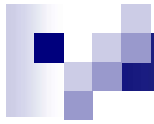




- ✓ Compostos inorgânicos contendo elementos metálicos e não metálicos;
- ✓ Ligações iônicas e/ou covalentes;
- ✓ Materiais duros e frágeis (quebradiços);
- ✓ Materiais com estrutura cristalina e amorfa (vidro);
- ✓ Baixa tenacidade e ductilidade; elevada resistência ao desgaste;
- ✓ Estáveis em condições severas, elevada estabilidade química;
- ✓ Excelente biocompatibilidade;
- ✓ Elevado ponto de fusão;
- ✓ Bons isolantes térmicos e elétricos;
- ✓ Exemplos: óxidos (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , SiO_2 , etc.), nitretos, carbonetos (SiC) e sais iônicos (NaCl , CsCl , ZnS).



Ligação química:

- ✓ iónica e/ou covalente
- ✓ carácter iónico aumenta com a diferença de eletronegatividade.

MgO: elevado

CaF₂: elevado

SiC: baixo

IA																		0
H 2.1	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He -	
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne -	
Na 0.9	Mg 1.2	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII				IB	IIB	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar -
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr -	
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe -	
Cs 0.7	Ba 0.9	La-Lu 1.1-1.2	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn -	
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac-No 1.1-1.7																



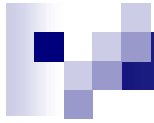
Determinação do caráter iónico/covalente em compostos cerâmicos:

$$\% \text{ caráter iónico} = \left(1 - \exp\left(-\frac{1}{4}(x_A - x_B)^2\right) \right) \times 100 \quad \text{Equação de Pauling}$$

x_A – eletronegatividade do átomo A

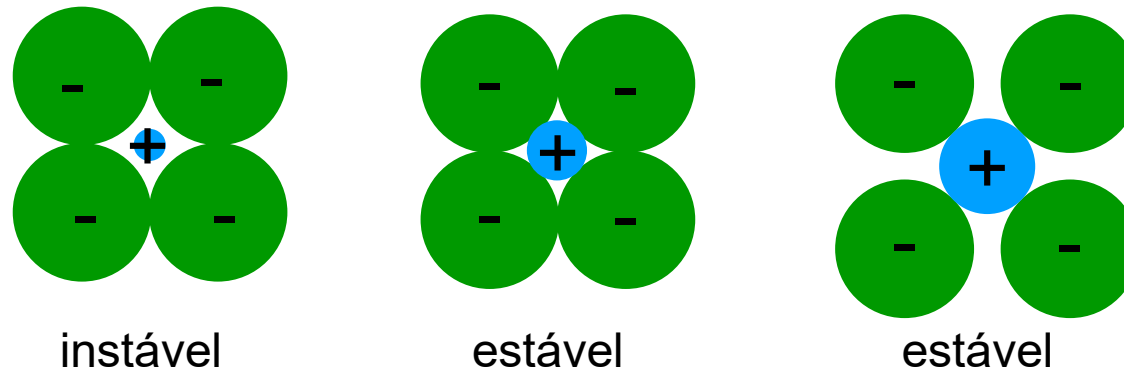
x_B – eletronegatividade do átomo B

Composto cerâmico	Átomos ligados	Diferença de eletronegatividades	% de caráter iónico	% de caráter covalente
Óxido de magnésio, MgO	Mg, O	2,3	73	27
Óxido de alumínio, AlO	Al, O	2,0	63	37
Dióxido de silício, SiO ₂	Si, O	1,7	51	49
Nitreto de silício, Si ₃ N ₄	Si, N	1,2	30	70
Carboneto de silício, SiC	Si, C	0,7	11	89



Fatores que determinam a estrutura do cristal

1. Tamanho relativo dos iões – formação de estruturas estáveis: maximizar NC

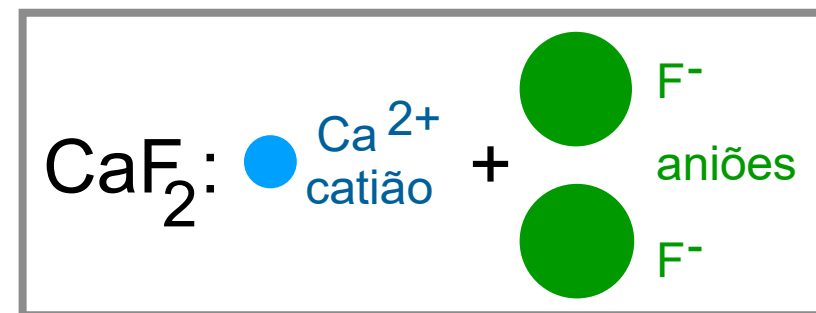


2. Manutenção da neutralidade elétrica:

- nula
- refletida na fórmula química:

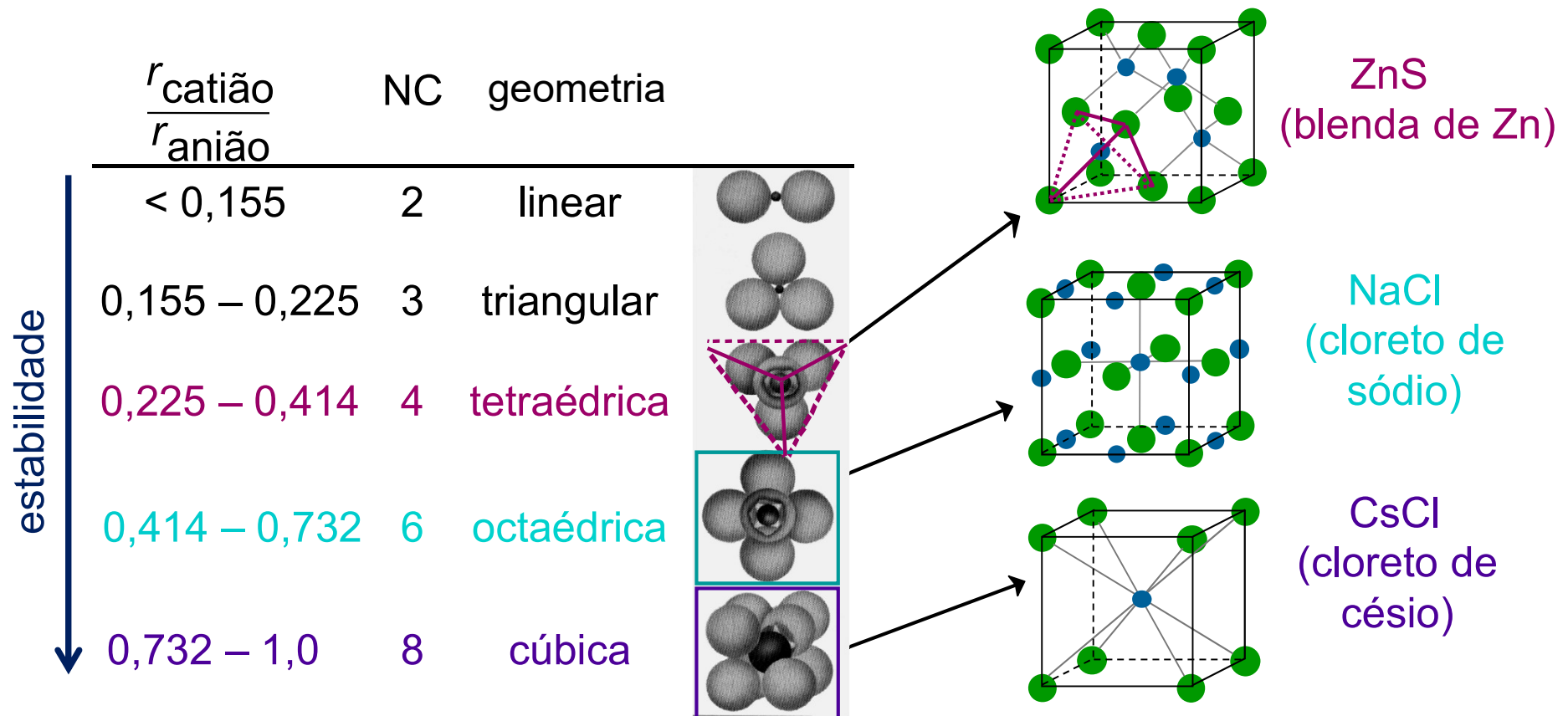


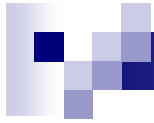
m, p valores para atingir a neutralidade





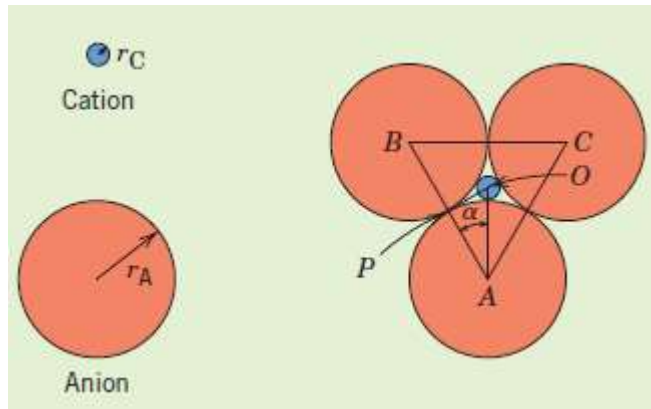
Para formar uma estrutura estável, quantos aniões são necessários para envolver o catião central?





Determinação da razão $r_{\text{catião}}/r_{\text{anião}}$ mínima (ou crítica) para:

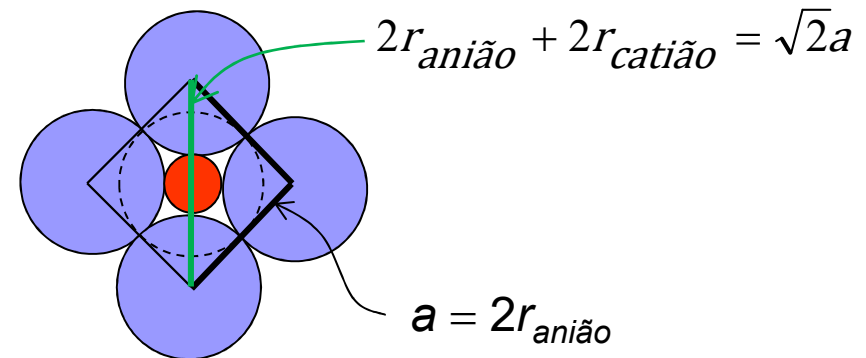
interstício triangular



$$\begin{aligned} \overline{AP} &= r_{\text{anião}} \\ \overline{AO} &= r_{\text{anião}} + r_{\text{catião}} \end{aligned} \quad \cos \alpha = \frac{\overline{AP}}{\overline{AO}}$$

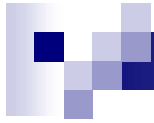
$$\frac{r_{\text{catião}}}{r_{\text{anião}}} = 0,155$$

interstício octaédrico



$$2r_{\text{anião}} + 2r_{\text{catião}} = 2\sqrt{2}r_{\text{anião}}$$

$$\frac{r_{\text{catião}}}{r_{\text{anião}}} = 0,414$$



Com base nos raios iónicos prever a estrutura para o FeO:

catião raio iónico(nm)

Al ³⁺ 0,053

Fe ²⁺ 0,077

Fe ³⁺ 0,069

Ca ²⁺ 0,100

$$\frac{r_{cati\tilde{a}o}}{r_{ani\tilde{a}o}} = \frac{0,077}{0,140} = 0,550$$

Com base nesta razão,

$$NC = 6$$

$$(0,414 < 0,550 < 0,732)$$

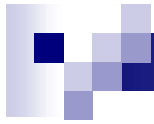
Estrutura do cristal: **octaédrica**

anião

O ²⁻ 0,140

Cl ⁻ 0,181

F ⁻ 0,133



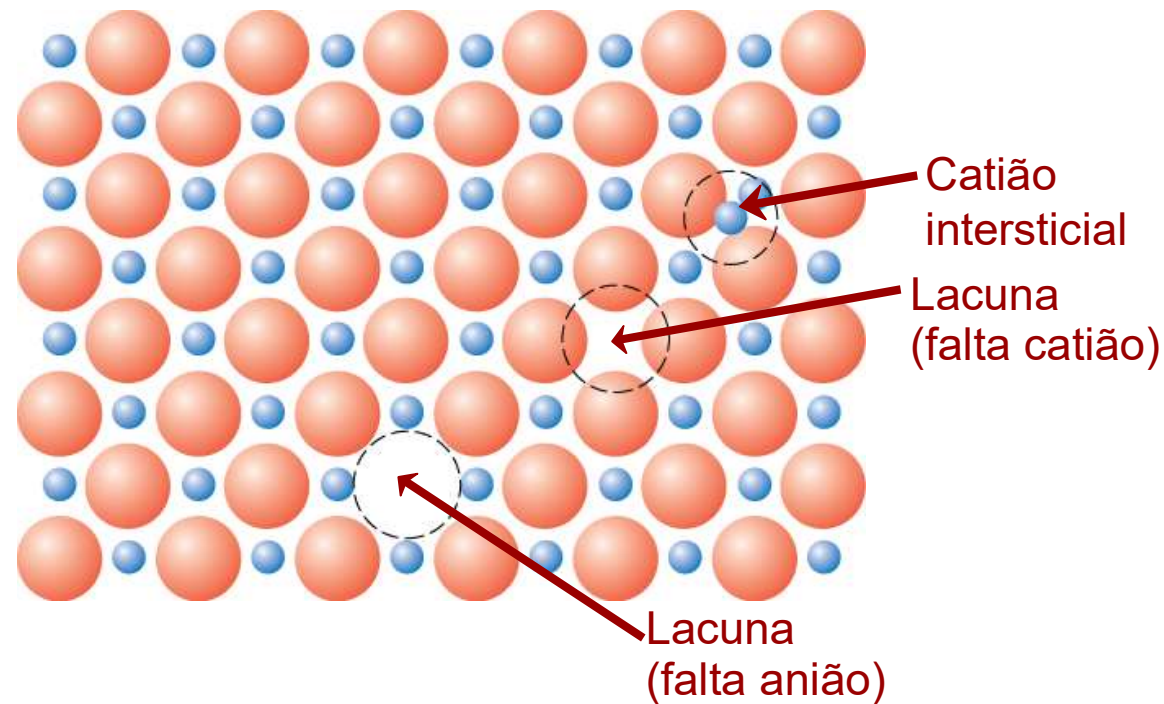
Defeitos

Lacunas (ou vazios)

- falta de um ião (anião ou catião)

Defeitos intersticiais

- se o fator de empacotamento for baixo, um ião extra pode alojar-se na estrutura cristalina



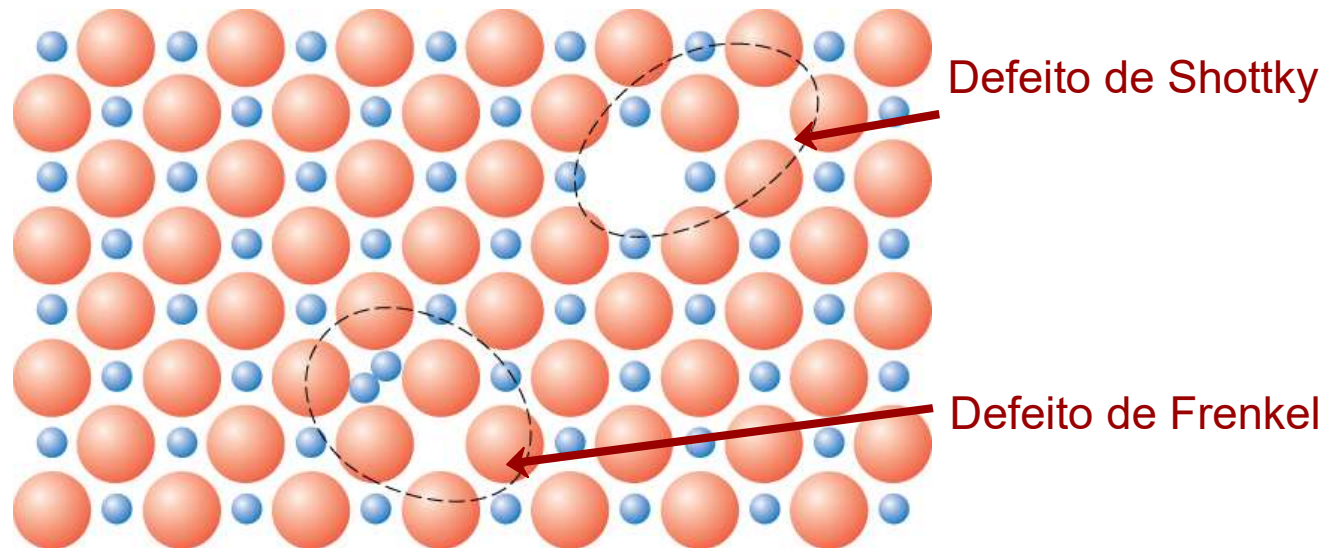


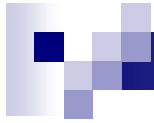
Defeito de Frenkel

- deslocamento de um ião da sua posição normal na rede para um interstício

Defeito de Shottky

- envolve vazios de par de iões de cargas opostas

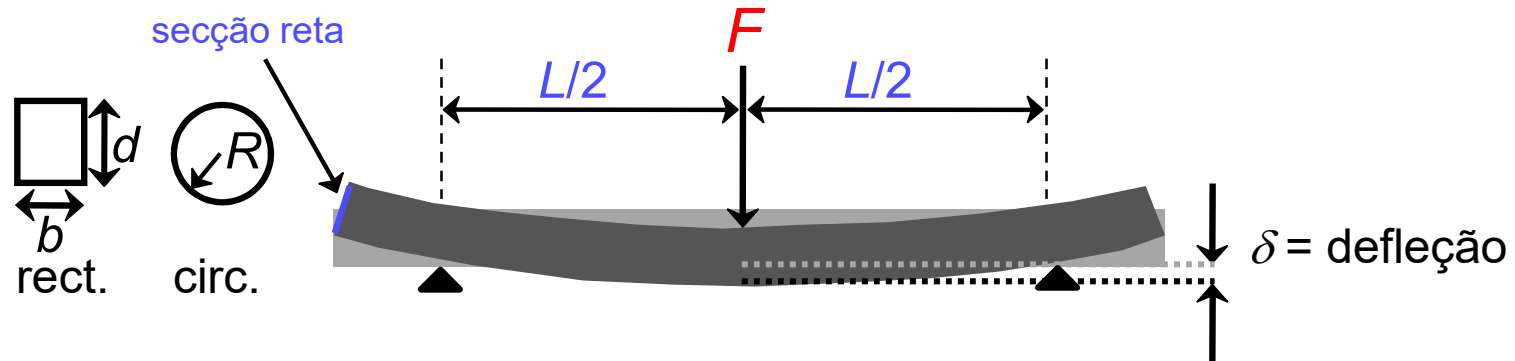




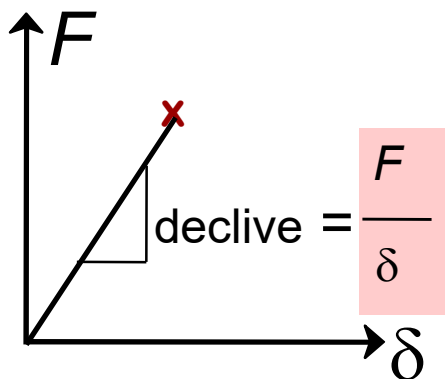
Comportamento mecânico

Ensaio de flexão

(à temperatura ambiente: comportamento geralmente elástico com fratura frágil)

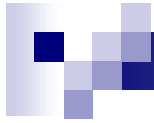


- Determinação do módulo elástico:



$$E = \frac{F}{\delta} \frac{L^3}{4bd^3} \quad (\text{secção reta rectangular})$$

$$E = \frac{F}{\delta} \frac{L^3}{12\pi R^4} \quad (\text{secção reta circular})$$



Propriedades mecânicas

- ✓ Elevado módulo de elasticidade (ligações químicas mais fortes)
- ✓ Baixa densidade
- ✓ Materiais duros
- ✓ Baixa ductilidade (em geral são frágeis)
- ✓ Resistência a temperaturas elevadas
- ✓ Resistência à corrosão
- ✓ Resistência ao desgaste (remoção de material devida a ação mecânica)

