

Estrutura de Compostos

Ligação Química

1916 Lewis

A inércia química dos gases raros indica um elevado grau de estabilidade da configuração electrónica desses elementos: hélio com dois electrões de valência, néon e árgon com oito electrões de valência.

Regra do Octeto

Os átomos têm tendência a reagir de modo a adquirir um octeto de electrões na camada de valência.

Como adquirir o octeto de electrões ?

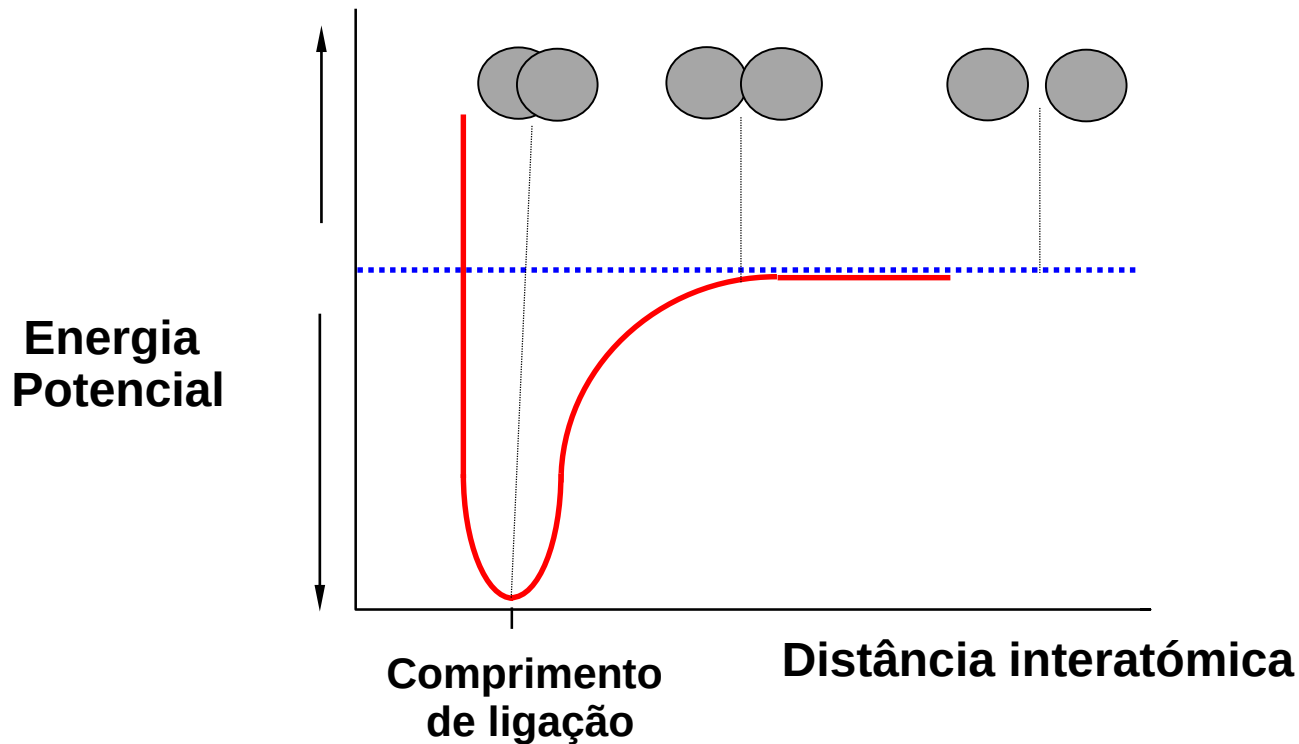
 □ Um átomo pode ganhar ou perder electrões. Se ganha transforma-se num anião (ião de carga negativa). Se perde transforma-se num catião (ião de carga positiva). A atracção electrostática entre iões de carga oposta (Forças de Coulomb) denomina-se

ligação iónica

 Um átomo pode partilhar os seus electrões com um ou mais átomos para completar a última camada. Uma ligação química que se forme por partilha de electrões é designada por

ligação covalente

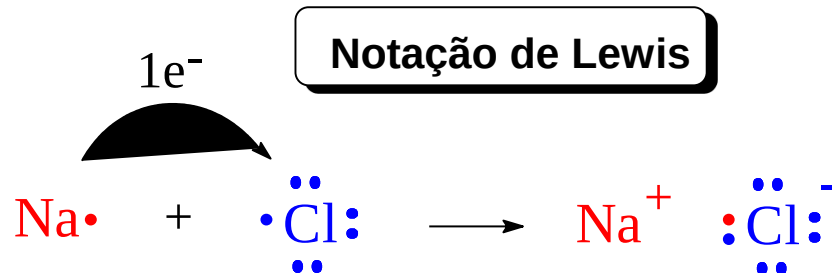
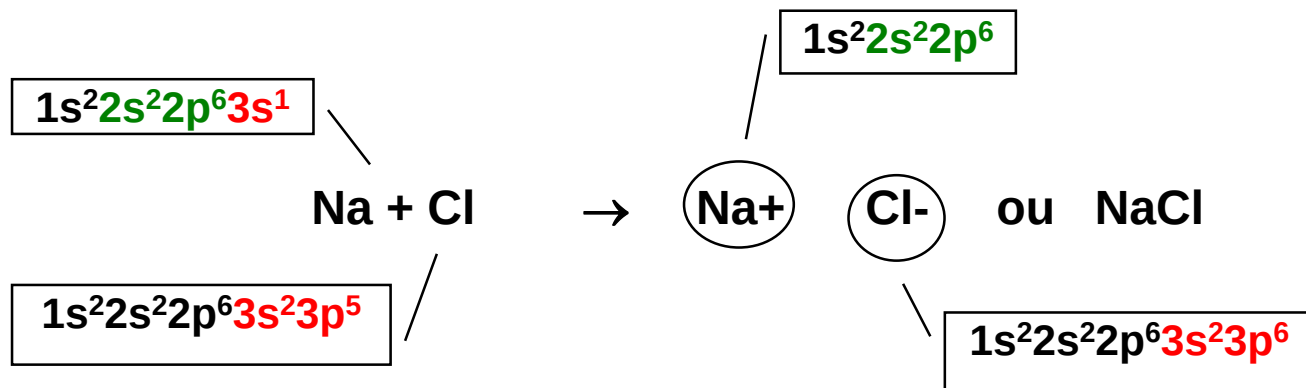
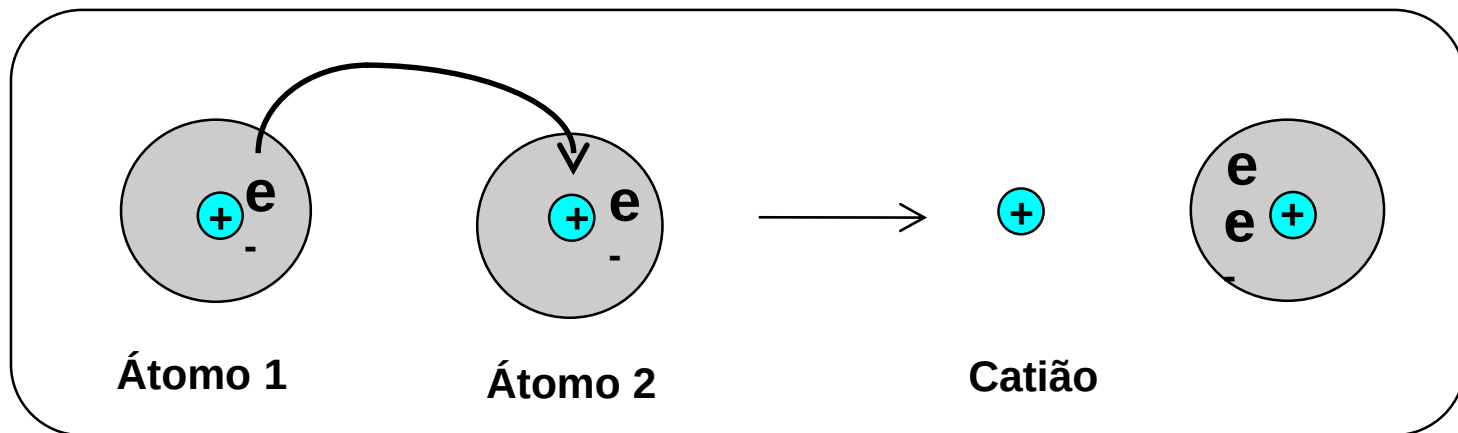
Quando a **energia potencial é mínima**, a molécula de H^2 encontra-se no seu **estado mais estável**.



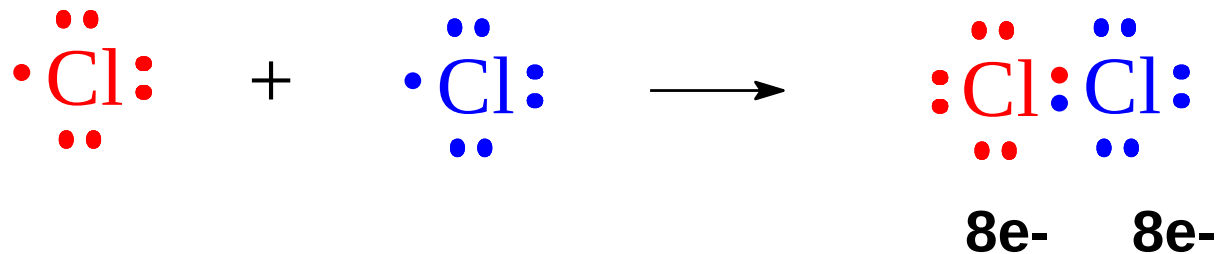
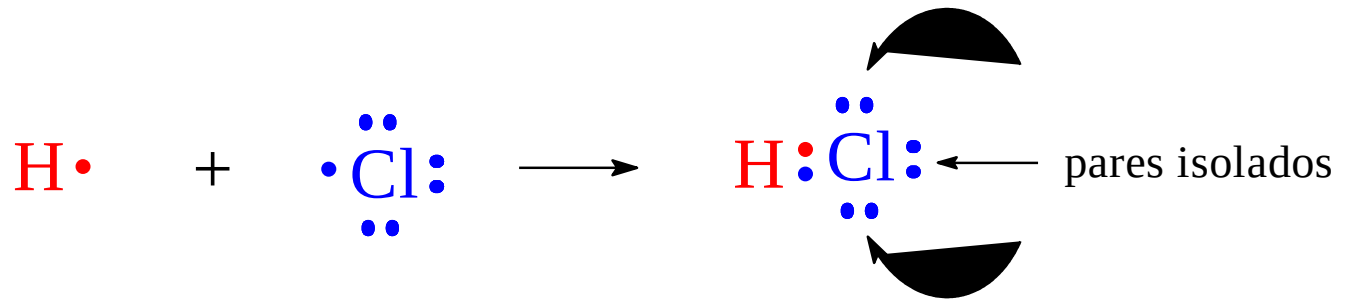
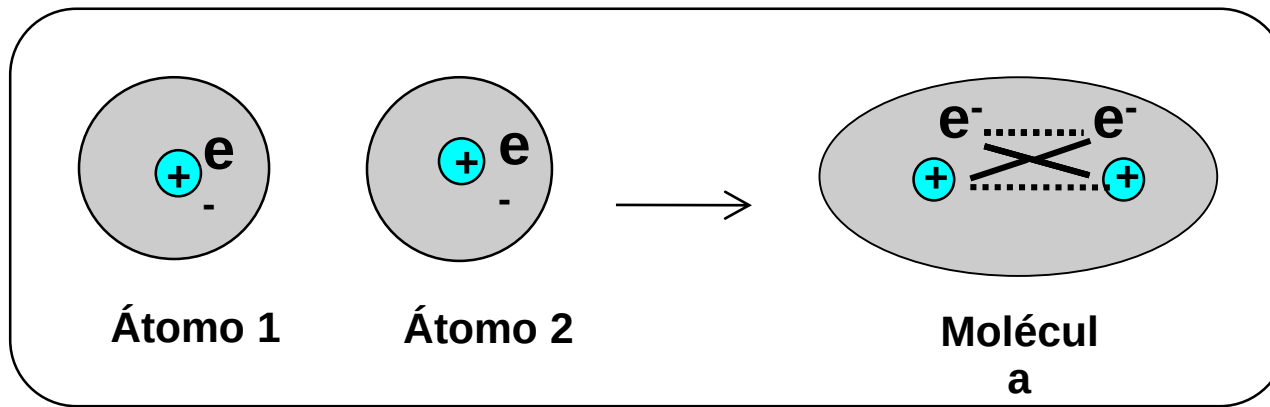
Lei de Coulomb

$$\text{força atractiva} = \text{constante} \times \frac{\text{carga}(+) \times \text{carga}(-)}{\text{distancia}^2}$$

Ligação iônica ➤ Transferência de electrões

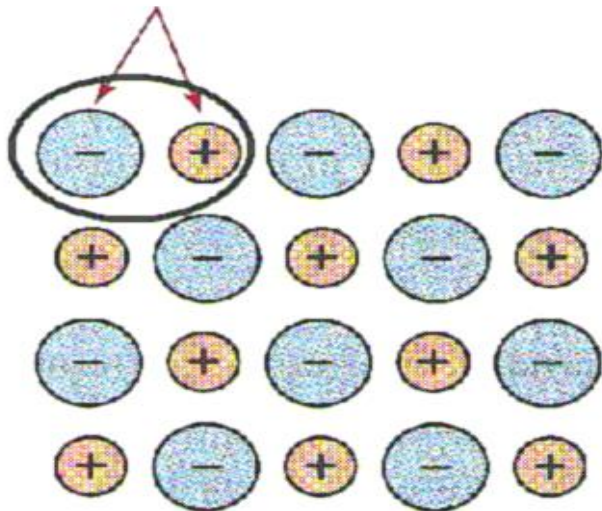


Ligação covalente ➤ Partilha de electrões



Unidade estrutural:

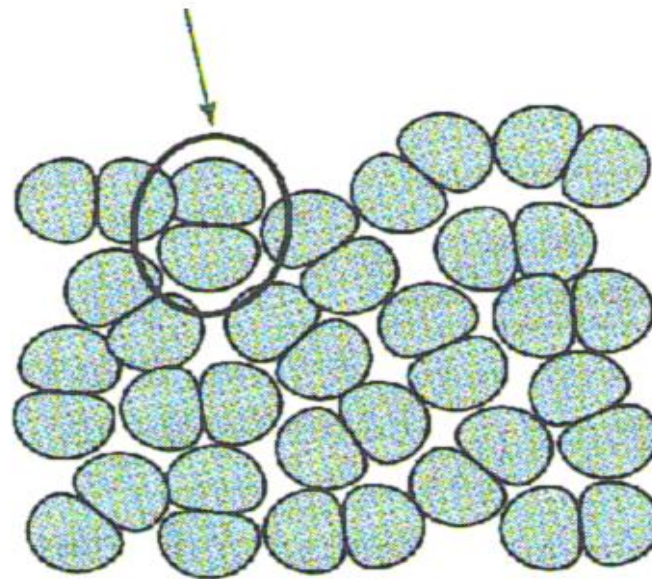
íons



Composto Iônico

Unidade estrutural:

moléculas



Composto Molecular

Comparação de algumas propriedades gerais de um **composto iónico** e de um **composto covalente**.

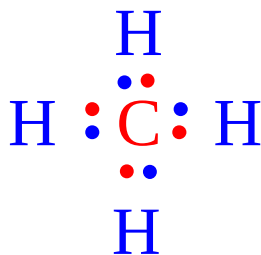
Propriedade	NaCl	CCl ₄
Aspecto geral	Sólido branco	Líquido incolor
Temperatura de fusão (°C)	801	-23
Entalpia de fusão molar* (kJ/mol)	30,2	2,5
Temperatura de ebulição (°C)	1413	76,5
Entalpia de vaporização molar*(kJ/mol)	600	30
Massa específica (g/cm ³)	2,7	1,59
Solubilidade em água	Elevada	Bastante baixa
Condutividade eléctrica		
Sólido	Mau	Mau
Líquido	Bom	Mau

Estruturas de Lewis

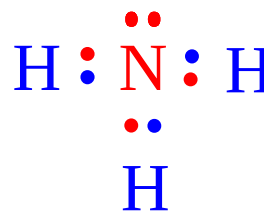
Dois átomos unidos por um par de electrões



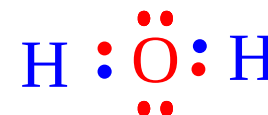
Ligação simples



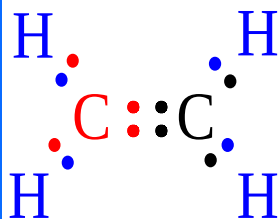
Metano



Amoníaco



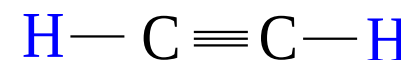
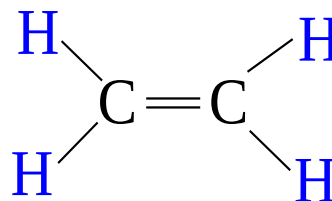
Água



Eteno



Etino



Dois átomos partilham dois ou mais pares de electrões

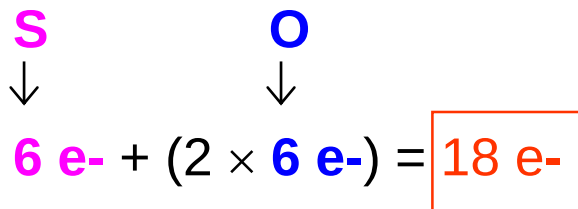


Ligação múltipla

Regras de Escrita de Estruturas de Lewis



Determinar o nº de electrões de valência de todos os átomos na molécula ou ião^[1]



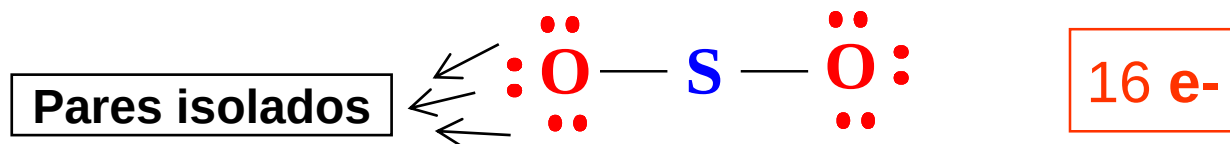
Desenhar uma ligação covalente simples entre o átomo central^[2] e cada um dos átomos ao seu redor.



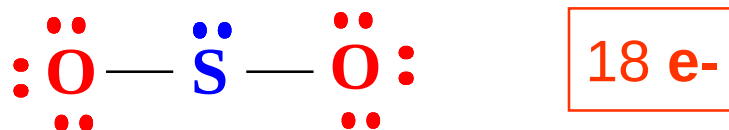
¹ Para um ião poliatômico, adicionar o nº de cargas negativas a este total. Para catiões poliatômicos, subtrair o nº de cargas positivas desse total.

² Em geral, o átomo menos electronegativo ocupa a posição central. O hidrogénio e o flúor ocupam normalmente as posições terminais na estrutura de Lewis.

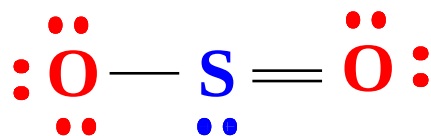
Completar o octeto dos átomos periféricos ligados ao átomo central.



Os restantes electrões de valência devem ser colocados no átomo central.



Se a regra do octeto não for verificada para o átomo central, experimenta-se estabelecer ligações duplas ou triplas entre o átomo central e os átomos em seu redor utilizando os pares isolados destes últimos átomos.



Compostos iônicos

Metais, no lado esquerdo da tabela periódica, tendem a formar compostos com não-metais, no lado direito da tabela periódica.



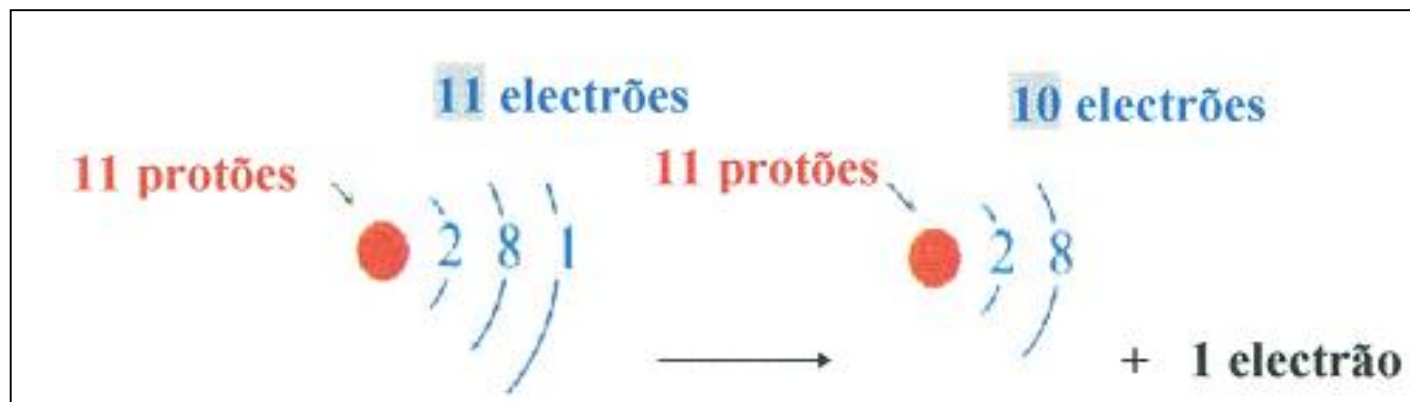
Iodeto de potássio



Fluoreto de sódio

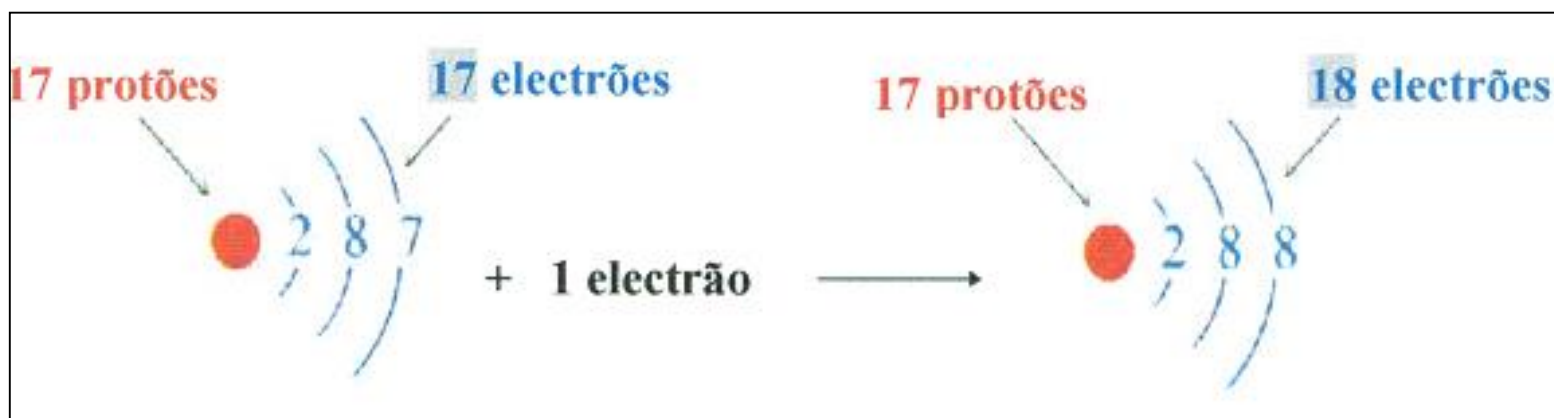


Iodeto de sódio



Um átomo: (Na)

Um catião: (Na⁺)



Um átomo: (Cl)

Um anião: (Cl⁻)

Composto iónico

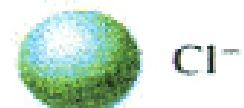
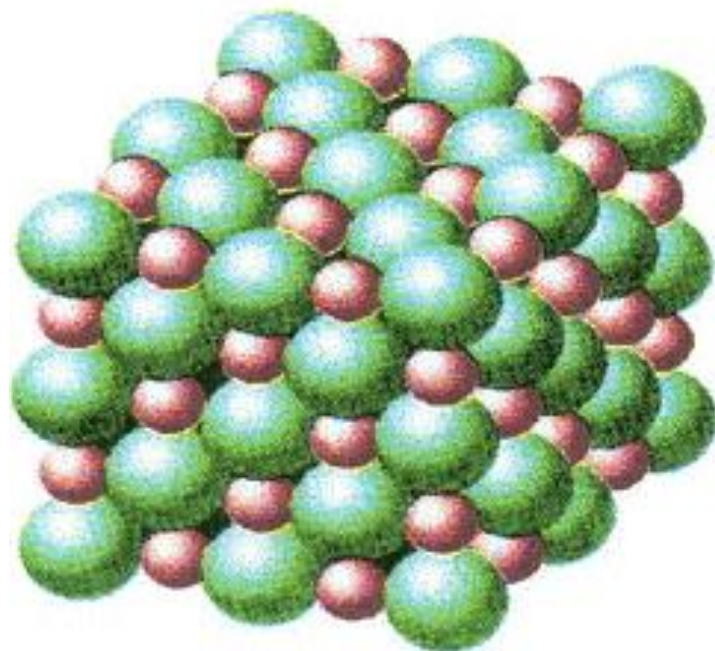
Um composto que tem ligações iónicas.

Ligação iónica

Atracção electrostática entre iões de carga oposta.

Pontos de fusão e ebulição bastante elevados.

Arranjo de iões num cristal de cloreto de sódio



Ponto de fusão = 801°C

Ponto de ebulição = 1413°C

Iões de alguns elementos

1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A
H ⁺																	
Li ⁺	Be ²⁺													N ³⁻	O ²⁻	F ⁻	
Na ⁺	Mg ²⁺	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B		Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	
K ⁺	Ca ²⁺				Cr ²⁺ Cr ²⁺	Mn ³⁺	Fe ²⁺ Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺ Cu ⁺	Zn ²⁺					Br ⁻	
Rb ⁺	Sr ²⁺									Ag ⁺	Cd ²⁺		Sn ²⁺			I ⁻	
Cs ⁺	Ba ²⁺												Pb ²⁺				

- ✓ **Metais** formam catiões por perda de um ou mais electrões.
- ✓ **Não-metais** formam aniões por ganho de um ou mais electrões.
- ✓ **Metais de transição** podem formar mais do que um catião.

Catiões de metais

Nome de iões

Elemento	Símbolo	Nome do catião
Alumínio	Al^{3+}	ião alumínio
Bário	Ba^{2+}	ião bário
Cádmio	Cd^{2+}	ião cádmio
Cálcio	Ca^{2+}	ião cálcio
Césio	Cs^{+}	ião cézio
Estrôncio	Sr^{2+}	ião estrôncio
Hidrogénio	H^{+}	ião hidrogénio ou hidrogenião
Lítio	Li^{+}	ião lítio
Magnésio	Mg^{2+}	ião magnésio
Potássio	K^{+}	ião potássio
Prata	Ag^{+}	ião prata
Sódio	Na^{+}	ião sódio
Zinco	Zn^{2+}	ião zinco

Catiões de metais de transição

Elemento	Símbolo	Nome antigo	Nome novo
Cobre	Cu^+	Cuproso	Cobre (I)
	Cu^{2+}	Cúprico	Cobre (II)
Crômio	Cr^{2+}	Cromoso	Crômio (II)
	Cr^{3+}	Crômico	Crômio (III)
Estanho	Sn^{2+}	Estanoso	Estanho (II)
	Sn^{4+}	Estânico	Estanho (IV)
Ferro	Fe^{2+}	Ferrroso	Ferro (II)
	Fe^{3+}	Férrico	Ferro (III)
Mercúrio	$^a\text{Hg}_2^{2+}$	Mercuroso	Mercúrio (I)
	Hg^{2+}	Mercúrico	Mercúrio (II)

^a Este catião é composto por dois átomos de mercúrio, cada um dos quais tem carga de +1.

Aniões monoatômicos

Elemento	Símbolo	Nome do anião
Azoto (Nitrogénio)	N^{3-}	ião nitr eto
Bromo	Br^-	ião brom eto
Cloro	Cl^-	ião clor eto
Enxofre	S^{2-}	ião sulfur eto
Flúor	F^-	ião fluor eto
Fósforo	P^{3-}	ião fosfor eto
Hidrogénio	H^-	ião hidr eto
Iodo	I^-	ião iod eto
Oxigénio	O^{2-}	ião óxido

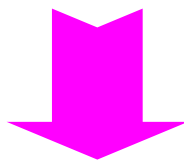
Aniões poliatômicos

Nome	Fórmula	Nome	Fórmula
Acetato	CH_3COO^-		
Amônio	NH_4^+		
Carbonato	CO_3^{2-}	Hydrogencarbonato*	HCO_3^-
Tiocianato	SCN^-		
Cianeto	CN^-		
Clorato	ClO_3^-	Hipoclorito	ClO^-
Cromato	CrO_4^{2-}	Dicromato	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
Dihidrogenofosfato	H_2PO_4^-	Fosfato	PO_4^{3-}
Hydrogensulfato	HSO_4^-	Sulfato	SO_4^{2-}
		Sulfito	SO_3^{2-}
Hidróxido	OH^-		
Nitrato	NO_3^-	Nitrito	NO_2^-
Permanganato	MnO_4^-		

* Ou bicarbonato.

Nomenclatura de compostos iônicos

Nome?



cloreto de sódio

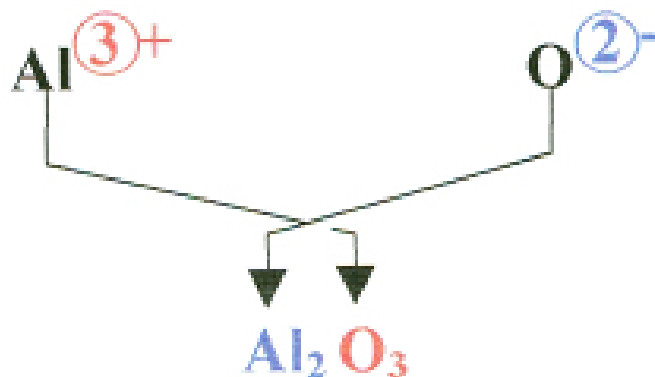


anião



catião

Óxido de alumínio $\Rightarrow$ Fórmula ?



Soma das cargas = $2(+3) + 3(-2) = 0$

Metais com mais do que um catião

$\text{Mn}^{2+} \Rightarrow \text{MnO} \Rightarrow$ óxido de manganês (II)

$\text{Mn}^{3+} \Rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \Rightarrow$ óxido de manganês (III)

$\text{Mn}^{4+} \Rightarrow \text{MnO}_2 \Rightarrow$ óxido de manganês (IV)

Ácidos e Bases

Um **ácido**⁵ $\Rightarrow$ Uma substância que, quando em solução aquosa, liberta íons H^+ : **HCl, HNO₃, H₂SO₄, H₃PO₄**

Uma **base**⁵ $\Rightarrow$ Uma substância que, quando em solução aquosa, produz íons OH^- : **NaOH, KOH, Ba(OH)₂**

⁵ Definição segundo o conceito de Arrhenius.

Nomenclatura de Ácidos

Anião		Ácido respectivo	
F ⁻	(Fluor <u>eto</u>)	HF	(ácido fluor <u>ídrico</u>)
Cl ⁻	(Clor <u>eto</u>)	HCl	(ácido clor <u>ídrico</u>)
Br ⁻	(Brom <u>eto</u>)	HBr	(ácido brom <u>ídrico</u>)
I ⁻	(Iod <u>eto</u>)	HI	(ácido iodr <u>ídrico</u>)
CN ⁻	(Cian <u>eto</u>)	HCN	(ácido cian <u>ídrico</u>)
S ²⁻	(Sulfur <u>eto</u>)	H ₂ S	(ácido sulf <u>ídrico</u>)

Estado físico ?

HCl (**g**) → cloreto de hidrogénio

HCl (**aq**) → ácido clorídrico

Oxoácidos Ácidos que contêm oxigênio, para além do hidrogênio.

H_2CO_3 ácido carbônico

H_2SO_4 ácido sulfúrico

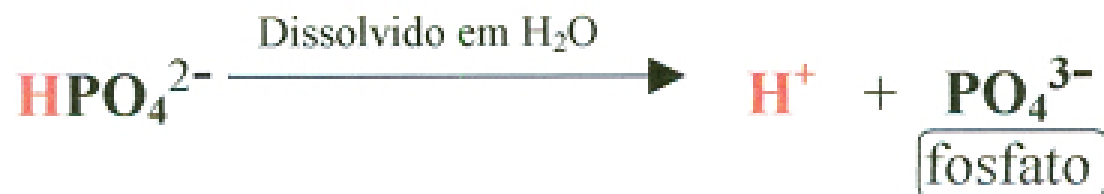
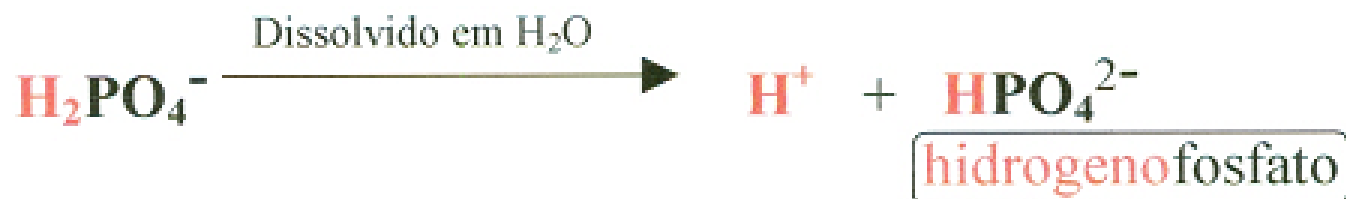
HNO_3 ácido nítrico

HClO_3 ácido clórico

O elemento central é o mesmo, só diferem no nº de átomos de oxigênio:

	Ácido	Nome do Anião	
[O] +	$\text{HClO}_4 \Rightarrow$ perclórico	$\text{ClO}_4^- \Rightarrow$ perclorato	
[O] -	$\text{HClO}_3 \Rightarrow$ clórico	$\text{ClO}_3^- \Rightarrow$ clorato	referência
	$\text{HClO}_2 \Rightarrow$ cloroso	$\text{ClO}_2^- \Rightarrow$ clorito	
	$\text{HClO} \Rightarrow$ hipocloroso	$\text{ClO}^- \Rightarrow$ hipoclorito	

Aniões com hidrogénios ácidos: ácido fosfórico



Nomenclatura de Bases



Hidratos

Compostos que têm associados moléculas de água

Fórmula	H ₂ O	Nome
LiCl . H ₂ O	1	cloreto de lítio mono hidratado
BaCl ₂ . 2 H ₂ O	2	cloreto de bário di hidratado
Sr(NO ₃) ₂ . 4 H ₂ O	4	nitrato de estrôncio tetra hidratado
CuSO ₄ . 5 H ₂ O	5	sulfato de cobre (II) penta hidratado
MgSO ₄ . 7 H ₂ O	7	sulfato de magnésio hepta hidratado

Fórmula	Nome químico	Nome vulgar
Ca(OH)_2	Hidróxido de cálcio	Cal apagada
$\text{Ca(SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de cálcio dihidratado	Gesso
CaCO_3	Carbonato de cálcio	Calcário, mármore, giz
CaO	Óxido de cálcio	Cal viva
CO_2	Dióxido de carbono (sólido)	Gelo seco
Fe_2O_3	Óxido de ferro (III)	Ferrugem
H_2O_2	Peróxido de hidrogénio	Água oxigenada
Hg_2Cl_2	Cloreto de mercúrio (I) (cloreto mercurioso)	Calomelanos
HNO_3	Ácido nítrico	Água-forte
KOH	Hidróxido de potássio	Potassa cáustica
MgO	Óxido de magnésio	Magnésia
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Carbonato de sódio	Soda comercial, soda de lavar
NaCl	Cloreto de sódio	Sal das cozinhas
NaHCO_3	Hidrogenocarbonato de sódio	Soda-fermento, fermento para bolos
NaOCl	Hipoclorito de sódio (solução aquosa)	Lixívia
NaOH	Hidróxido de sódio	Soda cáustica

Como dar nomes a compostos inorgânicos iônicos ?

Etapa 1: Identificar o anião e o catião

Para encontrar o nº de oxidação do catião, determine a carga necessária para cancelar a carga dos aniões

Etapa 2: Escrever o nome do catião

Etapa 3: Se o anião é monoatômico, mudar a terminação do nome para *-eto*

a) Oxoanião: Nº **maior** de átomos de oxigénio → sufixo: **-ato**; prefixo **per-**

b) Oxoanião: Nº **menor** de átomos de oxigénio → sufixo: **-ito**; prefixo **hipo-**

Etapa 4: Moléculas de água na fórmula → *hidratado* + *prefixo grego* que corresponda ao nº de moléculas de água

Diga qual o nome dos seguintes compostos inorgânicos iônicos?



1. Identifique o catião e o anião: Cr^{3+} , Cl^-

2. Dê o nome ao catião,
incluindo a carga do metal:

crômio (III)

(existem 3 iões Cl^- , logo a carga do cromo deve ser +3)

3. Dê o nome ao anião:

cloreto

4. Combine o nome dos iões: **cloreto de crômio (III)**

5. Se a água está presente, adicione a palavra hidratado e o prefixo grego adequado:

cloreto de crômio (III) hexa-hidratado

b) $\text{Ba}(\text{ClO}_4)$

1. Identifique o catião e o anião: Ba^{2+} , ClO_4^-

2. Dê o nome ao catião,
incluindo a carga do metal: **bário**

3. Dê o nome ao anião: **perclorato**

4. Combine o nome dos iões: **perclorato de bário**

Como dar nomes a compostos inorgânicos moleculares ?

Compostos binários moleculares diferentes de ácidos

Etapas 1: Nome do 2º elemento com terminação –eto, + “de” + nome 1º elemento

Etapas 2: Prefixos gregos para indicar o nº de átomos de cada elemento

Ácidos

Etapas 1: Ácido binário em solução → adicionar “ácido...ídrico” à raiz do nome do elemento

Etapas 2: Oxoácido → derivar o nome do ião poliatômico

Diga qual o nome dos seguintes compostos inorgânicos moleculares?

a) BCl_3

tricloreto de boro

b) IF_5

pentafluoreto de iodo

c) SiC

carboneto de silício

d) HI

iodeto de hidrogénio (ácido iodídrico)

e) HCl

cloreto de hidrogénio (ácido clorídrico)

Diga qual o nome dos seguintes compostos inorgânicos moleculares?

f) CO_2

dióxido de carbono

g) SO_2

dióxido de enxofre

h) SO_3

trióxido de enxofre

i) NO_2

dióxido de azoto (dióxido de nitrogénio)

j) N_2O_4

tetróxido de dinitrogénio

O “a” terminal do prefixo cai, por contracção

k) ClO_2

dióxido de cloro

Diga qual o nome dos seguintes compostos inorgânicos moleculares?

l) HCN

ácido cianídrico

m) HNO₂

ácido nitroso

Oxoácido, que
gera o ião nitrito

n) H₃PO₃

ácido fosforoso

Escrever as fórmulas químicas dos seguintes compostos?

a) Cloreto de cobalto (II) hexa-hidratado

Composto molecular ? Não

Dois não metais

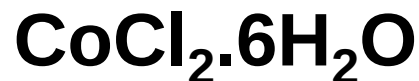
Composto iônico ? SIM

Combinação de metal e não-metal

cobalto (II)  carga +2

cloreto  carga -1

Cloro está no Grupo 7A
da Tabela Periódica →
7 e- de valência



Escrever as fórmulas químicas dos seguintes compostos?

b) Nitrito de mercúrio (I)



lão diatômico



c) Sulfureto de cério



Grupo 1A



Escrever as fórmulas químicas dos seguintes compostos?

c) Fosfato de cálcio



Grupo 2A



d) Dicromato de potássio



Grupo 1A

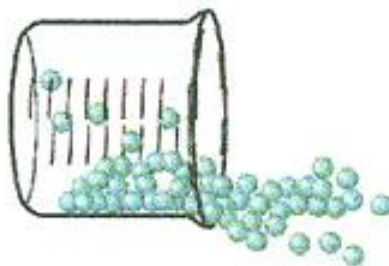


Estados da Matéria

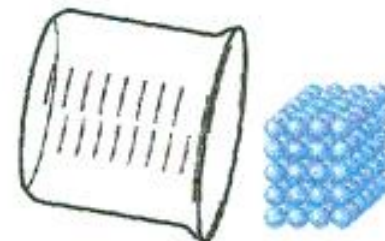
Perspectivas microscópicas:



Gás



Líquido



Sólido

Mudanças de estado:



Ponto de fusão: Temperatura à qual a fase sólida e líquida coexistem em equilíbrio

Ponto de ebulição: Temperatura à qual a fase líquida e gasosa coexistem em equilíbrio

Mudanças de estado e sua natureza endotérmica e exotérmica:

