

# INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR

## SEMICONDUCTORES

# O que é um semicondutor?

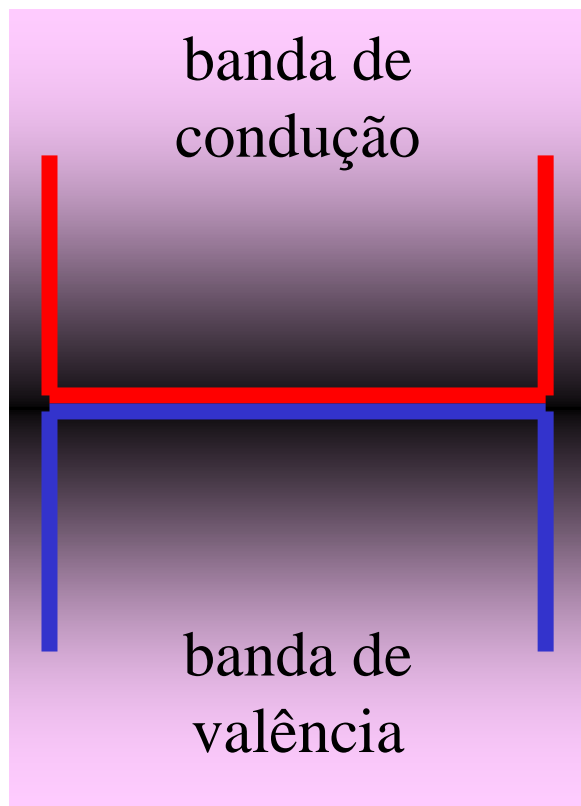
Nos materiais cristalinos há 3 bandas de energia: valência, condução e proibida.

**Banda de Valência** → Camada mais externa onde os elétrons estão ligados à rede cristalina. Nesta banda os elétrons se localizam quando não estão excitados.

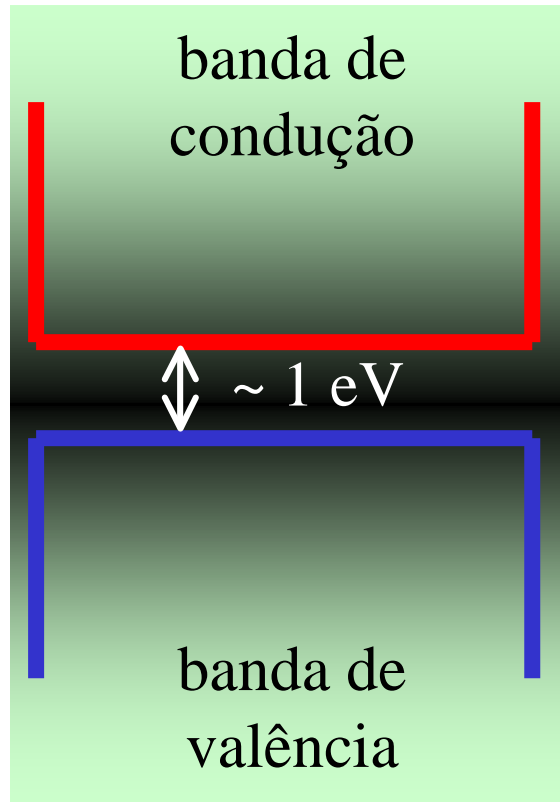
**Banda de Condução** → Banda em que os elétrons se encontram livres e migram pelo cristal.

**Banda Proibida** → Não é permitida a presença de elétrons.

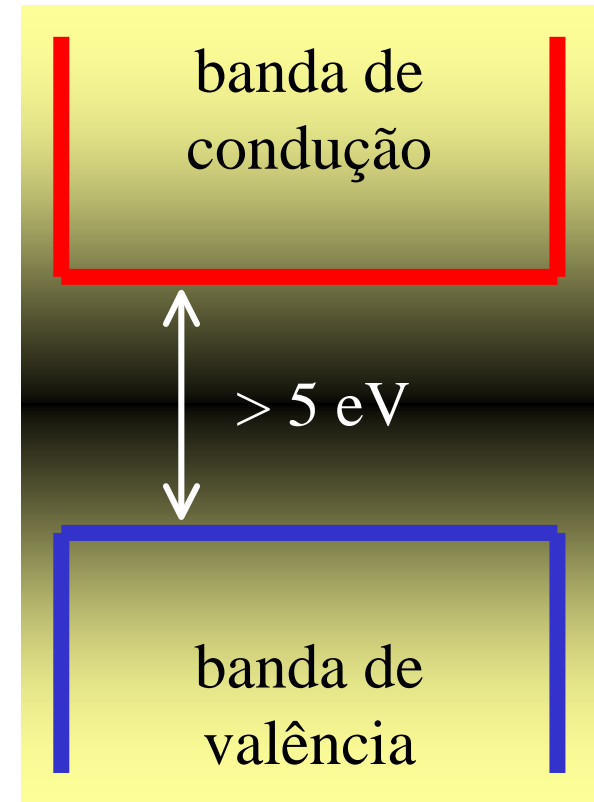
# O que é um semicondutor?



condutor



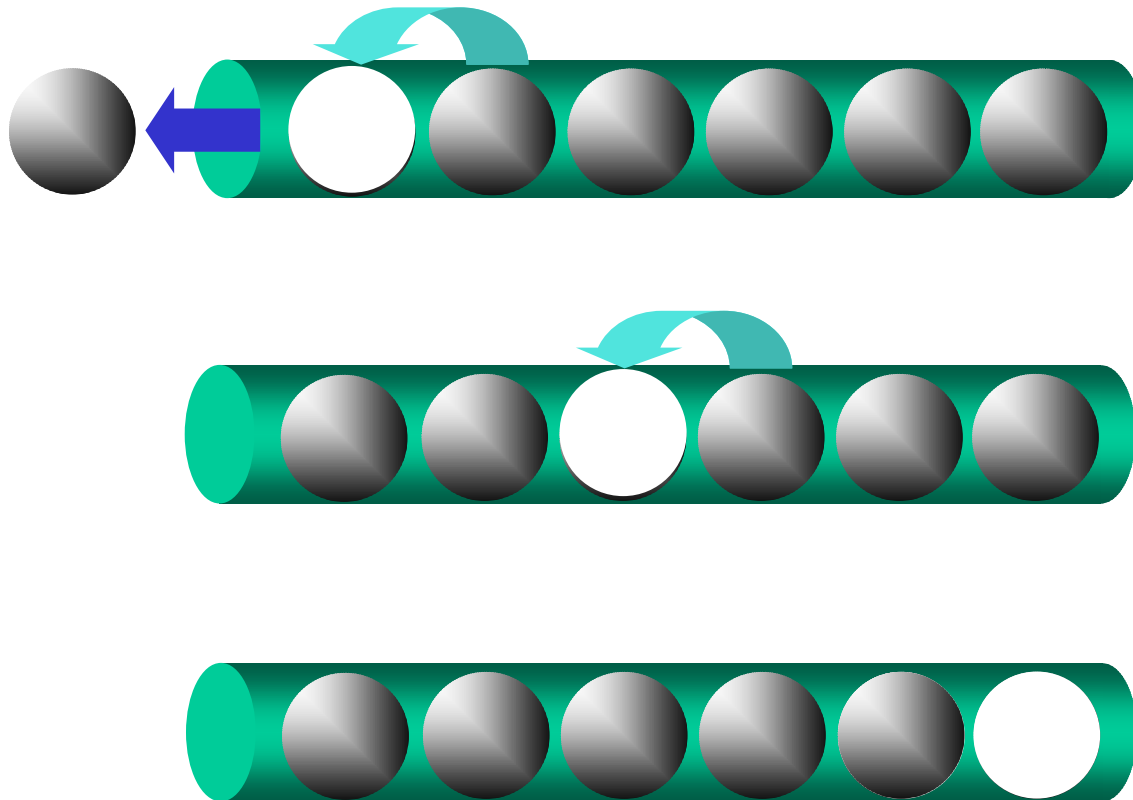
semicondutor



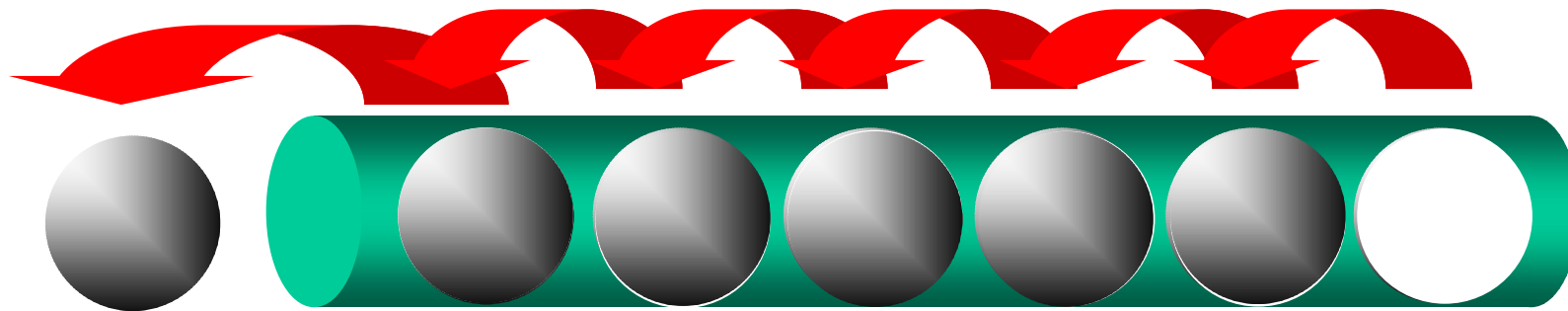
isolante

# Portadores de carga

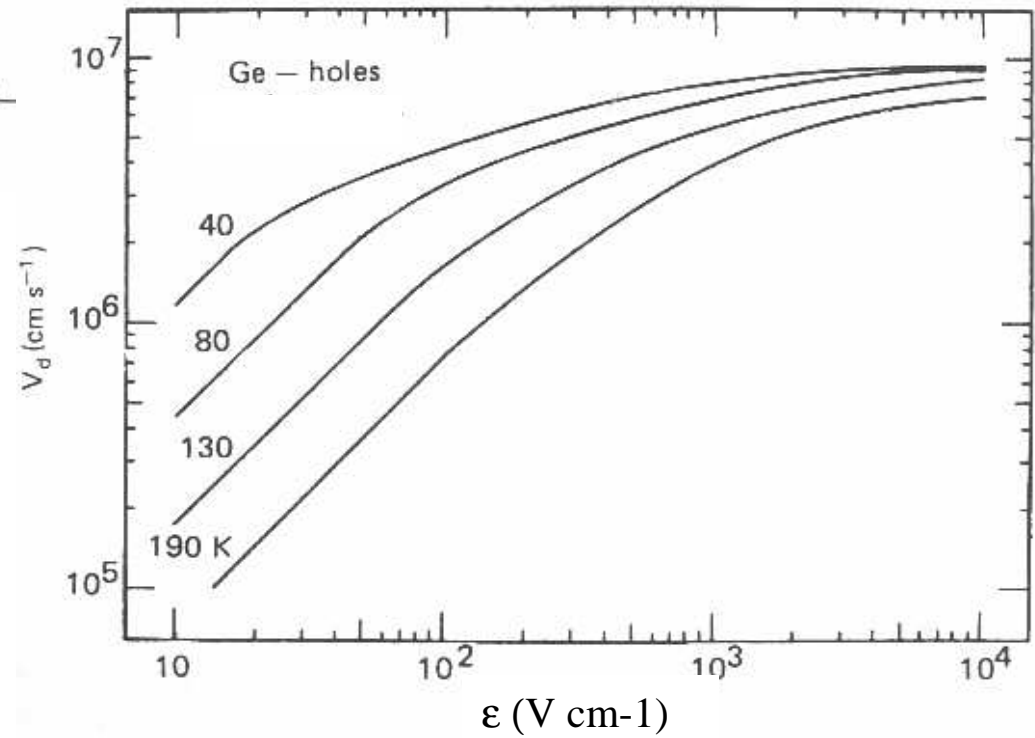
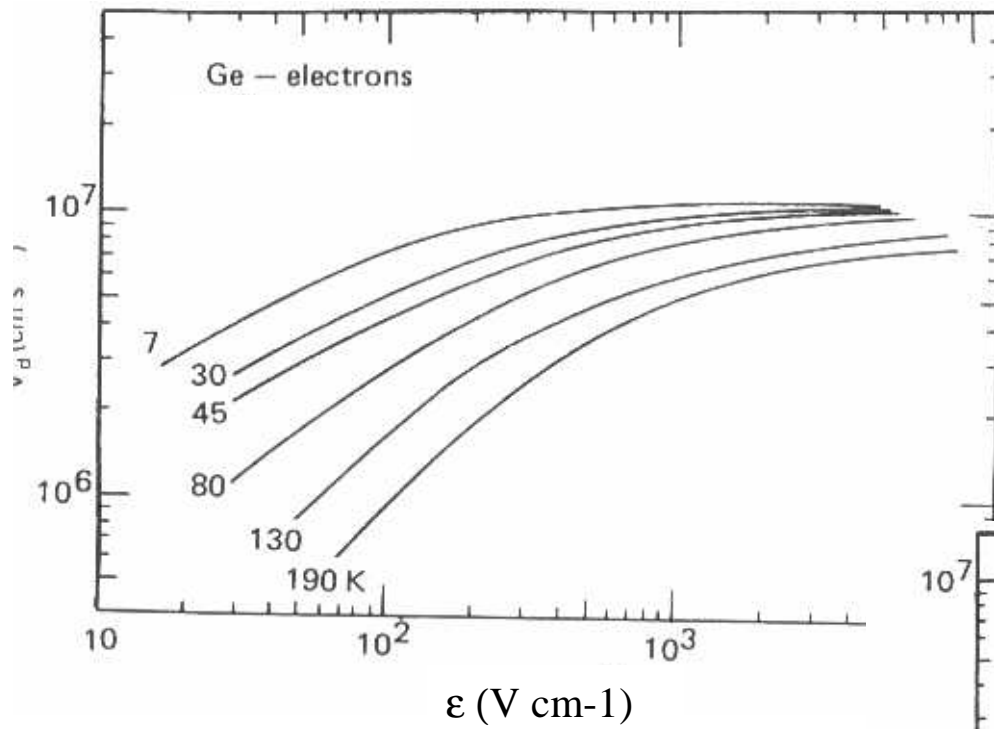
Os pares elétron-buraco se comportam como como os pares elétron-íon nos gases.



# Portadores de carga



# Velocidade de deslocamento



## Semicondutor intrínseco

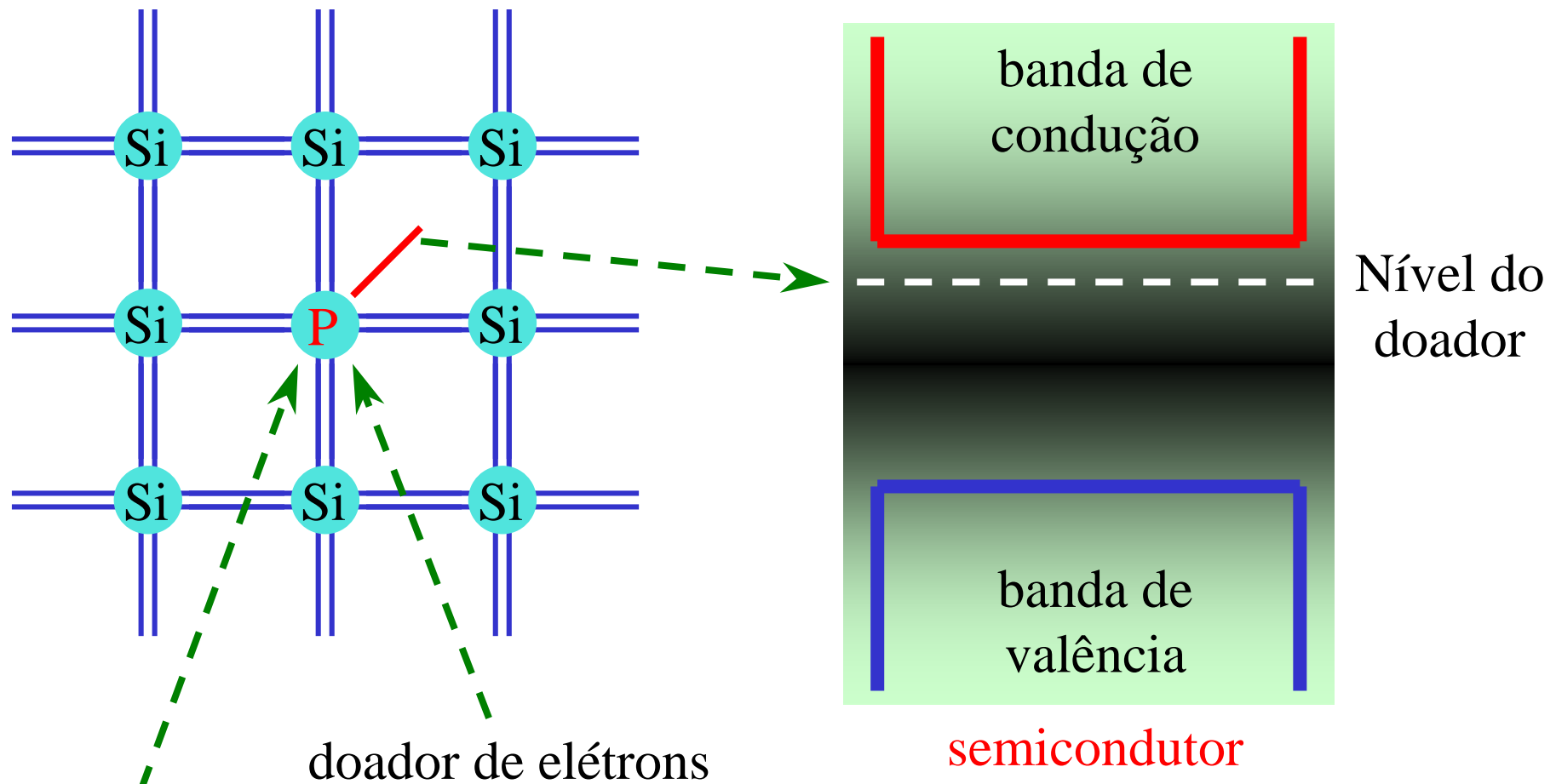
➤ Semicondutores completamente puros apresentam o número de elétrons na banda de condução exatamente igual ao número de buracos na banda de valência (devido apenas a excitação térmica).

$$\begin{array}{ccc} & n_i = p_i & \\ \swarrow & & \nwarrow \\ \text{elétrons} & & \text{buracos} \end{array}$$

➤ Embora seja possível sua descrição teórica, não é obtido na prática devido a inviabilidade deste grau de pureza.

➤ A propriedades elétricas destes materiais são dominados pela impureza residual.

# Semicondutor tipo N

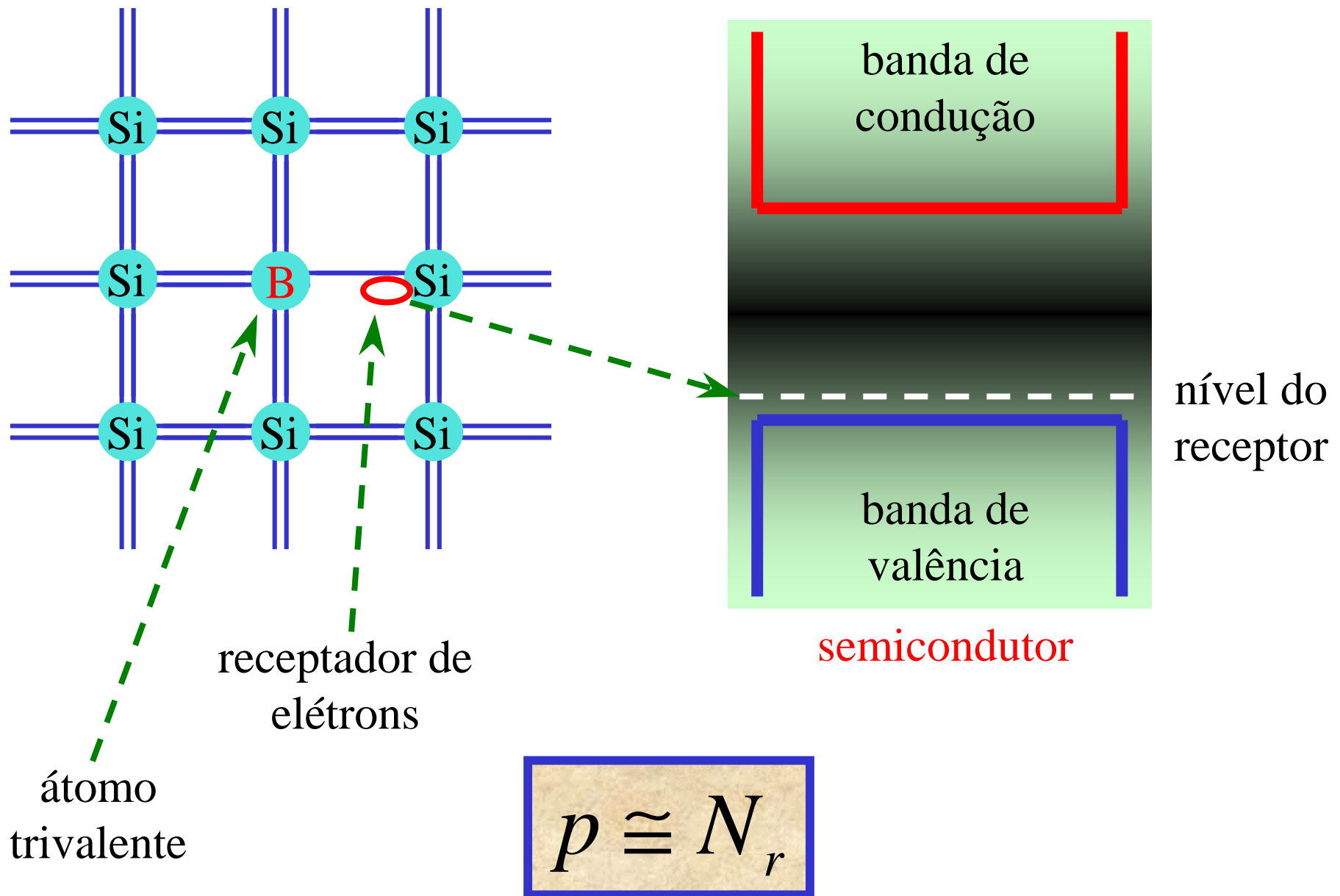


átomo  
pentavalente

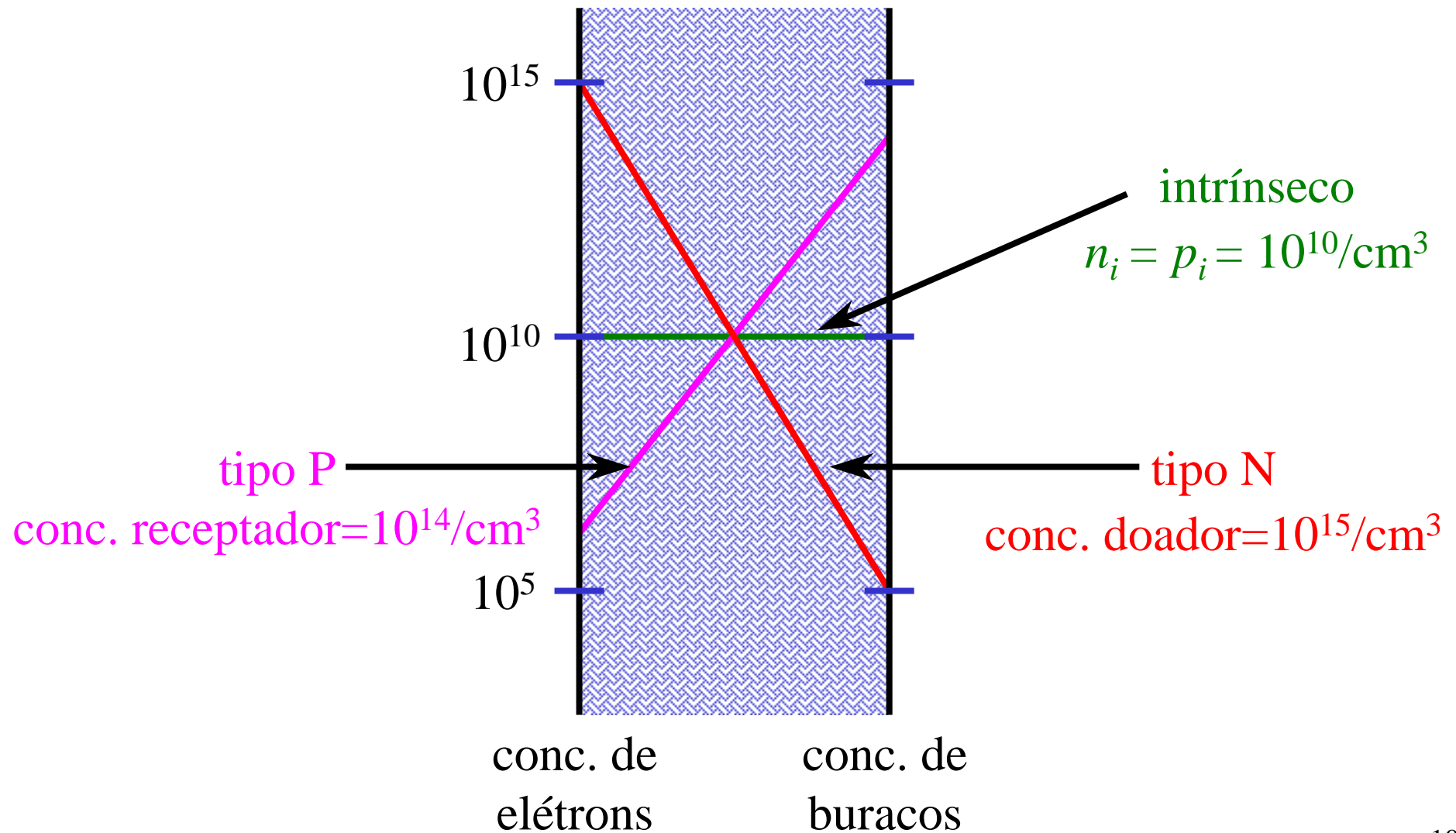
$$n \cong N_d$$



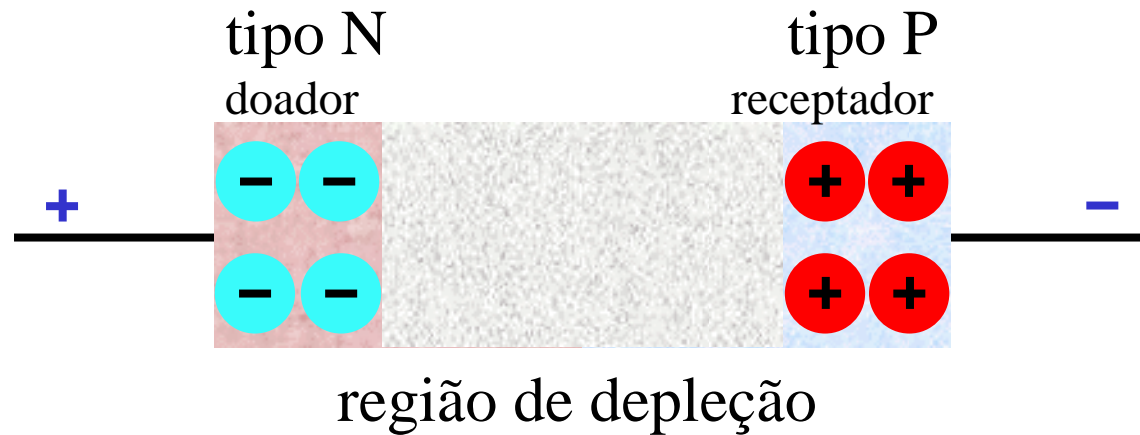
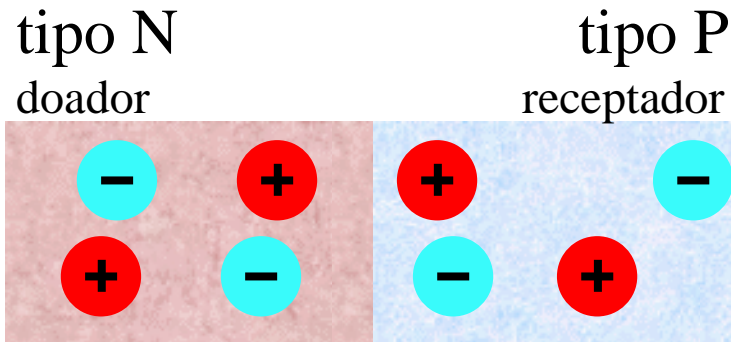
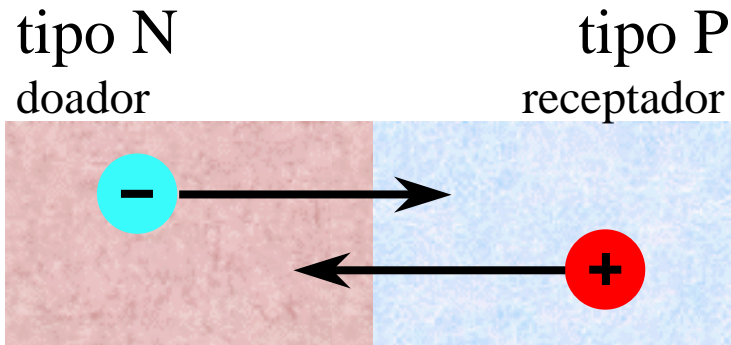
# Semicondutor tipo P



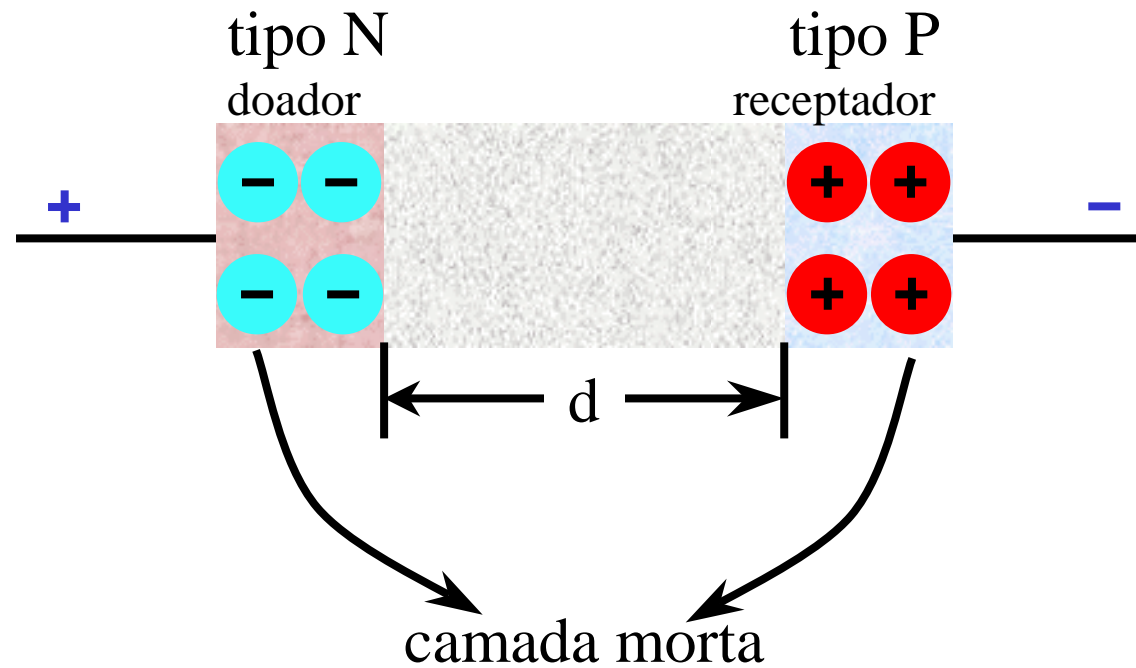
# Relação entre as concentrações de elétrons e buracos



# Junção P-N



# Região de depleção



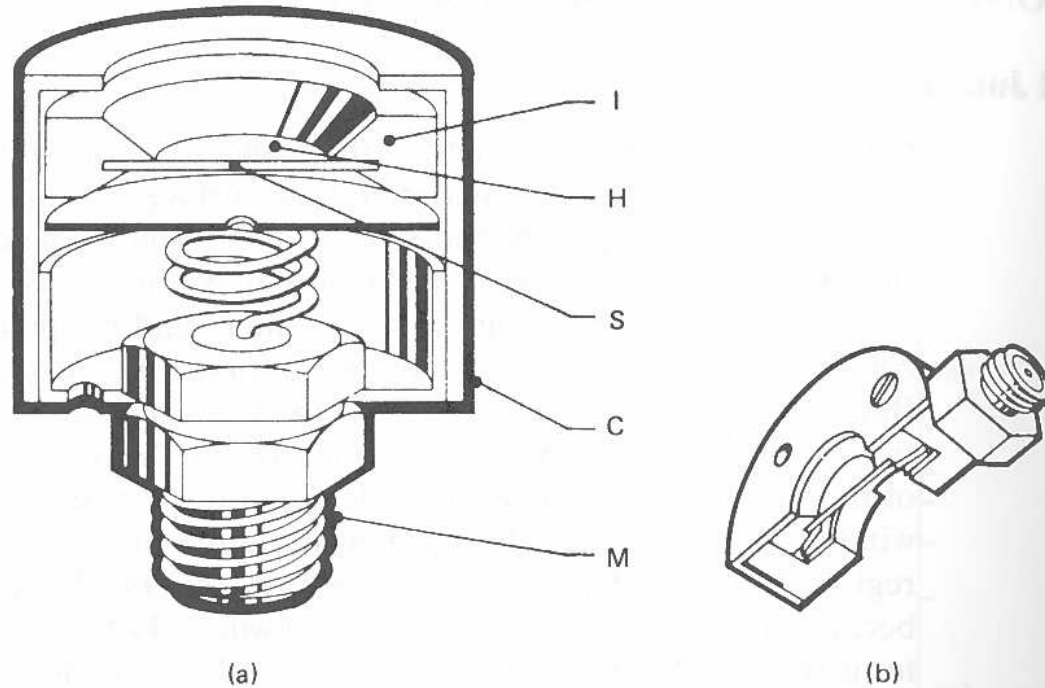
$$d = \sqrt{\frac{2\varepsilon V}{eN}}$$

$N$  = concentração do dopante

$V$  = HV

$\varepsilon$  = energia de ionização

# Barreira de superfície

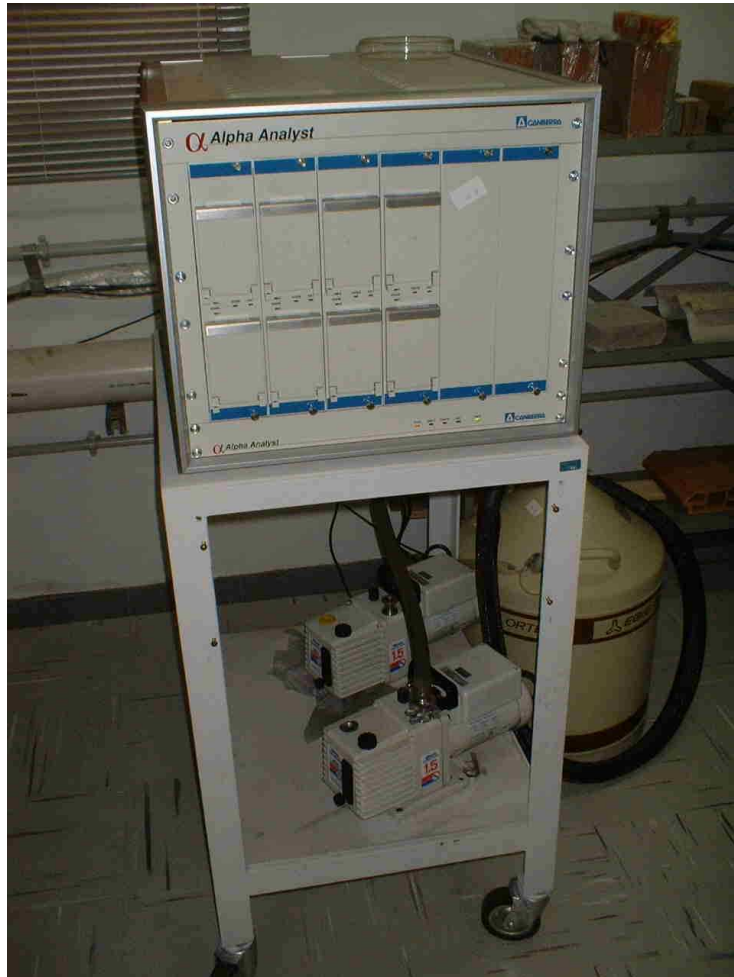


**Figure 11.11** Construction and mounting of silicon junction detectors shown in cross-sectional view. (a) Surface barrier mount with coaxial connector (M) at rear. The silicon wafer (S) is mounted in a ceramic ring (I) with electrical contact made between either side of the junction and opposite metalized surfaces of the ring. The front surface is connected to the outer case (C) and grounded, whereas the back surface is connected to the center conductor of the coaxial connector. (b) Cutaway view of a transmission mount, in which both surfaces of the silicon wafer are accessible. The coaxial connector is placed at the edge of the ceramic ring. (Courtesy of EG & G ORTEC, Oak Ridge, TN.)

# Detector barreira de superfície



# Detector barreira de superfície



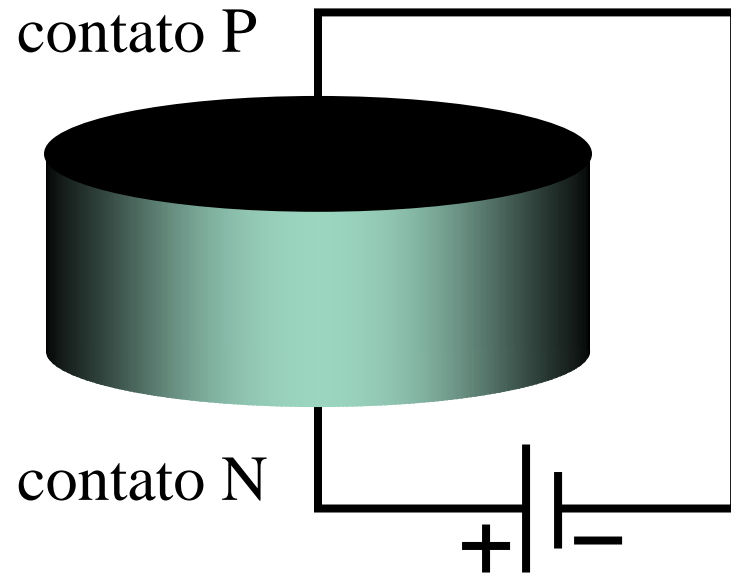
# Amostras





# HPGe

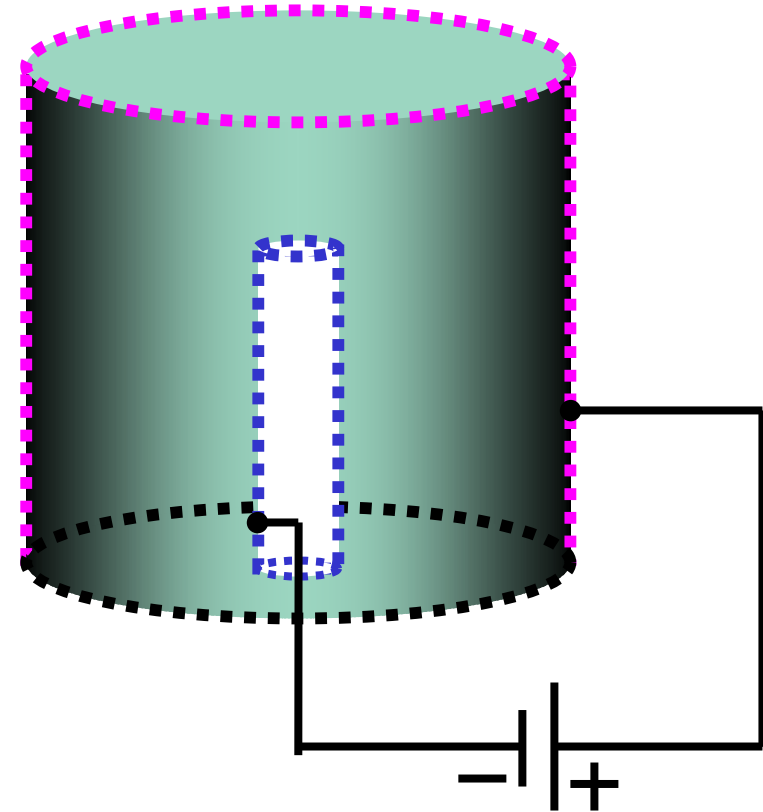
Planar



10-30cm<sup>3</sup>


← Volume do cristal →

Coaxial

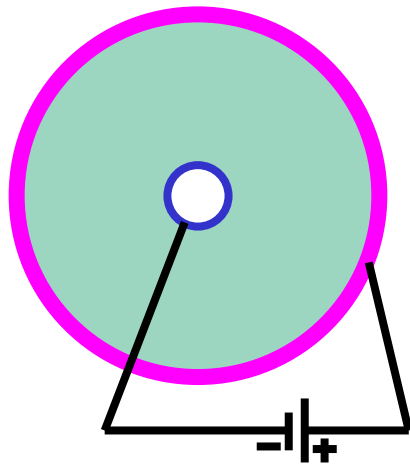


até 750cm<sup>3</sup>

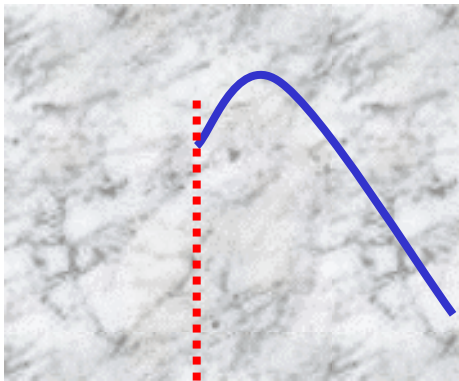
# HPGe coaxial

 lítio difuso → 0.5 mm de espessura

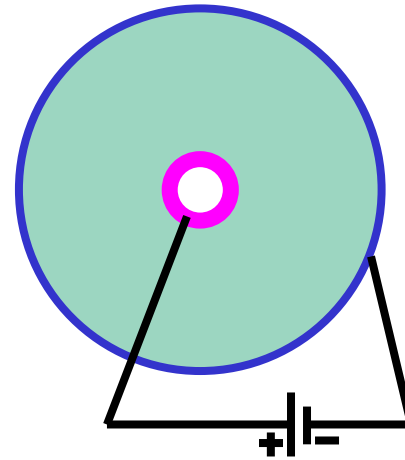
 boro implantado → 0.3 μm de espessura



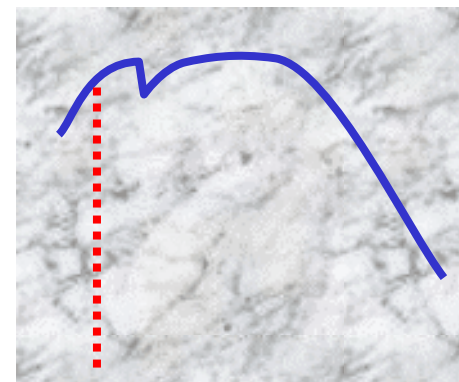
eficiência (%)



50 keV

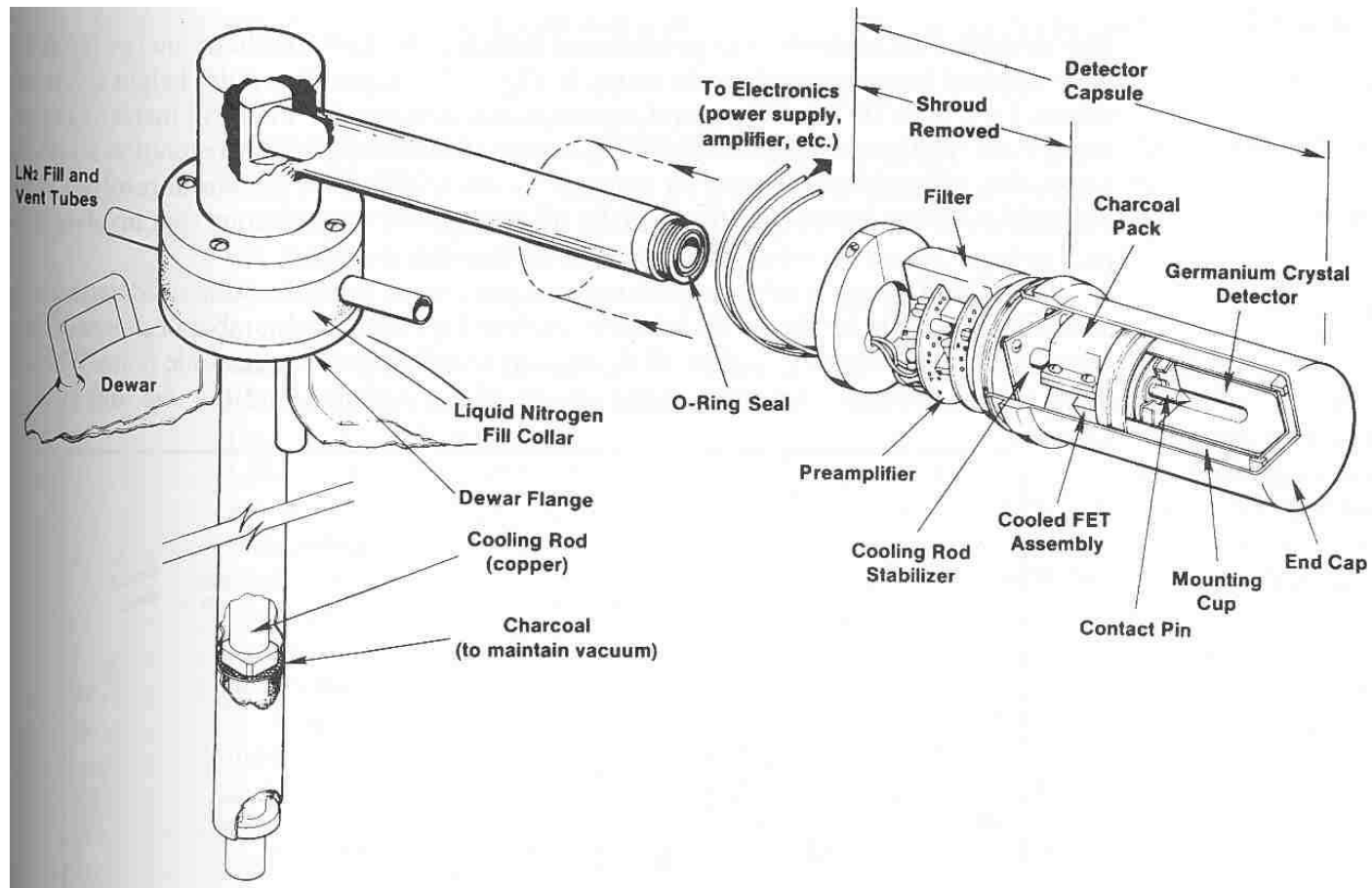


eficiência (%)

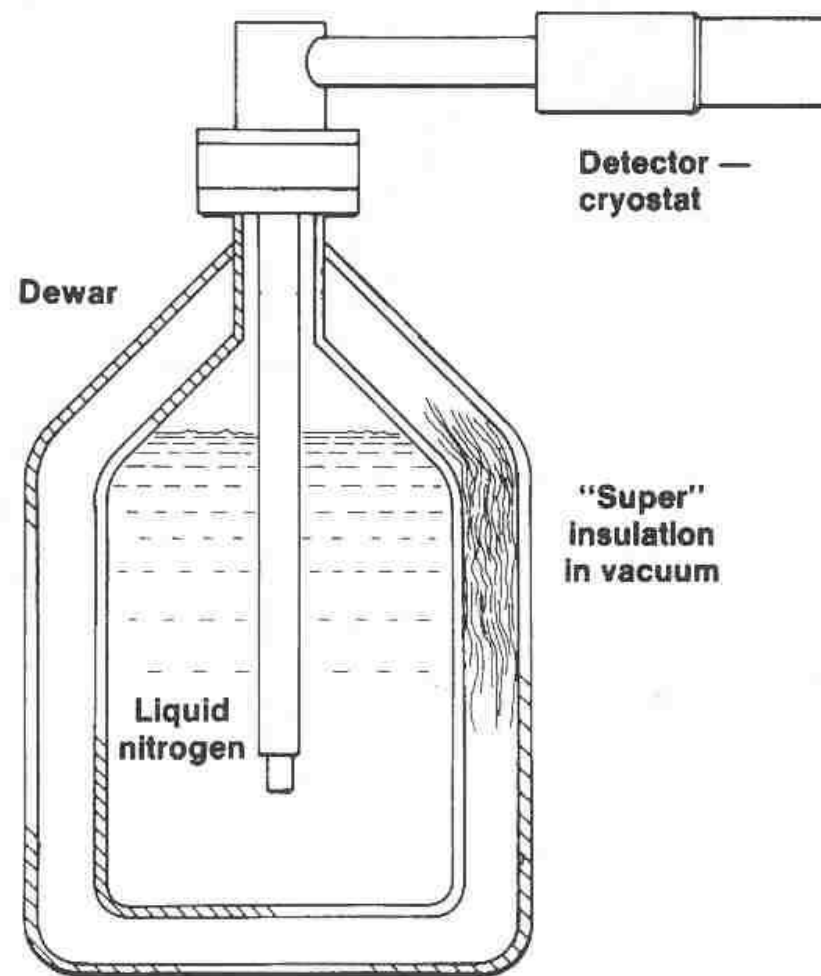


5 keV

# HPGe



# HPGe



# Detector HPGe



# Detector HPGe



# Amostras



# Amostras





## Exercício

Esboce o espectro para um detector barreira de superfície, ao qual incide alfa de 5 MeV nas seguintes condições:

- a) Espessura de depleção maior que o alcance da partícula;
- b) Espessura de depleção igual a  $\frac{1}{2}$  do alcance da partícula;
- c) Como em (a) mas antes atravessa um absorvedor com espessura igual a  $\frac{1}{2}$  neste absorvedor.