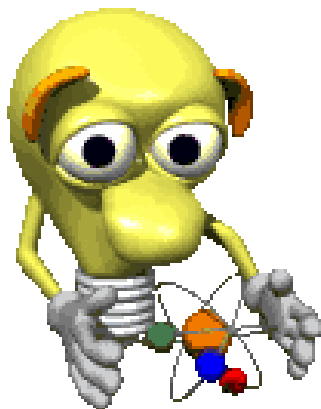


INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS LAGES



LIGAÇÕES QUÍMICAS

Prof. Marcel Piovezan

marcel.piovezan@ifsc.edu.br

Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos

Disciplina: Química Geral e Experimental I

Fase 1

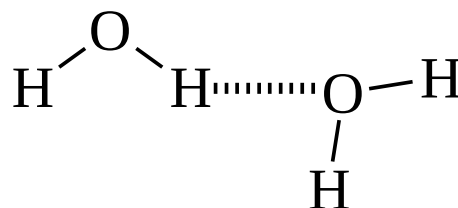
Classificam-se em:

•**ligações intramoleculares:**

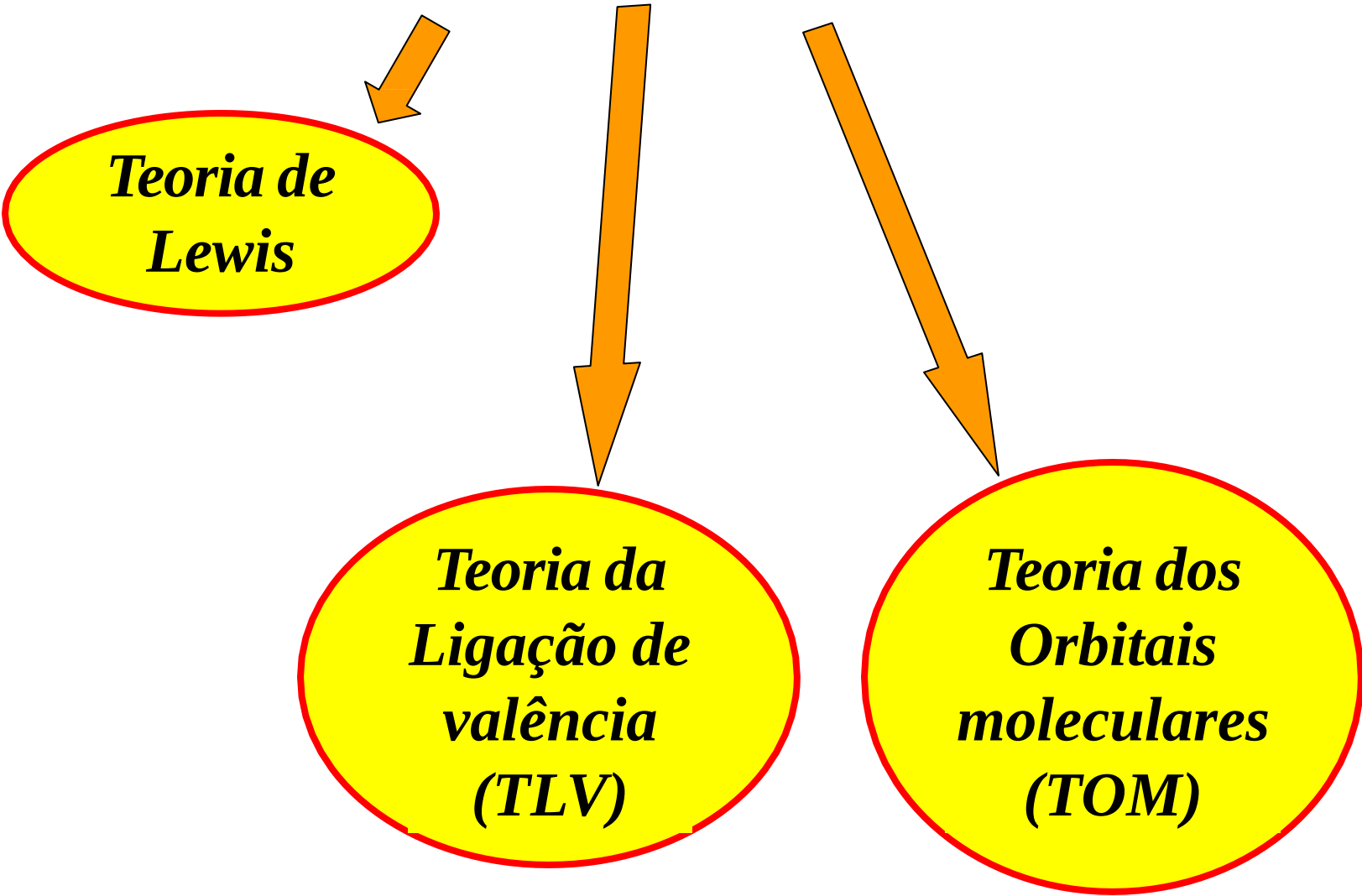
- ocorrem entre os átomos para formar “moléculas”;
- responsáveis pelas propriedades químicas dos compostos;
- são elas: **iônica, covalente e metálica.**

•**ligações (ou forças) intermoleculares:**

- ocorrem entre as “moléculas”;
- responsáveis pelas propriedades físicas dos compostos;
- são elas: **íon-dipolo; dipolo-dipolo, dipolo-induzido e ligação de hidrogênio.**



Teorias das ligações químicas

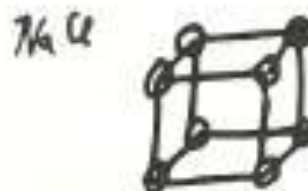
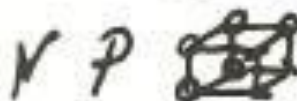
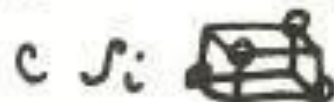
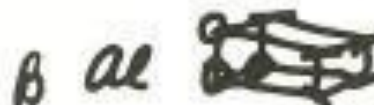
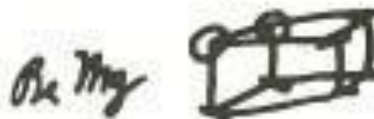


*Teoria de
Lewis*

*Teoria da
Ligação de
valência
(TLV)*

*Teoria dos
Orbitais
moleculares
(TOM)*

Teoria de Lewis

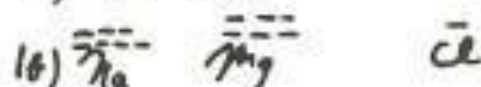
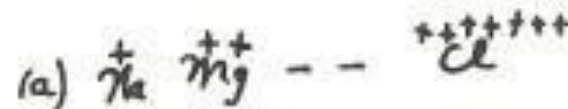


Helium



and the
whole
face of Na row

Probably some tunnel inside the atom thus

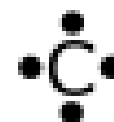
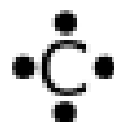


Teoria de Lewis

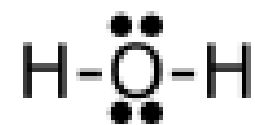
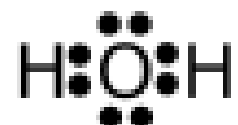
Hidrogênio



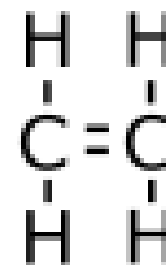
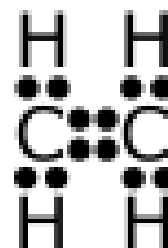
Carbono



Água



Etileno



Acetileno



LIGAÇÕES QUÍMICAS: DUALIDADE DO ELÉTRON

VISÃO "CLÁSSICA" (Lewis)

compartilhamento de um
par de elétrons de valência

elétron
corpuscular



VISÃO QUANTO-MECÂNICA (Heitler-London)

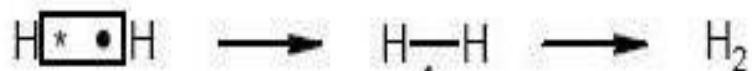
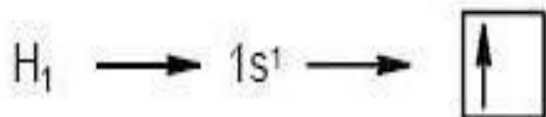
superposição de orbitais
atômicos monoocupados
e não-ortogonais

elétron
ondulatório



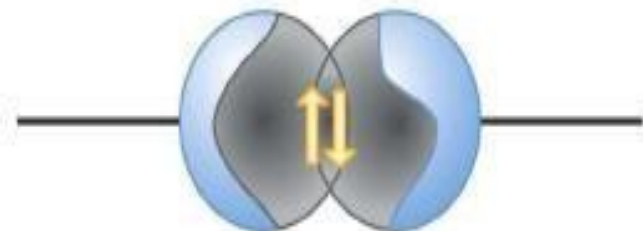
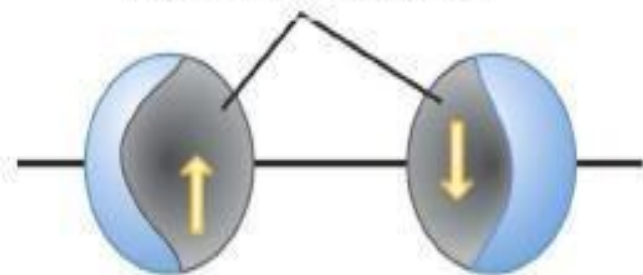
Teoria da ligação de valência

1) H_1 e H_1

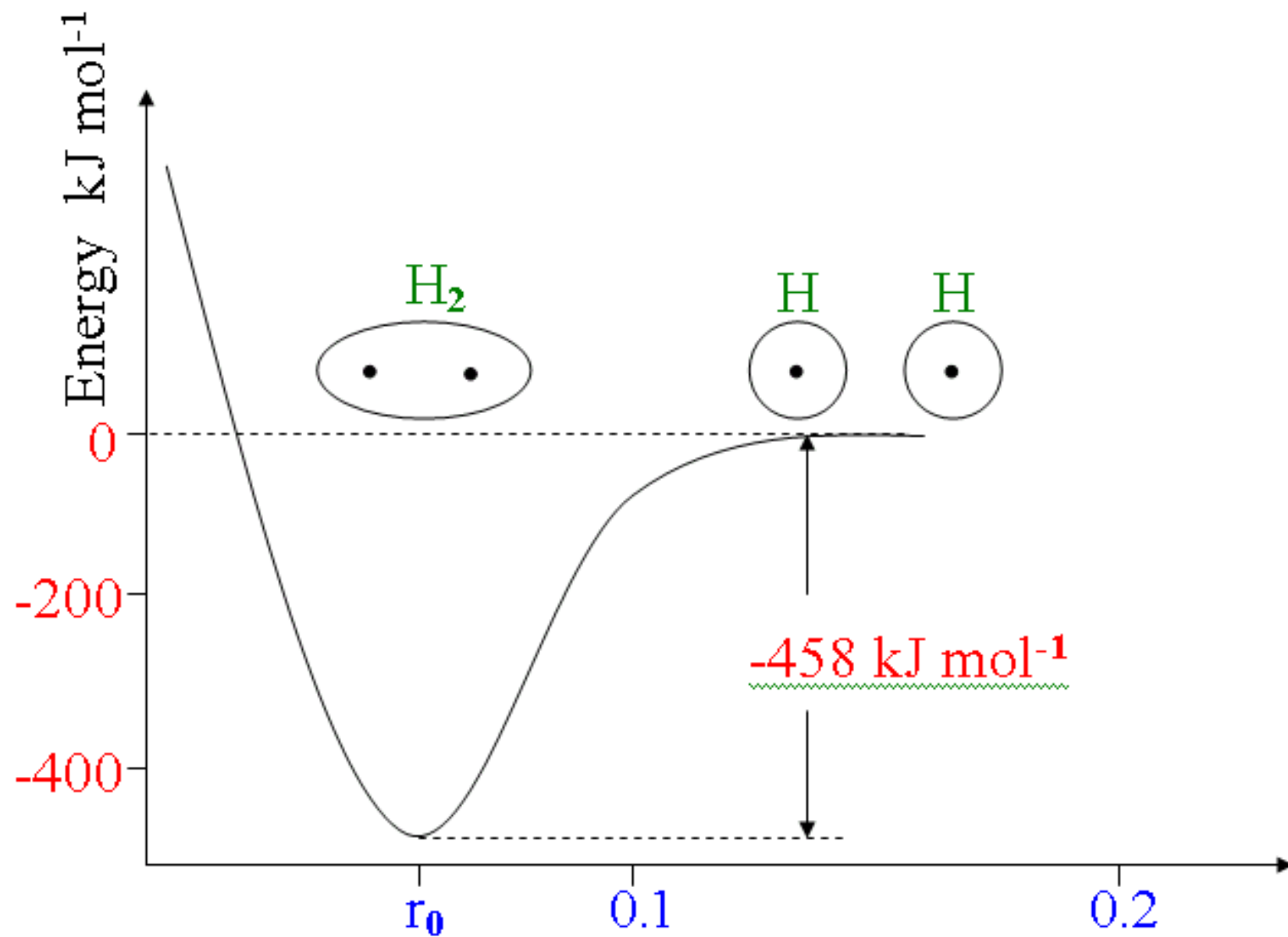


ligação sigma (s—s)

Orbitais Atômicos



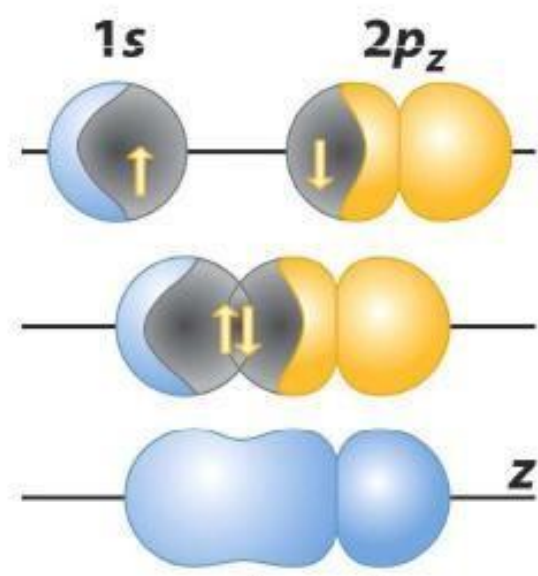
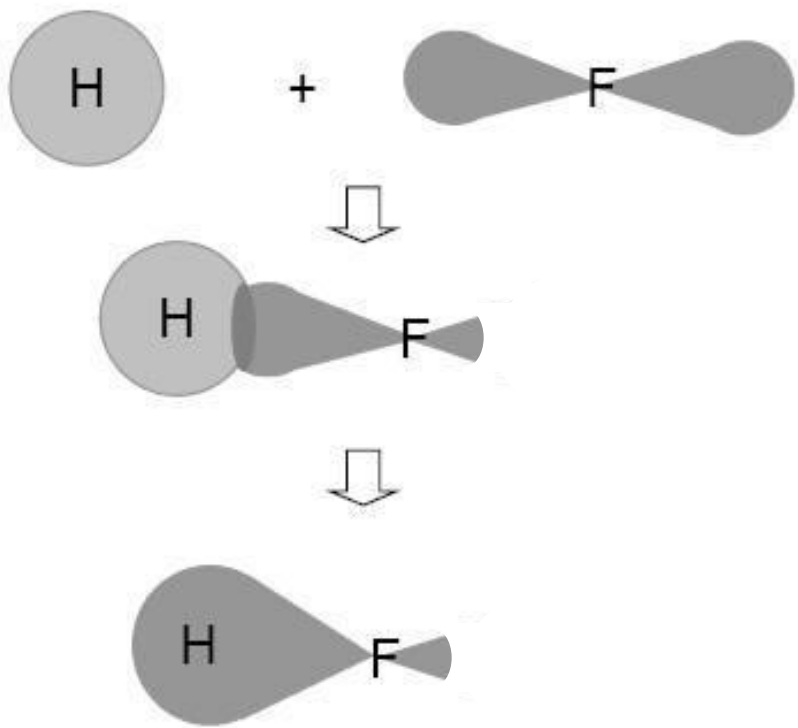
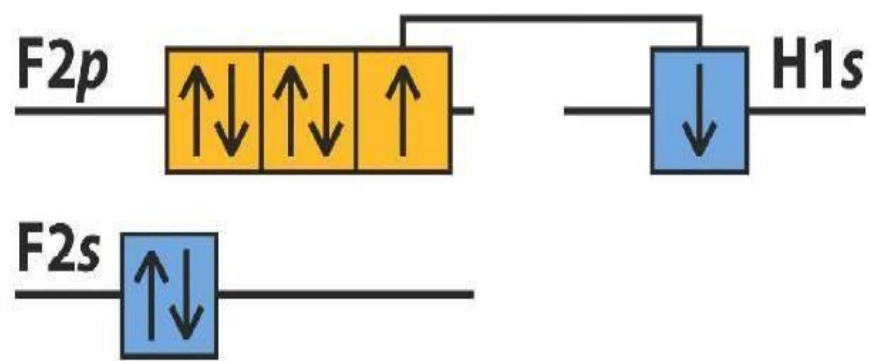
Ligação σ



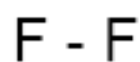
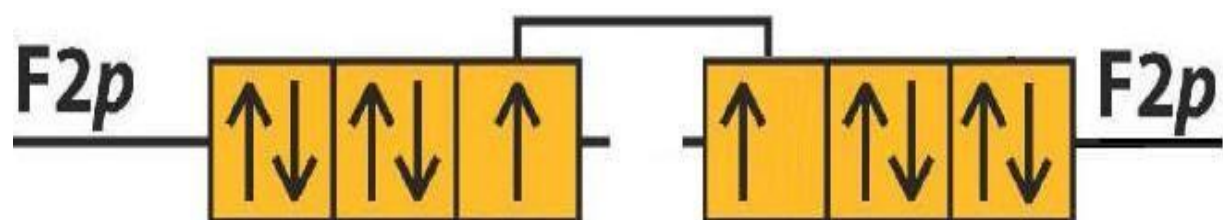
Distância internuclear, r (nm)

HF

Ácido Fluorídrico



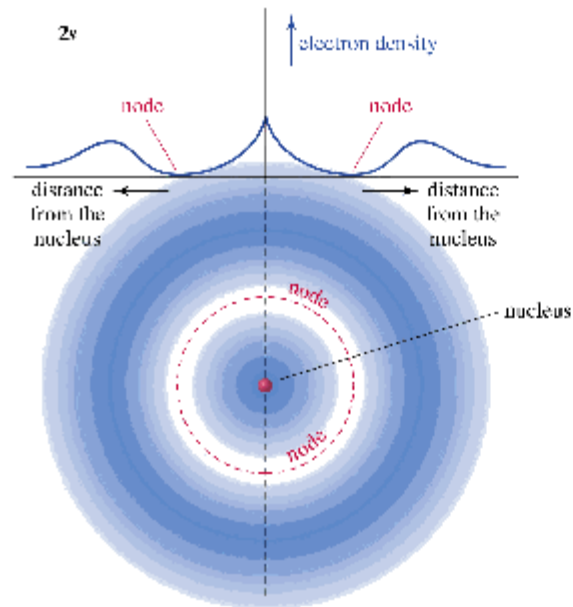
Ligação σ



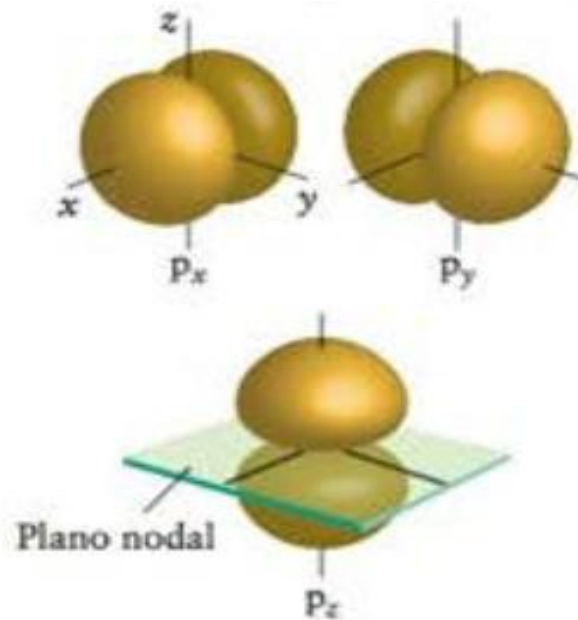
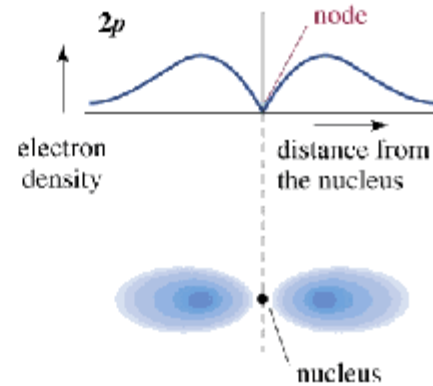
Ligação
SIGMA (σ)

Ligação formada

Orbitais Atômicos

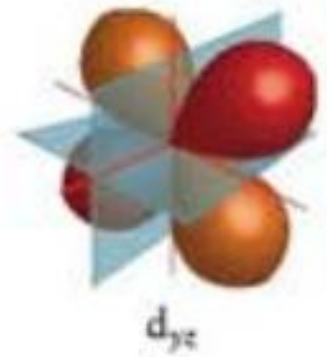
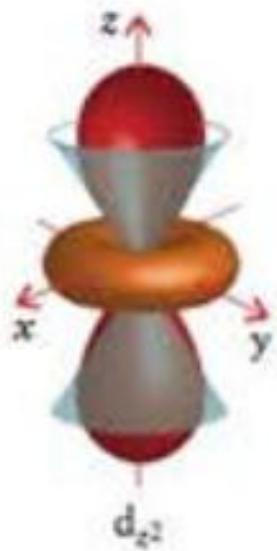


Orbital “s”

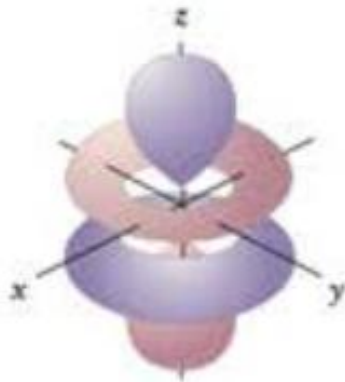


Orbitais
“p”

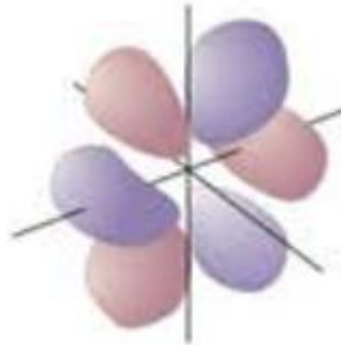
Orbitals “d”



Orbitais “f”



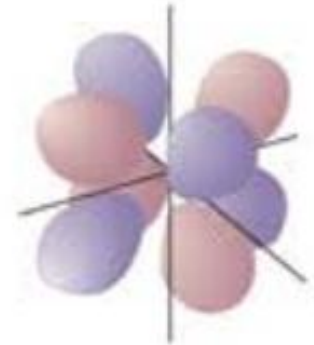
$$5z^3 - 3zr^2$$



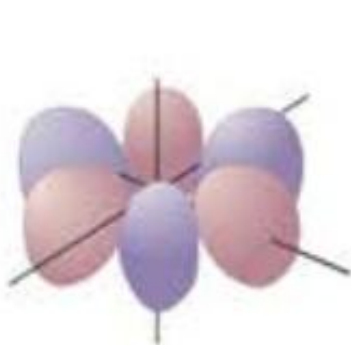
$$5xz^2 - xr^2$$



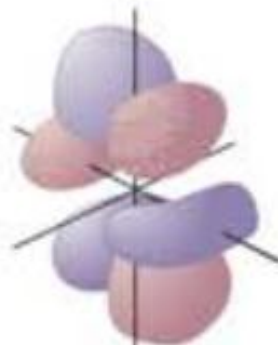
$$zx^2 - zy^2$$



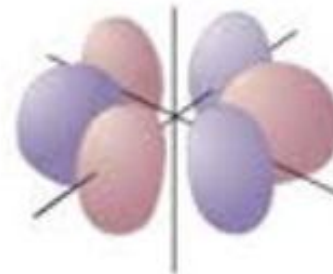
$$xyz$$



$$y^3 - 3yx^2$$



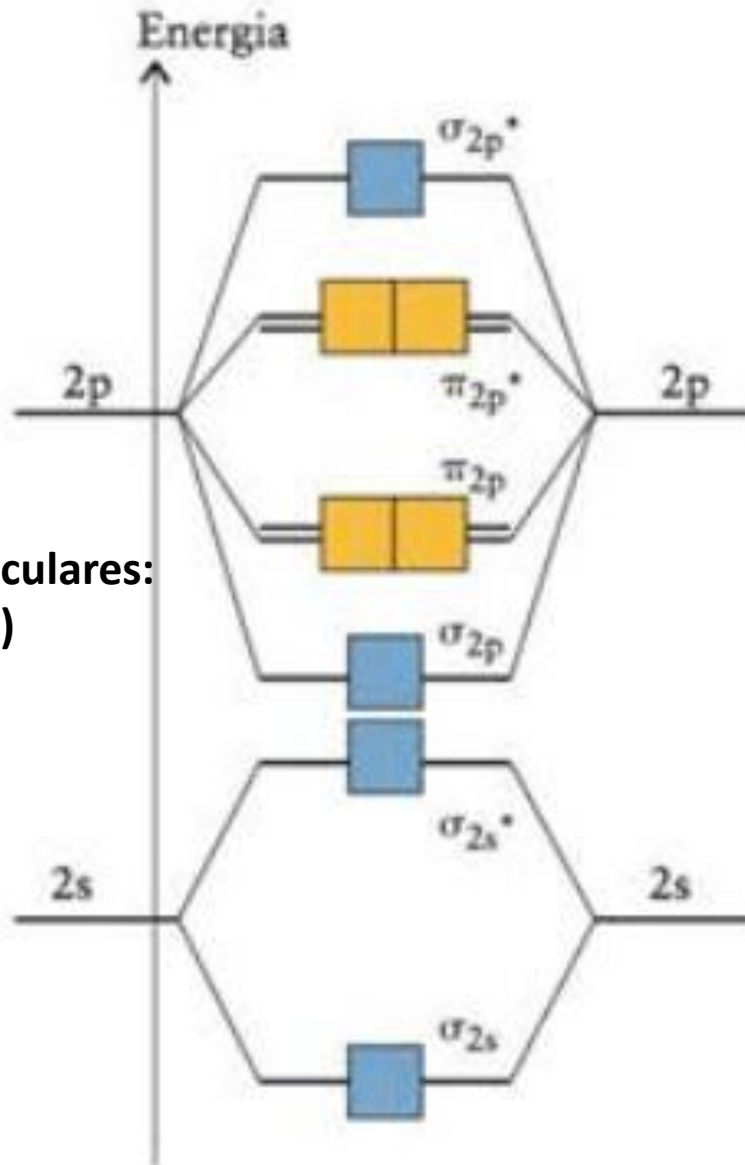
$$5yz^2 - yr^2$$



$$x^3 - 3xy^2$$

Teoria do Orbital molecular

-Sempre são gerados 2 orbitais moleculares:
um chamado ligante (menor energia)
Outro antiligante (maior energia)

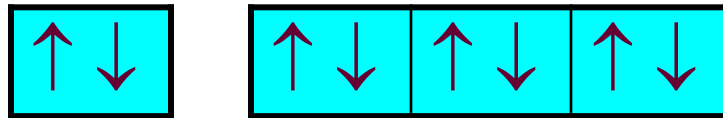


Para a molécula de F_2 e O_2

Regra do Octeto

❖ Descrição: *O átomo adquire estabilidade ao completar oito elétrons camada de valência, imitando os gases nobres.*

Configuração Geral: $ns^2 np^6$

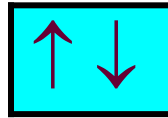


Obs. *Esta regra só é válida para os elementos representativos.*

Regra do Dueto

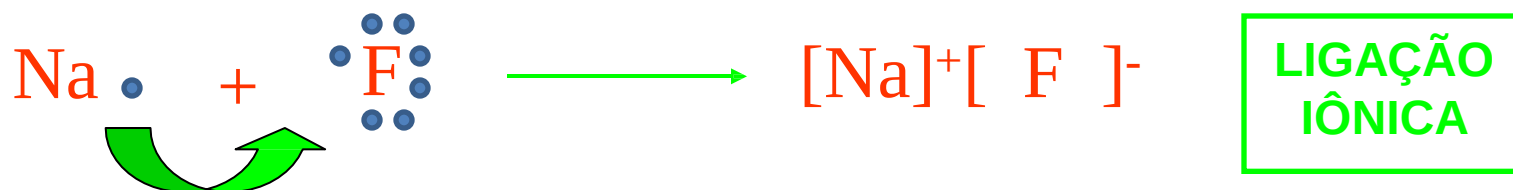
❖ **Descrição:** *O átomo adquire estabilidade ao completar a camada de valência com dois elétrons, imitando o gás nobre – He,*

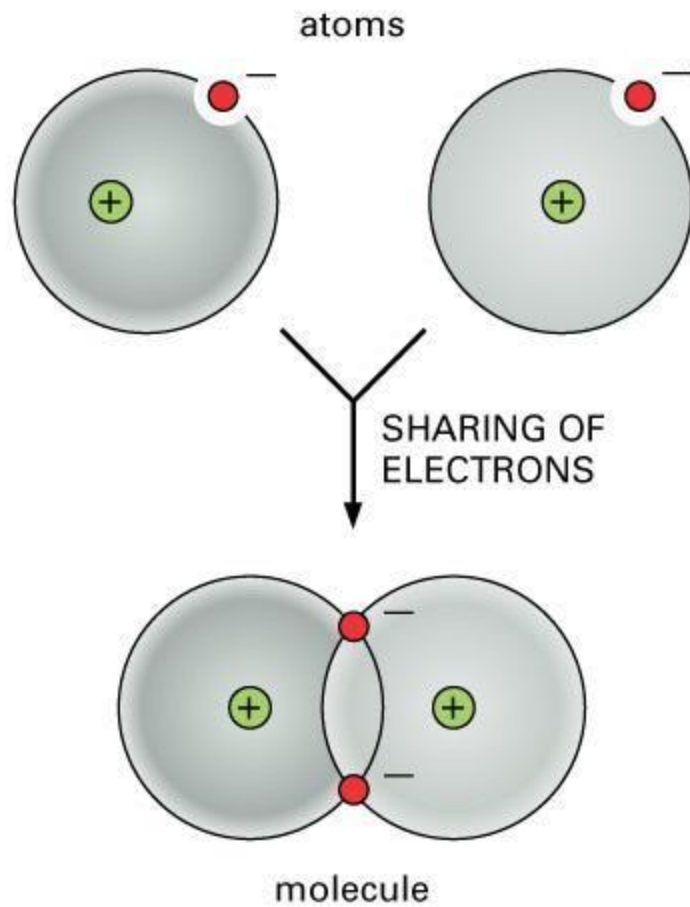
Configuração Geral: ns^2



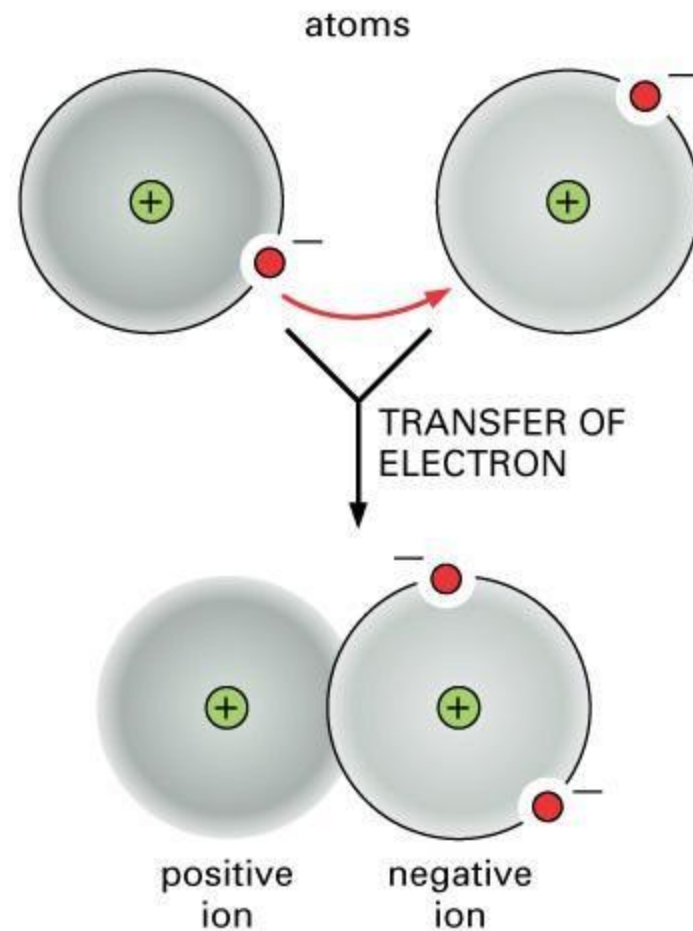
Obs. *Esta regra só é válida para os elementos representativos: **H, Li, B e Be.***

•**regra do octeto:** “numa ligação química um átomo tende a ficar com oito elétrons na última camada (config. eletrônica semelhante a de um gás nobre)”.



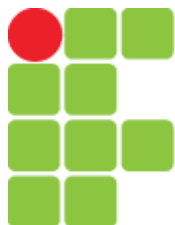


LIGAÇÃO COVALENTE



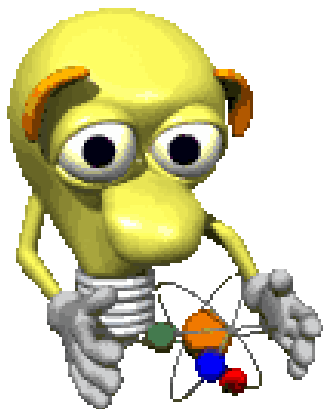
LIGAÇÃO IÔNICA

Figure 2.6 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS LAGES



LIGAÇÕES iônicas

Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos

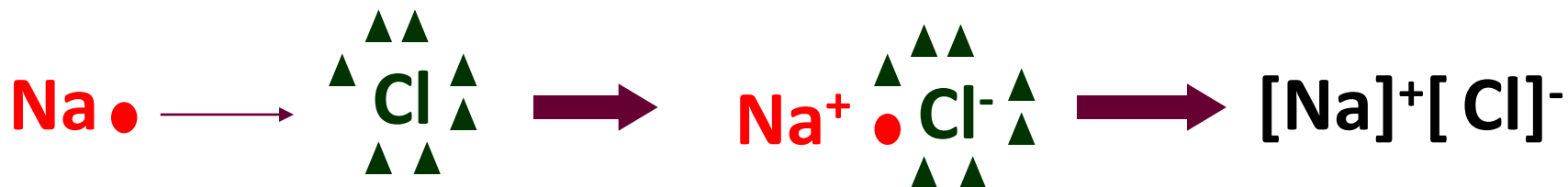
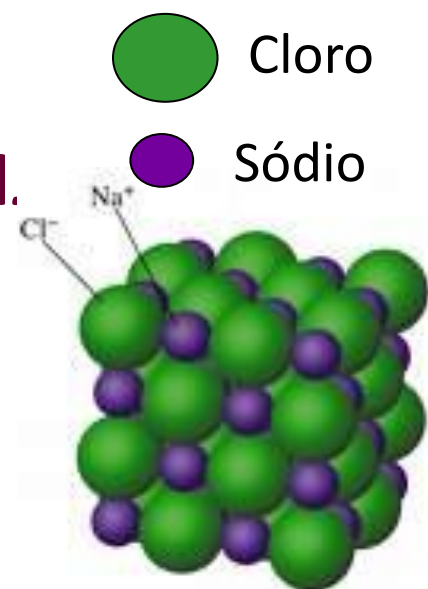
Disciplina: Química Geral e Experimental I

Fase 1

LIGAÇÃO IÔNICA : (eletrovalente ou heteropolar)

❖ Definição: *elétrons são transferidos de um átomo para outro dando origem a íons de cargas contrárias que se atraem.*

Exemplo: formação do cloreto de sódio – NaCl.



Ligação Iônica

→ A energia requerida para a formação de ligações iônicas é fornecida pela atração **coulômbica** entre os íons de cargas opostas num retículo cristalino.

Estes íons formam-se pela **transferência de elétrons** dos átomos de um elemento para os átomos de **outros elementos**.

Ligação Iônica

Ligação Iônica: É o resultado da atração eletrostática de íons com cargas opostas.

Ex:

NaCl = cloreto de sódio AgCl = cloreto de prata

MgO = óxido de magnésio KBr = brometo de potássio

LiH = hidreto de lítio

MgCl_2 = cloreto de magnésio

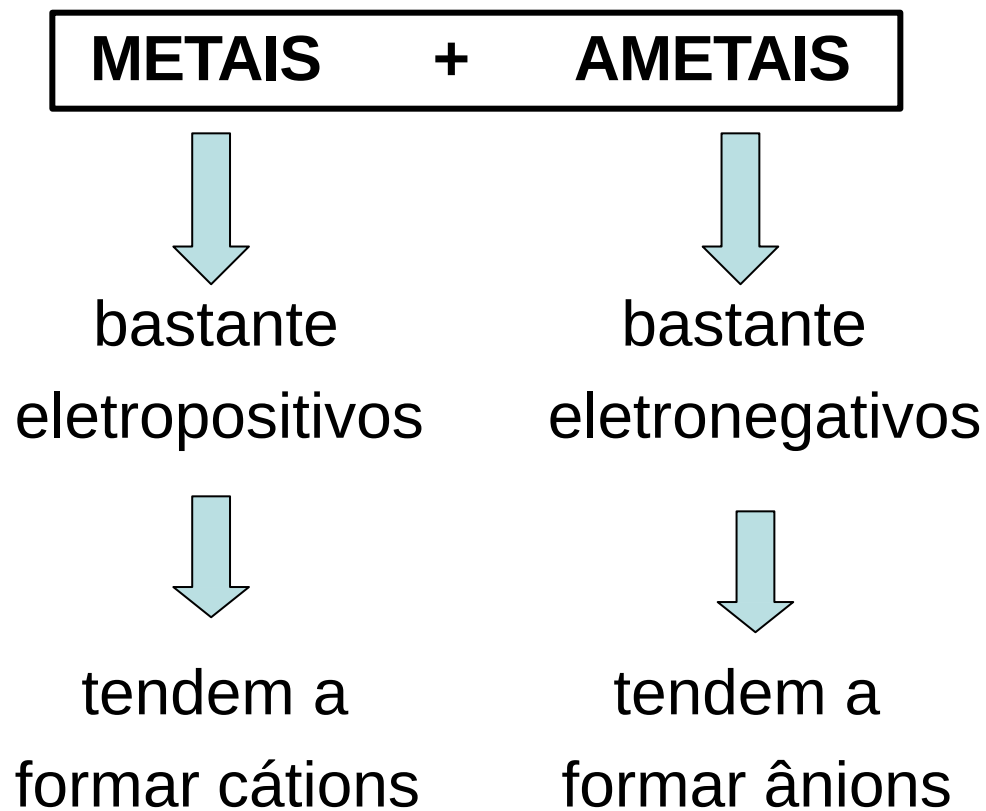
AlF_3 = fluoreto de lítio

Al_2S_3 = sulfeto de alumínio



Como identificar?

- geralmente ocorre entre:



EXCEÇÃO:
METAIS + “H”

Covalent



Ionic



I	II											III	IV	V	VI	VII	0	
H ¹												B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	He ²	
Li ³	Be ⁴	III	IV	V	VI	VII	VIII					I	II					
Na ¹¹	Mg ¹²	B	B	B	B	B	B					Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸	
K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸	Cu ²⁹	Zn ³⁰	Ga ³¹	Ge ³²	As ³³	Se ³⁴	Br ³⁵	Kr ³⁶	
Rb ³⁷	Sr ³⁸	Y ³⁹	Zr ⁴⁰	Nb ⁴¹	Mo ⁴²	Tc ⁴³	Ru ⁴⁴	Rh ⁴⁵	Pd ⁴⁶	Ag ⁴⁷	Cd ⁴⁸	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴	
Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶	La ⁵⁷⁻⁷¹		Hf ⁷²	Ta ⁷³	W ⁷⁴	Re ⁷⁵	Os ⁷⁶	Ir ⁷⁷	Pt ⁷⁸	Au ⁷⁹	Hg ⁸⁰	Tl ⁸¹	Pb ⁸²	Bi ⁸³	Po ⁸⁴	At ⁸⁵	Rn ⁸⁶
Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸	Ac ⁸⁹⁻¹⁰³		Rf ¹⁰⁴	Ha ¹⁰⁵													
Lanthanides																		
		La ⁵⁷	Ce ⁵⁸	Pr ⁵⁹	Nd ⁶⁰	Pm ⁶¹	Sm ⁶²	Eu ⁶³	Gd ⁶⁴	Tb ⁶⁵	Dy ⁶⁶	Ho ⁶⁷	Er ⁶⁸	Tm ⁶⁹	Yb ⁷⁰	Lu ⁷¹		
Actinides																		
		Ac ⁸⁹	Th ⁹⁰	Pa ⁹¹	U ⁹²	Np ⁹³	Pu ⁹⁴	Am ⁹⁵	Cm ⁹⁶	Bk ⁹⁷	Cf ⁹⁸	Es ⁹⁹	Fm ¹⁰⁰	Md ¹⁰¹	No ¹⁰²	Lr ¹⁰³		

Most electronegative



Covalent

Most electropositive

Generalizando agora...



Metais:

Eletrópositivos

Perdem elétrons

Viram **Cátions(+)**

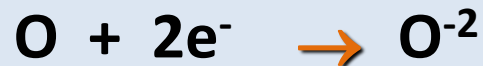


Ametais:

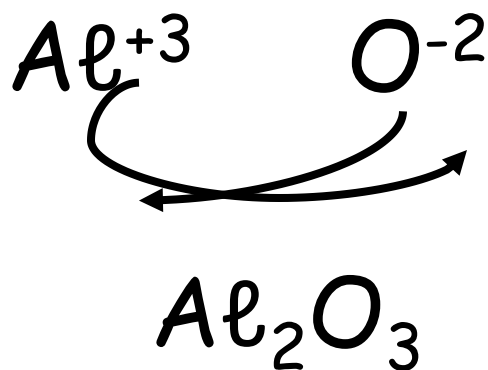
Eletronegativos

Ganham elétrons

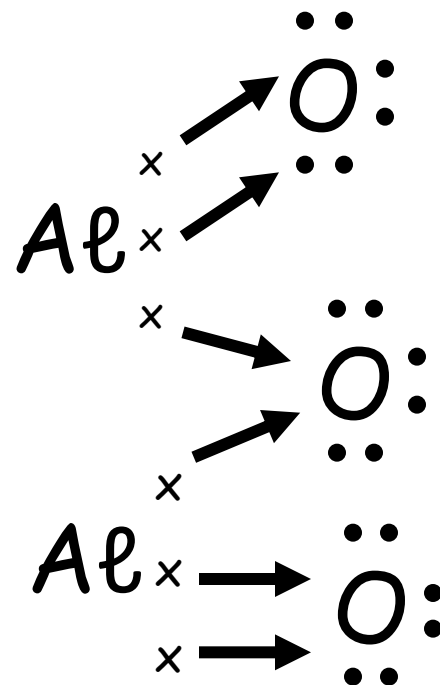
Viram **Ânions(-)**



Determinação das Fórmulas Iônicas

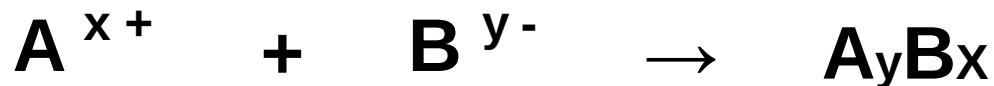


Fórmula-íon



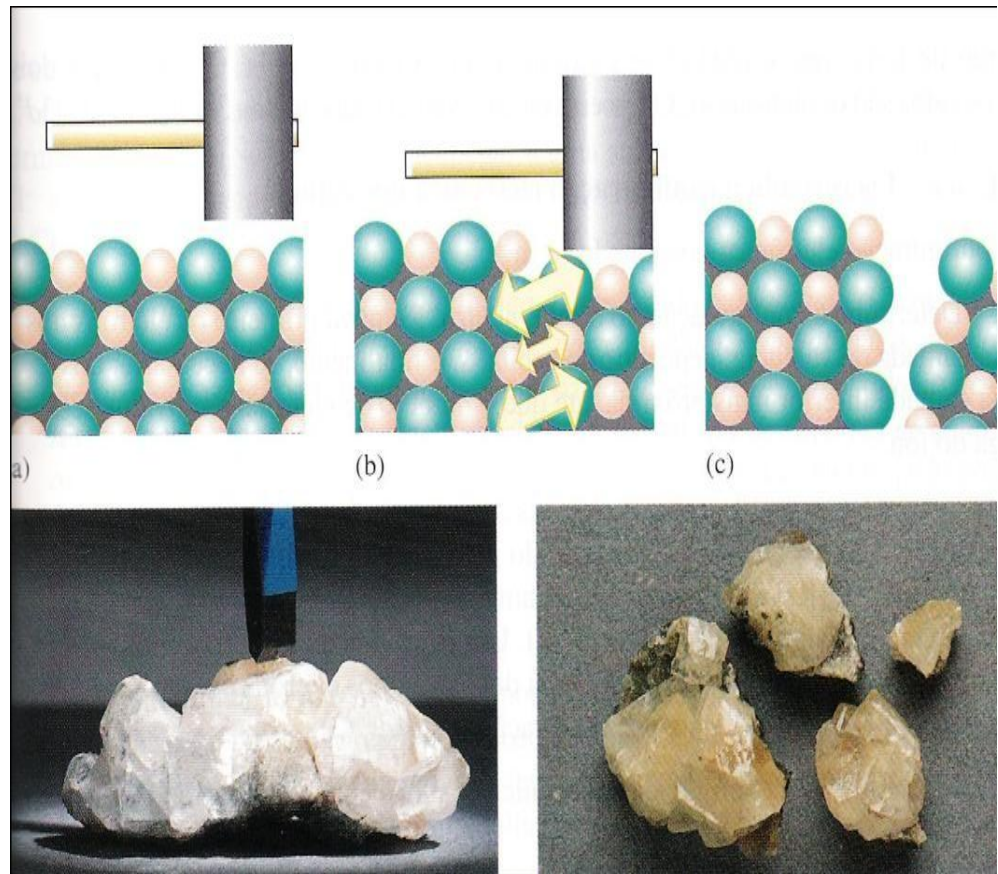
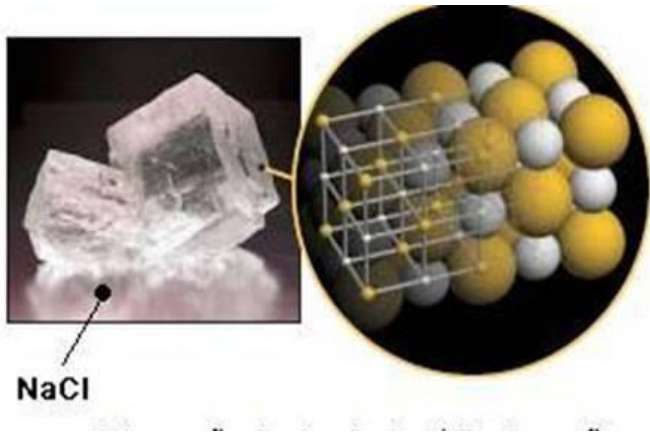
Fórmula de Lewis
ou Eletrônica

fórmula geral de um composto
iônico:



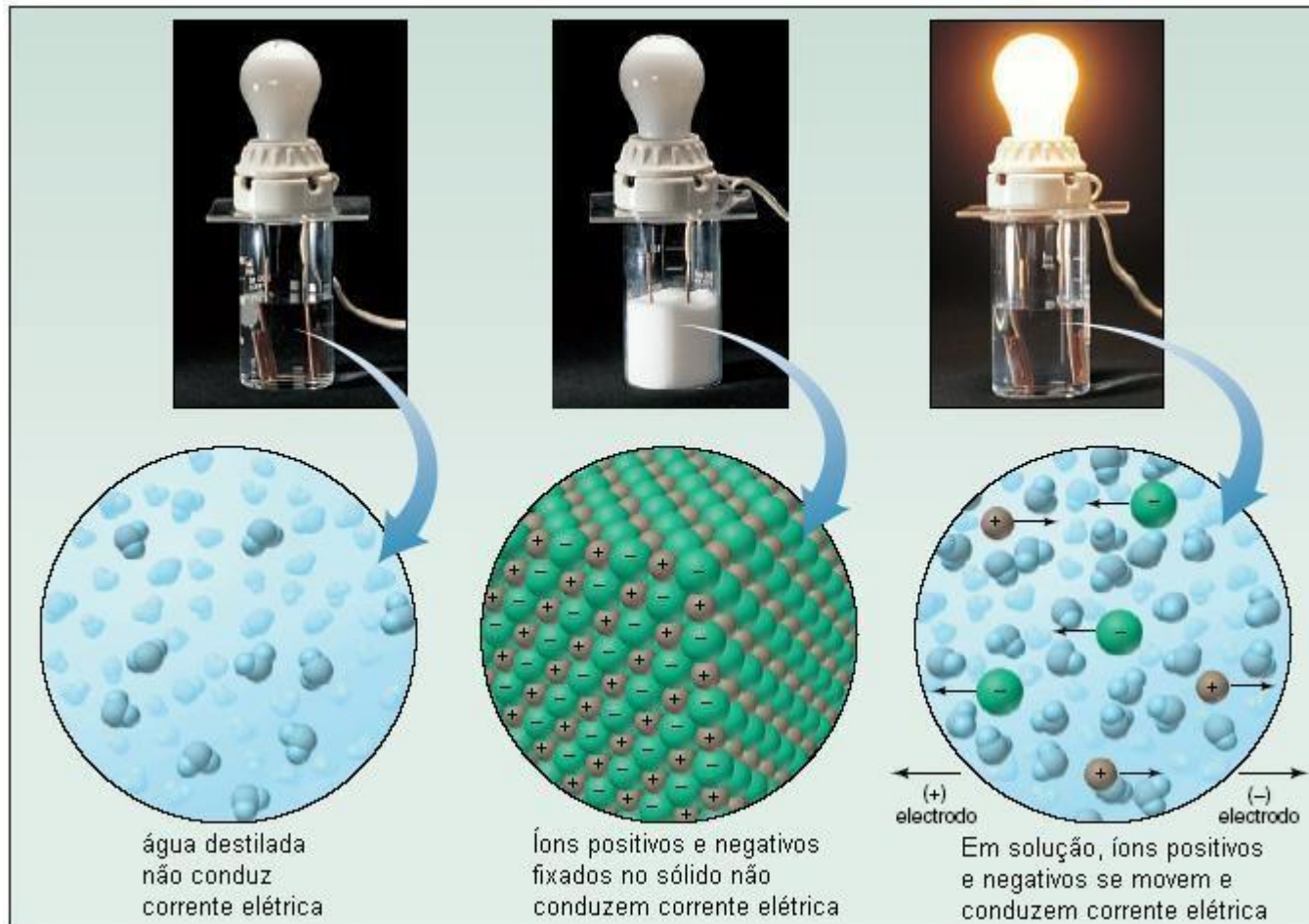
CARACTERÍSTICAS DOS COMPOSTOS IÔNICOS:

* são sólidos à temperatura ambiente (sólidos cristalinos);



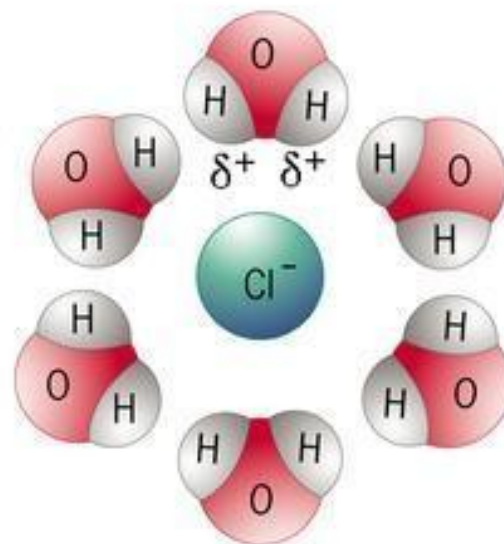
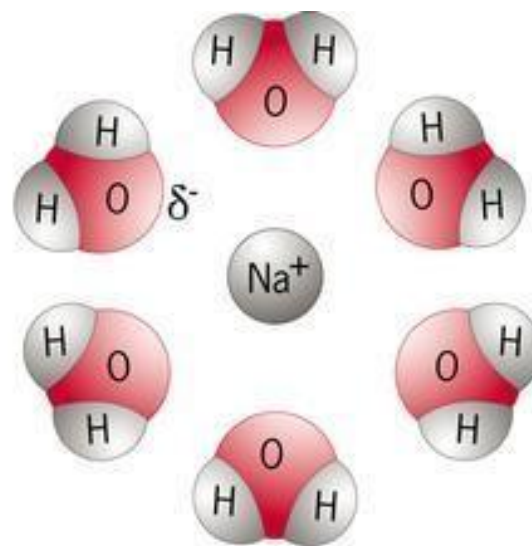
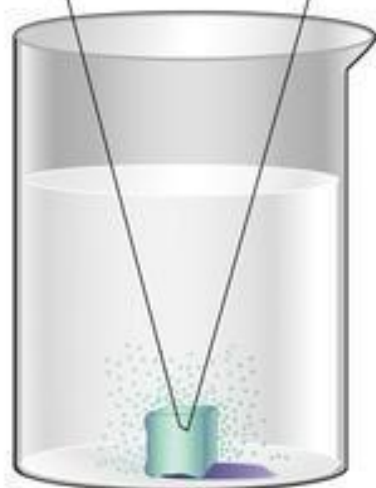
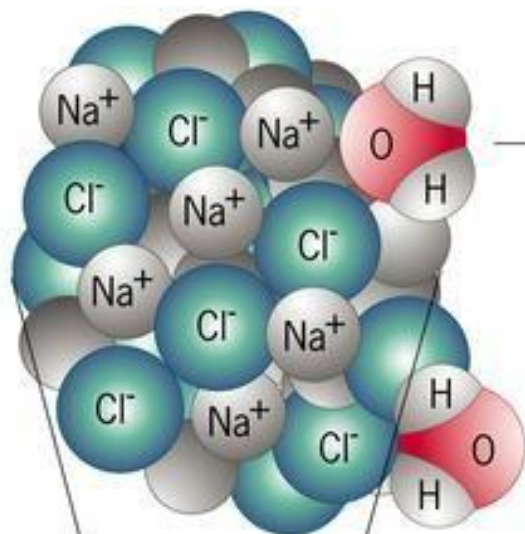
* são duros e quebradiços;

* conduzem corrente elétrica quando: fundidos ou em solução;



* possuem alto ponto de fusão e de ebulição.

NaCl
crystal



Exercícios de fixação:

1. Para que haja uma ligação iônica é necessário que:

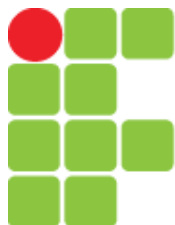
- a) O potencial de ionização dos átomos participantes tenha valores próximos.**
- b) A eletronegatividade dos átomos participantes tenha valores próximos.**
- c) a eletronegatividade dos átomos participantes tenha valores bastantes diferentes.**
- d) Os elétrons de ligação sejam de orbitais s.**
- e) As afinidades eletrônicas sejam nulas.**

2. Átomos do elemento X (número atômico = 20) e do elemento Y (número atômico = 8) unem-se por ligações iônicas originando o composto de fórmula:

- a) XY b) X₂Y c) X₃Y₂ d) X₂Y₃ e) X₃Y₄**

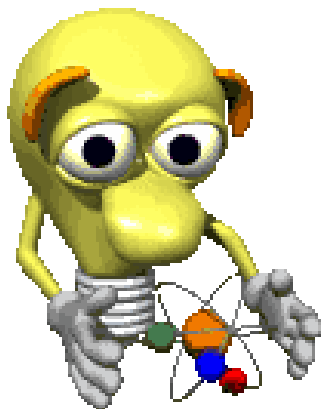
Exercícios de fixação:

- 3. Os compostos iônicos, como o cloreto de sódio, apresentam as propriedades:**
- a) Líquidos nas condições ambientais, bons condutores de eletricidade e baixo ponto de fusão.**
 - b) Líquidos ou gasosos, maus condutores de eletricidade em solução aquosa e baixo ponto de fusão.**
 - c) Sólidos, maus condutores de eletricidade em solução aquosa e baixo ponto de fusão.**
 - d) Sólidos, bons condutores de eletricidade no estado sólido e alto ponto de fusão.**
 - e) Sólidos, bons condutores de eletricidade em solução aquosa e elevado ponto de fusão.**



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS LAGES



Ligações Covalentes

Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos

Disciplina: Química Geral e Experimental I

Fase 1

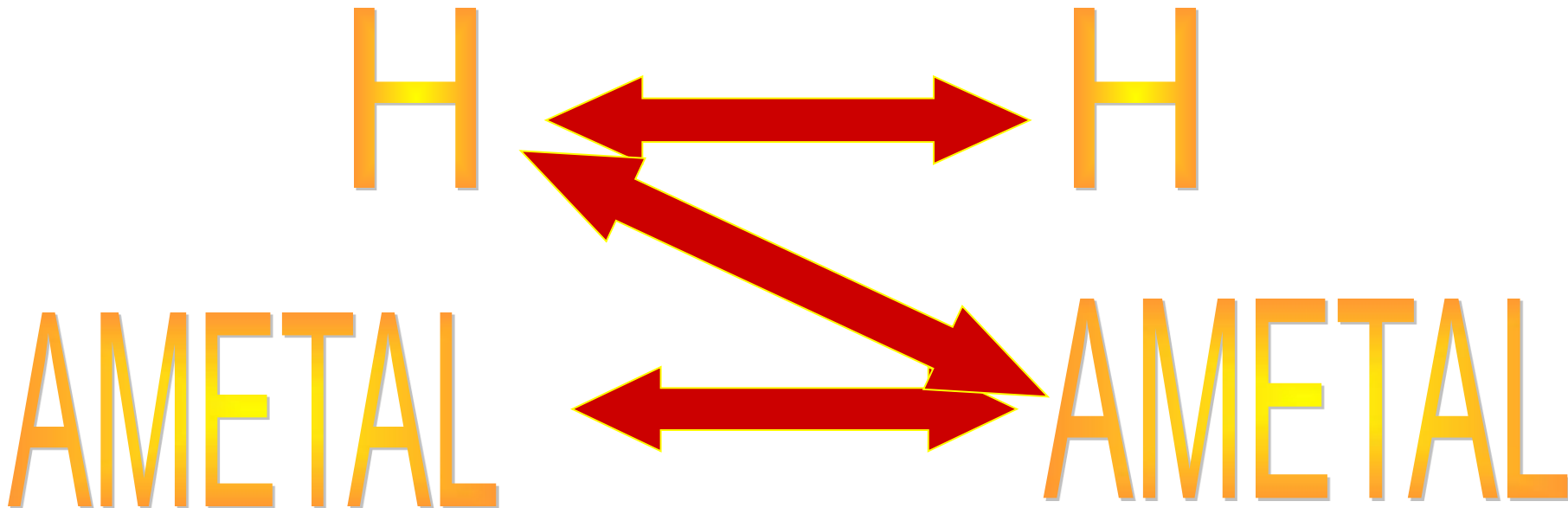
LIGAÇÃO COVALENTE:(molecular ou homopolar)

❖ **Definição:** *Ocorre através do **compartilhamento de um par de elétrons** entre átomos que possuem **pequena ou nenhuma diferença de eletronegatividade**.*

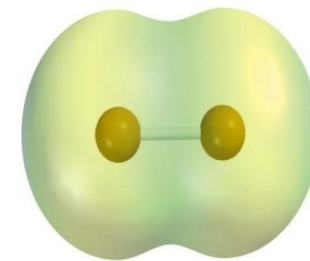
- Não há a formação de íons;
- Ligação covalente:
 - polar: os átomos são diferentes
 - apolar: os átomos são idênticos

LIGAÇÃO COVALENTE (MOLECULAR)

⇒ Ocorre geralmente entre **AMETAIS** e **HIDROGÊNIO** ou **AMETAIS** entre si, desde que a Δ de eletronegatividade $< 1,7$.



Ligação Covalente

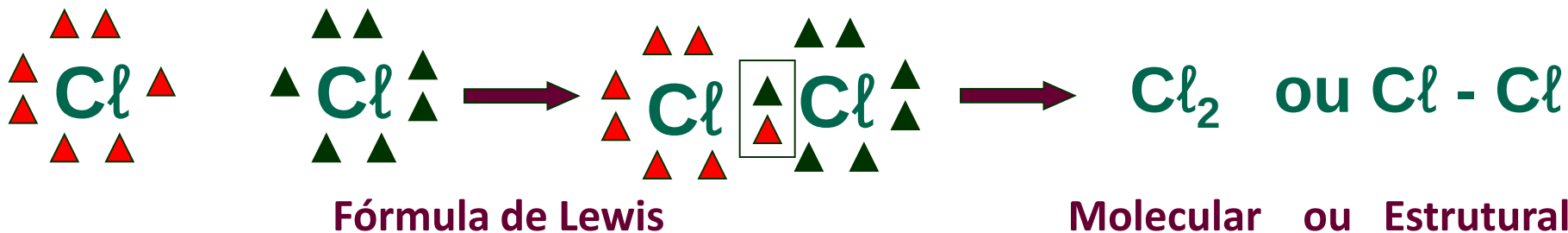


❖ **Definição:** o par eletrônico compartilhado é formado por um elétron de cada átomo ligante.

Exemplo: formação do cloro – Cl_2 .



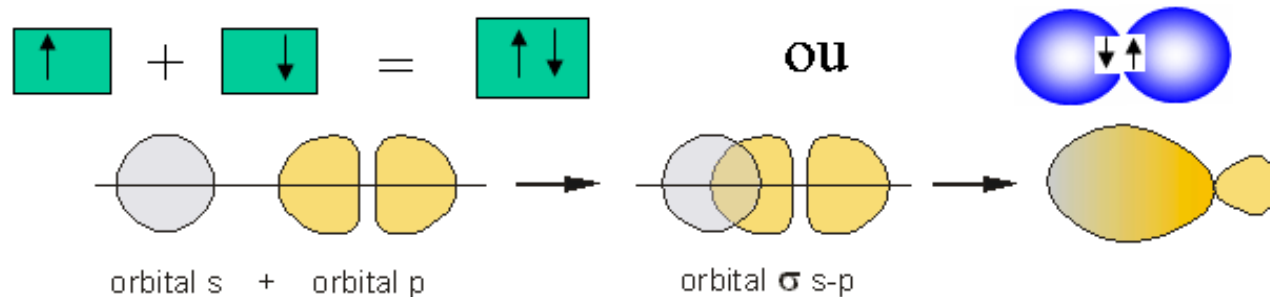
F_2, Br_2 e I_2



LIGAÇÕES SÍGMA (σ) e PI (π)

❖ **Ligações σ :** *interpenetração de orbitais dos átomos ao longo de um mesmo eixo.*

HCl



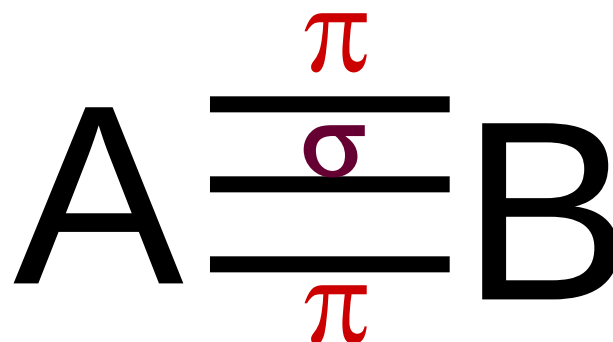
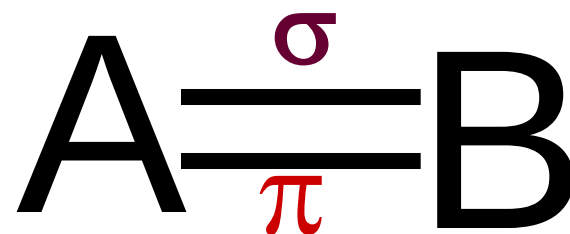
❖ **Ligações π :** *interpenetração lateral segundo eixos paralelos, ocorrem apenas com orbitais do tipo p.*



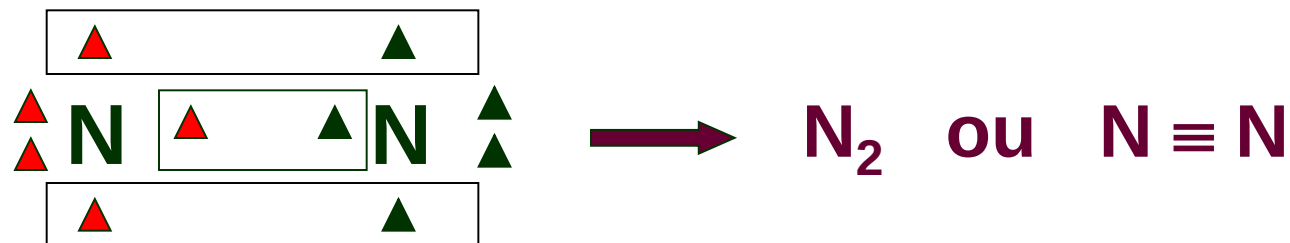
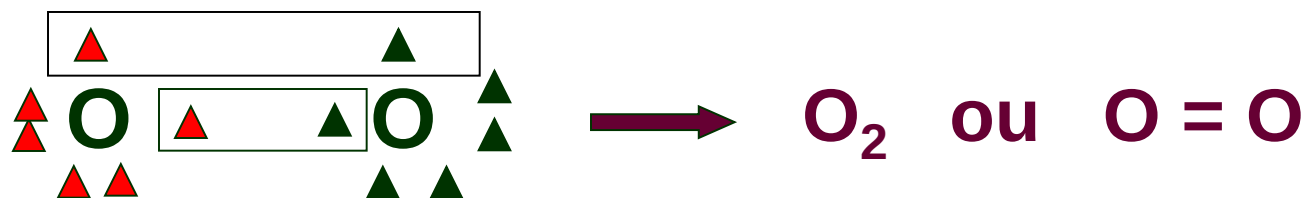
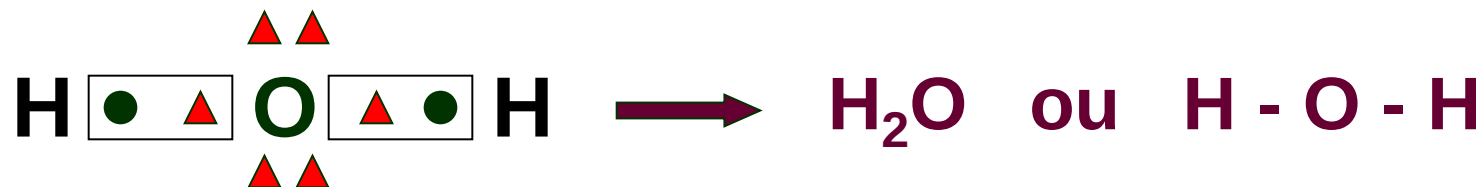
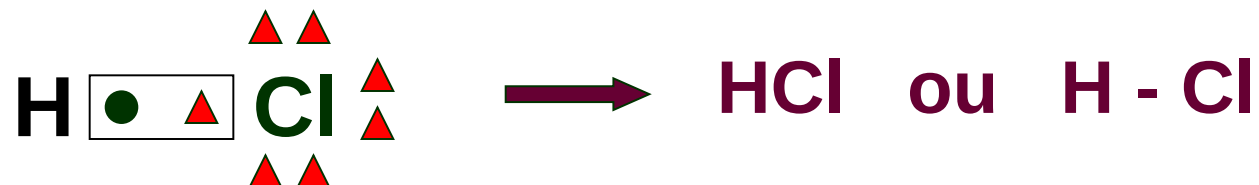
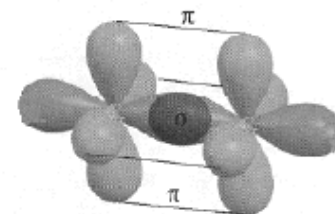
Obs. As ligações π só ocorrem após a ligação σ , que é única entre dois átomos.

Orbitais moleculares σ e π

Um mesmo átomo pode fazer até **4** ligações covalentes comuns mas, entre dois átomos, o número máximo de ligas covalentes comuns é **3**. Dependendo da quantidade de ligações e dos orbitais em que estas se formam, podemos representá-las por σ ou π .



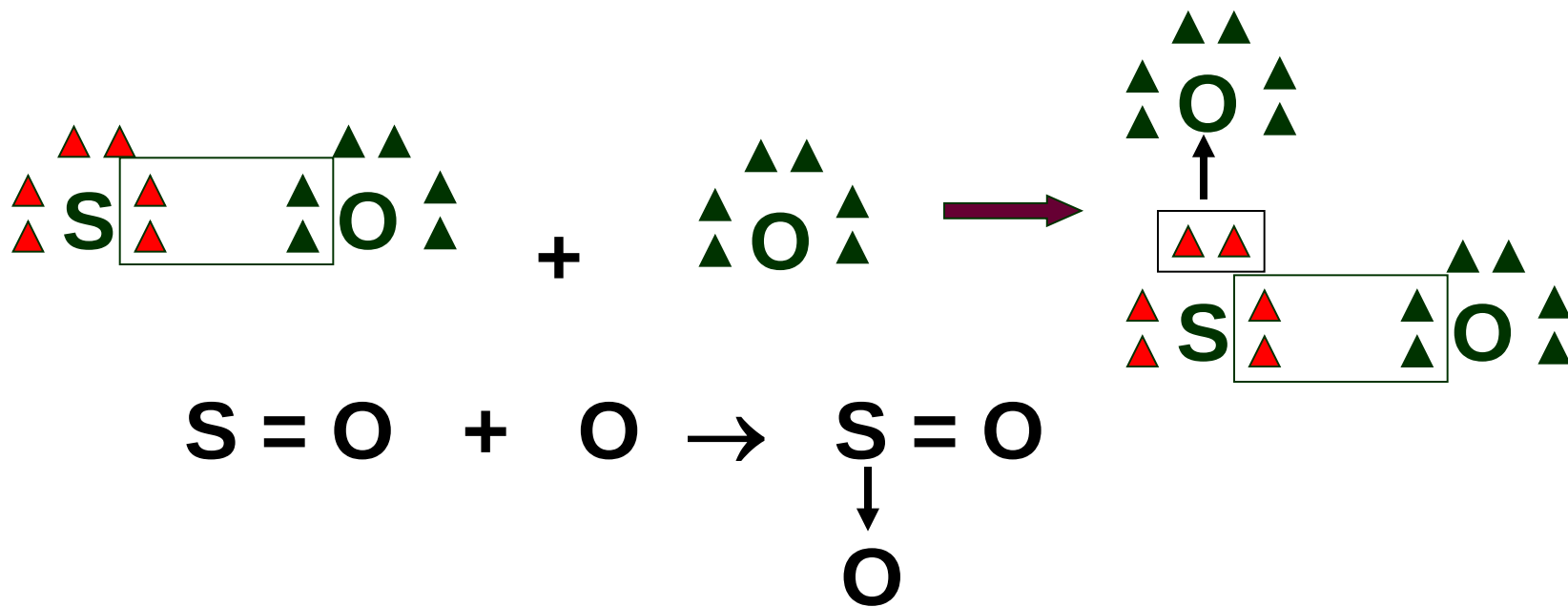
Exemplos de Ligações Covalentes



Ligação Covalente

❖ **Definição:** o par eletrônico compartilhado pertence a um dos átomos, só ocorre quando todas as ligações covalentes normais possíveis já aconteceram.

Exemplo: formação do SO_2 .

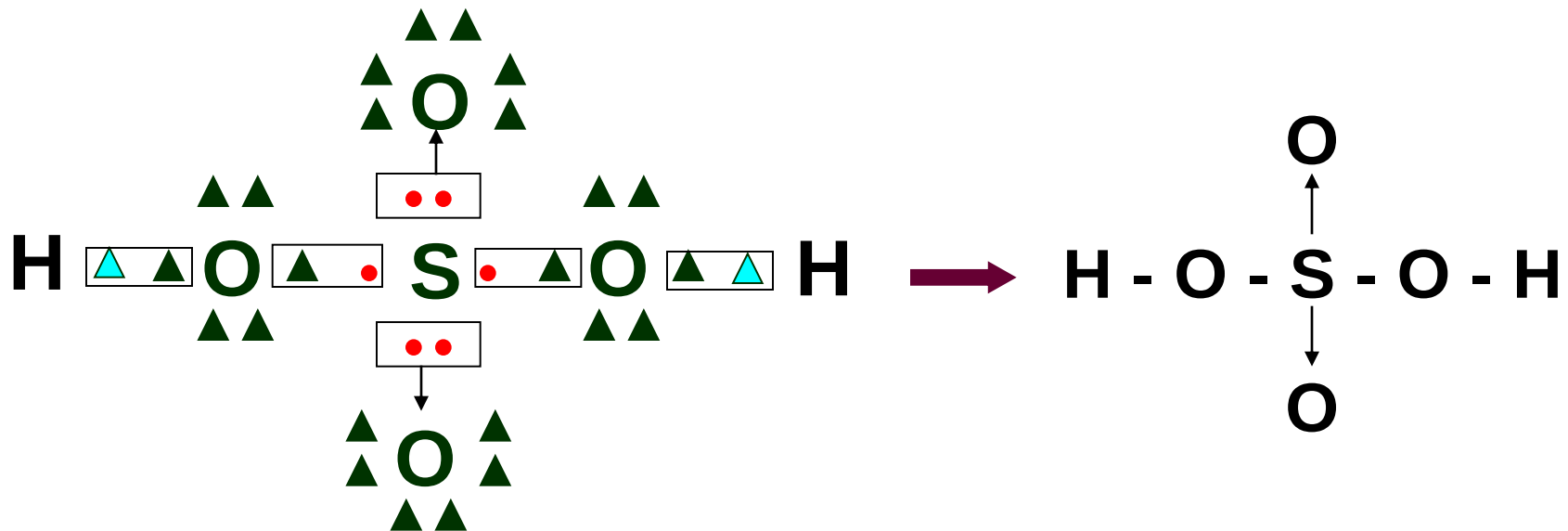


Moléculas do Tipo H_xEO_y

Ácidos Oxigenados

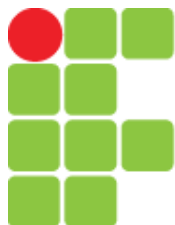
❖ *Todos os átomos de oxigênio aparecem ligados ao elemento central e cada átomo de hidrogênio ficará ligado a um átomo de oxigênio.*

Exemplo: *ácido sulfúrico* - H_2SO_4



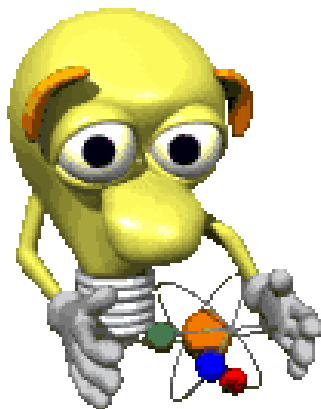
Características de Compostos Moleculares

- São, em geral, **líquidos** ou **gasosos** nas condições ambientes (se sólidos, fundem-se facilmente);
- Possuem **baixos** P.F. e P.E.;
- **Não** conduzem **corrente elétrica** (exceção para **Ácidos**, em **solução aquosa** e **Carbono Grafite**) ;
- São formados por **moléculas**.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS LAGES



Ligações Metálicas

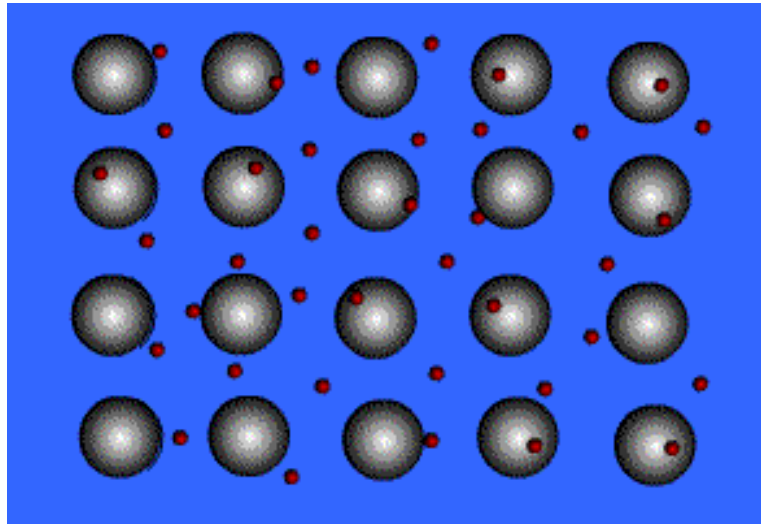
Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos

Disciplina: Química Geral e Experimental I

Fase 1

A LIGAÇÃO METÁLICA:

- É uma ligação desorientada;
- **Modelo do mar de elétrons:** os cátions permanecem em um arranjo regular e estão cercados por um mar de elétrons.



- grande movimentação eletrônica;
- boa condutividade térmica e elétrica,
- Alta maleabilidade e ductibilidade.

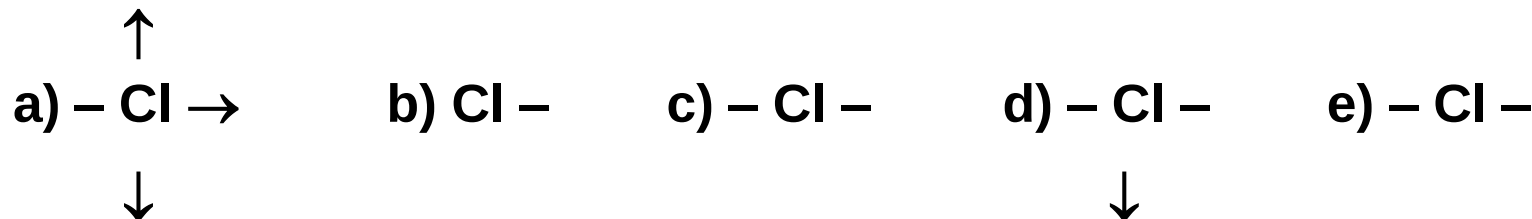
Exercícios de fixação:

1. Indique entre os compostos a seguir aqueles em que encontramos apenas ligações covalentes:

I- NaCl II- CCl₄ III- SO₂ IV- KCl V- Na₂SO₄

a) I e II b) II e III c) I e IV d) IV e V e) III e IV

2. O número máximo de ligações covalentes normais e coordenadas do átomo do elemento químico cloro, que é halogênio, do 3º período, pode ser representado por:



Exercícios de fixação:

3. Uma certa molécula linear é formada por três átomos ligados entre si por uma ligação simples covalente e uma ligação tripla covalente. Sendo assim, existirão nessa molécula:

- a) 4 ligações σ
- b) 4 ligações π
- c) 1 ligação σ e 3 ligações π
- d) 3 ligações σ e 1 ligação π
- e) 2 ligações σ e 2 ligações π

4. Qual das fórmulas abaixo é prevista para o composto formado por átomos de fósforo e flúor, considerando o número de elétrons da camada de valência de cada átomo?

- a) $P \equiv F$ b) $P - F \equiv P$ c) $F - F \equiv P$ d) $F - \overset{\overset{F}{|}}{P} - F$ e) $P - \overset{\overset{P}{|}}{F} - P$