

Universidade Federal Fluminense
Instituto de Física
Física IV

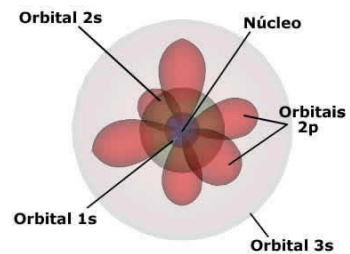
Condução elétrica nos sólidos
Cap. 49 (Halliday)

Daniel

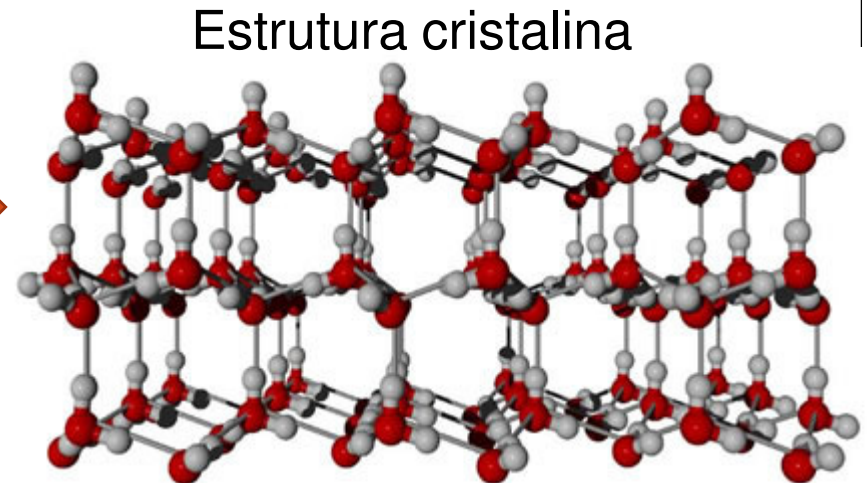
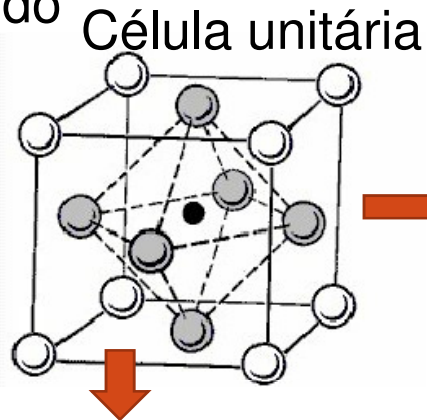
Niterói, 21 de Julho de 2013

Átomo isolado e sólido

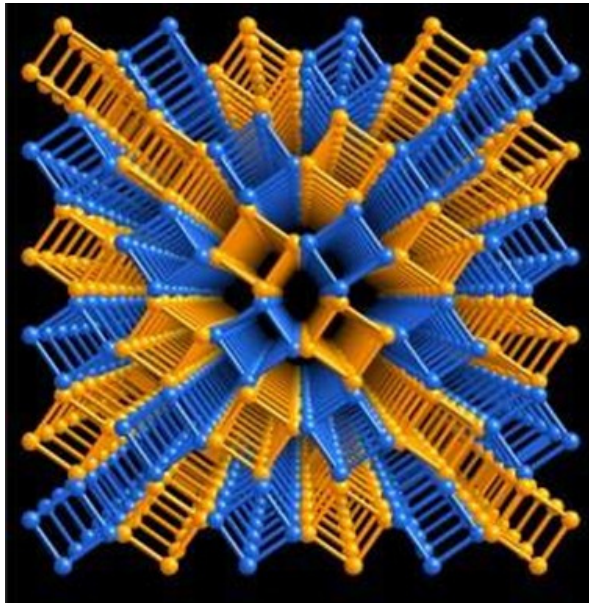
Existem diferenças drásticas entre um átomo isolado e um átomo de um sólido



Átomo isolado



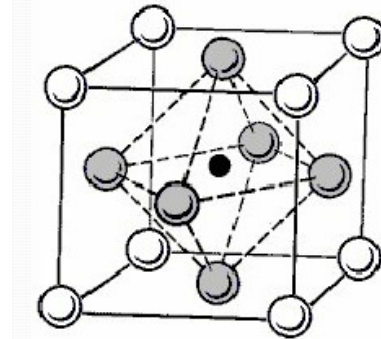
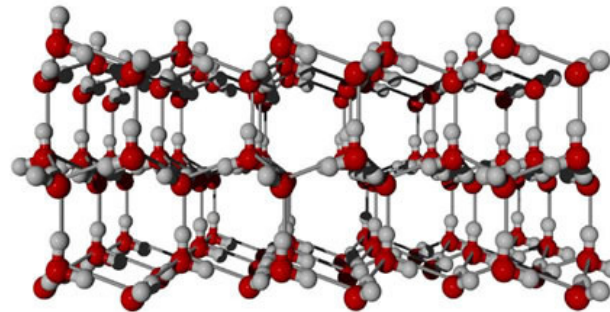
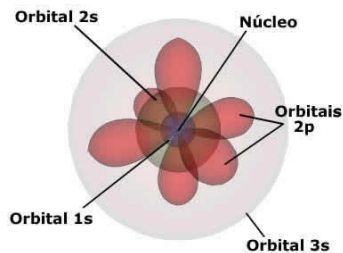
Estrutura cristalina



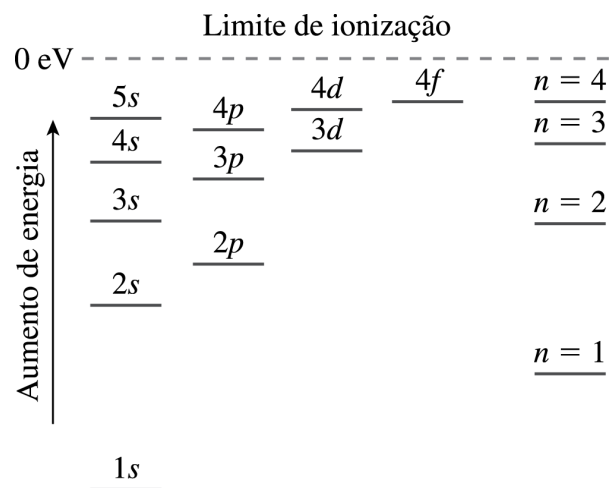
sólidos

Átomo isolado e sólido

Existem diferenças drásticas entre um átomo isolado e um átomo de um sólido

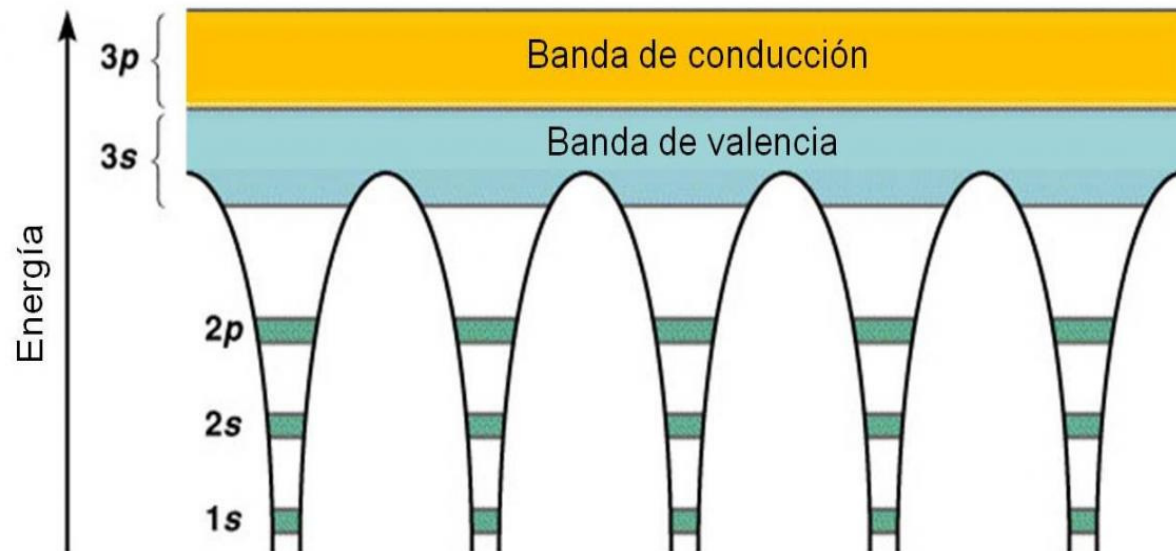


Átomo isolado



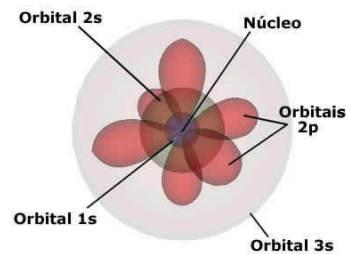
Átomo multieletrônico

Hidrogênio



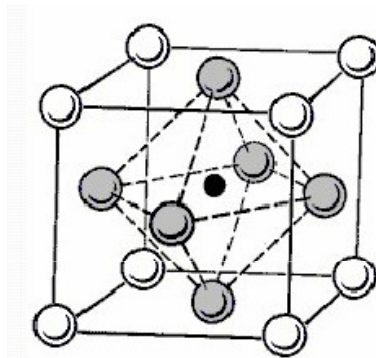
Átomo isolado e sólido

Existem diferenças drásticas entre um átomo isolado e um átomo de um sólido



Átomo isolado

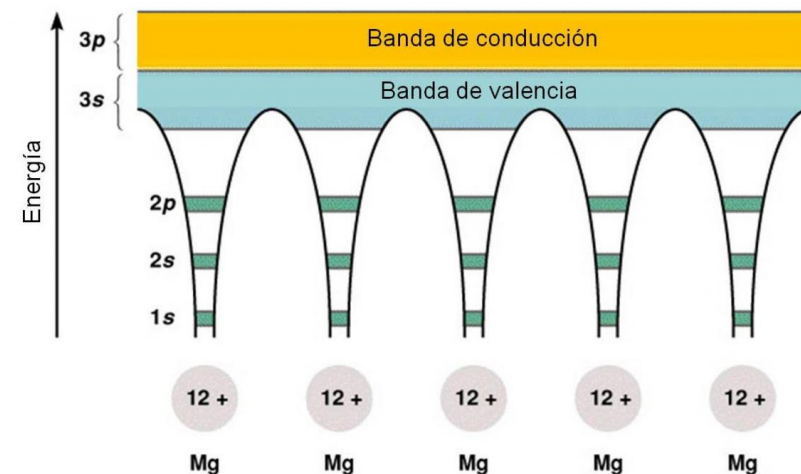
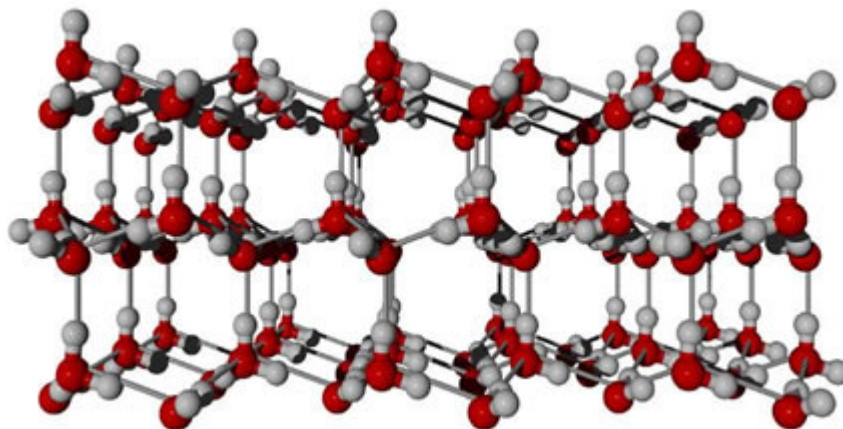
Célula unitária



Gás elétrons

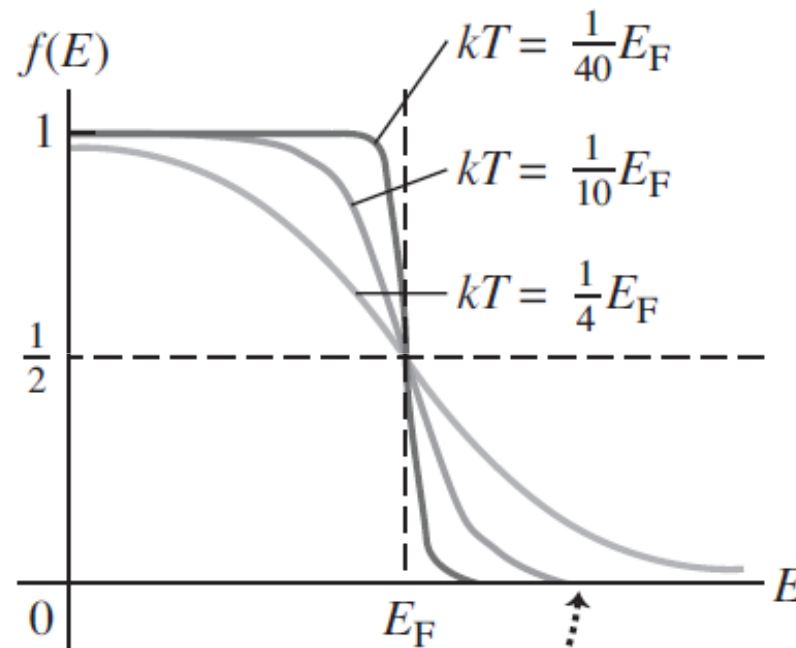


Estrutura cristalina



Isolantes, semicondutores e condutores

Distribuição de Fermi-Dirac para $T \neq 0$



À medida que T aumenta, cresce o número de elétrons excitados até estados com energia $E > E_F$

Isolantes, semicondutores e condutores

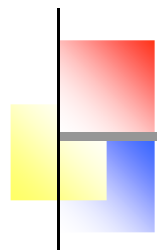


Diagrama de níveis/bandas

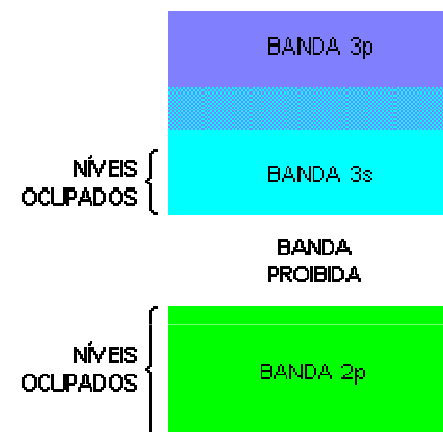
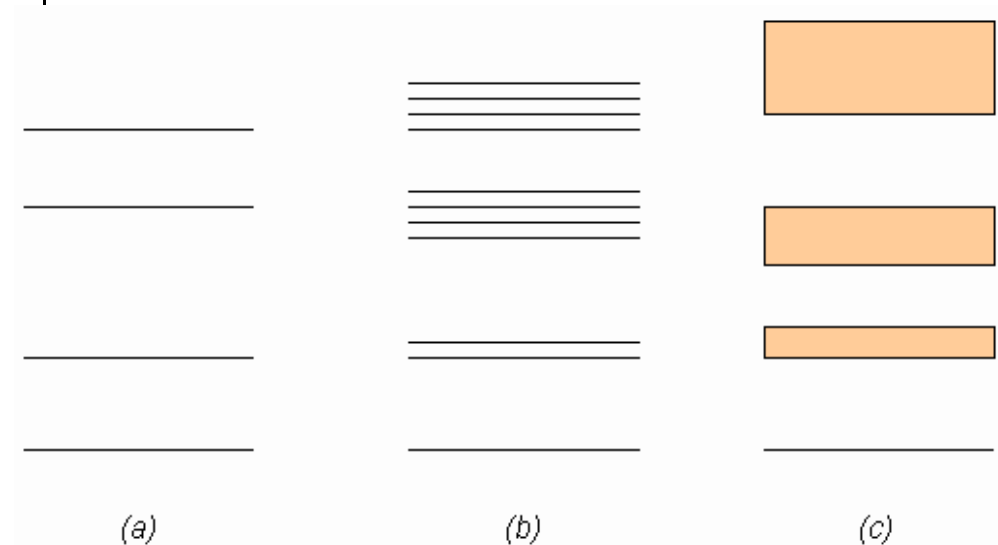
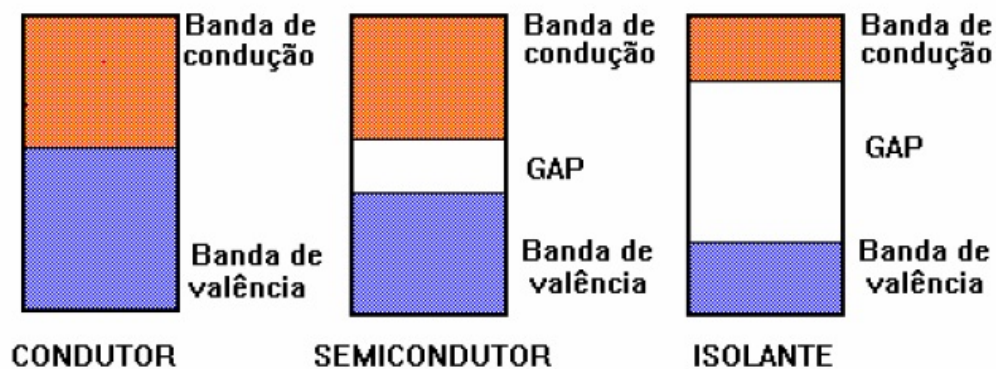


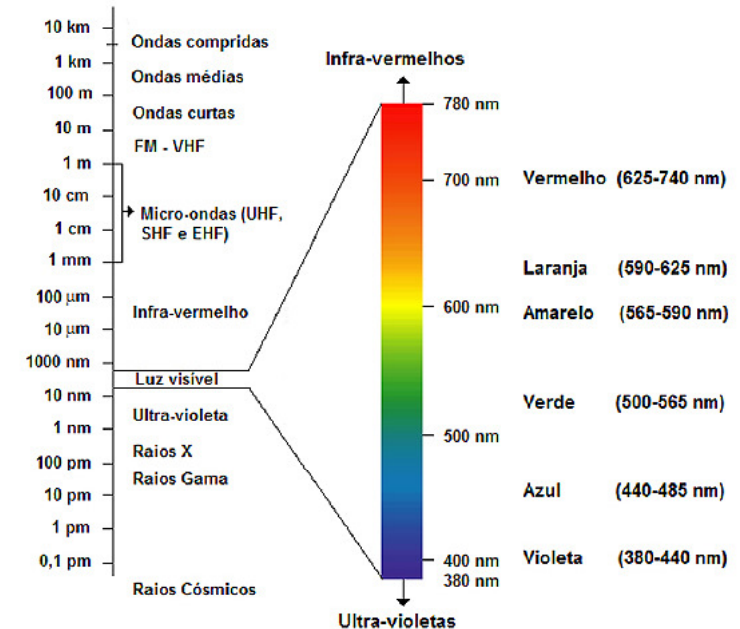
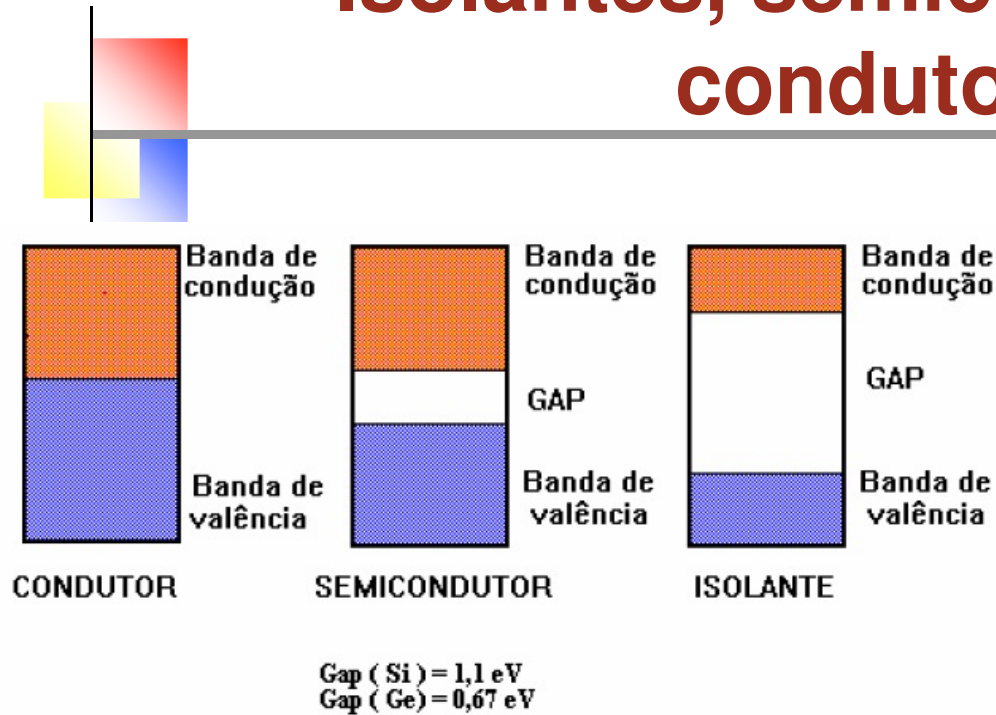
Fig.27



Gap (Si) = 1,1 eV
Gap (Ge) = 0,67 eV

Diagrama do sódio (sódio = $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$ - [Ne] $3s^1$)

Isolantes, semicondutores e condutores



Valores de energia do gap (lacuna)

Isolante – 5,5 eV (carbono) (225 nm – ultravioleta)

Semicondutor – 1,1 eV (Silício) (1170 nm)

Densidade de portadores:

$n = 9 \times 10^{28}$ portadores/m³ (Cobre)

$n = 1 \times 10^{16}$ portadores/m³ (Silício)

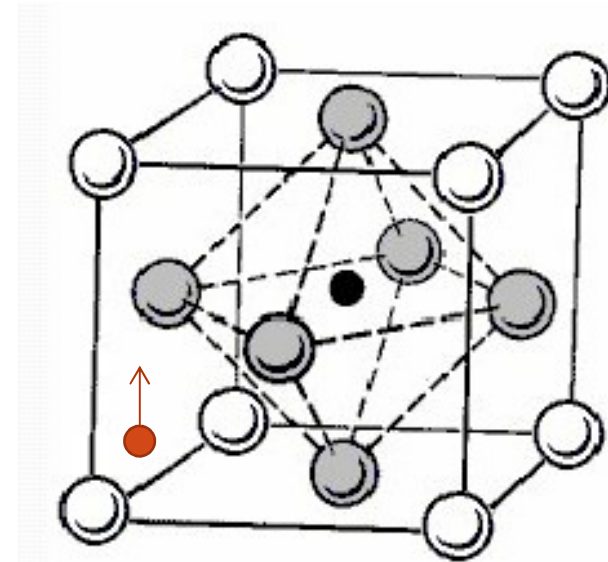
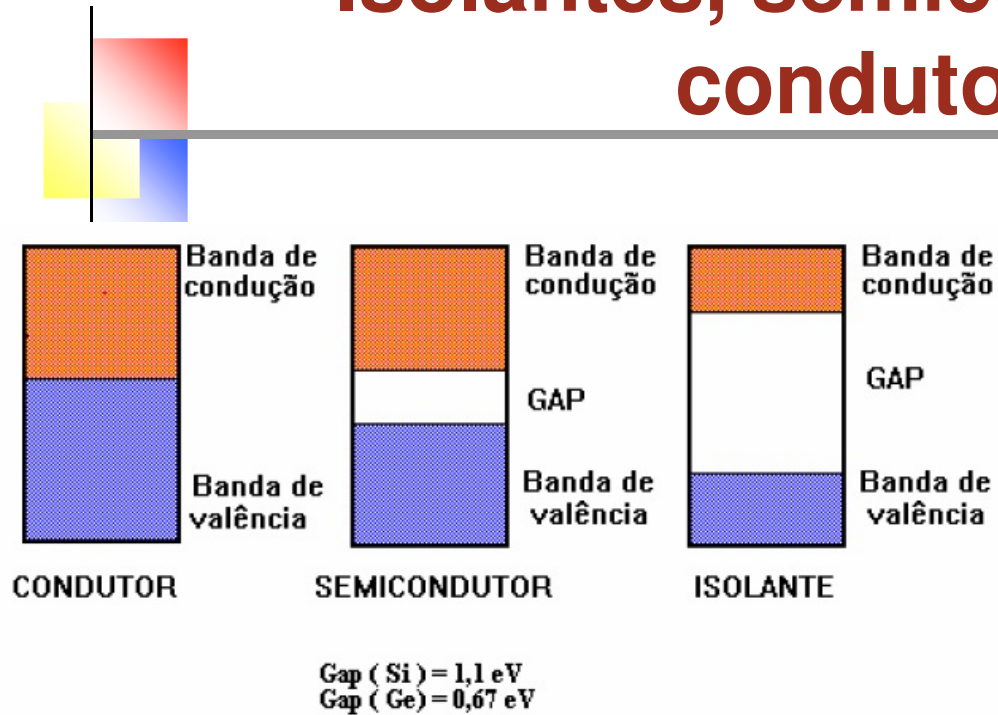
$$kT(1K) = 0,86 \times 10^{-4} \text{ eV}$$

$$kT(10K) = 0,86 \times 10^{-3} \text{ eV}$$

$$KT(1000K) = 0.086 \text{ eV}$$

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau} \text{ sendo } \tau = \frac{\lambda}{\bar{v}}$$

Isolantes, semicondutores e condutores



Resistividade em função da temperatura

(O que vocês acham??)

- 1) Condutor (ρ aumenta)
- 2) Semicondutor (ρ diminui)

$$kT(1K) = 0,86 \times 10^{-4} \text{ eV}$$

$$kT(10K) = 0,86 \times 10^{-3} \text{ eV}$$

$$KT(1000K) = 0.086 \text{ eV}$$

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau} \text{ sendo } \tau = \frac{\lambda}{\bar{v}}$$

Densidade de Estados e E_F

Ex. 49.1 – Considere um cubo com 1 cm de lado. Quantos estados estão disponíveis para os seus elétrons de condução em um intervalo de energia de $E = 5,00$ eV e $5,01$ eV? Suponha que os elétrons de condução comportem-se como um gás de elétrons livres (quânticos)?

R: $n(E) = 1,52 \times 10^{28} \text{ m}^{-3} \text{ eV}^{-1}$ (densidade de elétrons por unidade de vol. E energia)

R: $N = n(E)\Delta E a^3 = 1,52 \times 10^{20}$ estados (número de estados total entre 5 e 5,01 eV)

Ex. 49.3 – Calcule a **energia de Fermi** para o cobre, dado que o número de elétrons de condução por unidade de volume é $8,49 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$.

R = 7,06 eV

Ex. 49.5 – a) Calcule a **velocidade de Fermi** do Cu. b) qual o tempo médio τ entre as colisões?. c) Qual o caminho livre médio λ que pode ser calculado a partir dos resultados (a) e (b)?

R = a) $1,57 \times 10^6 \text{ m/s}$ b) $\tau = 2,48 \times 10^{-14} \text{ s}$ c) $\lambda = 3,9 \times 10^{-8} \text{ nm}$.