

## Aula 5 - Ligações Químicas

Os elementos químicos na natureza são encontrados ligados, portanto, a ligação química traz para os elementos maior estabilidade. Na natureza os gases nobres são encontrados livres, formando moléculas monoatômicas, estáveis. Os outros elementos através da ligação buscam imitar os gases nobres, e portanto, adquirir sua estabilidade.



Ligação    Estabilidade    imitar os gases nobres

Acredita-se que os gases nobres sejam estáveis por apresentarem 2 ou 8 elétrons na camada de valência. Quando falamos em imitar os gases nobres significa adquirir essa configuração eletrônica. Esse desejo de ficar com 2 ou 8 elétrons na camada de valência denomina-se Teoria do octeto.

### Metais e ametais

Os elementos possuem eletronegatividades (tendência em receber elétrons) diferentes.

Os metais possuem uma tendência em doar elétrons (alta eletropositividade / baixa eletronegatividade), doando seus elétrons das camadas mais externas formam os cátions (íons positivos).

Já os ametais possuem uma tendência em receber elétrons (alta eletronegatividade), quando eles recebem elétrons formam os ânions (íons negativos).

No momento da ligação, a diferença de eletronegatividade entre os participantes faz surgirem 3 tipos de ligação.

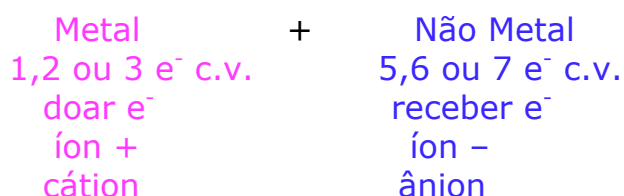
## Tipos de ligação

- \* iônica (metal + não metal)
- \* covalente (não metal + não metal)
- \* metálica (metal + metal)

## Ligação Iônica

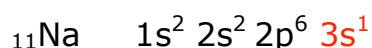
A ligação iônica é aquela em que há uma grande diferença de eletronegatividade entre os elementos, um com muita vontade de doar elétrons (metais) e o outro com muita vontade de receber (ametais), gerando íons de cargas opostas que se atraem, por isso, ligação iônica.

A ligação iônica pode ocorrer entre metal + ametal ou metal + hidrogênio.

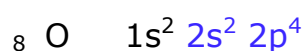


Vamos ver um modelo de ligação iônica, a ligação entre o sódio e o oxigênio:

1º fazer a distribuição para identificar o elemento



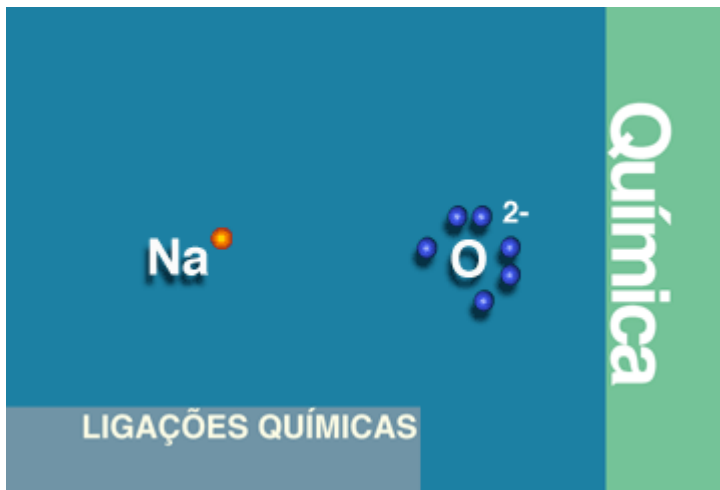
1 e<sup>-</sup> na camada de valência      metal      doar 1 e<sup>-</sup>



6 e<sup>-</sup> na camada de valência      não metal      receber 2 e<sup>-</sup>

2º representar os elétrons da última camada por pontos

figura 1



obs.: cada átomo de sódio doa 1 elétron e o oxigênio recebe dois elétrons, portanto, precisamos de dois átomos de sódio para cada oxigênio.

íons formados	fórmula do composto
$2 [ \text{Na} ]^+ [ \text{O} ]^{2-}$	$\text{Na}_2\text{O}$

Para obtermos a fórmula do composto de uma maneira mais rápida temos a regra prática. Aonde a carga do cátions fica como índice do ânion e a carga do ânion fica como índice do cátion.

### Regra prática



Se for usar a regra prática você deve simplificar as cargas sempre que possível, por exemplo, o cátion  $\text{Ca}^{2+}$  e o ânion  $\text{O}^{2-}$  a fórmula ficaria  $\text{CaO}$ .

bs.: Quando a ligação iônica une os íons se forma um grande aglomerado de íons, dando origem a um composto sólido cristalino, portanto, quase sempre os compostos iônicos serão sólidos cristalinos à temperatura ambiente.

Um composto iônico apresenta normalmente altos pontos de fusão e ebulição, conduzem corrente elétrica quando em solução aquosa ou fundidos, pois seus íons ficam livres tornando o meio condutor de corrente. Normalmente apresentam solubilidade em água.

Figura 2 (sólido cristalino)

Todo composto iônico é sólido a temperatura ambiente



 Na<sup>+</sup>
 Cl<sup>-</sup>

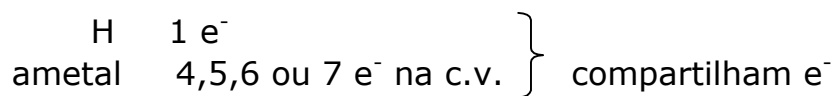
LIGAÇÕES QUÍMICAS

Química


## Ligação Covalente

A ligação covalente ocorre entre elementos que possuem uma alta eletronegatividade, ou seja, ametal + ametal ou hidrogênio + ametal ou hidrogênio com hidrogênio.

Como ambos os elementos querem receber elétrons, o segredo da ligação covalente é o compartilhamento dos elétrons.



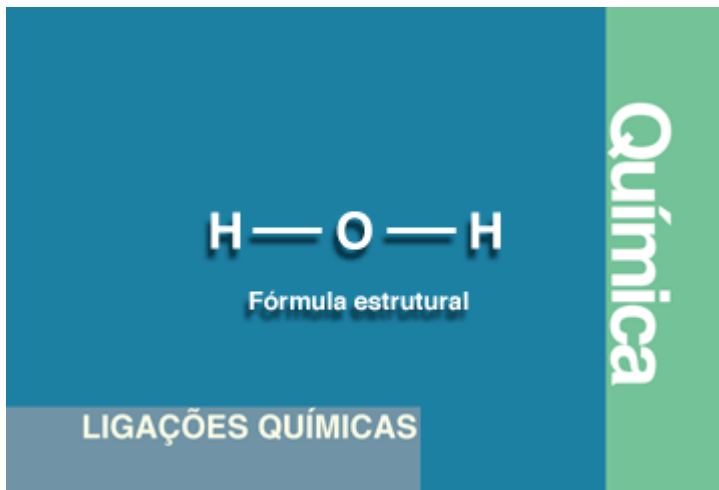
Exemplo H<sub>2</sub>O / água



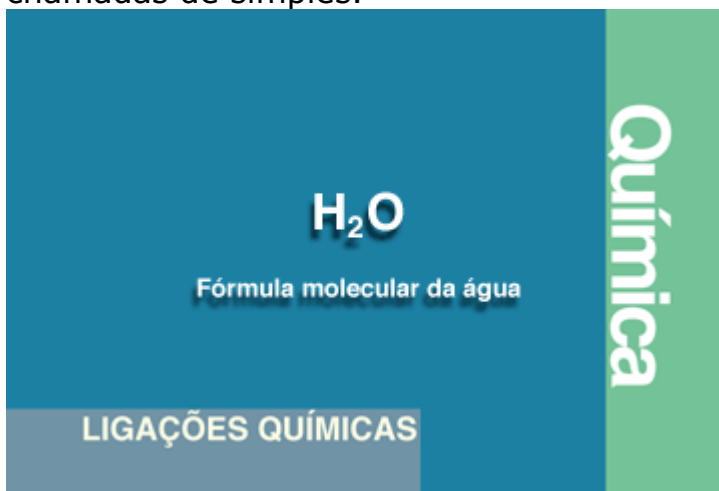
Fórmula Eletrônica ou Estrutura de Lewis

LIGAÇÕES QUÍMICAS

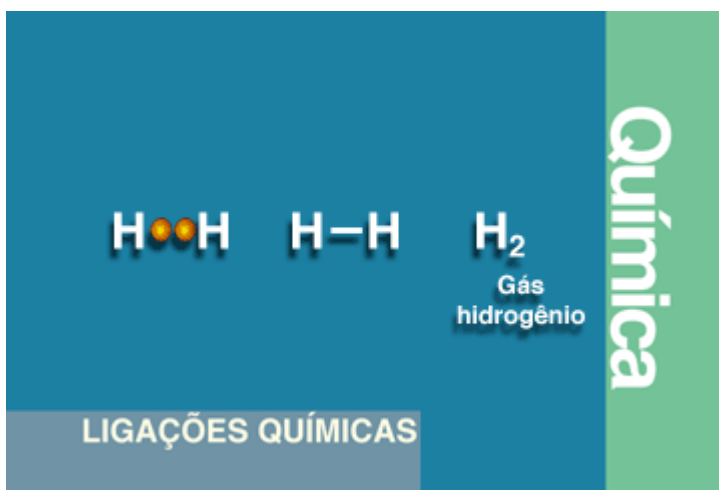
Química

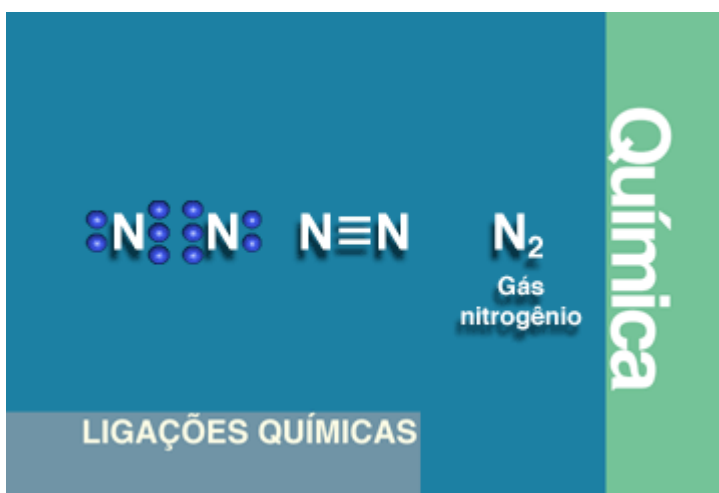
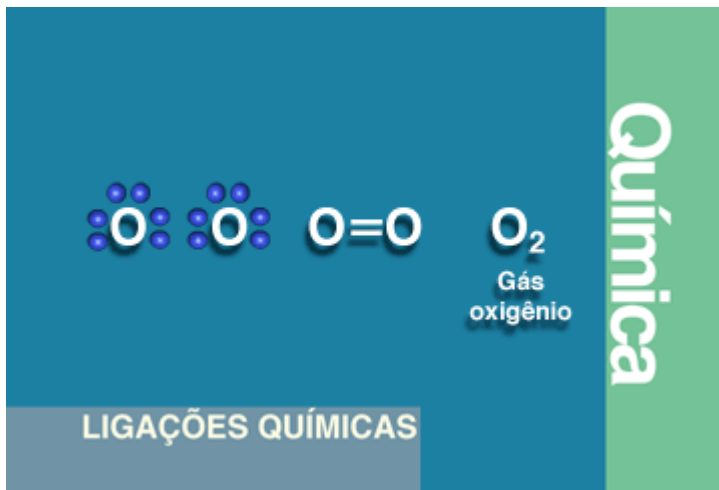


Obs.: na fórmula estrutural o par de elétrons que é compartilhado é representado por um traço. Na estrutura acima temos duas ligações chamadas de simples.



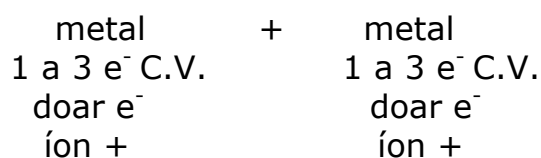
Existem também ligações duplas e triplas





## Ligação Metálica

Na ligação metálica os participantes são elementos muito eletropositivos (os metais), portanto, ambos com tendência em doar elétrons.



Você teria cátions + elétrons semilivres (pois conseguem se movimentar dentro da estrutura, mas não saem dela) daí a alta condutividade de corrente elétrica dos metais. No momento da ligação metálica ocorre a formação desses cátions que agrupam-se em um arranjo cristalino, envolvido num mar de elétrons semilivres.

Figura 3 (ligação metálica)



### Exercícios

1)(uel) Da combinação química entre átomos de magnésio e nitrogênio pode resultar a substância de fórmula

Números atômicos: Mg ( $Z = 12$ ) ; N ( $Z = 7$ )

- a)  $Mg_3N_2$ ,
- b)  $Mg_2N_3$ ,
- c)  $Mg_3N$ ,
- d)  $MgN_2$ ,
- e)  $MgN$

2)(uel) Podem ser citadas como propriedades características de substâncias iônicas:

- a) baixa temperatura de ebulição e boa condutividade elétrica no estado sólido.
- b) baixa temperatura de fusão e boa condutividade elétrica no estado sólido.
- c) estrutura cristalina e pequena solubilidade em água.
- d) formação de soluções aquosas não condutoras da corrente elétrica e pequena solubilidade em água.
- e) elevada temperatura de fusão e boa condutividade elétrica quando em fusão.

3)(Mackenzie) 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

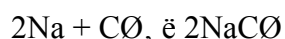
4)(cesgranrio) Quando o elemento X ( $Z = 19$ ) se combina com o elemento Y ( $Z = 17$ ), obtém-se um composto, cuja fórmula molecular e cujo tipo de ligação são, respectivamente:

- a) XY e ligação covalente apolar.
- b)  $X_2Y$  e ligação covalente fortemente polar.
- c) XY e ligação covalente coordenada.
- d)  $XY_2$  e ligação iônica.
- e) XY e ligação iônica.

5)(Mackenzie) A fórmula do composto e o tipo de ligação que ocorre quando se combinam átomos dos elementos químicos Ba ( $Z = 56$ ) e Cl ( $Z = 17$ ) são, respectivamente:

- a) Ba, Cl e dativa.
  - b) BaCl e iônica.
  - c) Ba, Cl, e covalente normal.
  - d) BaCl, e iônica.
  - e) BaCl e covalente normal.
- 6) Cátions e ânions unidos são encontrados em:
- a) misturas comuns
  - b) misturas homogêneas
  - c) misturas heterogêneas
  - d) compostos iônicos
  - e) compostos moleculares

7)(unicamp) O sódio, Na, reage com cloro, Cl, dando cloreto de sódio, segundo a reação representada pela equação química:



Baseando-se nessas informações e na Classificação Periódica, escreva:

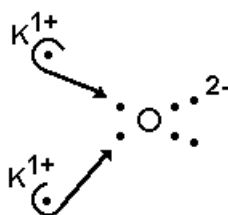
- a) A equação química que representa a reação entre o potássio, K, e o cloro, Cl<sub>2</sub>,
- b) A equação química que representa a reação entre o cálcio, Ca e o bromo, Br<sub>2</sub>.

8) (vunesp) Os elementos X e Y têm, respectivamente, 2 e 6 elétrons na camada de valência. Quando X e Y reagem, forma-se um composto

- a) covalente, de fórmula XY.
- b) covalente, de fórmula  $XY_2$ .
- c) covalente, de fórmula  $X_2Y_3$ .
- d) iônico, de fórmula  $X^+Y^{2-}$ .
- e) iônico, de fórmula  $X^{2+}Y^{3-}$ .

9)(Mackenzie) Da fórmula eletrônica na figura adiante, pode-se concluir que:





- o potássio pertence à família dos metais alcalino-terrosos.
- o átomo de oxigênio tem seis elétrons na camada de valência e, ao ligar-se, adquire uma configuração eletrônica igual à de um gás nobre.
- ocorre somente uma ligação iônica.
- a substância formada não é eletricamente neutra.
- o átomo de oxigênio cede dois elétrons para dois átomos de potássio.

10)(ufmg) Um material sólido tem as seguintes características:

- não apresenta brilho metálico;
- é solúvel em água;
- não se funde quando aquecido a 500 °C;
- não conduz corrente elétrica no estado sólido;
- conduz corrente elétrica em solução aquosa.

Com base nos modelos de ligação química, pode-se concluir que, provavelmente, trata-se de um sólido

- iônico.
- covalente.
- molecular.
- metálico.

11)(ufv) Os compostos formados pelos pares

Mg e Cl  
Ca e O  
Li e O  
K e Br

possuem fórmulas cujas proporções entre os cátions e os ânions são, respectivamente:

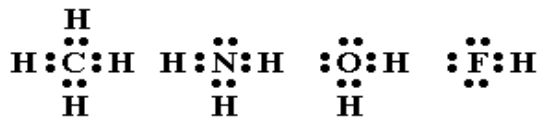
Dados:

Li (Z=3); O (Z=8); Mg (Z=12); Cl (Z=17);  
K (Z=19); Ca (Z=20); Br (Z=35)

- |          |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|
| 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

12)(unicamp) Observe as seguintes fórmulas eletrônicas (fórmula de Lewis):



Consulte a Classificação Periódica dos Elementos e escreva as fórmulas eletrônicas das moléculas formadas pelos seguintes elementos:

- a) fósforo e hidrogênio;  
 b) enxofre e hidrogênio;  
 c) flúor e carbono.

13)(vunesp) As substâncias X, Y e Z, sólidas a temperatura ambiente, apresentam as propriedades físicas resumidas na tabela adiante.

Com base nestes dados, conclui-se que:

Substância	X	Y	Z
Solubilidade em água	solúvel	insolúvel	insolúvel
Condutividade elétrica do sólido	não conduz	conduz	não conduz
Condutividade elétrica no estado fundido	conduz	conduz	não conduz
Condutividade elétrica em solução aquosa	conduz	—	—

- a) X é uma substância iônica; Y e Z são substâncias covalentes.  
 b) X é uma substância iônica; Y é um metal e Z é uma substância covalente.  
 c) X é uma substância covalente; Y e Z são substâncias iônicas.  
 d) X e Y São substância covalente e Z é uma substância iônica.  
 e) X, Y e Z são substâncias iônicas.

14)(vunesp) P e Cl têm, respectivamente, 5 e 7 elétrons na camada de valência.

- a) Escreva a fórmula de Lewis do tricloreto de fósforo.  
 b) Qual é o tipo de ligação formada?

15) Nos compostos moleculares, os átomos se unem por ligações covalentes que são formadas por:

- a) doação de elétrons
- b) recepção de elétrons
- c) doação de prótons
- d) recepção de prótons
- e) compartilhamento de elétrons

16) A fórmula molecular do provável composto formado entre átomos de hidrogênio ( $Z=1$ ) e fósforo ( $Z=15$ ) é:

- a)  $\text{PH}_3$
- b)  $\text{PH}_4$
- c)  $\text{PH}_5$
- d)  $\text{PH}_6$
- e)  $\text{PH}_7$

17) A fórmula molecular da amônia é  $\text{NH}_3$ . Sabendo-se que o hidrogênio possui apenas um elétron na camada de valência, quantos elétrons deve possuir o nitrogênio em sua camada de valência?

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

18) Ácidos são compostos moleculares, logo, entre os átomos que os constituem ocorrem ligações:

- a) iônicas
- b) covalentes
- c) metálicas
- d) eletrovalentes
- e) homogêneas

19) Dados os elementos químicos com seus símbolos e números atômicos:

- I) Hidrogênio é H ( $Z = 1$ )
- II) Oxigênio é O ( $Z = 8$ )
- III) Sódio é Na ( $Z = 11$ )
- IV) Enxofre é S ( $Z = 16$ )
- V) Cálcio é Ca ( $Z = 20$ )

Unem-se por ligações covalentes, átomos de:

- a) H/O e H/Na
- b) O/Na e O/S
- c) Na/S e S/Ca
- d) S/H e S/O
- e) Ca/Na e Ca/H

20) Qual dos elementos liga-se ao oxigênio ( $Z = 8$ ) por ligação covalente?

- a) Sódio - Na ( $Z = 11$ )
- b) Potássio - K ( $Z = 19$ )
- c) Neônio - Ne ( $Z = 10$ )
- d) Argônio - Ar ( $Z = 18$ )
- e) Fósforo - P ( $Z = 15$ )

21)(ufc) As propriedades físicas e químicas do ouro justificam a importância comercial histórica deste mineral. Dentre estas propriedades, relacionam-se as seguintes:

- I. sua coloração e reluzente beleza, que o qualificam como um metal precioso;
- II. é relativamente fácil de ser modelado mecanicamente para compor objetos artísticos;
- III. não é oxidado ao ar e não é facilmente solúvel em solventes comuns;
- IV. é cineticamente inerte em soluções alcalinas e em quase todas as soluções ácidas

Dentre as características do ouro acima relacionadas, são propriedades físicas e químicas, respectivamente:

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

22)(vunesp) Linus Pauling, recentemente falecido, recebeu o prêmio Nobel de Química em 1954, por seu trabalho sobre a natureza das ligações químicas. Através dos valores das eletronegatividades dos elementos químicos, calculados por Pauling, é possível prever se uma ligação terá caráter covalente ou iônico.

Com base nos conceitos de eletronegatividade e de ligação química, pede-se:

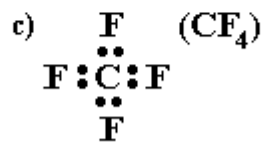
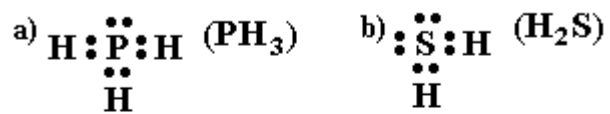
- a) Identificar dois grupos de elemento da Tabela Periódica que apresentam, respectivamente, as maiores e as menores eletronegatividades.
- b) Que tipo de ligação apresentará uma substância binária, formada por um elemento de cada um dos dois grupos identificados?

23)(unicamp) A uréia ( $\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}$ ) é o produto mais importante de excreção do nitrogênio pelo organismo humano. Na molécula da uréia, formada por oito átomos, o carbono apresenta duas ligações simples e uma dupla, o oxigênio uma ligação dupla, cada átomo de nitrogênio três ligações simples e cada átomo de hidrogênio uma ligação simples. Átomos iguais não se ligam entre si. Baseando-se nestas informações, escreva a fórmula estrutural da uréia, representando ligações simples por um traço (-) e ligações duplas por dois traços (=).

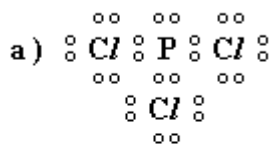
RESPOSTAS

- 1) a
- 2) e
- 3) e
- 4) e
- 5) d
- 6) d
- 7) a)  $2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$  / b)  $Ca + Br_2 \rightarrow CaBr_2$
- 8) d
- 9) b
- 10) a
- 11) d

12)



- 13) b
- 14)



**b) ligação covalente polar**

- 15) e
- 16) a
- 17) e
- 18) b
- 19) d
- 20) e
- 21) c
- 22) a) maior eletronegatividade 7A (atual família 17)  
menor eletronegatividade 1A (atual família 1)
- b) ligação iônica
- 23)

