

Ligações químicas: Iônica e Metálica

Resumo

Teoria do Octeto

Os átomos não ficam 'sozinhos' na natureza, mas ligados, porque não são estáveis. Tal instabilidade, com exceção de um grupo de elementos, é fruto da configuração eletrônica incompleta da maioria dos elementos químicos.

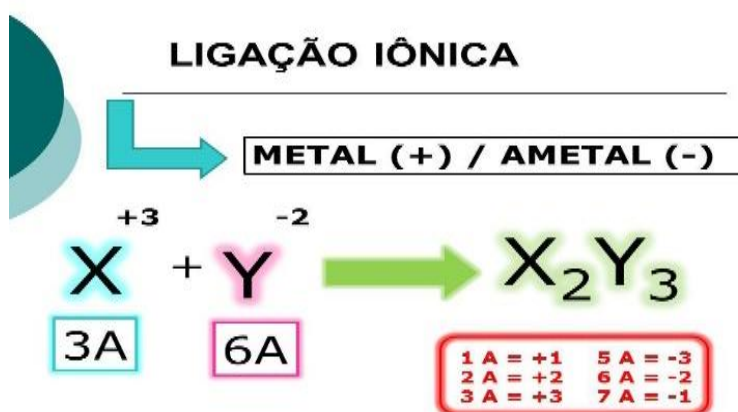
É uma observação da natureza que os chamados gases nobres não costumam se ligar a outros elementos. Eles 'preferem' ficar 'sozinhos' ou seja, são encontrados não ligados, na forma de Ne, Xe, He. Tais elementos apresentam suas últimas camadas, as de valência, completas, com oito elétrons. Associou-se, portanto, a completude da última camada à estabilidade dos átomos.

Conectando-se os pontos, chegamos ao comportamento geral, com exceções, dos elementos na natureza. Eles tendem a se ligar para completar suas camadas de valência. Em geral, tendem a atingir oito elétrons na última camada. Eis a teoria do octeto.

Obs.: é válido ressaltar que H e He têm apenas uma camada eletrônica em seus átomos.

Dessa forma, o máximo de elétrons possíveis é 2. Logo, estes elementos se estabilizam com 2 elétrons na última camada.

Eletronegatividade: é a tendência, de um núcleo, de atrair os elétrons em uma ligação química.



Na ligação iônica, os elétrons são transferidos de um átomo com tendência a doar (metais) para um átomo com tendência a perder elétrons (ametais ou hidrogênio). Após a transferência, formam-se íons e estes se ligam por força eletrostática.

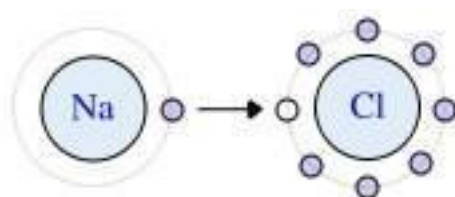
A diferença de eletronegatividade é, em geral, maior que 1,7 em ligações iônicas.

Exemplos:

Na e Cl

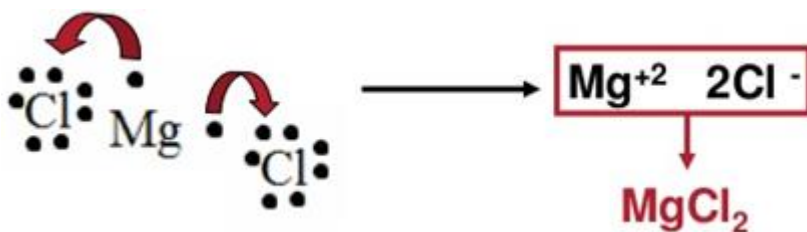
$_{11}\text{Na} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (1 elétron de valência)

$_{17}\text{Cl} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (7 elétrons de valência)



Para completar o octeto, o melhor para o sódio seria perder um elétron. O cloro, idealmente, ganharia um elétron para completar seu octeto.

Mg e Cl



Para cada magnésio, precisa-se de dois átomos de cloro para todos terem seus octetos completos.

MgCl_2 (fórmula molecular); $\text{Mg}^{2+}\text{Cl}^{-}$ (fórmula iônica, mostram-se as cargas)

Como montar a fórmula molecular de um composto iônico?

A partir dos íons formadores, o valor numérico do nox do cátion, em módulo, se torna o índice do ânion e o mesmo acontece com o nox do ânion, que vira índice do cátion. É mais fácil ver pelos exemplos abaixo. Tente perceber a regra.

Al^{3+} e Cl^- formam AlCl_3

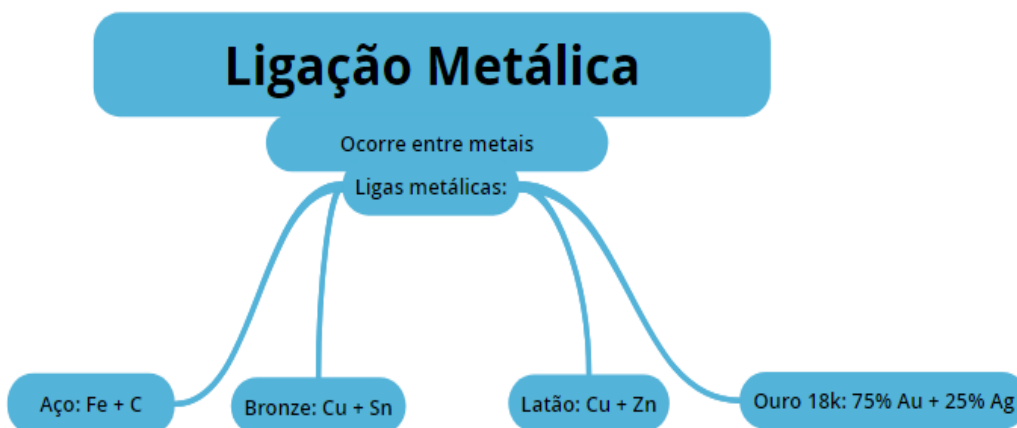
Ba^{2+} e Br^- formam BaBr_2

Li^+ e S^{2-} formam Li_2S

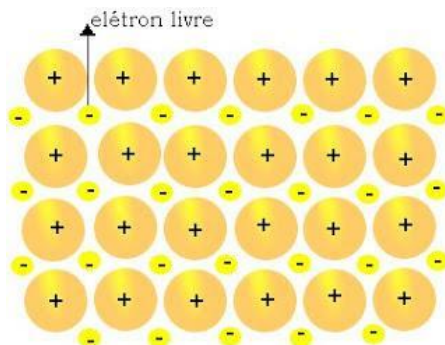
Na^+ e N^{3-} formam Na_3N

Principais características

- Átomos dispostos em uma estrutura chamada retículo cristalino;
- Sólidos em temperatura ambiente;
- Apresentam elevada dureza;
- Apresentam baixa tenacidade;
- Possuem elevados pontos de fusão e ebulição;
- Conduzem corrente elétrica quando em solução;
- Conduzem energia elétrica nos estados líquido e gasoso.



Em materiais com este tipo de ligação, os elétrons se movem livremente ("mar de elétrons") pelos átomos de metal da estrutura. Este é o motivo da alta condutividade dos metais e da sua aplicabilidade em circuitos elétricos.



Ligas metálicas são formadas por dois ou mais metais ou um metal com um ametal em quantidade pequena.

Veja algumas ligas metálicas comuns:

Aço: Fe e C

Aço inox: Fe + C + Ni + Cr

Bronze: Cu + Sn

Latão: Cu + Zn

Ouro: Au + Ag ou Au + Cu

Principais características

- A maioria é sólida na temperatura ambiente, com exceção do mercúrio (Hg);
- Possuem altas temperaturas de fusão e ebulição;
- Conduzem eletricidade (elétrons livres);
- São insolúveis em água;
- Possuem brilho, são maleáveis e dúcteis.

Exercícios

1. Em relação à formação de substâncias iônicas, selecione a(s) afirmação(ões) correta(s) e forneça a soma do(s) número(s) da(s) alternativa(s) selecionada(s).
- (01) São necessariamente substâncias compostas.
- (02) Também podem ser substâncias simples.
- (04) A fórmula $\text{NaCl}_{(s)}$ indica uma molécula de cloreto de sódio.
- (08) O átomo de magnésio isolado, $\text{Mg}_{(g)}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, é instável, mas o cátion magnésio isolado, $\text{Mg}^{2+}_{(g)}$: $1s^2 2s^2 2p^6$, cuja configuração eletrônica é igual à do gás nobre neônio, Ne : $1s^2 2s^2 2p^6$, é estável.
- (16) O que torna uma substância iônica estável é a formação do retículo cristalino que ocorre com liberação de energia pela atração elétrica entre íons de cargas opostas.
- (32) As substâncias iônicas são formadas por uma quantidade imensa e indeterminada de cátions e ânions que se agrupam segundo um arranjo geométrico definido e são representadas por uma fórmula unitária que é a menor proporção de cátions e ânions cujas cargas se anulam (a soma das cargas é igual a zero).

SOMA: ()

2. Os compostos formados pelos pares Mg e CL, Ca e O, Li e O e K e Br possuem fórmulas cujas proporções entre os cátions e os ânions são, respectivamente:
- a) 1 : 1 2 : 2 1 : 1 1 : 2
- b) 1 : 2 1 : 2 1 : 1 1 : 1
- c) 1 : 1 1 : 2 2 : 1 2 : 1
- d) 1 : 2 1 : 1 2 : 1 1 : 1
- e) 2 : 2 1 : 1 2 : 1 1 : 1
3. Compostos iônicos possuem as propriedades:
- (01) elevado ponto de ebulição e baixo ponto de fusão;
- (02) geralmente são sólidos;
- (04) são geralmente solúveis em água; apresentam estrutura cristalina e altos pontos de fusão e de ebulição;
- (08) boa condutibilidade elétrica; solubilidade em água; são geralmente líquidos; 16. quando são solúveis, dissolvem-se em solventes polares;
- (32) apresentam brilho metálico;
- (64) em geral são solúveis em solventes apolares.

SOMA: ()

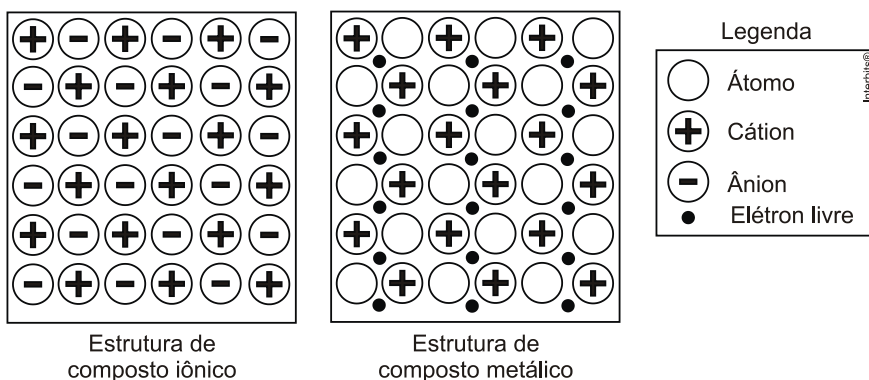
4. Se o caráter iônico entre dois ou mais átomos de elementos químicos diferentes é tanto maior quanto maior for a diferença de eletronegatividade entre eles, a alternativa que apresenta a substância que possui caráter iônico mais acentuado é:
- a) NaI
 - b) F₂
 - c) HI
 - d) KI
 - e) KF
5. A nanofiltração é um processo de separação que emprega membranas poliméricas cujo diâmetro de poro está na faixa de 1 nm (1 nm = 10⁻⁹ m). Considere uma solução aquosa preparada com sais solúveis de cálcio, magnésio, sódio e potássio. O processo de nanofiltração dessa solução retém os íons bivalentes, enquanto permite a passagem da água e dos íons monovalentes. As espécies retidas são:
- a) sódio e potássio.
 - b) potássio e cálcio.
 - c) magnésio e sódio.
 - d) cálcio e magnésio.
6. As cinzas provenientes da queima de vegetais podem ser utilizadas na produção de sabão por serem ricas em óxidos, principalmente os óxidos de metais alcalinos e alcalino terrosos. Na formação desses óxidos iônicos ocorre transferência aparente dos elétrons de valência do metal para o oxigênio. As fórmulas químicas dos óxidos de potássio e de cálcio são, respectivamente:
- a) KO e CaO.
 - b) K₂O e CaO.
 - c) KO₂ e CaO₂.
 - d) K₂O e Ca₂O.

7. Três substâncias puras, X, Y e Z, tiveram suas condutividades elétricas testadas, tanto no estado sólido como no estado líquido, e os dados obtidos encontram-se resumidos na tabela.

Substância	Conduz corrente elétrica no estado	
	sólido	líquido
X	Sim	Sim
Y	Não	Sim
Z	Não	Não

Com base nessas informações, é correto classificar como substância (s) iônica (s).

- Y e Z, apenas.
 - X, Y e Z.
 - X e Y, apenas.
 - Y, apenas.
 - X, apenas.
8. Analise os esquemas a seguir.



Tendo em vista as estruturas apresentadas,

- explique a diferença de comportamento entre um composto iônico sólido e um metal sólido quando submetidos a uma diferença de potencial;
- explique por que o comportamento de uma solução de substância iônica é semelhante ao comportamento de um metal sólido, quando ambos são submetidos a uma diferença de potencial.

9. A alpaca é uma liga metálica constituída por cobre (61%), zinco (20%) e níquel (19%). Essa liga é conhecida como "metal branco" ou "liga branca", razão pela qual muitas pessoas a confundem com a prata. A tabela fornece as densidades dos metais citados.

Metal	Densidade (g/cm ³)
Ag	10,5
Cu	8,9
Ni	8,9
Zn	7,1

- a) A alpaca é uma mistura homogênea ou heterogênea? Que característica da estrutura metálica explica o fato de essa liga ser condutora de corrente elétrica?
- b) A determinação da densidade pode ser utilizada para se saber se um anel é de prata ou de alpaca? Justifique sua resposta apenas por meio da comparação de valores, sem recorrer a cálculos.
10. As ligas metálicas apresentam ligações entre átomos de elementos químicos diferentes. Sendo assim, uma composição com características diferentes dos elementos químicos originais e com uma gama maior de aplicações que as dos próprios metais constituintes. O elemento químico X, comum às três ligas, latão (Zn + X), bronze (Sn + X) e ouro vermelho (Au + X), é isoeletrônico com Zn^{2+} quando seu próprio número de oxidação é igual a +1, e conserva sua alta condutibilidade elétrica e térmica ao compor as ligas. O elemento químico com as características citadas é
- a) Cobalto
- b) Manganês
- c) Ferro
- d) Cromo
- e) Cobre

Gabarito

1. 49

Os itens corretos são: 01, 16 e 32.

Item 02: errado, porque as substâncias iônicas são sempre substâncias compostas (formadas pela atração elétrica de um número muito grande e indeterminado de cátions e ânions).

Item 04: errado, porque as substâncias iônicas não formam moléculas, mas sim um retículo cristalino cuja fórmula mínima (ou íon-fórmula) no caso é NaCl (s). Item

08: errado, porque o átomo de magnésio isolado é mais estável que o cátion magnésio isolado, tanto que é necessário fornecer energia para retirar elétron do átomo isolado (energia de ionização). Somente a formação do retículo cristalino (ligação iônica) é capaz de estabilizar o cátion magnésio.

2. D

${}_3\text{Li}$: $1s^2 2s^1$: forma cátion monovalente, Li^{1+} .

${}_8\text{O}$: $1s^2 2s^2 2p^4$: forma ânion bivalente, O^{2-} .

${}_{12}\text{Mg}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$: forma cátion bivalente, Mg^{2+} .

${}_{17}\text{Cl}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$: forma ânion monovalente, Cl^{1-} .

${}_{19}\text{K}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$: forma cátion monovalente, K^{1+} .

${}_{20}\text{Ca}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$: forma cátion bivalente, Ca^{2+} .

${}_{35}\text{Br}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$: forma ânion monovalente, Br^{1-} .

Fórmula unitária dos compostos: MgCl_2 ; CaO ; Li_2O ; KBr .

3. 22

Os itens corretos são: 02, 04 e 16.

01. Errado. Os compostos iônicos possuem elevados pontos de fusão e de ebulição.

08. Errado. Os compostos iônicos são geralmente sólidos.

32. Errado. Os compostos iônicos não apresentam brilho metálico.

64. Errado. Os compostos iônicos, em geral, são solúveis em solventes polares como a água, por exemplo

4. E

A substância de maior caráter iônico é aquela em que a diferença de eletronegatividade entre os átomos é maior, ou seja, KF.

5. D

O cálcio e o magnésio, elementos situados no grupo 2 da tabela periódica, formam com facilidade íons bivalentes positivos.

6. B

${}_{19}\text{K}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

${}_{19}\text{K}$: 1 elétron na camada de valência, tendência a formar cátion monovalente, K^{1+} .

${}_{20}\text{Ca}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

${}_{20}\text{Ca}$: 2 elétrons na camada de valência, tendência a formar cátion bivalente, Ca^{2+} .

${}_8\text{O}$: $1s^2 2s^2 2p^4$

${}_8\text{O}$: 6 elétrons na camada de valência, tendência a formar ânion bivalente, O^{2-} . Fórmula dos compostos: K_2O e CaO

7. D

Com base nessas informações, é correto classificar como substância iônica apenas Y, pois compostos iônicos conduzem corrente no estado líquido, mas não no estado sólido, pois neste caso os íons ficam retidos na rede cristalina.

8.

- a) Nos compostos iônicos sólidos, os íons estão presos na rede cristalina e não se movimentam devido à forte interação eletrostática.
Nos metais sólidos, os elétrons estão livres na rede cristalina (constituindo bandas eletrônicas) e se movimentam livremente (corrente elétrica).
- b) Numa solução iônica, os cátions e ânions movimentam livremente "fechando" o circuito elétrico.

9.

- a) A alpaca é uma mistura homogênea, pois pode formar uma liga eutética.
A característica da estrutura metálica que explica o fato de essa liga ser condutora de corrente elétrica é a existências de elétrons livres dentro da rede cristalina, ou seja, ocorre ligação metálica.
- b) Sim.
Justificativa: o cobre é o metal em maior porcentagem presente na alpaca (61%), como sua densidade ($8,9 \text{ g/cm}^3$) é menor do que a densidade da prata ($10,5 \text{ g/cm}^3$) e os outros metais não apresentam densidade superior a $8,9 \text{ g/cm}^3$, conclui-se que a determinação da densidade pode ser utilizada para se saber se um anel é de prata ou de alpaca.

10. E

X é isoeletrônico de Zn^{+2}

${}_{30}\text{Zn}^{+2}$

p = 30

e = 28 (perdeu $2e^-$)

Assim X, possui 28 elétrons quando seu número de oxidação é +1, ou seja, perdeu 1 elétron, sendo assim, ele possui 29 elétrons, quando neutro.

Então:

$29e^- = 29p$ trata-se do elemento cobre, que forma o latão ao se ligar ao zinco, o bronze ao se ligar ao estanho e o ouro vermelho quando se liga ao ouro.