

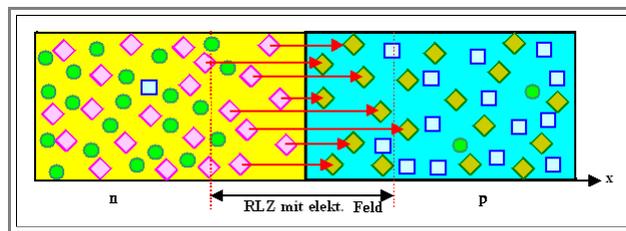
Übung 9.4-1

Schnelle Fragen zu

9.4 Der pn-Übergang

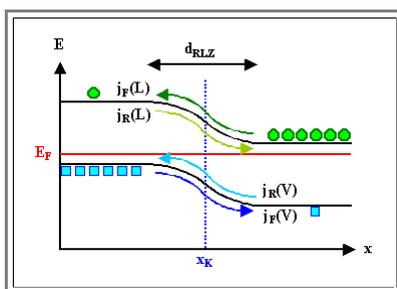
Schnelle Fragen zu 9.4.1: Grundsätzliches

- Zeichne das Banddiagramm eines **pn**-Übergangs im Gleichgewicht. Folge dabei dem drei-Stufen-Rezept.
- Wie groß ist die Dichte der Majoritäten n_{maj} und Minoritäten n_{min} in den Bereichen ohne Bandverbiegung? Gib die einfachen Näherungsformeln.
- Zeichne unter das Banddiagramm jeweils $\log(n_{maj})$ und $\log(n_{min})$. Welche weitere Konzentration tritt zwangsweise prominent in Erscheinung; etwa in der Mitte des **pn**-Übergangs?
- Wie groß ist die Kontaktspannung in Formeln und ungefähr in Volt?
- Zeichne Partialströme in einem Band ein und begründe was sie treibt.
- Was geschieht mit *Majoritäts*ladungsträgern oder *Minoritäts*ladungsträgern, wenn sie an den Rand der Raumladungzone diffundieren?
- Was ist im Bild unten dargestellt, was sind die Symbole?



- Wie ungefähr würde das Bild aussehen, wenn die Dotierkonzentrationen des **n**- und **p**-Teils sehr verschieden wären?
- Wieviel Minoritätsladungsträger rekombinieren im Mittel pro Sekunde weit weg vom **pn**-Übergang? Wieviele werden generiert? Wie weit kommen sie im Mittel?

Schnelle Fragen zu 9.4.2: Ströme im pn-Übergang im Gleichgewicht



- Benenne die eingezeichneten Ströme in einem der Bänder (mindestens 2 Bezeichnungen).
- Was sind die treibenden Kräfte für diese Ströme?
- Zu was muss j_R notgedrungen proportional sein? (Gleichung)
Hinweis : Man kann auf die Dauer nicht mehr Geld vom Konto abfließen lassen, als eingezahlt wird.
- In welcher Größenordnung muss die Proportionalitätskonstante liegen? Welche Maßeinheit hat sie? Wäre es ein großer Fehler, sie = 1 zu setzen?
- Wie groß ist j_F im Gleichgewicht ausgedrückt mit j_R ? Wie könnte man j_F auch darstellen?
Hinweis: Es geht darum, wieviele der gegen eine Energiebarriere anlaufenden Elektronen die Barriere überwinden können.
- Angenommen, der **n**-Teil ist viel stärker dotiert als der **p**-Teil. Welcher j_R ist größer?

Schnelle Fragen zu 9.4.3: Die Kennlinie des pn-Übergangs

- Zeichne zwei Banddiagramme für einen **pn**-Übergang mit angelegter positiver oder negativer externer Spannung U_{ex}
Hinweis 1: Überlegen, wo allenfalls noch Gleichgewichtsbedingungen als Näherung angenommen werden dürfen
- Hinweis 2:* Mit der Größe der Spannung in Vorwärtsrichtung aufpassen!
- Was macht j_R als Funktion der Spannung qualitativ und quantitativ?
- Was macht j_F als Funktion der Spannung qualitativ? Wie ergibt sich daraus Durchlaß- und Sperrverhalten?
- Begründe die folgende Gleichung, nutze ggf. eine j_F Gleichung von oben

$$|j_F(U_{ex})| = |j_F(U_{ex} = 0)| \cdot \exp \frac{+ eU_{ex}}{kT} = |j_R| \cdot \exp \frac{+ eU_{ex}}{kT}$$

- Wie lautet damit die Diodengleichung $j(U)$ für ein Band? Für beide Bänder? Wie lautet sie näherungsweise für $|U_{ex}| > 0.1 \text{ V}$?
- Wie lautet die Beziehung zwischen Diffusionslänge L , Lebensdauer τ und Diffusionskoeffizient D ? Schreibe damit j_R so um, dass entweder nur die Diffusionslänge oder nur die Lebensdauer vorkommt.
- Was passiert mit dem Sperrstrom einer Diode, wenn das zugrundeliegende **Si** "dreckig" ist.
Hinweis: **Si** ist ein indirekter Halbleiter, und die Lebensdauer τ hängt ab von ... ? Wie?
- Zeichne eine Diodenkennlinie a) linear, b) halblogarithmisch. Diskutiere den Zusammenhang mit der Diodengleichung und Grenzen.
Hinweis: Es gilt immer der 1. Hauptsatz der MaWi.
- *Schwere Frage:* Warum findet man für den Sperrbereich zwar Bandidagramme wie unten links gezeigt, nie jedoch ähnliches für den Vorwärtsbereich (unten rechts)?
Hinweise: Man berechne den Vorwärtstrom mit vernünftigen Annahmen für Spannungen $> 1 \text{ V}$

