



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE VARGINHA  
DEPARTAMENTO DE FORMAÇÃO GERAL

# APOSTILA DE QUÍMICA

## PRÓ-TÉCNICO

---

Elaborada por:           Gilze Belém Chaves Borges  
                                  Juliana Alvarenga Alves

---

AGOSTO / 2017  
VARGINHA / MG

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| Capítulo 1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA.....   | 3  |
| 1.1 Sistemas .....  | 3  |
| 1.2 Matéria.....  | 4  |
| 1.3 Propriedades Gerais da Matéria .....  | 4  |
| 1.4 Estados Físicos da Matéria.....   | 5  |
| <br>  |    |
| Capítulo 2 SUBSTÂNCIAS E MISTURAS .....   | 7  |
| 2.1 Introdução.....   | 7  |
| 2.2 Substância Pura e Mistura .....   | 8  |
| 2.3 Diferença prática entre uma substância pura e mistura .....                               | 8  |
| 2.4 Processos de separação de misturas .....  | 9  |
| 2.4.1 Misturas Heterogêneas.....  | 9  |
| 2.4.2 Misturas Homogêneas .....   | 10 |
| <br>  |    |
| Capítulo 3 Transformação dos Materiais .....  | 10 |
| 3.1 Fenômenos Físicos .....   | 11 |
| 3.2 Fenômenos Químicos .....  | 11 |
| 3.3 Lei das Reações Químicas.....   | 13 |
| 3.4 Tipos de reações Químicas .....   | 13 |
| <br>  |    |
| Capítulo 4 ESTRUTURA ATÔMICA DOS MATERIAIS .....  | 14 |
| 4.1 Evolução dos Modelos Atômicos: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.....                    | 14 |
| 4.2 Característica do átomo .....   | 19 |
| 4.3 Elemento Químico .....  | 20 |
| 4.4 Distribuição eletrônica em níveis energéticos.....  | 21 |
| 4.5 Tabela Periódica.....   | 22 |
| <br>  |    |
| Capítulo 5 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.....  | 25 |
| 5.1 Ácidos.....   | 25 |
| 5.2 Bases.....  | 27 |
| 5.3 Sais .....  | 29 |
| 5.4 Óxidos .....  | 30 |
| 5.5 Propriedades e Aplicações das substâncias mais comuns: ácidos, bases, sais e óxidos ..... | 33 |
| 5.6 Propriedades e Aplicações dos metais: Alumínio, cobre e ferro.....                        | 36 |
| <br>  |    |
| 5.3 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO .....   | 39 |
| 5.4 QUESTÕES DE PROVAS ANTERIORES DO CEFET/MG .....   | 43 |

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA

*Química? O quê? Por quê? Para quê?*

A Química é uma ciência que está diretamente ligada à nossa vida cotidiana. A produção do pão, a digestão dos alimentos, os medicamentos, os combustíveis, as tintas, o cimento, a borracha de seu tênis, os tecidos de seu vestuário, a atmosfera de Marte, a natureza animada e inanimada e até a vida e a morte são processos que estão ligados direta ou indiretamente ao grande universo químico. É isso aí! A Química está em todos os momentos do seu dia e sem ela não teríamos o conforto da sociedade moderna, pois a civilização que não a dominasse continuaria no Período Pré-Histórico. Ela é tão importante que a ONU chegou a propor que o enquadramento de um país no bloco dos países desenvolvidos ou subdesenvolvidos dependeria da diversidade e do desenvolvimento de sua indústria de transformação de matéria, a Indústria Química. Você quer ver como sem ela nós não viveríamos? Neste exato momento, o ato de ler só é possível pois inúmeras substâncias químicas de seu cérebro estão atuando transmitindo as respostas sensorio-motoras. Vamos descobrir o mundo interessante, misterioso e mágico que é a Química.

### CONCEITOS IMPORTANTES

#### 1.1 Sistema

A Química é uma ciência experimental. Para fazer experiências com um determinado material, o químico precisa isolar uma porção desse material do resto do universo.

Sistema é uma parte do universo considerada como um todo para efeito de estudo.

A) Sistema homogêneo: É todo sistema que

- apresenta as mesmas propriedades em qualquer parte de sua extensão examinada.
- apresenta um aspecto uniforme em toda a sua extensão, mesmo quando examinado com aparelhos ópticos

B) Sistema heterogêneo: É todo sistema que

- não apresenta as mesmas propriedades em qualquer parte de sua extensão.
- não apresenta aspecto uniforme em toda a sua extensão, quando examinado (com ou sem aparelhos ópticos).

Exemplos:



*Exemplo de sistema homogêneo*

*Exemplo de sistema heterogêneo*

#### Fases

Todo sistema heterogêneo é constituído de várias porções que, separadamente, são homogêneas. Fases são as diferentes partes homogêneas que constituem um sistema heterogêneo. Pela definição de fase, conclui-se que

- todo sistema homogêneo é monofásico, isto é, constituído de uma única fase.
- todo sistema heterogêneo é polifásico, isto é, constituído de duas ou mais fases. De acordo com o número de fases, os sistemas heterogêneos podem ser bifásicos, trifásicos, tetrafásicos, etc.

O termo sistema monofásico é usado como sinônimo de sistema homogêneo, e o termo sistema polifásico é usado como sinônimo de sistema heterogêneo.

## 1.2 Matéria

Matéria é todo sistema que possui massa e ocupa lugar no espaço

Alguns exemplos de matéria são vidro, madeira, borracha, ar, etc. Quanto à energia térmica, esta não possui massa nem ocupa lugar no espaço; então, ela não pode ser considerada matéria.

A matéria é formada por substâncias (na maioria das vezes constituídas por moléculas), e estas, pelas unidades fundamentais, que são os átomos. Existem materiais diferentes, pois as substâncias que os formam são diferentes.

- **Corpo:** É uma porção limitada da matéria.
- **Objeto:** É um corpo que se presta a uma finalidade determinada
- **Substância:** em Química, é qualquer espécie de matéria formada por átomos de elementos específicos em proporções específicas. Cada **substância** possui um conjunto definido de propriedades e uma composição química.
- **Partículas:** São as formadoras das substâncias, podendo ser chamadas de íons, átomos e moléculas (conjuntos de átomos).

## 1.3 PROPRIEDADES GERAIS DA MATÉRIA

São propriedades que todos os sistemas materiais – corpos – apresentam. Essas propriedades são: massa, extensão, impenetrabilidade, compressibilidade, elasticidade, divisibilidade e inércia.

**A) Massa** é a quantidade de matéria que forma um corpo.

**B) Extensão** corresponde ao espaço ocupado, ao volume ou à dimensão de um corpo.

**C) Impenetrabilidade** corresponde à impossibilidade de dois corpos, ao mesmo tempo, ocuparem o mesmo lugar no espaço.

**D) Compressibilidade** é a capacidade de reduzir o volume de um corpo quando submetido a uma compressão.

**E) Elasticidade** é a capacidade que os corpos sólidos apresentam de retornarem à sua forma inicial, quando deixa de atuar sobre eles uma força que promove deformação (distorção).

**F) Divisibilidade** é a qualidade que os corpos apresentam de poderem ser divididos em porções cada vez menores, sem alterarem a sua constituição.

**G) Inércia** é a capacidade que um corpo apresenta de não poder, por si só, modificar a sua condição de movimento ou de repouso.

### 1.3.1 PROPRIEDADES ESPECÍFICAS DA MATÉRIA

As propriedades que nos permitem distinguir uma espécie de matéria de outra são denominadas propriedades específicas da matéria. As propriedades específicas podem ser propriedades físicas, químicas ou organolépticas.

**A) Propriedades físicas-** São propriedades que caracterizam individualmente uma substância sem que haja alteração da composição dessa substância. Exemplos: Temperatura de fusão, temperatura de ebulição, densidade, solubilidade, calor específico, etc.

**B) Propriedades químicas-** São propriedades que caracterizam individualmente uma substância por meio da alteração da composição dessa substância. Exemplos: Decomposição térmica do carbonato de cálcio, originando gás carbônico e óxido de cálcio; oxidação do ferro, originando a ferrugem, etc.

**C) Propriedades organolépticas-** São propriedades que impressionam um dos cinco sentidos (olfato, visão, tato, audição e paladar). Exemplos: Cor, sabor, odor, brilho, etc.

### 1.3.2 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA MATÉRIA

As propriedades que nos permitem agrupar substâncias por apresentarem propriedades químicas semelhantes são denominadas propriedades funcionais da matéria.

Exemplos:

- Ácidos de Arrhenius são substâncias que, em contato com metais alcalinos e alcalinos terrosos, produzem sais e gás hidrogênio.
- Os compostos fenólicos são neutralizados por bases fortes, produzindo fenolatos e água.

### 1.3.3 PROPRIEDADES EXTENSIVAS DA MATÉRIA

As propriedades que dependem das dimensões (tamanho ou extensão) dos corpos são denominadas extensivas. Exemplos:

✓ Massa e volume (duas amostras de um mesmo material de tamanhos diferentes apresentam massas e volumes diferentes), quantidade de matéria em mols, área superficial, energia térmica, energia interna, entalpia, entropia, energia livre de Gibbs e corrente elétrica.

### 1.3.4 PROPRIEDADES INTENSIVAS DA MATÉRIA

As propriedades que não dependem das dimensões (tamanho ou extensão) dos corpos são denominadas intensivas. Exemplo:

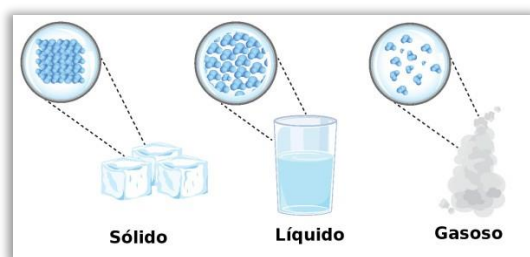
- Temperatura (duas amostras de tamanhos diferentes podem apresentar a mesma temperatura), pressão, pontos de fusão e de ebulição, concentração ( $\text{mol.L}^{-1}$ ) e viscosidade.

Algumas propriedades intensivas são derivadas (obtidas) de outras grandezas extensivas, por exemplo, a densidade.

Por definição, densidade é a razão entre a massa de uma amostra e o volume ocupado por ela. Matematicamente, essa definição é expressa por:  $d = m / V$ . Como é possível duas propriedades extensivas, massa e volume, originarem uma propriedade intensiva, a densidade? Quando dobramos a massa de uma amostra, dobramos também o volume dessa amostra e, portanto, a razão  $m/V$  permanece a mesma, independentemente dos valores individuais de massa e de volume.

## 1.4 Estados físicos da matéria

A matéria pode ser encontrada em três estados físicos: **sólido**, **líquido** e **gasoso**.



No estado sólido, as partículas que o formam estão bem próximas umas das outras, formando redes (conjunto de partículas que estão conectadas umas as outras) de longa extensão, que possuem *forma e volume definidos*, bem como *alta organização*. No estado sólido, as partículas vibram com baixas velocidades, possuindo assim, *baixa energia cinética*. Como as forças de atração entre as partículas são altas, esse é o *estado de menor energia interna*.

No estado líquido, as partículas estão um pouco mais afastadas do que no estado sólido, efetuando movimentos vibracionais, rotacionais e translacionais de curto alcance à velocidade e à energia cinética medianas. A presença de movimentos translacionais confere ao estado líquido *forma variável*. Como a energia cinética e as forças de atração entre essas partículas são medianas, o estado líquido apresenta *energia interna mediana*.

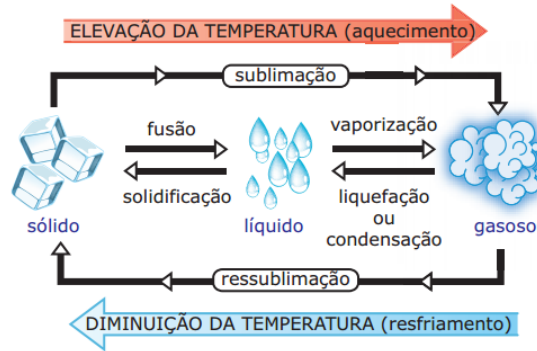
As partículas que formam o estado gasoso estão *totalmente afastadas* e apresentam grande movimentação (têm movimento vibracional, rotacional e translacional). As forças de atração entre suas partículas são baixas, conferindo a esse estado um *alto grau de desordem*, pois uma partícula se movimenta independentemente de suas vizinhas. O estado gasoso é bastante diferente dos demais, possuindo *forma e volume variáveis*; os gases tomam a forma e o volume do recipiente que os contém. Um sistema gasoso apresenta altas compressibilidade e dilatabilidade, porque suas partículas estão distantes e podem ser aproximadas ou afastadas com facilidade.

Praticamente toda a energia das partículas gasosas é energia cinética, pois as forças de atração entre suas partículas são baixas. Contudo, a energia interna do estado gasoso é maior que a dos estados sólido e líquido.

O estado gasoso é dividido em duas fases, a fase vapor e a fase gás. Apenas o vapor pode ser transformado em líquido pelo aumento da pressão do sistema sob temperatura constante.

### 1.4.1 MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO

Os três estados físicos podem ser convertidos uns nos outros, simplesmente aquecendo-os ou resfriando-os ou, ainda, alterando a pressão do sistema.



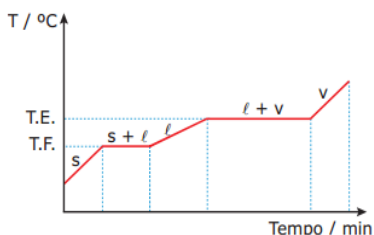
A vaporização pode ser dividida em:

- **Evaporação:** É um processo natural, lento e espontâneo, à temperatura ambiente. Nesse processo, a temperatura do líquido é inferior à sua temperatura de ebulição. Exemplo: Uma roupa no varal seca, pois a água nela contida evapora.
- **Ebulição:** Processo rápido e, normalmente, não espontâneo para as substâncias na fase líquida, à temperatura e pressão ambientes. Ocorre em toda massa líquida, com a formação e desprendimento de bolhas. Exemplo: Água líquida necessita de aquecimento para passar ao estado de vapor (ferver).
- **Calefação:** É o processo de ebulição realizado sob aquecimento excessivo. Nesse processo, a temperatura do líquido é superior à temperatura de ebulição. Exemplo: Uma gota-d'água sendo jogada em uma panela muito quente.

### CURVAS DE AQUECIMENTO

Uma curva de aquecimento é um gráfico de temperatura versus tempo. Pela sua análise, podemos diferenciar as substâncias puras das misturas. Ao aquecermos, ao nível do mar, um cubo de gelo, verificamos que a 0 °C ele começa a derreter, e, enquanto existir um pedaço de gelo, por mínimo que seja, a temperatura permanece constante. Se continuarmos a aquecer até 100 °C, a água líquida começa a se transformar em vapor, e, também nesse ponto, a temperatura permanecerá constante enquanto existir uma gota do líquido. Dessa forma, dizemos que uma substância pura possui T.F. e T.E. constantes, o que não acontece se aquecermos uma mistura.

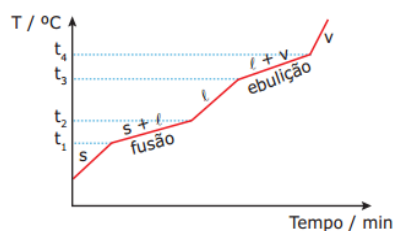
**Curva de aquecimento de uma substância pura**



s = fase sólida  
l = fase líquida  
v = fase vapor

No caso particular da água: T.F. = 0 °C e T.E. = 100 °C

**Curva de aquecimento de uma solução**



$t_1$  = temperatura no início da fusão

$t_2$  = temperatura no final da fusão

$t_3$  = temperatura no início da ebulição

$t_4$  = temperatura no final da ebulição

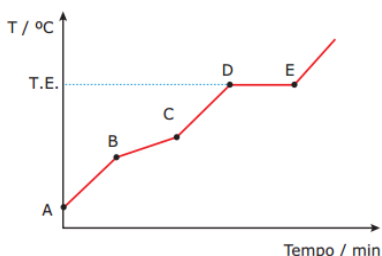
O intervalo de fusão dessa mistura variou da temperatura  $t_1$  até a temperatura  $t_2$ , e o intervalo de ebulição da temperatura  $t_3$ , até a temperatura  $t_4$ .

### Mistura azeotrópica

É uma mistura especial que possui a T.E. constante; porém, a T.F. variável.

**Exemplo:** 96% álcool e 4% de água.

**Curva de aquecimento de uma mistura azeotrópica**



B = início da fusão

C = término da fusão

D = E = temperatura de ebulição

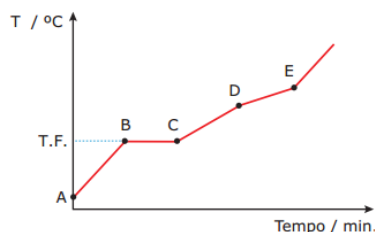
Verificamos que a temperatura de ebulição da mistura permaneceu constante, enquanto houve uma variação em sua temperatura de fusão.

### Mistura eutética

É uma mistura especial que possui a T.F. constante; porém, a T.E. variável.

**Exemplo:** Liga metálica de Pb / Sb, 88% chumbo e 12% antimônio.

**Curva de aquecimento de uma mistura eutética**



B = C = temperatura de fusão

D = início da ebulição

E = término da ebulição

Verificamos que a temperatura de fusão da mistura permaneceu constante, enquanto houve uma variação em sua temperatura de ebulição.

## CAPÍTULO 2

# SUBSTÂNCIAS E MISTURAS

### 2.1- INTRODUÇÃO

Como vimos anteriormente, a matéria é constituída por substâncias e essas, por sua vez, são constituídas por elementos químicos. Tais elementos químicos são representados por símbolos internacionais (veja tabela periódica no fim deste caderno) e assim as substâncias são representadas por fórmulas, isto é, conjunto dos símbolos dos elementos presentes naquelas substâncias.

Antes de mergulharmos mais a fundo no universo das substâncias, você terá que compreender melhor alguns conceitos usados mundialmente em Química. Você sabe ou já ouviu falar em elemento químico, molécula e fórmula química? Caso você não se recorde disso, vamos definir essas “palavrinhas”.

**Elemento Químico** é um tipo de átomo caracterizado por um determinado número atômico

**Molécula** é o conjunto de dois ou mais átomos, sendo a menor parte da substância que mantém as suas características. As moléculas são representadas por fórmulas (conjuntos de número e símbolos).

**Substância** é uma quantidade qualquer de moléculas iguais ou diferentes.

| Substância    | Fórmula         | Elemento Químico | Molécula |
|---------------|-----------------|------------------|----------|
| Ferro         | Fe              | Fe               |          |
| Enxofre       | S <sub>2</sub>  | S e S            |          |
| Gás Carbônico | CO <sub>2</sub> | C e O            |          |
| Flúor         | F <sub>2</sub>  | F e F            |          |

## 2.2 SUBSTÂNCIA PURA E MISTURA

A substância é considerada pura quando, no sistema onde está contida, encontramos apenas partículas dessa substância. Caso haja no sistema mais de um tipo de substância, teremos uma mistura.

**Substâncias puras** são materiais que possuem composição química e propriedades físicas e químicas constantes, já que não se modificam em pressão e temperatura constantes.

De uma forma geral, as substâncias puras podem ser classificadas de duas formas:

**a) Substâncias simples:** São compostos químicos formados por átomos de um mesmo elemento químico.

**b) Substâncias compostas:** São compostos químicos formados por átomos de elementos químicos diferentes. Exemplos:

| Substâncias simples      | Substâncias compostas                                  |
|--------------------------|--|
| Oxigênio, O <sub>2</sub> | Água, H <sub>2</sub> O                                 |
| Ozônio, O <sub>3</sub>   | Gás Carbônico, CO <sub>2</sub>                         |
| Grafite, C <sub>n</sub>  | Amônia, NH <sub>3</sub>                                |
| Fósforo, F <sub>4</sub>  | Glicose, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> |
| Ferro, Fe                | Ácido Clorídrico, HCl                                  |

**Mistura** é a união de duas ou mais substâncias diferentes (independentemente se são simples ou compostas). Ela apresenta características físicas (ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade, tenacidade etc.) diferentes e variáveis (não fixas) em comparação com as substâncias que a compõem.

A mistura de água e cloreto de sódio, por exemplo, apresenta um ponto de fusão totalmente diferente em relação aos pontos de fusão da água (0°C) e do cloreto de sódio (803°C) isoladamente.

## 2.3 - DIFERENÇA PRÁTICA ENTRE UMA SUBSTÂNCIA PURA E UMA MISTURA

A substância pura apresenta propriedades físicas bem definidas, inclusive pontos de fusão e ebulição (temperaturas que permanecem fixas durante todo o processo). Nas misturas, a temperatura nos estados de transição entre sólido-líquido ou líquido-vapor varia com tempo, diferentemente para uma substância pura onde a temperatura permanece constante.

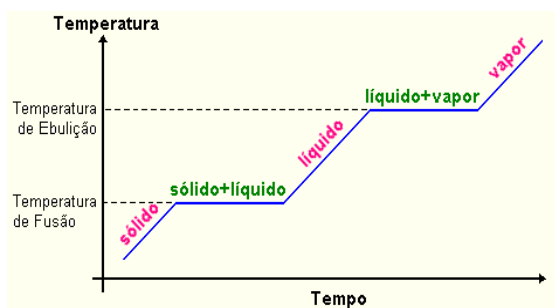


Fig.1 - Mudança de fase de uma substância pura

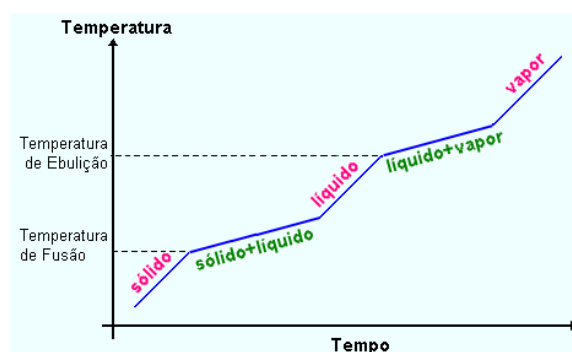


Fig.2 - Mudança de fase de uma substância não pura ou misturas



## 2.4- PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS

### 2.4.1 - MISTURAS HETEROGÊNEAS

- ✓ Todas as fases são sólidas

\* **Catação:** Método manual de separação, como quando escolhemos os feijões para cozinhar;

\* **Ventilação:** Arraste por corrente de ar de um dos componentes da mistura que seja bem leve. Exemplos: separação das cascas de grãos de café, cereais e amendoim torrado;

\* **Levigação:** Arraste de sólidos de baixa densidade por meio de correntes de água, permanecendo no recipiente os sólidos de densidade maior. Isso é feito pelos garimpeiros para separar a areia (menos densa) do ouro (mais denso);

\* **Peneiração ou tamisação:** É usada para separar sólidos de diferentes tamanhos, geralmente passando por uma peneira, sendo que os sólidos menores passam por sua malha, sendo separados dos maiores. É muito usada em construções para separar a areia do cascalho e na cozinha quando se quer separar impurezas na farinha de trigo;



\* **Extração por solventes:** Usa-se algum líquido para extrair um ou mais componentes da mistura. Por exemplo, se adicionarmos uma solução aquosa de cloreto de sódio em uma mistura de gasolina e álcool, agitarmos e depois colocarmos em repouso, veremos que a água separará o etanol da gasolina. Isso se baseia na diferença de polaridade e no tipo de forças intermoleculares.

\* **Separação Magnética:** Separa a mistura de um material magnético e outro não magnético, geralmente ferro e outros materiais, como enxofre, alumínio, cobre, etc.



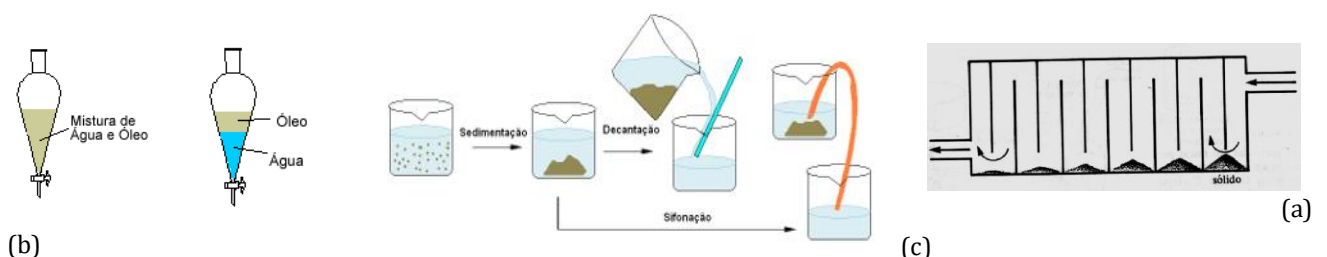
- ✓ Pelo menos uma das fases não é sólida

\* **Decantação:** Separa misturas líquido-líquido e sólido-líquido

a) Líquido-líquido : água e óleo

b) Sólido-líquido: água de areia , separadas por decantação , podendo ser complementada por sifonação, que consiste na retirada da água com utilização de um tubo.

c) Sólido-gás: partículas sólidas do ar, podem ser separadas por decantação em uma câmara de poeira, onde o ar passa sucessivamente por várias câmaras em forma de labirinto.



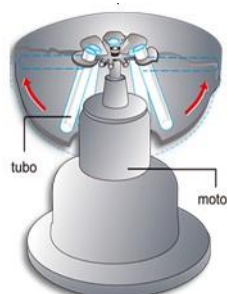
Exemplo: Processo de separação de mistura (a) água e óleo, (b) decantação da areia envolvendo sedimentação, decantação e sifonação e (c) exemplo de uma câmara de poeira.

\* **Filtração Simples:** Separa misturas de sólido-líquido e sólido-gás, utilizando-se um filtro.

a) Sólido-líquido: Areia de água ; café do líquido ou partículas sólidas de água.

b) Sólido-gás: Ar de poeira atmosférica

\* **Centrifugação:** Separa materiais de densidades diferentes, podendo ser de mesmo estado físico ou de estados físicos diferentes, como gordura e leite, fermento-água e álcool, óleo e água, etc.



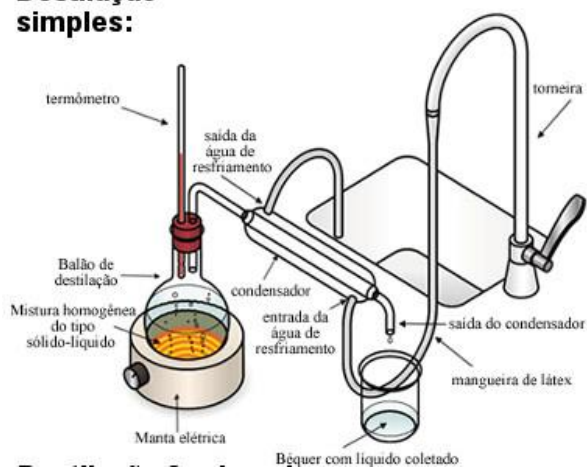
## 2.4.2 SEPARAÇÃO DE MISTURAS HOMOGÊNEAS

\* **Evaporação (Sólido + Líquido):** Consiste na separação da mistura por meio da ebulição do líquido em um recipiente aberto, restando ao final do processo apenas o sólido.

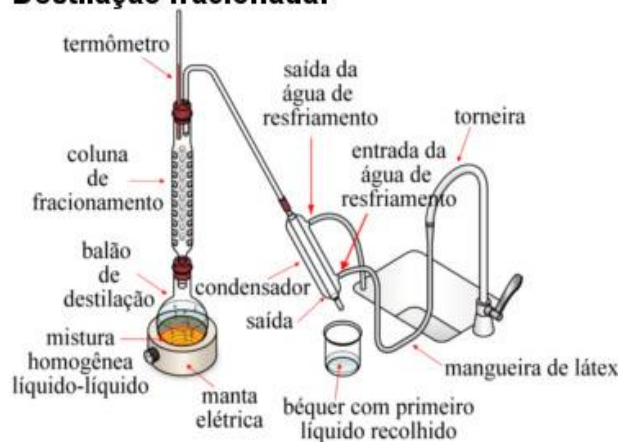
\* **Destilação simples (Sólido + Líquido):** Semelhante a evaporação, porém com recolhimento do líquido.

\* **Destilação Fracionada (Líquido + líquido):** Separação da mistura por meio da diferença de temperatura de ebulição dos dois líquidos.

### Destilação simples:



### Destilação fracionada:



## CAPÍTULO 3

## TRANSFORMAÇÕES DOS MATERIAIS

A Ciência Moderna estuda dois tipos de fenômenos:

### 3.1 Fenômenos físicos

Transformações físicas que não alteram a estrutura interna da matéria, isto é, não mudam a identidade química das substâncias nem dos átomos. Exemplos:

→ **Exemplos de fenômenos físicos**

- Produção do suco de tomate
- Condução da corrente elétrica em um fio de cobre
- Evaporação da água ( $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(v)}$ )
- Dissolução do açúcar na água ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$ )
- Sublimação do gelo seco

→ **Sinais que caracterizam um fenômeno físico**

- Mudança de estado físico
- Mudança no formato ou no tamanho
- Solubilidade (quando uma matéria se dissolve em outra)
- Condução de calor ou eletricidade

### 3.2 Fenômenos químicos

São fenômenos que mudam a identidade química das substâncias, mas a identidade dos átomos se conserva. Exemplos:

→ **Exemplos de fenômenos químicos**

- Produção de etanol a partir da cana-de-açúcar
- Produção de vinho a partir do suco de uva
- Transformação do vinho em vinagre
- Apodrecimento de frutas
- Amadurecimento de frutas
- Cozimento de ovo
- Formação da ferrugem em um portão de aço
- Comprimido efervescente adicionado à água

→ **Sinais que identificam um fenômeno químico**

- Mudança de cor
- Efervescência (desenvolvimento de bolhas em um líquido)
- Liberação de energia na forma de calor ou luz
- Formação de um sólido
- Produção de fumaça

#### 3.2.1 Equação Química

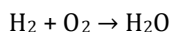
Quando houver uma transformação química, esta poderá vir representada por uma equação química. Mas o que é uma **equação química**? A seguir apresentamos uma definição simples:

**Uma equação química é a representação qualitativa e quantitativa de uma reação química.**

Essas equações sempre apresentam uma estrutura em que as fórmulas moleculares ou unitárias das substâncias iniciais (reagentes) são escritas do lado esquerdo da seta e as fórmulas das substâncias finais (produtos) são escritas do lado direito da seta:

**Reagentes → Produtos**  
1º membro      2º membro

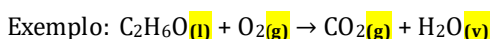
Por exemplo, imagine que o gás hidrogênio reaja com o gás oxigênio para formar a água. A equação química simplificada que representa essa reação é dada por:



Escrita desse modo a equação química mostrou-nos o aspecto qualitativo da reação, ou seja, quais foram as substâncias que reagiram e que foram produzidas. Existem símbolos que podem ser acrescentados na equação que indicam outros aspectos qualitativos. Veja alguns deles:

\* Indicação do **estado físico** das substâncias ou soluções participantes da reação:

- gás (g);
- vapor (v);
- líquido (l);
- moléculas ou íons em solução aquosa (aq);
- sólido (s)
- cristal (c);
- precipitado (ppt).



\* Indicação de que houve **aquecimento**: O símbolo  $\Delta$  virá em cima da seta.

\* **Desprendimento de gases**: Haverá uma seta na diagonal voltada para o lado direito ao lado da substância gasosa.

\* **Fórmulas químicas**: As fórmulas moleculares ou unitárias (no caso de compostos iônicos) indicam não só quais são os elementos que estão nas substâncias e que participam das reações, mas também a **quantidade de átomos de cada elemento**. Isso é mostrado pelo **índice**, ou seja, pelo número subscrito (fica no canto inferior direito do símbolo do elemento). Quando o índice é igual a 1, ele não precisa ser escrito.

Exemplos:

$\text{H}_2\text{O}$ : há dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio;

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ : há dois átomos de carbono, seis átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio;

$\text{Al}(\text{OH})_3$ : há um átomo de alumínio, três átomos de oxigênio e três átomos de hidrogênio;

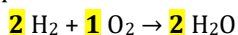
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ : há um átomo de cálcio, seis átomos de hidrogênio (2 . 3), três átomos de fósforo (1 . 3) e doze átomos de oxigênio (4 . 3).

Observe que nos dois últimos exemplos, para descobrir a quantidade real de átomos na molécula, foi preciso multiplicar o índice que estava do lado de fora do parênteses pelos índices dos elementos de dentro. Assim:



Índices entre parênteses

\* **Coeficientes**: números que aparecem escritos na frente da substância na reação. Veja um exemplo de equação química em que os coeficientes estão em destaque:



Os coeficientes mostram a proporção estequiométrica em que os reagentes reagem e a quantidade de produtos. Nesse caso, quer dizer que, para cada molécula de  $\text{O}_2$ , são necessárias duas moléculas de  $\text{H}_2$  para formar duas moléculas de água.

Outro aspecto quantitativo importante que as equações químicas devem transmitir segue a Lei de Lavoisier, também conhecida como Lei de Conservação das Massas, que diz que, em uma reação com sistema fechado, a massa total dos produtos é igual à dos reagentes. Isso quer dizer que, em uma equação química, **o número total de átomos dos reagentes deve ser igual ao número total de átomos dos produtos**.

Quando isso acontece, dizemos que a reação está **balanceada**.

### 3.3 LEIS DAS REAÇÕES QUÍMICAS:

- Lei da conservação da Massa, de Lavoisier:

Esta lei foi elaborada, em 1774, pelo químico francês Antoine Laurent Lavoisier. Os estudos experimentais realizados por Lavoisier levaram-no a concluir que numa reação química, que se processa num sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos:

$$m (\text{reagentes}) = m (\text{produtos})$$

Assim, por exemplo, quando 2 gramas de hidrogênio reagem com 16 gramas de oxigênio verifica-se a formação de 18 gramas de água; quando 12 gramas de carbono reagem com 32 gramas de oxigênio ocorre a formação de 44 gramas de gás carbônico.

Essa lei, inclusive, incorporou-se aos "saberes populares", sendo frequentemente enunciada como: **"Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma."**

- Lei das proporções constantes (lei de Proust):

Esta lei foi elaborada, em 1797, pelo químico Joseph Louis Proust. Ele verificou que as massas dos reagentes e as massas dos produtos que participam de uma reação química obedecem sempre a uma proporção constante. Esta proporção é característica de cada reação e independente da quantidade das substâncias que são colocadas para reagir.

Assim, para a reação entre, por exemplo, hidrogênio e carbono formando nitrogênio, os seguintes valores experimentais podem ser obtidos:

| hidrogênio (g) | carbono (g) | nitrogênio (g) |
|----------------|-------------|----------------|
| 30             | 60          | 120            |
| 8              | 16          | 32             |
| 2              | 2           | 4              |

Observe que para cada reação, a massa do produto é igual à massa dos reagentes, o que concorda com a lei de Lavoisier.

No caso das reações de síntese, isto é, aquelas que originam uma substância, a partir de seus elementos constituintes, o enunciado da lei de Proust pode ser o seguinte:

---

**Resumindo:** *A proporção, em massa, dos elementos que participam da composição de uma substância é sempre constante e independe do processo químico pelo qual a substância é obtida.*

---

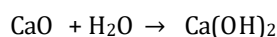
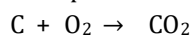
### 3.4 Tipos de Reações Químicas:

As reações químicas são classificadas em quatro tipos:

1. Síntese ou combinação;
2. Análise ou decomposição;
3. Simples-troca ou deslocamento;
4. Dupla-troca ou metátese.

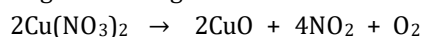
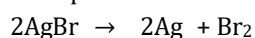
- **Síntese ou combinação:** é a reação onde duas ou mais substâncias reagem para se transformar em uma.

Exemplos:



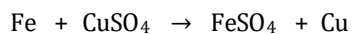
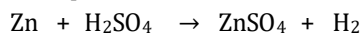
- **Análise ou decomposição:** é a reação onde uma substância se divide em duas ou mais substâncias de estrutura mais simples.

Exemplos:



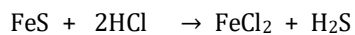
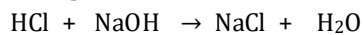
- **Simples-troca ou deslocamento:** é a reação onde uma substância simples troca de lugar com um elemento de uma substância composta, se transformando em uma nova substância simples.

Exemplos:



- **Dupla-troca ou metátese:** é a reação onde duas substâncias compostas reagem e trocam seus elementos, se transformando em duas substâncias também compostas.

Exemplos:



## CAPÍTULO 4

### ESTRUTURA ATÔMICA DOS MATERIAIS

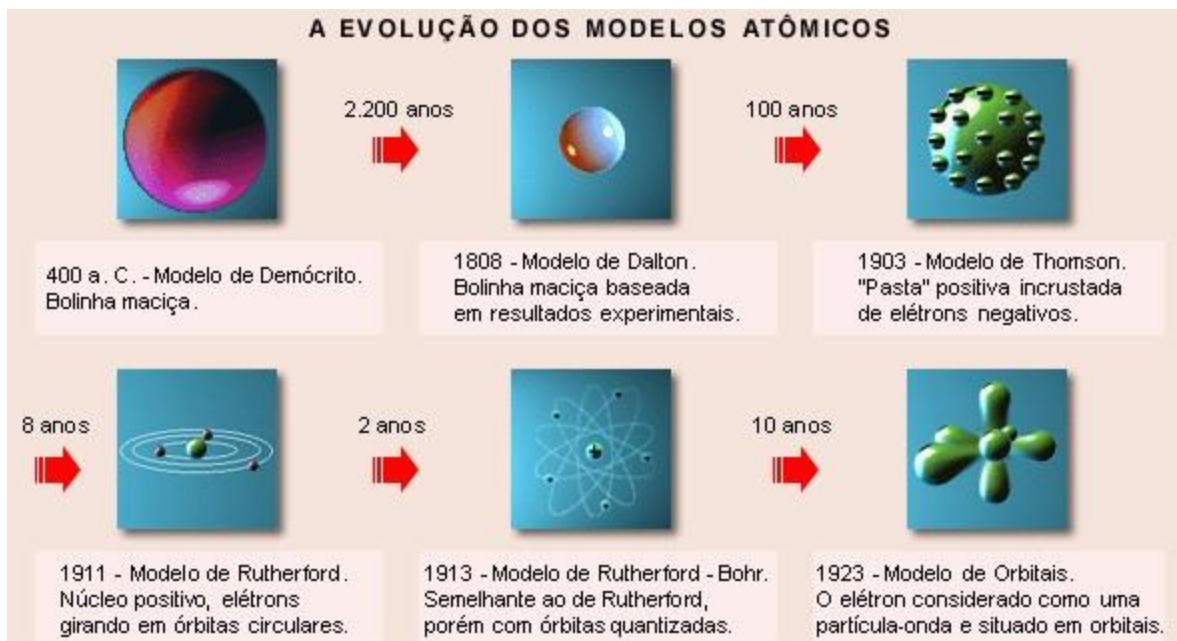
#### 4.1 Evolução dos Modelos Atômicos: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

A Química se preocupa com o estudo da matéria e tudo aquilo que está relacionado à matéria e suas transformações. Buscando a palavra em Latim, matéria significa *“aquilo de que uma coisa é feita”*. Matéria é tudo aquilo que compõem as coisas, que ocupa espaço, que tem massa e que pode impressionar os nossos sentidos. Então, estudar a estrutura da matéria significa estudar a forma como a matéria é organizada e de que ela se compõe e todas as transformações que envolvem.

Sabemos, atualmente, que toda a matéria existente no universo é formada por átomos, mas a constituição e a caracterização desses átomos estão evoluindo com o passar do tempo. Pela sua natureza microscópica, o átomo não pode ser diretamente visualizado, sendo então imaginado um modelo para a sua descrição. Um modelo é constituído de conhecimentos, experiências e instrumentos disponíveis na época em que é postulado. O modelo é válido e aceito enquanto explicar satisfatoriamente os fenômenos observados até aquele momento. Quando novos fatos são descobertos e não são explicados pelo modelo, ele é alterado ou substituído por outro. O modelo não é uma realidade, mas uma possibilidade imaginada pela mente humana, sempre passível de evolução.

O conceito de que a matéria é composta por pequenas porções de matéria surgiu com Demócrito (460 - 370 a.C.), filósofo grego. Demócrito desenvolveu uma teoria de que o universo é formado por espaço vazio e por um número (quase) infinito de partículas invisíveis, que se diferenciam umas das outras em sua forma, posição, e disposição. Em sua teoria postula que toda matéria é feita das partículas indivisíveis chamadas átomos.

A partir do reconhecimento de que toda a matéria é formada por átomos, podemos conhecer a evolução dos modelos atômicos.



<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAek5wAH/modelo-atomico-a-tabela-periodica> (acesso em 02/06/2017).

#### 4.1.1 Modelo de Dalton

Em 1807, o professor e químico inglês, John Dalton, baseado no conceito grego de átomos indivisíveis, realizou experimentos que estudava a razão das massas dos elementos que se combinavam para formar compostos. Sua teoria se baseou em:

1. Cada elemento é composto de partes extremamente pequenas chamadas de átomos;
2. Todos os átomos de um dado elemento são idênticos; os átomos de diferentes elementos têm massas diferentes;
3. Os compostos são formados quando átomos de diferentes elementos se combinam; um determinado composto tem sempre o mesmo número relativo dos mesmos tipos de átomos. (Lei da composição constante)
4. Em uma reação química, os átomos não são criados nem destruídos, eles trocam apenas de parceiros para formar novas substâncias. (Lei da conservação das massas)

Essa hipótese ficou conhecida como "Modelo da bola de bilhar".



#### 4.1.2 - Modelo de Thomson

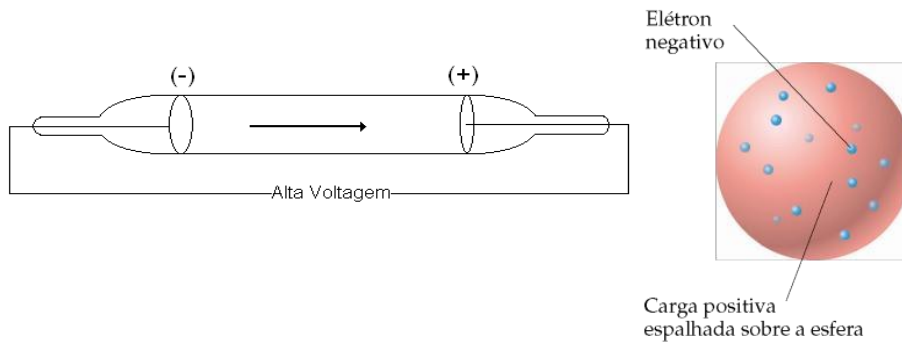
O modelo da bola de bilhar de Dalton foi substituído pelo modelo pudim de ameixa, ou pudim de passas, proposto por Thomson.

O físico britânico Joseph John Thomson, em 1897, estava investigando os raios catódicos em tubos de Crookes (tubos bombeados até quase esgotar-se o ar), e constatou que os átomos são indivisíveis, mas constituídos de partículas carregadas negativamente – os elétrons – pois podem sofrer desvios em campos elétricos e/ou magnéticos em direção a placa positiva.

Um tubo de raios catódicos é um recipiente profundo com um eletrodo em cada extremidade. O experimento realizado com os tubos catódicos, compreendia a aplicação de uma alta voltagem entre dois eletrodos em um tubo de vidro sob vácuo. Essa voltagem produzia uma radiação dentro do tubo. A radiação ficou conhecida

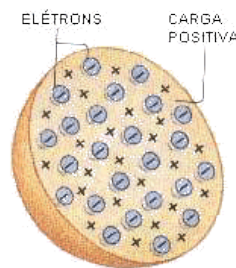


como raios catódicos (os elétrons) porque originava-se no eletrodo negativo (cátodo) em direção ao eletrodo positivo (ânodo).



A partir do experimento com raios catódicos, Thomson calculou a proporção entre a carga elétrica e a massa do elétron =  $1,76 \times 10^8$  Coulomb/grama.

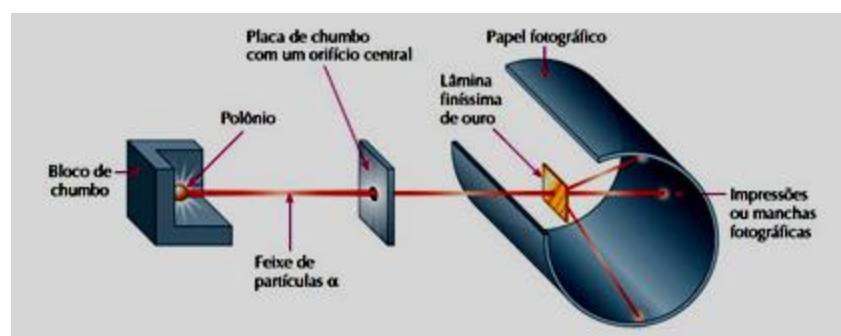
Thomson argumentou que já que a massa do elétron compreendia uma fração muito pequena da massa do átomo, eles seriam responsáveis por uma fração igualmente pequena do tamanho do átomo. E assim ele propôs que o átomo poderia ser uma esfera maciça carregada positivamente, na qual os elétrons estariam inseridos, de modo que se obter um sistema eletrostaticamente estável (carga total nula).



Modelo de Thomson – Pudim de passas

#### 4.1.3 Modelo de Rutherford

Em 1908, Ernest Rutherford aprimorou a teoria de Thomson baseando-se em observações sobre o espalhamento de partículas  $\alpha$  por finas folhas de metal. Podemos observar o experimento realizado por Rutherford conforme o desenho abaixo:



As observações realizadas a partir do experimento foram:

- Uma fonte de partículas  $\alpha$  (partículas carregadas positivamente) foi colocada na boca de um detector circular.
- As partículas  $\alpha$  foram lançadas através de um pedaço de chapa de ouro.
- A maioria das partículas  $\alpha$  passou diretamente através da chapa, sem desviar.
- Algumas partículas  $\alpha$  foram desviadas com ângulos grandes.



Se o modelo do átomo de Thomson estivesse correto, o resultado de Rutherford seria impossível. Para fazer com que a maioria das partículas  $\alpha$  passe através de um pedaço de chapa sem sofrer desvio, a maior parte do átomo deveria consistir de carga negativa difusa de massa baixa, o elétron. Então, para explicar o pequeno número de desvios das partículas  $\alpha$ , o centro ou núcleo do átomo deve ser constituído de uma carga positiva densa e os elétrons estariam num grande espaço vazio.

Portanto, Rutherford modificou o modelo de Thomson da seguinte maneira:

- No átomo há uma densa carga positiva central circundada por um grande volume de espaço vazio, onde os elétrons estão inseridos. Rutherford chamou a região carregada positivamente de núcleo atômico e as partículas positivas de prótons.
- Rutherford observou ainda que somente cerca da metade da massa nuclear poderia ser justificada pelos prótons. Então, ele sugeriu que o núcleo atômico deveria conter partículas eletricamente neutras e de massa aproximadamente igual a dos prótons.
- Chamou de eletrosfera a região onde estariam os elétrons.

*O átomo não é maciço nem indivisível. O átomo seria formado por um núcleo muito pequeno, com carga positiva, onde estaria concentrada praticamente toda a sua massa. Ao redor do núcleo ficariam os elétrons, neutralizando sua carga. Este é o modelo do átomo nucleado, um modelo que foi comparado ao sistema planetário, onde o Sol seria o núcleo e os planetas seriam os elétrons.*

Portanto o Modelo de Rutherford é considerado um modelo planetário ou modelo nuclear que apresenta as seguintes definições:

- O átomo consiste de entidades neutras, positivas e negativas (prótons, elétrons e nêutrons).
- Os prótons e nêutrons estão localizados no núcleo do átomo, que é pequeno. A maior parte da massa do átomo se deve ao núcleo.
- Os elétrons estão localizados fora do núcleo. Grande parte do volume do átomo se deve aos elétrons.

Em 1932, o cientista inglês Chadwick observou ao bombardear o berílio com partículas  $\alpha$ , que havia a emissão de partículas não carregadas eletricamente e que apresentavam massa ligeiramente maior que a dos prótons. Ele as chamou de nêutrons.

No átomo nuclear, cada elemento é caracterizado pelo seu **número atômico (Z)**, o qual determina o **número de prótons no núcleo**.

Em um átomo neutro a carga total é zero, logo o número de prótons é igual ao número de elétrons que circunda o núcleo.

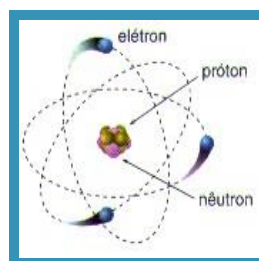
Exemplo:

He :  $Z = 2$

número de prótons = 2 (carga positiva)

número de elétrons = 2 (carga

negativa) carga total =  $(+2 - 2) = 0$



#### 4.1.4 Modelo de Bohr

Apesar de sofisticado e popular, o modelo de Rutherford tinha alguns problemas, pois ele não conseguia explicar de forma coerente às raias espectrais dos elementos químicos e também não conseguia explicar a órbita dos elétrons.

De acordo com a teoria de Rutherford, os elétrons podiam orbitar o núcleo a qualquer distância. Quando os elétrons circundam em volta do núcleo, estariam mudando constantemente sua direção. A eletrodinâmica clássica (que trata do movimento dos elétrons) explica que, tais elétrons que mudam constantemente sua direção, seu sentido, sua velocidade ou ambos, devem continuamente emitir radiação. Ao fazer isto, perdem energia e tendem a espiralar para o núcleo. Isto significa que os átomos seriam instáveis, completamente o contrário da realidade.

Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr, baseando-se no Modelo do átomo de Rutherford, na teoria quântica da energia de Max Planck e nos espectros de linhas dos elementos, propôs que se os átomos só emitem radiações de certos comprimentos de onda ou de certas frequências bem definidas, que diferem uns dos outros por quantidades de energia múltiplas de um *quantum*.

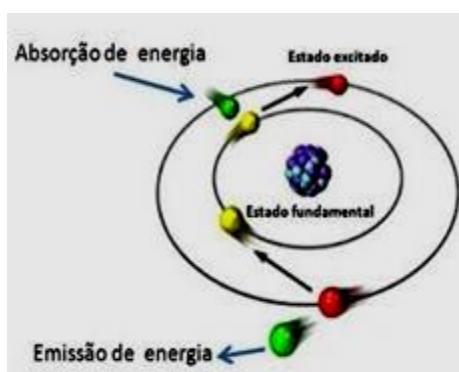
Esse raciocínio levou Bohr a propor os seguintes postulados:

- O elétron move-se em órbitas circulares em torno do núcleo atômico central. Para cada elétron de um átomo existe uma órbita específica, em que ele apresenta uma energia bem definida – um nível de energia – que não varia enquanto o elétron estiver nessa órbita.
- Os espectros dos elementos são descontínuos porque os níveis de energia são quantizados, ou seja, são permitidas apenas certas quantidades de energia para o elétron cujos valores são múltiplos inteiros do fóton (quantum de energia).

Baseado nesses postulados, Bohr determinou energias possíveis para o elétron do hidrogênio, bem como o raio das órbitas circulares associadas a cada uma dessas energias.

As conclusões mais importantes do Modelo de Bohr foram:

- a) O átomo está no seu **estado fundamental** (estado mais estável) quando todos os seus elétrons estiverem se movimentando em seus respectivos **níveis de menor energia**.
- b) Se um elétron no seu estado fundamental absorve um fóton (quantum de energia), ele “salta” para o nível de energia imediatamente superior e entra num estado ativado (situação de instabilidade).
- c) Quando um elétron passa de um estado de energia elevada para um estado de energia menor, o elétron emite certa quantidade de energia radiante (luz), sob a forma de um fóton de comprimento de onda específico, relacionado com uma das linhas do espectro desse elemento.



A partir do Modelo Atômico de Bohr, o modelo atômico continuou a evoluir e surgiram mais contribuições de outros cientistas, a saber:

- **Arnold Sommerfeld (1927)** propõe as órbitas elípticas para o modelo de Bohr. Verificou-se que um elétron, numa mesma camada, apresentava energias diferentes. Tal fato não poderia ser possível se as órbitas fossem circulares. Então, Sommerfeld sugeriu que as órbitas fossem elípticas, pois elipses apresentam diferentes excentricidades, ou seja, distâncias diferentes do centro, gerando energias diferentes para uma mesma camada eletrônica.
- **Louis Victor De Broglie (1925)**: propõe que o elétron também apresenta, tal como a luz, uma natureza dualística de onda e partícula (comportamento duplo).
- **Werner Heisenberg (1927)**: demonstrou, matematicamente, que é impossível determinar ao mesmo tempo, a posição, a velocidade e a trajetória de uma partícula subatômica, sendo importante caracterizá-la pela sua energia, já que não é possível estabelecer órbitas definidas. Este enunciado recebeu a denominação de **Princípio da Incerteza** ou **Indeterminação** de Heisenberg.

- **Erwin Schrödinger (1933)**: valendo-se do comportamento ondulatório do elétron, estabeleceu complexas equações matemáticas que permitiam determinar a energia e as regiões de probabilidade de encontrar os elétrons (orbitais, e não órbitas definidas). Schrödinger recebe o Prêmio Nobel por seu trabalho sobre Mecânica Quântica Ondulatória e suas aplicações à estrutura atômica. Abandonava-se definitivamente o modelo planetário do átomo de Rutherford-Bohr e surgia um novo modelo atômico, o modelo mecânico-quântico do átomo.

Após conhecer a evolução do modelo atômico do átomo, ressaltam-se pontos importantes, a saber:

- O átomo pode ser dividido;
- Como o átomo pode ser dividido, ele é, obviamente, composto por partículas menores;
- As partículas básicas que compõem o átomo são os prótons, os nêutrons e os elétrons. Estas são as chamadas partículas fundamentais;
- A maior parte da massa do átomo está no seu núcleo;
- Os elétrons não estão posicionados a uma distância qualquer do núcleo, mas sim em regiões bem determinadas, chamadas de orbitais.
- Os orbitais também são chamados de camadas, e as camadas são denominadas pelos símbolos **K, L, M, N, O, P e Q**.
- Quanto mais afastada do núcleo, a camada de um elétron, maior é a sua energia;
- Quando um elétron pula de um orbital para outro ele deve emitir ou absorver energia na forma de luz (um fóton).

#### Características das partículas fundamentais:

| Partícula                 | Carga  | Massa                         |
|---------------------------|--------|-------------------------------|
| Próton (p)                | +      | 1                             |
| Nêutron (n)               | Neutra | 1                             |
| Elétron (e <sup>-</sup> ) | -      | 9,109389x10 <sup>-31</sup> kg |

## 4.2 Características do átomo

### 4.2.1 – Número Atômico (Z)

É um número determinado experimentalmente, característico de cada elemento químico e representa o **número de prótons** contidos no núcleo. O que diferencia um elemento químico de outro é o número de prótons em seu núcleo.

Em um átomo eletricamente neutro, o número atômico é igual ao número de elétrons (e<sup>-</sup>).

$$Z = n^{\circ} p = n^{\circ} e$$

Ex: Todos os átomos de Sódio possuem **11 prótons**; portanto, **número atômico (Z) igual a 11**.

Todos os átomos de Ferro possuem **26 prótons**; portanto, **número atômico (Z) igual a 26**.

**4.2.2 . Número de massa (A)**: representa a soma do número de prótons e nêutrons do núcleo de um átomo.

$$A = n^{\circ} \text{prótons} + n^{\circ} \text{nêutrons}$$

**4.2.3. Número de Nêutrons (n):** Em um átomo neutro, o número de cargas positivas (prótons) é igual ao número de cargas negativas (elétrons). Também pode ser dado pela diferença entre o Número de massa (A) e o Número atômico (Z).

$$n = A - Z \text{ ou } n = A - p$$

### 4.3 Elemento Químico

**Elemento Químico é um conjunto de átomos de mesmo Número Atômico (Z).**

#### 4.3.1 Semelhanças químicas: Isótopos, isóbaros e isótonos

a) **Isótopos** são átomos com o mesmo número atômico e diferentes números de massa, devido aos diferentes números de nêutrons nos seus núcleos. Como se trata de mesmo número atômico, temos o mesmo elemento químico, com propriedades muito parecidas.



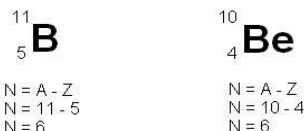
Ambos possuem número atômico 1, ou seja possuem o mesmo número de prótons, portanto são Isótopos.

b) **Isóbaros** são átomos que possuem o mesmo número de massa (A) e diferentes números atômicos.



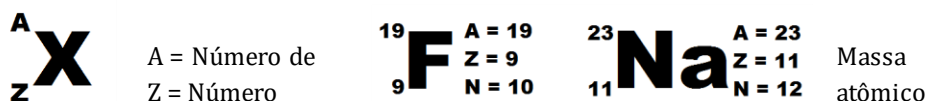
Ambos possuem o mesmo número de massa, portanto são isóbaros.

c) **Isótonos** são átomos que possuem igual número de nêutrons, diferentes números de prótons e diferentes números de massas, por exemplo:



Ambos possuem 6 nêutrons, isso significa que são isótonos.

**4.3.2 Representação do Elemento Químico:** A indicação geral de um átomo é feita por:



#### 4.3.3 Átomos carregados eletricamente (íons)

- **Cátions:** são átomos eletrizados positivamente. São átomos que apresentam mais cargas positivas (prótons) do que cargas negativas (elétrons). Isto ocorre porque o átomo perdeu elétrons. O total de elétrons perdidos é igual ao total de cargas positivas adquiridas.

Exemplos:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ou  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{1+}$ ,....

- **Ânions:** são átomos eletrizados negativamente. Estes átomos apresentam mais elétrons do que prótons. Isto ocorre porque o átomo ganhou elétrons. O total de elétrons ganhos é igual ao total de cargas negativas adquiridas.

Exemplos: Cl<sup>-</sup>, O<sup>-</sup> ou O<sup>2-</sup>...

- **Carga de valência:** indica o número de ligações que um átomo poderá realizar. Como em cada ligação está envolvido 1 elétron, o total de cargas adquiridas, positivas ou negativas, determina a valência.

Os cátions e ânions podem ser:

Monovalentes: Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>..... Bivalentes: Ca<sup>2+</sup>, O<sup>2-</sup>.... Trivalentes: Al<sup>3+</sup> P<sup>3-</sup>..... Tetravalentes: Pt<sup>4+</sup>, (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup>

#### 4.4 Distribuição eletrônica em níveis energéticos

Os elétrons se distribuem ao redor do núcleo em camadas que correspondem a níveis crescentes de energia. Estes níveis de energia correspondentes às camadas que se superpõem no átomo são representadas por letras maiúsculas **K, L, M, N, O, P e Q** ou por números **1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7**.

Por meio de métodos experimentais, os químicos concluíram que o número máximo de elétrons que cabe em cada camada ou nível de energia é:

| Nível de energia | Camada | Número máximo de elétrons |
|------------------|--------|---------------------------|
| Primeiro         | K      | 2                         |
| Segundo          | L      | 8                         |
| Terceiro         | M      | 18                        |
| Quarto           | N      | 32                        |
| Quinto           | O      | 32                        |
| Sexto            | P      | 18                        |
| Sétimo           | Q      | 8                         |

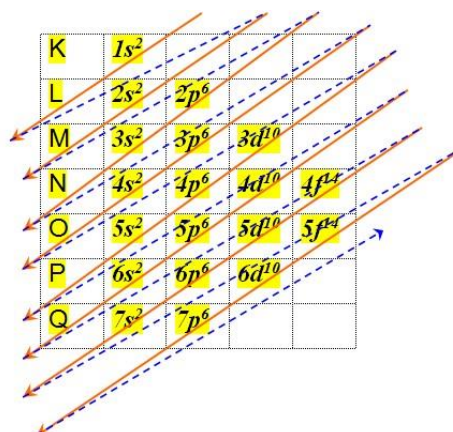
Em cada camada os elétrons se distribuem em sub-níveis (órbitas) representados por letras minúsculas s, p, d e f. A quantidade máxima de elétrons em cada órbita é a seguinte:

| Subnível | No. Máximo de elétrons | Representação |
|----------|------------------------|---------------|
| s        | 2                      | 2 s           |
| p        | 6                      | 6 p           |
| d        | 10                     | 10 d          |
| f        | 14                     | 14 f          |

Convém notar que a quantidade máxima de elétrons em cada subnível é o dobro dos números ímpares naturais 1, 3, 5 e 7.

##### 4.4.1 Diagrama de Energia

O diagrama de energia é utilizado para fazer a distribuição dos elétrons nos níveis e nos subníveis de energia, fazendo-se a distribuição deles seguindo as linhas inclinadas, sempre de cima para baixo.



<http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2011/03/diagrama-de-pauling.jpg> (disponível em 02/06/2017)

Exemplos:

- 1) Fazer a distribuição dos elétrons do manganês 25 Mn. O número 25 à esquerda e abaixo do símbolo do elemento

indica o seu número atômico que é igual ao de elétrons para todo elemento normal. Portanto teremos:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$  portanto teremos 4 camadas eletrônicas:  
sendo  $K=2, L=8, M=13 N=2$

2) Fazer a distribuição eletrônica do potássio  $_{19}K$  em camadas.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$   
 $K=2 L=8 M=8 N=1$

#### 4.5 A tabela periódica

No mundo que nos rodeia encontramos uma enorme diversidade de materiais e de substâncias que os constituem. Mas, a grande variedade de substâncias é obtida a partir de um número muito mais reduzido de elementos químicos que, atualmente, se encontram organizados numa tabela - a Tabela Periódica dos Elementos (TP).

A ideia de organizar os elementos químicos resultou da necessidade que os químicos sentiram de reunir o máximo de informações sobre os mesmos da forma mais simples para serem consultadas.

Atribui-se a Dimitri Mendeleev, físico e químico russo, a origem da organização da Tabela Periódica atual. Este, ao escrever o livro "*Principles of Chemistry*", procurou um padrão que permitisse organizar toda a informação acerca dos elementos. Para tal, fez vários cartões, um para cada elemento, e analisou várias disposições dos mesmos.

Em 1906, Mendeleev recebeu o Prêmio Nobel da Química. O seu trabalho na classificação periódica dos elementos foi considerado o passo mais importante dado pela Química no século XIX.

Mendeleev ao desenvolver a sua tabela privilegiou a regra de propriedades semelhantes na mesma coluna. Assim, sentiu a necessidade de reordenar alguns elementos para novas posições.

***A Tabela Periódica é organizada seguindo um princípio bastante simples, denominado de Lei Periódica e em ordem crescente de número atômico.***

A forma mais recente desta lei foi estabelecida por Moseley<sup>2</sup>, atualizando o que Döbereiner<sup>3</sup> havia proposto anteriormente, em 1829. Moseley mostrou que o número atômico é o fator determinante das propriedades químicas dos elementos e não o peso atômico como era proposto anteriormente. Ao verificar na tabela, vemos que o Argônio (peso atômico 39.948) aparece antes do Potássio (peso atômico 39.098).

##### 4.5.1 - Princípios de construção da tabela periódica dos elementos - Lei Periódica

A Tabela Periódica é organizada seguindo um princípio bastante simples, denominado de Lei Periódica e em ordem crescente de número atômico.

A descrição formal da Lei Periódica é: **As propriedades dos elementos são funções periódicas de seus números atômicos.**

A tabela periódica está organizada em períodos e grupos ou famílias.

##### ➤ Os períodos

São linhas horizontais e os períodos reúnem elementos de propriedades diferentes. Os átomos de elementos de um mesmo período têm o mesmo número de níveis eletrônicos. Ao todo, são 7 períodos.

**O número do período indica o número de níveis eletrônicos em seu estado fundamental.**

A tabela a seguir apresenta a relação entre Períodos e Número de Camadas

| Período | Camadas |
|---------|---------|
| 1       | K       |
| 2       | K,L     |

<sup>2</sup> Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915). Físico Inglês.

<sup>3</sup> Johann Döbereiner (1780-1849). Químico Alemão, propôs uma relação entre o peso atômico e as propriedades dos elementos.

|   |               |
|---|---------------|
| 3 | K,L,M         |
| 4 | K,L,M,N       |
| 5 | K,L,M,N,O     |
| 6 | K,L,M,N,O,P   |
| 7 | K,L,M,N,O,P,Q |

**Exemplos:**  ${}_{11}\text{Na}$  (3 camadas; 3<sup>o</sup> Período)

Átomos de um mesmo período possuem o mesmo número de camadas ocupadas.

### ➤ As famílias ou grupos

As colunas são chamadas famílias ou grupos e reúnem elementos semelhantes. A Tabela Periódica apresenta 18 famílias ou grupos.

Alguns desses grupos recebem nomes especiais:

**Grupo 1** - Metais Alcalinos

**Grupo 2** - Metais Alcalino- Terrosos

**Grupo 13** - Grupo ou Família do Boro

**Grupo 14** - Grupo ou Família do Carbono

**Grupo 15** - Grupo ou Família do Nitrogênio

**Grupo 16** - Calcogênios

**Grupo 17** - Halogênios

**Grupo 18** - Gases Nobres

### 4.5.2 - Elementos de Transição e Representativos

#### ✓ *Elementos de Transição*

Os elementos de transição são os pertencentes **aos grupos de 3 a 12**. Todos eles são metais.

Os metais que constituem os elementos de transição são classificados em elementos de transição externa e elementos de transição interna.

Os elementos de transição interna pertencem ao grupo 3 e dividem-se em dois grupos:

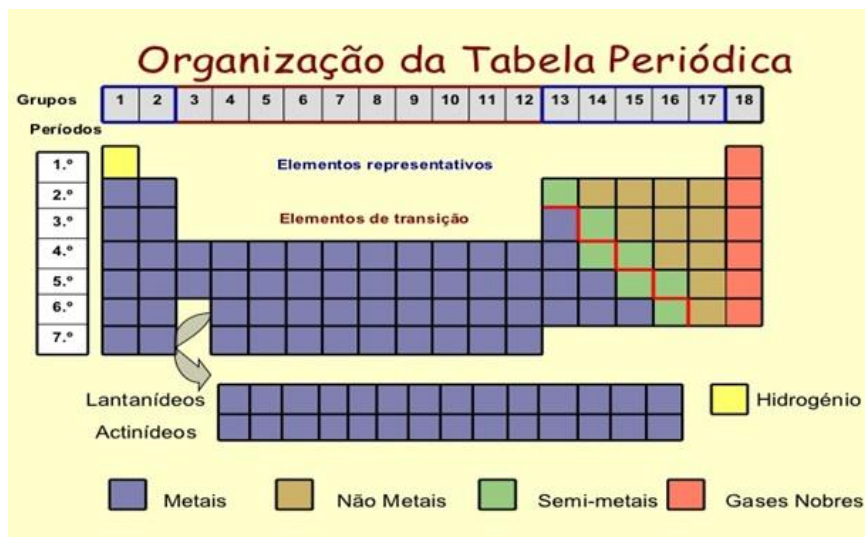
- Lantanídeos – são os elementos de número atômico de 57 a 71 e situam-se no sexto período;
- Actinídeos – são os elementos de número atômico de 89 a 103 e situam-se no sétimo período

Como são 15 lantanídeos e 15 actinídeos, eles são desdobrados em duas séries, colocadas logo abaixo da tabela. Os actinídeos são todos radioativos, sendo que os de números atômicos de 93 a 103 são todos artificiais, isto é, obtidos em laboratório, não sendo encontrados na natureza. Os elementos de número atômico 93 (Netúncio) e 94 (Plutônio) são também produzidos artificialmente, mas já foram encontrados, embora em pequena quantidade, na natureza. Todos os outros elementos de transição, não pertencentes aos lantanídeos e actinídeos, são elementos de transição externa ou simples.

#### ✓ *Elementos Representativos*

Elementos representativos são os elementos localizados nos **grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18**. São, portanto, oito as famílias de elementos representativos, entre os quais se encontram alguns metais, todos os não-metais e todos os gases nobres (ou gases raros).

Um dado interessante sobre os representativos está no fato de a última camada dos seus átomos possuir um número de elétrons igual à unidade do número que designa a família a que eles pertencem. Então, a última camada dos átomos dos elementos da família 15 possui 5 elétrons, da família 14, 4 elétrons, e assim por diante.



<https://www.resumoescolar.com.br/quimica/organizacao-da-tabela-periodica/> Disponível em 02/06/2017

#### 4.5.3 - Classificação dos Elementos

Hoje em dia, os elementos químicos distribuem-se nos seguintes grupos:

- **Metais:** apresentam alta condutividade elétrica e térmica; em geral são densos, têm a propriedade de refletir a luz, manifestando brilho típico; apresentam altos pontos de fusão e ebulição; apresentam ductibilidade (que é a propriedade de serem facilmente em fios), maleabilidade (que é a propriedade de serem transformados em lâminas); perdem facilmente elétrons dando origem a íons positivos (cátions); poucos elétrons na última camada (menos de 4); À exceção do mercúrio, todos os metais são sólidos a temperatura ambiente de 25º e 1 atm.
- **Não-Metais ou Ametais:** apresentam propriedades opostas às dos metais. São os mais abundantes na natureza e, ao contrário dos metais, não são bons condutores de calor e eletricidade, não são maleáveis e dúcteis e não possuem brilho como os metais (em geral, são opacos). Têm tendência a ganhar elétrons, transformando-se em íons negativos (ânions). Apresentam, via de regra, muitos elétrons (mais de 4) na última camada.
- **Semi- Metais:** Apresentam características intermediárias entre os metais e os não metais ou Ametais.
- **Gases Nobres:** o termo “gás nobre” vem do fato de que a característica destes gases é de não combinarem com os demais elementos. Os gases nobres já foram denominados de “gases inertes”, porém o termo não é exato visto que já tem sido demonstrado que alguns podem participar de reações químicas. Embora existam em quantidades consideráveis na atmosfera terrestre, não foram descobertos devido à baixa reatividade que possuem. A primeira evidência da existência dos gases nobres foi através da descoberta da existência do hélio no sol, feita por análise espectrográfica da luz solar. Mais tarde o hélio foi isolado da atmosfera terrestre por William Ramsay. Os gases nobres apresentam forças de atrações interatômicas muito fracas, daí apresentarem baixos pontos de fusão e ebulição.
- **Hidrogênio:** o Hidrogênio é considerado um grupo à parte, pois é um elemento químico com propriedades diferentes de todos os outros. Ele é inodoro, incolor, combustível e o elemento químico menos denso conhecido. Possui a propriedade de se combinar com metais e não-metais. Nas condições ambientes, é um gás extremamente inflamável. É empregado como combustível em foguetes espaciais.

#### 4.5.4 - Ocorrência dos Elementos

Oficialmente, são conhecidos hoje 118 elementos químicos, onde podem ser classificados em naturais (que constituem toda e qualquer matéria do mundo físico e são encontrados na natureza), e artificiais ou sintéticos (que foram obtidos em laboratório). Dos 118 elementos, 88 são naturais e os restantes artificiais.



Os elementos químicos artificiais podem ser classificados em:

- ✓ **Cisurânicos** – apresentam número atômico inferior a 92, do elementos urânio, e são os seguintes: Tecnécio (Tc) e Promécio (Pm);
- ✓ **Transurânicos** – o elemento de número atômico 92 é o urânio, um elemento que, como a grande maioria, é encontrado na natureza. Por virem depois dele na tabela periódica, os elementos de números atômicos de 93 em diante são conhecidos por transurânicos. Eles formam um grupo especial devido à característica de serem obtidos artificialmente, em laboratório. Os elementos transurânicos pertencem ao sétimo período, sendo que alguns fazem parte dos actínídeos. O número desses elementos não é bem definido, pois há sempre a possibilidade de os cientistas obterem um novo elemento em laboratório.

#### 4.5.5 - Estado Físico dos Elementos

- Gasoso: gases nobres, H, O, N, F, Cl
- Líquido: Hg e Br
- Sólido: os demais.

## CAPÍTULO 5

# SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

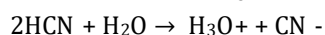
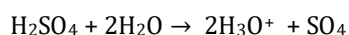
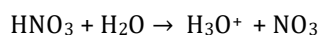
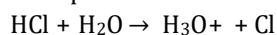
Para facilitar o estudo das substâncias químicas, elas foram divididas em grupos ou **funções químicas**, que são conjuntos de substâncias que apresentam propriedades químicas semelhantes, por possuírem estruturas parecidas. As duas principais funções químicas são: funções inorgânicas e funções orgânicas. Baseado em estudos sobre a condutividade elétrica dos diferentes materiais, Arrhenius observou que determinados grupos de substâncias inorgânicas liberavam os mesmos cátions, quando colocados em água. Já em outro grupo, as substâncias liberavam os mesmo ânions. Desse modo, observou-se que era possível dividir as substâncias inorgânicas em grupos menores ou funções inorgânicas, que ficaram sendo quatro: ácidos, bases, sais e óxidos.

### 5.1 – Ácidos

**Ácidos de Arrhenius** são substâncias que liberam somente como íon positivo o cátion Hidrogênio (H<sup>+</sup>), quando em soluções aquosas.

Ácidos são substâncias que sofrem ionização na água, liberando como cátions somente o H<sup>+</sup> ou o íon hidrônio (H<sub>3</sub>O<sup>1+</sup>).

Exemplos:



#### 5.1.1. Propriedades dos ácidos

- Apresentam hidrogênio em sua composição.
- Têm sabor azedo.
- Mudam a cor dos indicadores ácido-base:

- o papel tornassol azul ficavermelho;
  - a solução de fenolftaleína permanece incolor na sua presença;
  - a solução de alaranjado de metila passa de levemente alaranjado para fortemente laranjado.
- Conduzem corrente elétrica quando em soluções aquosas.
  - Reagem com base formando sais e água.
  - Corroem metais, apresentando maior ou menor velocidade de corrosão em função da força e da concentração do ácido.

### 5.1.2 Classificação dos Ácidos

#### a) Quanto à presença de oxigênio na sua composição

- *Hidrácidos* – não apresentam oxigênio. Exemplos: HCl, HBr
- *Oxiácidos* – apresentam oxigênio. Exemplos: HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

#### b) Quanto ao número de hidrogênios ionizáveis

- *Monoácidos ou ácidos monopróticos* – apresentam um hidrogênio ionizável (HCl, HBr, HNO<sub>3</sub>).
- *Diácidos ou ácidos dipróticos* – apresentam dois hidrogênios ionizáveis (H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- *Triácidos ou ácidos tripróticos* – apresentam três hidrogênios ionizáveis (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>).
- *Tetrácidos ou ácidos tetrapróticos* – apresentam quatro hidrogênios ionizáveis (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).
- Os diácidos, triácidos e tetrácidos são poliácidos.

**Exceções:** H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> é um diácido e H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> é um monoácido.

#### c) Quanto ao número de elementos constituintes:

- *Binários:* apresentam dois elementos. Exemplos: HBr, HCl, H<sub>2</sub>S, HF.
- *Ternários:* apresentam três elementos. Exemplos: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- *Quaternários:* apresentam quatro elementos. Exemplos: HOCN, H<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>.

### 5.1.3 Nomenclatura dos ácidos:

→ **Hidrácidos (H<sub>n</sub>A):**      *Ácido + .....ídrico.*  
   **Nome do ânion**

Exemplos: ácido clorídrico (HCl), ácido bromídrico (HBr), ácido cianídrico (HCN)

→ **Oxiácidos:**      *Ácido + prefixo (se necessário) + elemento central + sufixo*

1) Se o elemento forma apenas **um** oxiácido (NOx fixo), usa-se a terminação **ico**:

*Ácido + .....ico.*  
   **Nome do ânion**  
 Exemplos: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – ácido carbônico  
                    H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – ácido bórico

2) Se o elemento forma apenas **dois** oxiácidos, usa-se a terminação **ico**, para o oxiácido com maior NOx e **oso** para o oxiácido com menor Nox.

*Ácido + .....ico ou oso.*  
   **Nome do ânion**  
 Exemplos:  
 N° de oxidação (+4): H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>                    ácido sulfuroso

|   |                 |
|---|-----------------|
| Nº de oxidação (+6): <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | ácido sulfúrico |
| Nº de oxidação (+3): <b>HNO<sub>2</sub></b>             | ácido nitroso   |
| Nº de oxidação (+5): <b>HNO<sub>3</sub></b>             | ácido nítrico   |

3) Se o elemento é capaz de formar **três** ou **quatro** oxiácidos, comumente ocorre com os elementos do Grupo 17 (halogênios) da tabela periódica. É preciso controlar o NO<sub>x</sub> do elemento central do ácido.

| Nox | Nome               |
|-----|--------------------|
| + 1 | Ácido hipo.....oso |
| + 3 | Ácido.....oso      |
| + 5 | Ácido.....ico      |
| + 7 | Ácido per.....ico  |

*Exemplos:*

|  |                   |
|--|-------------------|
| Nº de oxidação (+1): <b>HClO</b>             | ácido hipocloroso |
| Nº de oxidação (+3): <b>HClO<sub>2</sub></b> | ácido cloroso     |
| Nº de oxidação (+5): <b>HClO<sub>3</sub></b> | ácido clórico     |
| Nº de oxidação (+7): <b>HClO<sub>4</sub></b> | ácido perclórico  |

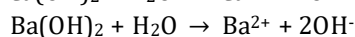
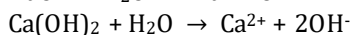
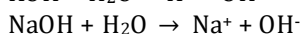
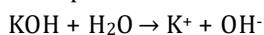
## 5.2 . Bases ou hidróxidos

São substâncias que, ao serem dissolvidas em água, liberam exclusivamente os ânions OH<sup>-</sup> (hidroxila ou oxidrila). Os cátions, liberados também nesse processo, variam de uma base para outra.

Bases são substâncias que em solução aquosa sofrem dissociação iônica, liberando como único ânion a hidroxila OH<sup>-</sup>.

Dentre as principais bases, somente o hidróxido de amônio resulta de uma ionização. As demais resultam da dissociação iônica dos respectivos hidróxidos, quando dissolvidos em água.

*Exemplos:*



### 5.2.1 Propriedades funcionais

- Presença do ânion hidroxila (OH<sup>-</sup>).
- Com exceção dos hidróxidos de alcalinos, todas as demais bases se decompõem com o calor com relativa facilidade.
- Apresentam sabor adstringente.
- Mudam a cor dos indicadores: o papel tornassol vermelho fica azul e a solução de fenolftaleína, quando incolor passa para vermelho.
- Conduzem corrente elétrica quando dissolvidas em água.
- Reagem com os ácidos, originando sais e água.

### 5.2.2 Classificação das bases

#### a) Quanto ao número de hidroxilas:

- *Monobases* – apresentam uma hidroxila como ânion. Exemplos: NaOH, NH<sub>4</sub>OH
- *Dibases* – apresentam duas hidroxilas como ânion. Exemplos: Ca(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>.

- *Tribases* – apresentam três hidroxilas como ânion. Exemplos:  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ga}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

### b) Quanto à solubilidade em água:

- *Solúveis*: São os hidróxidos dos metais do Grupo 1 (metais alcalinos) e o  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Todavia, é redundante dizer que o hidróxido de amônio é solúvel em água, pois o hidróxido de amônio já é uma solução aquosa, tendo em vista o fato de não existir um composto sólido de fórmula  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Exemplos:  $\text{KOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaOH}$ ...

- *Pouco solúveis*: São os hidróxidos dos metais do Grupo 2 (metais alcalino-terrosos). Estes compostos são pouco solúveis quando comparados aos do Grupo 1, mas são bastante solúveis quando comparados com os hidróxidos de outros metais. Os metais deste grupo costumam provocar o fenômeno descrito como “água dura”.

Exemplos:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , ...

- *Praticamente não-solúveis*: São as bases formadas pelos demais metais, que apresentam uma solubilidade muito baixa.

Exemplos:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ ...

### 5.2.3 Nomenclatura das bases

→ Quando o cátion possui nox fixo (*Metais alcalinos, alcalino-terrosos,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$* )

**hidróxido de + cátion (nome do metal ou grupo ligado á hidroxila)**

Exemplo:  $\text{KOH}$  – hidróxido de potássio

→ Quando o cátion não apresenta nox fixo (*demais metais*)

**hidróxido de + cátion + sufixo ou hidróxido + cátion + nox em algarismo romano**

Exemplos:

$\text{Fe}(\text{OH})_2$  - hidróxido de ferro II ou hidróxido ferroso - ferro (Fe) com  $\text{NO}_x = +2$ .

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  - hidróxido de ferro III ou hidróxido férrico - ferro (Fe) com  $\text{NO}_x = +3$ ;

| TABELA 2.4 Cátions comuns |                  |                   |                                    |                               |                             |  |
|---------------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| Carga                     | Fórmula          | Nome              | Fórmula                            | Nome                          |                             |  |
| 1+                        | $\text{H}^+$     | Íon hidrogênio    | $\text{NH}_4^+$                    | Íon amônio                    |                             |  |
|                           | $\text{Na}^+$    | Íon sódio         | $\text{Cu}^+$                      | Íon cobre(I) ou cuproso       |                             |  |
| 1-                        | $\text{K}^+$     | Íon potássio      |                                    |                               |                             |  |
|                           | $\text{H}^-$     | Íon hidreto       | $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ | Íon acetato                   |                             |  |
|                           | $\text{Cs}^+$    | Íon céscio        | $\text{ClO}_3^-$                   | Íon clorato                   |                             |  |
|                           | $\text{Ag}^+$    | Íon prata         | $\text{ClO}_4^-$                   | Íon perclorato                |                             |  |
|                           | $\text{Cl}^-$    | Íon cloreto       |                                    |                               |                             |  |
| 2+                        | $\text{Mg}^{2+}$ | Íon magnésio      | $\text{Co}^{2+}$                   | Íon cobalto(II) ou cobaltoso  |                             |  |
|                           | $\text{Ca}^{2+}$ | Íon cálcio        | $\text{Cu}^{2+}$                   | Íon cobre(II) ou cúprico      |                             |  |
|                           | $\text{Sr}^{2+}$ | Íon estrôncio     | $\text{MnO}_4^-$                   | Íon manganato                 |                             |  |
|                           | $\text{Ba}^{2+}$ | Íon bário         | $\text{Fe}^{2+}$                   | Íon ferro(II) ou ferroso      |                             |  |
|                           | $\text{Zn}^{2+}$ | Íon zinco         | $\text{Mn}^{2+}$                   | Íon manganês(II) ou manganoso |                             |  |
|                           | $\text{Cd}^{2+}$ | Íon cádmio        | $\text{Hg}_2^{2+}$                 | Íon mercúrio(I) ou mercurioso |                             |  |
|                           |                  |                   | $\text{Hg}^{2+}$                   | Íon mercúrio(II) ou mercúrico |                             |  |
|                           |                  | $\text{O}^{2-}$   | Íon óxido                          | $\text{Ni}^{2+}$              | Íon níquel(II) ou níqueloso |  |
|                           |                  | $\text{O}_2^{2-}$ | Íon peróxido                       | $\text{Pb}^{2+}$              | Íon chumbo(II) ou plumboso  |  |
|                           |                  | $\text{S}^{2-}$   | Íon sulfeto                        | $\text{Sn}^{2+}$              | Íon estanho(II) ou estanoso |  |
| 3+                        | $\text{Al}^{3+}$ | Íon alumínio      | $\text{Cr}^{3+}$                   | Íon cromo(III) ou crômico     |                             |  |
|                           |                  | $\text{N}^{3-}$   | Íon nitreto                        | $\text{Fe}^{3+}$              | Íon ferro(III) ou férrico   |  |
|                           |                  |                   |                                    | crômico                       |                             |  |

### 5.3 Sais

Sal é todo composto que em água se dissocia liberando um cátion diferente de  $\text{H}^+$  e um ânion diferente de  $\text{OH}^-$ . A reação de um ácido com uma base recebe o nome de neutralização ou salificação.

Sais são substâncias que em solução aquosa sofrem dissociação iônica, produzindo pelo menos um cátion diferente de  $H^+$  e um ânion diferente de  $OH^-$ .

### 5.3.2 Propriedades funcionais

- Possuem sabor azedo.
- Conduzem corrente elétrica quando em solução aquosa ou quando fundidos.
- Reagem com os ácidos, bases, outros sais e metais.
- Quase todos apresentam-se no estado sólido ou na forma de cristais.

### 5.3.3 Classificação dos sais

#### a) De acordo com a presença de oxigênio

- *Sais halóides* - não possuem oxigênio. Exemplos: NaI, KBr
- *Oxissais* - possuem oxigênio. Exemplos:  $CaCO_3$ ,  $MgSO_4$

#### b) De acordo com natureza dos íons

- **Sal normal** – é formado pela neutralização completa entre um ácido e uma base. Não possui nem  $H^+$  nem  $OH^-$ . Exemplo: NaCl
- **Hidrogenossal ou sal ácido** – é um sal que apresenta dois cátions, sendo um deles  $H^+$ , e somente um ânion. Exemplo:  $NaHCO_3$
- **Hidroxissal ou sal básico** – é um sal que apresenta dois ânions, sendo um deles  $OH^-$ , e somente um cátion. Exemplo:  $Ca(OH)_2$
- **Sal duplo ou sal misto** – é um sal que apresenta dois cátions diferentes (exceto  $H^+$ ) ou dois ânions diferentes (exceto  $OH^-$ ) e somente um cátion. Exemplos:  $CaClO$ ,  $NaLiSO_4$
- **Sal hidratado** – apresenta no retículo cristalino, moléculas de água em proporção definida. A água combinada dessa maneira chama-se água de cristalização, e a quantidade de moléculas de água é indicada, na nomenclatura do sal, por prefixos. Exemplo:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ .

#### c) Quanto à presença de água;

- *Hidratados*:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
- *Anidros*: NaCl, KCl,  $CaSO_4$

#### d) Quanto à presença Oxigênio;

- Oxissais:  $KNO_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $CaSO_4$

#### e) Quanto ao número de elementos;

- Binários:  $CaCl_2$ , KBr, NaCl
- Ternários:  $CaSO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$
- Quaternários: NaCNO,  $Na_4Fe(CN)_6$

### 5.3.4 Nomenclatura: Sal Normal

É obtida a partir da nomenclatura do ácido que originou o ânion participante do sal, pela mudança de sufixos.



Exemplos:

| Ácido de origem                                    | Ânion   | Cátion           | Sal   |
|--|---|------------------|---|
| HCl - clor <b>ídrico</b>                           | Cl <sup>-</sup> - clor <b>eto</b>               | Na <sup>+</sup>  | NaCl - clor <b>eto</b> de sódio                                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - sulfú <b>rico</b> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - sulfat <b>o</b> | Ca <sup>2+</sup> | CaSO <sub>4</sub> - sulfat <b>o</b> de cálcio                   |
| HNO <sub>2</sub> - nitros <b>o</b>                 | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - nitrit <b>o</b>  | Al <sup>3+</sup> | Al(NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> - nitrit <b>o</b> de alumínio |

## 5.4 Óxidos

Óxido é todo composto binário oxigenado, no qual o oxigênio é o elemento mais eletronegativo. Os compostos como OF<sub>2</sub> (Fluoreto de oxigênio) e O<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (difluoreto de oxigênio), não são considerados óxidos, pois o elemento flúor é mais eletronegativo do que o elemento oxigênio.

**Fórmula Geral:** E<sub>x</sub>O<sub>y</sub>

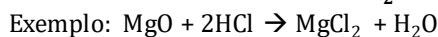
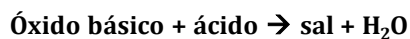
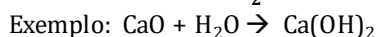
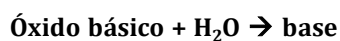
Exemplos: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

### 5.4.1 Classificação dos óxidos



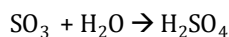
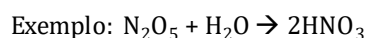
#### a) Óxidos Básicos

• São formados por metais alcalinos e alcalinos terrosos e reagem com água formando bases e com ácidos formando sal e água. São formados por metais alcalinos, alcalinos-terrosos e pelos demais metais com Nox baixo.



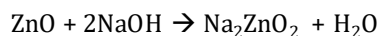
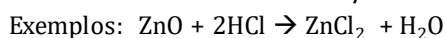
### b) Óxidos Ácidos (anidridos)

- São formados por ametais e reagem com água formando ácidos e com bases formando sal e água. São formados por não-metais e por certos metais com Nox elevado.



### c) Óxidos Anfóteros

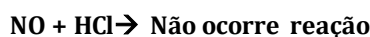
- São óxidos de caráter intermediário entre ácido e básico. Reagem com ácidos e bases formando sal e água.



- Alguns óxidos anfóteros:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$

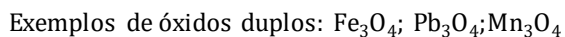
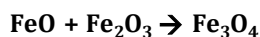
### d) Óxidos Indiferentes (neutros): CO, NO, N<sub>2</sub>O

- São todos de ligações covalentes e não reagem com base, ácido ou água; mas podem reagir com oxigênio.



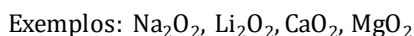
### e) Óxidos Duplos, Salinos ou Mistos

- São óxidos que, quando aquecidos, originam dois outros óxidos.



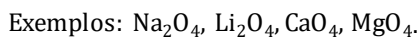
### f) Peróxidos

- São formados por metais alcalinos, alcalinos terrosos e hidrogênio e possuem oxigênio com Nox = -1.



### g) Superóxidos

- São formados por metais alcalinos, alcalinos terrosos e hidrogênio e possuem oxigênio com Nox = - 1/2.



## 5.4.2 Nomenclatura dos Óxidos

Existem várias maneiras de nomear os óxidos, sendo que as duas maneiras mais utilizadas serão mencionadas a seguir:

### a) Nomenclatura Geral (aplicada para todos os óxidos)

Considerando um óxido genérico do tipo  $\text{E}_x\text{O}_y$ , onde  $x$  é o índice do elemento ligado ao oxigênio e  $y$  é o número de oxigênios na fórmula.

Podemos dar um nome para esse óxido utilizando o seguinte esquema:

**prefixo + óxido de + prefixo + nome do elemento ligado ao oxigênio**

Prefixos: 1 → mon (é omitido quando se refere ao elemento ligado ao oxigênio)

2 → di      3 → tri      4 → tetra      5 → pent      6 → hexa      7 → hept

**prefixo + óxido de + nome do elemento ligado ao oxigênio**

$\text{CO}_2$  → dióxido de carbono

$\text{SO}_3$  → trióxido de enxofre

$\text{CO}$  → monóxido de carbono

$\text{P}_2\text{O}_5$  → pentóxido de difósforo

$\text{SO}_2$  → dióxido de enxofre

$\text{Br}_2\text{O}_7$  → heptóxido de dibromo

**b) Nomenclatura para óxidos de metais**

Para óxidos de metais com um único  $\text{NO}_x$  (metais alcalinos, alcalinos-terrosos, Zinco, Prata e Alumínio), pode-se dar o nome para eles pela seguinte regra:

**Óxido de nome do metal**

Exemplos:

$\text{Na}_2\text{O}$  → óxido de sódio

$\text{ZnO}$  → óxido de zinco

$\text{CaO}$  → óxido de cálcio

$\text{Al}_2\text{O}_3$  → óxido de alumínio

Para óxidos de metais com  $\text{No}_x$  variável (os demais óxidos), acrescenta-se o número de oxidação do metal em algarismos romanos.

Exemplos:

$\text{CuO}$  → óxido de cobre II

$\text{Cu}_2\text{O}$  → óxido de cobre I

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  → óxido de ferro III

$\text{FeO}$  → óxido de ferro II

Essa nomenclatura, na qual se utiliza os algarismos romanos para se expressar o  $\text{NO}_x$  do metal, é conhecida como Sistema Stock. O nome desse sistema foi dado em homenagem ao químico alemão Alfred Stock (1876-1946).

Também pode ser utilizada a nomenclatura que emprega as terminações ico e oso para os óxidos de mais elevado e mais baixo  $\text{nox}$  do metal, respectivamente. Essa nomenclatura, no entanto, obriga o aluno a conhecer os números de oxidação possíveis para cada metal.

Exemplos:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  → óxido férrico e  $\text{FeO}$  → óxido ferroso

**5.5 Propriedades e Aplicações das substâncias mais comuns: ácidos, bases, sais e óxidos.**

**5.5.1 Ácidos mais comuns do cotidiano:**

**a) Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )**

Ácido forte (altamente corrosivo). É o ácido mais importante na indústria e no laboratório, consumido em enormes quantidades na indústria petroquímica, na fabricação de papel, corantes e baterias de automóveis. O maior consumo de ácido sulfúrico é na fabricação de fertilizantes, como os superfosfatos e o sulfato de amônio.

É o ácido dos acumuladores de chumbo (baterias) usados nos automóveis.

É consumido em enormes quantidades em inúmeros processos industriais, como processos da indústria petroquímica, fabricação de papel, corantes, etc.

O ácido sulfúrico concentrado é um dos desidratantes mais enérgicos. O ácido sulfúrico "destrói" o papel, o tecido de algodão, a madeira, o açúcar e outros materiais devido à sua enérgica ação desidratante. O ácido sulfúrico



concentrado tem ação corrosiva sobre os tecidos dos organismos vivos também devido à sua ação desidratante. Produz sérias queimaduras na pele. Por isso, é necessário extremo cuidado ao manusear esse ácido.

As chuvas ácidas em ambiente poluído com dióxido de enxofre contêm H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e causam grande impacto ambiental.

#### **b) Ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)**

Os seus sais (fosfatos) têm grande aplicação como fertilizantes na agricultura. É usado como aditivo em alguns refrigerantes.

#### **c) Ácido fluorídrico (HF)**

Tem a particularidade de corroer o vidro, devendo ser guardado em frascos de polietileno. Em virtude de possuir a propriedade de corrosão, o ácido fluorídrico é usado para gravar sobre vidro. Os vidros de automóveis têm uma numeração na parte inferior, esta é gravada com o auxílio desse ácido.

#### **d) Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>)**

Depois do ácido sulfúrico, o ácido nítrico é o ácido mais fabricado e mais consumido na indústria. Seu maior consumo é na fabricação de explosivos, como nitroglicerina (dinamite), trinitrotolueno (TNT), trinitrocelulose (algodão pólvora). O ácido nítrico concentrado é um líquido muito volátil; seus vapores são muito tóxicos. É um ácido muito corrosivo e, assim como o ácido sulfúrico, é necessário muito cuidado para manuseá-lo.

É usado na fabricação do salitre (NaNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>) e da pólvora negra (salitre + carvão + enxofre).

As chuvas ácidas em ambientes poluídos com óxidos do nitrogênio contêm HNO<sub>3</sub> e causam sério impacto ambiental. Em ambientes não poluídos, mas na presença de raios e relâmpagos, a chuva também contêm HNO<sub>3</sub>, mas em proporção mínima.

#### **e) Ácido clorídrico (HCl)**

O ácido clorídrico é encontrado em n osso organismo no suco gástrico. É um reagente muito usado na indústria e no laboratório.

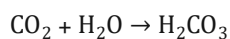
O ácido clorídrico comercial é conhecido com o nome de ácido muriático. É usado na limpeza de edifícios após a sua caiação, para remover os respingos de cal. Usado também na limpeza de superfícies metálicas antes da soldagem dos metais.

#### **f) Ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH)**

É o ácido componente do vinagre, tempero indispensável na cozinha, usado no preparo de saladas e maioneses. Muito utilizado também em laboratórios.

#### **g) Ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

É o ácido das águas minerais gaseificadas e dos refrigerantes. As águas e refrigerantes gaseificados têm seu diferencial (mais refrescante) graças a este ácido. Ele é formado na reação do gás carbônico com a água:



### **5.5.2 Bases mais comuns na química do cotidiano:**

#### **a) Hidróxido de sódio - NaOH**

É a base mais importante da indústria e do laboratório. Substância fabricada e consumida em grandes quantidades. Como não existe hidróxido de sódio livre na natureza, sua obtenção se dá pela eletrólise (decomposição por corrente elétrica) de solução aquosa de sal de cozinha (NaCl). A substância hidróxido de sódio é muito usada em processos industriais na petroquímica e na fabricação de papel, celulose, corantes, etc. É uma substância muito corrosiva e exige muito cuidado ao ser manuseado.

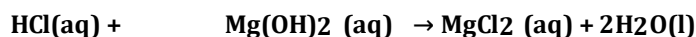
A soda cáustica como é conhecida comercialmente, é utilizada em produtos para desentupir ralos, pias e limpa forno e também para fabricação do sabão.

#### **b) Hidróxido de cálcio - Ca (OH)<sub>2</sub>**

Substância muito conhecida como cal hidratada ou cal extinta ou cal apagada. O hidróxido de cálcio é uma substância muito utilizada na construção civil no preparo da argamassa, usada na alvenaria, e na caiação (pintura a cal).

**c) Hidróxido de magnésio – Mg (OH)<sub>2</sub>**

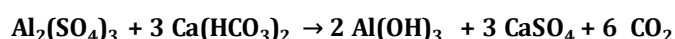
É um sólido branco pouco solúvel em água. Quando disperso em água, origina um líquido espesso, denominado de *suspensão*, que contém partículas sólidas misturadas à água. Conhecido como *leite de magnésia* e utilizado como laxante e antiácido.



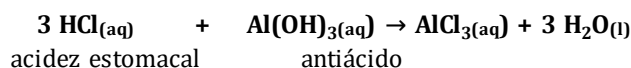
**d) Hidróxido de alumínio – Al (OH)<sub>3</sub>**

É um sólido gelatinoso insolúvel na água e é a base utilizada no tratamento da água.

O hidróxido de alumínio formado na superfície, como um precipitado gelatinoso, arrasta as impurezas sólidas para o fundo do tanque, no processo denominado decantação.

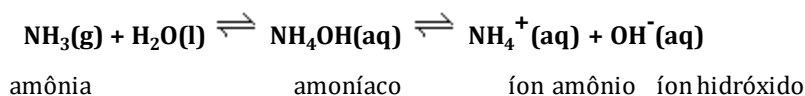


Substância utilizada como medicamento com ação de antiácido estomacal (Pepsamar, Natusgel, Gelmax, etc) pois neutraliza o excesso de HCl no suco gástrico.



**e) Hidróxido de amônio – NH<sub>4</sub>OH**

Substância obtida a partir do borbulhamento da amônia (NH<sub>3</sub>) em água, originando uma solução conhecida comercialmente como *amoníaco*;



Substância muito utilizada em produtos de limpeza doméstica tais como: Ajax, Fúria, Pato, Veja, etc., e também na fabricação de sais de amônio, empregados na agricultura e como explosivos.

### 5.5.3 Sais mais comuns na química do cotidiano

**a) Cloreto de sódio (NaCl)**

Conhecido como sal de cozinha e muito utilizado no dia-a-dia em geral na alimentação, conservação da carne, do pescado e de peles. Ainda utilizado na obtenção de misturas refrigerantes, onde a mistura gelo + NaCl(s) pode atingir até -22°C.

Em medicina tem sua aplicação no soro fisiológico (solução aquosa contendo 0,92% de NaCl), no combate à desidratação.

**b) Nitrato de sódio (NaNO<sub>3</sub>)**

Utilizado como fertilizante na agricultura e na fabricação da pólvora (carvão, enxofre, salitre).

**c) Carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

Utilizado na fabricação do vidro comum (maior aplicação) e na fabricação de sabões.

**d) Bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>)**

Comercialmente conhecido como antiácido estomacal, pois neutraliza o excesso de HCl do suco gástrico. Muito usado na fabricação de fermento químico proporcionando o crescimento da massa (bolos, bolachas, e outros), devido à liberação do CO<sub>2</sub>.

Na fabricação de extintores de incêndio (extintores de espuma), o bicarbonato de sódio e o ácido sulfúrico estão em compartimentos separados. Quando o extintor é acionado, o  $\text{NaHCO}_3$  mistura-se com o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , com o qual reage produzindo uma espuma, com liberação de  $\text{CO}_2$ . Estes extintores não podem ser usados para apagar o fogo em instalações elétricas porque a espuma é eletrolítica (conduz corrente elétrica).

**e) Fluoreto de sódio (NaF)**

É usado na prevenção de cáries dentárias (anticárie), na fabricação de pastas de dentes e na fluoretação da água potável.

**f) Carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ )**

O carbonato de cálcio é encontrado na natureza constituindo o calcário e o mármore. Usado na fabricação de  $\text{CO}_2$  e cal viva ( $\text{CaO}$ ), a partir da qual se obtém cal hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Também usado na fabricação do vidro comum e do cimento Portland.

Sob a forma de mármore é usado em pias, pisos, escadarias, etc.

**g) Sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ )**

Fabricação de giz escolar. O gesso é uma variedade de  $\text{CaSO}_4$  hidratado, muito usado em Ortopedia e na construção civil.

#### 5.5.4 Óxidos mais comuns na química do cotidiano

**a) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )**

É um gás incolor, inodoro, mais denso que o ar. Não é combustível e nem comburente, por isso, é usado como *extintor de incêndio*. É o gás usado nos refrigerantes e nas águas minerais gaseificadas.

O  $\text{CO}_2$  sólido, conhecido por *gelo seco*, é usado para produzir baixas temperaturas.

Atualmente, o teor em  $\text{CO}_2$  na atmosfera tem aumentado e esse fato é o principal responsável pelo chamado *efeito estufa*.

**b) Monóxido de Carbono (CO)**

É um gás incolor extremamente tóxico e um sério poluente do ar atmosférico. Forma-se na queima incompleta de combustíveis como álcool (etanol), gasolina, óleo, diesel, etc.

A quantidade de monóxido de carbono lançado na atmosfera pelo escapamento dos automóveis, caminhões, ônibus, etc. cresce na seguinte ordem em relação ao combustível usado: álcool < gasolina < óleo diesel.

A gasolina usada como combustível contém certo teor de álcool (etanol), para reduzir a quantidade de CO que é lançada na atmosfera e, com isso, diminuir a poluição do ar, ou seja, diminuir o impacto ambiental.

**c) Dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ )**

É um gás incolor, tóxico, de cheiro forte e irritante. O  $\text{SO}_2$  é um sério poluente atmosférico e um dos principais poluentes do ar, em regiões onde há fábricas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

A gasolina, óleo diesel e outros combustíveis derivados do petróleo contêm compostos do enxofre. Na queima desses combustíveis, forma-se o  $\text{SO}_2$  que é lançado na atmosfera. O óleo diesel contém maior teor de enxofre do que a gasolina e, por isso, o impacto ambiental causado pelo uso do óleo diesel, como combustível, é maior do que o da gasolina.

O dióxido de enxofre lançado na atmosfera se transforma em  $\text{SO}_3$  que se dissolve na água de chuva constituindo a *chuva ácida*, causando um sério impacto ambiental e destruindo a vegetação.

**d) Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ )**

Gás produzido em motores de explosão dos automóveis, caminhões, etc., devido à temperatura muito elevada. O nitrogênio e oxigênio do ar se combinam resultando em óxidos do nitrogênio, particularmente  $\text{NO}_2$ , que poluem a atmosfera.

O  $\text{NO}_2$  liberado dos escapamentos reage com o  $\text{O}_2$  do ar produzindo  $\text{O}_3$  (ozônio), que é outro sério poluente atmosférico.

Os óxidos de nitrogênio existentes na atmosfera, dissolvem-se na água produzindo ácido nítrico, originando assim a *chuva ácida*, que também causa sério impacto ambiental.

### e) Óxido de cálcio (CaO)

É um dos óxidos de maior aplicação. Não é encontrado na natureza e pode ser obtido industrialmente por pirólise de calcário.

Utilizado na fabricação de cal hidratada ou  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , na preparação da argamassa usada no assentamento de tijolos e revestimento das paredes e para pintura a cal (caiação).

## 5.6 Propriedades e Aplicações dos metais: Alumínio, cobre e ferro

### 5.6.1 Alumínio

O **Alumínio** é o terceiro elemento em abundância na natureza, sendo o *Oxigênio* o primeiro e o *Silício* o segundo. Como elemento metálico, perde somente para o metal Silício.

Em temperatura ambiente ele está no estado sólido, ou seja, tem volume e forma definido.

O alumínio é um metal extraído da bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  hidratado) e por eletrólise do óxido de alumínio fundido. O alumínio ocorre na forma de um minério chamado bauxita, que por sua vez contém alumina, um composto do metal com oxigênio.



Bauxita

É um metal leve, macio, resistente, condutor de eletricidade, tem uma coloração cinza prateado (isso devido a sua fina camada de proteção superficial natural), resiste muito bem à corrosão (oxidação) e possui baixo ponto de fusão ( $660\text{ }^\circ\text{C}$ ), se comparado ao ferro (PF  $1.535\text{ }^\circ\text{C}$ ) e ao cobre (PF  $1.083\text{ }^\circ\text{C}$ ), por exemplo.

Além disso, não é tóxico, não é magnético e não gera faíscas quando atritado. É o segundo metal mais maleável perdendo somente para o ouro (PF  $1.064\text{ }^\circ\text{C}$ ), é o sexto metal mais dúctil e é um bom condutor de calor, sendo utilizado inclusive, em muitas aplicações industriais, como dissipador de calor.

O metal alumínio é um metal relativamente novo para a humanidade, pois ainda não completou sequer 200 anos de seu descobrimento.

Hoje, utiliza-se cada vez mais o metal alumínio em aplicações industriais, pois ele enquadra-se bem quando ligado com outros elementos. Em aplicações tais como aeronáutica e automobilística a sua participação é cada vez maior, pois nestes ramos a busca contínua por redução de peso, sem o detrimento da resistência, é constante e o metal alumínio enquadra-se muito bem. A redução de peso nestes ramos proporciona economia de combustível e um aumento na autonomia dos veículos. É neste ponto que o metal alumínio se enquadra muito bem, pois vem substituindo o ferro (aços) em muitas peças, inclusive no motor e chaparia de carros.

O alumínio vem substituindo sistematicamente a madeira na construção civil, pois é mais leve que a madeira, não apodrece, não deforma, não apresenta cheiro (mofo), aceita pintura, anodização e polimento, pois não proliferam fungos, bolores e insetos, oferecendo muitas possibilidades estéticas aos técnicos e projetistas.

Usam-se cada vez mais cabos de alumínio, por ser mais barato e mais leve que o cobre, reduzindo consideravelmente o custo de Obras e instalações elétricas.

Por ser muito mais resistente do que o ferro quanto à corrosão, o metal alumínio vem aumentando a sua aplicação na fabricação de máquinas e equipamentos. Além disso, o peso em algumas situações é um fator fundamental e até determinante na fabricação de máquinas e equipamentos, o metal alumínio atende bem esta necessidade, pois possui uma densidade aproximadamente  $1/3$  da densidade do ferro, deixando as máquinas e equipamentos mais leves, principalmente quando está em jogo o deslocamento a longas distâncias e elevadas alturas (em cima de prédios, por exemplo).

Outra aplicação importante para o alumínio é sua utilização para embalar, envolver e proteger os alimentos e bebidas. O maior exemplo disso são as latinhas de alumínio recicláveis, condicionam perfeitamente as bebidas, isolando-as e protegendo-as até chegar ao consumidor final. Após a sua utilização, são destinadas a reutilização e reciclagem devido ao seu valor comercial, voltando inúmeras vezes ao ciclo de consumo e utilização, já que o metal

alumínio pode ser reciclado inúmeras vezes sem perder as suas propriedades. Outro exemplo disso são os papéis alumínio e como esses dois, existem muitos outros.

### 5.6.2 Cobre

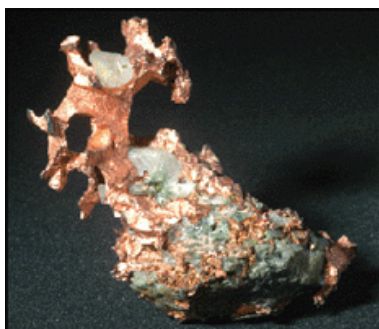
O cobre é um material metálico que vem sendo utilizado desde os primórdios da humanidade, na utilização de ferramentas, recipientes, armas e muitos outros, ganhando uma era toda com o seu nome e outra com o nome de uma liga composta por este. O cobre faz parte da vida de todos, pois, é material indispensável para fiação elétrica, já que é um excelente condutor e tem resistência à corrosão. É bastante utilizado na construção civil. É reciclável.

O elemento de transição **cobre** é um metal de coloração vermelha discretamente amarelada, com um brilho levemente opaco de aspecto agradável, está localizado no grupo I-B da tabela periódica, possui número atômico 29, massa atômica 63,55 g mol<sup>-1</sup>; ponto de fusão de 1038°C, ponto de ebulição 2927°C, é um metal macio, maleável e dúctil. O símbolo químico do metal é Cu, originado do latim “*cuprum*”, em alusão ilha do Chipre onde se acredita ter sido encontrado pela primeira vez. É um elemento metálico de cor vermelho-pardo, brilhante, maleável e dúctil, mais pesado que o níquel e mais duro que o ouro e a prata.

Símbolo químico: **Cu**

Ponto de fusão: **1.083° C**

Densidade: **8,94**



**Minério de Cobre**

<http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/cobre/> disponível em 04/06/2017

É encontrado na natureza na forma de calcopirita CuFeS<sub>2</sub>, principalmente, existem outros, porém este apresenta um teor mais alto do metal, além de ser um dos metais que podem ser encontrados em estado elementar.

Possui estrutura cristalina, cúbica e de face centrada. É muito bom condutor de eletricidade e calor, apresenta alto grau de dureza e é resistente à corrosão.

A chave para entender o uso intensivo do cobre por parte da humanidade está em suas propriedades básicas: é um metal maleável, com grande resistência à corrosão, de uma cor atrativa, com alta condutibilidade térmica e elétrica, ideal para a transmissão de dados, não é magnético e é totalmente reciclável. Estas propriedades são transmitidas às ligas que utilizam cobre. Uma é o bronze, um material de grande resistência, resultado da combinação do cobre com o estanho. A outra é o latão, união do cobre com o zinco, fácil de manipular e resistente à corrosão. Outra liga é a de cobre-níquel, muito usada em aplicações marítimas devido a sua excelente resistência à corrosão e às incrustações.

As instalações telefônicas e telegráficas, as centrais hidrelétricas, os motores, os dínamos, os transformadores, os aparelhos de rádio, os cabos, os fios absorvem, hoje, uma quantidade enorme de cobre puro, que não pode ser substituído na maior parte dos casos, por nenhum outro metal. E como as aplicações elétricas se multiplicam, os pedidos de cobre se tornam sempre mais prementes. Em proporções mais modestas, ele é usado puro ou em liga, nas indústrias mecânicas (automóveis, locomotivas), nas bélicas e nas construções, e, além disso, sob forma de compostos (sulfuretos e óxidos), nas indústrias químicas.

Devido à grande utilização e exploração do cobre, as jazidas estão se extinguindo e a busca por novas jazidas passa a ser uma grande necessidade. A produção de cobre exige uma série de operações complexas, e o mineral extraído é muito pobre de metal.

O cobre pode conter elementos como prata, arsênio, cromo, zircônio, cádmio, ferro ou fósforo. Estes elementos aumentam as propriedades mecânicas, especialmente a resistência à tração. Cobre é utilizado para aplicações especiais tais como molas, contatos, eletrodos de solda, materiais condutores, projetos elétricos, etc.

### 5.6.3 Ferro

O ferro é um elemento químico de número atômico igual a 26, massa molar de 55,845 g/mol, ponto de fusão de 1535 °C e ponto de ebulição de 2862 °C. Esse metal é de muita importância em nossa sociedade, pois existem os

mais diversos objetos que contêm ferro em sua constituição. Ele pode estar na sua forma pura ou formando a liga metálica chamada de aço (formada por aproximadamente 98,5% de ferro, 0,5 a 1,7% de carbono e traços de silício, enxofre e oxigênio).

Apesar de ser o quarto elemento mais abundante na crosta terrestre, não se encontra o ferro isolado na natureza, mas somente em minérios, sendo que os principais são: hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – imagem abaixo), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), siderita ( $\text{FeCO}_3$ ), limonita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) e pirita ( $\text{FeS}_2$ ).

A partir desses minérios, é possível produzir o metal ferro. Essa obtenção de um metal por meio de seus minérios é feita com vários elementos, tais como o alumínio, o cobre, o titânio e o manganês; e esse processo é estudado pela área da **metalurgia**. Um ramo da metalurgia que cuida somente da obtenção do ferro e do aço é a **siderurgia**, e o principal minério utilizado é a hematita, como no caso da imagem abaixo:



Hematita, um minério de ferro

Produção de ferro a

partir da hematita em siderurgia

<<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/ferro.htm>>. Acesso em 04 de junho de 2017.

O ferro, ou melhor, o **íon ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ )**, é muito importante para a nossa saúde e manutenção da vida. É esse íon que mantém as hemoglobinas de nosso sangue funcionando e possibilita que consigam extrair oxigênio do ar quando o sangue passa pelos pulmões, para assim distribuí-lo por todo nosso corpo. O perfeito funcionamento do cérebro também depende do íon ferro.

Por isso, eles são tão aplicados em nosso cotidiano, principalmente na construção civil. Por exemplo, para se construir prédios de vários andares como vemos hoje nos grandes centros urbanos, usa-se o **concreto armado**, que é o concreto com estruturas em aço. É o aço que fornece a resistência que a estrutura precisa ter para aguentar forças perpendiculares, como os ventos.

## Exercícios de Fixação

1) O átomo é uma partícula esférica, maciça e indivisível. Tal afirmativa refere-se ao modelo atômico proposto por:

- a) Rutherford
- b) Bohr
- c) Thomson
- d) Dalton

2) Faça a associação:

- |                |   |
|----------------|---|
| 1 - Bohr       | ( ) o átomo é maciço  |
| 2 - Rutherford | ( ) distribuiu os elétrons em ordem crescente de energia          |
| 3 - Dalton     | ( ) retornando ao nível de energia normal o elétron emite energia |
| 4 - Pauling    | ( ) o átomo apresenta espaços vazios                              |

A numeração correta, de cima para baixo, é:

- a) 3, 4, 1, 2
- b) 4, 1, 2, 3
- c) 2, 3, 1, 4
- d) 3, 1, 4, 2

3) Utilizando-se a Tabela Periódica dos Elementos, é possível identificar determinadas substâncias encontradas na natureza. Considere uma substância com as seguintes características:

- I- Simples
- II- Diatômica
- III- Presente na atmosfera
- IV- Constituída por átomos da coluna ou família VI A (calcogênios)

Essa substância corresponde ao gás:

- a)  $\text{CO}_2$ .
- b)  $\text{N}_2$ .
- c)  $\text{O}_3$ .
- d)  $\text{O}_2$

4) (CEFET-MG – 2015- modificado) O ácido sulfúrico é um importante produto industrial utilizado na fabricação de fertilizantes, no processamento de minérios, entre outras aplicações. A fórmula química que representa a composição dessa substância é

- a)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- c)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .
- d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

5) (CEFET-MG) Um dos elementos químicos mais letais está localizado no sexto período da tabela periódica e faz parte da família dos calcogênios. Tal elemento é altamente radioativo, sendo obtido por mecanismos artificiais, ou ainda encontrado na superfície da Terra. O que nos deixa mais seguros é que sua obtenção anual estimada gira em torno de apenas 100 g. O elemento químico descrito é o

- a) At.   b) Cs.   c) Po.   d) Te.

6)(PUC-RS) O átomo, na visão de Thomson, é constituído de:

- a) níveis e subníveis de energia
- b) cargas positivas e negativas
- c) núcleo e eletrosfera
- d) grandes espaços vazios
- e) orbitais

7) ( CEFET-MG) A tabela indica a composição de algumas espécies químicas.

| ESPÉCIES | Nº DE PRÓTONS | Nº DE NÊUTRONS | Nº DE ELÉTRONS |
|----------|---------------|----------------|----------------|
| I        | 6             | 6              | 6              |
| II       | 6             | 8              | 6              |
| III      | 17            | 18             | 18             |
| IV       | 19            | 21             | 18             |

Com relação a esses dados, é **correto** afirmar que

- a) I e IV são isótopos.
- b) II e III são isótonos.
- c) I e II são eletricamente neutros.
- d) III e IV pertencem ao mesmo elemento químico.

8)(IFMG – 2010) Os recentes “apagões” verificados no Brasil, sobretudo no Rio de Janeiro, mostram a grande dependência da sociedade atual em relação a energia elétrica. O fenômeno da eletricidade só pode ser explicado, no final do século XIX, por meio de experiências em tubos, contendo um pólo positivo e outro negativo, sob vácuo. Tais experimentos resultaram no modelo atômico de:

- a) Bohr
- b) Dalton
- c) Rutherford
- d) Thomson

9) (UFMA) Em um átomo com 22 elétrons e 26 nêutrons, seu número atômico e número de massa são, respectivamente:

- a) 22 e 26
- b) 26 e 48
- c) 26 e 22
- d) 48 e 22
- e) 22 e 48

10) (UFG-GO) O número de prótons, nêutrons e elétrons representados por  ${}_{138}\text{Ba}^{562+}$  é, respectivamente:

- a) 56, 82 e 56
- b) 56, 82 e 54
- c) 56, 82 e 58
- d) 82, 138 e 56

11) (UFPE) Isótopos radioativos de iodo são utilizados no diagnóstico e tratamento de problemas da tireóide, e são, em geral, ministrados na forma de sais de iodeto.

O número de prótons, nêutrons e elétrons no isótopo 131 do iodeto  ${}^{131}_{53}\text{I}^-$ , são, respectivamente:

- a) 53, 78 e 52
- b) 53, 78 e 54
- c) 53, 131 e 53
- d) 131, 53 e 131
- e) 52, 78 e 53

12) O número de prótons, de elétrons e de nêutrons do átomo  ${}_{17}\text{Cl}^{35}$  é, respectivamente:

- a) 17, 17, 18
- b) 35, 17, 18
- c) 17, 18, 18
- d) 17, 35, 35
- e) 52, 35, 17

13) Entre as espécies químicas  ${}_{5}\text{B}^9$ ,  ${}_{5}\text{B}^{10}$ ,  ${}_{5}\text{B}^{11}$  e  ${}_{6}\text{C}^{10}$ ,  ${}_{6}\text{C}^{12}$ ,  ${}_{6}\text{C}^{14}$ , as que representam átomos cujos núcleos possuem 6 nêutrons são:

- a)  ${}_{6}\text{C}^{10}$  e  ${}_{6}\text{C}^{12}$
- b)  ${}_{5}\text{B}^{11}$  e  ${}_{6}\text{C}^{12}$
- c)  ${}_{5}\text{B}^{10}$  e  ${}_{5}\text{B}^{11}$
- d)  ${}_{5}\text{B}^9$  e  ${}_{6}\text{C}^{14}$
- e)  ${}_{6}\text{C}^{14}$  e  ${}_{5}\text{B}^{10}$

14) Em um átomo com 22 elétrons e 26 nêutrons, seu número atômico e número de massa são, respectivamente:

- a) 22 e 26
- b) 26 e 48
- c) 26 e 22
- d) 48 e 22
- e) 22 e 48

15) O íon  ${}_{24}^{52}\text{Cr}^{3+}$ , presente no rubi, apresenta:

- a) 27 prótons.
- b) 27 elétrons.
- c) 52 nêutrons.
- d) 21 prótons.
- e) 21 elétrons.



16) No mar existem vários sais dissolvidos, como cloreto de sódio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio etc. Também podemos encontrar sais não dissolvidos na água, como, por exemplo, o carbonato de cálcio, que forma os corais e conchas. As **FÓRMULAS** dos diferentes compostos descritos no enunciado acima, são, respectivamente:

- a) NaCl, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e CaCO<sub>3</sub>.
- b) NaCl, MnSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, MnCl<sub>2</sub> e CaSO<sub>3</sub>.
- c) CaCl<sub>2</sub>, MnSO<sub>4</sub>, HCl, MnCl<sub>2</sub> e CaSO<sub>3</sub>.
- d) CaCl<sub>2</sub>, MnSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub> e CaCO<sub>3</sub>.
- e) NaCl, MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O e CaCO<sub>3</sub>.

17) O estômago produz o suco gástrico de caráter ácido para digerir os alimentos ingeridos pelo indivíduo, porém em alguns casos, tais como doença ou stress, há uma produção excessiva de suco podendo causar a gastrite ou úlcera. Em casos de produção excessiva, além de uma mudança na dieta alimentar o médico poderá indicar uma medicação de caráter básico, tendo como **PRODUTO** da ingestão do medicamento um

- a) Ácido e base.
- b) Óxido neutro e água.
- c) Sal e óxido neutro.
- d) Sal e água.

18) Todos os compostos abaixo têm caráter ácido, **EXCETO**

- a) CO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>.
- b) CO<sub>2</sub>, CaO, SO<sub>2</sub>.
- c) CO<sub>2</sub>, HNO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>.
- d) H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>.

19) Um procedimento inadequado para a limpeza de pisos de mármore é a utilização de ácido muriático (nome comercial de uma solução de ácido clorídrico de aproximadamente 0,1 mol L<sup>-1</sup>.) A reação do carbonato de cálcio, principal constituinte do mármore, com ácido clorídrico leva ao desgaste do piso, como mostra a reação representada abaixo:



De acordo com o exposto acima podemos afirmar, **EXCETO**

- a) O carbonato de cálcio apresenta caráter básico.
- b) O HCl corresponde ao ácido clorídrico.
- c) O CaCl<sub>2</sub> corresponde a um sal de caráter ácido.
- d) A reação corresponde a uma neutralização.

20) O carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) está presente em algumas pedras como o mármore e, quando extremamente puro, apresenta cor branco-neve. É o caso do mármore carrara usado pelos artistas em suas esculturas. A **FUNÇÃO QUÍMICA** do carbonato de cálcio é

- a) óxido básico.
- b) ácido.
- c) sal.
- d) base.

21) No meio urbano ocorre diariamente uma grande emissão de gases poluentes, dentre eles temos o Dióxido de carbono, Dióxido de enxofre, Trióxido de enxofre, Monóxido de carbono entre outros.

O poluente citado acima que ao reagir com água, **FORMA** o ácido sulfúrico é

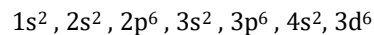
- a) Dióxido de carbono.
- b) Trióxido de enxofre.
- c) Monóxido de carbono.
- d) Dióxido de enxofre.

22) Com relação à estrutura do átomo, podemos afirmar, **EXCETO**:

- a) A massa do átomo está concentrada no seu núcleo.

- b) O número de massa de um elemento é igual ao número de prótons + número de nêutrons.  
c) Não existe elementos diferentes com o mesmo numero de prótons.  
d) Toda espécie neutra apresenta o número de nêutrons igual ao de elétrons.

23) Um determinado elemento neutro apresenta a seguinte distribuição eletrônica



Em relação ao elemento acima, podemos afirmar, **EXCETO**

- a) A distribuição eletrônica corresponde ao estado fundamental do Ferro.  
b) Ele apresenta quatro níveis de energia preenchidos.  
c) O seu nível e subnível mais energético é o  $4s^2$ .  
d) O seu nível de valência é o quarto nível.

24) Foi pedido à um aluno que determinasse qual elemento apresentava as seguintes características :

- É um metal de transição interna
- Possui o  $d^3$  como último subnível preenchido.
- Apresenta até o sexto nível de energia preenchido.

O **ELEMENTO** que corresponde a essas características, é

- a) Titânio.  
b) Tântalo  
c) Cromo.  
d) Escândio.

25) Observe a seguinte distribuição eletrônica:  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^6$

Sabendo que esta distribuição corresponde a um cátion bivalente, o **ELEMENTO** que apresenta esta distribuição é:

- a) K.  
b) Cr.  
c) Ar.  
d) Fe.

26) O carbono de ocorrência natural consiste de três isótopos  $C^{14}$ ,  $C^{13}$  e  $C^{12}$ . Quantos **NÊUTRONS** cada um desses isótopos possui, respectivamente?

- a) 06, 07 e 08.  
b) 07, 08 e 06.  
c) 08, 07 e 06.  
d) 07, 06 e 08.

27) A construção de um modelo atômico tem como finalidade dar suporte ao entendimento de certos fenômenos e experimentos , por esta razão, cada modelo atômico existente, surgiu para explicar um fato novo, por este motivo não podemos dizer que um modelo é certo ou errado, podemos apenas dizer que determinado modelo é capaz ou não de explicar certo fenômeno.

As alternativas indicam um determinado fenômeno que pode ser satisfatoriamente explicado por um certo modelo, **EXCETO**

- a) A emissão de raios catódicos em uma ampola - Modelo de Thomsom.  
b) A formação de espectros descontínuos pelos átomos - Modelo de Bohr.  
c) A atração de corpos atritados - Modelo de Dalton.  
d) O funcionamento de um televisor convencional - Modelo de Thomsom.

28) A **OPÇÃO** que contém um halogênio, um calcogênio e um metal alcalino respectivamente é

- a) Sódio, Magnésio e Flúor.  
b) Potássio, Cloro e Enxofre.  
c) Bromo, Selênio e Césio.  
d) Iodo, Silício e Frâncio.

29) (CEFET-MG) Na sociedade moderna, algumas substâncias se destacam pela sua aplicação, ou mesmo devido aos impactos ambientais causados pela sua produção.

No que diz respeito aos compostos seguintes, é INCORRETO afirmar que o

- a) dióxido de carbono é o principal responsável pela basicidade da água.
- b) cobre é usado na fabricação de fios devido à sua condutividade elétrica.
- c) óxido de cálcio pode ser utilizado na agricultura para corrigir a acidez do solo.
- d) hidróxido de sódio é uma substância básica empregada na produção de sabão.

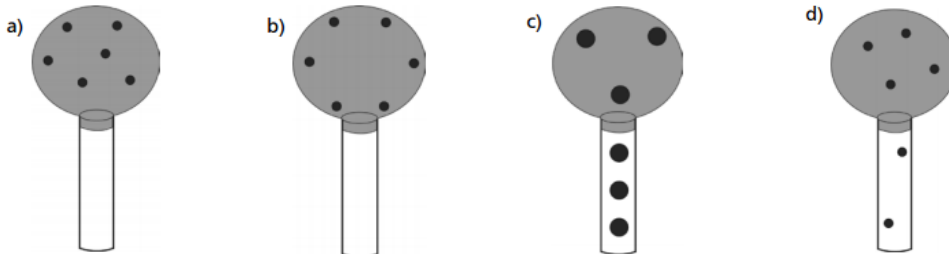
## QUESTÕES PROVAS ANTERIORES CEFET/MG

Ano 2016

QUESTÃO 37. Imagine que um tubo de ensaio preenchido com um gás tenha uma de suas extremidades conectada a um balão de borracha vazio que se expande após o aquecimento do tubo. Além disso, considere que as moléculas do gás são representadas por esferas pretas, evidenciadas abaixo:

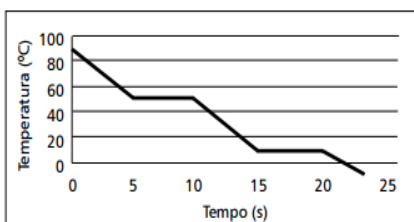
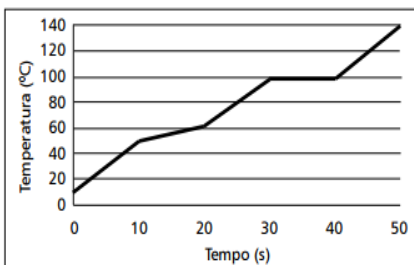


A figura que esquematiza o comportamento das moléculas do gás após o aquecimento é



QUESTÃO 38.

Observe os dois gráficos de variação da temperatura ao longo do tempo, disponibilizados abaixo:



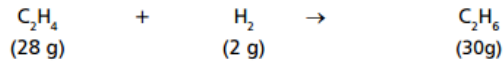
Um dos gráficos corresponde ao perfil de uma substância pura e o outro, ao perfil de uma mistura.

O período de tempo que a substância pura permanece **totalmente líquida** e a **temperatura de ebulição da mistura**, respectivamente, são

- a) 5s e 10°C.
- b) 5s e 100°C.
- c) 10s e 50°C.
- d) 10s e 60°C.

QUESTÃO 39. Observe a equação química a seguir:

Observe a equação química a seguir:



A comparação entre as massas do produto e dos reagentes relaciona-se à Lei de

- a) Bohr.
- b) Dalton.
- c) Lavoisier.
- d) Rutherford.

QUESTÃO 40. Sobre as propriedades do íon sulfeto ( ${}_{16}^{32}\text{S}^{2-}$ ), marque (V) para verdadeiro ou (F) para falso.

- ( ) Contém 14 elétrons.
- ( ) Contém 16 nêutrons.
- ( ) Apresenta massa atômica igual a 30.
- ( ) Apresenta número atômico igual a 18.

A sequência correta é:

- a) F, V, F, F.
- b) F, F, V, F.
- c) F, F, V, V.
- d) V, V, F, F.

QUESTÃO 41. Utilizando-se a Tabela Periódica dos Elementos, é possível identificar determinadas substâncias encontradas na natureza. Considere uma substância com as seguintes características:

- I- Simples
- II- Diatômica
- III- Presente na atmosfera
- IV- Constituída por átomos da coluna ou família VI A (calcogênios)

Essa substância corresponde ao gás

- a)  $\text{CO}_2$ .
- b)  $\text{N}_2$ .
- c)  $\text{O}_3$ .
- d)  $\text{O}_2$ .

QUESTÃO 42. O ácido sulfúrico é um importante produto industrial utilizado na fabricação de fertilizantes, no processamento de minérios, entre outras aplicações. A sua composição pode ser representada de diferentes formas, entre elas o modelo a seguir: A fórmula química que representa a composição dessa substância é

- a)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- c)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .
- d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

### Ano 2015

QUESTÃO 37. Os estados de agregação das partículas de um material indeterminado possuem algumas características diferentes, conforme mostra a Figura 1. Por outro lado, as mudanças de estado físico desse mesmo material são representadas por meio de uma curva de aquecimento que correlaciona valores de temperatura com a quantidade de energia fornecida sob a forma de calor, apresentada na Figura 2.

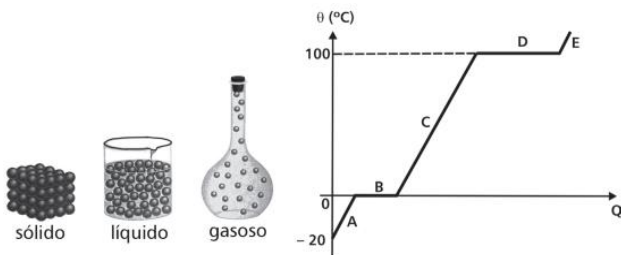


Figura 1

Figura 2

Uma relação entre os dados da Figura 2 e os estados de agregação da Figura 1 permite estabelecer que

- a) B – gasoso, D – líquido, E – sólido.
- b) A – sólido, C – líquido, E – gasoso.
- c) A – sólido, B – líquido, C – gasoso.
- d) C – sólido, D – líquido, E – gasoso.

QUESTÃO 38. Após uma aula de revisão sobre processos de separação de misturas, um professor de Química lançou um desafio aos alunos: “Considerem uma mistura contendo três componentes sólidos e proponham um modo de separá-los”. Para tanto, utilizem o quadro seguinte que contém algumas características dos constituintes dessa mistura.

| Substâncias | Solubilidade em água fria | Solubilidade em água quente | Magnetismo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|------------|
| A           | insolúvel                 | insolúvel                   | sim        |
| B           | solúvel                   | solúvel                     | não        |
| C           | insolúvel                 | solúvel                     | não        |

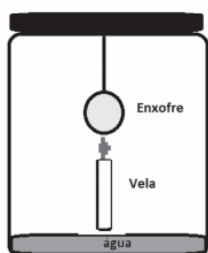
A sequência correta de processos para a separação de cada um dos componentes da mistura é

- adição de água fria, filtração, evaporação e catação.
- separação magnética, adição de água fria, filtração e destilação.
- adição de água quente, filtração à quente, evaporação e separação magnética.
- separação magnética, adição de água quente, filtração e destilação fracionada.

QUESTÃO 39. Na tentativa de explicar a natureza da matéria, várias teorias surgiram ao longo do tempo, sendo uma delas criada por Empédocles, por volta do século V a.C. Segundo ele, tudo que existe no universo seria composto por quatro elementos principais. No entanto o conhecimento científico desenvolvido a partir do século XIX forneceu outra concepção sobre a natureza da matéria e a ideia de elemento químico. De acordo com a concepção moderna de elemento químico, os cientistas propõem que a água é uma

- mistura heterogênea de gases  $H_2$  e  $O_2$ .
- substância simples formada por três átomos.
- mistura homogênea de hidrogênio com oxigênio.
- substância composta formada por dois elementos químicos.

QUESTÃO 40. O esquema seguinte mostra um experimento que ocorre em duas etapas: a combustão (reação com  $O_2$ ) do enxofre e a reação do produto obtido com a água presente no recipiente. Assim, produz-se ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), o que pode ser confirmado pelo aumento da acidez do meio.



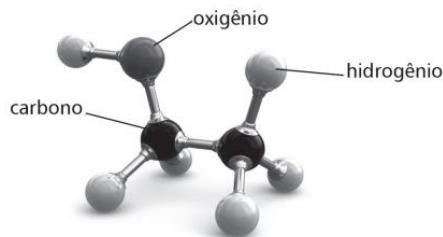
Considere que, ao final de dois experimentos análogos, foram obtidos os dados registrados na tabela seguinte.

| Experimentos | Massa dos Reagentes (g) |       |        | Massa do Produto (g) |
|--------------|-------------------------|-------|--------|----------------------|
|              | $S_8$                   | $O_2$ | $H_2O$ | $H_2SO_4$            |
| I            | 0,32                    | 0,48  | X      | 0,98                 |
| II           | 1,28                    | Y     | 0,72   | Z                    |

A análise desses dados permite afirmar, corretamente, que

- $Y/X < 4$
- $Z < (X + Y)$
- $Y/0,48 = X/0,72$
- $0,72/X = Z/0,98$

QUESTÃO 41. O modelo tridimensional a seguir representa uma molécula de um álcool chamado etanol.



Disponível em: <<http://migre.me/f1eL5>> Acesso em: 16/08/14

De acordo com esta representação, a molécula do etanol é composta por

- nove elementos químicos.
- três substâncias simples distintas.
- nove átomos de três elementos químicos.
- três átomos de nove elementos químicos.

QUESTÃO 42. Associe as substâncias químicas às suas respectivas características.

**SUBSTÂNCIAS**

- I. HCl
- II. SO<sub>2</sub>
- III. KOH
- IV. CaO
- V. NaCl
- VI. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**CARACTERÍSTICAS**

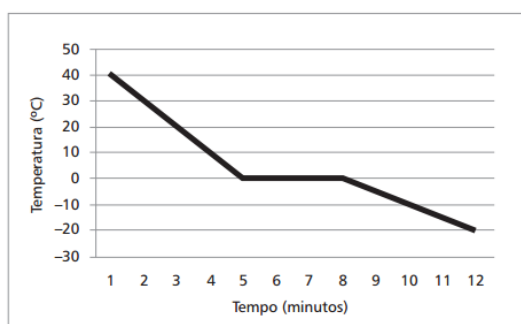
- ( ) óxido de perfil ácido
- ( ) base usada na fabricação de sabão
- ( ) ácido componente do suco gástrico
- ( ) ácido presente nas baterias de automóveis
- ( ) óxido usado na correção da acidez do solo

A sequência correta encontrada é

- a) II, III, I, VI, IV.
- b) II, IV, I, III, V.
- c) III, IV, II, V, VI.
- d) IV, II, VI, I, III.

**Prova 2014**

QUESTÃO 37. Durante uma aula prática de Química, um estudante registrou a variação da temperatura da água pura em função do tempo e, com os dados obtidos, elaborou o gráfico que mostra uma mudança de fase



A mudança de estado físico verificada pelo estudante é denominada

- a) fusão.
- b) ebulição.
- c) condensação.
- d) solidificação.

QUESTÃO 38. Considere que uma mistura formada por água, óleo de soja, cloreto de sódio e areia seja agitada vigorosamente em um recipiente fechado. A sequência correta de métodos capazes de separar cada substância dessa mistura é

- a) decantação, filtração e centrifugação.
- b) filtração, decantação e destilação simples.
- c) evaporação, destilação simples e filtração.
- d) destilação simples, centrifugação e evaporação.

QUESTÃO 39. Considere os processos seguintes:

- I. azedamento do leite;
- II. precipitação da chuva;
- III. adição de álcool à gasolina;
- IV. apodrecimento de uma fruta;
- V. enferrujamento de um prego.

Os processos que exemplificam somente fenômenos químicos são

- a) I e II.
- b) III e IV.
- c) I, IV e V.
- d) II, III e V.

QUESTÃO 40. "Trata-se de um modelo no qual os átomos de um mesmo elemento químico possuem propriedades iguais. A união desses átomos na formação de compostos ocorre em proporções numéricas fixas e a reação química dos mesmos envolve apenas combinação, separação e rearranjo".

Essa descrição refere-se ao modelo atômico de

- a) Bohr.
- b) Dalton.
- c) Thomson.

d) Rutherford.

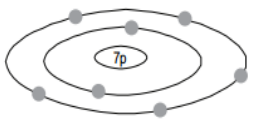
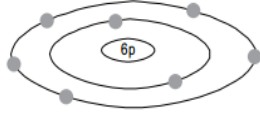
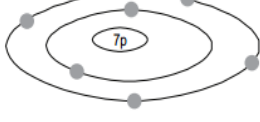
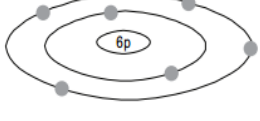
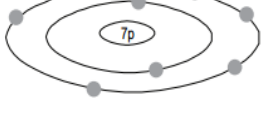
QUESTÃO 41 Para determinar se uma solução ou uma substância pura tem caráter ácido ou básico pode-se utilizar uma solução contendo extrato de repolho roxo, em substituição à fenolftaleína. A tabela seguinte mostra a relação entre a solução/substância analisada e a cor da solução indicadora.

| Solução/Substância         | Cores |
|----------------------------|-------|
| limão <sub>(aq)</sub>      | rosa  |
| água                       | roxo  |
| cal virgem <sub>(aq)</sub> | verde |

O indicador contendo extrato de repolho roxo torna-se verde na presença de

- ácido sulfúrico.
- cloreto de sódio.
- dióxido de carbono.
- hidróxido de cálcio.

QUESTÃO 42. Associe as representações das espécies químicas aos seus respectivos átomos ou íons, considerando que X possui Z=7 e Y possui Z=6

| Representações   | Átomos ou íons     |
|--|--------------------|
| 1.    | ( ) X <sup>-</sup> |
| 2.   | ( ) X              |
| 3.  | ( ) Y              |
| 4.  | ( ) Y <sup>-</sup> |
| 5.  | ( ) X <sup>+</sup> |

A sequência correta encontrada é

- 2, 4, 1, 5, 3.
- 3, 1, 5, 2, 4.
- 5, 1, 4, 2, 3.
- 5, 2, 4, 3, 1.

Ano 2013

QUESTÃO 38. Durante uma aula prática, um professor solicita a um aluno que investigue qual a composição química de um determinado objeto metálico. Para isso, ele

- estima o volume em 280 cm<sup>3</sup>,
- mede a massa, obtendo 2,204 kg,
- consulta a tabela de densidade de alguns elementos metálicos.

TABELA

| Metais   | Densidades (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------|---------------------------------|
| alumínio | 2,70                            |
| cobre    | 8,93                            |
| estanho  | 7,29                            |
| ferro    | 7,87                            |

Nessa situação, o aluno concluiu, corretamente, que o objeto é constituído de

- ferro.
- cobre.
- estanho.
- alumínio.

QUESTÃO 39. As investigações realizadas pelos cientistas ao longo da história introduziram a concepção do átomo como uma estrutura divisível, levando à proposição de diferentes modelos que descrevem a estrutura atômica. O modelo que abordou essa ideia pela primeira vez foi o de

- a) Bohr.
- b) Dalton.
- c) Thomson.
- d) Rutherford.

QUESTÃO 40. A indústria de alimentos apresenta grande interesse em substâncias classificadas como aromas, pois podem tornar seus produtos mais atrativos aos consumidores. Um dos grupos de pesquisa do CEFET-MG sintetiza e analisa esses aromas comerciais. Entre as análises realizadas está a espectrometria de massas, capaz de identificar as substâncias por meio do emprego de feixes de alta energia, responsáveis pela retirada de um elétron de cada molécula de aroma.

Se um aroma hipotético é simbolizado pela letra A, então, após a análise de espectrometria de massas, sua representação será

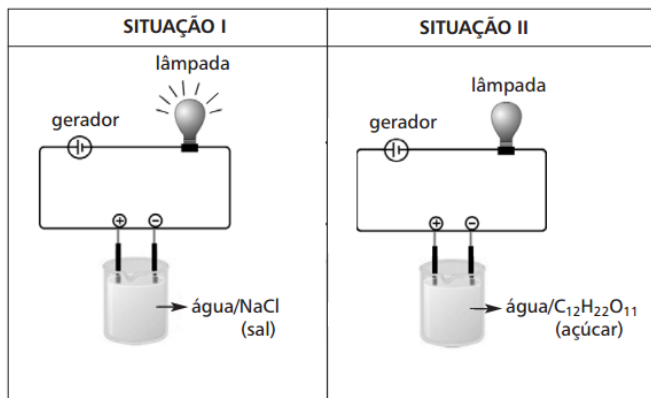
- a) A.
- b) A<sup>+</sup>.
- c) A<sub>2</sub>.
- d) A<sup>-</sup>.

QUESTÃO 41. No Laboratório de Análises Instrumentais do CEFET-MG são analisados vários elementos químicos por meio de técnicas, como a espectroscopia de absorção atômica. Seu uso permite determinar se elementos proibidos pela legislação estão presentes em produtos alimentícios.

Se um alimento contém um elemento químico indesejado de número atômico 24 e massa atômica 52, então a espectroscopia de absorção atômica o identificaria como

- a) silício.
- b) cromo.
- c) telúrio.
- d) magnésio.

QUESTÃO 42 Considere o esquema a seguir.



Em relação às situações apresentadas, afirma-se, corretamente, que em

- a) I a lâmpada está acesa, devido à capacidade de condução de calor.
- b) II a lâmpada está apagada, porque o açúcar é insolúvel na água.
- c) II a lâmpada está apagada, pois o açúcar é uma substância composta.
- d) I a lâmpada está acesa, devido à movimentação dos íons presentes na solução.

**Ano 2012**

QUESTÃO 37. As chamas atingem diferentes temperaturas dependendo de como são produzidas. Em shows pirotécnicos chegam a 3.600°C, nos fogões residenciais podem atingir até 800°C e, em sistemas de oxiacetileno, alcançam 3.200°C. Quando em contato com chamas de altas temperaturas, alguns metais fundem e, até mesmo, entram em ebulição. A tabela seguinte apresenta as temperaturas de fusão de alguns metais sólidos.

| METAIS   | TEMPERATURAS DE FUSÃO (°C) |
|----------|----------------------------|
| Ouro     | 1064,4                     |
| Prata    | 961,9                      |
| Cobre    | 1083,5                     |
| Alumínio | 660,5                      |

O número de metais que NÃO muda de fase, quando aquecidos em chamas de fogões residenciais, é igual a

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

QUESTÃO 38. Associe os métodos de separação com seus respectivos tipos de mistura.

| MÉTODOS DE SEPARAÇÃO     | TIPOS DE MISTURA                |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1- Decantação            | ( ) homogênea sólido-líquido    |
| 2- Destilação simples    | ( ) heterogênea líquido-líquido |
| 3- Destilação fracionada | ( ) homogênea líquido-líquido   |



4- Tamização ( ) heterogênea sólido-líquido

5- Filtração

A seqüência correta encontrada é

- a) 1, 2, 4 e 3.
- b) 2, 1, 3 e 5.
- c) 3, 4, 1 e 2.
- d) 5, 3, 2 e 1.

QUESTÃO 39. O filme “Homem de Ferro 2” retrata a jornada de Tony Stark para substituir o metal paládio, que faz parte do reator de seu peito, por um metal atóxico. Após interpretar informações deixadas por seu pai, Tony projeta um holograma do potencial substituto, cuja imagem se assemelha à figura abaixo.



Essa imagem é uma representação do modelo de

- a) Rutherford.
- b) Thomson.
- c) Dalton.
- d) Bohr.

QUESTÃO 40. A Química Inorgânica é uma ciência que estuda vários elementos químicos, dentre eles o enxofre que

- a) é representado pelo símbolo Se.
- b) é classificado como um gás nobre.
- c) pertence à família dos calcogênios.
- d) apresenta 32 prótons em seu núcleo.

QUESTÃO 41. Para iniciar o preparo de um bolo de maçã, uma dona de casa acendeu a chama de um forno a gás, usando fósforos. Em seguida, descascou e cortou as maçãs, acrescentando-as à mistura da massa já preparada, levando-a para o forno pré-aquecido. Com o passar do tempo, o volume do bolo expandiu devido ao fermento adicionado e, após o período de cozimento, a dona de casa retirou o bolo para servir um lanche que seria acompanhado de sorvete. Ao abrir a geladeira, verificou que o mesmo estava derretendo. Após o lanche, recolheu as sobras das maçãs, em processo de escurecimento, para descartá-las.

As seqüências sublinhadas correspondem, respectivamente, a fenômenos

- a) químico, físico, físico e físico.
- b) físico, físico, químico e químico.
- c) físico, químico, químico e físico.
- d) químico, químico, físico e químico.

QUESTÃO 42. Considerando-se as propriedades de algumas substâncias químicas, é INCORRETO afirmar que o

- a) hidróxido de potássio é usado na fabricação de sabões.
- b) cloreto de sódio, em solução aquosa, conduz eletricidade.
- c) alumínio é empregado em embalagens de produtos alimentícios.
- d) dióxido de enxofre é um dos gases poluentes do álcool combustível.

**Ano 2011**

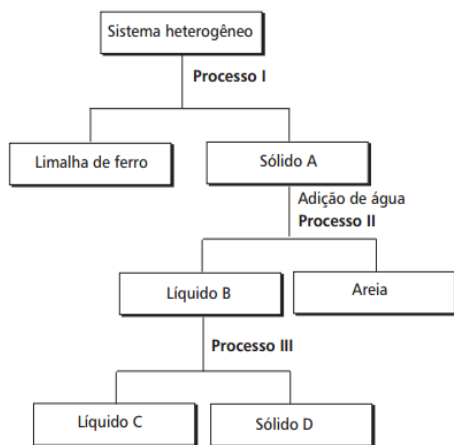
QUESTÃO 37 De um recipiente contendo um material metálico, foram retiradas, de pontos aleatórios, 3 amostras (A1, A2 e A3) cujos volumes e massas foram posteriormente determinados, conforme descrito na tabela seguinte.

| Amostras | Volumes (mL) | Massas (g) |
|----------|--------------|------------|
| A1       | 1,00         | 7,10       |
| A2       | 1,50         | 10,65      |
| A3       | 0,50         | 3,55       |

Considerando que essas amostras são representativas do referido material, pode-se afirmar, corretamente, que o mesmo é

- a) puro.
- b) homogêneo.
- c) uma substância simples.
- d) uma substância composta.

QUESTÃO 38. Um sistema heterogêneo foi submetido ao esquema de separação seguinte.



Ao ser aquecido, o sólido D apresentou uma faixa de fusão variando entre 102 e 180°C. Com base nessas informações, afirma-se, corretamente, que o

- a) processo I é uma levigação.
- b) sólido D é uma substância pura.
- c) líquido B é uma mistura homogênea.
- d) processo III é uma filtração sob vácuo.

**Ano 2010**

QUESTÃO 37. Associe os sistemas em que cada esfera representa um átomo com suas respectivas temperaturas de fusão e ebulição

| Sistemas | Fusão (°C)  | Ebulição (°C) |
|----------|-------------|---------------|
| I-       | ( ) 20 a 40 | 120           |
| II-      | ( ) 0       | 100           |
| III-     | ( ) 25      | 130 a 145     |
| IV-      | ( ) -45     | 80            |

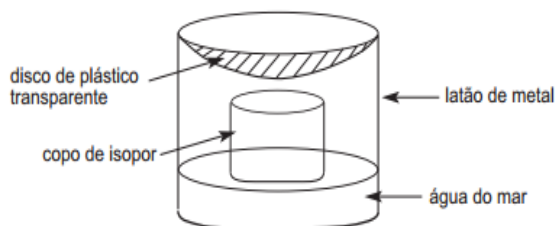
A seqüência correta encontrada é

- a) I, II, III, IV.
- b) II, I, IV, III.
- c) III, IV, II, I.
- d) IV, III, I, II.

QUESTÃO 38. Estudos relacionados ao grafeno concederam aos físicos Andre Geim e Konstantin Novoselov o Prêmio Nobel de Física de 2010. Esse material consiste de uma estrutura hexagonal de átomos de carbono, sendo duzentas vezes mais forte que o aço estrutural. NÃO é alótropo do grafeno a(o)

- a) ozônio.
- b) grafite.
- c) fulereno.
- d) diamante.

QUESTÃO 39. Um pescador está em seu barco à deriva, sob o sol de meio-dia, no meio do mar. Para obter água dessalinizada, constrói o seguinte aparato.



Com base nas características desse equipamento, a água dessalinizada poderá ser obtida, lentamente, através de

- a) flotação.
- b) destilação.
- c) dissolução.
- d) decantação.

QUESTÃO 40. O íon  $X^{+3}$  possui 30 nêutrons e número de massa igual a 54. A quantidade de elétrons que essa espécie possui é

- a) 21.
- b) 24.
- c) 27.
- d) 84.

QUESTÃO 41. Os elementos químicos classificados em uma mesma família da tabela periódica são

- a) boro, silício e arsênio.
- b) hidrogênio, hélio e neônio.
- c) potássio, manganês e ferro.
- d) magnésio, cálcio e berílio.

QUESTÃO 42. Uma carreta carregada com ácido sulfúrico tombou no município de Fortaleza de Minas, em 12 de outubro de 2010, derramando parte da carga.

Sobre essa substância, é INCORRETO afirmar que

- a) é neutralizado com adição de cal virgem.
- b) é utilizado para diminuir a acidez dos solos.
- c) forma solução incolor na presença de fenolftaleína.
- d) está presente nas soluções usadas em baterias automotivas.

**Ano 2008**

QUESTÃO 37. A densidade, propriedade muito útil para diferenciar materiais, indica a presença de impurezas em casos mais específicos. O recipiente a seguir contém vários materiais com diferentes densidades.

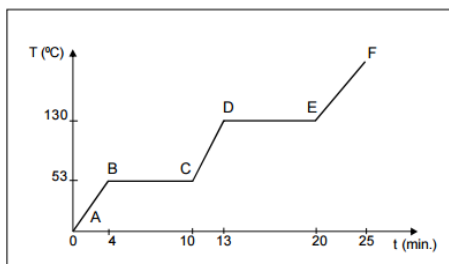
| Materiais    | Densidades (g/mL) |
|--------------|-------------------|
| Água         | 1,00              |
| Alumínio     | 2,70              |
| Couro seco   | 0,86              |
| Clorofórmio  | 1,48              |
| Etanol       | 0,79              |
| Ferro        | 7,87              |
| Giz          | 2,50              |
| Madeira seca | 0,15              |
| Mercúrio     | 13,5              |
| Osso         | 1,70              |



Usando a tabela, pode-se afirmar, corretamente, que os materiais presentes no recipiente, de baixo para cima, são

- a) etanol, couro seco, água, e giz.
- b) mercúrio, alumínio, água e madeira seca.
- c) clorofórmio, barra de ferro, etanol e osso.
- d) água, madeira seca, clorofórmio e couro seco

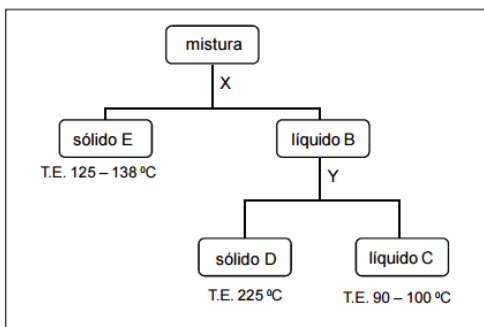
QUESTÃO 38. Uma determinada substância sólida X foi aquecida durante 25 minutos. Os valores de temperatura e tempo foram registrados e com eles foi construída a curva de aquecimento seguinte.



Analisando o gráfico, é correto afirmar que

- a) o aquecimento da substância X foi feito em banho de água fervente.
- b) a temperatura de ebulição depende da quantidade da substância X.
- c) a substância X é pura, pois a curva apresenta patamar de fusão e ebulição.
- d) nos trechos AB e CD, a substância pode ser encontrada em duas fases.

QUESTÃO 39. Uma mistura foi separada através dos processos X e Y conforme esquematizado.



Sabendo-se que o processo de separação X não envolve aquecimento, é correto concluir que

- a) a mistura inicial é homogênea.
- b) a mistura é formada por quatro componentes.
- c) a operação realizada em Y é uma destilação simples.
- d) o sólido D e o líquido C correspondem a substâncias puras.

QUESTÃO 40. Os elementos são distribuídos na tabela periódica em função de suas características, sendo agrupados em famílias (colunas) e períodos (linhas). No que diz respeito à disposição desses elementos, é correto afirmar que

- a) nos períodos, os elementos possuem características semelhantes.
- b) os metais ocupam a maior parte da tabela e são bons condutores de eletricidade.
- c) os não-metais são gasosos e localizam-se na última coluna da tabela periódica.
- d) nas famílias, os elementos apresentam o mesmo número de camadas eletrônicas.

QUESTÃO 41. Após a realização de um churrasco, em que foi consumido um pacote de carvão, as cinzas, resultantes da queima, foram recolhidas e colocadas no mesmo pacote. Nessa situação, observouse que a massa final era menor que a inicial. Desconsiderando as perdas durante o processo de transferência das cinzas, é correto afirmar que a

- a) massa das cinzas é menor que a do carvão, devido à sua menor densidade.
- b) massa das cinzas é diferente à do carvão, uma vez que esse é mais pesado que as cinzas.
- c) queima do carvão discorda da Lei de Conservação das Massas, visto que a massa final é menor que a inicial.
- d) reação respeita a Lei de Lavoisier, apesar da massa final ser menor que a inicial, por se tratar de um sistema aberto.

QUESTÃO 42. Associe cada substância à sua respectiva característica.

| SUBSTÂNCIAS                       | CARACTERÍSTICAS                              |
|-----------------------------------|--|
| 1- NaCl                           | ( ) usa-se na fabricação de sabão.           |
| 2- HCl                            | ( ) constitui o principal componente do aço. |
| 3- NaOH                           | ( ) está presente na bateria de automóveis.  |
| 4- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | ( ) utiliza-se na preservação de alimentos.  |
| 5- Fe                             |  |

A sequência correta encontrada é

- a) 1, 3, 2, 5.
- b) 3, 5, 4, 1.
- c) 4, 2, 1, 5.
- d) 5, 4, 3, 2.

### Referências Bibliográficas

- [1] SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos (coord.), **Química & Sociedade**, vol. único, São Paulo: Nova Geração, 2005.
- [2] PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, volume 1, 4ª edição, Ed moderna, São Paulo, 2006
- [3] USBERCO, João; Salvador, Edgard. **Química Geral**. 12ª.ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 480 p.
- [4] Ser protagonista : química : revisão : ensino médio, volume único / obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM. — 1. ed. — São Paulo : Edições SM, 2014. — (Coleção ser protagonista)  
Bibliografia. ISBN 978-85-418-0388-5 (aluno) ISBN 978-85-418-0389-2 (professor)
- [5] FOGAÇA, J. R. V. "Ferro"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/ferro.htm>>. Acesso em 04 de junho de 2017.
- [6] FONSECA, M.R. M DA, **Química 1**. 1ª Edição, São Paulo: Editora Ática, 2014.
- [7] <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/ferro.htm>>. Acesso em 04 de junho de 2017.
- [8] <http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/cobre/> disponível em 04/06/2017
- [9] De Boni, Luis Alcides Brandini, 1979. **Introdução Clássica à Química Geral**. [por] Luis Alcides Brandini De Boni |e| Eduardo Goldani. Porto Alegre, Ed. Tchê Química Cons. Educ. LTDA, 2007. 294p. ilustr. 1980 - II.  
[http://www.deboni.he.com.br/livro1\\_PREVIEW.pdf](http://www.deboni.he.com.br/livro1_PREVIEW.pdf). acesso em 02/06/2017.

# Tabela periódica

|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |
|----|------------|----|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------|
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18          |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2           |
| 1  |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |
| 1  | H          |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2           |
|    | hidrogênio |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | He          |
|    | 1,008      |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | hélio       |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4,0026      |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10          |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 9           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 8           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 7           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2           |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1           |
| 3  | Li         | 4  | Be        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10          |
|    | lítio      |    | berílio   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Ne          |
|    | 6,94       |    | 9,0122    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | neônio      |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20,180      |
| 11 | Na         | 12 | Mg        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18          |
|    | sódio      |    | magnésio  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Ar          |
|    | 22,990     |    | 24,305    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | argônio     |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 39,948      |
| 19 | K          | 20 | Ca        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 36          |
|    | potássio   |    | cálcio    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Kr          |
|    | 39,098     |    | 40,078(4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | criptônio   |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 83,798(2)   |
| 37 | Rb         | 38 | Sr        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54          |
|    | rubídio    |    | estrôncio |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Xe          |
|    | 85,468     |    | 87,62     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | xenônio     |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 131,29      |
| 55 | Cs         | 56 | Ba        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86          |
|    | césio      |    | bário     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Rn          |
|    | 132,91     |    | 137,33    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | radônio     |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | [222]       |
| 87 | Fr         | 88 | Ra        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118         |
|    | frâncio    |    | rádio     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Og          |
|    | [223]      |    | [226]     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | oganessônio |
|    |            |    |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | [294]       |



|    |             |     |        |     |            |     |          |     |           |
|----|-------------|-----|--------|-----|------------|-----|----------|-----|-----------|
| 67 | Ho          | 68  | Er     | 69  | Tm         | 70  | Yb       | 71  | Lu        |
|    | holmio      |     | érbio  |     | terbium    |     | itérbio  |     | lutécio   |
|    | 164,93      |     | 167,26 |     | 168,93     |     | 173,05   |     | 174,97    |
| 99 | Es          | 100 | Fm     | 101 | Md         | 102 | No       | 103 | Lr        |
|    | einsteinium |     | férmio |     | mendelévio |     | nobelium |     | lawrêncio |
|    | [262]       |     | [257]  |     | [268]      |     | [259]    |     | [262]     |

www.tabelaperiodica.org

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais  
Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail luisbrudna@gmail.com

Versão IUPAC (pt-br) com 5 algarismos significativos, baseada em DOI:10.1515/ptac-2015-0305 - Atualizada em 27 de março de 2017

