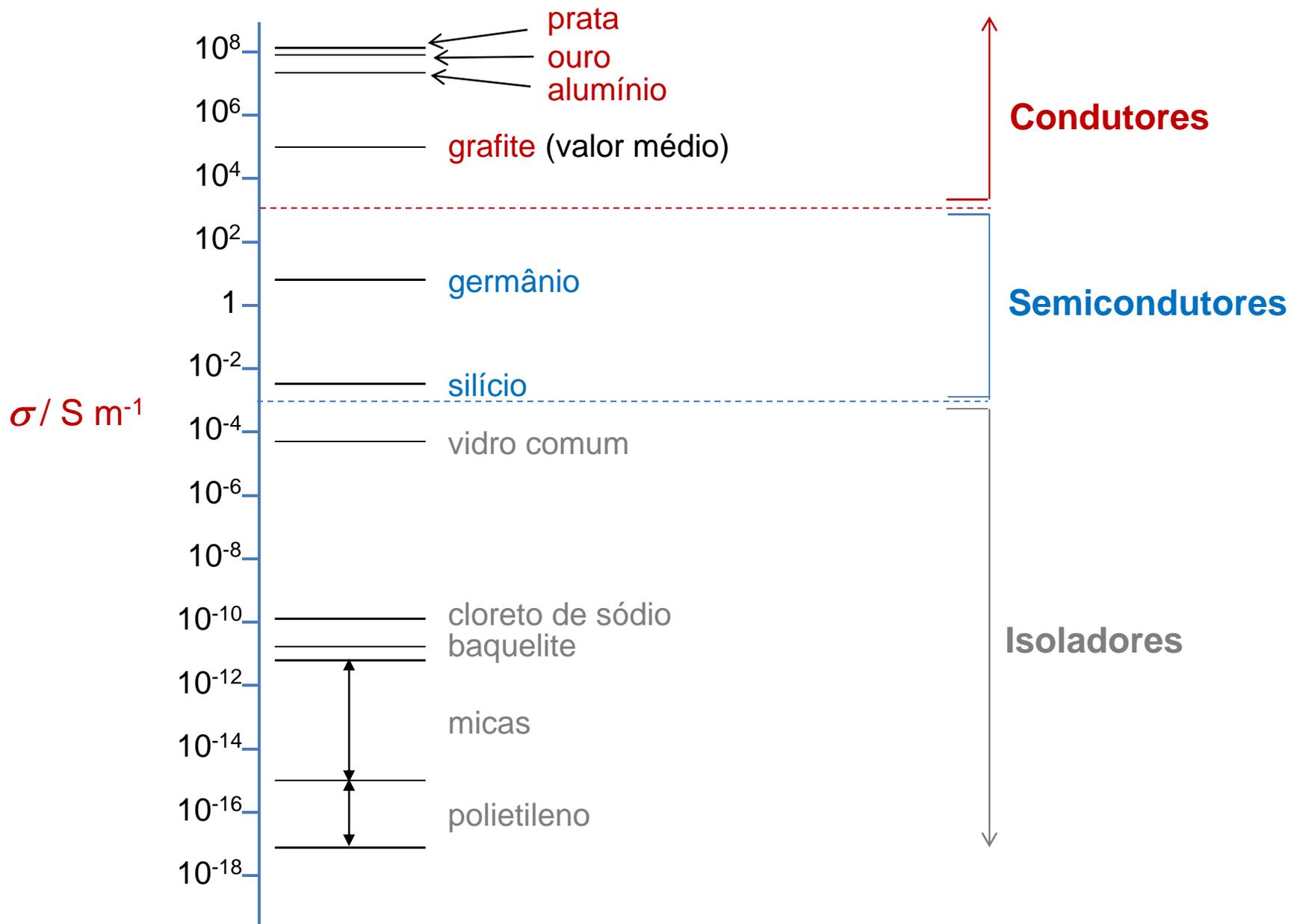
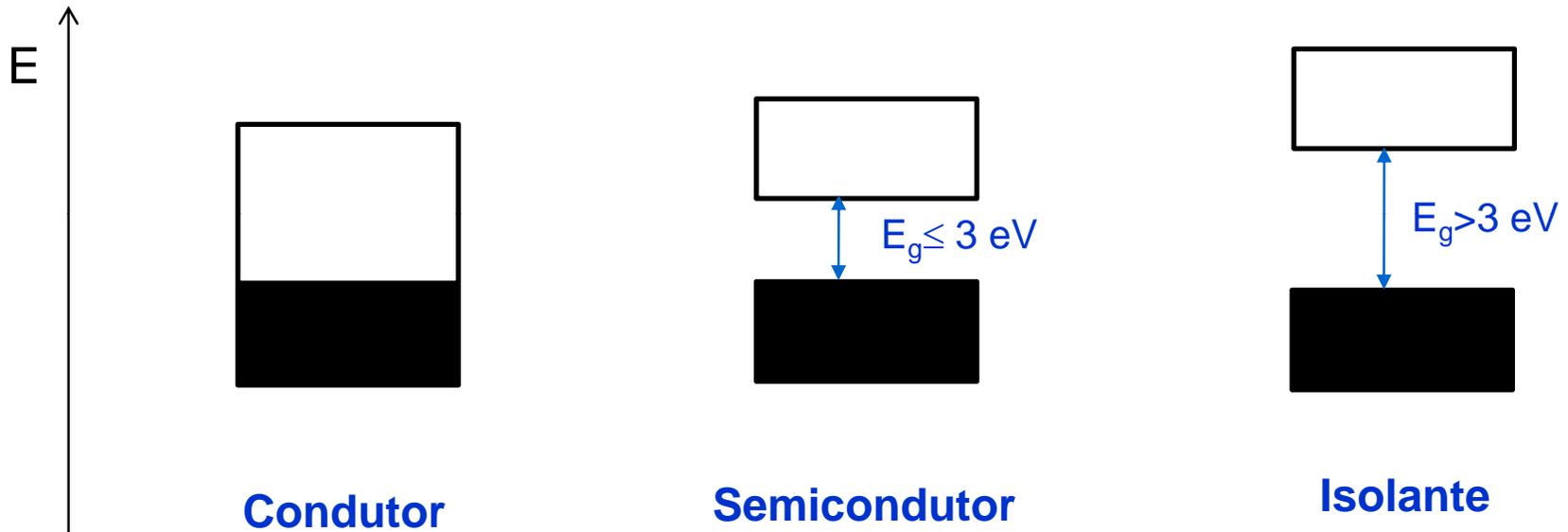


# Condutividades de Alguns Materiais à Temperatura Ambiente

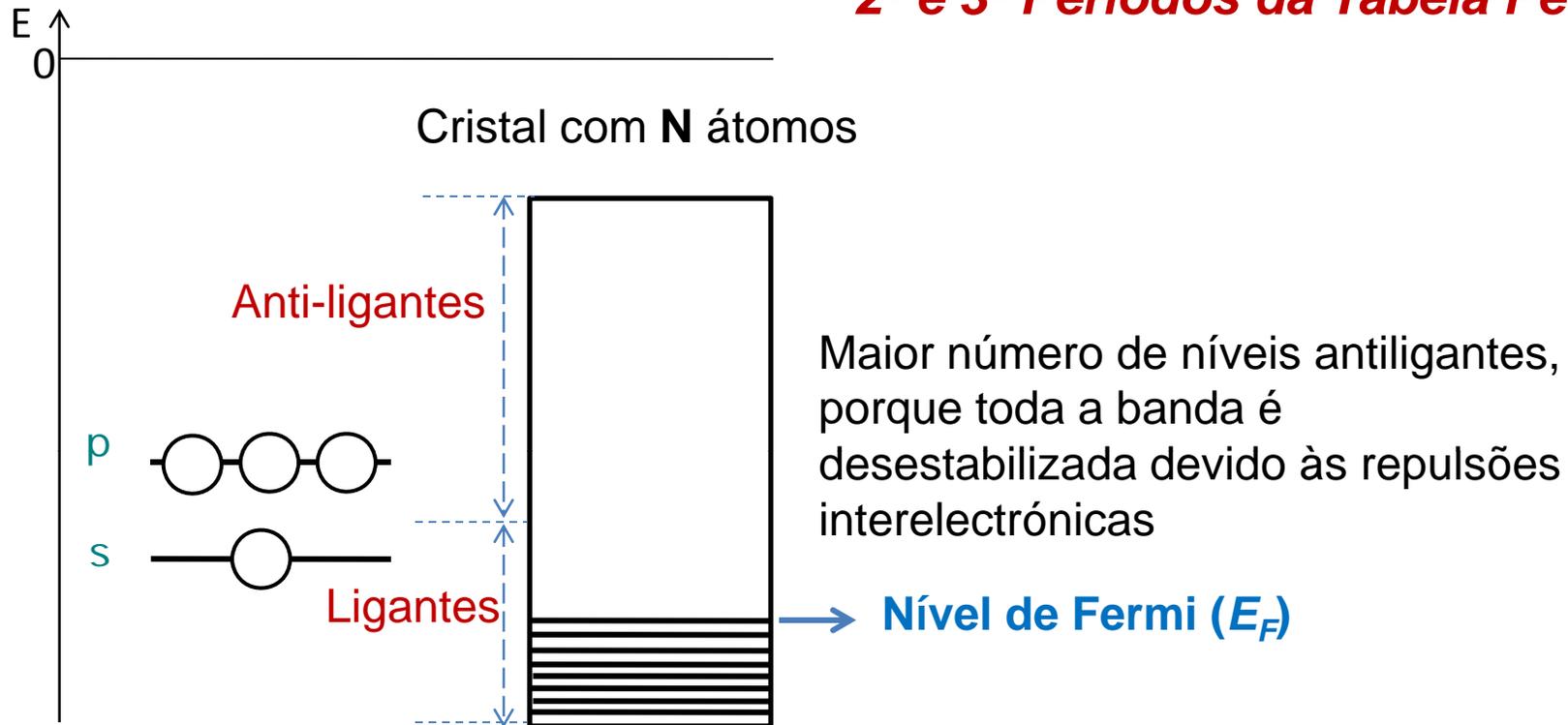


## Diagramas de bandas de níveis de energia



## Teoria das Bandas Aplicada aos Metais:

### 2º e 3º Períodos da Tabela Periódica

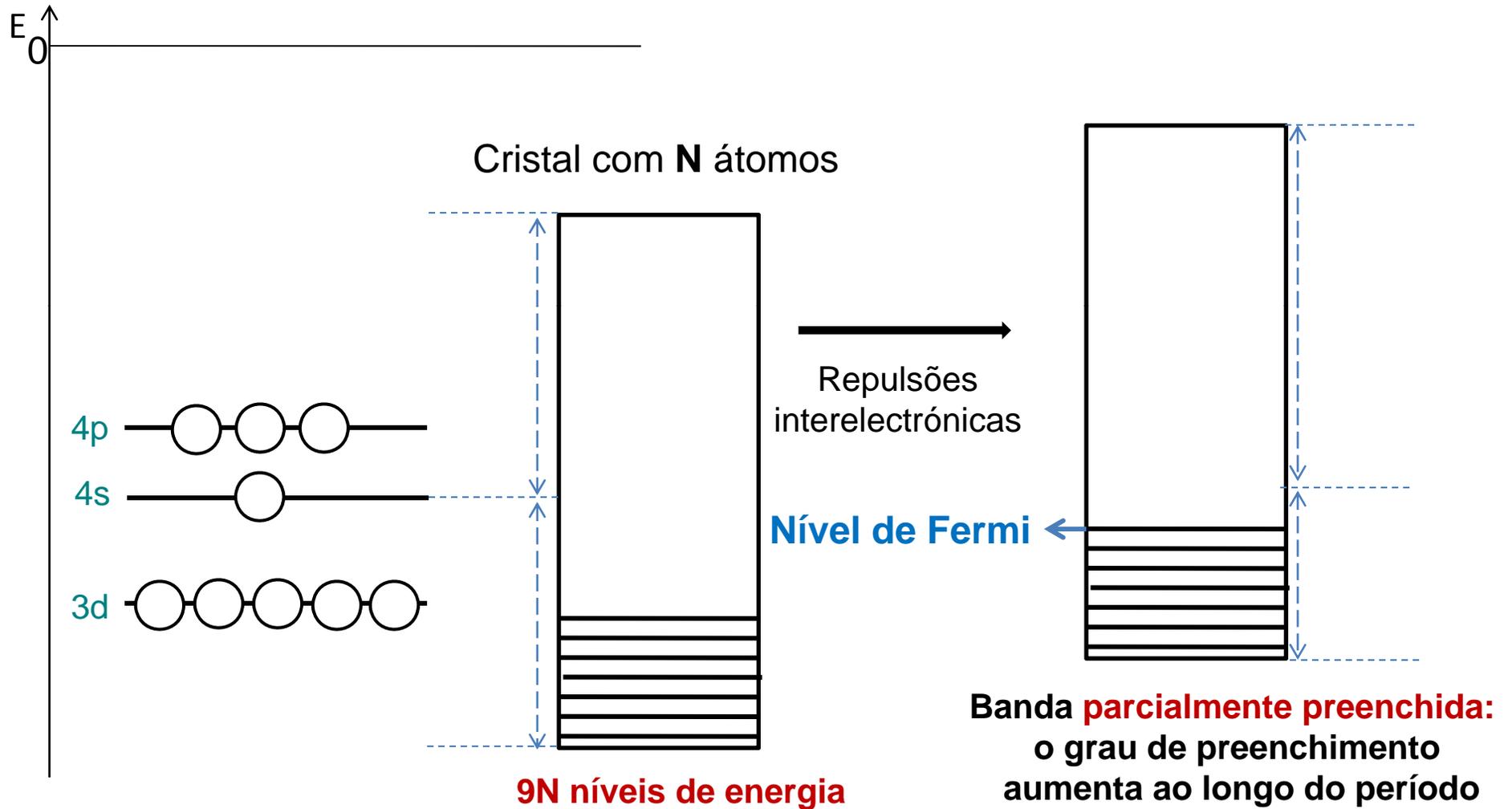


**4N níveis de energia, parcialmente preenchidos**

Metal	Electrões de Valência	Para $N$ Átomos	Níveis preenchidos	Grau de preenchimento da banda	$\sigma$ relativa
Na	1	$N$	$N/2$	$1/8$	0.26
Mg	2	$2N$	$N$	$2/8$	0.42
Al	3	$3N$	$3N/2$	$3/8$	1.0

# Teoria das Bandas Aplicada aos Metais:

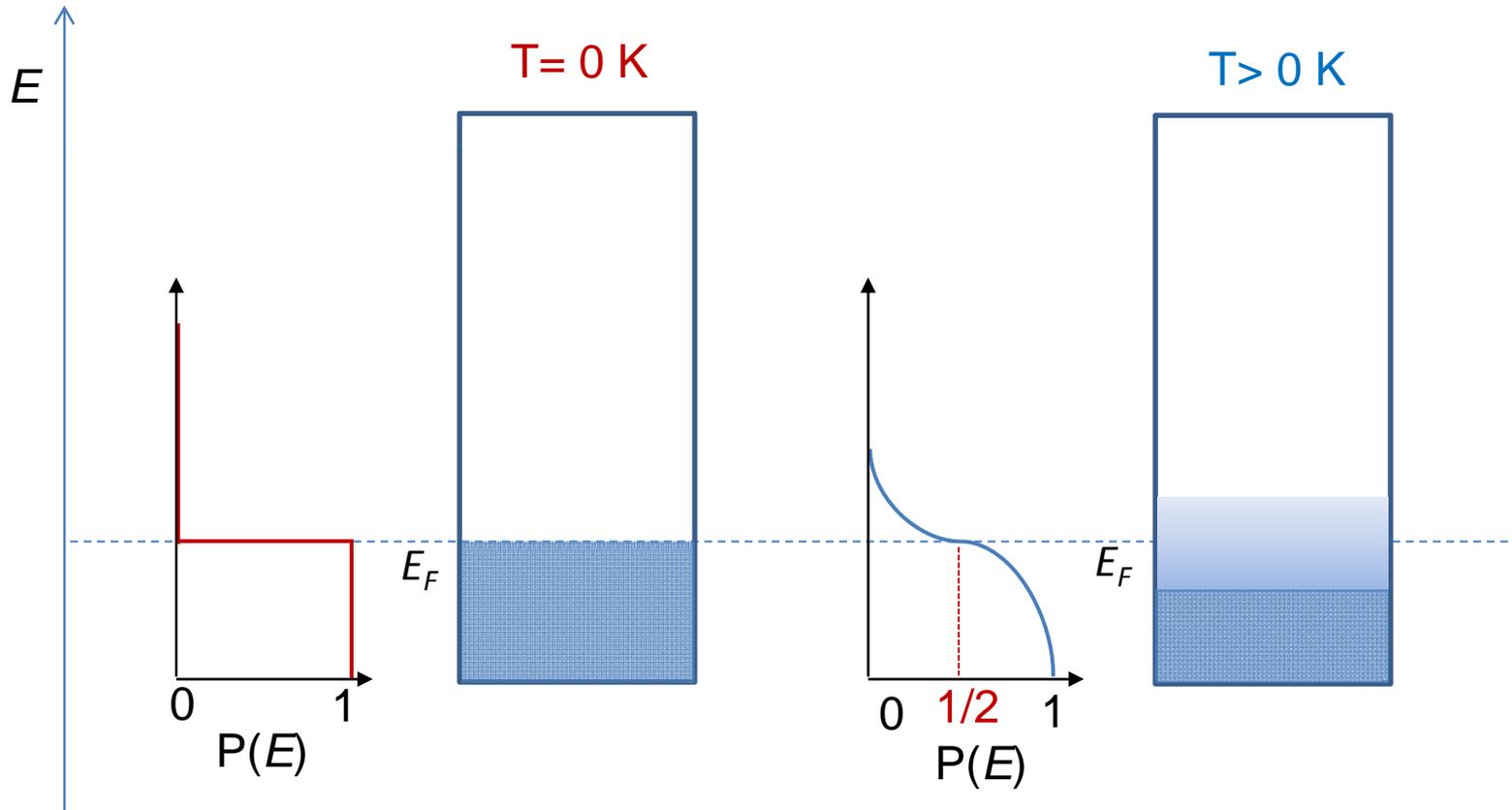
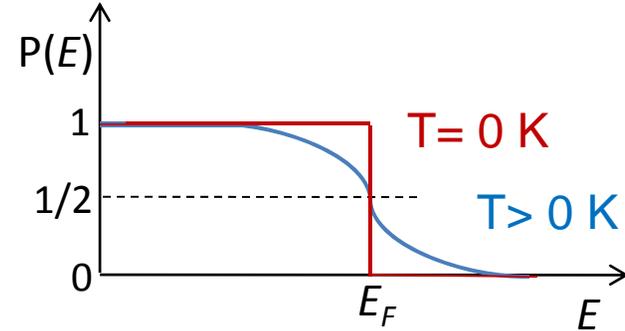
## 4º, 5º e 6º Períodos da Tabela Periódica



# Probabilidade de ocupação dos níveis. Variação de $P(E)$ com $T$

## Estatística de Fermi:

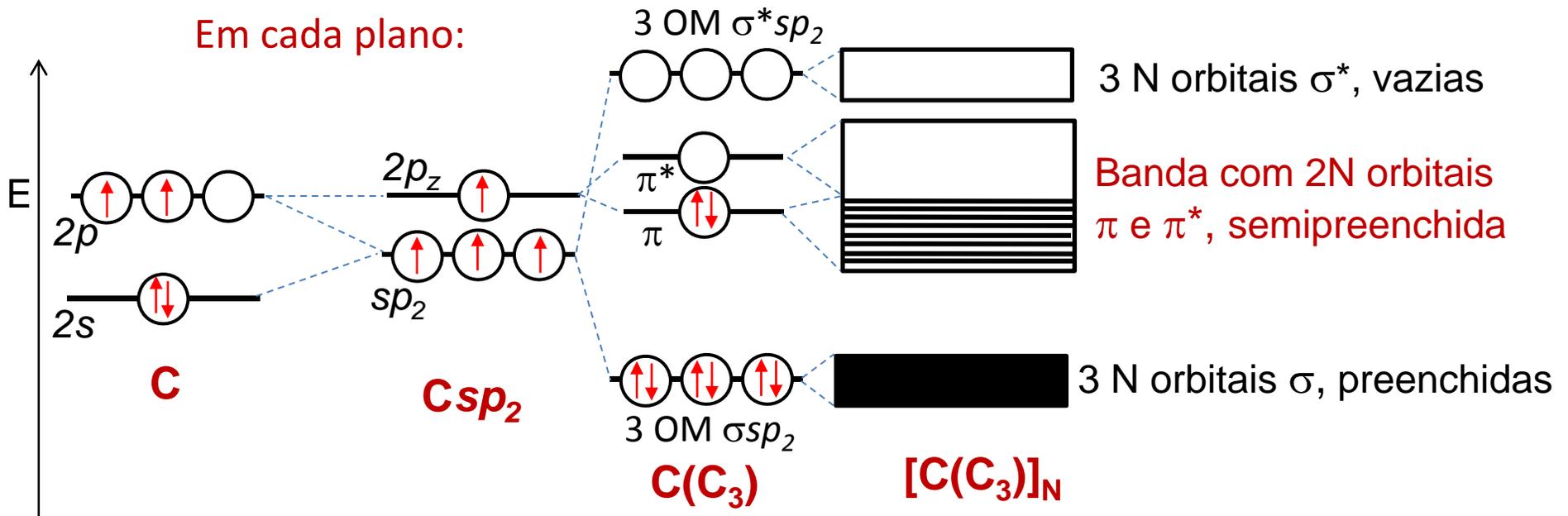
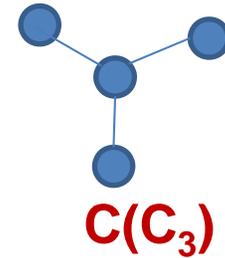
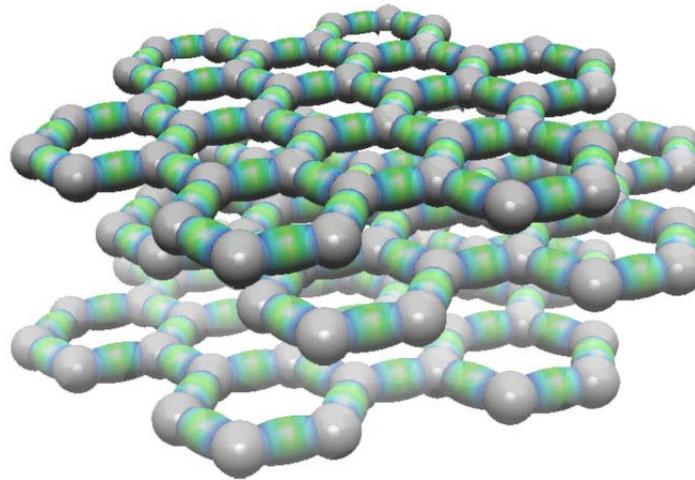
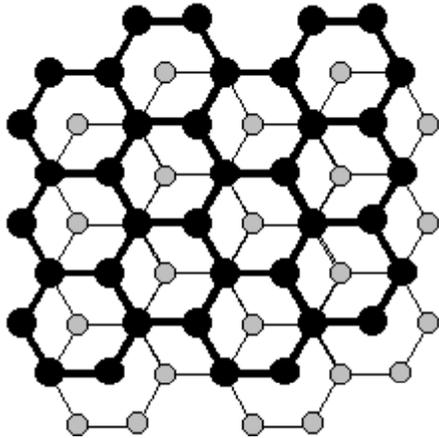
$$P(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E-E_F}{k_B T}}}$$



## **Variação da condutividade dos metais com a temperatura, tipo e teor de impurezas**

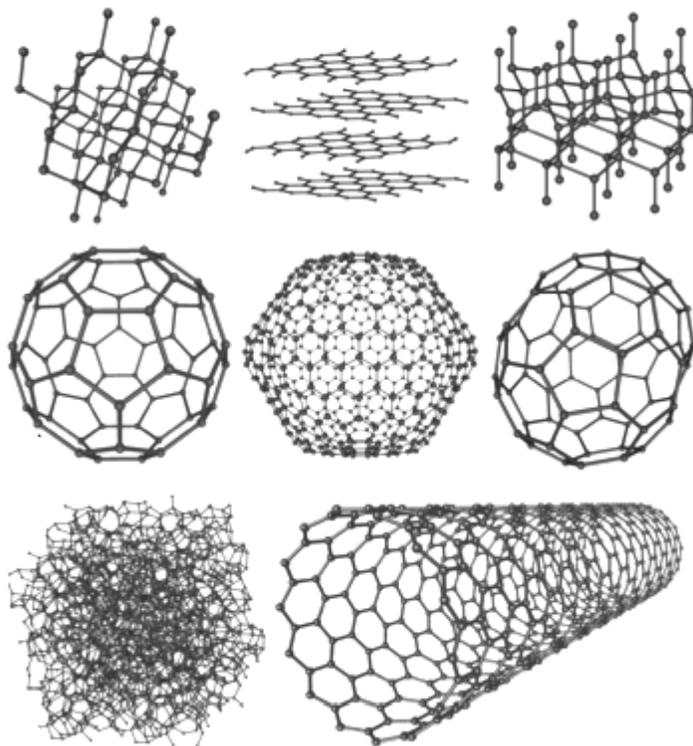
# Teoria das Bandas em Não Metais

## Carbono grafite



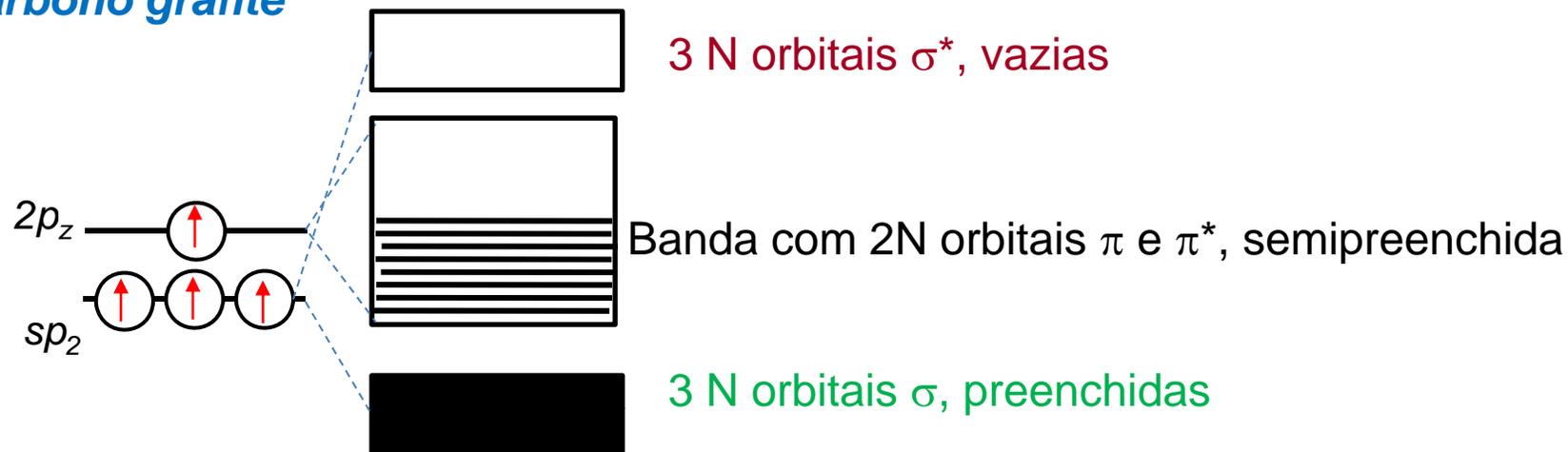
Condutor ao longo dos planos, devido às orbitais  $\pi$  deslocalizadas

## Condutividade em materiais de Carbono (grafite e grafenos)

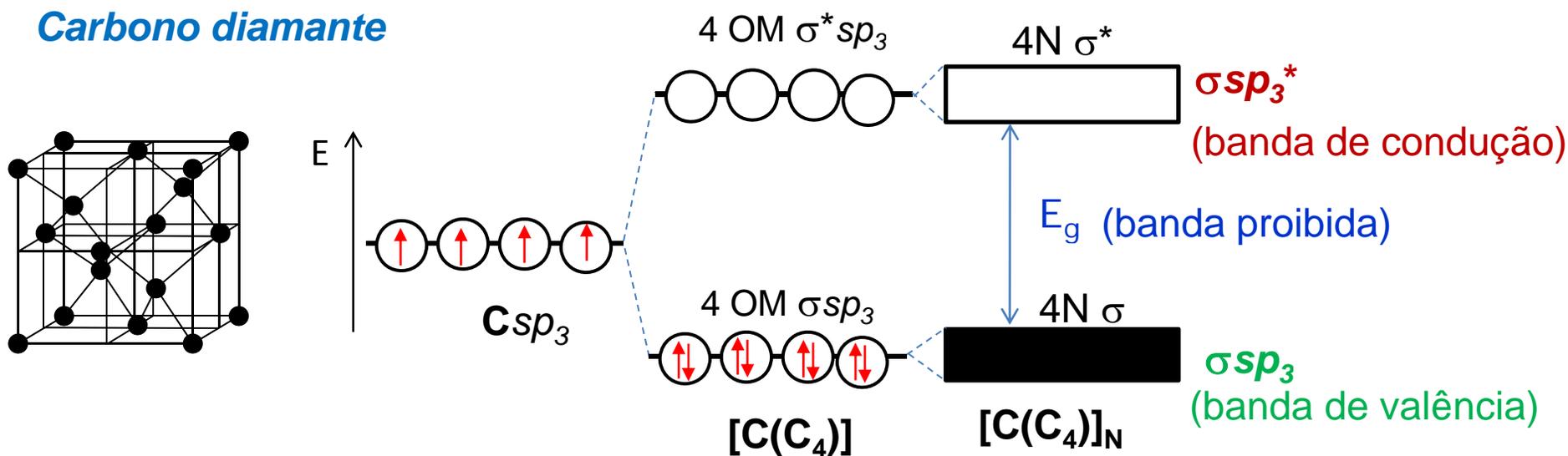


# Comparação com o diagrama de bandas de energia para carbono diamante

## Carbono grafite

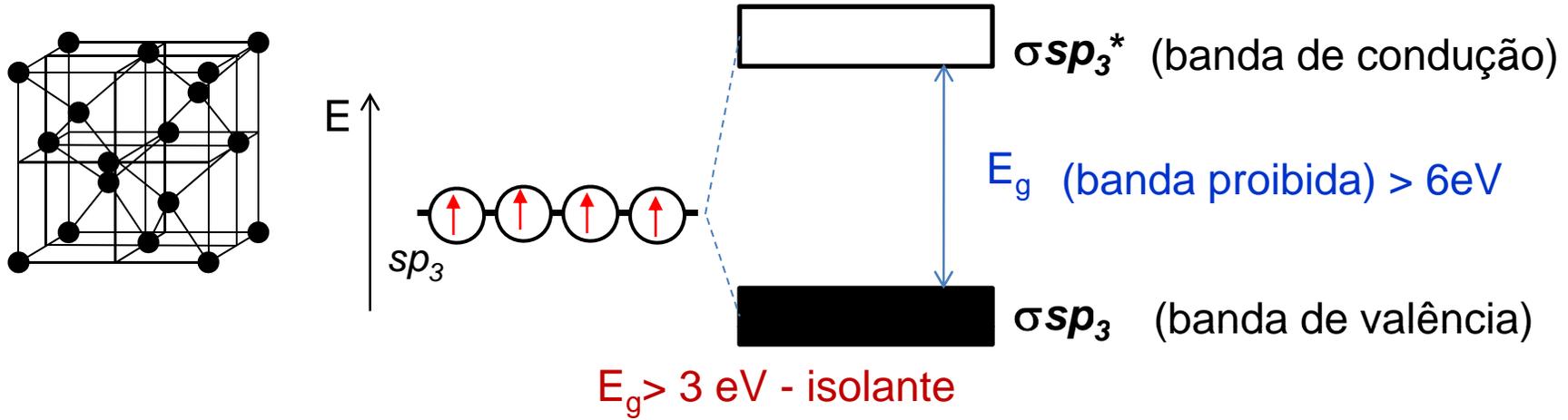


## Carbono diamante

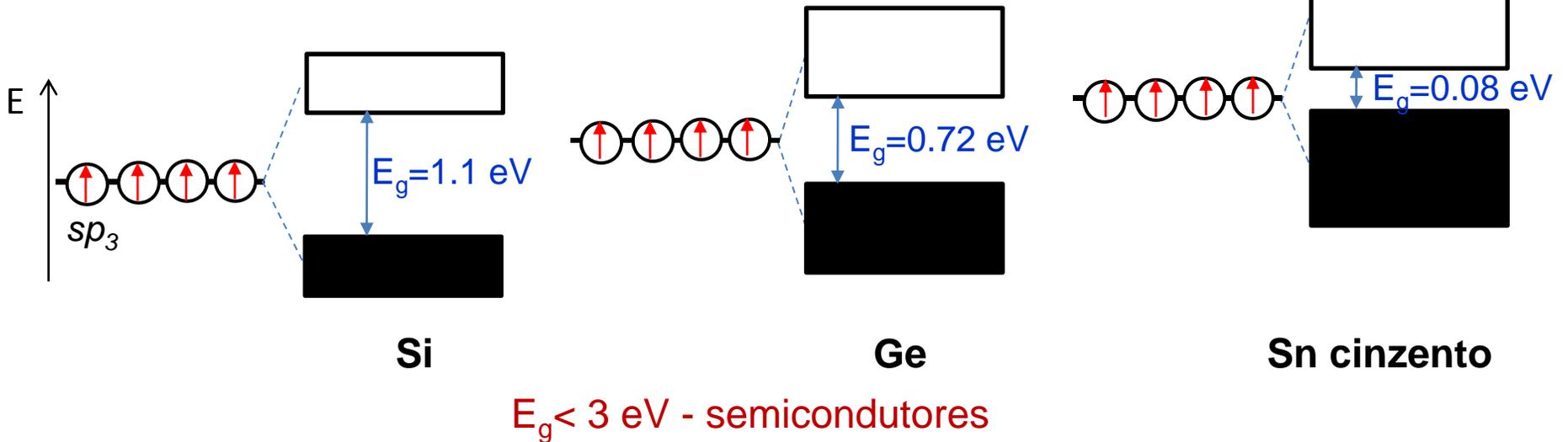


# Largura da banda proibida para o carbono diamante e os elementos do mesmo grupo (14)

## Carbono diamante



## Silício, Germânio, Estanho Cinzento



# Semicondutores Intrínsecos Inorgânicos

Grupo 14

H																		He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra																	

B	C	N	O
Al	Si	P	S
Ga	Ge	As	Se
In	Sn	Sb	Te

4 electrões de valência

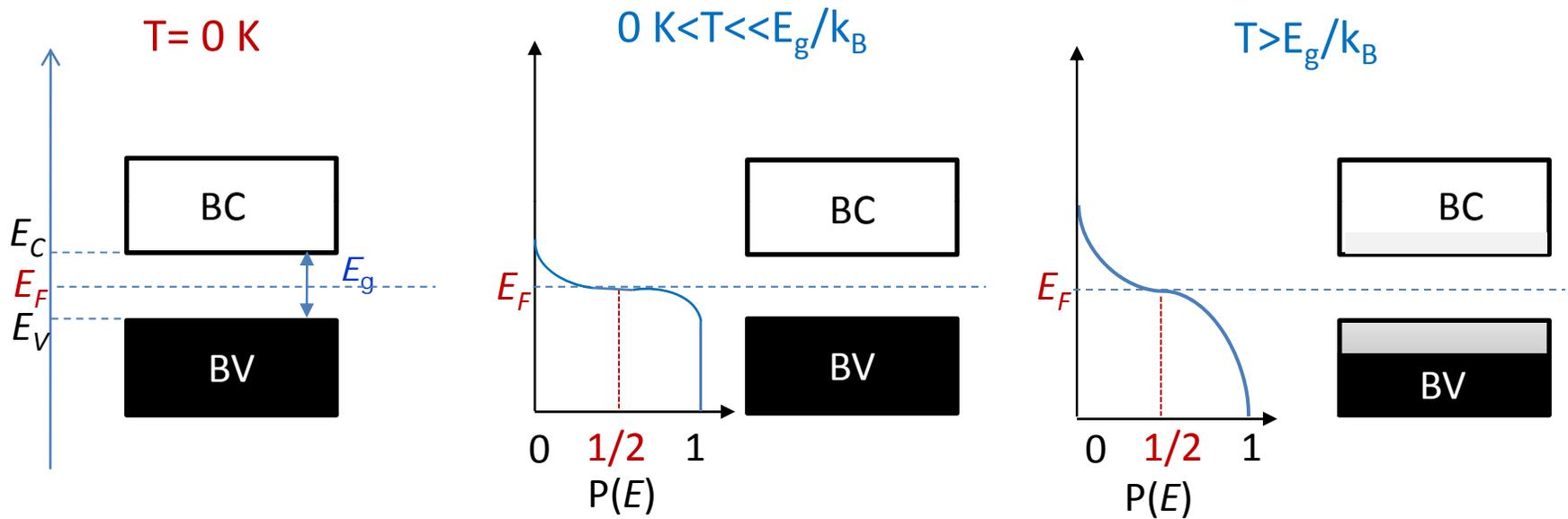


Hibridação  $sp_3$



Capacidade para formar unidades  $X(X_4)$

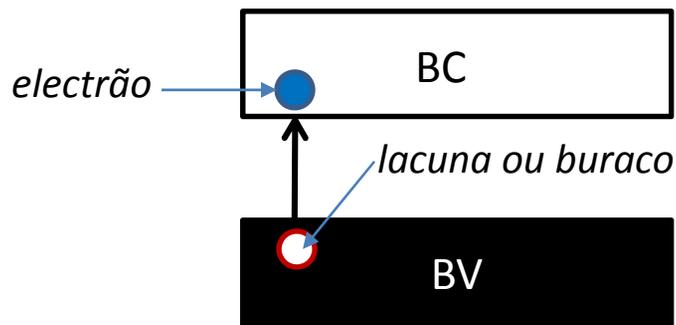
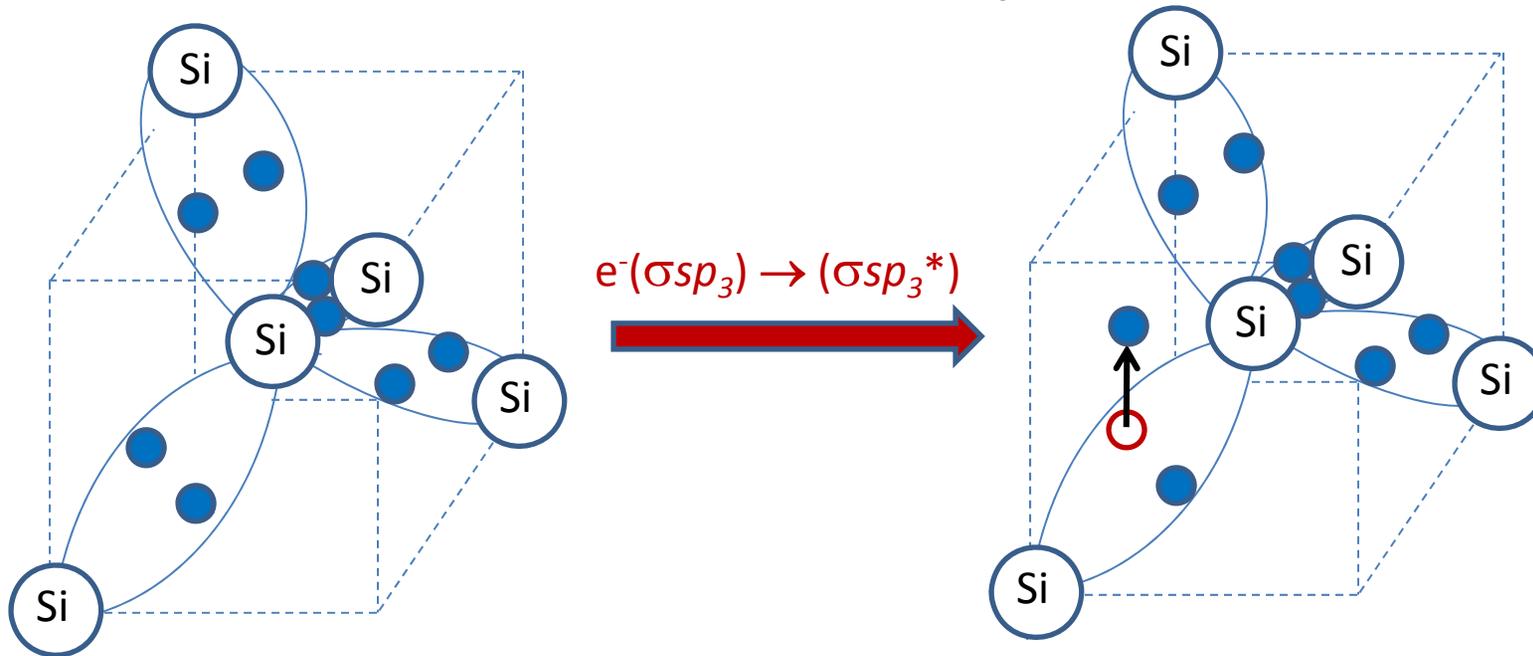
## Posição do nível de Fermi num semiconductor intrínseco



$$E_C - E_F = E_F - E_V = E_g/2$$

**Variação da condutividade dos semicondutores intrínsecos com a temperatura**

## Mecanismo de Condução



densidades de portadores:

$$n=p$$

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_p$$

$$= ne \mu_n + pe \mu_p$$

$$= ne (\mu_n + \mu_p)$$

**Variação da condutividade dos semicondutores intrínsecos com a temperatura**

# Compostos semicondutores intrínsecos

A periodic table with the following groups highlighted: Group 13 (blue), Group 14 (red), and Group 15 (green). Arrows point from the group labels to their respective columns. The elements in Group 14 are B, C, N, O, F, Ne in the second row; Al, Si, P, S, Cl, Ar in the third row; Ga, Ge, As, Se, Br, Kr in the fourth row; In, Sn, Sb, Te, I, Xe in the fifth row; and Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn in the sixth row.

H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra																		

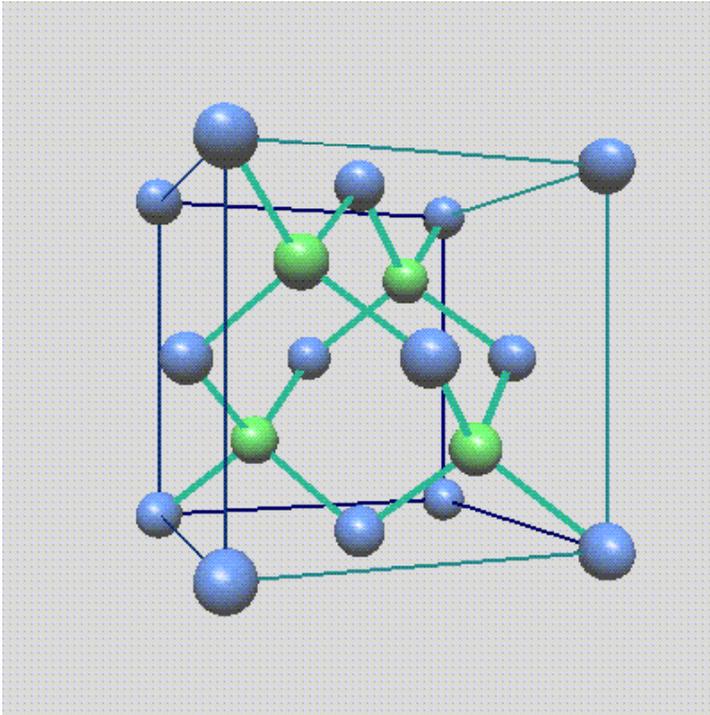
3 electrões de valência

A detailed view of the elements from Group 13 and Group 15. Group 13 elements (B, Al, Ga, In) are circled in blue, and Group 15 elements (N, P, As, Sb) are circled in green. The elements are arranged in a 4x4 grid.

B	C	N	O
Al	Si	P	S
Ga	Ge	As	Se
In	Sn	Sb	Te

5 electrões de valência

## Compostos semicondutores intrínsecos



**GaAs**

Composto	$E_g$ /eV
SiC	2.9-3.05
<b>AlP</b>	3.0
<b>AlAs</b>	2.3
<b>GaP</b>	2.25
<b>AlSb</b>	1.52
<b>GaAs</b>	1.34
<b>InP</b>	1.27
<b>GaSb</b>	0.70
<b>InAs</b>	0.33
<b>InSb</b>	0.18

Estruturas idênticas ao diamante e ao silício

# SUMÁRIO 21

- **Condutores**
  - Teoria das Bandas aplicada aos Metais. Nível de Fermi
  - Teoria das Bandas aplicada à Grafite
  - Variação da condutividade dos Metais com a temperatura
  - Variação da condutividade com o Teor de impurezas
    - Regras de Mathiessen e de Nordheim
- **Semicondutores Intrínsecos**
  - Diagrama de bandas de energia. Nível de Fermi
  - Densidade de portadores
  - Mobilidades de portadores
  - Variação da condutividade com a temperatura
  - Compostos semicondutores Intrínsecos. Exemplos.