Lösung zur Übung 5.2-1

Berechne die Fermienergie für dotierte Halbleiter

Zunächst formen wir den Ausdruck **$1 - f(E_V, T)$** etwas um, da die **1** auf jeden Fall lästig ist. Wir bringen alles auf einen Nenner und erweitern dann geschickt

- Es ergibt sich (nicht übersehen, dass **exp(-a) · exp(+a) = 1**):

$$1 - f(E, T) = 1 - \frac{1}{1 + \exp - (E - E_F) / (kT)} = \frac{1 + \exp - (E - E_F) / (kT)}{1 + \exp - (E - E_F) / (kT)} - \frac{1}{1 + \exp - (E - E_F) / (kT)}$$

$$= \frac{\exp - (E - E_F) / (kT)}{1 + \exp - (E - E_F) / (kT)} = \frac{\{\exp - (E - E_F) / (kT)\} \cdot \{\exp -(E + E_F) / (kT)\}}{\{1 + \exp - (E - E_F) / (kT)\} \cdot \{\exp -(E + E_F) / (kT)\}}$$

$$= \frac{1}{1 + \exp - (E + E_F) / (kT)}$$

Damit lautet die Bestimmungsgleichung für E_F

$$\frac{N^L{}_{eff}}{1 + \exp - (E_L - E_F) / (kT)} = \frac{N_D}{1 + \exp - (E_D + E_F) / (kT)}$$

Für $N^L{}_{eff} = N_D = N$ wird's einfach. Wir erhalten

$$\exp - \frac{E_L - E_F}{kT} = \exp - \frac{E_D + E_F}{kT}$$

$$E_L - E_F = E_D + E_F$$

$$E_F = \frac{E_L - E_D}{2}$$

Die Fermienergie liegt dann also genau zwischen der Leitungsbandkante und dem Donatorniveau.

Für $N^L{}_{eff} \neq N_D = N$ ist es etwas haariger; aber machbar. Wir schenken es uns hier.