Elizabeth Teixeira de Souza
Esther Saraiva Areas
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

CONCECTANDO A QUÍMICA AO 9º ANO

NOVO ENSINO FUNDAMENTAL

Pedro & João editores

Elizabeth Teixeira de Souza
Esther Saraiva Areas
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

CONECTANDO A QUÍMICA AO 9º ANO

NOVO ENSINO FUNDAMENTAL

1ª edição

Distribuição gratuita – comercialização proibida

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; Esther Saraiva Areas; 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

Conectando a Química ao 9º ano - novo Ensino Fundamental. São Carlos: Pedro & João Editores, 2025. 141p. 21 x 29,7 cm.

ISBN: 978-65-265-2590-6 [Digital]

1. Química. 2. Química (Ensino Fundamental). 3. Ensino de Química. I. Título.

CDD – 540

Fotografias e ilustrações: Lidiane Aparecida de Almeida e Marcelo Pinheiro de Souza
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
13568-878 – São Carlos – SP
2025

Distribuição gratuita – comercialização proibida

APRESENTAÇÃO

Caro leitor,

Este livro foi elaborado pela equipe de professores de Química do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ) e tem como objetivo introduzir a ciência Química aos estudantes do último ano do Ensino Fundamental. Apresentamos conceitos básicos e fundamentais dessa disciplina de forma a orientar o estudante em sua preparação para o Ensino Médio e também pensando na sua formação crítica para a vida.

O livro CONECTANDO A QUÍMICA AO 9º ANO - NOVO ENSINO FUNDAMENTAL apresenta os conteúdos recomendados pela BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e está dividido em 5 unidades.

A unidade 1 possibilita a compreensão de como a Química se constituiu como ciência, explorando sua origem e evolução ao longo do tempo. Também apresenta como esta área do conhecimento se faz presente em nosso cotidiano, revelando que a ela não está apenas nos laboratórios, mas em tudo o que nos cerca.

A unidade 2 aborda a matéria, suas propriedades e transformações, além de sua estrutura fundamental: o átomo. Percorre-se a história dos modelos atômicos, desde Dalton até as concepções modernas, cujos conhecimentos adquiridos possibilitaram explicar as características de cada tipo de matéria e os fenômenos envolvendo tais materiais.

Na unidade 3 pode-se conhecer a organização dos elementos químicos na Tabela Periódica e compreender sua importância para a Química. São estudadas as diferentes formas de classificação, considerando as propriedades físicas e químicas desses elementos, além dos seus os subníveis de maior energia.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Na unidade 4 são explorados os diferentes tipos de matéria e como podem ser classificados. São apresentadas as substâncias e as misturas que podem ser formadas por elas. Destacam-se as substâncias classificadas como ácidos, bases, óxidos, sais, incluindo suas características e aplicações.

Por fim, a unidade 5 estuda como a Química explica e quantifica as transformações da matéria. São abordadas as diferenças entre fenômenos físicos e químicos, além das leis ponderais que fundamentam o entendimento das reações químicas.

Este material foi feito com muito carinho e dedicação para que você faça um estudo minucioso da teoria, resolva as questões correspondentes a cada conteúdo e confira as suas respostas no final do livro.

Boa leitura e preparação.

Os autores.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

SUMÁRIO

UNIDADE 1 – A HISTÓRIA E O SENTIDO DA QUÍMICA 7

A ciência Química 8
Como surgiu a Química 8
A Química do nosso cotidiano 12

UNIDADE 2 – A CONSTITUIÇÃO DA NATUREZA 25

Matéria e suas propriedades gerais 26
Energia 30
Aspectos microscópicos da matéria 31
História do átomo 32
Modelos atômicos 34
Modelo atômico de Dalton 34
Modelo atômico de Thomson 36
Modelo atômico de Rutherford 37
Semelhanças atômicas 40
Íons 41
Modelo atômico de Bohr 42
Modelo atômico atual 45
Estados físicos da matéria 49
Mudanças de estados físicos 51
Propriedades específicas da matéria 54
Densidade 54
Temperatura de fusão 55
Temperatura de ebulição 56

UNIDADE 3 – CLASSIFICANDO OS ELEMENTOS QUÍMICOS 65

A tabela periódica atual 66
Classificando os elementos químicos quanto às propriedades físicas e químicas 69
Famílias com nomes especiais 72
Classificando os elementos químicos quanto ao subnível de maior energia 72
Propriedades e aplicações dos elementos químicos 74

UNIDADE 4 – TIPOS DE MATÉRIA 86

Substâncias 87
Substâncias iônicas, metálicas e moleculares 90
Substância iônica 90

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Substância metálica 91
Substância molecular 92
Substâncias inorgânicas 93
Bases 94
Algumas bases e suas aplicações 95
Ácidos 95
Alguns ácidos e suas aplicações 96
Sais 96
Alguns sais e suas aplicações 97
Óxidos 98
Alguns óxidos e suas aplicações 98
Misturas 99

UNIDADE 5 – ASPECTOS QUANTITATIVOS DAS REAÇÕES QUÍMICAS 111

Fenômenos químico ou reação química 112
Classificação das reações inorgânicas 116
Leis ponderais..... 122
Lei da conservação de massa de Lavoisier 122
Lei das proporções fixas de Proust 123

RESPOSTAS DAS QUESTÕES 131

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 136

Distribuição gratuita – comercialização proibida

UNIDADE 1

A HISTÓRIA E O SENTIDO DA QUÍMICA

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A ciência Química

É comum encontrarmos pessoas que associam a palavra Química a materiais que fazem mal à saúde, ao se dizer erroneamente, por exemplo, que determinado produto natural não contém Química. Porém, Química é uma ciência, tem um significado muito mais amplo e não pode ser associada apenas à definição de coisas que são prejudiciais ao ser humano.

A Química é uma ciência natural e experimental que estuda a matéria, suas propriedades e transformações. Como essas transformações envolvem energia, essa ciência também estuda a energia dos fenômenos que podem ocorrer naturalmente ou produzidos artificialmente.

O estudo da Química é importante porque nos possibilita compreender tais fenômenos e os conhecimentos dessa ciência estão presentes em tudo que está em nossa volta. Através dessa compreensão do conhecimento químico e sua articulação com o cotidiano é possível atuarmos na sociedade de um modo crítico e consciente, sendo capazes de modificá-la com o intuito de melhorar nossa vida social.

Como surgiu a Química?

A história da Química está diretamente relacionada à evolução do ser humano no planeta Terra. Analisando-se o processo de desenvolvimento de nossa espécie, verificam-se descobertas que ocorreram inicialmente por acaso, e o conhecimento foi acumulado de forma gradual, perpetuado e transmitido através das gerações. Em pleno século XVIII, a geração do conhecimento passou a ser feita por muitos cientistas de maneira mais sistemática, tomando como base a observação, a experimentação, o cálculo e o raciocínio. Com isso, houve um aumento significativo na velocidade da construção do conhecimento químico e o desenvolvimento de suas possíveis aplicações práticas.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

O princípio da Química parece estar relacionado à descoberta e ao domínio do fogo, que fornecia luz e calor à noite, possibilitava ao ser humano preparar e conservar comida, além de se proteger contra animais selvagens.

Os antigos egípcios lidavam com metais, ligas metálicas, cerâmica, vidros, corantes e muitas atividades químicas, contudo esses conhecimentos eram técnicos, visavam as necessidades de construção de utensílios, armas e objetos artísticos, não tendo conduzido aqueles povos à pesquisa científica. A descoberta do cobre iniciou os trabalhos na área de metalurgia, e o posterior uso do ferro foi responsável por grandes mudanças na sociedade, substituindo armas e utensílios feitos de bronze.

A alquimia resultou da união entre tais conhecimentos práticos com o pensamento místico oriental e com a filosofia dos gregos. Ela surgiu na Alexandria, cidade localizada na foz do Rio Nilo (Egito) e prevaleceu entre os anos 300 a.C. e 1500 d.C.

Os alquimistas acreditavam nas ideias do filósofo Aristóteles (384-322 a.C.), que defendia que a matéria era contínua, ou seja, não era formada por partículas denominadas átomos, contrariando o que imaginavam os filósofos gregos Leucipo e Demócrito. Aristóteles ampliou a ideia de Empédocles, segundo a qual a matéria era formada por quatro elementos: água, terra, fogo e ar, associando a cada um deles duas “qualidades” opostas: frio ou quente, seco ou úmido. Essas ideias de Aristóteles permaneceram por mais de 2000 anos. Os alquimistas também tinham como objetivo conseguir transformar metais comuns, tais como estanho, chumbo, cobre, mercúrio, em ouro e, para isso, buscavam um misterioso ingrediente, “a pedra filosofal” que teria o “poder” de realizar tal transformação e a descoberta de uma substância que fosse capaz de curar todas as doenças e de possibilitar a vida eterna ao ser humano: o elixir da imortalidade. Nesse processo de investigação, foram descobertos e produzidos novos materiais, além de métodos e técnicas que deram origem ao trabalho experimental.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Atualmente, são utilizados muitos procedimentos de laboratório que foram descritos nos livros de Alexandria, ou seja, eles foram desenvolvidos pelos alquimistas.

O pensamento científico começou a ter um maior desenvolvimento a partir dos trabalhos do filósofo inglês Francis Bacon (1561-1626) e do filósofo, físico e matemático francês René Descartes (1596-1650), buscando conhecimento através da experimentação e do uso lógico da Matemática.

As contribuições de Robert Boyle e Lavoisier foram fundamentais na transição da alquimia para a Química como ciência. O filósofo, físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) foi pioneiro em introduzir o "método científico" de trabalho (leia o texto no quadro "FIQUE POR DENTRO!" a seguir), apresentando os seus princípios básicos na obra publicada em 1661 denominada "The Sceptical Chymist". Em seu livro, ele mostrou ser impossível extrair os quatro elementos a partir de uma substância, possibilitando o abandono da concepção de Aristóteles sobre a matéria.

Boyle propôs uma definição para elemento químico diferente da formulada pelos antigos gregos. Para Boyle, elemento químico era toda substância que não podia ser decomposta em substâncias mais simples.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

FIQUE POR DENTRO!

O método científico de trabalho

O **método científico** é um conjunto de técnicas, etapas e normas empregadas com o objetivo de validar um estudo, de forma a garantir a validade e a confiabilidade de uma pesquisa. Tal método orienta a forma que uma pesquisa científica deve ser conduzida. As etapas desse método envolvem a observação de um fenômeno, a formulação de perguntas e hipóteses, a testagem e análise das hipóteses e a conclusão. Com os resultados desse estudo, os cientistas formulam leis, postulados ou teorias científicas.

Etapas do método científico:

Observação: consiste em obter informações, qualitativas e/ou quantitativas sobre determinado fenômeno.

Questionamento: são realizadas perguntas que visam colaborar na explicação do fenômeno.

Hipótese: é uma resposta possível para os questionamentos levantados anteriormente, possibilitando ao cientista deduzir o que pode acontecer caso ela seja verdadeira. Ela é considerada verdadeira se nenhum teste ou indício a tornar inválida.

Experimentação: consiste no uso de procedimentos experimentais para testar a validade da hipótese formulada anteriormente.

Análise das hipóteses: consiste na avaliação da hipótese após a obtenção dos resultados experimentais, podendo ser aprovada, rejeitada ou alterada.

Conclusão: caso a hipótese seja validada, elabora-se um princípio, uma teoria ou uma lei relacionada ao fenômeno considerado.

Um conhecimento é considerado como científico após ter passado pelo método científico de trabalho.

No século seguinte (XVIII), o químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) apareceu durante o Iluminismo, época em que a ciência se distanciava da religião. Ele foi considerado o pai da Química Moderna, pois os seus estudos foram marcados por grande precisão qualitativa e quantitativa. Ele

Distribuição gratuita – comercialização proibida

utilizava balanças, realizando pesagens e medições cuidadosas, com notável precisão e planejamento.

Na década de 1770, ele analisou a queima de materiais, entre eles a madeira. Na época, acreditava-se que, ao pegarem fogo, esses materiais liberavam uma substância misteriosa chamada flogisto ('inflamável'), razão pela qual um tronco diminuía de tamanho quando pegava fogo. Pensava-se que os materiais que queimavam facilmente eram ricos nessa substância.

No entanto, Lavoisier observou que tal fato não era verdadeiro, pois os metais se tornavam mais pesados ao serem aquecidos. Lavoisier defendeu que isso acontecia porque eles se combinavam com um componente do ar, que ele chamou de gás oxigênio, ou seja, o gás oxigênio era o responsável pelo fenômeno da combustão. Tal descoberta provocou o abandono da teoria do flogístico.

Ele também ditou a lei de conservação das massas e lançou o Tratado Elementar de Química, no qual forneceu uma nomenclatura moderna para 33 elementos químicos. Pode-se dizer que, a partir de então, a Química se solidificou como uma ciência experimental.

Daí em diante, a Química passou a ser considerada uma ciência bem fundamentada e estabelecida. A teoria dos quatro elementos não mais fazia sentido, passando-se a aceitar a ideia de que tudo seria composto por átomos, ocorrendo evolução no modelo atômico e um conhecimento ainda maior da natureza da matéria.

A Química do nosso cotidiano

Em nossa alimentação estão presentes muitas substâncias químicas, tais como carboidratos, lipídios, vitaminas e proteínas, substâncias fundamentais para a nossa vida.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

O corpo humano é formado por um conjunto de células que são constituídas pela combinação de muitas partículas denominadas átomos. Tais partículas originam as diferentes substâncias que fazem parte do nosso corpo, ou seja, no corpo humano ocorrem muitos fenômenos químicos, em virtude das combinações entre as partículas que formam a sua estrutura. Digestão, respiração, identificação de sabores e aromas, envolvem muitas substâncias químicas.

Na digestão, substâncias importantes para a manutenção do nosso corpo são absorvidas e outras são excretadas. Na respiração, ocorre a entrada de gás oxigênio e a saída de gás carbônico.

O conhecimento adquirido por cientistas e pesquisadores possibilitou a criação de diversos produtos químicos e equipamentos que são importantes em nosso dia a dia, como o detergente que usamos para lavar louça e o forno de micro-ondas, que agiliza o preparo de alimentos.

Em nossa casa, utilizamos vários produtos de higiene pessoal como pasta de dentes, sabonete, xampu, condicionador, perfume, desodorante, refrescante bucal, etc., produtos de limpeza como detergente, amaciante, sabão em pó, sabão em pedra, água sanitária, etc., além de pomadas, cremes e medicamentos para o tratamento de feridas e problemas de saúde.

Para nos vestirmos, compramos roupas e calçados feitos de produtos sintéticos ou vegetais. Aliás, esses materiais costumam ser coloridos e apresentarem desenhos e estampas. Tais cores são provenientes de tintas e vernizes que não servem somente para embelezar, mas também para proteger materiais.

Equipamentos eletrônicos, tais como televisores, computadores, telefones celulares, tablets, etc. foram desenvolvidos graças aos conhecimentos

Distribuição gratuita – comercialização proibida

tecnológicos adquiridos ao longo do tempo, e a Química contribui efetivamente para esse avanço.

O ser humano consegue se deslocar de forma mais fácil e rápida devido ao uso de veículos automotores e outros equipamentos que se movimentam pelo ar e pelas águas. Tais máquinas funcionam e se movem devido à queima de combustíveis. Infelizmente, esse conforto tem nos trazido problemas, pois a queima de combustíveis fósseis gera poluição ambiental.

CURIOSIDADE

Energia Nuclear

A busca por fontes de energia mais limpas e sustentáveis é um dos grandes desafios da atualidade. A dependência dos combustíveis fósseis, como o petróleo, o carvão e o gás natural, contribui significativamente para o aquecimento global e para a poluição atmosférica. Por isso, alternativas que reduzam a emissão de gases de efeito estufa e aproveitem melhor os recursos naturais vêm ganhando destaque.

Uma fonte de energia importante é a energia nuclear, processo que libera grande quantidade de calor sem a queima de combustíveis fósseis. Essa característica representa uma vantagem, pois evita a emissão de gás carbônico e outros poluentes atmosféricos. No entanto, a tecnologia nuclear também apresenta desvantagens, como o risco de acidentes radioativos, o alto custo de manutenção das usinas e o problema do armazenamento seguro dos resíduos nucleares.

É possível reconhecer o papel fundamental que a Química desempenha na formação de um cidadão consciente e atuante na sociedade em que vive, capaz de resolver questões do cotidiano utilizando os conhecimentos químicos construídos ao longo da educação básica.

Tais conhecimentos têm sido importantes para o desenvolvimento tecnológico e têm trazido benefícios para a sociedade. Infelizmente, o exagerado crescimento urbano e industrial tem provocado o descarte incorreto de contaminantes no ar, nos solos, nos rios, nos lagos e nos mares, poluindo o meio ambiente. Esse acúmulo de resíduos ou lixo polui a natureza e traz malefícios os seres vivos.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Nas últimas décadas, o ser humano tem se preocupado mais com os danos gerados pela poluição. Com o objetivo de minimizar esses problemas, os cientistas têm desenvolvido processos químicos para remover os poluentes do meio ambiente.

Ao mesmo tempo que os conhecimentos científicos são utilizados para o bem-estar da sociedade, seu mau uso pode gerar problemas sérios ao ecossistema. Contudo, tais problemas podem ser evitados, minimizados e até eliminados com o uso correto e adequado desses conhecimentos.

CURIOSIDADE

Materiais sustentáveis e biodegradáveis

A busca por materiais que causem menos impacto ambiental é uma das grandes frentes da Química contemporânea.

Nos laboratórios e indústrias, pesquisadores desenvolvem plásticos biodegradáveis feitos a partir de amido de milho, mandioca ou cana-de-açúcar, que se decompõem naturalmente e substituem o plástico comum derivado do petróleo.

Outras pesquisas utilizam fibras vegetais e resíduos agroindustriais para criar produtos resistentes e reutilizáveis, como embalagens, tecidos e utensílios domésticos. Essas inovações reduzem o acúmulo de lixo, diminuem a emissão de gases de efeito estufa e apontam caminhos para uma sociedade mais consciente e sustentável.

Ao compreender os princípios que tornam esses materiais possíveis, percebemos como a Química está presente na construção de um futuro em que tecnologia e natureza caminham juntas.

A Química vem passando por profundas transformações impulsionadas pelos avanços tecnológicos e pelas preocupações ambientais. Hoje, os desafios dessa ciência vão muito além da criação de novos produtos, pois deve-se pensar em soluções que respeitem o meio ambiente, reduzam resíduos e promovam o uso responsável dos recursos naturais. Essa nova concepção da ciência Química é conhecida como Química Sustentável ou Química Verde, e vem se destacando por propor inovações que conciliam desenvolvimento e preservação.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

CURIOSIDADE

Combustíveis verdes: energia para um futuro sustentável

Os combustíveis verdes são alternativas aos combustíveis fósseis por serem menos poluentes. Eles são produzidos a partir de fontes renováveis, ou seja, que podem ser continuamente regeneradas pela natureza.

Entre essas fontes, estão os combustíveis renováveis, como o **biogás**, obtido a partir da decomposição de resíduos orgânicos, como os dejetos suínos. Esse combustível transforma um problema ambiental em uma solução energética, ao gerar eletricidade e calor com menor impacto ambiental, reduzindo a contaminação da água e do solo.

No Brasil, é amplamente utilizado o **etanol** (álcool comum), obtido da fermentação de açúcares presentes na cana-de-açúcar ou em outras biomassas vegetais. Por ser derivado de plantas, o etanol é considerado um biocombustível renovável, já que o gás carbônico liberado na sua queima é parcialmente compensado pelo que foi absorvido pelas plantas durante o crescimento. Além disso, ele pode ser aplicado em motores de combustão interna, como os dos automóveis, substituindo total ou parcialmente a gasolina.

Outro combustível verde importante é o **biodiesel**, produzido a partir de óleos vegetais (como soja, mamona e dendê) ou de gorduras animais. Assim como o etanol, o biodiesel é biodegradável e renovável, contribuindo para a redução das emissões de gases poluentes e para o aproveitamento de recursos naturais nacionais.

Mais recentemente, tem ganhado destaque o **hidrogênio verde**, considerado o combustível do futuro. Ele é obtido quando se aplica na água, energia elétrica proveniente de fontes renováveis, como a solar e a eólica, produzindo gás hidrogênio e gás oxigênio. Quando utilizado como combustível, o gás hidrogênio não libera gás carbônico, apenas vapor d'água, sendo uma alternativa promissora para o transporte e a geração de energia limpa.

Portanto, compreender as diferentes formas de produção de energia é essencial para promover o uso responsável e sustentável dos recursos naturais. Está nas mãos da ciência e da sociedade a busca de equilíbrio entre o avanço tecnológico e a preservação ambiental, visando garantir qualidade de vida para as gerações futuras.

Cabe a cada ser humano cumprir o seu papel na sociedade, exercendo de forma consciente a sua cidadania e contribuindo para a resolução de problemas e buscando uma vida cada vez melhor.

Nos dias atuais, compreender a Química é essencial para formar cidadãos capazes de atuar de maneira ética, sustentável e responsável. As transformações químicas estão no centro de desafios globais como a busca por

Distribuição gratuita – comercialização proibida

fontes de energia renováveis, o tratamento de resíduos e a produção de alimentos e medicamentos mais seguros. Ao aprender Química, desenvolvemos não apenas o conhecimento científico, mas também a consciência de que nossas escolhas individuais e coletivas podem contribuir para um futuro mais equilibrado, saudável e justo.

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. O que é a Química enquanto ciência e qual é o seu objeto de estudo?

2. Por que estudar Química é importante para a vida em sociedade?

3. O que caracteriza o método científico e quais são suas principais etapas?

4. Qual foi a contribuição de Lavoisier para a consolidação da Química como ciência moderna?

5. Cite exemplos de como a Química está presente no cotidiano das pessoas.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. (UECE) A alquimia – mistura de arte, ciência e magia precursora da química – elencou como objetivos a busca do elixir da longa vida e da pedra filosofal que permitiria a transformação de metais comuns em ouro. Inobstante o insucesso de suas pesquisas naquele campo restrito, a alquimia deixou um grande legado para a ciência química. Assinale a opção que corresponde a contribuições efetivas da alquimia.

A) O conceito de átomo e muitas informações que embasaram a teoria atômica moderna.
B) A descoberta de muitas substâncias, a invenção de equipamentos e os trabalhos na área de metalurgia.
C) Subsídios que conduziram as pesquisas sobre a transmutação dos metais.
D) Contribuições para o estabelecimento das leis das combinações químicas.

2. (VUNESP) Analise os itens a seguir.

I. Levantamento de deduções;
II. Formulação de hipótese;
III. Experimentos que podem ser realizados;
IV. Observação de um fato.

Os itens listados são etapas simplificadas do método científico. Pode-se prever que os passos lógicos desse método seria:

A) I, II, III e IV.
B) I, IV, II e III.
C) III, I, II e IV.
D) III, II, IV e I.
E) IV, II, I e III.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

3. (FUVEST) O tema “teoria da evolução” tem provocado debates em certos locais dos Estados Unidos da América, com algumas entidades contestando seu ensino nas escolas. Nos últimos tempos, a polêmica está centrada no termo teoria que, no entanto, tem significado bem definido para os cientistas. Sob o ponto de vista da ciência, teoria é:

A) Sinônimo de lei científica, que descreve regularidades de fenômenos naturais, mas não permite fazer previsões sobre eles.
B) Sinônimo de hipótese, ou seja, uma suposição ainda sem comprovação experimental.
C) Uma ideia sem base em observação e experimentação, que usa o senso comum para explicar fatos do cotidiano.
D) Uma ideia, apoiada no conhecimento científico, que tenta explicar fenômenos naturais relacionados, permitindo fazer previsões sobre eles.
E) Uma ideia, apoiada pelo conhecimento científico, que, de tão comprovada pelos cientistas, já é considerada uma verdade incontestável.

4. (UERJ)

Desde o início, Lavoisier adotou uma abordagem moderna da química. Esta era sintetizada por sua fé na balança.

(STRATHERN, Paul. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.)

Do ponto de vista do método científico, esta frase traduz a relevância que Lavoisier atribuía a:

A) teorias.
B) modelos.
C) hipóteses.
D) experimentos.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

5. (Enem) A lenda diz que, em um belo dia ensolarado, Newton estava relaxando sob uma macieira. Pássaros gorjeavam em suas orelhas. Havia uma brisa gentil. Ele cochilou por alguns minutos. De repente, uma maçã caiu sobre a sua cabeça e ele acordou com um susto. Olhou para cima. “Com certeza um pássaro ou um esquilo derrubou a maçã da árvore”, supôs. Mas não havia pássaros ou esquilos na árvore por perto. Ele, então, pensou: “Apenas alguns minutos antes, a maçã estava pendurada na árvore. Nenhuma força externa fez ela cair. Deve haver alguma força subjacente que causa a queda das coisas para a terra”.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. **Estudos de história e filosofia das ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2006 (adaptado).

Em contraponto a uma interpretação idealizada, o texto aponta para a seguinte dimensão fundamental da ciência moderna:

A) Falsificação de teses.
B) Negação da observação.
C) Proposição de hipóteses.
D) Contemplação da natureza.
E) Universalização de conclusões.

6. (UERJ) A ciência contra o negacionismo O negacionismo científico e o obscurantismo intelectual tiveram ao menos um efeito colateral positivo: um despertar da comunidade científica para a importância da comunicação com a sociedade. É notável o aumento da participação de pesquisadores, médicos e acadêmicos na divulgação da ciência e no combate às *fake news* no decorrer da pandemia de covid-19, tanto pelos meios tradicionais de comunicação (servindo como fontes de informações confiáveis para a imprensa, por exemplo), quanto por iniciativas pessoais nas redes sociais.

“A defesa das vacinas é o nosso último *front*. Se não conseguirmos convencer as pessoas de que as vacinas são seguras e que elas precisam se vacinar, vai ficar muito difícil defender qualquer coisa com base na ciência daqui pra frente”,

Distribuição gratuita – comercialização proibida

diz João Henrique Rafael Junior, membro da União Pró-Vacina, da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto.

Herton Escobar. Adaptado de jornal.usp.br, 22/01/2021.

Nos últimos anos, em diversas sociedades, os ataques à ciência alimentam posturas negacionistas e reações a elas. No contexto da reportagem, a defesa da confiabilidade das vacinas foi realizada, principalmente, pela validação prévia com base no procedimento científico de:

A) teorização
B) observação
C) comparação
D) experimentação

7. (Unespar) Até 1772 acreditava-se que o fogo era um elemento químico. Foi quando um cientista nascido em 1743 e guilhotinado em 1794, durante a Revolução Francesa, transformou a pesquisa química de qualitativa em quantitativa, formulando explicitamente a Lei da Conservação da Massa. Este cientista, também conhecido como o “pai da Química Moderna”, é:

A) John Dalton
B) Linus Pauling
C) Antoine Lavoisier
D) Robert Boyle
E) Niels Bohr

Distribuição gratuita – comercialização proibida

8. (Enem)



Disponível em: www.hospitalalbertorassi.org.br. Acesso em: 13 dez. 2017 (adaptado).

Considerando-se os elementos constitutivos do texto, esse anúncio visa resolver um problema relacionado ao(à) A falta de cuidado com o meio ambiente. B uso indiscriminado de fontes de energia. C escassez de água em diversos pontos do planeta. D carência de medidas de controle de poluição ambiental. E ausência de ações de reciclagem de objetos descartáveis.

A) falta de cuidado com o meio ambiente.
B) uso indiscriminado de fontes de energia.
C) escassez de água em diversos pontos do planeta.
D) carência de medidas de controle de poluição ambiental.
E) ausência de ações de reciclagem de objetos descartáveis.

9. (Enem) Considere os seguintes acontecimentos ocorridos no Brasil:

- Goiás, 1987 - Um equipamento contendo césio radioativo, utilizado em medicina nuclear, foi encontrado em um depósito de sucatas e aberto por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes e consequências ambientais sentidas até hoje.

- Distrito Federal, 1999 - Cilindros contendo cloro, gás bactericida utilizado em tratamento de água, encontrados em um depósito de sucatas, foram abertos por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes, intoxicações e consequências ambientais sentidas por várias horas.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Para evitar que novos acontecimentos dessa natureza venham a ocorrer, foram feitas as seguintes propostas para a atuação do Estado:

I. Proibir o uso de materiais radioativos e gases tóxicos.
II. Controlar rigorosamente a compra, uso e destino de materiais radioativos e de recipientes contendo gases tóxicos.
III. Instruir usuários sobre a utilização e descarte destes materiais.
IV. Realizar campanhas de esclarecimentos à população sobre os riscos da radiação e da toxicidade de determinadas substâncias.

Dessas propostas, são adequadas apenas

A) I e II.
B) I e III.
C) II e III.
D) I, III e IV.
E) II, III e IV.

10. (Enem) Desde os anos 1990. novas tecnologias para a produção de plásticos biodegradáveis foram pesquisadas em diversos países do mundo. No Brasil, foi desenvolvido um plástico empregando-se derivados da cana-de-açúcar e uma bactéria recém-identificada, capaz de transformar açúcar em plástico.
"A bactéria se alimenta de açúcar, transformando o excedente do seu metabolismo em um plástico biodegradável chamado PHB (polihidroxibutirato). Sua vantagem é que, ao ser descartado, o bioplástico é degradado por microorganismos existentes no solo em no máximo um ano, ao contrário dos plásticos de origem petroquímica, que geram resíduos que demoram mais de 200 anos para se degradarem".

GOMES, A. C. Biotecnologia ajuda na conservação do ambiente. **Revista** Eletrônica Vox Sciencia. Ano V. n° 28. São Paulo: Núcleo de Divulgação Científica José Gomes. Acesso em: 30 abr. 2009 (adaptado)

A nova tecnologia, apresentada no texto, tem como consequência,

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A) a diminuição da matéria orgânica nos aterros e do mau-cheiro nos lixões.

B) a ampliação do uso de recursos não renováveis, especialmente, os plásticos.

C) a diminuição do metabolismo de bactérias decompositoras presentes nos solos.

D) a substituição de recursos não renováveis por renováveis para fabricar plásticos.

E) o lançamento no meio ambiente de produtos plásticos inertes em relação ao ciclo da matéria.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

UNIDADE 2

A CONSTITUIÇÃO DA NATUREZA

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Matéria e suas propriedades gerais

A Química é uma ciência que estuda os fenômenos naturais e que tem seus conhecimentos adquiridos por atividades práticas, sendo considerada, portanto, uma ciência natural e que possui um caráter experimental. Ela estuda a matéria, suas propriedades, suas transformações e as variações de energia provenientes dessas transformações.

Matéria e energia fazem parte da natureza e têm conceitos bem distintos. Enquanto matéria possui uma definição mais simples por ser percebida pelos nossos sentidos, a definição de energia é mais abstrata.

Os materiais que nos rodeiam possuem uma quantidade de matéria denominada **massa**. A balança é o equipamento utilizado para se medir a massa dos materiais.

A figura a seguir apresenta um exemplo de 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).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A unidade grama é muito útil em nosso dia-a-dia e é a unidade padrão de massa do Sistema CGS – Sistema de Unidades de Medidas Físicas, também conhecido por Sistema Dimensional.

Além do quilograma e do grama, a tabela a seguir apresenta outras unidades de massa: hectograma (hg), decagrama (dag), decigrama (dg), centigrama (cg) e miligrama (mg).

quilograma (kg)	hectograma (hg)	decagrama (dag)	grama (g)	decigrama (dg)	centigrama (cg)	miligrama (mg)

Unidades de massa.

Para transformar um valor numa unidade mais à esquerda em outra mais à direita multiplica-se esse valor por um múltiplo 10^{x}, onde **x** é o número de casas que se deve pular para se chegar à nova unidade.

Por exemplo, para transformar 2,3 kg em gramas, basta multiplicar esse valor por $10^3 = 1000$, pois de quilograma (kg) para grama (g) devem-se saltar 3 casas para a direita, logo 2,3 kg é igual a 2300 g.

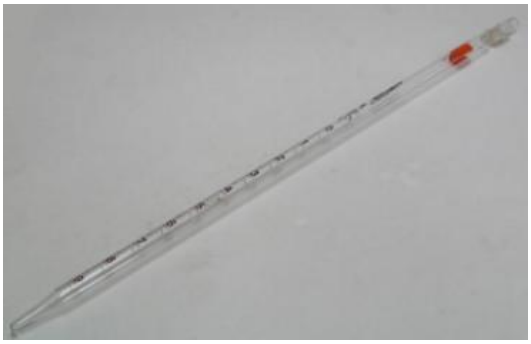
Para transformar um valor uma unidade mais à direita em outra mais à esquerda divide-se esse valor por um múltiplo 10^{x}, onde **x** é o número de casas que se deve pular para se chegar à nova unidade.

Por exemplo, para transformar 540 mg em gramas, basta dividir esse valor por $10^3 = 1000$, pois de miligrama (mg) para grama (g) devem-se saltar 3 casas para a esquerda, logo 540 mg é igual a 0,54 g.

A tonelada (t) é 1000 (10^3) vezes maior que o quilograma. Portanto para se transformar um valor em tonelada para quilograma, deve-se multiplicá-lo por 1000. Por exemplo, 5,7 t é igual a 5700 kg (ou $5{,}7.10^3$ kg). Ao contrário, para se transformar um valor em quilograma para tonelada, divide-se por 1000.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Além de ter massa, os materiais também ocupam espaço, que é denominado **volume**. O seu valor pode ser medido em laboratório utilizando equipamentos apropriados, tais como pipeta graduada e pipeta volumétrica.



Pipeta graduada.



Marcelo Pinheiro

Pipeta volumética.

O metro cúbico (m^3) é a unidade padrão do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a medida de volume.

No nosso dia-a-dia é muito mais comum utilizarmos a unidade litro (L) que é a unidade padrão do Sistema CGS – Sistema de Unidades de Medidas Físicas.

Além do litro, a tabela a seguir apresenta outras unidades de volume: quilolitro (kL), hectolitro (hL), decalitro (daL), decilitro (dL), centilitro (cL) e mililitro (mL).

quilolitro (kL)	**hectolitro (hL)**	**decalitro (daL)**	**litro (L)**	**decilitro (dL)**	**centilitro (cL)**	**mililitro (mL)**

Unidades de volume.

Para transformar um valor numa unidade mais à esquerda em outra mais à direita multiplica-se esse valor por um múltiplo 10^{x}, onde **x** é o número de casas que se deve pular para se chegar na nova unidade.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Por exemplo, para transformar 0,4 kL em litros, basta multiplicar o valor por $10^3 = 1000$, pois de quilolitro (kL) para litro (L) devem-se saltar 3 casas para a direita, logo 0,4 kL é igual a 400 L.

Para transformar um valor numa unidade mais à direita em outra mais à esquerda divide-se esse valor por um múltiplo $10^{\mathbf{x}}$, onde **x** é o número de casas que se deve pular para se chegar na nova unidade.

Por exemplo, para transformar 300 mL em litros, divide-se o valor por $10^3 = 1000$, pois de mililitro (mL) para litro (L) devem-se saltar 3 casas para a esquerda, logo 300 mL é igual a 0,3 L.

A unidade m^3 é 1000 vezes maior que o litro, logo para passar um valor de m^3 para litro, basta multiplicá-lo por 1000. Por exemplo, 4,5 m^3 é igual a 4500 L (ou $4{,}5.10^3$ L). Ao contrário, para passar um valor em litros para m^3 deve-se dividi-lo por 1000.

Outras unidades também são utilizadas, tais como decímetro cúbico (dm^3) e centímetro cúbico (cm^3). As unidades cm^3 e mililitro (mL) são equivalentes, logo 1 cm^3 e igual a 1 mL. As unidades dm^3 e litro (L) também são equivalentes, logo 1 dm^3 é igual a 1 L.

Num laboratório, proveta, béquer e erlenmeyer são recipientes que também possuem graduação, mas não fornecem uma medição precisa de volume.

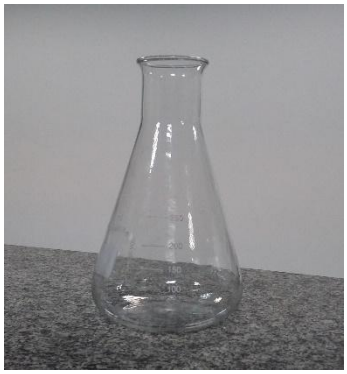
Distribuição gratuita – comercialização proibida



Proveta.



Béquer.



Erlenmeyer.

Marcelo Pinheiro

Massa e volume são propriedades gerais da matéria e não servem para diferenciar um tipo de matéria de outro, ou seja, dizer que um material tem massa igual a 5 g ou um volume de 100 mL, não possibilita sua identificação.

Matéria é tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço (possui volume). Como exemplos de matéria, podemos citar uma mesa, uma caneta, um copo, a madeira, o vidro, o ar atmosférico, a água, etc. Uma parte da matéria pode ser um **corpo** ou um **objeto**.

Uma porção limitada de matéria é denominada **corpo**. Assim, um pedaço de madeira, um copo de vidro, uma caneca, são corpos.

Um corpo produzido para certo uso, ou seja, um corpo com certa utilidade, é denominado **objeto**. Então, um copo, uma mesa, um caderno, um lápis, são exemplos de objetos.

Energia

A matéria pode passar por transformações, como o deslocamento de um automóvel, o derretimento do gelo, a queima de um palito de fósforo, o amadurecimento de uma fruta, uma explosão, digestão de alimentos, etc. Essas transformações envolvem **energia**, cujo conceito é complexo por não ser algo concreto e não poder ser tocado, mas que produz efeitos na matéria.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A energia está presente em nosso cotidiano de diferentes formas, possibilitando as ações e movimentos de nosso corpo, tais como quando falamos, realizamos um exercício físico, nos alimentamos, lemos um livro, assistimos televisão, etc.

Existem diferentes formas de energia e um tipo pode se transformar em outro. Por exemplo, a energia das águas de um rio (energia fluvial) é utilizada para se produzir energia elétrica. A energia solar também pode gerar energia elétrica. A energia elétrica, por sua vez, pode ser transformada em energia mecânica para movimentar as pás de um ventilador ou em energia térmica e luminosa quando se acende uma lâmpada.

Assim, energia não é criada nem destruída, mas um tipo de energia é transformado em outro, ou seja, a energia é conservada. Essa é a chamada Lei da Conservação de Energia.

Aspectos microscópicos da matéria

Diversos experimentos realizados levaram os cientistas a afirmar que os materiais são formados por partículas conhecidas como **átomos**. Os átomos podem se atrair e combinar para formar unidades estruturais denominadas **moléculas,** que fazem parte de muitos dos materiais conhecidos. Gás carbônico, gás oxigênio, álcool, madeira e seres humanos são exemplos que possuem moléculas em sua composição.

Há materiais cujas unidades estruturais não são moléculas, mas isso será visto mais adiante na unidade 4. Por enquanto, vamos desconsiderar esse fato.

Na natureza há diferentes tipos de átomos. Cada tipo de átomo diferente recebe um **nome** e um **símbolo**. Átomos do mesmo tipo possuem o mesmo nome e o mesmo símbolo, representando o mesmo **elemento químico**.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Por exemplo, um átomo do elemento químico hidrogênio é representado pelo símbolo H, oxigênio por O, carbono por C, nitrogênio por N, enxofre por S, potássio por K, sódio por Na, cálcio por Ca, magnésio por Mg, alumínio por Aℓ, ferro por Fe, etc.

A molécula é representada por seu **nome** ou por sua **fórmula**, que contém os símbolos e as quantidades dos átomos que se combinaram para formá-la. Como cada molécula de água é formada pela união entre dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O), sua fórmula é H_2O. Observe que o índice 2 na fórmula indica o número de átomos de hidrogênio por molécula, sendo colocado à direita do símbolo correspondente e subscrito. O índice 1 do oxigênio pode ser omitido.

Outro tipo de matéria formado por moléculas é o gás oxigênio. Cada molécula de gás oxigênio é formada pela combinação química entre dois átomos de oxigênio (molécula diatômica), o que é representado pela fórmula é O_2. O elemento químico oxigênio também forma o gás ozônio, cujas moléculas possuem três átomos de oxigênio (molécula triatômica), e sua fórmula é O_3. O gás carbônico (CO_2) também é formado por moléculas triatômicas e cada molécula dessa substância possui um átomo de carbono e dois átomos de oxigênio.

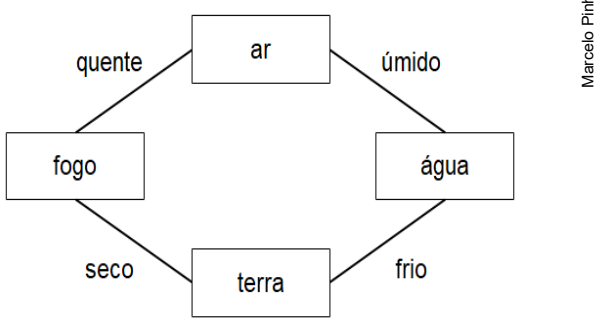
Quando um determinado tipo de matéria é formado por moléculas iguais, tem-se uma **substância,** e cada fórmula de molécula diferente representa uma substância diferente. Caso haja mais de um tipo de molécula presente, tem-se duas ou mais substâncias juntas, ou seja, a matéria é uma **mistura**. Por exemplo, água pura é uma substância, já água com gás oxigênio é uma mistura.

História do átomo

As civilizações antigas eram curiosas sobre o que formava a matéria e isso conduziu à proposição de muitas ideias. No século V a.C., o filósofo grego Empédocles acreditava que tudo que existia no Universo era composto de quatro

Distribuição gratuita – comercialização proibida

elementos principais: terra, fogo, ar e água. Por volta de 350 a.C., o filósofo grego Aristóteles aprimorou essa ideia acrescentando as qualidades dos materiais: quente, frio, seco e úmido. Segundo o filósofo, a adição ou remoção dessas qualidades possibilitava a transformação de um elemento em outro.



Teoria dos quatro elementos de Aristóteles.

Os filósofos gregos 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. Eles defendiam o conceito de átomo (do grego äroμos - que não pode ser dividido) e acreditavam que o universo era constituído por partículas indivisíveis e que estariam em movimento no espaço vazio. Segundo os filósofos, os átomos formavam todas os materiais e eram extremamente pequenos, motivo pelo qual não poderiam ser divididos. Para eles, o átomo era a menor quantidade de matéria existente na natureza.

Havia uma correlação entre os conceitos de átomo e vazio, já que eram a origem de tudo o que existia. O vazio possibilitava o movimento dos átomos. Este movimento era proveniente das colisões entre essas partículas, no entanto as causas das colisões não foram explicadas pelos filósofos da época.

Aristóteles (384-323 a.C.) era contrário a essas ideias e não admitia a existência do vácuo. Ele considerava que a fonte de conhecimento era o uso dos sentidos o que levou a um abandono das suposições gregas sobre o atomismo, em especial, a teoria atômica proposta por Demócrito e Leucipo. O conceito aristotélico prevaleceu por mais de 2000 anos.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Durante muito tempo prevaleceu a teoria dos quatro elementos, porém os alquimistas desenvolveram vários experimentos que posteriormente possibilitaram a queda dessa teoria e serviram como base para a criação dos modelos de átomos que constituíam a matéria.

No início do século XIX, surgiu a teoria atômica de Dalton com base em resultados experimentais.

Modelos atômicos

Um **modelo científico** é uma forma de representar a natureza, a realidade ou algum de seus aspectos, com o objetivo de facilitar a compreensão de alguns fenômenos. Quando um modelo não é capaz de explicar adequadamente um fenômeno, sua reformulação é necessária. A seguir, serão estudados os diferentes modelos de átomos propostos ao longo da história. Tais modelos sofreram modificações com base em resultados experimentais que não eram explicados pelo modelo aceito na época.

Modelo atômico de Dalton

Em 1808, o químico inglês John Dalton (1766-1844) elaborou um modelo de estrutura da matéria que explicava os fenômenos químicos conhecidos.

De acordo com Dalton, a matéria era formada por partículas distintas denominadas átomos e foram caracterizadas como esferas maciças, indivisíveis e indestrutíveis. Essa representação ficou conhecida como “modelo bola de bilhar”.



Elizabeth Teixeira

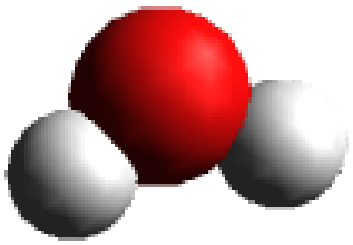
Modelo de um átomo segundo Dalton (cor fantasia).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Segundo Dalton, entre os átomos havia espaços vazios, logo a matéria era descontínua. Seu modelo atômico estava fundamentado nos seguintes postulados:

- Toda matéria é constituída por átomos;
- Há um tipo de átomo para cada elemento químico;
- Átomos são indivisíveis e não podem ser criados nem destruídos;
- Os átomos de um elemento químico são idênticos, mas são diferentes dos átomos de outro elemento químico;
- Os átomos realizam combinações, separações ou rearranjos em transformações químicas;
- Átomos se unem para formar estruturas, como as moléculas, que originam os diferentes tipos de matéria.

Por exemplo, a matéria água é formada por moléculas que podem ser representadas pelo seguinte modelo simplificado:



Marcelo Pinheiro

Modelo de Dalton para a molécula de água (cores fantasia).

Essa representação possui uma esfera central de tamanho maior que as outras duas das extremidades. Cada molécula de água é formada dois átomos de hidrogênio (representados pelas duas esferas menores) e um átomo de oxigênio (representado pela esfera maior).

O modelo atômico de Dalton foi único até 1897. No final do século XIX, sucessivos avanços nas investigações experimentais conduziram a novas interpretações sobre a estrutura do átomo, levando em consideração a relação entre matéria e eletricidade. Com isso o modelo de Dalton sofreu modificações.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

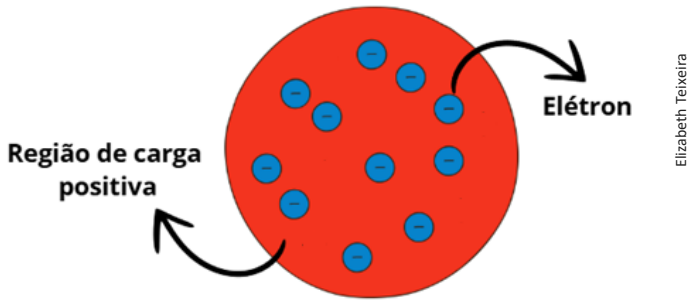
Modelo atômico de Thomson

Experimentos realizados na época mostravam que a matéria tinha uma natureza elétrica, o que não era explicado pelo modelo simplificado de Dalton para os átomos.

O uso de equipamentos denominados tubos de descarga de gás ou tubos de Crookes permitiu a observação de raios (denominados raios catódicos) que surgiram ao se aplicar alta tensão num gás rarefeito. Esses raios eram formados por partículas de massa muito menor que a do átomo e de **carga elétrica negativa**, os **elétrons**.

Em 1886, experimentos com tubos de Crookes modificados, levaram o cientista alemão Eugene Goldstein (1850-1930) a verificar que a matéria também continha partículas de **carga positiva**. Elas foram denominadas **prótons** por Ernest Rutherford em 1904.

Com isso, em 1897, Joseph John Thomson (1856-1940) propôs um novo modelo atômico. Para ele, o átomo era constituído por uma esfera de carga elétrica positiva e com elétrons em movimento nela dispersos. Esse modelo ficou conhecido por “modelo do pudim de passas”, uma iguaria britânica.



Esquema do modelo atômico de Thomson (cores fantasia).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Modelo atômico de Rutherford

Em 1896, o físico francês Antoine-Henri Becquerel (1852-1908) descobriu que alguns elementos químicos eram radioativos, ou seja, eles emitiam espontaneamente radiação eletromagnética. O cientista detectou três tipos de radiação: partícula alfa (α) de carga elétrica positiva e de massa maior do que a partícula detectada por Eugene Goldstein, partícula beta (B) de massa e carga elétrica iguais às do elétron e radiação gama (γ) uma forma de energia.

O casal de cientistas Marie Sklodowska Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906) realizaram diversos experimentos com materiais radioativos e verificaram que a radioatividade era proveniente dos átomos. Em 1903, Becquerel e o casal Curie, compartilharam o prêmio Nobel de Física pela descoberta da radioatividade.

Em 1911, o cientista neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) propôs um novo modelo atômico com base num experimento que consistia em bombardear uma fina lâmina de ouro com partículas alfa emitidas por átomos radioativos de polônio. Um filme fotográfico detectou que a maioria das partículas alfa passou direto pela lâmina sem sofrer desvios, algumas tiveram desvios em suas trajetórias e algumas poucas voltaram na mesma direção, como se tivessem batido em um obstáculo.

Segundo Rutherford, esses resultados estavam relacionados com a estrutura dos átomos de ouro e não poderiam ser justificados pelo modelo atômico de Thomson.

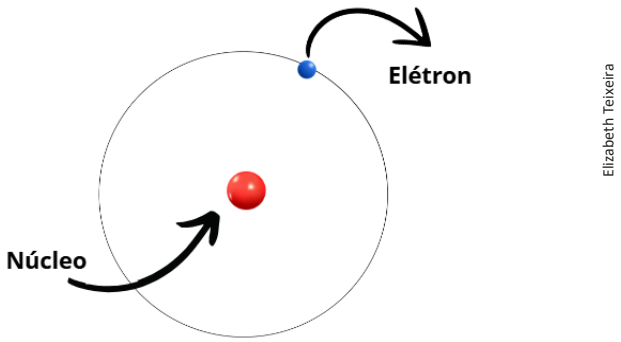
Para explicar o retorno de poucas partículas alfa (partículas de carga elétrica positiva) ou o desvio na trajetória de algumas delas, ele propôs que os átomos possuíam um pequeno núcleo (região de maior massa) contendo prótons (partículas de carga positiva). Como partículas de mesma carga elétrica se repelem, as partículas alfa eram desviadas ao se aproximarem do núcleo. Como

Distribuição gratuita – comercialização proibida

o núcleo era muito pequeno, poucas partículas alfa retornavam, já que havia uma mínima probabilidade de elas se aproximarem da região central do núcleo.

Como os átomos eram neutros eletricamente, Rutherford disse que os elétrons (partículas de carga elétrica negativa) estavam situados na eletrosfera, uma região praticamente vazia e muitas vezes maior que o núcleo, daí o fato de a maioria das partículas alfa terem atravessado a lâmina de ouro, pois os seus átomos tinham enormes espaços vazios.

Este modelo é semelhante ao sistema solar, no qual o Sol representa o núcleo e os elétrons representam os planetas girando ao redor do núcleo em órbitas circulares, portanto é conhecido como “modelo planetário”.



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

Em 1932, o cientista inglês James Chadwick (1891-1974) realizou experimentos com materiais radioativos e descobriu outra partícula subatômica localizada no núcleo, o **nêutron**, que **não possui carga** e tem massa semelhante à do próton. Os nêutrons cumprem a função de evitar a repulsão elétrica entre os prótons, evitando a destruição do núcleo.

Como um átomo é eletricamente neutro, o número de prótons é igual ao número de elétrons.

O número de prótons no núcleo de um átomo indica o seu número atômico (Z). O número atômico caracteriza um átomo, ou seja, indica a que elemento químico ele pertence.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Por exemplo, um átomo de número atômico igual a 1 é o átomo do elemento químico hidrogênio (H). Já o átomo de número atômico igual a 79 corresponde ao elemento químico ouro (Au).

Número de massa (A) é a soma do número de prótons (p) com o número de nêutrons (n).

$$A = p + n$$

Como Z é igual ao número de prótons, podemos também escrever a equação anterior trocando-se “p” por Z:

$$A = Z + n$$

Sendo assim, um átomo pode ser representado da seguinte forma:

$$^{A}_{Z}X$$

X é o símbolo do elemento químico, Z é o número atômico (representado sempre na parte inferior esquerda) e A é o número de massa (representado na parte superior esquerda ou direita).

Por exemplo, um átomo de bromo pode ser representado por: $^{80}_{35}\mathrm{Br}$. Para esse átomo, tem-se:

Z = 35
A = 80
p = 35 prótons
e = 35 elétrons
n = 80 – 35 = 45 nêutrons

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Semelhanças atômicas

Átomos diferentes podem ser semelhantes em relação ao número de prótons (isótopos), ao número de nêutrons (isótonos) ou ao número de massa (isóbaros).

Os **isótopos** são átomos de mesmo número atômico e diferentes números de massa.

Muitos átomos possuem isótopos, dentre eles podem ser destacados os isótopos do hidrogênio, $^{1}_{1}\mathrm{H}$ (prótio), $^{2}_{1}\mathrm{H}$ (deutério), $^{3}_{1}\mathrm{H}$ (trítio) e os isótopos do oxigênio $^{16}_{8}\mathrm{O}$, $^{17}_{8}\mathrm{O}$, $^{18}_{8}\mathrm{O}$. Observe que os isótopos não possuem a mesma quantidade de nêutrons.

Os isótopos de hidrogênio e oxigênio podem realizar diferentes combinações e formar moléculas de água com massas diferentes. Por exemplo, a combinação de dois prótios e um isótopo de oxigênio $^{16}_{8}\mathrm{O}$ produz a molécula de água mais leve com 8 nêutrons, já a combinação de dois trítios e um isótopo $^{18}_{8}\mathrm{O}$ produz a molécula de água mais pesada, com 14 nêutrons.

Os átomos isótopos pertencem ao mesmo **elemento químico**, logo são representados pelo mesmo símbolo e possuem as mesmas propriedades químicas.

Os **isótonos** são átomos com o mesmo número de nêutrons. Seus números atômicos e números de massa são diferentes.

Os átomos $^{26}_{12}\mathrm{Mg}$ e $^{28}_{14}\mathrm{Si}$ possuem 14 nêutrons cada um, logo são isótonos.

Os **isóbaros** são átomos que apresentam o mesmo número de massa e números atômicos diferentes.

Os átomos $^{40}_{19}\mathrm{K}$ e $^{40}_{20}\mathrm{Ca}$ têm números de massa iguais a 40, logo são isóbaros.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Íons

Um átomo pode ganhar ou perder elétrons e deixar de ser eletricamente neutro. Quando um átomo perde ou ganha um ou mais elétrons, transforma-se em um **íon**. O íon pode ser um **cátion** ou um **ânion** e, neste caso, o número de prótons não é igual ao número de elétrons.

O **cátion** é formado quando o átomo perde um ou mais elétrons. Como o número de prótons (positivos) é maior do que o número de elétrons (negativos), esse íon tem excesso de carga(s) positiva(s), logo o cátion é um íon carregado positivamente.

Exemplos:

- O $_{11}Na^{+}$ é um cátion que perdeu 1 elétron, logo possui 11 prótons e 10 elétrons.
- O $_{12}Mg^{2+}$ é um cátion que perdeu 2 elétrons, logo possui 12 prótons e 10 elétrons.
- O $_{13}A\ell^{3+}$ é um cátion que perdeu 3 elétrons, logo possui 13 prótons e 10 elétrons.

O **ânion** é formado quando o átomo ganha um ou mais elétrons. Como o número de elétrons (negativos) é maior do que o número de prótons (positivos), esse íon tem excesso de carga(s) negativas(s), logo o ânion é um íon carregado negativamente.

Exemplos:

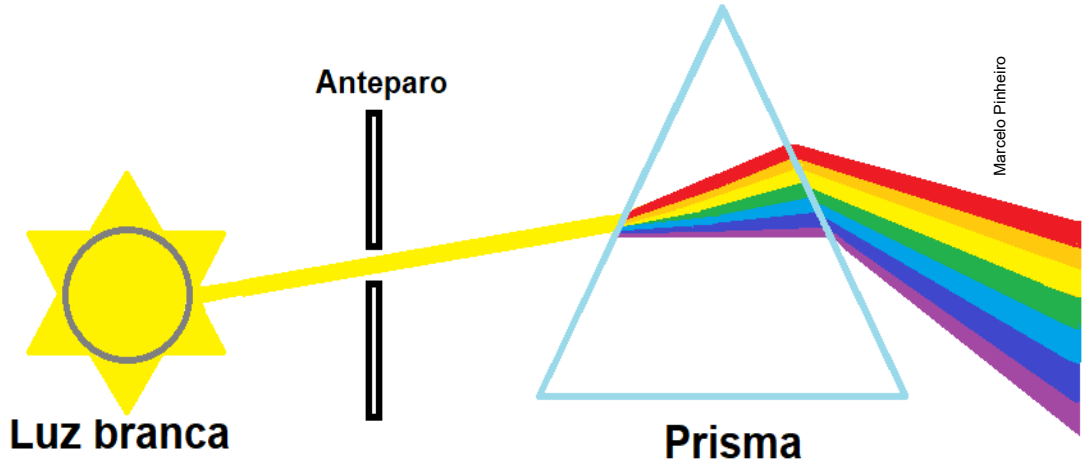
- O $_{17}C\ell^{-}$ é um ânion que ganhou 1 elétron, logo ele possui 17 prótons e 18 elétrons.
- O $_{16}S^{2-}$ é um ânion que ganhou 2 elétrons, logo ele possui 16 prótons e 18 elétrons.
- O $_{15}P^{3-}$ é um ânion que ganhou 3 elétrons, logo ele possui 15 prótons e 18 elétrons.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Átomos e íons que possuem o mesmo número de elétrons são espécies químicas **isoeletrônicas**. Por exemplo, $_{11}Na^{+}$, $_{10}Ne$ e $_{9}F^{-}$ possuem 10 elétrons cada, logo são espécies químicas isoeletrônicas.

Modelo atômico de Bohr

Em 1672, o cientista inglês Isaac Newton (1643-1727) verificou que ao incidir a luz branca sobre um prisma, ela se decompõe em sete cores: violeta, anil (índigo), azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha.



Decomposição da luz branca por um prisma.

Em 1860, o químico e físico alemão Robert Wilhelm Eberhard von Bunsen (1811-1899) realizou um procedimento experimental denominado ensaio de chama. Nesse ensaio, submeteu-se ao calor de uma chama gerada por um queimador conhecido como bico de Bunsen, uma amostra de uma substância que ao ser aquecida emitiu luz colorida, liberada por um elemento químico presente na amostra.

As fotografias a seguir apresentam as cores emitidas por alguns metais no ensaio de chama:

Distribuição gratuita – comercialização proibida



Bário (Ba)
(amarelo esverdeado).



Cálcio (Ca)
(vermelho alaranjado).



Cobre (Cu)
(verde).

Marcelo Pinheiro



Potássio (K)
(violeta).



Sódio (Na)
(amarelo).

Marcelo Pinheiro

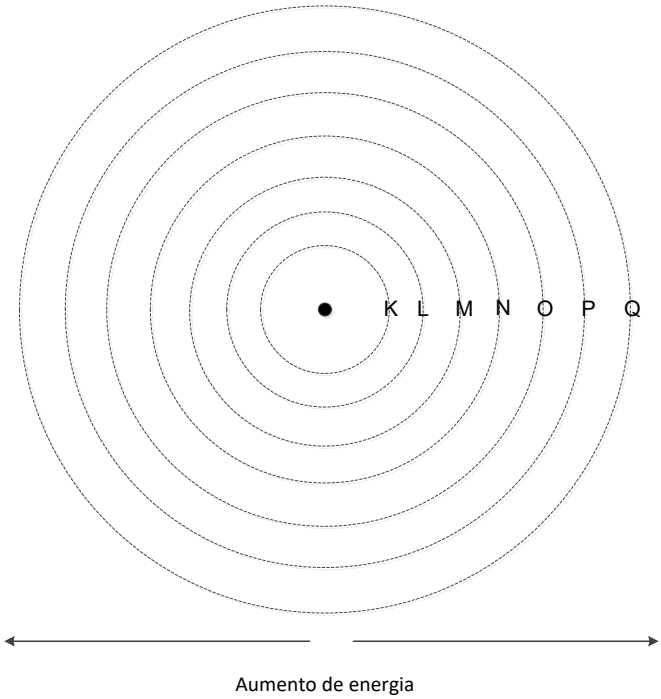
Cores emitidas por metais no ensaio de chama.

Os resultados dos experimentos de Newton e de Bunsen foram bem esclarecidos com um novo modelo atômico elaborado por Niels Bohr (1885-1962).

Em 1913, Niels Bohr observou os resultados de experimentos envolvendo emissões de luzes coloridas citadas anteriormente e apresentou um novo modelo em que a eletrosfera apresenta 7 **camadas eletrônicas** ou **níveis de energia** (K, L, M, N, O, P, Q), que são regiões onde os elétrons podem se movimentar. Não há elétrons entre as camadas. Segundo esse modelo, um

Distribuição gratuita – comercialização proibida

elétron deve ter uma quantidade de energia específica (quantum de energia) para estar numa determinada camada, e quanto mais distante o elétron está do núcleo, maior é a sua quantidade de energia. Se o elétron não ganhar energia, ele permanece em sua camada. Como esse modelo foi um aprimoramento do modelo de Rutherford, ele foi denominado modelo atômico de Rutherford-Bohr.



Modelo atômico de Rutherford-Bohr.

Se energia externa for fornecida e absorvida pelos elétrons de um átomo, eles podem saltar para camadas posteriores e, ao retornarem para camadas mais internas, eles liberam energia sob a forma de luz (fóton de luz) com uma cor definida ou outra radiação eletromagnética invisível aos nossos olhos (raio X, laser, raio ultravioleta, etc.). Os elétrons podem retornar diretamente para suas camadas de origem ou passar por outras camadas, e a quantidade total de energia liberada é que define o tipo de radiação emitida.

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 químico apresenta uma coloração diferente no teste.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Modelo atômico atual

Segundo resultados experimentais, cada luz colorida gerada em um salto entre camadas podia ser decomposta em diferentes cores. Então, o físico alemão Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868 – 1951) explicou este fato ao detalhar que as camadas ou níveis de energia eram divididas em regiões ainda menores denominadas **subníveis de energia** (s, p, d, f), ou seja, elétrons de uma mesma camada poderiam ter diferentes quantidades de energia, gerando colorações diferentes ao retornarem à região de origem num ensaio de chama.

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.

Assim, o número máximo de elétrons em cada subnível é:

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

Os subníveis de energia.

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.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Os elétrons se distribuem na eletrosfera de forma a realizar as órbitas que exijam menor quantidade de energia. O primeiro elétron de um átomo ocupa a órbita do tipo “s” na primeira camada de um átomo (camada K ou nível 1), pois é a região mais próxima do núcleo, uma região de menor energia. Os outros elétrons se distribuem 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.

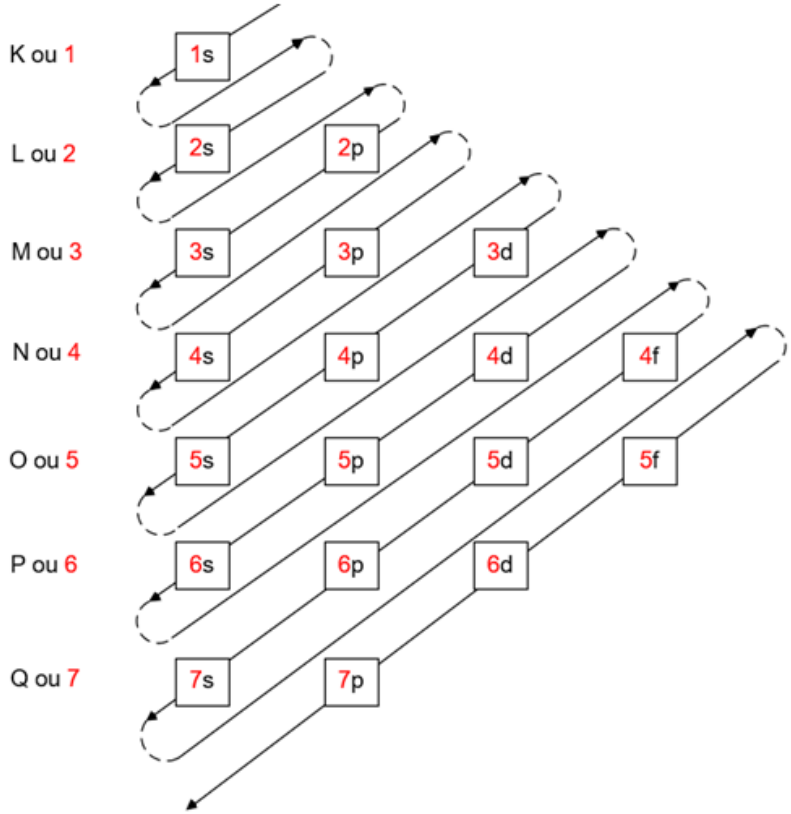


Diagrama de Pauling.

O início é o subnível 1s. 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 gratuita – comercialização proibida

A distribuição eletrônica em subníveis de um átomo é realizada, seguindo-se a ordem crescente de energia dos subníveis, colocando-se sobre cada subnível o número máximo de elétrons do mesmo, até totalizar o número de elétrons do átomo. Para se realizar a distribuição em níveis, deve-se agrupar os subníveis e contabilizar o número total de elétrons de cada nível. Observe alguns exemplos:

- **Átomo de lítio ($_{3}$Li):**

Como o número atômico do lítio é 3, ele possui 3 prótons e 3 elétrons. Para se distribuir os 3 elétrons nos subníveis de sua eletrosfera, inicia-se pelo subnível de menor energia, o 1s. Nesse subnível pode haver no máximo dois elétrons, que são representados sobrescrevendo o valor 2 ao subnível 1s: $1s^{2}$. Ainda falta 1 elétron a ser distribuído, então coloca-se mais um elétron no próximo subnível de menor energia: $2s^{1}$.

Portanto, esse átomo possui 2 elétrons na camada K ($1s^{2}$) e 1 elétrons na camada L ($2s^{1}$).

Distribuição em subníveis: $1s^{2}\ 2s^{1}$

Distribuição em camadas ou níveis: K = 2 L = 1

O subnível de maior energia do lítio é o $2s^{1}$, o seu subnível mais externo (mais distante do núcleo) é o $2s^{1}$, e a sua última camada (conhecida como **camada de valência**) é a L.

- **Átomo de níquel ($_{28}$Ni):**

Como o número atômico do níquel é 28, ele possui 28 prótons e 28 elétrons. Para se distribuir os 28 elétrons nos subníveis de sua eletrosfera, inicia-se pelo subnível de menor energia, o 1s. Nesse subnível pode haver no máximo dois elétrons, que são representados sobrescrevendo o valor 2 ao subnível 1s:

Distribuição gratuita – comercialização proibida

$1s^2$. Ainda faltam 26 elétrons a serem distribuídos, então colocam-se mais dois elétrons no próximo subnível de menor energia: $2s^2$. O subnível de menor energia seguinte é o 2p, cujo número máximo de elétrons é 6, logo fica $2p^6$. Continua-se a distribuição pelos subníveis 3s, 3p, 4s, 3d, até completar os 28 elétrons do átomo de níquel. Observe que apesar de comportar no máximo dez elétrons, o subnível 3d fica com apenas 8 elétrons.

Portanto, esse átomo possui 2 elétrons na camada K ($1s^2$), 8 elétrons na camada L ($2s^2$ $2p^6$), 16 elétrons na camada M ($3s^2$ $3p^6$ $3d^8$) e 2 elétrons na camada N ($4s^2$).

Distribuição em subníveis: $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^8$

Distribuição em camadas ou níveis: K = 2 L = 8 M = 16 N = 2

O subnível de maior energia do níquel é o $3d^8$, o seu subnível mais externo (mais distante do núcleo) é o $4s^2$, e a sua última camada é a N.

- **Átomo de plutônio ($_{94}$Pu):**

O plutônio possui número atômico igual a 94, logo ele possui 94 prótons e 94 elétrons. Para se distribuir os 94 elétrons, utilizam-se os mesmos procedimentos explicados para os átomos de lítio e ferro, lembrando-se que podem ser colocados no máximo 10 elétrons no subnível “d” e no máximo 14 elétrons no subnível “f”.

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

Distribuição em camadas ou níveis: K = 2 L = 8 M = 18 N =32 O = 22 P = 10 Q = 2

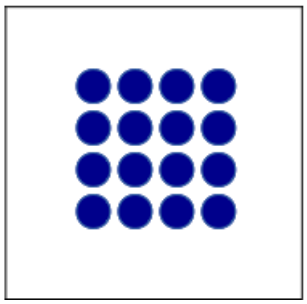
Distribuição gratuita – comercialização proibida

O subnível de maior energia do plutônio é o $5f^6$, o seu subnível mais externo (mais distante do núcleo) é o $7s^2$, e a sua última camada é a Q.

Estados físicos da matéria

Em nosso planeta, a matéria pode ser observada em três estados físicos principais: sólido, líquido, gasoso.

No **estado sólido,** a matéria possui forma e volume fixos e constantes. Suas partículas constituintes estão unidas por forças de atração e por esse motivo se mantêm organizadas e próximas.



Marcelo Pinheiro

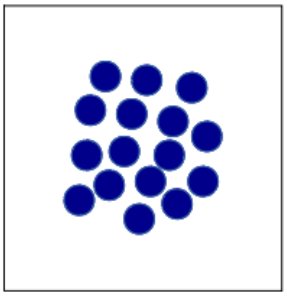
Representação das partículas de um material no estado sólido.

Apesar de o vidro parecer um material sólido, ele é considerado um líquido resfriado, pois as partículas que formam o vidro não estão organizadas de acordo com a classificação de um sólido.

No **estado líquido**, a matéria possui somente volume fixo e constante, já a forma depende do recipiente onde é colocado. Apesar de haver forças de atração entre as partículas constituintes, elas estão mais desorganizadas e um pouco mais afastadas. Como essas forças de atração têm menor intensidade do que no estado sólido, as partículas do líquido podem rolar umas sobre as outras, o que confere ao líquido a sua capacidade de escorrer.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

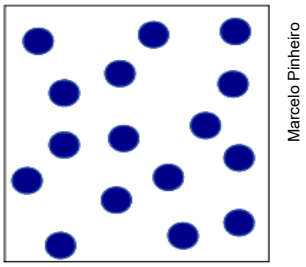
Nesse estado, as partículas possuem maior quantidade de energia do que no estado sólido.



Representação das partículas de um material no estado líquido.

No **estado gasoso,** a matéria possui forma e volume variáveis. Neste estado, são raras as forças de atração entre as partículas constituintes, por isso elas se movimentam livremente, tendem a ficar afastadas e não apresentam nenhuma organização.

No estado gasoso, as partículas possuem maior quantidade de energia do que nos estados sólido e líquido.



Representação das partículas de um material no estado gasoso.

CURIOSIDADE

O quarto estado físico da matéria é denominado **plasma**. Ele começou a ser estudado em 1830 por Michael Faraday (1791-1867) e, em 1927, recebeu a denominação de plasma por Irving Langmuir (1881-1957). Nesse estado, os elétrons estão separados de seus átomos, devido à elevada temperatura. O plasma é o estado de um gás ionizado, mas no conjunto ele é eletricamente neutro, pois possui a mesma quantidade de partículas positivas e negativas.

O plasma é encontrado naturalmente no sol e nas estrelas.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Mudanças de estados físicos

Um determinado tipo de matéria pode sofrer modificação em seu estado físico quando há alterações na forma como suas partículas estão agregadas. Essa alteração pode ocorrer através de variações de temperatura ou pressão.

Temperatura é a medida do estado de agitação das partículas de um material. Quanto maior a agitação das partículas, maior é a temperatura. O termômetro é utilizado para se medir a temperatura de um material. Tal medida pode ser feita em diferentes escalas. Neste livro, serão utilizadas apenas as escalas Celsius (ºC) e Kelvin (K). A relação entre elas é a seguinte:

$$T_K = T_C + 273$$

T_K = temperatura em Kelvin(K).
T_C = temperatura em graus Celsius (ºC).

Pressão é a razão entre a força aplicada perpendicularmente numa superfície e a área dessa superfície. O ar atmosférico exerce pressão sobre os corpos e, ao nível do mar esse valor é definido como 1 atmosfera (1 atm). Numa altitude maior que o nível do mar, há menor quantidade de ar, logo a pressão do ar ou pressão atmosférica diminui.

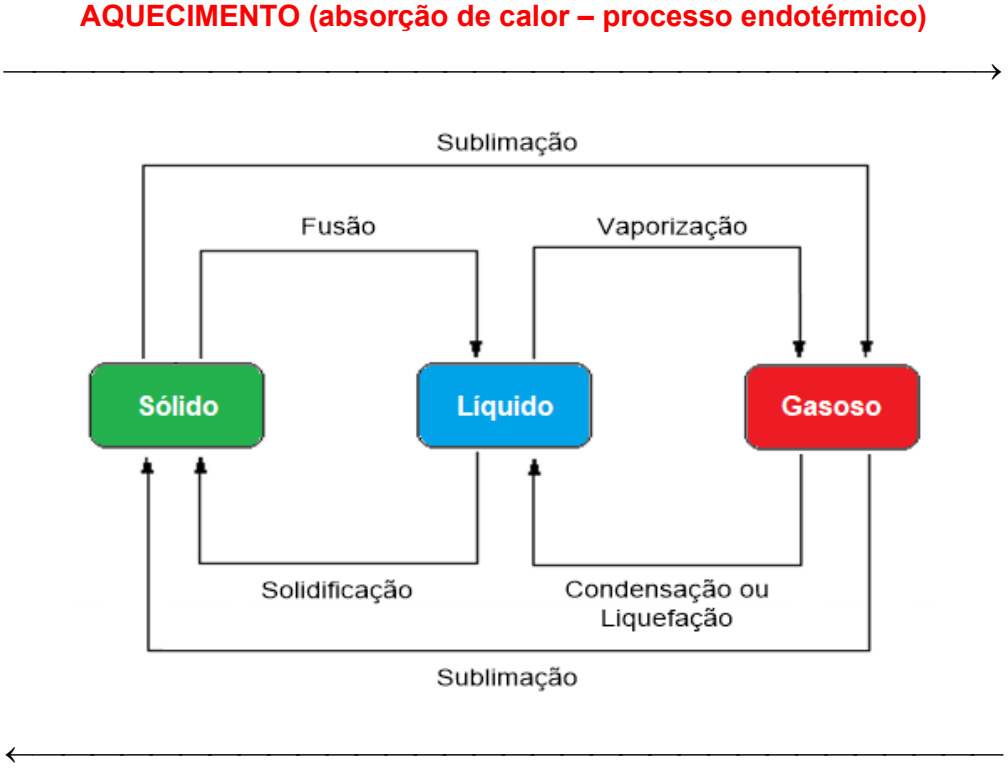
Um recipiente cheio de mercúrio (Hg) até uma altura de 76 cm ou 760 mm, também exerce uma pressão de 1 atm, logo podemos dizer que 1 atm = 760 mmHg.

Considerando apenas a variação de temperatura, há processos que ocorrem com absorção (ganho) de calor, sendo classificados como **processos endotérmicos** e processos que ocorrem com liberação (perda) de calor, classificados como **processos exotérmicos**. Para se transformar a matéria do estado sólido para o líquido, ou do estado líquido para o gasoso, ou diretamente do estado sólido para o gasoso, deve-se realizar um aquecimento da matéria

Distribuição gratuita – comercialização proibida

para ela absorver calor (processo endotérmico). Ao contrário, para se transformar a matéria do estado gasoso para o líquido, ou do estado líquido para o sólido, ou diretamente do estado gasoso para o sólido, deve-se realizar um resfriamento da matéria para ela liberar calor (processo exotérmico).

A imagem a seguir apresenta os nomes das mudanças de estados físicos.



Mudanças de estados físicos da matéria.

A **fusão** ocorre quando um material sólido passa para o estado líquido ao ser aquecido. Por exemplo, o gelo derrete ao ser exposto ao calor do ambiente.

A **solidificação** ocorre quando um líquido retorna para o estado sólido ao ser resfriado. Por exemplo, a água se transforma em gelo ao ser colocada num congelador.

A **vaporização** ocorre quando um líquido passa para o estado gasoso ao ser aquecido, produzindo **vapor**. A vaporização pode ser lenta, ocorrendo na

Distribuição gratuita – comercialização proibida

superfície livre do líquido, sendo denominada **evaporação**. É o caso da água de uma roupa molhada passando lentamente para o estado gasoso ao ser exposta ao sol. Se o aquecimento for realizado até uma determinada temperatura e a vaporização passar a ser 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 toda a massa líquida para o estado gasoso. Isso ocorre quando, por exemplo, uma gota d´água é colocada sobre uma chapa metálica bastante aquecida.

A **liquefação ou condensação** ocorre quando um material no estado gasoso passa para o estado líquido ao ser resfriado. Um exemplo comum ao amanhecer é a presença de gotículas de água (orvalho) sobre uma folha de árvore ou vidro de um carro. O vapor d´água presente na atmosfera passa para o estado líquido ao entrar em contato com a superfície fria.

A **sublimação** ocorre quando um sólido passa diretamente para o estado gasoso sem se transformar em líquido ao ser aquecido ou ao contrário, quando um material no estado gasoso passa diretamente para o estado sólido ao ser resfriado. O gelo seco e a naftalina sofrem sublimação em condições ambientes. O iodo sublima ao sofrer um leve aquecimento.

ATENÇÃO!

Vapor não possui o mesmo conceito que gás, apesar de ambos estarem no estado gasoso. O **vapor** de uma substância pode ser transformado em líquido aumentando-se a pressão ou diminuindo-se a temperatura. Entretanto, para um **gás** sofrer liquefação, deve-se realizar duas modificações, ou seja, aumentar a pressão e diminuir a temperatura.

Por isso, se diz vapor d´água, gás carbônico, gás oxigênio, etc.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Propriedades específicas da matéria

Propriedades específicas da matéria são características que permitem distinguir um tipo de matéria de outro. Dentre elas, podemos citar a densidade, a temperatura de fusão e a temperatura de ebulição.

Densidade

Quando num recipiente há dois líquidos que não se misturam, como água e azeite, observa-se que o azeite fica sobre a água. Isso ocorre devido a uma propriedade dos materiais denominada densidade. O azeite flutua na água porque ele é menos denso que ela.

A **densidade** é uma grandeza que relaciona a massa e o volume de um material. Assim, dividindo-se a massa (em grama) pelo volume (em mililitro, centímetro cúbico ou litro) ocupado por um material, tem-se o valor da sua densidade.

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

Normalmente, a densidade (d) é dada em g/mL, g/cm^3 ou g/L.

Quanto maior o volume de um material, mantendo-se a massa constante, menor é a sua densidade. Por exemplo, como o volume pode variar com a temperatura, a densidade de um determinado material depende da sua temperatura. Geralmente, o aumento de temperatura de um material provoca um aumento de volume, consequentemente ocorre uma diminuição da densidade. Isso não acontece com a água entre 0 ^oC e 4 ^oC, pois a 4 ^oC sua densidade é maior que a 0 ^oC. Isso ocorre porque as moléculas de água a 0 ^oC estão em uma organização que deixa espaços maiores (volume maior) entre elas, mesmo estando em temperatura mais baixa. A densidade da água a 4 ^oC é igual a 1,0 g/cm^3.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

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 mais massa dissolvida.

Se um material não se dissolve em água e é mais denso que ela, ele afunda ao ser colocado sobre esse líquido. Por exemplo, objetos feitos de alumínio (d = 2,7 g/cm^3), chumbo (d = 11,35 g/cm^3) e cobre (d = 8,93 g/cm^3) afundam na água.

Um detalhe importante é que o fato de um material ser mais denso que a água não significa que ele é mais pesado que ela. Dois materiais podem ter a mesma massa, portanto o mesmo peso, mas densidades diferentes.

Temperatura de fusão

Quando aquecemos um sólido a uma determinada pressão, ele derrete a uma temperatura denominada **temperatura de fusão** (**TF**) ou **ponto de fusão** (**PF**).

A **temperatura de fusão** é a temperatura que um sólido passa para o estado líquido sob determinada pressão. Por exemplo, o gelo sofre fusão à 0 ºC sob 1 atm de pressão.

Quando o líquido é resfriado, ele solidifica e retorna ao estado sólido na mesma temperatura em que ocorreu a fusão. Portanto, a **temperatura de solidificação** é igual à temperatura de fusão.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Temperatura de ebulição

Quando aquecemos um líquido sob determinada pressão, ele entra em ebulição a uma temperatura denominada **temperatura de ebulição** (**TE**) ou **ponto de ebulição** (**PE**).

A **temperatura de ebulição** é a temperatura que um líquido passa para o estado gasoso sob determinada pressão, formando vapor. Quanto menor a pressão exercida sobre um líquido, menor é sua temperatura de ebulição. Por exemplo, a água pura sofre ebulição à 100 ºC sob pressão de 1 atm.

Quando o vapor é resfriado, ele condensa e retorna ao estado líquido na mesma temperatura que sofreu a ebulição. Portanto, a **temperatura de condensação** é igual à temperatura de ebulição.

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. Preencha os parênteses com **A** para a representação de átomo e **M** para a representação de molécula.

( ) O_2

( ) CO

( ) Co

( ) H_2O

( ) S

Distribuição gratuita – comercialização proibida

2. Com base nos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford, coloque V (verdadeiro) ou F (falso).

( ) O modelo atômico de Thomson admitia átomos indivisíveis com partículas positivas e negativas.

( ) O modelo atômico em que o volume que a eletrosfera ocupa é muito maior que o volume do núcleo é o de Rutherford.

( ) O modelo atômico de Dalton diz que o átomo é indivisível.

( ) O modelo atômico de Thomson foi o primeiro a admitir a existência de elétrons.

( ) O modelo atômico de Rutherford admite a presença de partículas positivas e negativas dentro de um núcleo.

3. Complete o quadro abaixo:

Espécie Química	A	Z	Nº de prótons	Nº de elétrons	Nº de nêutrons
$^{23}_{11}Na$					
$^{31}_{15}P^{3-}$					
$^{137}_{56}Ba^{2+}$					

4. A tabela abaixo apresenta informações sobre as partículas nucleares de quatro átomos.

Átomos	Nº de prótons	Nº de nêutrons
A	34	45
B	35	44
C	33	42
D	34	44

Distribuição gratuita – comercialização proibida

a) Que átomos são isótopos?
b) Que átomos são isótonos?
c) Que átomos são isóbaros?
d) Que átomos são isoeletrônicos?

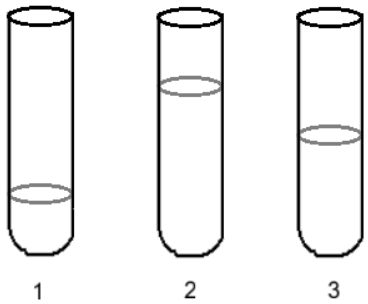
5. Duas ou mais espécies são consideradas isoeletrônicas quando possuem o mesmo número de elétrons, ainda que apresentem números atômicos diferentes. Considere as espécies a seguir: $_{11}Na^{+}$, $_{35}Br^{-}$, $_{8}O^{2-}$ e $_{18}Ar$. Identifique quais dessas espécies são isoeletrônicas entre si.

6. Durante a queima de fogos de artifício, partículas de diversas substâncias contendo metais (como sódio, potássio, bário e cálcio) são liberadas na atmosfera. Tais substâncias produzem diferentes cores de luz durante o aquecimento, devido às transições eletrônicas na eletrosfera. De acordo com o modelo atômico proposto por Niels Bohr, como pode ser explicado o surgimento dessas cores?

7. Certo átomo **X** possui 8 elétrons em seu subnível de maior energia 3d. Determine o seu número atômico.

8. Certo átomo possui para sua camada de valência a configuração $4s^2\ 4p^4$. Determine o seu número de massa sabendo-se que ele possui 46 nêutrons.

9. Em três tubos de ensaio idênticos foram colocados três líquidos de substâncias incolores. Em cada tubo há uma substância diferente, conforme a figura a seguir:



Distribuição gratuita – comercialização proibida

Sabendo-se que em cada tubo há a mesma massa de líquido, a substância mais densa está em que tudo de ensaio?

10. A tabela a seguir apresenta os valores de densidade de duas substâncias líquidas, incolores e imiscíveis (não se misturam).

Substância	Densidade (g/cm^3)
água	1,00
clorofórmio	1,48

Desenhe um tubo de ensaio contendo volumes iguais desses dois líquidos e identifique cada líquido presente.

11. Um limão foi espremido num copo contendo água e as sementes ficaram no fundo do recipiente. A seguir, foi adicionada à mistura um pouco de açúcar, que se dissolveu completamente. Em virtude da dissolução do açúcar, as sementes subiram e ficaram flutuando no líquido.
Por que as sementes flutuaram após a adição do açúcar?

12. Considere a tabela com dados de temperatura de fusão e de ebulição de quatro substâncias:

Substância	Ponto de Fusão (ºC)	Ponto de Ebulição (ºC)
A	- 150	45
B	- 117	- 48
C	54	162
D	0	100

Qual o estado físico de cada substância a 25 ºC?

Distribuição gratuita – comercialização proibida

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. (Enem) Em 1808, Dalton publicou o seu famoso livro intitulado Um novo sistema de filosofia química (do original A New System of Chemical Philosophy), no qual continha os cinco postulados que serviam como alicerce da primeira teoria atômica da matéria fundamentada no método científico. Esses postulados são numerados a seguir:

1. A matéria é constituída de átomos indivisíveis.
2. Todos os átomos de um dado elemento químico são idênticos em massa e em todas as outras propriedades.
3. Diferentes elementos químicos têm diferentes tipos de átomos; em particular, seus átomos têm diferentes massas.
4. Os átomos são indestrutíveis e nas reações químicas mantêm suas identidades.
5. Átomos de elementos combinam com átomos de outros elementos em proporções de números inteiros pequenos para formar compostos.

Após o modelo de Dalton, outros modelos baseados em outros dados experimentais evidenciaram, entre outras coisas, a natureza elétrica da matéria, a composição e organização do átomo e a quantização da energia no modelo atômico.

OXTOBY, D. W.; GILLIS, H. P.; BUTLER, L. J. **Principles of Modern Chemistry**. Boston: Cengage Learning, 2012 (adaptado).

Com base no modelo atual que descreve o átomo, qual dos postulados de Dalton ainda é considerado correto?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

Distribuição gratuita – comercialização proibida

2. (PUC-RJ) Alguns experimentos importantes, realizados no final do século XIX, levaram à descoberta de partículas subatômicas. Por exemplo, em 1897, o cientista britânico J. J. Thomson publicou um artigo científico sobre o comportamento e a natureza dos raios catódicos como um fluxo de partículas negativamente carregadas que têm a mesma natureza, independentemente do material usado como cátodo, fonte desses raios. Nesse contexto, a principal contribuição de Thomson para o entendimento acerca da estrutura atômica foi:

A) descobrir que o núcleo do átomo é instável.
B) propor que os átomos deveriam ter elétrons, partículas com carga negativa, em sua estrutura.
C) concluir que o átomo é maciço e indivisível.
D) concluir que o nêutron seria uma partícula subatômica.
E) evidenciar que existem prótons, carregados negativamente, presos ao núcleo do átomo.

3. (Enem)



DAVIS, J. Disponível em: http://garfield.com. Acesso em: 10 fev. 2015.

Por qual motivo ocorre a eletrização ilustrada na tirinha?

A) Troca de átomos entre a calça e os pelos do gato.
B) Diminuição do número de prótons nos pelos do gato.
C) Criação de novas partículas eletrizadas nos pelos do gato.
D) Movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do gato.
E) Repulsão entre partículas elétricas da calça e dos pelos do gato.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

4. (PUC-RJ) Uma importante contribuição do modelo de Rutherford foi considerar o átomo constituído de:

A) elétrons mergulhados numa massa homogênea de carga positiva.

B) uma estrutura altamente compactada de prótons e elétrons.

C) um núcleo de massa desprezível comparada com massa do elétron.

D) uma região central com carga negativa chamada núcleo.

E) um núcleo muito pequeno de carga positiva, cercado de elétrons.

5. (UERJ) O elemento químico de menor número atômico é o mais abundante no Universo. Ele possui quantidade de prótons igual a 1 e faz parte da composição da água. Esse elemento químico é denominado:

A) ferro

B) enxofre

C) chumbo

D) hidrogênio

E) fósforo

6. (PUC-RJ) Um íon X^{1-} tem 18 elétrons e 20 nêutrons. Portanto, o elemento X tem:

A) 18 prótons.

B) 19 nêutrons.

C) 19 elétrons.

D) número atômico 17.

E) número de massa 38.

7. (Enem) As placas que indicam saída de emergência brilham no escuro, pois apresentam substâncias que fosforescem na cor amarelo-esverdeada após exposição à luz ambiente, conforme a figura.

Distribuição gratuita – comercialização proibida



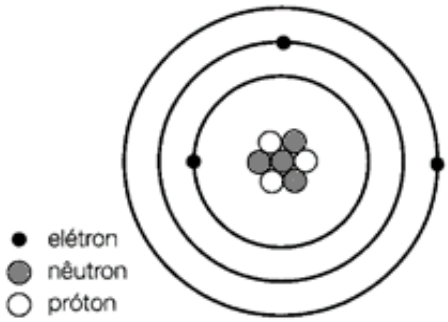
Esse fenômeno ocorre pela presença do sulfeto de zinco (ZnS), dopado com prata ou cobre, na superfície da placa.

Zinc Sulphide Phosphorescence. *Disponível em: https://physicsopenlab.org. Acesso em: 8 nov. 2023 (adaptado).*

O aparecimento do brilho nessas condições ocorre como consequência de:

A) colisões interatômicas.
B) coloração dos átomos.
C) transições eletrônicas.
D) reações nucleares.
E) reflexão da luz.

8. (UERJ) A figura a seguir foi proposta por um ilustrador para representar um átomo de lítio $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ no estado fundamental, segundo o modelo de Rutherford-Bohr.



Constatamos que a figura está incorreta em relação ao número de:

A) nêutrons no núcleo
B) partículas no núcleo
C) elétrons por camada
D) partículas na eletrosfera

Distribuição gratuita – comercialização proibida

9. (Enem) O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

A transformação mencionada no texto é a

A) fusão.
B) liquefação.
C) evaporação.
D) solidificação.
E) condensação.

10. (Enem) O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte

Combustível	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	-135	-0,5
Etanol	-112	78
Metano	-183	-162
Metanol	-98	65
Octano	-57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25°C:

A) Butano, etanol e metano
B) Etanol, metanol e octano
C) Metano, metanol e octano
D) Metanol e metano
E) Octano e butano

Distribuição gratuita – comercialização proibida

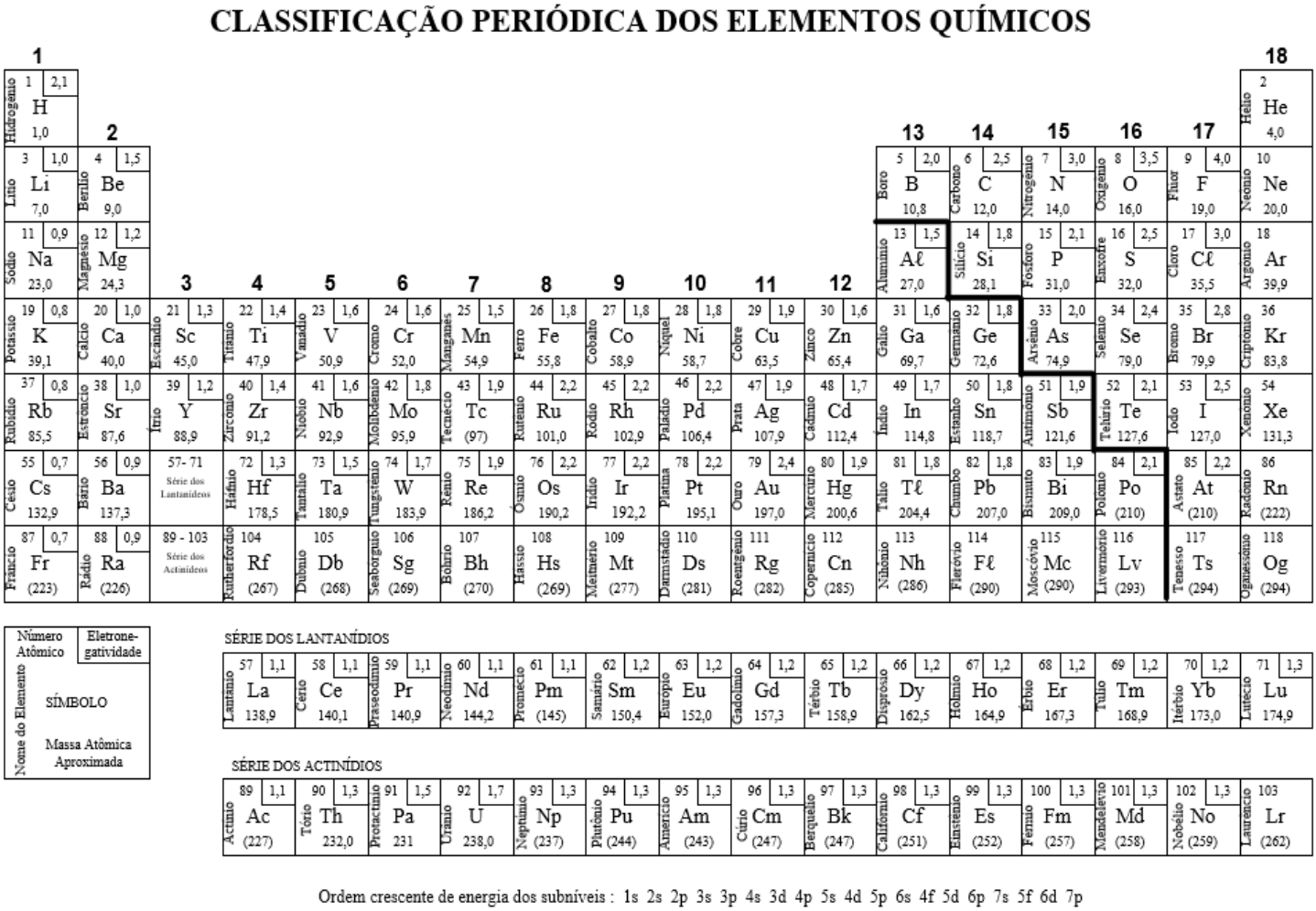
UNIDADE 3

CLASSIFICANDO OS ELEMENTOS QUÍMICOS

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A tabela periódica atual

A **classificação periódica dos elementos químicos** ou **tabela periódica atual** é como um mapa da Química, sendo uma forma de organizar tais elementos e fornecer alguns dados sobre eles. Ela foi formulada pelo químico inglês Henry Gwinh Albericosdete-Jeffreys Moseley (1887-1915) e nela esses elementos químicos são ordenados por ordem crescente de número atômico.



A tabela periódica atual.

Marcelo Pinheiro

Hoje, essa tabela traz 118 elementos químicos, sendo 88 naturais e 30 artificiais, que são aqueles produzidos em laboratório (elementos sintéticos). Os elementos tecnécio ($_{43}$Tc), promécio ($_{61}$Pm), astato ($_{85}$At), frâncio ($_{87}$Fr) e os demais elementos químicos de números atômicos maiores que 92 são artificiais.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Elementos químicos artificiais com números atômicos menores que 92 são denominados **elementos cisurânicos**, enquanto que os elementos químicos artificiais com números atômicos maiores que 92 são chamados de **elementos transurânicos**. Tais elementos podem ser obtidos por cientistas através de reações nucleares realizadas nos denominados aceleradores de partículas, dispositivos nos quais partículas eletricamente carregadas (α, β, prótons, íons) adquirem elevadas velocidades e se chocam contra átomos. Tais choques provocam processos nucleares que têm ajudado os cientistas compreenderem as propriedades dos núcleos atômicos.

Os elementos químicos são identificados por símbolos que 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. Nos dias de hoje, os símbolos seguem critérios internacionais, possibilitando a identificação de um elemento químico da tabela periódica em qualquer lugar do mundo.

O padrão adotado para a escolha do símbolo é, em geral, baseado no nome do elemento químico em latim ou grego com sua letra inicial em maiúscula, seguida, se houver necessidade, de uma segunda letra, dessa vez minúscula. Como por exemplo, o símbolo do cálcio é Ca porque já existia outro elemento com o símbolo C, no caso o carbono. Mas, nem todos apresentam grafia similar à língua portuguesa, como o ouro que tem símbolo Au (*aurum* em latim, que significa “brilhante) e o mercúrio, que tem símbolo Hg (vem do grego latinizado *hydrargyrum* que significa “prata líquida”).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Alguns outros elementos químicos cujo símbolo não corresponde ao nome em Português estão listados na tabela a seguir:

Nome do elemento químico em Latim ou Grego	Nome do elemento químico em Português	Símbolo
Argentum	Prata	Ag
Cuprum	Cobre	Cu
Natrium	Sódio	Na
Phosphorum	Fósforo	P

Elementos cujos símbolos não correspondem à grafia em Português.

CURIOSIDADE

O oganessônio (Z=118) foi descoberto entre 2002 e 2006, sendo detectado indiretamente e produzido através de colisões de átomos de califórnio (Cf) e cálcio (Ca) em laboratório. Em 2015, a IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) e a IUPAP (*International Union of Pure and Applied Physics*) confirmaram esta descoberta e o seu nome oficial foi definido em 28 de novembro de 2016, sendo uma referência ao físico nuclear russo Yuri Tsolakovich Oganessian.

Na tabela periódica, os elementos químicos são organizados em 18 colunas e 7 linhas. As colunas são denominadas **famílias** ou **grupos** e numeradas de 1 a 18. As linhas são denominadas **períodos** (1º, 2º, 3º etc.).

Observe que as duas linhas separadas da tabela periódica na parte inferior foram deslocadas do grupo 3 para a tabela ficar mais compacta, ou seja, o número de períodos é sete e não nove. Portanto, os **lantanídeos** e **actinídeos** são um conjunto de elementos químicos do sexto e sétimo períodos do grupo 3, respectivamente. Os lantanídeos são elementos químicos agrupados numa série cujo primeiro elemento químico é o lantânio (La) e os actinídeos são agrupados em outra série cujo primeiro elemento químico é o actínio (Ac).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

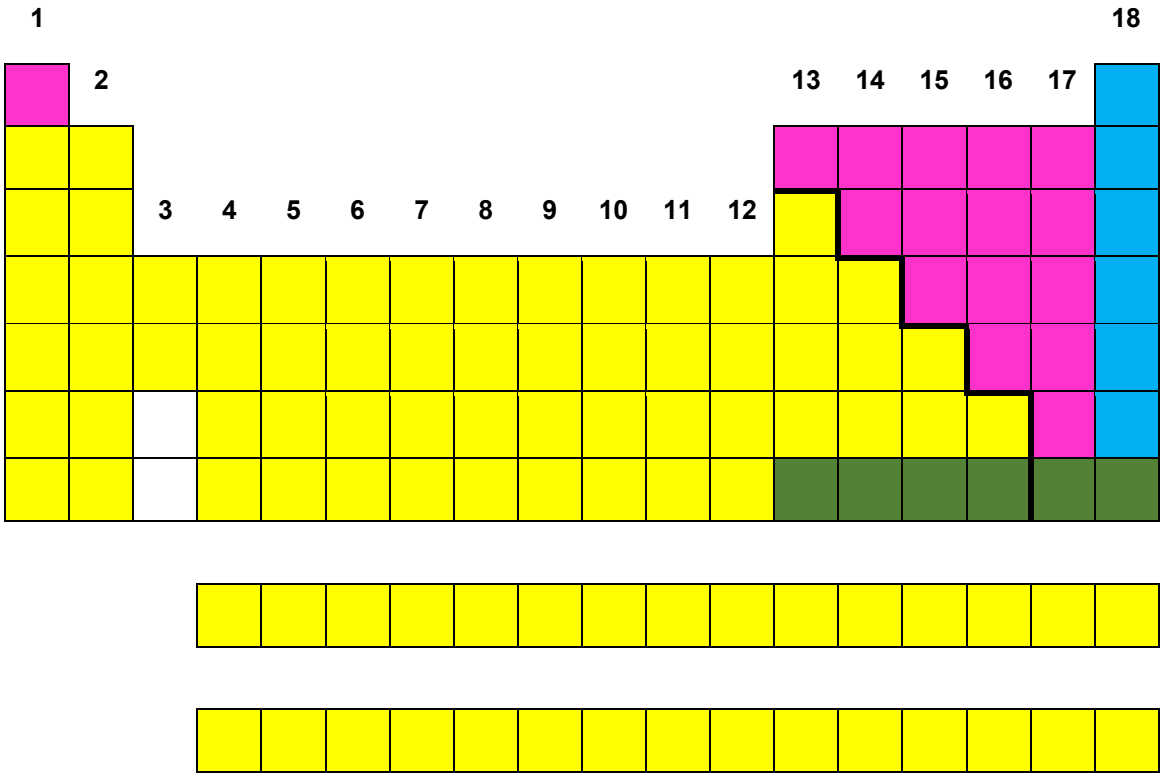
O período de um determinado elemento químico, indica o número de camadas eletrônicas que o seu átomo possui. Por exemplo, o rubídio (Rb) pertence ao 5º período da tabela periódica, logo possui 5 camadas eletrônicas: K, L, M, N, O.

Elementos químicos de uma mesma família ou grupo possuem propriedades químicas semelhantes e, em geral, apresentam a mesma configuração de elétrons em seu subnível de maior energia. Por exemplo, o sódio (Na) e o lítio (Li) estão no grupo 1 e apresentam 1 elétron no subnível de maior energia “s”. Isso não vale para o hélio (He), que possui 2 elétrons no subnível “s” e está localizado na família 18, onde os outros elementos químicos possuem 6 elétrons no subnível de maior energia “p”. Essa anomalia pode ser justificada pelo fato do elemento hélio ter propriedades semelhantes às dos outros gases nobres, apesar não ter um subnível p^6 como o de maior energia.

Classificando os elementos químicos quanto às propriedades físicas e químicas

Os elementos químicos também são classificados segundo suas propriedades físicas e químicas em **metal**, **não metal** (ou **ametal**) e **gás nobre**. A tabela a seguir apresenta essa classificação por cores e as propriedades dos elementos químicos conforme sua classificação são listadas mais adiante. Aqueles que se apresentam na coloração verde fazem parte de um grupo de elementos químicos descobertos cujas propriedades ainda não foram determinadas.

Distribuição gratuita – comercialização proibida



Classificação dos elementos quanto às propriedades físicas e químicas.

Metais

Apresentam brilho quando polidos. Sob temperatura ambiente, apresentam-se no estado sólido, com exceção do mercúrio (Hg), que é líquido. Eles são bons condutores de calor e de eletricidade, podem ser transformados em lâminas (são maleáveis) ou fios (são dúcteis), possuem elevados pontos de fusão e ebulição.

Não metais ou ametais

Não apresentam brilho (exceto o iodo (I) e o carbono (C) na forma de diamante), não conduzem bem calor e eletricidade. Em geral, são considerados isolantes térmicos ou semicondutores elétricos, com exceção do carbono sob a forma de grafite ou de nanotubos. Eles não são dúcteis nem maleáveis, possuindo baixas temperaturas de fusão e de ebulição (exceto o carbono na forma de grafite e diamante).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Esses elementos químicos constituem a maior parte do planeta Terra em abundância e os organismos vivos são principalmente compostos por eles.

Gases nobres

Nas condições ambientes, esses elementos químicos se apresentam no estado gasoso, possuindo baixos pontos de fusão e ebulição. Eles dificilmente se combinam com outros elementos químicos.

A primeira evidência de que os gases nobres existiam foi através de análise da luz solar, observando-se a presença de gás hélio no sol.

“Sem classificação”

Os elementos químicos de números atômico 113 até 118, foram fabricados em laboratório mais recentemente e não há dados oficiais sobre suas classificações.

CURIOSIDADE

Você sabia? O mercúrio (Hg) é o único metal líquido em temperatura ambiente. Por isso, durante muito tempo foi usado em termômetros. Além disso, a medida da **pressão arterial** ainda é expressa em **milímetros de mercúrio (mmHg)**, em referência às antigas colunas de mercúrio usadas nos aparelhos de medição.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Famílias com nomes especiais

Algumas famílias na tabela periódica, recebem nomes especiais, conforme a tabela a seguir.

Família ou grupo	Nome especial
1	Metais alcalinos (exceto o hidrogênio)
2	Metais alcalinos terrosos
16	Calcogênios
17	Halogênios
18	Gases nobres

Família com nomes especiais.

Um detalhe importante é que o hidrogênio, embora esteja colocado no grupo 1, não é um metal alcalino.

Classificando os elementos químicos quanto ao subnível de maior energia

A tabela apresenta outra forma de organizar os elementos químicos, que é classificá-los conforme o subnível de maior energia de cada um baseada na configuração de Linus Pauling. De acordo com esta organização, tais elementos foram classificados em **representativos**, **de transição externa** e **de transição interna**.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

1												13	14	15	16	17	18
$1s^1$	2																$1s^2$
$2s^1$	$2s^2$											$2p^1$	$2p^2$	$2p^3$	$2p^4$	$2p^5$	$2p^6$
$3s^1$	$3s^2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$3p^1$	$3p^2$	$3p^3$	$3p^4$	$3p^5$	$3p^6$
$4s^1$	$4s^2$	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	$3d^8$	$3d^9$	$3d^{10}$	$4p^1$	$4p^2$	$4p^3$	$4p^4$	$4p^5$	$4p^6$
$5s^1$	$5s^2$	$4d^1$	$4d^2$	$4d^3$	$4d^4$	$4d^5$	$4d^6$	$4d^7$	$4d^8$	$4d^9$	$4d^{10}$	$5p^1$	$5p^2$	$5p^3$	$5p^4$	$5p^5$	$5p^6$
$6s^1$	$6s^2$		$5d^2$	$5d^3$	$5d^4$	$5d^5$	$5d^6$	$5d^7$	$5d^8$	$5d^9$	$5d^{10}$	$6p^1$	$6p^2$	$6p^3$	$6p^4$	$6p^5$	$6p^6$
$7s^1$	$7s^2$		$6d^2$	$6d^3$	$6d^4$	$6d^5$	$6d^6$	$6d^7$	$6d^8$	$6d^9$	$6d^{10}$	$7p^1$	$7p^2$	$7p^3$	$7p^4$	$7p^5$	$7p^6$

$4f^1$	$4f^2$	$4f^3$	$4f^4$	$4f^5$	$4f^6$	$4f^7$	$4f^8$	$4f^9$	$4f^{10}$	$4f^{11}$	$4f^{12}$	$4f^{13}$	$4f^{14}$	$5d^1$

$5f^1$	$5f^2$	$5f^3$	$5f^4$	$5f^5$	$5f^6$	$5f^7$	$5f^8$	$5f^9$	$5f^{10}$	$5f^{11}$	$5f^{12}$	$5f^{13}$	$5f^{14}$	$6d^1$

Classificação quanto aos subníveis de maior energia de cada elemento químico.

Elementos representativos (s ou p são os subníveis de maior energia)

Elementos de transição externa (d é o subnível de maior energia)

Elementos de transição interna (f , $5d^1$ e $6d^1$ são os subníveis de maior energia)

Considerando-se **n** como o período de um elemento químico, o número que vem antes do subnível de maior energia é **n**s, **n**p, (**n**-1)d e (**n**-2)f.

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 as condições ambientais de temperatura (25 °C) e pressão (1 atm), a maioria delas 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_2
Gasoso	Gases nobres	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Og
	Hidrogênio	H_2
	Oxigênio	O_2 ou O_3
	Nitrogênio	N_2
	Flúor	F_2
	Cloro	$C\ell_2$

Substâncias simples líquidas e gasosas em condições ambientes.

O hidrogênio (H), o nitrogênio (N), o oxigênio (O) e os elementos químicos da família 17 não são encontrados de forma isolada. Eles se combinam entre eles mesmos, formando moléculas com dois ou três átomos no caso do oxigênio. Dessa forma, há as seguintes substâncias simples: gás hidrogênio (H_2), gás oxigênio (O_2), gás ozônio (O_3), gás nitrogênio (N_2), gás flúor (F_2), gás cloro ($C\ell_2$), bromo líquido (Br_2) e iodo sólido (I_2).

O fósforo (P) forma as substâncias simples sólidas P_4 (fósforo branco) e P_n (fósforo vermelho), em que “n” é um número indefinido de átomos por fórmula. O enxofre (S) forma substâncias simples de fórmula S_8, o enxofre rômbico e o monoclínico, a diferença está na estrutura cristalina dessas substâncias. Porém, costuma-se representar a substância fósforo por P e a substância enxofre por S.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

As substâncias simples formadas pelos demais elementos químicos da tabela periódica são, em geral, monoatômicas, ou seja, suas fórmulas são representadas pelo símbolo de um único átomo. Por exemplo a fórmula da substância ferro é representada apenas pelo símbolo Fe.

Na tabela a seguir são apresentados alguns elementos químicos e suas principais aplicações.

Elemento químico	Aplicação
Hidrogênio (H)	Combustível de foguetes
Lítio (Li)	Baterias de celulares
Sódio (Na)	Sal de cozinha
Potássio (K)	Fertilizantes
Magnésio (Mg)	Rodas de liga leve
Cálcio (Ca)	Cimento
Ferro (Fe)	Presente em construções e ferramentas
Alumínio (Aℓ)	Embalagens, latinhas de sucos e refrigerantes
Ouro (Au)	Joias e eletrônicos
Prata (Ag)	Talheres
Cobre (Cu)	Fios
Fósforo (P)	Caixas de fósforos
Carbono (C)	Minas de grafite para lápis
Nitrogênio (N)	Fertilizantes
Oxigênio (O)	Essencial à respiração e área hospitalar
Enxofre (S)	Pólvora
Flúor (F)	Aditivos de pasta dental
Cloro (Cℓ)	Tratamento de água potável
Hélio (He)	Balões e dirigíveis
Neônio (Ne)	Letreiros luminosos

Aplicações de alguns elementos químicos.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. Complete o quadro abaixo com os símbolos dos elementos químicos cujos nomes foram relacionados. Consulte a tabela periódica, caso necessário.

Nome	Símbolo	Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Prata		Césio		Neônio	
Alumínio		Cobre		Níquel	
Argônio		Flúor		Oxigênio	
Arsênio		Ferro		Fósforo	
Ouro		Frâncio		Chumbo	
Boro		Hidrogênio		Polônio	
Bário		Hélio		Platina	
Bismuto		Mercúrio		Rádio	
Bromo		Iodo		Enxofre	
Carbono		Potássio		Selênio	
Cálcio		Lítio		Silício	
Cádmio		Magnésio		Estanho	
Cloro		Manganês		Urânio	
Cobalto		Nitrogênio		Xenônio	
Crômio		Sódio		Zinco	

Distribuição gratuita – comercialização proibida

2. Correlacione as colunas:

1 – Metal	( )	$_{78}Pt$
2 – Ametal	( )	$_{18}Ar$
3 – Gás Nobre	( )	$_{38}Sr$
	( )	$_{92}U$
	( )	$_{35}Br$

3. Associe as colunas:

1 – Metal alcalino	( )	$_{20}Ca$
2 – Metal alcalino terroso	( )	$_{80}Br$
3 – Calcogênio	( )	$_{16}S$
4 – Halogênio	( )	$_{11}Na$

4. Correlacione as colunas:

1 – Elemento representativo	( )	$_{90}Th$
2 – Elemento de transição externa	( )	$_{19}K$
3 – Elemento de transição interna	( )	$_{28}Ni$
	( )	$_{33}As$
	( )	$_{10}Ne$

Distribuição gratuita – comercialização proibida

5. Utilizando **apenas as letras** representadas na tabela abaixo como se fossem elementos químicos, responda:

1																	**18**
A	**2**											**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	N
	E											I			L	X	
B		**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**			J		O	
							V								K		G
C		S		P						U							
	F							T						M		H	
D																	

			R													

							Q									

a) Quais elementos químicos são considerados metais alcalinos?

b) Que elemento químico possui propriedades químicas semelhantes ao **N**?

c) Que elementos químicos são classificados como metais de transição interna?

d) Que elemento químico é um não metal do 4º período?

e) Que elemento é representativo e localizado no 5º período?

f) Que elemento pertence ao 6º período da família 3?

6. Cite duas características gerais dos metais e dê um exemplo de metal do cotidiano e sua aplicação.

7. Apresente uma característica comum entre:

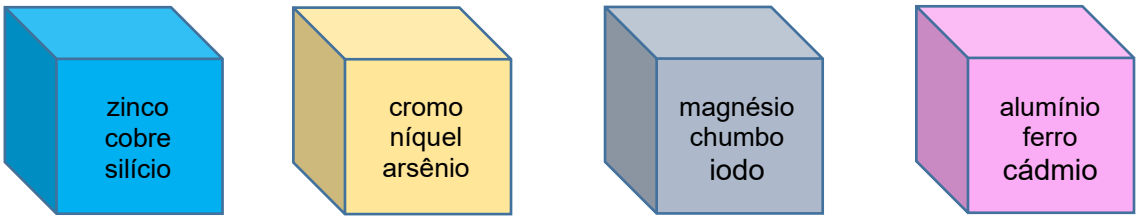
a) elementos de uma mesma família;

b) elementos de um mesmo período.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. (UERJ) Considere as quatro caixas abaixo, que contêm diferentes materiais residuais de uma indústria:



W X Y Z

A única caixa que contém apenas metais está indicada pela seguinte letra:

A) W
B) X
C) Y
D) Z

2. (UERJ)

Cientistas podem ter encontrado o bóson de Higgs, a "partícula de Deus"

Os cientistas ainda precisam confirmar que a partícula que encontraram se trata, de fato, do bóson de Higgs. Ela ganhou o apelido de "partícula de Deus" por ser considerada crucial para compreender a formação do universo, já que pode explicar como as partículas ganham massa. Sem isso, nenhuma matéria, como as estrelas, os planetas e até os seres humanos, existiria.

O bóson de Higgs, apesar de ser uma partícula fundamental da natureza, tem massa da ordem de 126 vezes maior que a do próton, sendo, portanto, mais pesada do que a maioria dos elementos químicos naturais.

O símbolo do elemento químico cuja massa é cerca de metade da massa desse bóson é:

A) Cu
B) I

Distribuição gratuita – comercialização proibida

C) Mo

D) Pb

3. (UERJ) O cátion que apresenta o mesmo número de elétrons do ^{14}C é:

A) N^{+}
B) C^{++}
C) P^{+++}
D) Si^{++++}

4. (UERJ) Um dos elementos químicos que tem se mostrado muito eficiente no combate ao câncer de próstata é o Selênio (Se). Com base na Tabela de Classificação Periódica dos Elementos, os símbolos de elementos com propriedades químicas semelhantes ao Selênio são:

A) Cℓ, Br, I

B) Te, S, Po

C) P, As, Sb

D) As, Br, Kr

5. (UERJ) Um átomo do elemento químico **x**, usado como corante para vidros, possui número de massa igual a 79 e número de nêutrons igual a 45. Considere um elemento **y**, que possua propriedades químicas semelhantes ao elemento **x**. Na Tabela de Classificação Periódica, o elemento **y** estará localizado no seguinte grupo:

A) 7

B) 9

C) 15

D) 16

6. (UERJ) Em uma das primeiras classificações periódicas, os elementos químicos eram organizados em grupos de três, denominados tríades. Os elementos de cada tríade apresentam propriedades químicas semelhantes, e a

Distribuição gratuita – comercialização proibida

massa atômica do elemento central equivale aproximadamente à média aritmética das massas atômicas dos outros dois. Observe as tríades a seguir:

Li	Cℓ	S
Na	Br	X
K	I	Te

Com base nos critérios desta classificação, a letra X corresponde ao seguinte elemento químico:

A) O

B) As

C) Se

D) Po

7. (UFF) A configuração pertencente a um elemento que apresenta propriedades químicas semelhantes às do elemento de configuração $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$ é:

A) $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$

B) $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

C) $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

D) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

E) $1s^1$

8. (UERJ) Recentemente, cientistas conseguiram produzir hidrogênio metálico, comprimindo hidrogênio molecular sob elevada pressão. As propriedades metálicas desse elemento são as mesmas dos demais elementos do grupo 1 da tabela de classificação periódica.

Essa semelhança está relacionada com o subnível mais energético desses elementos, que corresponde a:

A) ns^1

B) np^2

C) nd^3

D) nf^4

Distribuição gratuita – comercialização proibida

9. (UERJ) Segundo pesquisas recentes, há uma bactéria que parece ser capaz de substituir o fósforo por arsênio em seu DNA.
Uma semelhança entre as estruturas atômicas desses elementos químicos que possibilita essa substituição é:

A) número de elétrons
B) soma das partículas nucleares
C) quantidade de níveis eletrônicos
D) configuração da camada de valência

10. (Enem) Na mitologia grega, Nióbia era a filha de Tântalo, dois personagens conhecidos pelo sofrimento. O elemento químico de número atômico (Z) igual a 41 tem propriedades químicas e físicas tão parecidas com as do elemento de número atômico 73 que chegaram a ser confundidos. Por isso, em homenagem a esses dois personagens da mitologia grega, foi conferido a esses elementos os nomes de nióbio (Z = 41) e tântalo (Z = 73). Esses dois elementos químicos adquiriram grande importância econômica na metalurgia, na produção de supercondutores e em outras aplicações na indústria de ponta, exatamente pelas propriedades químicas e físicas comuns aos dois.

(KEAN, S. A colher que desaparece: e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011)

A importância econômica e tecnológica desses elementos, pela similaridade de suas propriedades químicas e físicas, deve-se a:

A) terem elétrons no subnível f.
B) serem elementos de transição interna.
C) pertencerem ao mesmo grupo na tabela periódica.
D) terem seus elétrons mais externos nos níveis 4 e 5, respectivamente.
E) estarem localizados na família dos alcalinos terrosos e alcalinos, respectivamente.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

11. (UERJ) Uma manifestação comum nas torcidas de futebol é a queima de fogos de artifício coloridos, de acordo com as cores dos times. Fogos com a cor vermelha, por exemplo, contém um elemento que possui, como mais energético, um subnível **s** totalmente preenchido. Assim, a torcida do América, para saudar o seu time com um vermelho brilhante, deverá usar fogos contendo o elemento cujo símbolo é:

A) Cd (Z=48)
B) K (Z=19)
C) Co (Z = 27)
D) Sr (Z = 38)

12. (PUC-RJ) Da lista de elementos indicados nas opções, aquela que tem, na sequência, uma terra rara (elemento lantanoide), um elemento metálico representativo e um metal alcalino é:

A) Ouro, silício e hidrogênio
B) Európio, germânio e bário
C) Cério, chumbo e césio
D) Disprósio, estanho e boro
E) Urânio, gálio e cloro

13. (UERJ) A tabela de classificação periódica dos elementos, elaborada por Dimitri Mendeleiev (1834-1907), reúne informações sobre os diferentes elementos químicos. Em homenagem a esse cientista, o elemento químico de número atômico 101 foi nomeado como mendelévio, sendo representado pelo seguinte símbolo:
A) Md
B) Mn
C) Mo
D) Mt.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

14. (UERJ) O elemento químico de menor número atômico é o mais abundante no Universo. Ele possui quantidade de prótons igual a 1 e faz parte da composição da água. Esse elemento químico é denominado:

A) ferro

B) enxofre

C) chumbo

D) hidrogênio

15. (UERJ)

ANO INTERNACIONAL DA TABELA PERIÓDICA

Há 150 anos, a primeira versão da tabela periódica foi elaborada pelo cientista Dimitri Mendeleiev. Trata-se de uma das conquistas de maior influência na ciência moderna, que reflete a essência não apenas da química, mas também da física, da biologia e de outras áreas das ciências puras. Como reconhecimento de sua importância, a UNESCO/ONU proclamou 2019 o Ano Internacional da Tabela Periódica.

Na tabela proposta por Mendeleiev em 1869, constavam os 64 elementos químicos conhecidos até então, além de espaços vazios para outros que ainda poderiam ser descobertos. Para esses possíveis novos elementos, ele empregou o prefixo “eca”, que significa “posição imediatamente posterior”. Por exemplo, o ecassilício seria o elemento químico a ocupar a primeira posição em sequência ao silício no seu grupo da tabela periódica.

Em homenagem ao trabalho desenvolvido pelo grande cientista, o elemento químico artificial de número atômico 101 foi denominado mendelévio.

Atualmente, o símbolo do elemento correspondente ao ecassilício é:

A) Aℓ

B) C

C) Ge

D) P

Distribuição gratuita – comercialização proibida

16. (UERJ) Recentemente, cientistas conseguiram produzir hidrogênio metálico, comprimindo hidrogênio molecular sob elevada pressão. As propriedades metálicas desse elemento são as mesmas dos demais elementos do grupo 1 da tabela de classificação periódica. Essa semelhança está relacionada com o subnível mais energético desses elementos, que corresponde a:

A) ns^1
B) np^2
C) nd^3
D) nf^4

Distribuição gratuita – comercialização proibida

UNIDADE 4

TIPOS DE MATÉRIA

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Substâncias

Vimos que matéria é tudo aquilo que possui massa e volume. Uma amostra de matéria pode ser uma **substância** ou uma **mistura**.

Substância é o tipo de matéria que apresenta propriedades físicas e químicas definidas em determinadas condições. Por exemplo, a água pura tem densidade aproximadamente igual a 1,0 g/cm^3 a 20 ºC, temperatura de fusão igual a 0 ºC, temperatura de ebulição igual a 100 ºC sob 1 atm de pressão, é incolor, sem sabor (insípida), sem cheiro (inodora) e não sofre combustão. Cada substância apresenta um conjunto de propriedades características. Observe os dados do cloreto de sódio (sal de cozinha) e do etanol (álcool das bebidas) na tabela a seguir:

	Cloreto de sódio	Etanol
Densidade a 20 ºC	2,17 g/cm^3	0,79 g/cm^3
Temperatura de fusão a 1 atm	801 ºC	-114,3 ºC
Temperatura de ebulição a 1 atm	1465 ºC	78,4 ºC
Cor	branca	incolor
Sabor	salgado	com sabor
Odor	inodoro	com odor
Combustão	não sofre	sofre

Propriedades físicas e químicas do cloreto de sódio e do etanol.

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

Distribuição gratuita – comercialização proibida

O gráfico a seguir representa o aquecimento de uma substância sob certa pressão. No eixo y são colocados os valores de temperatura, enquanto que no eixo x são colocados os valores de tempo. Observe que a temperatura permanece constante durante a fusão e durante a ebulição.

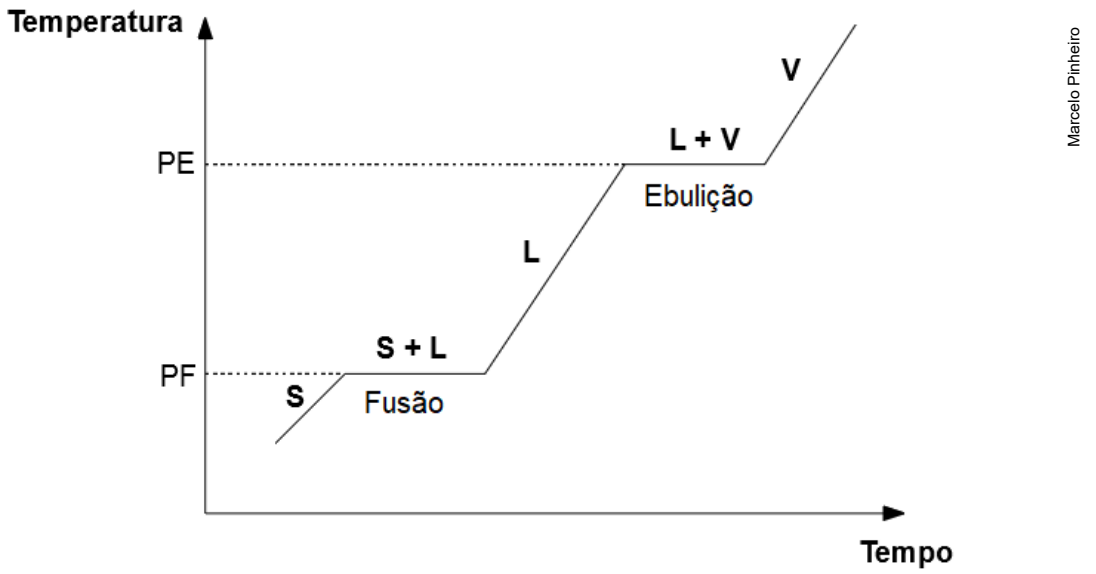


Gráfico de aquecimento de uma substância.

Analisando o gráfico, verificamos que a substância começa a ser aquecida no estado sólido e a temperatura vai aumentando até começar a fusão na temperatura PF (ponto de fusão). Durante o tempo de ocorrência da fusão, sólido e líquido estão juntos no mesmo recipiente e a temperatura não se altera. Após esse processo, só há líquido presente, e a temperatura volta a aumentar até o início da ebulição na temperatura PE (ponto de ebulição). Durante o tempo em que ocorre a ebulição, o líquido vai se transformando em vapor, e a temperatura novamente não se altera durante esse processo. Após toda a vaporização do líquido, a temperatura volta a aumentar. A temperatura se eleva quando as suas unidades estruturais aumentam seu estado de agitação. Durante as mudanças de estado físico, essas partículas que formam a substância utilizam o calor fornecido para se afastarem umas das outras e a temperatura não muda.

Uma substância é formada pela união de unidades estruturais iguais. Essas unidades podem ser **compostos iônicos**, **cristais metálicos** ou

Distribuição gratuita – comercialização proibida

moléculas, formando s**ubstâncias iônicas, metálicas** ou **moleculares**, respectivamente. Tais unidades microscópicas surgem pela atração (ou ligação) entre átomos iguais ou diferentes.

As substâncias denominadas gases nobres são formadas apenas por **átomos iguais**.

A substância pode ser identificada pelo seu nome ou:

- por um **símbolo**: quando sua unidade estrutural é um **gás nobre** (exemplos: He, Ar) ou um **metal** (exemplos: Fe, Au);

- por uma **fórmula**: quando sua unidade estrutural é um **composto iônico** (exemplos: NaCℓ, MgO) ou **molécula** (exemplos: H_2O, CO_2).

As substâncias também podem ser classificadas em **simples** ou **compostas**, conforme a quantidade de elementos químicos que a formam.

A **substância simples** é formada por apenas um elemento químico. Gás oxigênio (O_2), 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), gás hélio (He) são substâncias formadas por apenas um elemento químico, têm apenas um símbolo em sua representação, logo são substâncias simples.

A **substância composta** é formada por elementos químicos diferentes, então, nas fórmulas das substâncias compostas há mais de um símbolo. Água (H_2O), ácido sulfúrico (H_2SO_4) e carbonato de cálcio ($CaCO_3$), são exemplos de substâncias compostas. A molécula H_2O é formada por 2 elementos químicos (H e O) e 3 átomos (2 átomos de H e 1 átomo de O). A molécula H_2SO_4 é formada por 3 elementos químicos (H, S e O) e 7 átomos (2 de H, 1 de S e 4 de O). A fórmula $CaCO_3$ indica que essa substância é formada por 3 elementos químicos (Ca, C e O) e 5 átomos (1 de Ca, 1 de C e 3 de O).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Substâncias iônicas, metálicas e moleculares

Como citamos anteriormente, as substâncias também podem ser classificadas em **iônicas**, **metálicas** ou **moleculares**, dependendo da forma com que os átomos se unem para formá-las.

Substância iônica

Uma **substância iônica** é formada por um conjunto de **compostos iônicos iguais**. Cada composto iônico é resultado da atração ou ligação entre íons, denominada **ligação iônica**. Os compostos iônicos formados também se atraem por ligação iônica.

Na ligação iônica ocorre a transferência de elétrons de um átomo perdedor para um átomo ganhador de elétrons. Assim, o átomo perdedor forma um cátion e o átomo ganhador forma um ânion, que se atraem por forças de natureza eletrostática, formando um **composto iônico**.

A ligação é iônica quando é realizada por um **metal** (perdedor de elétrons) e um **não-metal** (ganhador de elétrons). O metal aparece na frente da fórmula.

Exemplos: $NaC\ell$, KBr, Na_2O, CaF_2, etc.

Tais substâncias apresentam as seguintes propriedades:

• possuem elevadas temperaturas de fusão e de ebulição, pois deve ser fornecida uma grande quantidade de energia para romper a forte atração (ligação iônica) entre os íons;

• se apresentam no estado físico sólido em temperatura e pressão ambientes (25 °C e 1 atm);

• são bons condutores de energia elétrica quando estão no estado líquido ou em dissolvidos em água (solução aquosa), pois nesses casos as ligações

Distribuição gratuita – comercialização proibida

iônicas são rompidas e os íons ficam livres para se movimentarem e conduzirem eletricidade. Já no estado sólido não há condução, pois os íons estão fortemente unidos.

Substância metálica

Uma **substância metálica** é formada por um conjunto de **cristais metálicos** iguais, e cada cristal metálico é resultado da atração (ou ligação) entre **metais** denominada **ligação metálica**.

Substâncias metálicas só contêm ligações metálicas. Nesse tipo de ligação, há cátions metálicos envolvidos por elétrons livres, ou seja, elétrons que escaparam do último nível dos átomos metálicos.

As substâncias metálicas apresentam como principais características:

- boas condutividades elétrica e térmica, devido à presença de elétrons livres (elétrons deslocalizados) em sua estrutura;

- apresentam brilho, pois os elétrons deslocalizados em uma superfície metálica, absorvem e irradiam a luz que incide na superfície;

- em geral, são sólidas em condições ambientes (exceto o mercúrio que se apresenta no estado líquido), pois possuem elevadas temperaturas de ebulição e de fusão. Elas possuem essas características devido à forte atração entre os elétrons livres e os íons positivos presentes nessas substâncias;

- a maioria dos metais possui coloração prateada, exceto ouro (Au), que é dourado e o cobre (Cu), que é avermelhado;

- são maleáveis, pois podem ser transformados em lâminas;

- são dúcteis, pois podem ser transformados em fios.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Substância molecular

Uma **substância molecular** é formada pela atração entre **moléculas iguais**. Uma molécula é resultado da atração (ou ligação) entre átomos denominada **ligação covalente** ou **molecular**. Neste tipo de ligação, os átomos se unem por compartilhamento (ou emparelhamento) de pares de elétrons, formando uma **molécula**. Como nenhum átomo participante perde ou ganha elétrons, neste tipo de ligação não há a formação de cátion nem ânion.

A ligação covalente ocorre geralmente entre **não-metais**.

Exemplos: H_2, O_2, $HC\ell$, CO_2, H_2O, NH_3, CF_4, etc.

As substâncias moleculares possuem fortes ligações covalentes entre os átomos de cada molécula e, nos estados sólido e líquido, ligações mais fracas entre as moléculas, denominadas **ligações intermoleculares**. Isso confere a essas substâncias as seguintes propriedades:

- em geral, possuem temperaturas de fusão e ebulição menores as das substâncias iônicas e metálicas;

- podem ser encontradas nos três estados físicos, nas condições ambientes (25 °C e 1 atm). Por exemplo, a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) é sólida; o etanol (C_2H_6O) e a água são líquidos e o metano (CH_4) é um gás nas condições ambientes;

- são consideradas, geralmente, isolantes elétricos nos estados sólido e líquido.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

CURIOSIDADE

Algumas substâncias conhecidas como **sólidos covalentes** apresentam elevadas temperaturas de fusão e de ebulição como, por exemplo, diamante, grafite, grafeno e fulereno. Essas substâncias simples são diferentes, mas são formadas pelo mesmo elemento químico, o carbono, ou seja, são **formas alotrópicas*** do carbono. Grafite, grafeno e fulereno são bons condutores de eletricidade.

***Alotropia** é o fenômeno em que um mesmo elemento químico forma duas ou mais substâncias simples diferentes.

Substâncias inorgânicas

A Química estuda as diversas substâncias existentes na natureza e produzidas pelo ser humano. Há substâncias **inorgânicas** e **orgânicas**. As substâncias orgânicas são aquelas que apresentam o elemento carbono como principal componente. As outras substâncias que não possuem tal característica são inorgânicas, embora haja algumas substâncias que apresentam carbono em sua estrutura e que são consideradas inorgânicas.

As substâncias possuem propriedades características que podem ser semelhantes às de outras substâncias. Ao se agrupar substâncias com propriedades químicas semelhantes, tem-se uma **função química**.

Nesse livro, apresentaremos as quatro principais funções da Química Inorgânica: **bases**, **ácidos**, **sais** e **óxidos**. As substâncias orgânicas serão estudadas no Ensino Médio.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Bases

O químico, físico e matemático sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) realizou numerosas experiências com a passagem de corrente elétrica através de solução aquosa, e formulou a hipótese de que determinadas substâncias, quando dissolvidas em água, liberavam íons, o que tornava a mistura condutora de eletricidade. Em 1903, recebeu o Prêmio Nobel de Química por seu extraordinário serviço prestado à tecnologia e à Química.

Arrhenius definiu uma **base** como substância iônica que, ao se dissolver em água, sofre **dissociação** (separação dos íons), liberando como único ânion OH^- (hidroxila). A hidroxila dá à solução propriedades básicas ou alcalinas.

As bases também são conhecidas como **hidróxidos** e podem estar presentes nos alimentos, conferindo a eles um sabor adstringente, como se "prendessem" a língua. Ao se provar uma banana verde ou um caqui verde, pode-se notar esse tipo de sabor.

As bases são substâncias formadas por três elementos químicos (substâncias ternárias). O ânion é sempre a hidroxila (OH^-) e o cátion pode ser um metal ou o íon amônio (NH_4^+).

Exemplos: NaOH, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Algumas bases e suas aplicações

Bases	Aplicações
Hidróxido de sódio **NaOH**	É conhecida também como soda cáustica, sendo corrosiva e pode provocar queimaduras ao entrar em contato com a pele e mucosas. Algumas aplicações são: desentupimento de pias, limpeza fornos, fabricação de papéis, tecidos e sabão.
Hidróxido de potássio **KOH**	Também é conhecida como potassa cáustica, pode ser utilizada na fabricação de sabões, no processamento de alimentos e como alvejante.
Hidróxido de amônio **NH_4OH**	É a única base que não possui metal e só está presente em solução aquosa, como resultado da dissolução do gás amônia (NH_3) em água. Ela é utilizada na produção de fertilizantes, de ácido nítrico, explosivos, alisantes e tintas de cabelo.
Hidróxido de magnésio **$Mg(OH)_2$**	Compõe o leite de magnésia que é utilizado no tratamento de acidez estomacal e como laxante. O leite de magnésia também serve como desodorante, pois neutraliza a acidez sob as axilas, que fornece um ambiente apropriado para bactérias que metabolizam o suor e produzem substâncias de odor desagradável.
Hidróxido de cálcio **$Ca(OH)_2$**	É utilizada em procedimentos odontológicos, na fabricação de argamassas e tintas, no tratamento de água, e na correção da acidez de solos.

Principais bases e suas aplicações.

Ácidos

Arrhenius definiu **ácidos** como substâncias moleculares que, ao se dissolverem em água, sofrem **ionização** (formação de íons), liberando como único cátion H^+ (íon hidrogênio). Esse íon fornece à solução propriedades ácidas.

Ácidos são substâncias moleculares formadas por dois (substância binária) ou três elementos químicos (substância ternária) que possuem hidrogênio na frente de sua fórmula.

Exemplos: $HC\ell$, HNO_3, H_2SO_4.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Alguns ácidos e suas aplicações

Ácidos	Aplicações
Ácido clorídrico **HCℓ**	É bastante corrosivo sendo conhecido comercialmente como ácido muriático. Ele costuma ser aplicado na limpeza de pisos, azulejos e superfícies metálicas. Está presente no suco gástrico, possibilitando a digestão de alimentos.
Ácido cianídrico **HCN**	No estado gasoso é muito venenoso. Folhas de mandioca selvagem liberam este gás quando deixadas ao sol. Isso possibilita serem utilizadas como alimento para o gado.
Ácido sulfídrico **H_2S**	Na forma gasosa é uma substância venenosa, incolor, formada na putrefação de substâncias orgânicas naturais que contenham enxofre, apresentando odor característico de ovo podre. Quando está em perigo, o gambá libera uma mistura de substâncias de odor desagradável, entre as quais o H_2S.
Ácido nítrico **HNO_3**	É muito corrosivo, sendo utilizado na fabricação de pesticidas, fertilizantes, fibras sintéticas e explosivos.
Ácido carbônico **H_2CO_3**	Está presente nas águas e refrigerantes gaseificados, conferindo acidez a essas bebidas, pois é formado pela combinação entre o gás carbônico e a água.
Ácido sulfúrico **H_2SO_4**	O ácido sulfúrico pode provocar queimaduras quando em contato com a pele. Ele está presente na bateria dos automóveis, é utilizado nas indústrias de papel, petroquímica e automobilística.
Ácido fosfórico **H_3PO_4**	É utilizado em refrigerantes do tipo cola e alimentos industrializados com o objetivo de melhorar o sabor e manter a conservação do produto. Ele possui importantes aplicações na indústria de fertilizantes, farmacêutica, na odontologia, em produtos de limpeza e antiferrugem.

Principais ácidos e suas aplicações.

Sais

Sal é um composto iônico em que o cátion é um metal ou íon amônio (NH_4^+) proveniente de uma base e o ânion é proveniente de um ácido.

Exemplos: NaCℓ, $CaCO_3$, $Aℓ_2(SO_4)_3$.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Os sais apresentam, em geral, sabor salgado, mas também há sal amargo, como o sulfato de magnésio ($MgSO_4$), e sal doce, como o ciclamato de sódio ($C_6H_{12}NNaO_3S$), um sal orgânico.

Alguns sais e suas aplicações

Sais	Aplicações
Cloreto de sódio **NaCℓ**	É o principal constituinte do sal de cozinha, sendo utilizado para temperar e conservar alimentos. Está presente também no soro fisiológico.
Fluoreto de sódio **NaF**	Entra na composição do creme dental para proteger os dentes contra a cárie.
Carbonato de sódio **Na_2CO_3**	Também conhecido como soda ou barrilha, é usado na fabricação de vidro, sabões, corantes, no tratamento de água de piscina, etc.
Bicarbonato de sódio **$NaHCO_3$**	É utilizado como antiácido e no preparo de bolos como fermento químico.
Carbonato de cálcio **$CaCO_3$**	Constitui o mármore e o calcário, além de possuir aplicações importantes como a fabricação de vidro, cimento e cal. É utilizado para diminuir a acidez de solos utilizados para plantação.
Nitrato de sódio **$NaNO_3$**	Serve para a conservação e fixação de cor em alimentos, na produção de produtos de limpeza, fertilizantes e explosivos.
Nitrato de potássio **KNO_3**	É utilizado na conservação e fixação de cor de alimentos, na fabricação de pólvora e fertilizantes.
Fosfato de cálcio **$Ca_3(PO_4)_2$**	É um sal que faz parte da constituição dos ossos e é utilizado na produção de fósforo e fertilizantes.
Sulfato de cálcio **$CaSO_4$**	É o componente do gesso, sendo utilizado para fabricar fertilizantes.
Sulfato de alumínio **$Aℓ_2(SO_4)_3$**	Serve para remover contaminantes num processo de tratamento de águas.
Hipoclorito de sódio **NaCℓO**	Funciona como branqueador, antisséptico e está presente em grande parte das águas sanitárias.

Principais sais e suas aplicações.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Óxidos

Óxido é uma substância binária (formada por dois elementos químicos) em que o oxigênio é o segundo elemento químico da fórmula.

Exemplos: Na_2O, CaO, CO_2.

As substâncias água (H_2O) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) têm fórmulas iniciadas com o símbolo do hidrogênio (H), mas não são classificadas como ácidos e sim como óxidos, pois elas não possuem as propriedades dos ácidos.

Alguns óxidos e suas aplicações

Óxido	Aplicações
Óxido de cálcio **CaO**	Também conhecido como cal virgem, é utilizado na construção civil, no tratamento de águas e esgoto, além de ser aplicado na diminuição de acidez dos solos.
Dióxido de carbono **CO_2**	É conhecido como gás carbônico. É um dos gases responsáveis pela acidez da água da chuva e também por manter a Terra aquecida (efeito estufa), pois possui a capacidade de absorver a radiação infravermelha (quente) resultante da reflexão da radiação ultravioleta do sol na superfície do planeta, impedindo que todo calor saia para o espaço. O acúmulo excessivo desse gás na atmosfera, ocasionado principalmente pela queima de combustíveis fósseis, provoca um aumento do efeito estufa, o que pode resultar em sérios problemas ambientais devido à elevação da temperatura (aquecimento global).
Monóxido de carbono **CO**	É um gás muito tóxico, incolor, sem cheiro e que pode produzir morte por asfixia. É liberado na queima incompleta de combustíveis fósseis, pelas indústrias e pelo cigarro. A falta de manutenção adequada de aquecedores em residências pode provocar um acúmulo desse gás no ambiente. Como ele é incolor e não tem cheiro, não é detectado pelas pessoas, provocando sonolência por se ligar a hemoglobina do sangue. Isso dificulta o transporte de gás oxigênio na corrente sanguínea, podendo levar a pessoa a óbito.
Dióxido de silício **SiO_2**	Também é conhecido como sílica. É o óxido mais abundante na Terra. Está presente na areia e no quartzo, sendo utilizado na produção do vidro.
Dióxido de enxofre **SO_2** **Trióxido de enxofre** **SO_3** **Dióxido de nitrogênio** **NO_2**	Estes óxidos são liberados na atmosfera pelas indústrias e na queima de combustíveis fósseis. Ao se combinarem com a água das chuvas produzem ácidos, sendo responsáveis pela formação da chuva ácida, que torna o solo improdutivo e destrói monumentos históricos.
Peróxido de hidrogênio **H_2O_2**	Ao ser misturado com água, produz uma solução denominada água oxigenada, que pode ser aplicada na desinfecção de feridas, como alvejante de cabelos, agente de branqueamento e desodorização de tecidos, etc.

Principais óxidos e suas aplicações.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Misturas

As **misturas** são formadas pela união de duas ou mais substâncias que conservam suas individualidades, ou seja, podem ser separadas por simples processos de separação de misturas. Como uma mistura não apresenta unidades estruturais iguais, ela não é representada por uma única fórmula, tal qual a substância. Neste caso, se informa a composição química da mistura, ou seja, os componentes que estão presentes.

Por exemplo, o leite é uma mistura de água, gordura, proteínas, etc. e o ar atmosférico é uma mistura de gases, contendo principalmente gás nitrogênio e gás oxigênio.

Ao misturar dois ou mais elementos, entre os quais pelo menos um sendo metal, é possível obter um material com propriedades e características físicas mais satisfatórias do que com as substâncias individualmente, ou seja, uma **liga metálica**.

Uma liga metálica é produzida pela fusão de um metal que tem temperatura de fusão mais elevada seguida da adição dos demais componentes da liga, que se fundem completamente. Depois, a mistura resfria e solidifica, produzindo materiais de melhor qualidade em relação às propriedades mecânica, térmica, elétrica, anticorrosiva ou magnéticas.

A tabela a seguir apresenta com alguns exemplos de ligas metálicas.

Liga	Composição
Aço	98,5% de Fe + 0,5 a 1,7% de C + traços de Si, S e P.
Aço Inox	74% de aço + 18% de Cr + 8% de Ni
Bronze	90% de Cu + 10% de Sn
Latão	67% de Cu + 33% de Zn
Ouro 18 quilates	75% de Au + 13% de Ag + 12% de Cu

Exemplos de ligas metálicas.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

ATENÇÃO!

O que é o quilate do ouro?

O ouro 24 quilates é o ouro puro, ou seja, uma substância. Por ser macio, esse ouro não é utilizado na confecção de joias, ao contrário do ouro denominado 18 quilates, que é uma mistura, pois a junção do ouro com prata e cobre produz um material mais rígido.

Diferente de uma substância, uma mistura não apresenta propriedades físicas e químicas 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 duas mudanças de estado físico. No eixo y não há PF (ponto de fusão) e PE (ponto de ebulição) como no gráfico de uma substância, pois a temperatura não fica 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 são definidos TE_i e TE_f para a ebulição.

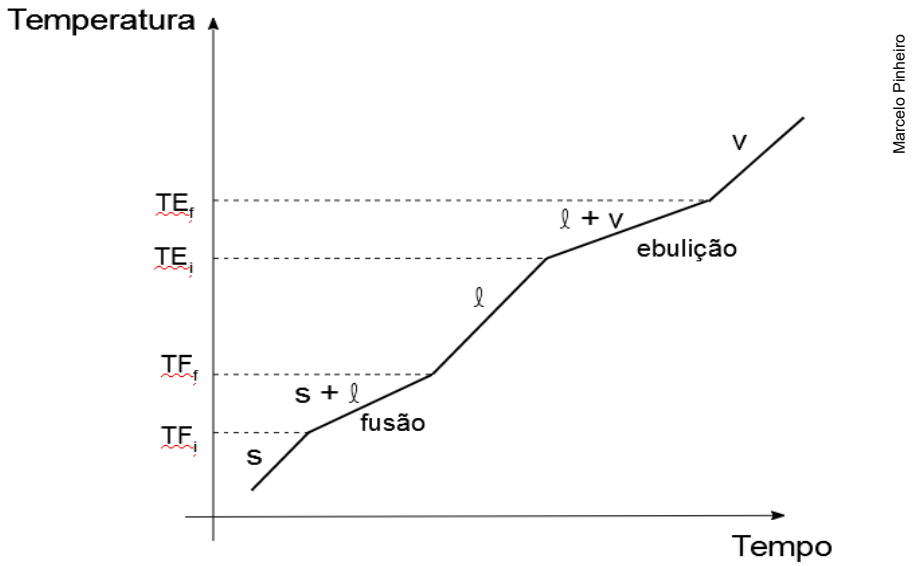
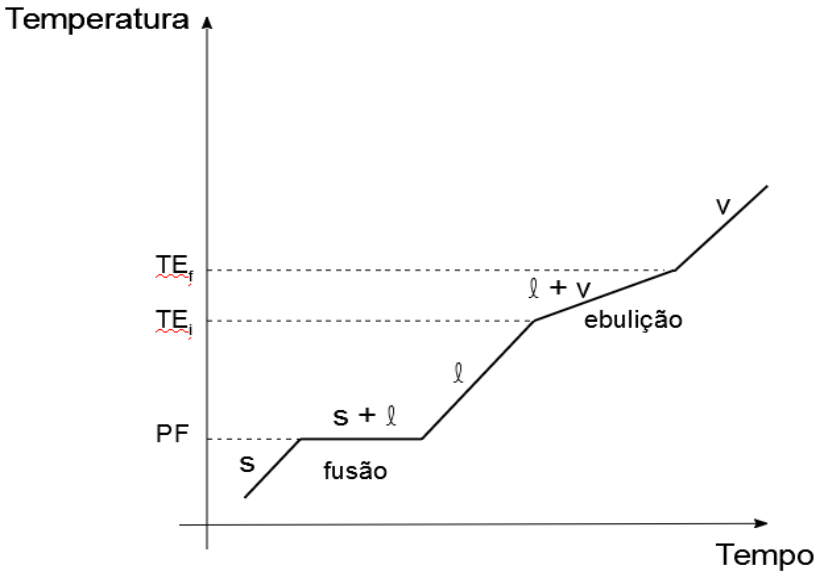


Gráfico de aquecimento de uma mistura comum.

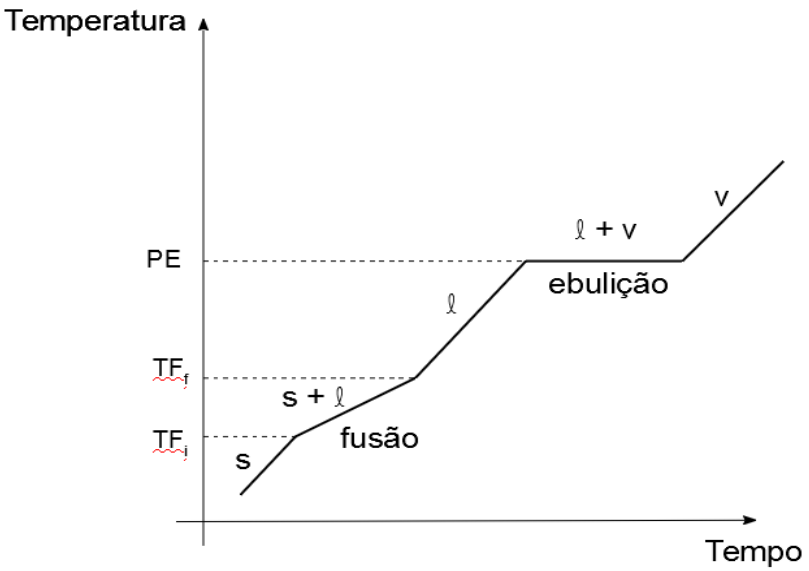
Distribuição gratuita – comercialização proibida

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 apenas durante a fusão e a **azeotrópica** apresenta temperatura constante apenas durante a ebulição.



Marcelo Pinheiro

Gráfico de aquecimento de uma mistura eutética.



Marcelo Pinheiro

Gráfico de aquecimento de uma mistura azeotrópica.

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

Distribuição gratuita – comercialização proibida

A **mistura homogênea** ou **solução** é o tipo de mistura que apresenta apenas uma fase (1 aspecto visual) ao ser observada a olho nu **e** ao microscópio óptico comum. É denominada também de mistura monofásica.

Exemplos: água e sal dissolvido ou água e álcool: 1 fase (mistura monofásica) e 2 componentes (água com sal ou água com álcool).



Marcelo Pinheiro

Mistura entre água e sal ou água e álcool.

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

A **mistura heterogênea** é o tipo de mistura que apresenta mais de uma fase ao ser observada ao olho nu **ou** ao microscópio óptico comum. É também chamada de mistura polifásica.

Exemplo: água e óleo de cozinha: 2 fases (mistura bifásica) e 2 componentes (água com óleo).



Marcelo Pinheiro

Mistura entre água e óleo de cozinha.

O óleo flutua sobre a água por ser menos denso. Apesar de os líquidos não se misturarem, o conjunto água e óleo é chamado de mistura heterogênea.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. Coloque entre os parênteses **SS** para substância simples e **SC** para substância composta.

( ) O_3

( ) Cu

( ) H_3PO_4

( ) S_8

( ) $NaC\ell$

2. Dê o número de elementos químicos e o número de átomos de cada elemento presentes nas fórmulas a seguir:

a) O_3

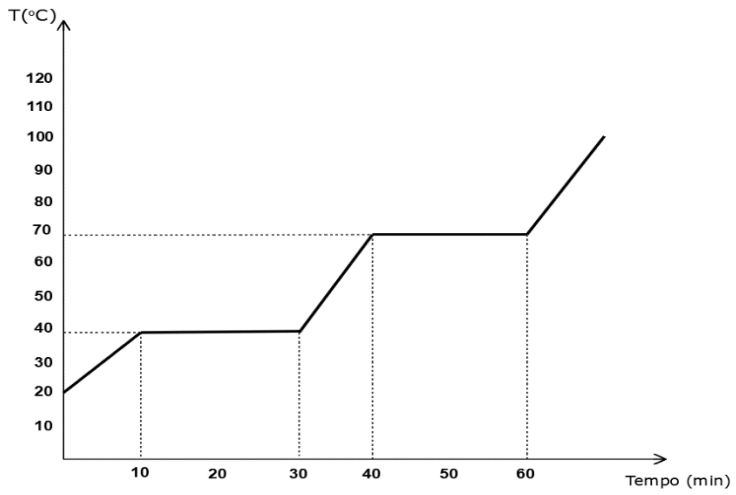
b) $H_4P_2O_7$

c) $A\ell(OH)_3$

d) $Mg_3(PO_4)_2$

e) CH_3CH_2COONa

3. Observe o gráfico de aquecimento de uma substância que estava inicialmente no estado sólido:



a) Qual é o estado físico da substância aos 36 minutos?

b) Qual é o estado físico da substância a 85 °C?

c) Qual é o tempo inicial e qual é o tempo final da ebulição?

d) Qual é a temperatura de fusão da substância?

Distribuição gratuita – comercialização proibida

4. Correlacione as colunas:

1 - Ligação iônica	( ) Gás Cloro - $C\ell_2$
2 - Ligação covalente	( ) Ácido Clorídrico - $HC\ell$
3 - Ligação metálica	( ) Cloreto de Sódio - $NaC\ell$
	( ) Água - H_2O
	( ) Ferro metálico - Fe

5. Apresente a função química de cada substância a seguir:

a) H_2O b) $Mg(OH)_2$ c) HNO_3 d) $NaNO_3$

e) $CaC\ell_2$ f) $NaHCO_3$ g) CO h) HF

6. Identifique se cada material a seguir é uma substância ou mistura.

a) Aliança de ouro 18 quilates
b) Água do mar
c) Ar atmosférico sem poeira
d) Suco de laranja
e) Água filtrada
f) Vinagre
g) Gás carbônico (CO_2)
h) Gasolina
i) Petróleo

7. Preencha os parênteses com os números que caracterizam corretamente cada amostra considerada.

1 -	Substância	( )	prata metálica
2 -	Mistura Homogênea	( )	leite
3 -	Mistura Heterogênea	( )	água + álcool
		( )	ouro 24 quilates
		( )	sangue

Distribuição gratuita – comercialização proibida

8. Diga se as afirmativas abaixo são verdadeiras ou falsas e justifique somente as falsas.

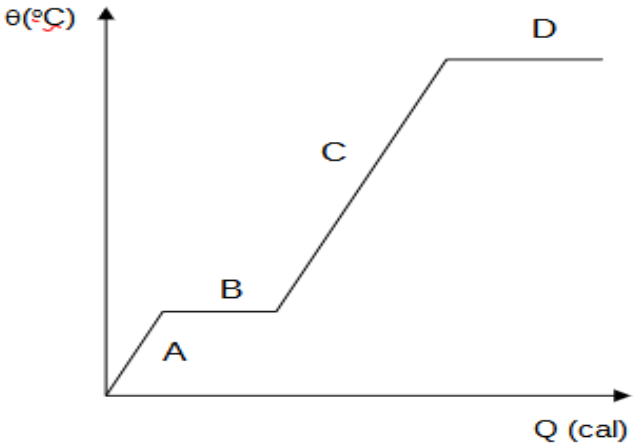
a) A água (H_2O) é uma mistura entre hidrogênio e oxigênio.

b) Água (H_2O) líquida e água sólida num recipiente constituem uma mistura heterogênea.

c) Na fórmula do gás carbônico (CO_2) há 1 molécula de carbono e 2 moléculas de oxigênio.

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. (UERJ) Observe no diagrama as etapas de variação da temperatura e de mudanças de estado físico de uma esfera sólida, em função do calor por ela recebido. Admita que a esfera é constituída por um metal puro.



Durante a etapa D, ocorre a seguinte mudança de estado físico:

A) fusão
B) sublimação
C) condensação
D) vaporização

Distribuição gratuita – comercialização proibida

2. (UERJ) Novas tecnologias de embalagens visam a aumentar o prazo de validade dos alimentos, reduzindo sua deterioração e mantendo a qualidade do produto comercializado. Essas embalagens podem ser classificadas em Embalagens de Atmosfera Modificada Tradicionais (MAP) e Embalagens de Atmosfera Modificada em Equilíbrio (EMAP). As MAP são embalagens fechadas que podem utilizar em seu interior tanto gases como He, Ne, Ar e Kr, quanto composições de CO_2 e O_2 em proporções adequadas. As EMAP também podem utilizar uma atmosfera modificada formada por CO_2 e O_2 e apresentam microperfurações na sua superfície, conforme ilustrado abaixo.

Dentre os gases citados no texto, aquele que corresponde a uma substância composta é simbolizado por:

A) Kr
B) O_2
C) He
D) CO_2

3. (UERJ) Apesar da posição contrária de alguns ortodontistas, está sendo lançada no mercado internacional a "chupeta anticárie". Ela contém flúor, um já consagrado agente anticárie, e xylitol, um açúcar que não provoca cárie e estimula a sucção pelo bebê.
Considerando que o flúor utilizado para esse fim aparece na forma de fluoreto de sódio, a ligação química existente entre o sódio e o flúor é denominada:

A) iônica
B) metálica
C) dipolo-dipolo
D) covalente apolar

Distribuição gratuita – comercialização proibida

4. (UERJ) Para fabricar um dispositivo condutor de eletricidade, uma empresa dispõe dos materiais apresentados na tabela abaixo:

Material	Composição química
I	C
II	S
III	As
IV	Fe

Sabe-se que a condutividade elétrica de um sólido depende do tipo de ligação interatômica existente em sua estrutura. Nos átomos que realizam ligação metálica, os elétrons livres são os responsáveis por essa propriedade.
Assim, o material mais eficiente para a fabricação do dispositivo é representado pelo seguinte número:

A) I
B) II
C) III
D) IV

5. (UFF) Os compostos SiH_4, PH_3, CS_2, SO_3 possuem uma característica em comum. Assinale a opção que identifica essa característica:

A) Brilho metálico.
B) Elevado ponto de ebulição.
C) Capacidade de conduzir eletricidade.
D) Elevada dureza.
E) Baixo ponto de fusão.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

6. (UERJ) O suco gástrico contém um ácido, produzido pelas células da parede do estômago, que desempenha papel fundamental para a eficiência do processo digestório no ser humano.

O ânion do ácido produzido no estômago corresponde ao elemento químico pertencente ao grupo 17 e ao terceiro período da tabela de classificação periódica.

Esse ácido é denominado:

A) nítrico
B) sulfúrico
C) clorídrico
D) fluorídrico

7. (Enem) Os gases liberados pelo esterco e por alimentos em decomposição podem conter sulfeto de hidrogênio (H_2S), gás com cheiro de ovo podre, que é tóxico para muitos seres vivos. Com base em tal fato, foram feitas as seguintes afirmações:

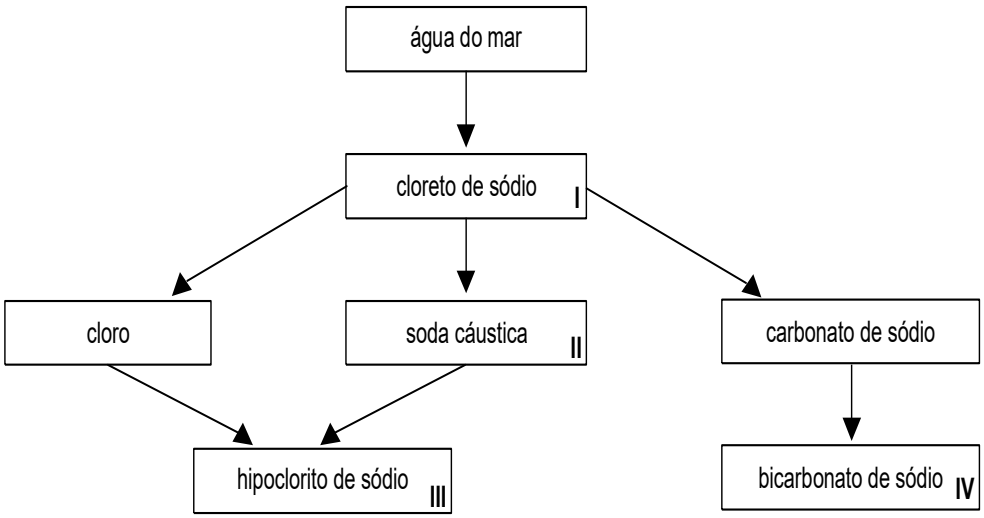
I. Gases tóxicos podem ser produzidos em processos naturais;
II. Deve-se evitar o uso de esterco como adubo porque polui o ar das zonas rurais;
III. Esterco e alimentos em decomposição podem fazer parte no ciclo natural do enxofre (S).

Está correto, <u>apenas</u>, o que se afirma em:

A) I
B) II
C) III
D) I e III
E) II e III

Distribuição gratuita – comercialização proibida

8. (Enem) A água do mar pode ser fonte de materiais utilizados pelo ser humano, como os exemplificados no esquema abaixo.



Os materiais I, II, III e IV existem como principal constituinte ativo de produtos de uso rotineiro. A alternativa que associa corretamente **água sanitária**, **fermento em pó** e **solução fisiológica** com os materiais obtidos da água do mar é:

	Água sanitária	Fermento em pó	Solução fisiológica
A)	II	III	IV
B)	III	I	IV
C)	III	IV	I
D)	II	III	I
E)	I	IV	III

Distribuição gratuita – comercialização proibida

9. (UERJ) No século XIX, o cientista Svante Arrhenius definiu ácidos como sendo as espécies químicas que, ao se ionizarem em solução aquosa, liberam como cátion apenas o íon H^+. Considere as seguintes substâncias, que apresentam hidrogênio em sua composição: C_2H_6, H_2SO_4, NaOH, $NH_4C\ell$.
Dentre elas, aquela classificada como ácido, segundo a definição de Arrhenius, é:

A) C_2H_6
B) H_2SO_4
C) NaOH
D) $NH_4C\ell$

10. (UERJ) O cloreto de sódio, principal composto obtido no processo de evaporação da água do mar, apresenta a fórmula química $NaC\ell$.
Esse composto pertence à seguinte função química:

A) sal
B) base
C) ácido
D) óxido

Distribuição gratuita – comercialização proibida

UNIDADE 5

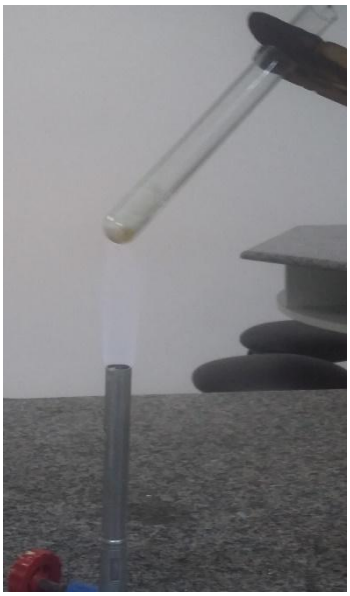
ASPECTOS QUANTITATIVOS DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Fenômeno químico ou reação química

Pegue um copo com água e dissolva uma certa quantidade de açúcar comum, também conhecido como sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Você observará a formação de uma mistura homogênea ou uma solução aquosa de sacarose. Se esta mistura for deixada em repouso, a água evaporará totalmente após um certo tempo, e a mesma quantidade adicionada de açúcar ficará no recipiente.

Por outro lado, ao aquecer um tubo de ensaio contendo um pouco de açúcar comum, o material dentro do tubo muda de coloração e passa para o estado líquido, formando o caramelo. O líquido começa a liberar uma fumaça branca e a escurecer, até que sobra um sólido de cor preta, bem diferente do açúcar presente no início do experimento.



Início do aquecimento do açúcar.



Açúcar derretendo e se transformando em caramelo.



A perda de água forma carvão.

Marcelo Pinheiro

A explicação para este fenômeno é a seguinte: o açúcar é um carboidrato e perde água ao ser aquecido, sobrando carvão, que contém apenas carbono.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Ao se dissolver açúcar comum em água, não ocorre a produção de uma nova substância, pois os componentes podem ser separados novamente por um processo físico de separação de misturas, como a evaporação da água.

O aquecimento do açúcar comum até a secura ocasiona a produção de outras substâncias: o carvão, que possui apenas átomos de carbono, e água na forma de vapor. Os átomos de hidrogênio e oxigênio que fazem parte das moléculas de sacarose formam água no estado gasoso que escapa para o ar, permanecendo no tubo de ensaio apenas os átomos de carbono.

Os fenômenos citados são diferentes e podem ser classificados em fenômenos físicos ou químicos, dependendo se ocorre ou não a formação de nova substância.

O fenômeno em que não há a transformação da natureza da matéria, ou seja, não ocorre a formação de outra substância, é chamado de **fenômeno físico**. Nele, alguns aspectos da substância como o estado físico, a aparência ou o tamanho podem mudar, mas a constituição da substância continua a mesma. Alguns exemplos desses fenômenos são as mudanças de estados físicos, como o congelamento da água, a sublimação da naftalina, a formação do orvalho (condensação de vapor d´água ao entrar em contato com uma superfície fria), além de outras ocorrências como a transformação de uma barra de metal em fios, a queda de uma caneta, a decomposição da luz branca em sete cores ao atingir uma gota d´água.

O **fenômeno químico** ou **reação química** é uma transformação em que há alteração da natureza da matéria, ou seja, ocorre a produção de pelo menos uma nova substância. Numa reação química, as substâncias iniciais, denominadas **reagentes**, sofrem alterações em sua constituição e se transformam em outras substâncias denominadas **produtos.**

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Uma reação química é representada graficamente por uma **equação química**, que apresenta as fórmulas e símbolos das substâncias envolvidas, seus estados físicos e uma seta separando os reagentes dos produtos:

Reagentes $\longrightarrow$ **Produtos**

Ao lado da fórmula ou símbolo de cada substância participante pode ser colocado um código entre parênteses que indica o seu estado físico na forma pura ou se ela está dissolvida em água. São eles:

(s) = estado sólido
(ℓ) = estado líquido
(g) = estado gasoso
(v) = vapor
(aq) = solução aquosa

Outras simbologias podem ser utilizadas sobre a seta, tais como:

Δ = indica aquecimento
↯ = indica o uso de corrente elétrica

Um exemplo de reação química é a **queima** (ou **combustão**) de materiais e dela participam o **combustível** (substância que queima), o **comburente** (substância que provoca a queima e produz a chama) e certa quantidade de energia que possibilita iniciar a reação, ou seja, a **energia de ativação** (Eat). Por exemplo, na queima do carvão, cujo componente principal é o carbono (C), este material é o combustível e o comburente é o gás oxigênio (O_2). A reação química entre o carbono do carvão e o gás oxigênio produz dióxido de carbono (CO_2). Este processo pode ser representado por meio da equação química a seguir:

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Nesta equação química, carbono (C) sólido e gás oxigênio (O_2) são os reagentes e o dióxido de carbono (CO_2) é o produto. A energia que ativa a reação não é representada na equação química.

No experimento em que o açúcar é aquecido, apresentado no início desta unidade, a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) se transforma em carvão (contém apenas carbono) e vapor d´água (H_2O), segundo a equação química representada a seguir:

$$C_{12}H_{22}O_{11}(s) \longrightarrow 12C(s) + 11H_2O(v)$$

Antes do símbolo do carbono e da fórmula da água há números denominados **coeficientes estequiométricos**. Eles foram colocados, porque numa reação química, os átomos não são criados e nem destruídos, eles apenas se combinam de formas diferentes para formar uma ou mais substâncias novas. Logo, numa equação química, o número de átomos de cada elemento químico do lado dos reagentes deve ser exatamente igual ao número de átomos do mesmo elemento químico do lado dos produtos. O coeficiente estequiométrico multiplica todos os átomos da representação da substância que ele antecede. Quando tal coeficiente é igual a 1, como o da sacarose, ele pode ser omitido.

A equação anterior pode ser lida da seguinte forma: no aquecimento da sacarose, cada molécula desta substância ($C_{12}H_{22}O_{11}$) se transforma em 12 átomos de carbono (C) e 11 moléculas de água (H_2O).

Observe que tanto no lado esquerdo quanto no lado direito da equação química há 12 átomos de carbono (C), 22 átomos de hidrogênio (H) e 11 átomos de oxigênio (O).

Nesta reação, o reagente é a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) e os produtos são carbono (C) e água (H_2O).

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Outros exemplos de fenômenos químicos são a oxidação ou enferrujamento de um prego, a fermentação do açúcar do suco de uva, dando origem ao vinho, a queima de fogos de artifício, a fabricação de um bolo, a digestão de um alimento, a fotossíntese que ocorre nas plantas e algas, etc.

Algumas alterações visuais podem indicar que uma reação química está acontecendo, tais como mudança de cor, liberação de um gás (efervescência), formação de um sólido, aparecimento de chama ou luminosidade.

Agora, observe as seguintes representações:

$$H_2O(s) \longrightarrow H_2O(\ell)$$

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O(\ell)$$

Na primeira representação, não ocorreu a formação de uma nova substância, pois a água apenas mudou seu estado físico de sólido para líquido. Trata-se de um fenômeno físico.

Na segunda representação, ocorreu a formação de nova substância, devido à combinação entre o gás hidrogênio e o gás oxigênio, indicando um fenômeno químico ou reação química.

Classificação das reações inorgânicas

Uma reação química cujos participantes são substâncias inorgânicas pode ser classificada de acordo com sua complexidade em **adição**, **decomposição**, **simples troca** e **dupla troca**.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

• **Reação de adição ou síntese:** neste tipo de reação, duas ou mais substâncias se combinam para formar uma única substância composta.

DUAS OU MAIS SUBSTÂNCIAS ⟶ SUBSTÂNCIA COMPOSTA

Por exemplo, ao se queimar uma palha de aço, cujo constituinte principal é o ferro (Fe), ocorre a formação de óxido de ferro III (Fe_2O_3), devido à reação entre o ferro (Fe) e o gás oxigênio (O_2) presente no ar.

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(s)$$



Marcelo Pinheiro

Formação do óxido de ferro III ao se queimar palha de aço.

• **Reação de decomposição ou análise:** neste caso, uma substância composta se decompõe em duas ou mais substâncias.

SUBSTÂNCIA COMPOSTA ⟶ DUAS OU MAIS SUBSTÂNCIAS

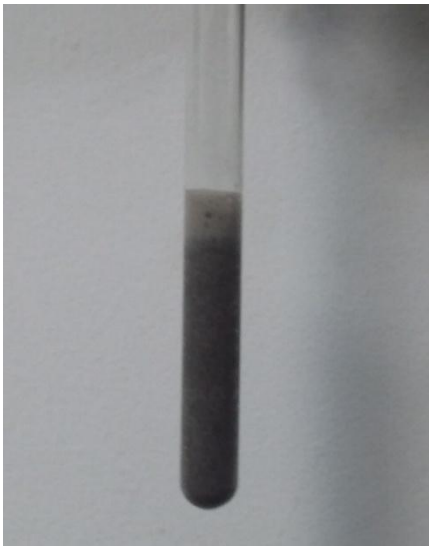
O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) se decompõe lentamente em presença de luz. Porém, ao se colocar um pouco de dióxido de manganês (MnO_2) em contato com uma amostra de água oxigenada, cujo componente principal é o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ocorre a liberação imediata de gás oxigênio (O_2) e produção de água, devido à rápida decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O dióxido de manganês (MnO_2) é apenas um **catalisador** da reação, ou

Distribuição gratuita – comercialização proibida

seja, ele aumenta a velocidade da reação, mas não é consumido. Ao se representar esse fenômeno por uma equação química, a fórmula do catalisador é colocada sobre a seta:

$$2H_2O_2(aq) \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O(\ell) + O_2(g)$$

A imagem a seguir mostra a liberação de gás oxigênio durante a decomposição do peróxido de hidrogênio. O mesmo fenômeno ocorre se uma amostra de água oxigenada for colocada sobre um pedaço de batata crua ou fígado cru, pois em ambos há uma proteína chamada catalase que também catalisa essa reação.



Marcelo Pinheiro

Decomposição do peróxido de hidrogênio em presença de um catalisador.

• **Reação de simples troca:** este tipo de reação também é conhecido como **reação de deslocamento** ou **de substituição**. Neste caso, há dois reagentes e dois produtos, sendo que um reagente é uma substância simples e o outro é uma substância composta, e entre os produtos há outra substância simples e outra substância composta. Uma reação de simples troca tem o seguinte formato:

SUBSTÂNCIA SIMPLES	**+**	**SUBSTÂNCIA COMPOSTA**	⟶	**SUBSTÂNCIA COMPOSTA**	**+**	**SUBSTÂNCIA SIMPLES**

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Ao se colocar palha de aço em contato com uma solução aquosa azulada de sulfato de cobre II ($CuSO_4$), verifica-se que ocorre a deposição de um sólido de coloração castanha sobre o pedaço de palha de aço. Este sólido é o cobre metálico (Cu). Após, certo tempo, a solução muda de cor, devido ao desaparecimento do $CuSO_4$ e formação do sulfato de ferro II ($FeSO_4$).

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$



Marcelo Pinheiro

Reação entre ferro e sulfato de cobre II, formando cobre metálico.

Nesta reação, o ferro metálico (Fe) presente na palha de aço deslocou o cobre e se juntou ao ânion sulfato (SO_4^{2-}), formando sulfato de ferro II ($FeSO_4$), que ficou dissolvido na água. O cátion (Cu^{2+}) proveniente do $CuSO_4$ foi transformado em cobre metálico (Cu).

Outro exemplo é a reação entre o magnésio (Mg) e o ácido clorídrico ($HC\ell$), liberando gás hidrogênio (H_2) e produzindo cloreto de magnésio ($MgC\ell_2$) que permanece em solução aquosa.

$$Mg(s) + 2HC\ell(aq) \longrightarrow MgC\ell_2(aq) + H_2(g)$$

Distribuição gratuita – comercialização proibida

O magnésio metálico (Mg) desloca o hidrogênio do ácido clorídrico ($HC\ell$) e se junta ao ânion cloreto ($C\ell^-$) para formar o cloreto de magnésio ($MgC\ell_2$) que se dissolve na água.



Marcelo Pinheiro

Liberação de gás hidrogênio na reação entre magnésio e ácido clorídrico.

• **Reação de dupla troca:** este tipo de reação também é conhecido como **reação de permutação**. Neste caso, duas substâncias compostas reagem entre si e produzem duas novas substâncias compostas. Uma reação de dupla troca tem o seguinte formato:

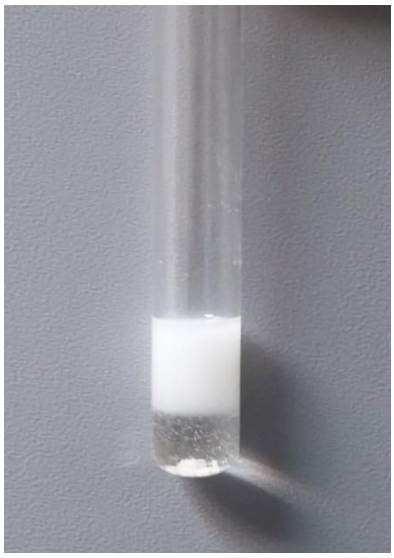
SUBSTÂNCIA COMPOSTA	**+**	**SUBSTÂNCIA COMPOSTA**	$\longrightarrow$	**SUBSTÂNCIA COMPOSTA**	**+**	**SUBSTÂNCIA COMPOSTA**

Por exemplo, ao se colocar num recipiente certas quantidades de solução aquosa de cloreto de sódio ($NaC\ell$) e solução aquosa de nitrato de prata ($AgNO_3$), ocorre uma reação de dupla troca entre os sais, produzindo um depósito (ou precipitado) branco de cloreto de prata ($AgC\ell$) e nitrato de sódio ($NaNO_3$) que permanece dissolvido na água. Observe que o estado físico do precipitado é sólido, não se dissolvendo em água.

Tal reação é representada pela seguinte equação química:

Distribuição gratuita – comercialização proibida

$$NaC\ell(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow AgC\ell(s) + NaNO_3(aq)$$



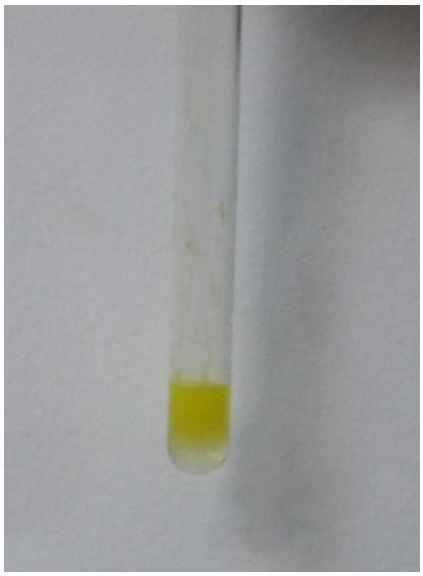
Marcelo Pinheiro

Formação de precipitado branco de cloreto de prata.

A reação entre nitrato de chumbo II ($Pb(NO_3)_2$) e iodeto de potássio (KI) em solução aquosa produz um precipitado amarelo de iodeto de chumbo II (PbI_2) e nitrato de potássio (KNO_3) que fica dissolvido na água.

A equação química que representa essa reação é a seguinte:

$$Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \longrightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$$



Marcelo Pinheiro

Formação de precipitado amarelo de iodeto de chumbo.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Leis ponderais

Lei da conservação da massa de Lavoisier

O químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) realizou uma série de experimentos envolvendo medições de massa e chegou à conclusão que num sistema fechado, seja qual for a transformação ocorrida, a massa não sofre alteração. 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.

Essa lei também é válida para uma reação que ocorre em recipiente aberto, porém não há como comprová-la se houver utilização de gás do ambiente externo ou escape do gás para fora do recipiente. Por exemplo, se sobre uma balança e num recipiente aberto for queimada certa quantidade de papel, será observada uma diminuição de massa, pois os gases e vapores produzidos escaparão para o ar, não sendo detectados pela balança. Se o mesmo experimento for realizado com um pedaço de palha de aço, será observado um aumento de massa, pois o gás oxigênio presente no ar reage com o ferro da palha de aço e produz uma substância sólida. A massa do gás oxigênio utilizada presente no ar não será medida pela balança antes do experimento, e sim após a formação do sólido, já que haverá incorporação de oxigênio à massa do material metálico, provocando o aumento de massa detectado pela balança.

Suponha uma combustão de 12 g de carvão, que vamos admitir, por enquanto, ser totalmente formado por carbono (C). Para se realizar essa combustão de forma completa, devem-se utilizar 32 g de gás oxigênio (O_2), o que resulta na produção de 44 g de dióxido de carbono (CO_2) (12 + 32 = 44 g).

Esse processo pode ser representado pela equação química a seguir:

$C(s)$	+	$O_2(g)$	$\longrightarrow$	$CO_2(g)$
12 g		32 g		44 g

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Observe, que se tal reação for realizada em recipiente aberto, uma balança não medirá corretamente a massa de dióxido de carbono produzida, pois ele escapará para o ar.

Lei das proporções fixas de Proust

Segundo o químico francês Joseph Louis Proust (1754 – 1826), “uma substância composta é sempre formada pelos mesmos elementos químicos, 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.

Considerando a mesma reação apresentada no item anterior, se duplicarmos a massa de carvão a ser utilizada na combustão, a massa de gás oxigênio mínima necessária será de 64 g e a massa de dióxido de carbono produzida também será o dobro, ou seja, 88 g.

$C(s)$	+	$O_2(g)$	$\longrightarrow$	$CO_2(g)$
12 g		32 g		44 g
24 g		64 g		88 g

Distribuição gratuita – comercialização proibida

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. Coloque entre parênteses **FF** para fenômeno físico ou **FQ** para fenômeno químico.

Combustão da gasolina.	( )
Evaporação do álcool.	( )
Enferrujamento de um prego.	( )
Colisão entre veículos sem haver explosão.	( )
Fruta descascada escurecendo ao ser exposta ao ar.	( )
Derretimento de uma vela.	( )
Queda de um caderno.	( )
Cozimento de um bolo no forno.	( )
Sublimação do gelo seco.	( )
Formação do orvalho.	( )
Destilação fracionada do petróleo.	( )
Explosão de um tanque de gasolina.	( )
Digestão de um lanche.	( )

2. Observe a equação química da queima do etanol:

$$C_2H_6O(\ell) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(v)$$

Quais são as fórmulas dos reagentes da reação acima?

3. Classifique cada reação química a seguir quanto à complexidade, ou seja, em reação de adição, de decomposição, de simples troca ou de dupla troca.

a) $HC\ell + NaOH \longrightarrow NaC\ell + H_2O$

b) $Mg + 2HC\ell \longrightarrow MgC\ell_2 + H_2$

c) $SO_2 + ½\ O_2 \longrightarrow SO_3$

d) $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

Distribuição gratuita – comercialização proibida

4. Calcule a massa de hidróxido de sódio formado quando 62 g de óxido de sódio reagem completamente com 18 g de água.

$$\text{óxido de sódio} + \text{água} \longrightarrow \text{hidróxido de sódio}$$

5. O açúcar comum, quando aquecido, se transforma em carvão. Observe a tabela a seguir:

	Açúcar	⟶	Carvão	+	Água
1º experimento:	342g		144g		**A**
2º experimento:	**B**		**C**		99g

Determine os valores de **A**, **B** e **C**.

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. (UERJ) Por meio de métodos científicos de investigação, a química estuda as transformações de materiais.
Uma transformação que corresponde a um fenômeno químico está indicada em:

A) sublimação da naftalina.
B) destilação do álcool.
C) oxidação do aço.
D) fusão do gelo.

2. (PUC-MG) Considere os fatos representados abaixo.

1. Um pedaço de isopor flutuando na água.
2. O açúcar se tornando caramelo quando aquecido acima do seu ponto de fusão.
3. O ferro dissolvendo em ácido clorídrico com liberação de gás.
4. Um sal se dissolvendo quando colocado em um copo com água quente.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

5. Um prego sendo atraído por um imã.

São fenômenos químicos:

A) 3 e 4
B) 1, 3 e 5
C) 2 e 3
D) 2 e 4

3. (UFRGS) Entre as transformações citadas a seguir, aquela que não representa um fenômeno químico é:

A) O cozimento de um ovo;
B) A queima do carvão;
C) O amadurecimento de uma fruta;
D) O azedamento do leite;
E) A formação de orvalho.

4. (Unirio)

I – $Zn + 2AgNO_3 \longrightarrow 2Ag + Zn(NO_3)_2$

II – $(NH_4)_2 Cr_2O_7 \longrightarrow N_2 + Cr_2O_3 + 4\ H_2O$

III – $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

IV – $C\ell_2 + 2NaBr \longrightarrow Br_2 + 2NaC\ell$

V – $H_2SO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$

Dadas as reações acima, indique a opção que apresenta a ordem correta de suas classificações.

A) Deslocamento; decomposição; síntese; deslocamento; dupla troca.
B) Deslocamento; síntese; decomposição; deslocamento; dupla troca.
C) Dupla troca; decomposição; síntese; dupla troca; deslocamento.
D) Dupla troca; síntese; decomposição; dupla troca; deslocamento.
E) Síntese; decomposição; deslocamento; dupla troca; dupla troca.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

5. (FEI-SP) Das reações químicas que ocorrem,

I. nos flashes fotográficos descartáveis
II. com o fermento químico para fazer bolos
III. no ataque de ácido clorídrico ao ferro
IV. na formação de hidróxido de alumínio usado no tratamento de água
V. na câmara de gás

representadas respectivamente pelas equações:
I. $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
II. $NH_4HCO_3 \rightarrow CO_2 + NH_3 + H_2O$
III. $Fe + 2\ HC\ell \rightarrow FeC\ell_2 + H_2$
IV. $A\ell_2(SO_4)_3 + 6NaOH \rightarrow 2A\ell(OH)_3 + 3Na_2SO_4$
V. $H_2SO_4 + 2KCN \rightarrow K_2SO_4 + 2HCN$

Assinale a alternativa que corresponde a reações de decomposição:

A) apenas I e III
B) apenas II e IV
C) apenas I
D) apenas II
E) apenas V

6. (PUC-PR) Fazendo-se a classificação das reações abaixo:

(I) $CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$
(II) $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$
(III) $Zn + 2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + Zn(NO_3)_2$
(IV) $NH_3 + HC\ell \rightarrow NH_4C\ell$

A ordem correta é:

A) Decomposição, simples troca, dupla troca, adição.
B) Dupla troca, adição, simples troca, análise.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

C) Dupla troca, análise, deslocamento, síntese.
D) Deslocamento, análise, dupla troca, adição.
E) Dupla troca, decomposição, síntese, simples troca.

7. (CESGRANRIO-RJ adaptada) De acordo com a Lei de Lavoisier, quando fizermos reagir completamente, em ambiente fechado, 1,12 g de ferro com 0,64 g de enxofre, a massa, em g, de sulfeto de ferro II (FeS) obtida será de:

A) 2,76.
B) 2,24.
C) 1,76.
D) 1,28.
E) 0,48.

8. (UEMG) Em uma reação de decomposição do clorato de potássio, ($KC\ell O_3$) aquecido, a equação química é representada da seguinte forma:

$$2KC\ell O_3(s) \rightarrow 2KC\ell(s) + 3O_2(g)$$

Considerando-se a Lei da Conservação da Massa e o processo envolvido, aponte a alternativa correta.

A) A massa total dos reagentes será igual à massa total dos produtos, desde que a reação ocorra em um sistema fechado, mas a massa de oxigênio liberada será irrelevante para o cálculo da massa dos produtos.
B) A massa total dos reagentes será maior que a dos produtos, pois a liberação de oxigênio gasoso significa uma perda de massa durante a reação.
C) A massa dos reagentes será igual à massa dos produtos, desde que a reação ocorra em um sistema fechado e não haja perdas de oxigênio gasoso para o ambiente.
D) A massa dos reagentes será maior que a dos produtos, uma vez que o $O_2(g)$ liberado é um gás e, portanto, não é contabilizado na equação de massa.

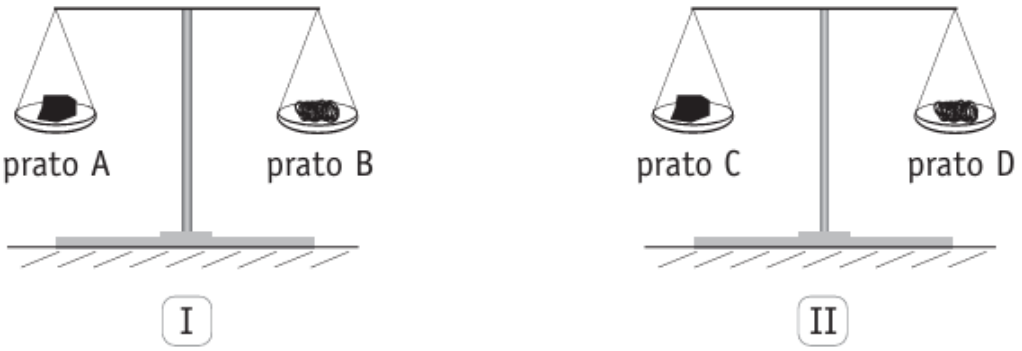
Distribuição gratuita – comercialização proibida

9. (UERJ)

> Na natureza nada se cria, nada se perde; tudo se transforma.

Esse enunciado é conhecido como Lei da Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier. Na época em que foi formulado, sua validade foi contestada, já que na queima de diferentes substâncias era possível observar aumento ou diminuição de massa. Para exemplificar esse fenômeno, considere as duas balanças idênticas I e II mostradas na figura a seguir. Nos pratos dessas balanças foram colocadas massas idênticas de carvão e de esponja de aço, assim distribuídas:

- pratos A e C: carvão;
- pratos B e D: esponja de aço.



A seguir, nas mesmas condições reacionais, foram queimados os materiais contidos em B e C, o que provocou desequilíbrio nos pratos das balanças. Para restabelecer o equilíbrio, serão necessários procedimentos de adição e retirada de massas, respectivamente, nos seguintes pratos:

A) A e D
B) B e C
C) C e A
D) D e B

Distribuição gratuita – comercialização proibida

10. (UFSCAR-SP) Durante uma aula de laboratório, um estudante queimou ao ar diferentes massas iniciais m(i) de esponja de ferro. Ao final de cada experimento, determinou também a massa final resultante m(f). Os resultados obtidos estão reunidos na tabela a seguir.

Experimento Nº	Massa inicial m(i) (g)	Massa final m(f) (g)	Relação m(f)/m(i)
1	0,980	1,18	1,204
2	0,830	1,00	1,205
3	1,05	1,26	1,200
4	1,11	1,34	1,207

Admitindo que em todos os experimentos a queima foi completa, o estudante fez as três afirmações seguintes.

I. A Lei da Conservação da Massa não foi obedecida, pois a massa final encontrada para o sistema em cada experimento é sempre maior que sua massa inicial.
II. O aumento de massa ocorrido em cada experimento se deve à transformação de energia em massa, tendo se verificado a conservação da soma (massa+energia) do sistema.
III. A relação constante obtida entre a massa final e a massa inicial do sistema [m(f)/m(i)], em cada experimento realizado, permite afirmar que, dentro do erro experimental, os dados obtidos estão de acordo com a Lei das Proporções Definidas.

Dentre as afirmações apresentadas, o estudante acertou:
A) I, apenas.
B) II, apenas.
C) III, apenas.
D) I e II, apenas.
E) I, II e III.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

RESPOSTAS DAS QUESTÕES

UNIDADE 1

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. A Química é uma ciência natural e experimental que estuda a matéria, suas propriedades, transformações e a energia envolvida nesses processos.

2. O estudo da Química permite compreender fenômenos naturais e tecnológicos, ajudando na tomada de decisões críticas e conscientes, além de possibilitar melhorias sociais, ambientais e de qualidade de vida.

3. O método científico é um conjunto de procedimentos que garante validade e confiabilidade a um estudo. Suas etapas são: observação, questionamento, formulação de hipóteses, experimentação, análise e conclusão.

4. Lavoisier realizou experimentos quantitativos com balança, derrubou a teoria do flogístico, descobriu o papel do gás oxigênio na combustão, enunciou a Lei da Conservação das Massas e sistematizou a nomenclatura Química moderna.

5. A Química está presente no cotidiano das pessoas em produtos de higiene (sabonete, pasta de dentes), alimentos (carboidratos, proteínas, vitaminas), roupas (fibras sintéticas e corantes), medicamentos, combustíveis, equipamentos eletrônicos e até no funcionamento do corpo humano (digestão, respiração, metabolismo).

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. B **2.** E **3.** D **4.** D **5.** C **6.** D **7.** C **8.** A **9.** E **10.** D

Distribuição gratuita – comercialização proibida

UNIDADE 2

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. M – M – A – M - A

2. F – V – V – V - F

3.

Espécie Química	A	Z	Nº de prótons	Nº de elétrons	Nº de nêutrons
$^{23}_{11}Na$	23	11	11	11	23 - 11 = 12
$^{31}_{15}P^{3-}$	31	15	15	18	31 - 15 = 16
$^{137}_{56}Ba^{2+}$	137	56	56	54	137 - 56 = 81

4. a) A e D b) B e D c) A e B d) A e D

5. As espécies $_{11}Na^{+}$, $_{8}O^{2-}$ possuem 10 elétrons cada uma. Como possuem o mesmo número de elétrons, elas são isoeletrônicas entre si,

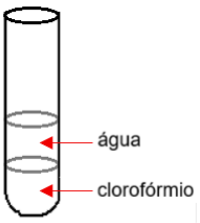
6. O calor faz com que os elétrons saltem para camadas mais externas da eletrosfera e, ao retornarem às camadas mais internas, emitem energia sob a forma de luz.

7. Z = 28

8. A = 80

9. A adição de açúcar ao suco de limão fez com que a mistura resultante tivesse densidade maior do que a das sementes.

10.



11. Como em cada tubo há a mesma massa de líquido, o líquido que apresenta o menor volume tem maior densidade, pois densidade e volume são inversamente proporcionais. Logo, a substância mais densa é a que está no tubo 1.

12.

Substância A: líquido

Substância B: gasoso

Substância C: sólido

Substância D: líquido

Distribuição gratuita – comercialização proibida

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. E **2.** B **3.** D **4.** E **5.** D **6.** D **7.** C **8.** C **9.** C **10.** B

UNIDADE 3

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1.

Ag	Cs	Ne
Aℓ	Cu	Ni
Ar	F	O
As	Fe	P
Au	Fr	Pb
B	H	Po
Ba	He	Pt
Bi	Hg	Ra
Br	I	s
C	K	Se
Ca	Li	Si
Cd	Mg	Sn
Cℓ	Mn	U
Co	N	Xe
Cr	Na	Zn

2. 1 – 3 – 1 – 1 - 2

3. 2 – 4 – 3 - 1

4. 3 – 1 – 2 – 1 – 1

5. a) B, C, D b) G c) R e Q d) K e) C f) R

6. Características: são bons condutores de calor e eletricidade; apresentam brilho; são maleáveis e dúcteis. Exemplo: ferro (Fe), usado em construções e ferramentas.

7.
a) Possuem propriedades químicas semelhantes.
b) Têm o mesmo número de camadas eletrônicas.

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. D **2.** A **3.** A **4.** B **5.** D **6.** C **7.** A **8.** A **9.** D **10.** C **11.** D **12.**C
13. A **14.** D **15.** C **16.** A

Distribuição gratuita – comercialização proibida

UNIDADE 4

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1. SS – SS – SC – SS - SC

2.

a) 1 elemento químico (O) e 3 átomos

b)

3 elementos químicos: H, P e O

13 átomos: 4 átomos de H, 2 átomos de P e 7 átomos de O

c)

3 elementos químicos: Aℓ, O e H

7 átomos: 1 átomo de Aℓ, 3 átomos de O e 3 átomos de H

d)

3 elementos químicos: Mg, P e O

13 átomos: 3 átomos de Mg, 2 átomos de P e 8 átomos de O

e)

4 elementos químicos: C, H, O e Na

11átomos: 3 átomos de C, 5 átomos de H, 2 átomos de O, 1 átomo de Na

3. a) líquido b) gasoso c) 40 min e 60 min d) 40 ^{o}C

4. 2 – 2 – 1 – 2 - 3

5.

a) óxido b) base c) ácido d) sal e) sal f) sal

g) óxido h) ácido

6.

a) Mistura b) Mistura c) Mistura d) Mistura e) Mistura

f) Mistura g) Substância h) Mistura i) Mistura

7. 1 – 3 – 2 – 1 – 3

8.

a) Falsa. A água é uma substância, por isso é representada pela fórmula de sua molécula.

b) Falsa. Trata-se da mesma substância em estados físicos diferentes.

c) Falsa. Na fórmula do gás carbônico (CO_2) há 1 átomo de carbono e 2 átomos de oxigênio.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1. D **2.** D **3.** A **4.** D **5.** E **6.** C **7.** D **8.** C **9.** B **10.** A

UNIDADE 5

TESTANDO SEUS CONHECIMENTOS

1.
(FQ)
(FF)
(FQ)
(FF)
(FQ)
(FF)
(FF)
(FQ)
(FF)
(FF)
(FF)
(FQ)
(FQ)

2. C_2H_6O e O_2.
3.
a) Reação de dupla troca
b) Reação de simples troca
c) Reação de adição
d) Reação de decomposição
4. 80 g
5. A = 198 g; B = 171 g; C = 72 g

QUESTÕES DE VESTIBULAR

1.C **2.** C **3.** E **4.** A **5.** D **6.** C **7.** C **8. C** **9.** A **10.** C

Distribuição gratuita – comercialização proibida

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 2030 para o desenvolvimento sustentável. Ministério das Relações Exteriores. 9 de jul. de 2019. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/135-agenda-de-desenvolvimento-pos-2015>. Acesso em 6 de set. de 2019.

- BARBOSA, Luiz Cláudio de Almeida. **Introdução à química orgânica**. São Paulo: Prentice-Hall, 2009.

- BAST, E. Brasil tem quase 3 mil lixões em 1.600 cidades, diz relatório. G1. 14 de set. de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2018/09/14/brasil-tem-quase-3-mil-lixoes-em-1600-cidades-diz-relatorio.ghtml> Acesso em: 6 de out. de 2019.

- BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. Química geral. V.1. 2 ed. LTC, 1986.

- BRADY, J. E.; SENESE, F. Química – A matéria e suas transformações. Rio de Janeiro. V.1. 5 ed. LTC, 2011.

- BRANCO, S. M. Água – origem, uso e preservação. 2ª ed. Moderna, 2002.

- BRANCO, S. M. Energia e meio ambiente. 2ª ed. Moderna, 2004.

- BRANCO, S. M. O meio ambiente em debate. 3ª ed. Moderna, 2004.

- BRANCO, S. M. e Murgel, Eduardo. Poluição do ar.2ª ed. Moderna, 2004.

- BRUICE, Paula Yurkanis. Química orgânica. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

- 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, J. 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: 6 de out. de 2019.

- CONTI, J. B. Clima e meio ambiente. 5ª ed. Atual, 1998.

- ENTENDA os riscos do monóxido de carbono, gás que pode ter provocado a morte de seis brasileiros no Chile. G1. 24 de maio de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/05/24/entenda-os-riscos-do-monoxido-de-carbono-gas-que-pode-ter-provocado-a-morte-de-seis-brasileiros-no-chile.ghtml>. Acesso em: 11 de ago. de 2019.

- FELLENBERG, G. Introdução aos problemas da poluição ambiental. E.P.U. SPRINGER-EDUSP, 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.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

- 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>. 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, M. M. BUENO, M.A.F., GUIMARÃES, M.R.F., NUNES, E. Poluentes atmosféricos. Scipione, 1994.

- LEE, J. D. Química Inorgânica não tão concisa. ed.1. Edgard Blucher, 2003.

- 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. Quimica Nova, Vol. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

- MACHADO, A. H. Pensando e falando sobre fenômenos químicos. *Revista Química Nova na Escola*, n. 12, p. 38-42, nov. 2000.

- MAGOSSI, L. R. BONACELLA, P. 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.

- MORRISON, R. BOYD, R. Química Orgânica. 13 ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

- 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, A. A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. Química Nova na Escola. Maio, 2001.

- NEUMANN, F., PAIVA, I. L., ARAÚJO, P., MORAES, P. I. R., LOPES, R. Química verde. Universidade Federal de Juiz de Fora. [s.d.]. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Seminario-Quimica-Verde-2S2013.pdf>. Acesso em: 20 de out. de 2019.

- NOVAIS, V. L. D. Ozônio: aliado e inimigo.1 ed. Scipione, 1997.

- O buraco na camada de ozônio está diminuindo, afirma NASA. Revista Galileu. 8 de jan. de 2018. Disponível em: < https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/01/o-buraco-na-camada-de-ozonio-esta-diminuindo-afirma-nasa.html>. Acesso em: 11 de out. de 2019.
- RIBEIRO, D. Fusão nuclear. Revista de Ciência Elementar, vol.2, n.4, p.1-2, 2014. Disponível em: < https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_2_num_4_109_art_fusaoNuclear.pdf>. Acesso em 17 de ago. de 2019.

- RUSSELL, J. B. Química Geral. V.1. 2 ed. Makron Books, 1994.

- SCARLATO, F. C., PONTIN, J. A., Do Nicho ao Lixo. 16ª ed. Atual, 1992.

- SILVA, R. C. F., SOUZA, V. C. A. investigação das habilidades e competências trazidas nas questões de química do Enem 2009-2017 a partir da análise de conteúdo. Revista Ciências & Ideias, Vol.9, n.3, p.125-139, 2018.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

- SOLOMONS, T.W. Graham; FRYHLE, Craig B. Química orgânica. V.1. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

- TRANSFORMANDO nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nações Unidas Brasil. [s.d.]. Disponível em: < https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 7 de jul. de 2019.

- UCKLO, D. A. Química para as Ciências da Saúde. 2.ed. Manole, 1992.

- VERDÉLIO, A. Governo federal defende prorrogação do prazo da lei que acaba com os lixões. Agência Brasil. 27 de fev. de 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-02/governo-federal-espera-pela-prorrogacao-do-prazo-da-lei-que-acaba-com-os>. Acesso em: 6 de out. de 2019.

- ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. Química Nova, vol.34, nº.5, São Paulo, 2011.

Distribuição gratuita – comercialização proibida

Marcelo Pinheiro

Distribuição gratuita – comercialização proibida

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

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

Número Atômico	Eletronegatividade
Nome do Elemento	SÍMBOLO
	Massa Atômica Aproximada

SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

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

SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89 1,1 Actínio Ac (227)	90 1,3 Tório Th 232,0	91 1,5 Protactínio Pa 231	92 1,7 Urânio U 238,0	93 1,3 Netúnio Np (237)	94 1,3 Plutônio Pu (244)	95 1,3 Amerício Am (243)	96 1,3 Cúrio Cm (247)	97 1,3 Berquélio Bk (247)	98 1,3 Califórnio Cf (251)	99 1,3 Einstênio Es (252)	100 1,3 Férmio Fm (257)	101 1,3 Mendelévio Md (258)	102 1,3 Nobélio No (259)	103 Laurêncio Lr (262)

Ordem crescente de energia dos subníveis : 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p

Pedro e João Editores
20 ANOS
www.pedroejoaoeditores.com.br
design@pedroejoaoeditores.com.br

ISBN 978-65-265-2590-6