

Materiały i przyrządy półprzewodnikowe

- Zad. 1.** Oblicz prawdopodobieństwo, że jakikolwiek stan z pasma przewodnictwa jest obsadzony w stanie równowagi termodynamicznej, w temperaturze $T = 300$ K dla krzemu. Załóż, że poziom energii Fermiego znajduje się 0.25 eV poniżej dna pasma przewodnictwa. Oblicz koncentrację elektronów w pasmie przewodnictwa. Dla Si $N_c = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.
- Zad. 2.** Oblicz energię poziomu Fermiego w stosunku do środka przerwy energetycznej dla Si w $T = 300$ K, jeśli masy efektywne $m_n^* = 1.08m_0$ oraz $m_p^* = 0.56m_0$.
- Zad. 3.** Oblicz koncentrację elektronów i dziur w Si typu p, zakładając poziom domieszkowania akceptorowego $N_a = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ oraz $N_d = 3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Proszę przyjąć $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ oraz założyć całkowitą jonizację domieszek.
- Zad. 4.** Formuła Tsu-Esaki na prąd przez złącze tunelowe (planarne), w tym diode rezonansowo-tunelową (RTD) ma postać

$$j = \frac{4\pi m^* k_B T e}{h^3} \int_{E_{min}}^{E_{max}} T(E_x) \ln \left(\frac{1 + \exp\left(\frac{E_{F1} - E_x}{k_B T}\right)}{1 + \exp\left(\frac{E_{F2} - E_x}{k_B T}\right)} \right) dE_x \quad (1)$$

Proszę przeprowadzić szczegółowe wyprowadzenie tej formuły w sposób zaprezentowany schematycznie na wykładzie. W przypadku diody RTD i jej najniższych stanów kwazi-związanych możemy założyć, że $T(E_x) = \delta(E_x - E_{QW})$, jak wygląda wówczas charakterystyka prądowo napięciowa, jeżeli $V_{bias} \rightarrow 0$.

- Zad. 5.** Rozważmy nanodrut półprzewodnikowy 2D umieszczony w zewnętrznym polu magnetycznym B prostopadłym do nanodrutu. Proszę dla takiego przypadku rozwiązać równanie Schrödingera zakładając cechowanie niesymetryczne pola magnetycznego tzn. $A = (-yB, 0, 0)$ oraz warunki brzegowe w postaci nieskończonej studni potencjału w kierunku y prostopadłym do osi nanodrutu.