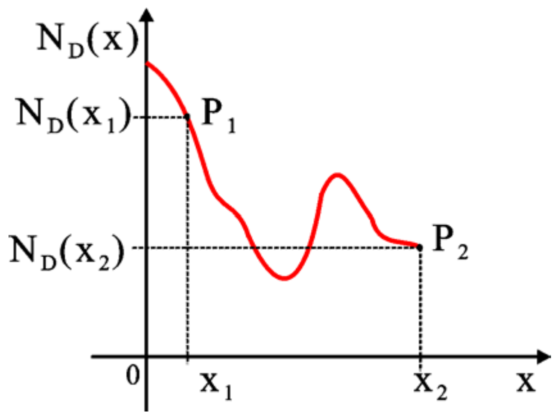
ESERCIZIO : POTENZIALE

Sia data una barretta di semiconduttore drogata **n** in cui la densità di drogaggio sia variabile nella direzione x, in accordo con la figura seguente. Si determini il valore della differenza di potenziale V_0 esistente tra i punti P_1 e P_2 all'equilibrio termodinamico ($V_0 = V(P_1)-V(P_2)$).

Dati:

- Concentrazione in P_1: $N_D(x_1) = 5\cdot10^{18}\ cm^{-3}$
- Concentrazione in P_2: $N_D(x_2) = 2\cdot10^{15}\ cm^{-3}$
- Potenziale termico: $V_T = 25$ mV



SOLUZIONE

A temperatura ambiente, tutti gli atomi donori si possono considerare ionizzati. Di conseguenza, la concentrazione di elettroni liberi coincide praticamente con la concentrazione di atomi donori, cioè:

$$n_n(x) \approx N_D(x) \tag{1}$$

per cui chiamiamo $n_1 = N_D(x_1)$ e $n_2 = N_D(x_2)$.

La corrente totale di elettroni è somma della corrente di deriva e di diffusione ed è data dalla seguente espressione:

$$J_{nx}(x) = q\mu_n n(x)E(x) + qD_n\frac{dn(x)}{dx} = 0 \tag{2}$$

dove l'ultima eguaglianza discende dal fatto che all'equilibrio termodinamico, essendo la barretta di semiconduttore isolata, la corrente di elettroni deve essere identicamente nulla. Da questa relazione, sapendo che il campo elettrico è dipende dal gradiente del potenziale, cioè

$$E(x) = -\frac{dV(x)}{dx} \tag{3}$$

si ottiene:

$$n(x)\frac{dV(x)}{dx} = \frac{D_n}{\mu_n}\frac{dn(x)}{dx} \quad \Rightarrow \quad \int_{V(P_1)}^{V(P_2)} dV = V_T\int_{n_1}^{n_2}\frac{1}{n}dn \tag{4}$$

$$V(P_2) - V(P_1) = -V_0 = V_T \ln\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad \Rightarrow \quad V_0 = V_T \ln\left(\frac{n_1}{n_2}\right) = 195.6 \text{ mV} \tag{5}$$

Come si può notare, la differenza di potenziale tra due punti qualsiasi della barretta di semiconduttore dipende solo dai valori delle concentrazioni nei due punti e non dipende dal particolare andamento della concentrazione dei portatori tra i due punti stessi.