

1 LIGAÇÕES QUÍMICAS

É a força atrativa que mantém dois ou mais átomos unidos.

OBJETIVO DA LIGAÇÃO

Os átomos **NÃO ESTÁVEIS** tendem a **ganhar, perder** ou **compartilhar** elétrons a fim de adquirir a configuração de um gás nobre (**Configuração estável**).

1.1 Modelo do octeto e estabilidade dos gases nobres

Teoria do Octeto: um grande número de átomos adquire estabilidade eletrônica quando apresenta oito elétrons na sua camada mais externa.

Apenas os gases nobres (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), nas condições ambientes, apresentam átomos estáveis isolados, isto é, não unidos a outros átomos.

TABELA 2 Distribuição eletrônica dos gases nobres

Gás nobre	K	L	M	N	O	P
Hélio	2					
Neônio	2	8				
Argônio	2	8	8			
Criptônio	2	8	18	8		
Xenônio	2	8	18	18	8	
Radônio	2	8	18	32	18	8

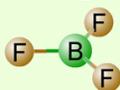
EXCEÇÕES À REGRA DO OCTETO

Existem três classes de exceções à regra do octeto envolvendo ligações covalentes:

1. moléculas com número ímpar de elétrons:



2. moléculas nas quais um átomo tem menos de um octeto, ou seja, moléculas deficientes em elétrons (relativamente raro): o exemplo mais típico é o BF_3 .



3. moléculas nas quais um átomo tem mais do que um octeto, ou seja, moléculas com expansão de octeto. Os átomos do 3º período em diante podem acomodar mais de um octeto.

1.2 Estrutura eletrônica de Lewis

Para o entendimento através de figuras sobre a localização dos elétrons de valência de um átomo, representam-se os elétrons como pontos ao redor do símbolo do elemento.

Elemento	Configuração eletrônica	Símbolo de Lewis
Li	[He]2s ¹	Li·
Be	[He]2s ²	·Be·
B	[He]2s ² 2p ¹	·B·
C	[He]2s ² 2p ²	·C·
N	[He]2s ² 2p ³	·N·
O	[He]2s ² 2p ⁴	·O·
F	[He]2s ² 2p ⁵	·F·
Ne	[He]2s ² 2p ⁶	·Ne·

DESENHANDO ESTRUTURAS DE LEWIS

Estrutura de Lewis para o tricloreto de fósforo, PCl_3

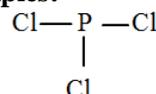
1. Some os elétrons de valência de todos os átomos:

P = 5 elétrons de valência;

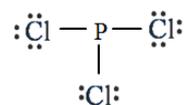
Cl = 7 elétrons de valência;

$$5 + (3 \times 7) = 26$$

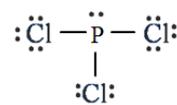
2. Escreva os símbolos para os átomos a fim de mostrar quais átomos estão ligados entre si e una-os com uma ligação simples:



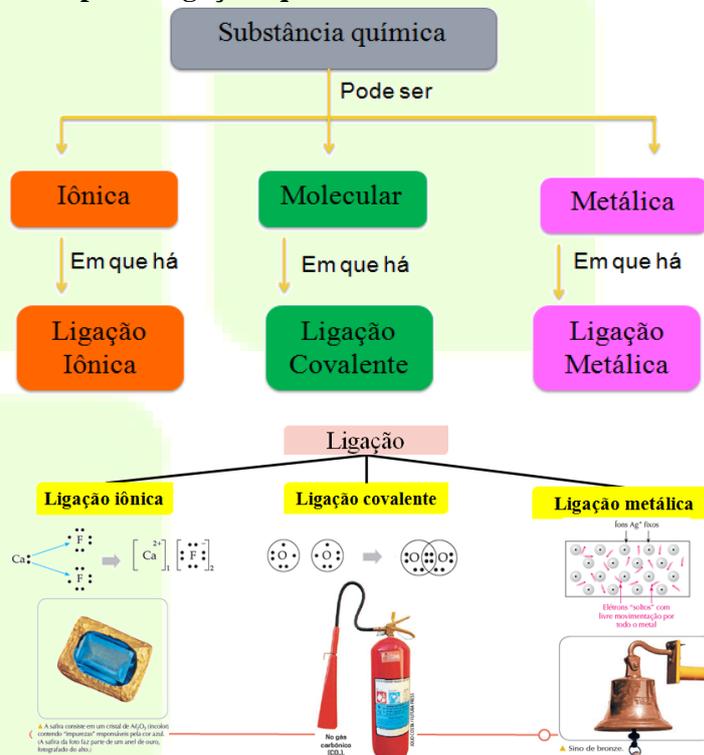
3. Complete os octetos dos átomos ligados ao átomo central:



4. Coloque qualquer sobra de elétrons no átomo central (ou tente ligações múltiplas):



1.3 Tipos de ligações químicas interatômicas



IÔNICA

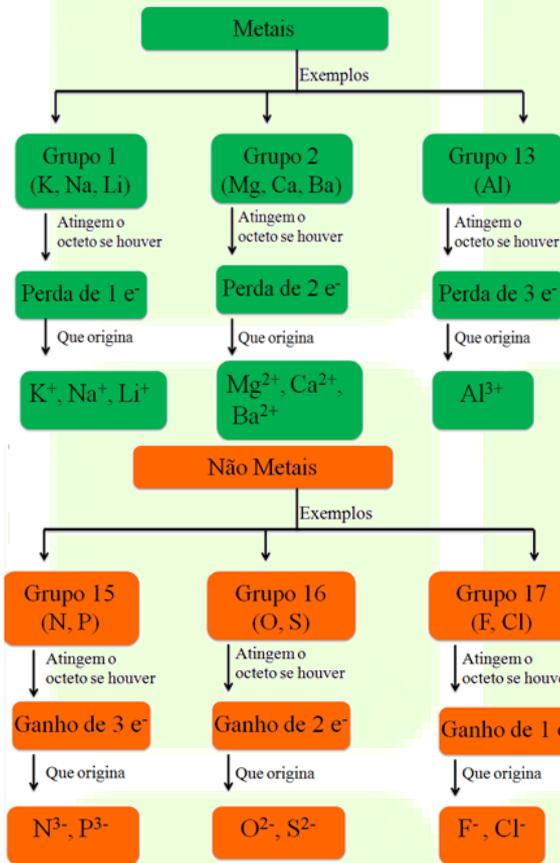
A ligação iônica é a única em que ocorre transferência definitiva de elétrons.

	A $\xrightarrow{e^-}$ B	
Tendência	ceder elétrons	receber elétrons
Classificação	metais	ametais semimetais hidrogênio
Interação	cátions	ânions

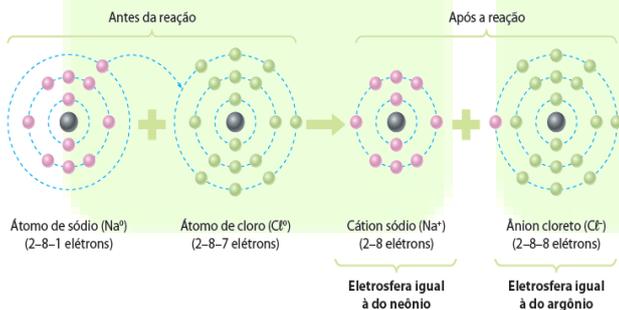
← atração eletrostática →

Os químicos perceberam que:

- ✓ Os átomos dos elementos dos grupos 1, 2 e 13 apresentam uma tendência a perder elétrons da camada de valência.
- ✓ Os átomos dos elementos dos grupos 15, 16 e 17 apresentam uma tendência a ganhar elétrons da camada de valência.

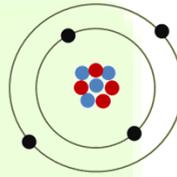


Vamos considerar a reação entre o sódio e o cloro, produzindo o cloreto de sódio:

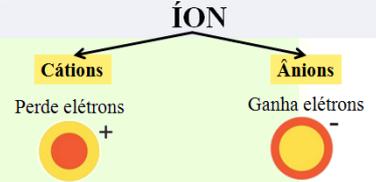


FÓRMULA E NOMENCLATURA DE UM COMPOSTO IÔNICO

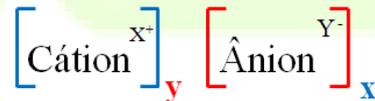
• Os átomos são eletricamente neutros



• Os átomos pode ganhar ou perder elétrons, e quando isso acontece, o nº de elétrons fica diferente do nº de prótons. A espécie resultante, carregada, é denominada:



Para fazer a fórmula de um composto iônico é preciso descobrir qual a carga do íon estável formado pelos elementos presentes e levar em conta que a carga total do composto é nula.



O cátion é escrito à esquerda e o ânion, à direita

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
H ⁺	H ⁻																	
Li ⁺																O ²⁻	F ⁻	
Na ⁺	Mg ²⁺											Al ³⁺				S ²⁻	Cl ⁻	
K ⁺	Ca ²⁺				Cr ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ⁺	Zn ²⁺					As ³⁺	Br ⁻	
Rb ⁺	Sr ²⁺				Cr ³⁺	Mn ³⁺	Fe ³⁺									Sn ²⁺	Sb ³⁺	I ⁻
Cs ⁺	Ba ²⁺									Pr ²⁺	Au ³⁺	Hg ²⁺				Pb ²⁺	Pb ⁴⁺	Bi ³⁺
	Ra ²⁺																	

Exemplos:

Para da nome aos compostos iônicos seguem a seguinte regra:

- **Cátion:** recebe o nome do próprio elemento dos quais derivam. Exemplos: Na⁺ cátion sódio; Ca²⁺ cátion cálcio.
- **Ânion:** para os ânions simples (formado por um elemento) deriva do nome do elemento acrescido da terminação **eto**, se o ânion for O²⁻ usa-se **óxido**. Exemplos: F⁻ ânion Fluoreto; Cl⁻ ânion cloreto.

Nomenclatura= **nome do ânion** + de + **nome do cátion**
Exemplos: Cloreto de sódio (NaCl); Óxido de Magnésio (MgO).



Principais ânions

Nome	Representação	Nome	Representação
Cloreto	Cl^{-1}	Sulfeto	S^{-2}
Hipoclorito	ClO^{-1}	Sulfito	SO_3^{-2}
Clorito	ClO_2^{-1}	Sulfato	SO_4^{-2}
Clorato	ClO_3^{-1}	Oxalato	$C_2O_4^{-2}$
Perclorato	ClO_4^{-1}	Carbonato	CO_3^{-2}
Permanganato	MnO_4^{-1}	Dicromato	$Cr_2O_7^{-2}$
Aluminato	AlO_2^{-1}	Cromato	CrO_4^{-2}
Cianeto	CN^{-1}	Fosfato	PO_4^{-3}
Isocianeto	NC^{-1}	Borato	BO_3^{-3}
Metanoato	HCO_2^{-1}	Arsenito	AsO_3^{-3}
Etanoato	$H_3C_2O_2^{-1}$	Arsenato	AsO_4^{-3}
Metaborato	BO_2^{-1}	Pirofosfato	$P_2O_7^{-4}$
Manganato	MnO_4^{-2}	Silicato	SiO_4^{-4}

COVALENTE

Átomos desta ligação se estabilizam pelo compartilhamento de elétrons com outros átomos.

-O compartilhamento de elétrons para formar uma ligação covalente **NÃO** significa **COMPARTILHAMENTO IGUAL** daqueles elétrons.

Esquemáticamente, a ligação covalente pode ser assim representada:

Átomos	A	B
Tendência	receber elétrons	receber elétrons
Classificação	hidrogênio, ametais, semimetais	hidrogênio, ametais, semimetais
Par de elétrons	●	●

A molécula de hidrogênio, H_2 , fornece o exemplo mais simples possível.

A LIGAÇÃO COVALENTE E A TABELA PERIÓDICA

A relação entre a posição na tabela e o número de ligações é indicada a seguir:

Elemento	Camada de valência	Quantidade de pares compartilhados	Possibilidades de ligação
família VIIA	7 elétrons	1	$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$
família VIA	6 elétrons	2	$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$
família VA	5 elétrons	3	$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$
família IVA	4 elétrons	4	$\cdot\cdot\cdot\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
hidrogênio	1 elétron	1	$H\cdot$

Existem três maneiras de representar uma molécula (ligação covalente) são: **Molecular**; **Eltrônica ou de Lewis**; **Estrutural**.

Fórmula molecular	Fórmula eletrônica	Fórmula estrutural
H_2	$H:H$	$H-H$
O_2	$:\ddot{O}:\ddot{O}:$	$O=O$
N_2	$:\ddot{N}::\ddot{N}:$	$N\equiv N$

ALOTROPIA: É quando um mesmo elemento químico é capaz de formar várias substâncias simples com características e propriedades diferentes.

-Vários elementos apresentam alotropia. Os exemplos mais comuns são:

Carbono (C): grafite, diamante e fulereno.

Fósforo (P): branco (P_4) e vermelho ((P_4))

Enxofre (S): monocíclico (S_8) e rômboico (S_8)

Oxigênio (O): gás Oxigênio (O_2) e gás ozônio (O_3)

METÁLICA

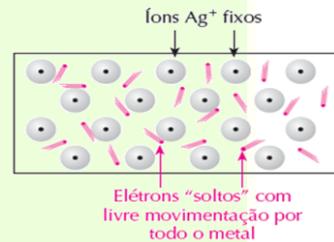
A ligação que se estabelece entre átomos iguais de um metal denomina-se ligação metálica:

Metal + metal **Ligação metálica**

A estrutura de um metal consiste numa rede de núcleos atômicos rodeados por elétrons livres.

Os elétrons livres eram os elétrons de valência de cada um dos átomos do metal.

A ação conjunta dos vários núcleos sobre os elétrons livres mantém os átomos ligados formando um cristal metálico.



1.4 Eletonegatividade e a polaridade das ligações

Segundo Pauling (1932): Eletonegatividade é a habilidade de um átomo de atrair elétrons para si em certa molécula.



baixa média alta

$F > O > N \approx Cl > Br > I \approx S \approx C > P \approx H > \text{metais}$

Sentido crescente de eletonegatividade

A diferença na eletonegatividade entre dois átomos é uma **MEDIDA DA POLARIDADE** de ligação:

- Diferenças de eletonegatividade iguais ou próximas a **0** resultam em ligações **covalentes apolares** (compartilhamento de elétrons igual ou quase igual);
- Diferenças de eletonegatividade próximas a **2** resultam em ligações **covalentes polares** (compartilhamento de elétrons desigual);
- Diferenças de eletonegatividade próximas a **3** resultam em ligações **iônicas** (transferência de elétrons).

O conceito de polaridades de ligação descreve o compartilhamento de elétrons entre os átomos;

O acúmulo de cargas elétricas em determinada região é denominado **pólo**, que pode ser de dois tipos:

pólo negativo: (-) ou $-\delta$

pólo positivo: (+) ou $+\delta$

Ligação covalente polar: um dos átomos exerce maior atração pelos elétrons ligantes que o outro;



ligação entre átomos de diferentes eletonegatividades

⇒ ligação covalente **polar**

Ligação covalente apolar: os elétrons estão igualmente compartilhados entre dois átomos;





ligação entre átomos de mesma eletronegatividade



ligação covalente apolar

A partir dos itens já discutidos, podemos estabelecer a seguinte relação:



Fórmula molecular	Geometria	Vetores	$\vec{\mu}_r$	Molécula
HCl			$\vec{\mu}_r \neq 0$	polar
CO ₂			$\vec{\mu}_r = 0$	apolar
H ₂ O			$\vec{\mu}_r \neq 0$	polar
NH ₃			$\vec{\mu}_r \neq 0$	polar

n° de nuvens eletrônicas ao redor do átomo central = n° de átomos iguais ligados ao átomo central \Rightarrow molécula apolar

n° de nuvens eletrônicas ao redor do átomo central \neq n° de átomos iguais ligados ao átomo central \Rightarrow molécula polar



Discente: _____

QUESTÕES

1- Desenhe as estruturas de Lewis para cada composto abaixo:

- a) H_2CO_3 b) HCl c) H_2O d) H_2

2- Observe os composto abaixo e indique qual o tipo de ligação envolvida:

- a) NaCl b) HCl
c) Liga de bronze d) Cl_2
e) $Mg(Cl)_2$ f) Ouro 18

3- (UEL-PR) 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

4-Para adquirir configuração eletrônica de gás nobre, o átomo de número atômico 16 deve:

- a) Perder dois elétrons b) Receber seis elétrons
c) Perder quatro elétrons d) Receber dois elétrons
e) Perder seis elétrons

5- Sabendo que o número atômico do cálcio é 20 e do cloro 17, a fórmula de um provável composto entre esses dois elementos será:

- a) $CaCl_3$ b) $CaCl$ c) Ca_2Cl_2 d) Ca_3Cl_2 e) $CaCl_2$

6- Considere o elemento cloro formando compostos com, respectivamente, hidrogênio, carbono, sódio e cálcio. (Consulte a tabela periódica.). Com quais desses elementos o cloro forma compostos covalentes?

- a) H e Ca b) Na e C c) H e C d) Ca e Na

7- O cloreto de sódio ($NaCl$), o pentano (C_5H_{12}) e álcool comum (CH_3CH_2OH) têm suas estruturas constituídas, respectivamente, por ligações:

- a) iônicas, covalentes e covalentes
b) covalentes, covalentes e covalentes
c) iônicas, covalentes e iônicas
d) covalentes, iônicas e iônicas
e) iônicas, iônicas e iônicas

8- (Fatec-SP) A condutibilidade elétrica dos metais é explicada 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.

9- Calcule a diferença de eletronegatividade e diga qual ligação tem o caráter mais POLAR:

- B---Cl P---F C---Cl

10- (Ufac) As espécies químicas a seguir apresentam, respectivamente, ligações:

O_2 (g), $NaCl$ (s), HCl (g) e Al (s)

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

11- (UFS-SE) A eletronegatividade de um elemento indica o poder de atração que um átomo desse elemento exerce sobre o par eletrônico da ligação da qual participa. As diferenças de eletronegatividade entre os átomos indicam o tipo de ligação entre tais átomos.

Elemento	Eletronegatividade
Li	1,0
Si	1,9
C	2,6
N	3,0
O	3,4

Com esses dados, conclui-se que a substância cujas ligações apresentam maior caráter iônico é:

- a) SiO_2 b) NO c) CO d) O_2 e) Li_2O

12- Indique a fórmula e o nome dos compostos formados pela combinação dos cátions Na^{1+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} com os ânion Cl^{-1} e O^{2-} .

13-(MACKENZIE - SP) O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. Em Carajás, o principal minério de ferro é a hematita, substância constituída, principalmente, por óxido férrico (ou óxido de ferro III), cuja fórmula é:

- a) FeO . b) Fe_3O . c) FeO_3 . d) Fe_2O_3 . e) Fe_3O_2 .

14- Dos compostos abaixo, qual não realiza ligação iônica?

- a) NaCl
b) $Mg(Cl)_2$
c) CaO
d) HCl
e) Na_2O



15- (Unifor-CE) Quando se comparam as espécies químicas CH_4 , NH_3 e NaCl , pode-se afirmar que os átomos estão unidos por ligações covalentes somente no:

- a) CH_4 e no NH_3
- b) NH_3 e no NaCl
- c) CH_4 e no NaCl
- d) CH_4
- e) NH_3

16- (FEI-SP) A fórmula $\text{N} \equiv \text{N}$ indica que os átomos de nitrogênio estão compartilhando três:

- a) prótons.
- b) elétrons.
- c) pares de prótons.
- d) pares de nêutrons.

17- Considere os íons:

cátions: K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+}

ânions: F^- , O^{2-}

Escreva as seis fórmulas resultantes da combinação de cada tipo de cátion com cada tipo de ânion.

18- Combine os pares de elementos e escreva a fórmula do composto resultante:

- a) ${}_{12}\text{Mg}$ e ${}_{8}\text{O}$;
- b) ${}_{11}\text{Na}$ e ${}_{16}\text{S}$;
- c) ${}_{20}\text{Ca}$ e ${}_{9}\text{F}$;
- d) ${}_{13}\text{Al}$ e ${}_{9}\text{F}$;
- e) ${}_{12}\text{Mg}$ e ${}_{7}\text{N}$;
- f) ${}_{11}\text{Na}$ e ${}_{1}\text{H}$.

19- Dentre os compostos SCl_2 , SrCl_2 , Na_2O e N_2O é (são) iônico(s) somente:

- a) Na_2O .
- b) SrCl_2 .
- c) SCl_2 e N_2O .
- d) Na_2O e SCl_2 .
- e) Na_2O e SrCl_2 .

20- Faça a associação correta:

- | | |
|-------------------|--|
| I — grafita | a) Estrutura cuja forma lembra uma bola de futebol. |
| II — diamante | b) Usado como lubrificante em engrenagens e rolamentos. |
| III — fulereno | c) Alimenta todas as reações de combustão. |
| IV — O_2 | d) Tem a capacidade de riscar qualquer outra substância natural. |
| V — O_3 | e) Substância simples que é destruída pelo CFC. |

21- Dê a nomenclatura ou a fórmula para os seguintes compostos:

- a) Cloreto de sódio - Fórmula: _____
- b) CuSO_4 - Nome: _____
- c) Sulfeto de cálcio - Fórmula: _____
- d) MgClO_2 - Nome: _____
- e) Permanganato de potássio - Fórmula: _____
- f) Na_2CO_3 - Nome: _____
- g) Clorito de cálcio - Fórmula: _____
- h) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - Nome: _____
- i) Cloreto de alumínio - Fórmula: _____
- j) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - Nome: _____
- k) Sulfeto de Magnésio - Fórmula: _____
- l) BaSO_3 - Nome: _____

Gabarito das Questões objetivas

3- A; 4- D; 5- E; 6- B; 7- A; 8- D; 10- A; 11- E; 13- D.
14- D; 15- A; 16- B; 19-E; 20- I - b; II- d; III- a; IV-c;
V- e

Bons estudos!

