Wzbudzenia termiczne nośników

1. Chcemy obliczyć liczbę nośników ładunku w temperaturze T w prostym półprzewodniku. Prawdopodobieństwo obsadzenia stanu o energii ε to

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{e^{(\varepsilon-\mu)/k_B T} + 1} \tag{1}$$

Wartość μ jest ustalona przez właściwą liczbę cząstek w układzie. Potrzebujemy także gęstości stanów dla pasma przewodnictwa oraz walencyjnego:

$$\text{pasmo przewodnictwa} \qquad \rho(\varepsilon) = \frac{V}{2\pi^2\hbar^3}(2m_e)^{3/2}\sqrt{\varepsilon - E_G} \tag{2}$$

i

$$\text{pasmo walencyjne} \qquad \rho(\varepsilon) = \frac{V}{2\pi^2\hbar^3}(2m_e)^{3/2}\sqrt{-\varepsilon} \tag{3}$$

Wykreślić gęstość stanów i funkcję Fermiego na jednym wykresie.
Jeśli $\varepsilon - \mu \gg k_B T$, znaleźć przybliżenie $f(\varepsilon)$. Użyć tego do znalezienia liczby elektronów w paśmie przewodnictwa

$$n = \frac{1}{V}\int_{E_G}^{\infty} f(\varepsilon)\rho(\varepsilon)d\varepsilon, \tag{4}$$

i zapisać odpowiedź korzystając z $N_C = 2(2\pi m_e k_B T/h^2)^{3/2}$. Następnie obliczyć liczbę dziur w paśmie walencyjnym

$$p = \frac{1}{V}\int_{-\infty}^{0} [1 - f(\varepsilon)]\rho(\varepsilon)d\varepsilon, \tag{5}$$

i zapisać odpowiedź korzystając z $N_V = 2(2\pi m_h k_B T/h^2)^{3/2}$.
Pokazać że np jest niezależne od wartości potencjału chemicznego μ.