

SORU1.

İdeal bir p-n kavşakta 300 K de ters saturasyon değerinin 95% olması için gerekli bias voltaj değeri (oluşum potansiyeli) ne olmalıdır? (idealite faktörü $n=1$), ($k_B=1.38 \times 10^{-23}$ J/K , $1\text{eV}=1.6 \times 10^{-19}$ J)

Çözüm:

$$I = I_o \left(\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} - 1 \right) \Rightarrow$$

$$I = 0.95I \left(\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} - 1 \right) \Rightarrow$$

$$I = 0.95I \left(\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} - 1 \right) \Rightarrow$$

$$\frac{1}{0.95} = \exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} - 1 \Rightarrow$$

$$\ln \frac{1}{0.95} = \frac{(qV_o)}{nk_B T} \Rightarrow$$

$$\ln (1 - 0.95) = \frac{(qV_o)}{nk_B T} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} k_B T &= 1,38 \times 10^{-23} \times 300 \text{K} \\ &= 414 \times 10^{-23} \text{J} \\ k_B T/q &= 25,875 \times 10^{-3} \text{eV} \\ &\sim 26 \text{meV} \\ &= 0.026 \text{eV} \end{aligned}$$

$$\frac{\ln 0.05 (nk_B T)}{q} = V_o \Rightarrow$$

$$V_o = (\ln 0.05) 0.026 \Rightarrow \sim -0.078 \text{V} = -78 \text{mV}$$

SORU2.

Bir p-n diyottan 0.5V bias voltajında 1mA akım geçiyorsa, 300K için satürasyon akımını hesaplayınız.

Çözüm:

$$I = I_o \left(\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} - 1 \right) \cong I_o \left(\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} \right) \Rightarrow$$

$$I = I_o \left(\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T} \right) \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{I}{\exp \frac{(qV_o)}{nk_B T}} \Rightarrow$$

$$I_o = I \exp \left(-\frac{qV_o}{nk_B T} \right) \Rightarrow$$

$$I_o = 0.001 \exp \left(-\frac{0.5}{0.026} \right) \Rightarrow$$

$$I_o = 4.45 \times 10^{-12} A$$

$$\begin{aligned} k_B T/q &= 25,875 \times 10^{-3} \text{ eV} \\ &\sim 26 \text{ meV} \\ &= 0.026 \text{ eV} \end{aligned}$$

SORU3.

P tipi silisyum üzerine alüminyum (Al) kaplanarak elde edilen Schottky diyotta $\Phi_B = 0.38eV$ tur. İdealite faktörü 1.05 olan bu diyod için;

- a) Silisyuma yapılan katkı miktarı $10^{17}cm^{-3}$ ise boşluklar için oluşum potansiyeli ne olur? ($N_V = 2 \cdot 10^{19}cm^{-3}$)
- b) 300K de ters besleme yapıldığında $10^{-6}A$ akım geçtiğine göre eklemenden 1mA akım geçebilmesi için metale uygulanması gereken potansiyelin işareti ne olmalıdır.

Çözüm: a)

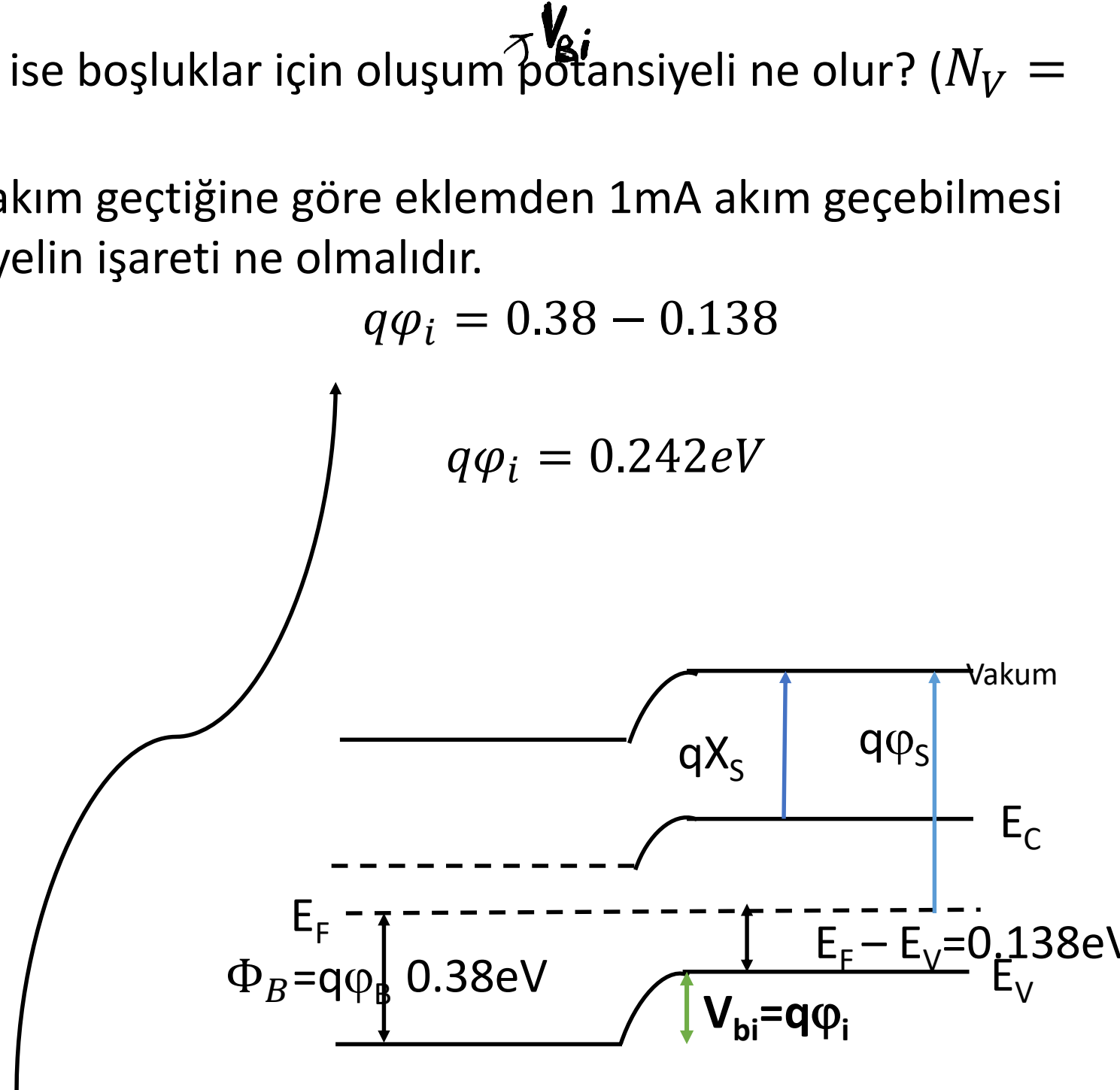
$$E_F = E_V + \frac{k_B T}{q} \ln \frac{N_V}{N_a}$$

$$E_F = E_V + 0.026 \ln \frac{2 \cdot 10^{19}}{10^{17}}$$

$$E_F = E_V + 0.138eV$$

$$E_F - E_V = 0.138eV$$

$$q\phi_i = q\phi_B - (E_F - E_V)$$



SORU3.

P tipi silisyum üzerine alüminyum (Al) kaplanarak elde edilen Schottky diyotta $\Phi_B = 0.38eV$ tur. İdealite faktörü 1.05 olan bu diyod için;

- a) Silisyuma yapılan katkı miktarı $10^{17}cm^{-3}$ ise boşluklar için oluşum V_{Bi} potansiyeli ne olur? ($N_V = 2 \cdot 10^{19}cm^{-3}$)
- b) 300K de ters besleme yapıldığında $10^{-6}A$ akım geçtiğine göre eklemden 1mA akım geçebilmesi için metale uygulanması gereken potansiyelin işareti ne olmalıdır?

Çözüm: b)

$$\begin{aligned} k_B T/q &= 25,875 \times 10^{-3} eV \\ &\sim 26 meV \\ &= 0.026 eV \end{aligned}$$

$$I = I_o \left(\exp \frac{(qV_A)}{nk_B T} - 1 \right) \cong I_o \left(\exp \frac{(qV_A)}{nk_B T} \right) \Rightarrow$$

$$I = I_o \left(\exp \frac{(qV_A)}{nk_B T} \right) \Rightarrow \quad 1 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-6} \left(\exp \frac{(V_A)}{1.05 (0.026)} \right) \Rightarrow$$

$$\ln 1000 = \frac{(V_A)}{1.05 (0.026)} \Rightarrow$$

$$V_A = 1.05 (0.026) \ln 1000 \Rightarrow$$

$$V_A \approx 0.189V \Rightarrow \text{Doğru besleme olmalı}$$

SORU4.

Bir Krom n tipi silisyum metal/yarıiletken eklemde $N_d = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ tür. Bariyer yüksekliği ve oluşum potansiyelini hesaplayınız.

Aynı soruyu p-tipi silisyum kullanılması durumu için değerlendiriniz.

$$\Phi_M = 4.5 \text{ eV}, \chi = 4.05 \text{ eV}, N_C = 2.82 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}, E_g = 1.12 \text{ eV}$$

Çözüm:

n tipi Si için

$$\Phi_B = \Phi_M - \chi \Rightarrow$$

$$\Phi_B = 4.5 - 4.05 \Rightarrow$$

$$\Phi_B = 0.45 \text{ eV}$$

$$E_F = E_C - \frac{k_B T}{q} \ln\left(\frac{N_C}{N_d}\right)$$

$$\Phi_i = 0.45 - (0.026) \ln\left(\frac{2.82 \times 10^{19}}{10^{17}}\right) \Rightarrow$$

$$qV_{bi} = \Phi_i = 0.30 \text{ eV}$$

SORU4.

Bir Krom n tipi silisyum metal/yarıiletken eklemde $N_d = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ tür. Bariyer yüksekliği ve oluşum potansiyelini hesaplayınız.

Aynı soruyu p-tipi silisyum kullanılması durumu için değerlendiriniz.

$$\Phi_M = 4.5 \text{ eV}, \chi = 4.05 \text{ eV}, N_C = 2.82 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}, E_g = 1.12 \text{ eV}$$

Çözüm:

p tipi Si için

$$q\Phi_B = q\chi + E_G - q\Phi_M \Rightarrow$$

$$\Phi_B = 4.05 + 1.12 - 4.5 \Rightarrow$$

$$\Phi_B = 0.67 \text{ eV}$$

$$\Phi_i = \Phi_B - k_B T \ln\left(\frac{N_V}{N_a}\right) \Rightarrow$$

$$\Phi_i = 0.67 - (0.026) \ln\left(\frac{2.82 \times 10^{19}}{10^{17}}\right) \Rightarrow$$

$$qV_{bi} = \Phi_i = 0.53 \text{ eV}$$

$$V_{bi} = 0.53 \text{ V}$$