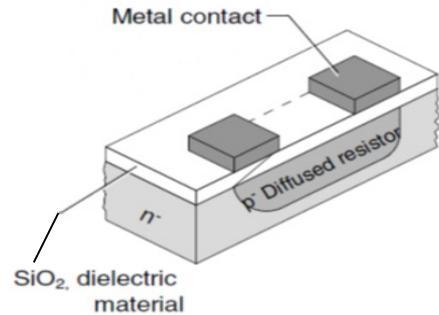


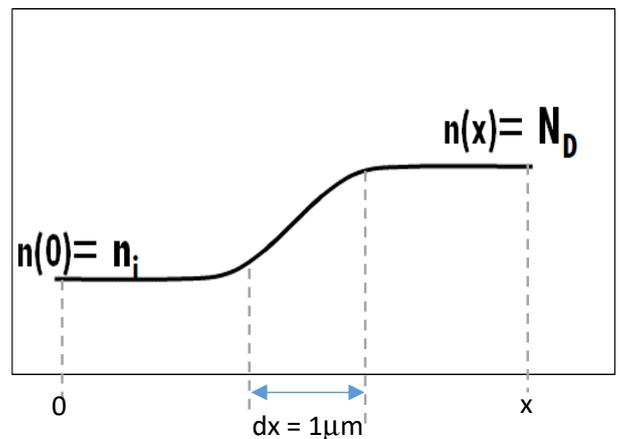
Tabela 3.1 RESUMO DASEQUAÇÕES IMPORTANTES PARA OPERAÇÃO DA JUNÇÃO pn.

Grandeza	Relação	Valores de Constantes e Parâmetro (para Si intrínseco a T = 300 K)
Concentração de portadores no silício intrínseco (/cm <sup>3</sup> )	$n_i^2 = BT^3 e^{-E_G/kT}$	$B = 5,4 \times 10^{31}/(K^3 cm^6)$ $E_G = 1,12 eV$ $k = 8,62 \times 10^{-5} eV/K$ $n_i = 1,5 \times 10^{10}/cm^3$
Concentração de portadores no silício tipo n (/cm <sup>3</sup> )	$n_{n0} \cong N_D$ $p_{n0} = n_i^2/N_D$	Em Equilíbrio Térmico: $n_i^2 = n.p$
Concentração de portadores no silício tipo p (/cm <sup>3</sup> )	$p_{p0} \cong N_A$ $n_{p0} = n_i^2/N_A$	Em Equilíbrio Térmico: $n_i^2 = n.p$
Densidade da corrente de deriva (A/cm <sup>3</sup> )	$J_{deriva} = q(p\mu_p + n\mu_n)E$	$\mu_p = 480 cm^2/Vs$ $\mu_n = 1350 cm^2/Vs$
Resistividade (Ω cm)	$\rho = 1/[q(p\mu_p + n\mu_n)]$	$\mu_p$ e $\mu_n$ diminuem com o aumento na concentração de dopantes
Densidade da corrente de difusão (A/cm <sup>3</sup> )	$J_{p(Difusão)} = -qD_p \frac{dp}{dx}$ $J_{n(Difusão)} = +qD_n \frac{dn}{dx}$	$q = 1,60 \times 10^{-19} Coulomb$ $D_p = 12 cm^2/s$ $D_n = 34 cm^2/s$
Relação entre mobilidade e difusividade	$\frac{D_n}{\mu_n} = \frac{D_p}{\mu_p} = V_T$	$V_T = kT/q$ $\cong 25 mV$
Tensão interna da junção (V)	$V_0 = V_T \ln\left(\frac{N_A N_D}{n_i^2}\right)$	

1) Para se fabricar um resistor na forma de circuito integrado precisamos criar um material tipo n fracamente dopado (n-) e depois um material tipo p fortemente dopado (p+) que será o resistor de fato (\*podemos fazer o contrário também). Suponha uma dopagem com material pentavalente de 10<sup>15</sup> cm<sup>-3</sup> e uma dopagem trivalente de 10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup>. Qual o valor de n-? Qual o valor de p+?

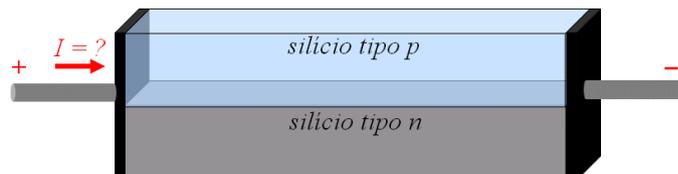


2) Em materiais semicondutores existe uma outra fonte de corrente elétrica, mesmo quando não temos uma tensão aplicada. Ela surge quando há variações (gradientes) na concentração de portadores ao longo do material. Essa corrente é conhecida como corrente de difusão. Para a barra ao lado, indique o sentido da corrente de difusão de elétrons livres e seu valor. Desenhe em proporção no eixo y o perfil de distribuição de lacunas. Indique o sentido da corrente de difusão de lacunas e seu valor. O que podemos dizer das concentrações de elétrons livres e de lacunas em cada ponto do eixo x?  $N_D = 1.10^{16}$  elétrons/cm<sup>3</sup>



3) Escreva a expressão literal da corrente total em uma barra semicondutora considerando tanto as parcelas de corrente de difusão como de corrente de deriva. Indique claramente cada um dos termos.

4) A figura ao lado é uma barra de silício. Indique os passos (resolva literalmente) para se determinar o valor da corrente  $I$  na figura ao lado. Faça as considerações que achar necessárias



5) Para a barra de silício ao lado, que não tem tensão aplicada sobre ela, pede-se:

- Indique o lado p e o lado n, colocando se tem  $N_A$  ou  $N_D$ .
- Indique o valor final (mais à esquerda) da concentração de elétrons no gráfico apresentado considerando  $N_D < N_A$
- Esboce o gráfico de  $N_A$  ao longo do eixo x indicando os valores dos extremos.
- Há correntes de deriva ( $I_{Dn}$ ,  $I_{Dp}$ ) e de difusão ( $I_{dn}$ ,  $I_{dp}$ ) nessa estrutura?
- Indique o sentido das correntes de elétrons livres e de lacunas.

