

Prof. Marcus Ennes  
Prof. Felipe Garcia

# Química geral

## UNIDADE 08: Ligações químicas - Iônica e metálica

Desde o início do século XIX os cientistas tentam explicar o motivo pelo qual os átomos se unem formando as substâncias. Muitos anos após a criação do conceito de “valência”, introduzido por Kekulé em 1857, o químico estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946), em mais uma tentativa de explicar as razões para as combinações entre os elementos, propôs em 1916 diagramas estruturais que representavam os elétrons como pontos. Anos depois, em 1916, Lewis viria a utilizar pela primeira vez o termo “ligação química”.

De modo geral, os átomos tendem a se unir, formando ligações, com o objetivo de diminuir sua energia em relação aos átomos isolados, adquirindo estabilidade ao completarem 8 elétrons na sua camada de valência, segundo a teoria do octeto, que tem suas exceções.

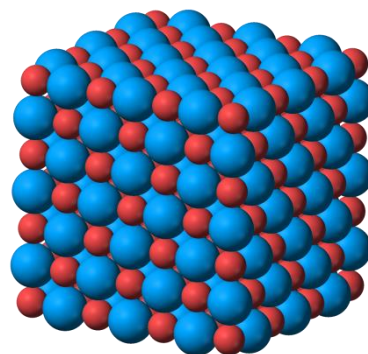
A estabilidade energética é o que garante a formação das ligações entre os átomos, e são as ligações químicas que dão origem às substâncias encontradas em todo o universo. Dessa forma, para entender as propriedades das substâncias temos que entender primeiramente as propriedades das ligações químicas que ocorrem entre seus átomos. Hoje sabemos que apenas os elétrons, e dentre estes, apenas os da camada de valência, são envolvidos nas ligações químicas.



### Ligações iônicas

A formação de íons ocorre com o objetivo de estabilizar o átomo (de acordo com a teoria do octeto). Dessa forma, átomos que tendem a perder elétrons (elementos com baixa energia de ionização) formam cátions e átomos que tendem a receber elétrons (átomos com alta afinidade eletrônica) formam ânions.

Assim, interações eletrostáticas (forças elétricas) agem sobre esses íons, aproximando cátions e ânions, e conseqüentemente formando redes cristalinas, e conseqüentemente compostos iônicos. Pode-se dizer, de maneira geral, que o cátion é um metal e o ânion um ametal, porém existem casos onde o cátion não é um metal. Observe a representação da rede cristalina formada pelo composto iônico cloreto de sódio (NaCl):



### Propriedades dos compostos iônicos

- São sólidos a temperatura ambiente;
- Apresentam altos pontos de fusão e de ebulição;

- Não conduzem corrente elétrica no estado sólido;
- Quando em solução ou fundidos são bons condutores de eletricidade;
- Duros porém quebradiços.
- Geralmente são solúveis em solventes polares.

A solubilidade dos compostos iônicos varia de acordo com o solvente. Quando eles são solubilizados, a interação entre os íons e o solvente é mais forte do que a interação entre os íons, rompendo a rede cristalina.

## Fórmula dos compostos iônicos

Todo e qualquer composto iônico é eletricamente neutro, ou seja, a soma das cargas positivas será sempre igual a soma das cargas negativas. Contudo, a quantidade de íons que compõe uma substância é impossível de se determinar por ser extremamente variável. Dessa forma, o que é representado é sempre a proporção entre os átomos que compõe a substância.

A representação é feita com o cátion à esquerda do ânion, como o cloreto de sódio (sal de cozinha), representado por NaCl.

Os compostos seguem a proporção de acordo com suas valências, por exemplo: o composto formado pelos íons fluoreto ( $F^-$ ) e cálcio ( $Ca^{2+}$ ) é representado pela forma  $CaF_2$ , no qual são necessários dois átomos de flúor para neutralizar cada átomo de cálcio.

## Nomenclatura dos compostos iônicos

A nomenclatura dos compostos iônicos se dá da seguinte forma:

**Nome do ânion + de + Nome do cátion**

Por exemplo:

**NaCl – Cloreto de sódio**  
**ZnS – Sulfeto de zinco**  
**AlF<sub>3</sub> – Fluoreto de alumínio**  
**MgBr<sub>2</sub> – Brometo de magnésio**

Alguns compostos iônicos são formados por elementos com valências variáveis, no caso

dos elementos representativos da tabela periódica. Nesses casos específicos, a valência deve fazer parte da nomenclatura na forma de número romano. Veja os exemplos a seguir:

**FeCl<sub>3</sub> – Cloreto de Ferro (III)**  
**FeCl<sub>2</sub> – Cloreto de Ferro (II)**  
**CuS – Sulfeto de cobre (II)**  
**Cu<sub>2</sub>S – Sulfeto de cobre (I)**

## Íons poliatômicos

Alguns compostos iônicos podem apresentar uma estrutura mais complexa, na qual apresentam mais de dois elementos químicos em sua composição.

Observe os compostos a seguir:

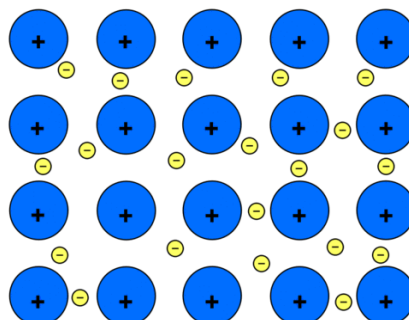
**Carbonato de Cálcio - CaCO<sub>3</sub>**  
**Formado pelos íons Ca<sup>2+</sup> e CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**

**Sulfato de amônio – (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**  
**Formado pelos íons NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**

## Ligações metálicas

É o tipo de ligação que ocorre entre átomos de metais. Essa ligação é feita através da formação da “nuvem eletrônica” ou “mar de elétrons” e acontece devido à tendência dos átomos de metais doarem elétrons, pois são mais eletropositivos.

Assim, o átomo que perde um elétron torna-se um cátion e pode recuperar seu elétron, retornando ao seu estado fundamental. Dessa maneira, os metais são um aglomerado de átomos neutros e cátions envoltos em um “mar de elétrons”, o qual mantém os átomos e cátions unidos. Veja a representação do mar de elétrons:

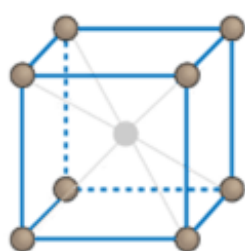


## Propriedades dos compostos metálicos

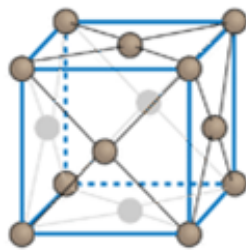
- Apresentam brilho metálico, ou seja, refletem com muita eficiência a luz;
- Apresentam densidade elevada. Sua estrutura é compacta devido à intensidade das forças que unem átomos e cátions na ligação metálica;
- Apresentam elevados pontos de fusão e ebulição;
- Conduzem bem calor e eletricidade, devido ao mar de elétrons e a sua estrutura compacta;
- São maleáveis, já que em temperaturas mais elevadas os metais tornam-se menos rígidos, podendo ser deformados;
- Ductibilidade, já que metais podem formar fios e dutos (tubulações) quando submetidos ao processo adequado.

## Estrutura dos metais

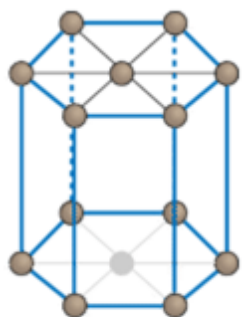
A estrutura formada pelos átomos na ligação metálica é um retículo cristalino, semelhante à estrutura dos compostos iônicos. A maioria dos metais puros forma retículos com uma estrutura que se encaixa em três tipos de estruturas, representadas a seguir:



Cúbico de Corpo Centrado (CCC)  
*Fe, V, Nb, Cr*



Cúbico de Faces Centradas (CFC)  
*Al, Ni, Ag, Cu, Au*



Hexagonal Compacto (HC)  
*Ti, Zn, Mg, Cd*

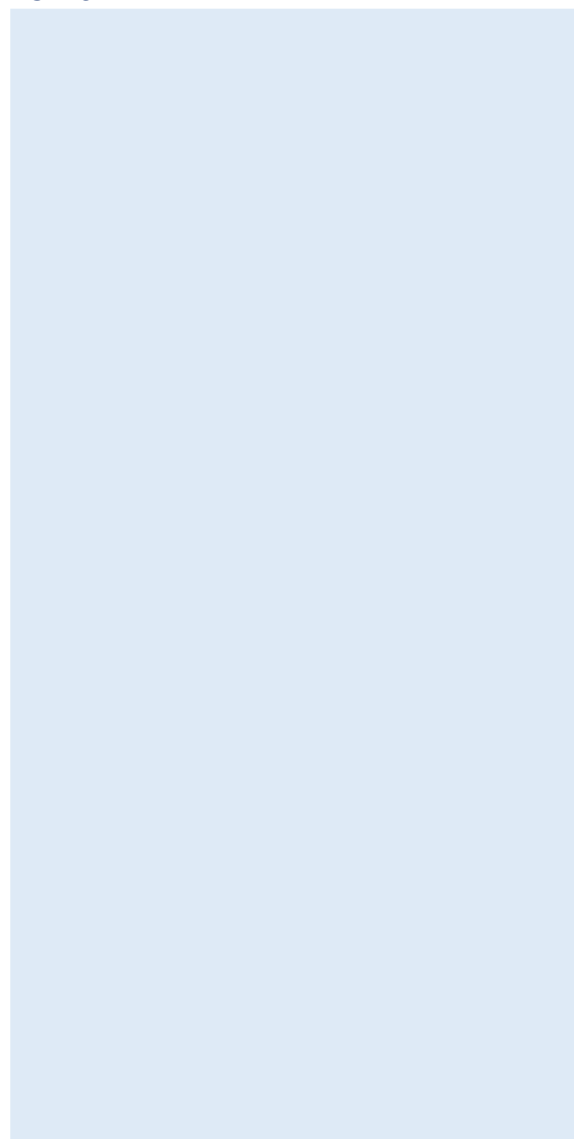
## Ligas metálicas

As ligas metálicas são materiais sólidos que apresentam propriedades referentes à ligação metálica, e podem ser misturas entre dois ou mais metais ou combinações de um ou mais metais com outros elementos, como carbono ou fósforo, por exemplo.

Dentre estas ligas algumas destacam-se devido a vasta utilidade durante toda a existência humana: Latão (cobre e zinco), ouro em jóias (ouro, prata e cobre), bronze (majoritariamente cobre e estanho), aço (ferro e carbono) e aço inoxidável (ferro, carbono, cromo e níquel).

Também podem ser classificadas como ferrosas (se o componente majoritário for o ferro) ou não-ferrosas (componente majoritário diferente do ferro).

## NOTAS:





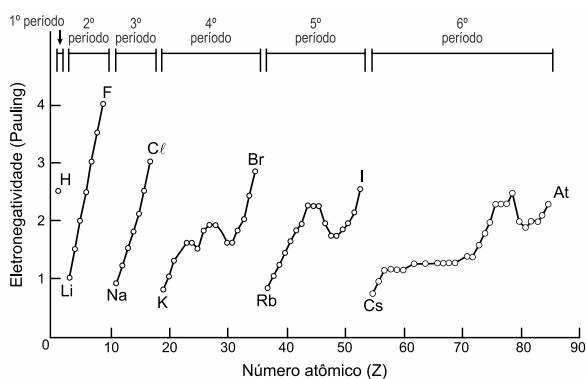
1) Considere a tabela, que apresenta propriedades físicas das substâncias I, II, III e IV.

Substância	I	II	III	IV
Solub. em água	imiscível	miscível	miscível	miscível
Condução de eletricidade em solução aquosa	não	sim	sim	não
Condução de eletricidade no estado líquido	sim	sim	não	não

A natureza iônica é observada somente

- na substância II.
- nas substâncias III e IV.
- na substância I.
- nas substâncias I e II.
- nas substâncias II e III.

2) Analise o gráfico que mostra a variação da eletronegatividade em função do número atômico.



Devem unir-se entre si por ligação iônica os elementos de números atômicos

- 17 e 35.
- 69 e 70.
- 17 e 57.
- 15 e 16.
- 12 e 20.

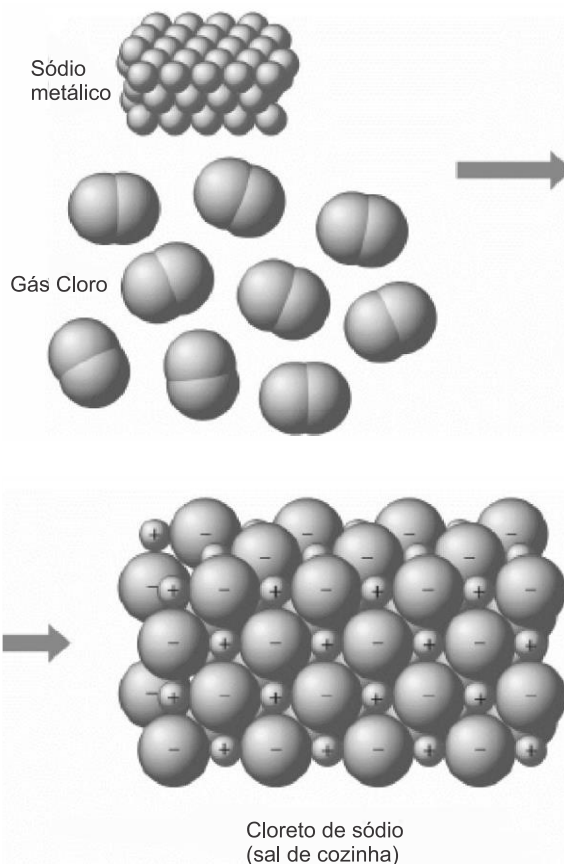
3) Há um tipo de ligação interatômica em que os elétrons das camadas mais externas transitam entre os cátions da rede cristalina. Por essa característica, tal ligação é comparada a um “mar de elétrons”.

“Mar de elétrons” é uma metáfora que se refere ao seguinte tipo de ligação:

- iônica
- metálica
- covalente
- de hidrogênio

4) Sobre o composto químico cloreto de sódio, ilustrado a seguir, assinale a única afirmativa CORRETA.

Dados: Números atômicos: Na = 11; Cl = 17.



- A união dos elementos para formar o sal de cozinha confere ao produto características próprias que são diferentes das propriedades originais dos seus reagentes.
- O cloreto de sódio sólido é constituído por cátions de sódio e ânions de cloreto, ambos

bivalentes, formando retículos cristalinos iônicos.

- c) É um composto caracterizado por ser um bom condutor de eletricidade quando dissolvido em água ou em seu estado sólido normal.
- d) Apresenta baixos pontos de fusão e de ebulição decorrentes da fraca intensidade de suas ligações, que rompem em temperatura ligeiramente superior a do ambiente.
- e) Os íons são formados quando elétrons são transferidos de átomos de alta eletronegatividade para átomos de alta eletropositividade, nessa ordem.

5) Os metais têm, geralmente, temperaturas de fusão e vaporização elevadas, o que indica que as forças de coesão entre os átomos são intensas. Essa grande força entre os átomos é explicada por um modelo no qual os elétrons de valência do metal movimentam-se livremente por uma rede formada por íons positivos, mantendo uma distribuição média uniforme.

A sequência de substâncias formadas por ligações metálicas é

- a) Au, Pt, N<sub>2</sub> e Zn.  
b) Na, Cu, Ag e P<sub>4</sub>.  
c) Pb, K, Mg e Ca.  
d) Ag, Pt, C<sub>grafita</sub> e Ni.

6) O tipo de ligação e a fórmula do composto que ocorre ao combinarmos átomos dos elementos químicos Ca e F são, respectivamente,

- a) metálica e Ca<sub>2</sub>F<sub>2</sub>.  
b) iônica e CaF<sub>2</sub>.  
c) metálica e CaF.  
d) metálica e Ca<sub>2</sub>F.

7) Para a realização de uma determinada atividade experimental, um estudante necessitou de um material que possuísse propriedades típicas de substâncias dúcteis, maleáveis, insolúveis em água e boas condutoras térmicas. Um material com essas propriedades resulta da ligação entre átomos de

- a) Cu e Zn.

- b) Na e Cl.  
c) Fe e O.  
d) F e Xe.  
e) C e Si.

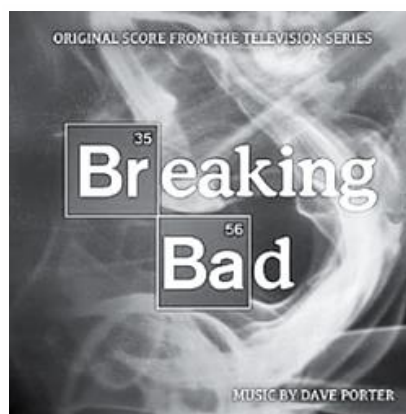
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A história do seriado *Breaking Bad* gira em torno de um professor de Química do ensino médio, com uma esposa grávida e um filho adolescente que sofre de paralisia cerebral. Quando é diagnosticado com câncer, ele abraça uma vida de crimes, produzindo e vendendo metanfetaminas.

O uso de drogas pode desestabilizar totalmente a vida de uma pessoa, gerando consequências devastadoras e permanentes. Muitas vezes, toda a família é afetada.

As metanfetaminas são substâncias relacionadas quimicamente com as anfetaminas e são um potente estimulante que afeta o sistema nervoso central.

8) Considere os elementos químicos e seus respectivos números atômicos, representados na figura.



Esses elementos podem formar o composto

- a) molecular, BaBr.  
b) molecular, BaBr<sub>2</sub>.  
c) iônico, BaBr.  
d) iônico, BaBr<sub>2</sub>.  
e) iônico, Ba<sub>2</sub>Br.

9) Um elemento "A", de número atômico 20, e outro "B", de número atômico 17, ao reagirem entre si, originarão um composto

- a) molecular de fórmula  $AB_2$ .
- b) molecular de fórmula  $A_2B$ .
- c) iônico de fórmula  $AB$ .
- d) iônico de fórmula  $AB_2$ .
- e) iônico de fórmula  $A_2B$ .

10) Um estudante de química encontrou, na bancada do laboratório, um frasco sem rótulo contendo uma substância desconhecida inodora e incolor. Submeteu a amostra a alguns testes e descobriu que ela apresentava altas temperaturas de fusão e de ebulição, boa condutividade elétrica, grande maleabilidade e boa condutividade térmica.

A partir das informações coletadas, ele pode concluir acertadamente que o tipo de ligação predominante na citada substância era

- a) covalente polar.
- b) metálica.
- c) covalente apolar.
- d) iônica.

11) Considere os seguintes elementos químicos e as suas respectivas famílias ou grupos na Tabela Periódica:

Elemento químico	Família
Sódio (Na)	Metais alcalinos
Lítio (Li)	Metais alcalinos
Bário (Ba)	Metais alcalinoterrosos
Alumínio (Al)	Família do boro
Oxigênio (O)	Calcogênios
Cloro (Cl)	Halogênios
Flúor (F)	Halogênios

Alguns elementos químicos e suas respectivas famílias

Alguns desses elementos realizam ligações iônicas entre si, formando compostos. Indique qual das fórmulas unitárias dos compostos formados a seguir está incorreta:

- a)  $Al_3O_2$
- b)  $NaCl$
- c)  $Li_2O$
- d)  $MgCl_2$
- e)  $AlF_3$

12) Quando se entra numa sauna com corrente de ouro no pescoço, tem-se, pouco tempo depois, a sensação de acentuado aquecimento nessa região do corpo. O fenômeno ocorre como consequência da:

- a) Temperatura mais elevada da pele.
- b) Ligação metálica da corrente de ouro.
- c) Transferência de calor do metal para a pele.
- d) Transferência de elétrons da pele para o metal.
- e) Transferência de calor da pele para o metal.

13) A propriedade que pode ser atribuída à maioria dos compostos iônicos (isto é, aos compostos caracterizados predominantemente por ligações iônicas entre as partículas) é:

- a) dissolvidos em água, formam soluções ácidas.
- b) dissolvem-se bem em gasolina, diminuindo sua octanagem.
- c) fundidos (isto é, no estado líquido), conduzem corrente elétrica.
- d) possuem baixos pontos de fusão e ebulição.
- e) são moles, quebradiços e cristalinos.

14) A camada mais externa de um elemento X possui 3 elétrons, enquanto a camada mais externa de outro elemento Y tem 7 elétrons. Uma provável fórmula de um composto, formado por esses elementos é:

- a)  $XY_3$
- b)  $X_5Y$
- c)  $X_3Y$
- d)  $X_7Y_3$
- e)  $XY$

15) Os compostos metálicos têm como uma de suas características:

- a) Conduzir o calor de forma ineficiente
- b) Formar fios que podem ser utilizados na transmissão de energia elétrica
- c) A alta solubilidade em água
- d) Baixa densidade
- e) Pouca resistência à tração

16) Da combinação química entre os átomos de magnésio ( $Z = 12$ ) e nitrogênio ( $Z = 7$ ) pode resultar a substância de fórmula:

- a)  $Mg_3N_2$
- b)  $Mg_2N_3$
- c)  $MgN_3$
- d)  $MgN_2$
- e)  $MgN$

17) A condutibilidade elétrica dos metais é admirável. Podemos explicar este tipo de fenômeno admitindo-se:

- a) ruptura de ligações iônicas.
- b) ruptura de ligações covalentes.
- c) existência de prótons livres.
- d) existência de elétrons livres.
- e) existência de nêutrons livres.

18) Existem algumas propriedades que são adequadas para caracterizar os sólidos iônicos, uma vez que a grande maioria desses sólidos apresenta essas propriedades. Outras propriedades não são adequadas para esse fim, pois podem existir sólidos iônicos que não apresentam essas outras propriedades. Considere o conjunto dos sólidos iônicos. Entre as propriedades relacionadas, indique a que NÃO será exibida por um grande número de sólidos.

- a) Apresentar altas temperaturas de fusão.
- b) Conduzir corrente elétrica quando fundido.
- c) Ser isolante térmico e elétrico em estado sólido.
- d) Ser solúvel em água.
- e) Apresentar altas temperaturas de ebulição.

19) O hidróxido de sódio, conhecido no comércio como soda cáustica, é um dos produtos que contaminaram o rio Pomba, em Minas Gerais, causando um dos piores desastres ecológicos no Brasil.

Dados: número atômico Na = 11 ; O = 8; H = 1.

Desta substância é INCORRETO afirmar que:

- a) tem fórmula NaOH.
- b) é um composto iônico.
- c) em água, dissocia.
- d) é usada na produção de sabões.
- e) é uma molécula insolúvel em água.

20) Se comparado à água, o cloreto de sódio possui ponto de fusão \_\_\_\_\_, em

consequência da \_\_\_\_\_ entre \_\_\_\_\_. Os termos que preenchem correta e ordenadamente as lacunas acima são:

(Dados os números atômicos: Na = 11 e Cl = 17)

- a) elevado - forte atração - suas moléculas
- b) mais baixo - fraca atração - seus íons
- c) mais elevado - fraca atração - seus átomos
- d) muito baixo - forte atração - seus íons
- e) elevado - forte atração - seus íons



## GABARITOS

1) A

2) C

3) B

4) A

5) C

6) B

7) A

8) D

9) D

10) B

11) A

12) C

13) C

14) A

15) B

16) A

17) D

18) D

19) E

20) E