

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

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



1. Ligações Químicas

Prof. Marcel Piovezan

marcel.piovezan@ifsc.edu.br

Curso Técnico Integrado em Química

Unidade Curricular: Química Geral T114

Fase 1

- Eletronegatividade vs Eletropositividade
- Cátions e ânions



- Estabilidade ?
- Distribuição eletrônica

Tabela Periódica

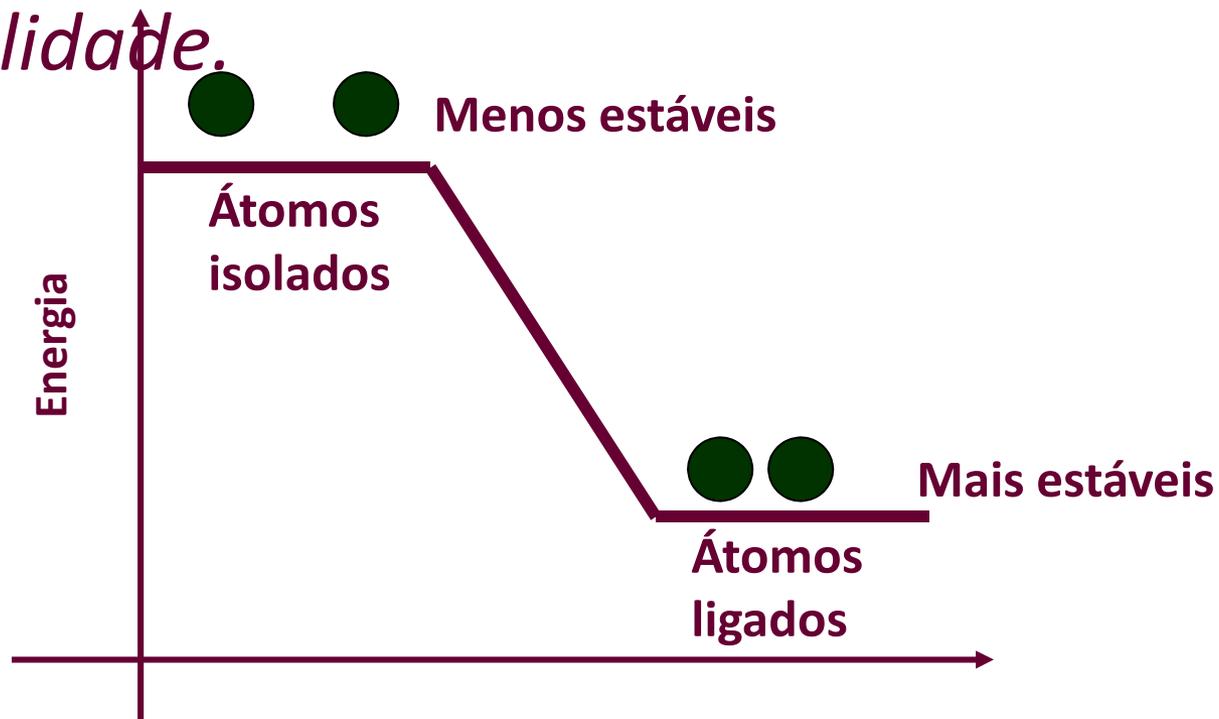
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | | | | | | | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1A | 2A | | | | | | | | | | | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A |
| 1 H Hidrogênio | 4 Be Berílio | | | | | | | | | | | 5 B Boro | 6 C Carbono | 7 N Nitrogênio | 8 O Oxigênio | 9 F Flúor | 2 He Hélio |
| 3 Li Lítio | 11 Na Sódio | 21 Sc Escândio | 22 Ti Titânio | 23 V Vanádio | 24 Cr Cromo | 25 Mn Manganês | 26 Fe Ferro | 27 Co Cobalto | 28 Ni Níquel | 29 Cu Cobre | 30 Zn Zinco | 13 Al Alumínio | 14 Si Silício | 15 P Fósforo | 16 S Enxofre | 17 Cl Cloro | 10 Ne Neônio |
| 19 K Potássio | 37 Rb Rubídio | 39 Y Ítrio | 40 Zr Zircônio | 41 Nb Nióbio | 42 Mo Molibdênio | 43 Tc Tecnécio | 44 Ru Rutênio | 45 Rh Ródio | 46 Pd Paládio | 47 Ag Prata | 48 Cd Cádmio | 31 Ga Gálio | 32 Ge Germanio | 33 As Arsênio | 34 Se Selênio | 35 Br Bromo | 18 Ar Argônio |
| 55 Cs Césio | 87 Fr Frâncio | 57-71 * | 72 Hf Háfênio | 73 Ta Tântalo | 74 W Tungstênio | 75 Re Rênio | 76 Os Ósmio | 77 Ir Íridio | 78 Pt Platina | 79 Au Ouro | 80 Hg Mercúrio | 49 In Índio | 50 Sn Estanho | 51 Sb Antimônio | 52 Te Telúrio | 53 I Iodo | 36 Kr Criptônio |
| 88 Ra Rádio | 89-103 ** | 104 Rf Rutherfordio... | 105 Db Dúbnio | 106 Sg Seabórgio | 107 Bh Bóhrio | 108 Hs Hássio | 109 Mt Meitnério | 110 Ds Darmstádio | 111 Rg Roentgênio | 112 Cn Copernício | 81 Tl Tálio | 82 Pb Chumbo | 83 Bi Bismuto | 84 Po Polônio | 85 At Astató | 54 Xe Xenônio | |
| 118 Og Ununóctio | 119 Uue Ununquádro | 120 Uub Ununbêntio | 121 Uuh Ununhêxio | 122 Uuq Ununquádro | 123 Uup Ununpêntio | 124 Uuq Ununquádro | 125 Uup Ununpêntio | 126 Uuq Ununquádro | 127 Uup Ununpêntio | 128 Uuq Ununquádro | 129 Uup Ununpêntio | 130 Uuq Ununquádro | 131 Uup Ununpêntio | 132 Uuq Ununquádro | 133 Uup Ununpêntio | 86 Rn Radônio | |

| |
|----------------|
| Nº Atômico |
| Símbolo |
| Nome |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| * | 57 La Lantânio | 58 Ce Cério | 59 Pr Praseodímio | 60 Nd Neodímio | 61 Pm Promécio | 62 Sm Samário | 63 Eu Európio | 64 Gd Gadolínio | 65 Tb Térbio | 66 Dy Disprósio | 67 Ho Hólmio | 68 Er Érbio | 69 Tm Túlio | 70 Yb Íterbio | 71 Lu Lutécio |
| ** | 89 Ac Actínio | 90 Th Tório | 91 Pa Protactínio | 92 U Urânio | 93 Np Neptúnio | 94 Pu Plutônio | 95 Am Americônio | 96 Cm Cúrio | 97 Bk Berquílio | 98 Cf Califórnio | 99 Es Einsteinio | 100 Fm Férmio | 101 Md Mendelévio | 102 No Nobélio | 103 Lr Laurêncio |

LIGAÇÕES QUÍMICAS

❖ **Conceito Geral:** *Combinação entre átomos, moléculas e íons onde cada espécie química procura uma maior estabilidade.*



Definições

- ❖ **Estado Natural dos Átomos:** *encontrados na natureza combinados de modo a adquirir maior estabilidade.*
- ❖ **Estabilidade química:** *precisam completar seus orbitais incompletos **perdendo, ganhando ou compartilhando elétrons.***
- ❖ **Camada de Valência:** *em geral as ligações químicas envolvem apenas a última camada do átomo.*

- Eletronegatividade vs Eletropositividade
- Cátions e ânions



- Estabilidade ?

Tabela Periódica

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | | | | | | | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1A | 2A | | | | | | | | | | | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A |
| 1 H Hidrogênio | | | | | | | | | | | | 5 B Boro | 6 C Carbono | 7 N Nitrogênio | 8 O Oxigênio | 9 F Flúor | 2 He Hélio |
| 3 Li Lítio | 4 Be Berílio | | | | | | | | | | | 13 Al Alumínio | 14 Si Silício | 15 P Fósforo | 16 S Enxofre | 17 Cl Cloro | 10 Ne Neônio |
| 11 Na Sódio | 12 Mg Magnésio | 3B | 4B | 5B | 6B | 7B | 8B | | 1B | 2B | 31 Ga Gálio | 32 Ge Germânio | 33 As Arsênio | 34 Se Selênio | 35 Br Bromo | 18 Ar Argônio | |
| 19 K Potássio | 20 Ca Cálcio | 21 Sc Escândio | 22 Ti Titânio | 23 V Vanádio | 24 Cr Cromo | 25 Mn Manganês | 26 Fe Ferro | 27 Co Cobalto | 28 Ni Níquel | 29 Cu Cobre | 30 Zn Zinco | 49 In Índio | 50 Sn Estanho | 51 Sb Antimônio | 52 Te Telúrio | 53 I Iodo | 36 Kr Criptônio |
| 37 Rb Rubídio | 38 Sr Estrôncio | 39 Y Ítrio | 40 Zr Zircônio | 41 Nb Nióbio | 42 Mo Molibdênio | 43 Tc Tecnécio | 44 Ru Rutênio | 45 Rh Ródio | 46 Pd Paládio | 47 Ag Prata | 48 Cd Cádmio | 81 Tl Tálio | 82 Pb Chumbo | 83 Bi Bismuto | 84 Po Polônio | 85 At Astató | 54 Xe Xenônio |
| 55 Cs Césio | 56 Ba Bário | 57-71 * | 72 Hf Háfênio | 73 Ta Tântalo | 74 W Tungstênio | 75 Re Rênio | 76 Os Ósmio | 77 Ir Íridio | 78 Pt Platina | 79 Au Ouro | 80 Hg Mercúrio | 113 Uut Ununtrio | 114 Uuq Ununquádrnio | 115 Jup Ununpentio | 116 Juh Ununhênio | 117 Uus Ununseptio | 86 Rn Radônio |
| 87 Fr Frâncio | 88 Ra Rádio | 89-103 ** | 104 Rf Rutherfordio | 105 Db Dúbnio | 106 Sg Seabórgio | 107 Bh Bóhrnio | 108 Hs Hássio | 109 Mt Meitnério | 110 Ds Darmstádio | 111 Rg Roentgênio | 112 Cn Copernício | 118 Uuo Ununoctio | | | | | |

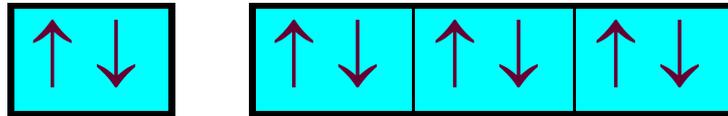
| |
|----------------|
| Nº Atômico |
| Símbolo |
| Nome |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| * | 57 La Lantânio | 58 Ce Cério | 59 Pr Praseodímio | 60 Nd Neodímio | 61 Pm Promécio | 62 Sm Samário | 63 Eu Európio | 64 Gd Gadolínio | 65 Tb Térbio | 66 Dy Disprósio | 67 Ho Hólmio | 68 Er Érbio | 69 Tm Túlio | 70 Yb Íterbio | 71 Lu Lutécio |
| ** | 89 Ac Actínio | 90 Th Tório | 91 Pa Protactínio | 92 U Urânio | 93 Np Neptúnio | 94 Pu Plutônio | 95 Am Americônio | 96 Cm Cúrio | 97 Bk Berquílio | 98 Cf Califórnio | 99 Es Einsteinio | 100 Fm Férmio | 101 Md Mendelévio | 102 No Nobélio | 103 Lr Laurêncio |

Regra do Octeto

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

Configuração Geral: $ns^2 np^6$

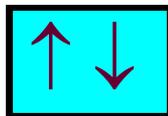


Obs. *Esta regra só é válida para os elementos representativos.*

Regra do Dueto

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

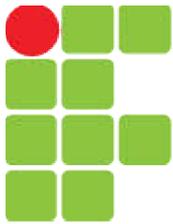
Configuração Geral: ns^2



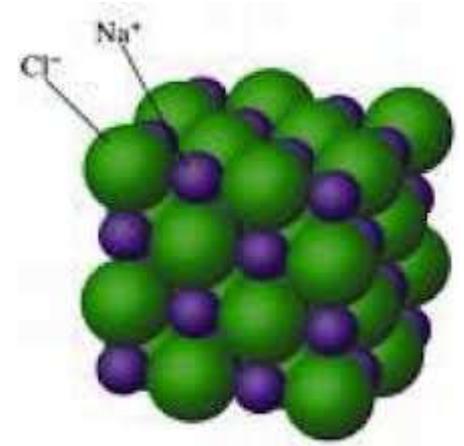
Obs. *Esta regra só é válida para os elementos representativos: H, Li, B e Be.*

TIPOS DE LIGAÇÃO

- ❖ IÔNICA ou ELETROVALENTE
- ❖ COVALENTE ou MOLECULAR:
 - Normal
 - 'Dativa'
- ❖ INTERMOLECULAR
- ❖ METÁLICA



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA



2. Ligações Iônicas

Curso Técnico concomitante em Análises Químicas

Unidade Curricular: Química Geral

Módulo 1

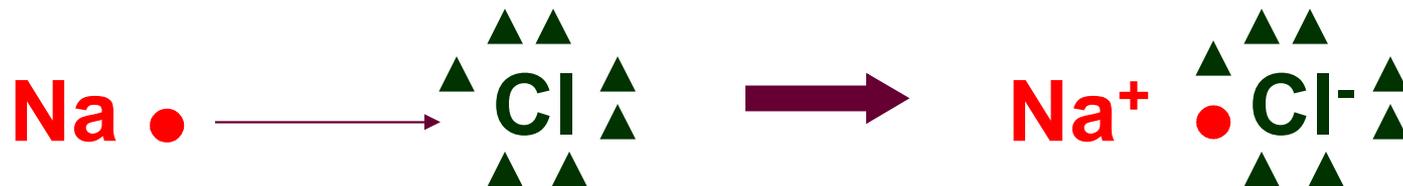
LIGAÇÃO IÔNICA

❖ **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.

Na ($Z = 11$) $\rightarrow 1s^2 2s^2, 2p^6 3s^1$

Cl ($Z = 17$) $\rightarrow 1s^2 2s^2, 2p^6 3s^2, 3p^5$



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?

R: Metal + Não Metal

LIGAÇÃO IÔNICA

⇒ Ocorre geralmente entre
METAIS e AMETAIS
com Δ de eletronegatividade $> 1,7$.

Metais Alcalinos (1A) ↔ **Fam. Nitrogênio (5A)**

Metais Alcalinos Terrosos (2A) ↔ **Calcogênios (6A)**

Fam. do Alumínio (3A) ↔ **Halogênios (7A)**



Vejamos o caso do NaCl

Classificação Periódica dos Elementos

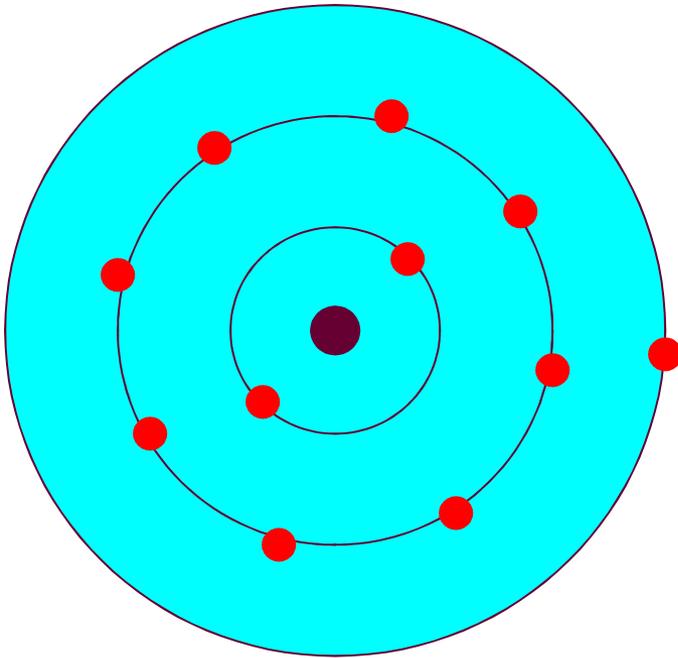
The image shows a periodic table of elements. The element Sodium (Na) is highlighted with a red box, and Chlorine (Cl) is highlighted with a green box. The table includes element symbols, names, atomic numbers, and atomic weights. The title 'Classificação Periódica dos Elementos' is prominently displayed at the top.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| H 1 1,00784 | | | | | | | | | | | | | | | | | He 2 4,00260 |
| Li 3 6,941 | Be 4 9,01218 | | | | | | | | | | | B 5 10,811 | C 6 12,011 | N 7 14,007 | O 8 15,999 | F 9 18,998 | Ne 10 20,180 |
| Na 11 22,990 | Mg 12 24,305 | | | | | | | | | | | Al 13 26,982 | Si 14 28,086 | P 15 30,974 | S 16 32,06 | Cl 17 35,45 | Ar 18 39,948 |
| K 19 39,098 | Ca 20 40,078 | Sc 21 44,956 | Ti 22 47,88 | V 23 50,942 | Cr 24 52,004 | Mn 25 54,938 | Fe 26 55,845 | Co 27 58,933 | Ni 28 58,693 | Cu 29 63,546 | Zn 30 65,38 | Ga 31 69,723 | Ge 32 72,630 | As 33 74,922 | Se 34 78,96 | Br 35 79,904 | Kr 36 83,796 |
| Rb 37 85,468 | Sr 38 87,62 | Y 39 88,906 | Zr 40 91,224 | Nb 41 92,906 | Mo 42 95,94 | Tc 43 98,906 | Ru 44 101,072 | Rh 45 102,905 | Pd 46 106,36 | Ag 47 107,868 | Cd 48 112,411 | In 49 114,818 | Sn 50 118,710 | Sb 51 121,757 | Te 52 127,603 | I 53 126,905 | Xe 54 131,29 |
| Cs 55 132,905 | Ba 56 137,327 | La-Lu | Hf 72 178,49 | Ta 73 180,948 | W 74 183,84 | Re 75 186,207 | Os 76 190,23 | Ir 77 192,222 | Pt 78 195,084 | Au 79 196,967 | Hg 80 200,59 | Tl 81 204,384 | Pb 82 207,2 | Bi 83 208,98 | Po 84 209 | At 85 210 | Rn 86 222 |
| Fr 87 223 | Ra 88 226 | Ac-Lr | Rf 104 261 | Db 105 262 | Sg 106 263 | Bh 107 264 | Hs 108 265 | Mt 109 266 | Ds 110 267 | Rg 111 268 | Cn 112 269 | Uut 113 270 | Fl 114 271 | Uup 115 272 | Lv 116 273 | Uus 117 274 | Uuo 118 276 |
| | | | La 57 138,905 | Ce 58 140,12 | Pr 59 140,908 | Nd 60 144,24 | Pm 61 144,913 | Sm 62 150,36 | Eu 63 151,964 | Gd 64 157,25 | Tb 65 158,925 | Dy 66 162,50 | Ho 67 164,930 | Er 68 167,259 | Tm 69 168,930 | Yb 70 173,054 | Lu 71 174,967 |
| | | | Ac 89 227,037 | Th 90 232,038 | Pa 91 231,036 | U 92 238,029 | Np 93 237,048 | Pu 94 244,064 | Am 95 243,061 | Cm 96 247,070 | Bk 97 247,070 | Cf 98 251,08 | Es 99 252,083 | Fm 100 257,10 | Md 101 258,10 | No 102 259,10 | Lr 103 260,10 |

Ligação iônica

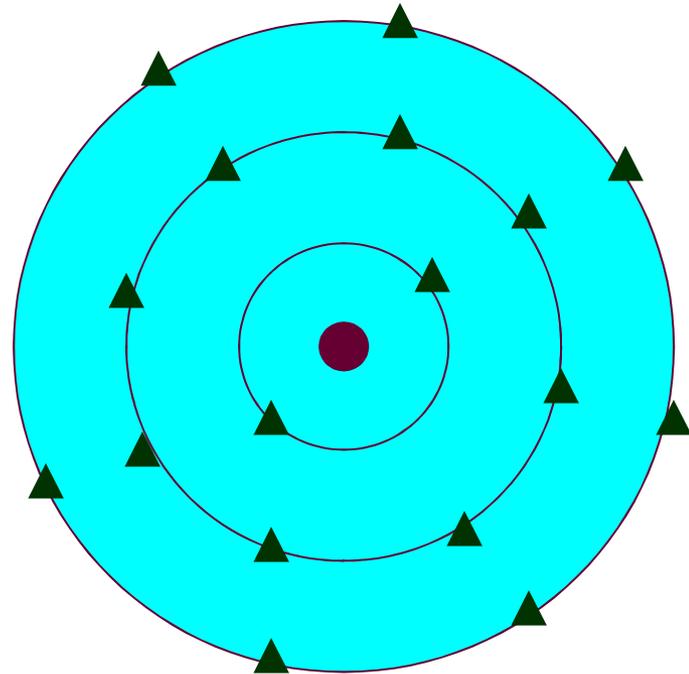
Configuração dos Átomos:

Na



Na ($Z = 11$) $\rightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$

Cl

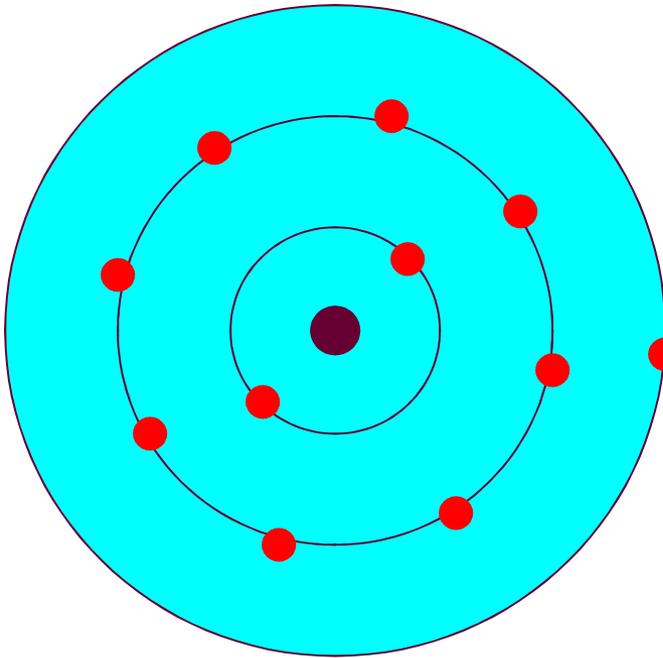


Cl ($Z = 17$) $\rightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$

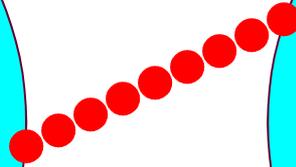
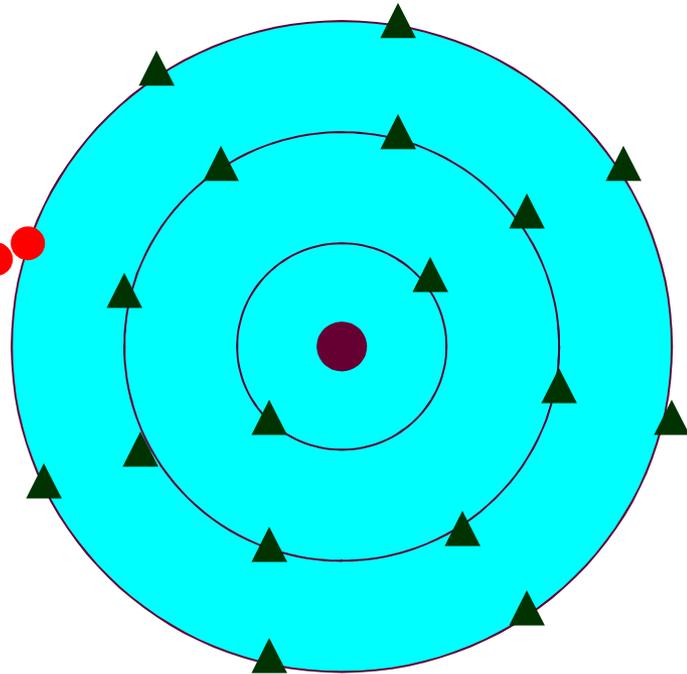
Ligação iônica

Transferência do elétron:

Na



Cl

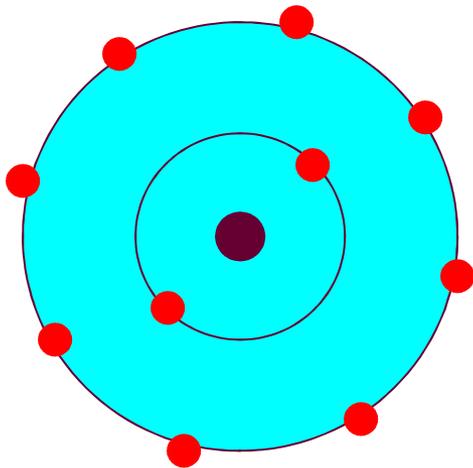


Ligação Iônica

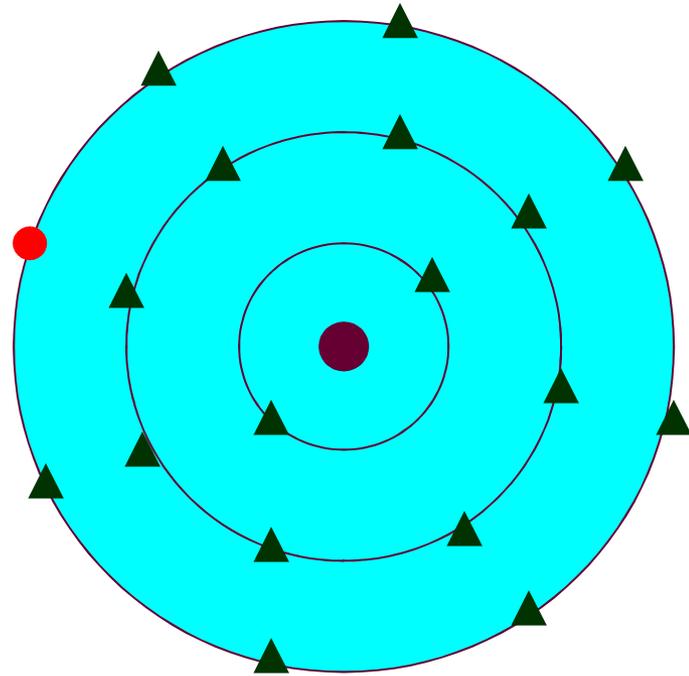
Formação dos íons:

REGRA DO
OCTETO

Na⁺



Cl⁻



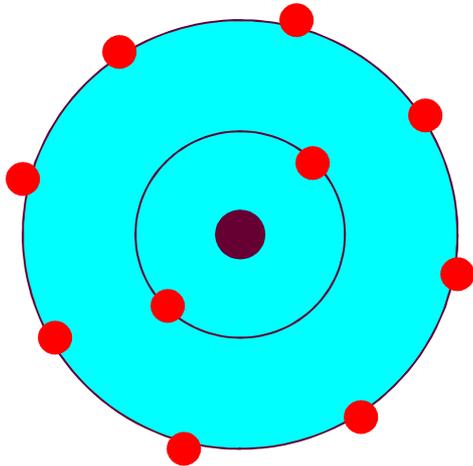
Na⁺ (Z = 11) → 1s², 2s², 2p⁶

Cl⁻ (Z = 17) → 1s², 2s², 2p⁶ 3s², 3p⁶

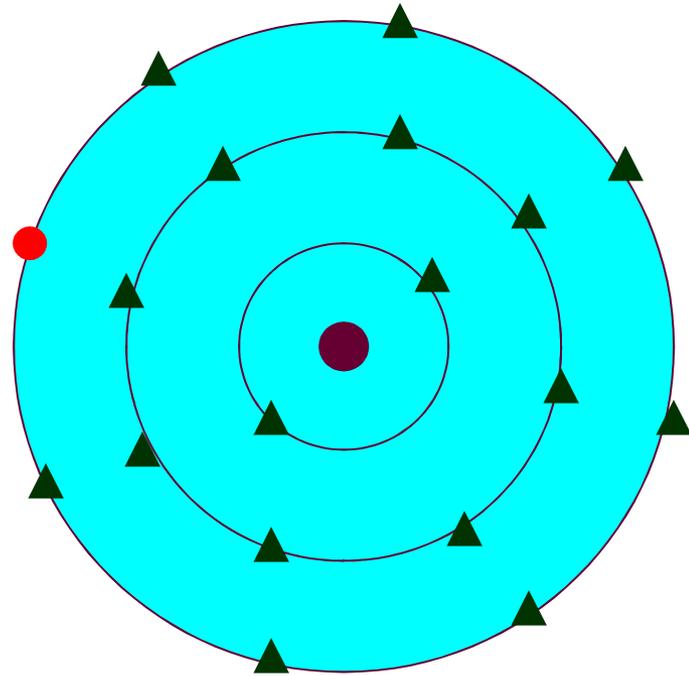
Ligação Iônica

Atração Eletrostática:

Na^+



Cl^-

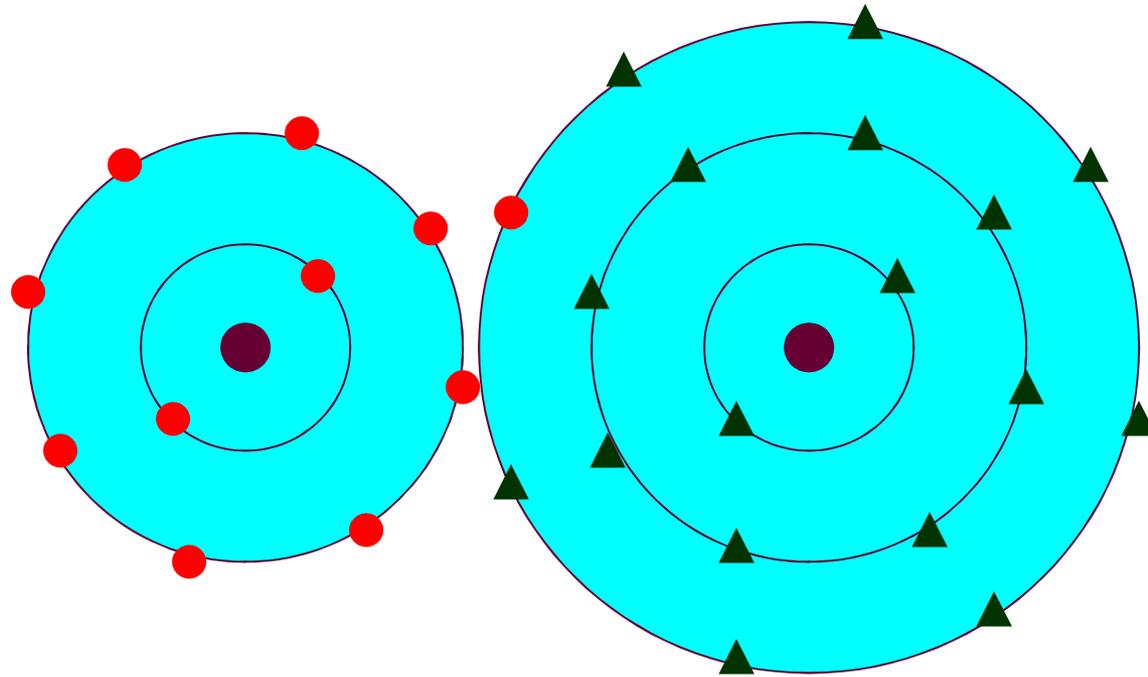


Ligação Iônica

Atração Eletrostática:

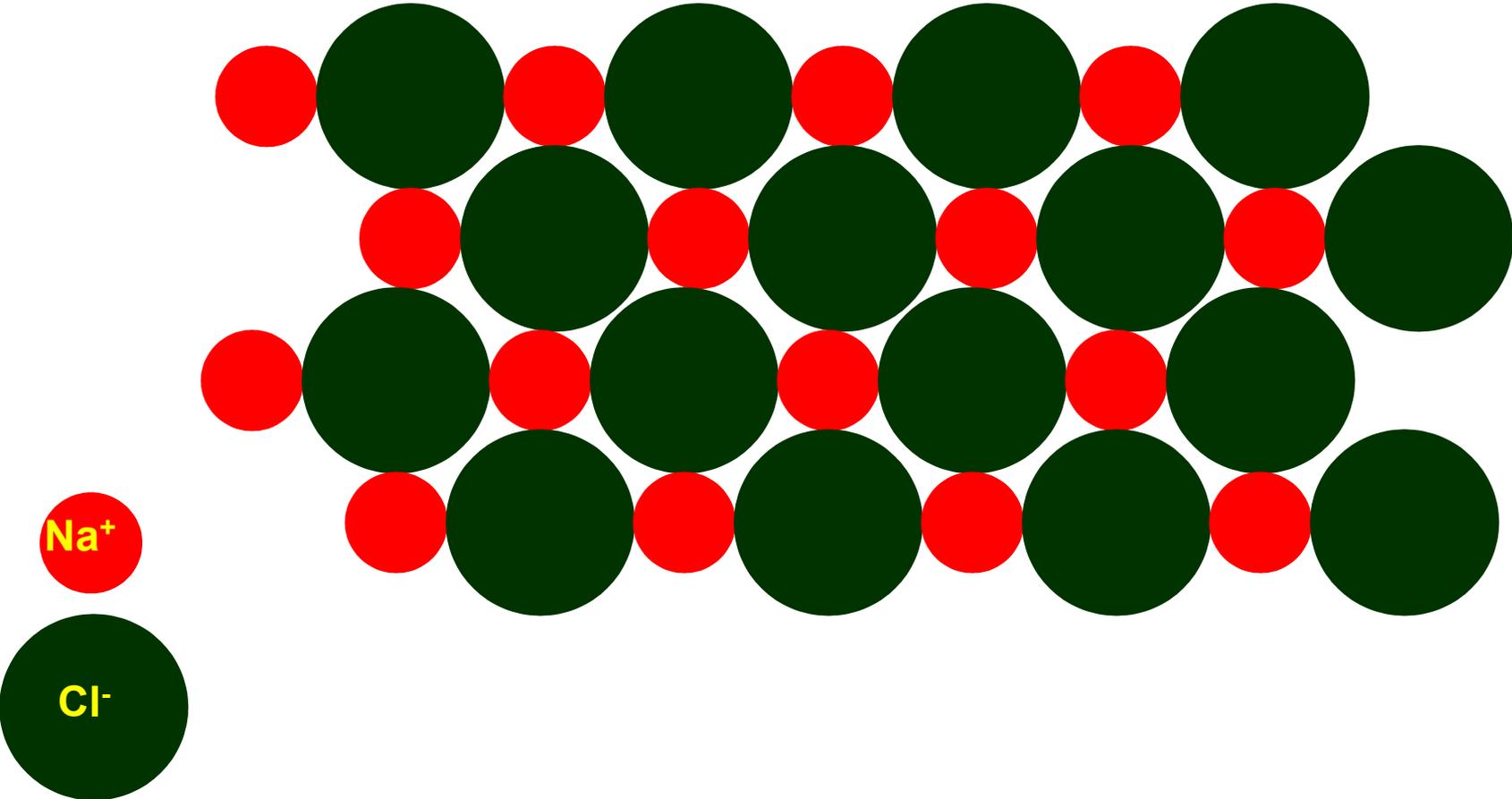
Na^+

Cl^-



Ligação iônica

Aglomerado iônico ou Retículo Cristalino:

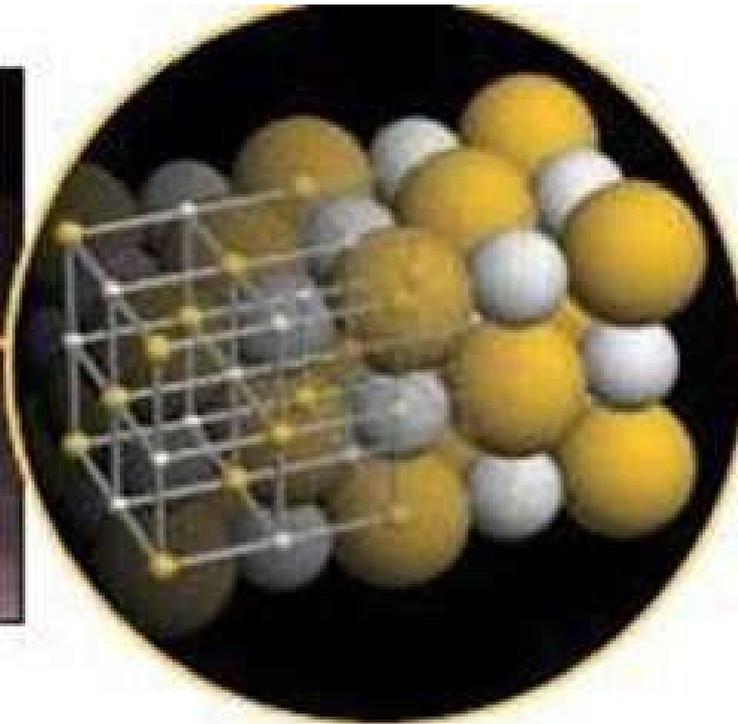


Retículos Cristalinos:

R Um sólido iônico é um conjunto de cátions e ânions empacotados em um arranjo regular.



NaCl



Generalizando agora...



Metais:

Eletrópositivos

Perdem elétrons

Viram **Cátions(+)**



Ametais:

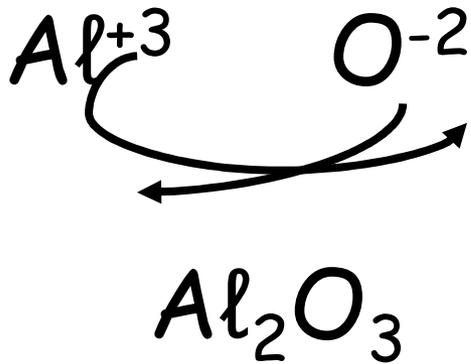
Eletronegativos

Ganham elétrons

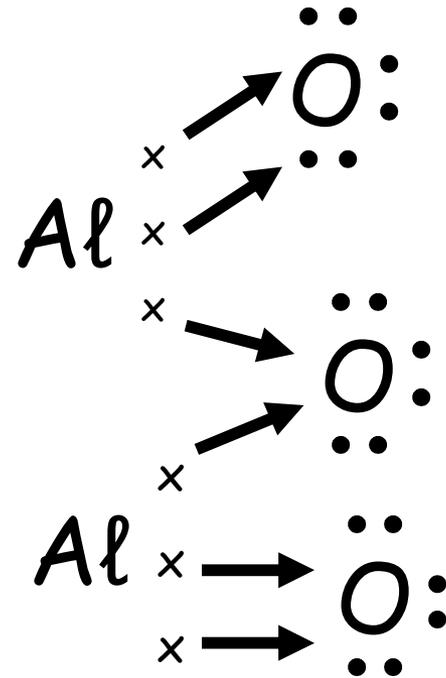
Viram **Ânions(-)**



Determinação das Fórmulas Iônicas



Fórmula-íon

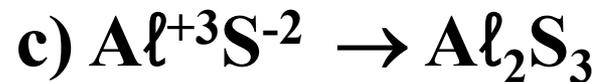


Fórmula de Lewis
ou Eletrônica

Ligações dos Grupos - A

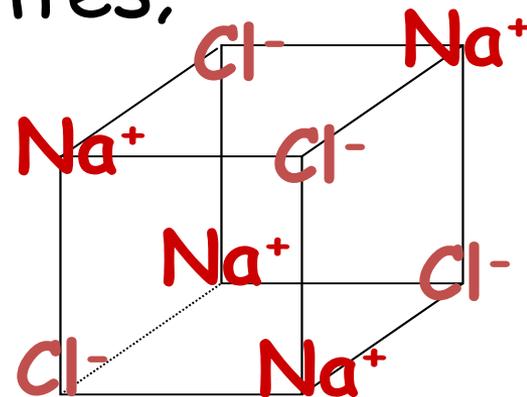
| | Família | Elétrons ganhos ou perdidos | Valência | Eletronegatividade |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|----------|--------------------|
| Metais | Alcalinos | Perde 1 | 1 | +1 |
| | Alcalinos Terrosos | Perde 2 | 2 | +2 |
| | Família do Boro | Perde 3 | 3 | +3 |
| Não-Metais | Família do Carbono | Perde ou ganha 4 | 4 | ± 4 |
| | Família do Nitrogênio | Ganha 3 | 3 | -3 |
| | Calcogênios | Ganha 2 | 2 | -2 |
| | Halogênios | Ganha 1 | 1 | -1 |

Exemplos:



Características de compostos Iônicos:

- São **sólidos** nas condições ambientes;
- São **duros e quebradiços**;
- Possuem **altos P.F. e P.E.**;
- Conduzem **corrente elétrica** quando **fundidos** ou em **solução aquosa** (não conduzem **corrente elétrica** no estado sólido) ;
- Formam **retículos cristalinos**.



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 muito 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.**



Exercitando

1) Faça as ligações de Lewis das substâncias abaixo:

- a) NaCl = cloreto de sódio
- b) AgCl = cloreto de prata
- c) KBr = brometo de potássio
- d) LiH = hidreto de lítio
- e) MgCl_2 = cloreto de magnésio
- f) AlF_3 = fluoreto de lítio
- g) Al_2S_3 = sulfeto de alumínio



SEM CHORO
Exercitando MAISSSSS



**2) Construa a Fórmula dos seguintes compostos
(use a tabela de cátions e ânions)**

- a) fluoreto de sódio**
- b) cloreto de bário**
- c) Sulfeto de sódio**
- d) óxido de ferro III**
- e) óxido de ferro II**
- f) iodeto plumboso**
- g) carbonato de amônio**
- h) nitrato de zinco**
- i) sulfito de prata**
- j) fosfato de cromo II**