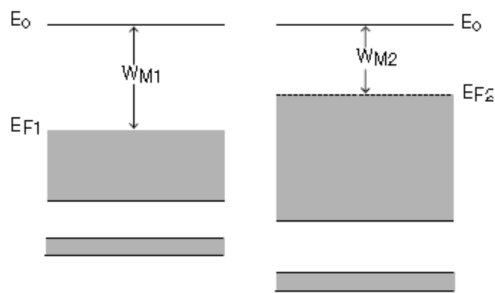
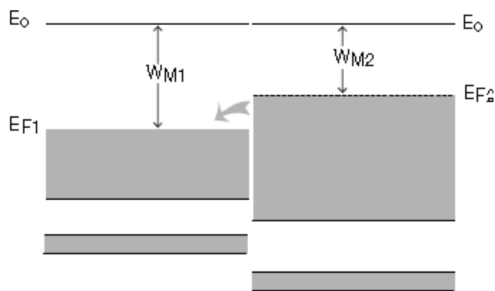


# Proprieta' delle giunzioni fra metalli e semiconduttori

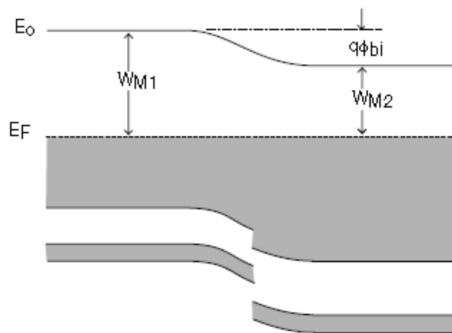
## 1) Giunzione metallo – metallo: situazione ideale semplificata



Due metalli lontani l'uno dall'altro



Due metalli subito prima del contatto



Due metalli dopo il contatto:

Livello di vuoto localmente diverso

(Cfr. estrazione fotoelettrica:  $h\nu$  diversi)

$E_0$  livello del vuoto

$E_F$  livello di Fermi

$W_{M1}, W_{M2}$  funzioni di lavoro dei metalli

(En. necessaria a staccare un elettrone dal cristallo)

→ Comparsa di una *differenza di potenziale di contatto*

$\phi_{bi} = W_{M1} - W_{M2}$  potenziale built-in

Andamento bande al confine fra i due metalli: Discontinuo

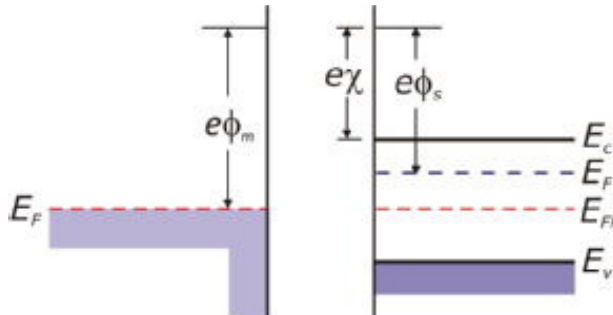
Origine della discontinuità:

Flusso iniziale di elettroni dal metallo con  $W$  minore a quello  
con  $W$  maggiore  $\rightarrow$  Carica spaziale  $+va$  e  $-va$

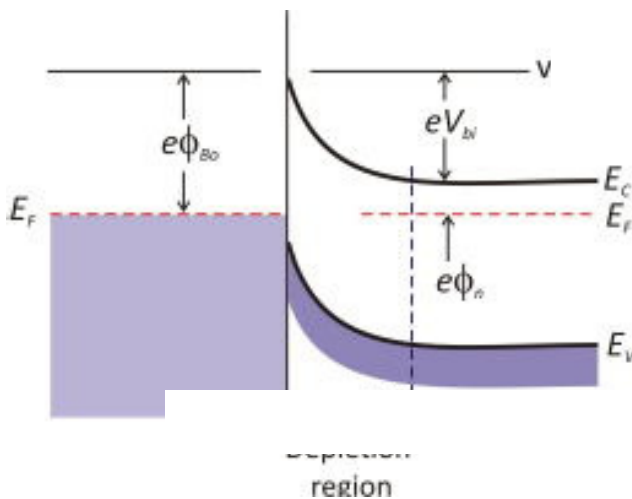
$\rightarrow$  Doppio strato  $\rightarrow$  Discontinuità

2) Giunzione metallo – semiconduttore

a. Giunzione Schottky :  $\phi_m > \phi_s$



Metallo e semiconduttore  $n$   
lontani l'uno dall'altro



Metallo e semiconduttore  $n$   
in contatto

Differenza fra funzioni di lavoro:

$$V_{bi} = \phi_m - \phi_s \quad \text{potenziale built-in}$$

$$\chi \text{ affinita' chimica} = \phi_s - (E_C - E_F) = \phi_s - \phi_n$$

$$\rightarrow \phi_{Bo} = \phi_m - \chi \quad \text{Barriera di Schottky}$$

$\phi_{Bo} \neq \phi_n$  : Band bending a causa dell'unicita' del livello di Fermi

$$\rightarrow \phi_{Bo} = V_{Bi} + \phi_n$$

$$\phi_{Bo} \sim 0.3 \div 0.8 \text{ V}$$

# Elettrostatica della giunzione Schottky (analoga a giunzione pn)

Densita' di carica:

$$x_d \equiv x_n$$

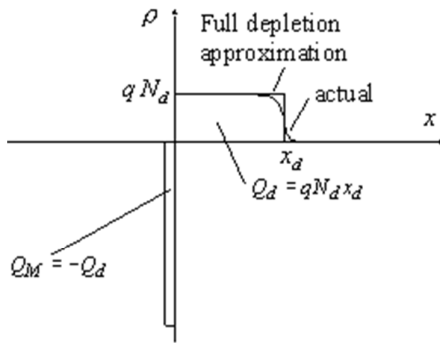
$$\rho(x) \approx \begin{cases} qN_D & 0 \leq x \leq x_d \\ 0 & x > x_d \end{cases}$$

C. elettrico:

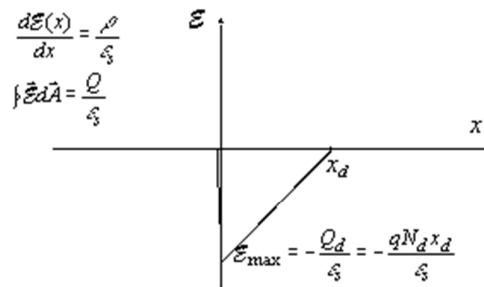
$$E(x) \approx \begin{cases} \frac{qN_D}{\epsilon} (x - x_d) & 0 \leq x \leq x_d \\ 0 & x > x_d \end{cases}$$

Pot. elettrostatico

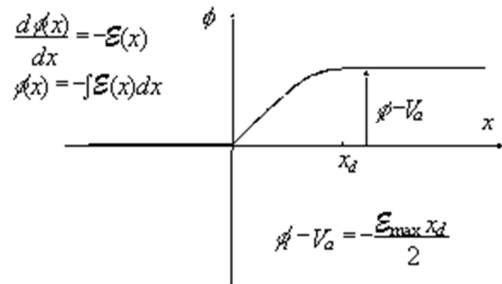
$$\phi(x) \approx \begin{cases} \frac{qN_D}{2\epsilon} (x^2 - 2xx_d + x_d^2) & 0 \leq x \leq x_d \\ 0 & x > x_d \end{cases}, \phi = 0 \text{ nel metallo}$$



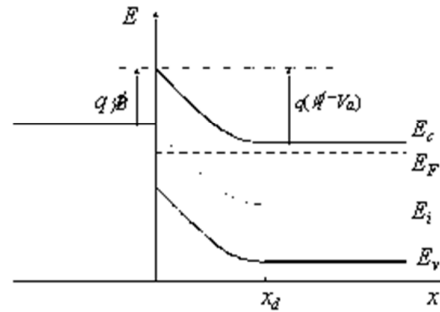
(a)



(b)



(c)



(d)

$$\phi(0) = -\phi_{bi}$$

$$\rightarrow x_d = \sqrt{\frac{2\varepsilon\phi_{bi}}{qN_D}} \text{ larghezza strato di svuotamento}$$

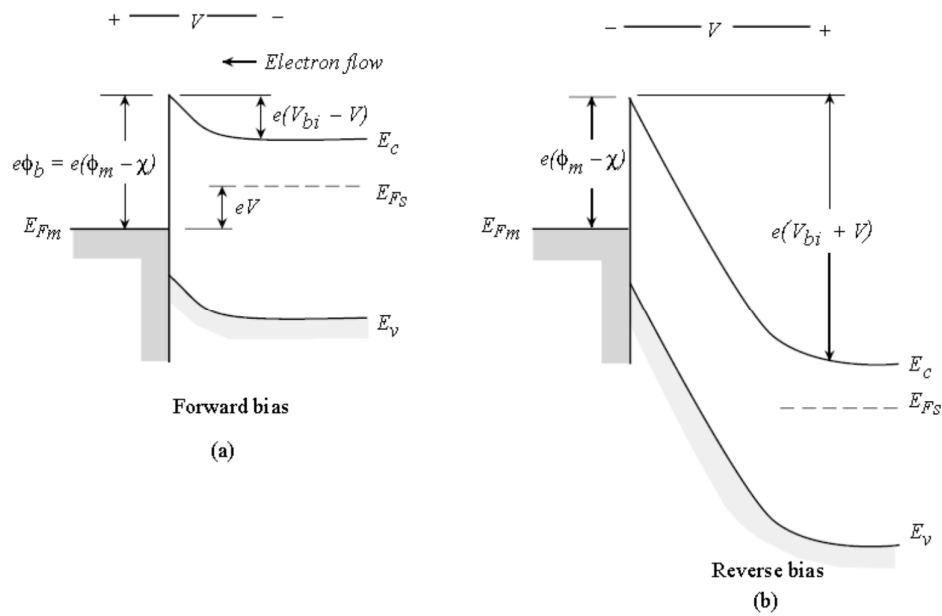
$$E_{\max} = \frac{qN_D x_d}{\varepsilon} = \sqrt{\frac{2qN_D\phi_{bi}}{\varepsilon}} \text{ c. elettrico max}$$

$$n_0(x) = N_D e^{\frac{q\phi(x)}{kT}} \text{ concentrazione all'equilibrio}$$

$$\rightarrow n_0(0) = N_D e^{\frac{q\phi_{bi}}{kT}}$$

Effetto di una polarizzazione esterna: simile a giunzione *pn*

Tuttavia, meccanismo di trasporto diverso: tunneling invece di diffusione



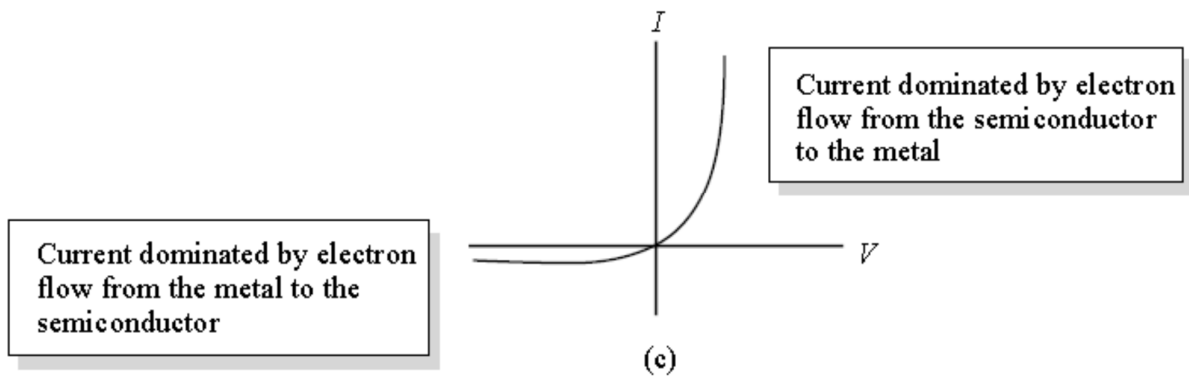
Rel. corrente-tensione:

$$I = I_s (e^{V/V_T} - 1) \rightarrow \text{Proprietà rettificanti simili a giunzione } pn$$

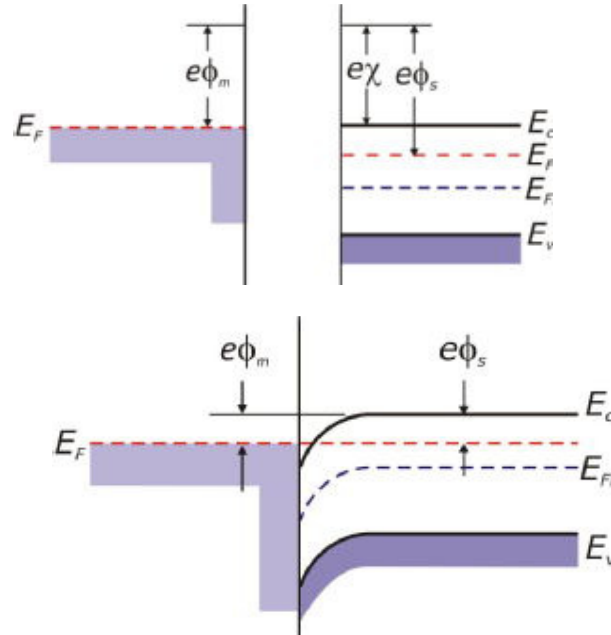
$$I_s = A \frac{m^* e k^2}{2\pi^2 h^3} T^2 e^{-\phi_b/V_T}, \quad A \text{ area giunzione}$$

Corrente inversa: *Non* dovuta ad attivazione termica di portatori

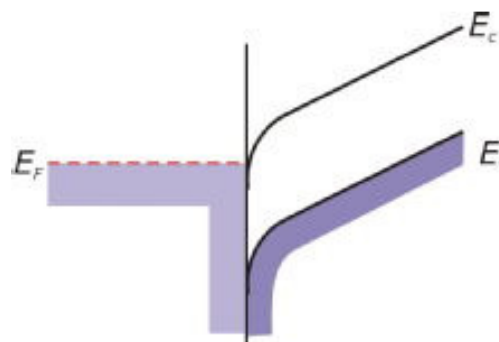
Meccanismo di *tunneling* simile a emissione termoionica da metallo riscaldato



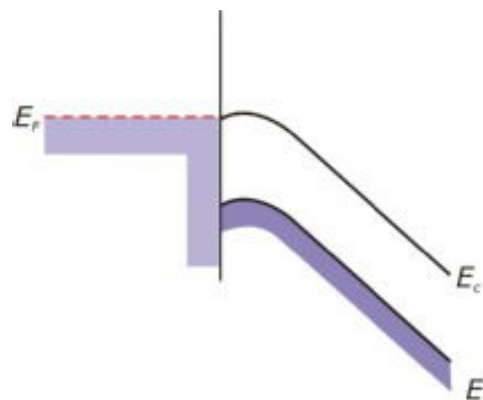
b. Giunzione ohmica:  $\phi_m < \phi_s$



Pol. Diretta: nessuna barriera



Pol. Inversa: barriera ridottissima



→ Assenza di proprietà rettificanti