		64		128		256		512		1024		2048		4096	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	17		34		68		136		272		544		1088		2176		4352	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	
	18		36		72		144		288		576		1152		2304		4608	
	B		C		Si		Ge		Sn		Pb		Bi		Po		At	
	10,8		12,0		28,1		72,6		118,7		207,2		209,0		(210)		(210)	

Marcelo Pinheiro

Número Atômico	Eletronegatividade
SÍMBOLO	
Massa Atômica Aproximada	

### SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
138,9	140,1	140,9	144,2	(145)	150,4	152,0	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	174,9

### SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
(227)	232,0	231	238,0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

Ordem crescente de energia dos subníveis : 1s 2s 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p



Distribuição gratuita - comercialização proibida

