

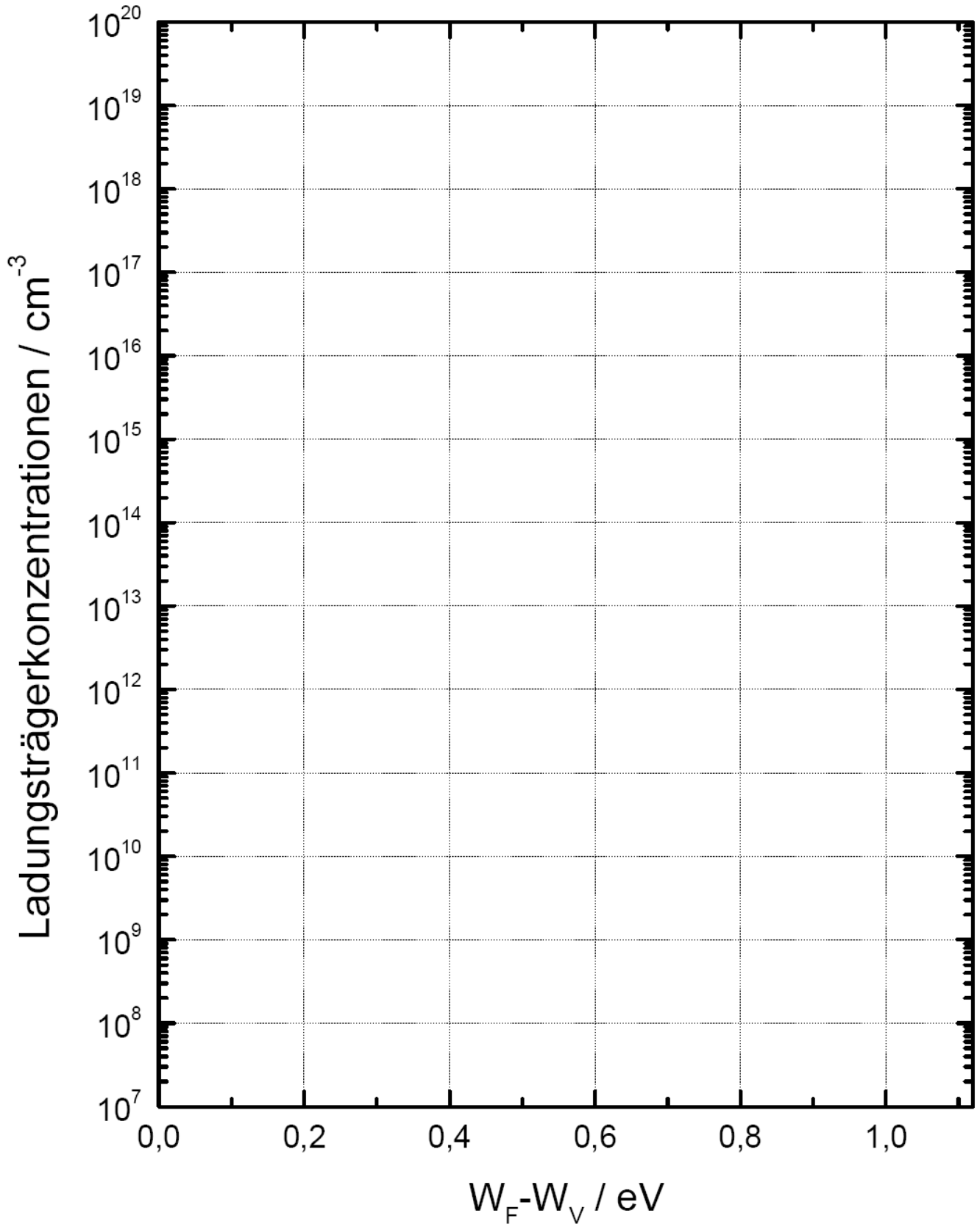
Aufgabe 1: Halbleiterphysik I

Punkte

<p>1.1) Skizzieren Sie das Bändermodell eines mit Bor (dritte Hauptgruppe) dotierten Halbleiters. Zeichnen Sie das Störstellenniveau (ca. 100meV oberhalb der Valenzbandenergie), das intrinsische Fermi-niveau und das Fermi-niveau bei Raumtemperatur ein und kennzeichnen Sie die Ladungsträger Zustände (+/- , ortsfest / beweglich) bei Raumtemperatur! In welche Richtung verschiebt sich das Fermi-niveau mit zunehmender Temperatur? (<i>Skizze</i>)</p>	<p>8</p>
<p>1.2) Die Minoritätsträgerkonzentration n_p in einem p- leitenden Halbleiter beträgt $n_p = 10^3 \text{ cm}^{-3}$. Wie groß ist die Majoritätsträgerkonzentration p ? Geben Sie die zugehörige Bestimmungsgleichung an. (Rechnung, Formel, Hinweis: $T = 300\text{K}$)</p>	<p>3</p>
<p>!! Aufgabe 1.3) & 1.4) müssen gemeinsam im Diagramm auf S.3 gelöst werden !!</p> <p>1.3) Bestimmen Sie grafisch die Fermi-Energie eines n- dotierten Halbleiters bei Raumtemperatur ($T = 300\text{K}$). Die Donatorkonzentration beträgt $N_D = 10^{17}\text{cm}^{-3}$. Hinweise: $N_L \text{ \& } N_V = 1 \cdot 10^{19}\text{cm}^{-3}$; $n_i(T = 300\text{K}) = 1 \cdot 10^{10}\text{cm}^{-3}$; W_F liegt bei Eigenleitung etwa in der Mitte der Bandlücke. Das Energieniveau W_D der Donatoren liegt 0.9eV oberhalb der Valenzbandenergie.</p>	<p>8</p>
<p>1.4) Jetzt wird derselbe Halbleiter (aus A 1.3) auf $T = 550\text{K}$ erhitzt. Hierbei steigt die Intrinsische-Ladungsträgerkonzentration n_i auf $1,3 \cdot 10^{14}\text{cm}^{-3}$ an. Bestimmen Sie für diese Temperatur ebenfalls grafisch das Fermi-niveau.</p>	<p>5</p>
<p>1.5) Geben Sie die vollständigen Stromgleichungen und die Bilanzgleichungen für beide Ladungsträgertypen an! (<i>Formel</i>)</p>	<p>5</p>

Gesamtpunkte Aufgabe 1 : 29

Lösungsdiagramm zu Aufgabe 1.3 & 1.4)



Aufgabe 2: pn- Übergang

Punkte

<p>2.1) Wie lauten die Shockley'schen Voraussetzungen zur Bestimmung der Kennliniengleichung eines pn- Überganges? (<i>Stichpunkte</i>)</p>	<p>3</p>
<p>2.2) Zeichnen Sie nach dem Shockley-Modell (nach Möglichkeit zweifarbig) an den 4 markierten Stellen die verschiedenen Stromanteile (Löcher- / Elektronen- & Diffusion- / Feld- Strom) in das Diagramm 2.2 ein. Begründen Sie im Bezug auf dieses Diagramm und die dritte Shockley'sche Voraussetzung warum $I_{GES} = I_{n\ Diff (-wp)} + I_{p\ Diff (wn)}$ gilt.</p>	<p>6</p>
<p>2.3) Zeichnen Sie den Verlauf der logarithmischen Ladungsträgerkonzentrationen einer p⁺n- Diode ($N_A \gg N_D$) im Gleichgewichtsfall ($U = 0V$) in Diagramm 2.3 ein und benennen Sie alle relevanten Größen (w_n, w_p, p_{p0}, n_{p0}, usw.). Wie ändern sich die Minoritätsträgerkonzentrationen an den Grenzen der RLZ mit dem anlegen einer Spannung in Durchlassrichtung? Verdeutlichen Sie dabei besonders die Unsymmetrie der Auswirkungen auf p⁺- und n-Gebiet. (<i>Skizze</i>)</p>	<p>6</p>
<p>2.4) Geben Sie die Kennliniengleichung eines beleuchteten und unbeleuchteten pn- Überganges an. Skizzieren Sie in linearen Maßstab den Kennlinienverlauf mit und ohne Beleuchtung. In welchem Quadranten wird der pn-Übergang als Solarzelle betrieben? Markieren Sie die markanten Punkte ($I_K, U_L, MPP..$). (<i>Formel und Skizze</i>)</p>	<p>5</p>
<p>2.5) Wie lauten die Boltzmann-Faktoren zur Bestimmung der Minoritätsträgerkonzentration an den Sperrschichträndern ? (<i>Formel</i>)</p>	<p>2</p>
<p>2.6) Stellen sie anhand einer Skizze da, wie sich die Diffusionskapazität eines pn-Übergangs bildet. In welchen Spannungsbereich wirkt sich die Diffusionskapazität in der Diode aus?</p>	<p>3</p>
<p>2.7) Berechnen Sie den Wert der Akzeptorkonzentration N_A eines pn- Überganges, bei dem die Diffusionsspannung $U_D = 0.7V$ beträgt. Die Donatorkonzentration beträgt $N_D = 10^{15}cm^{-3}$. (<i>Rechnung; Zur Hilfe : $U_{TH} \approx 25mV, e^{28} \approx 1.4 \cdot 10^{12}$</i>)</p>	<p>4</p>

Gesamtpunkte Aufgabe 2 : 29

Diagramm 2.2

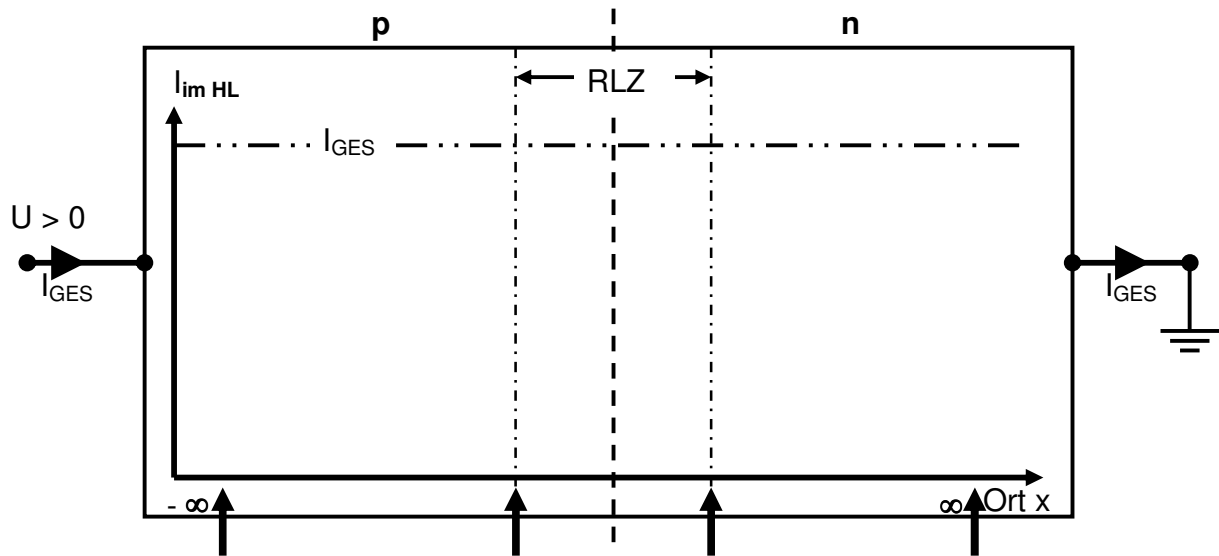
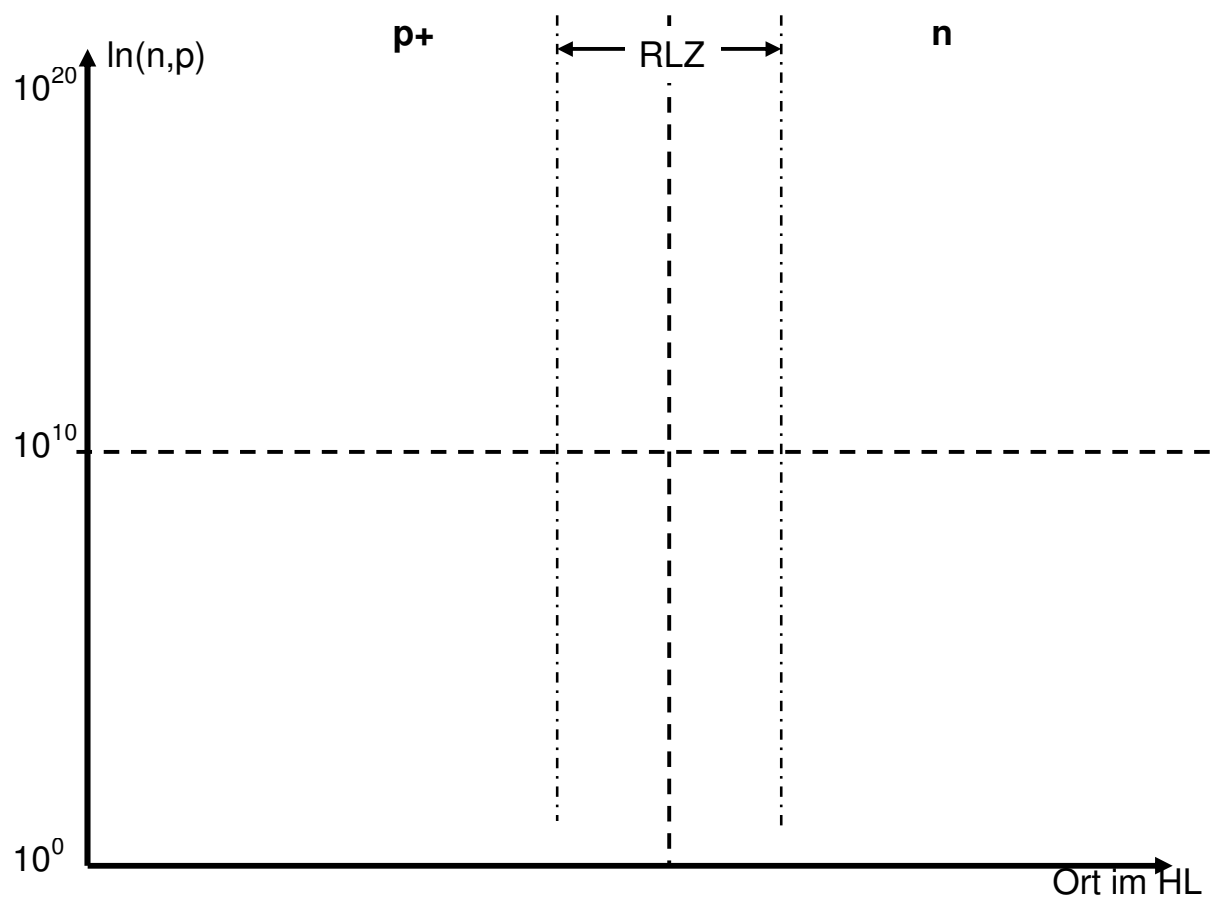


Diagramm 2.3



Aufgabe 3: Bauelemente

Punkte

<p>3.1) Zeichnen Sie in das Kastenmodell eines in Basisschaltung betriebenen bipolar npn- Transistors die internen Stromanteile ein und benennen Sie diese. <i>(Verwenden Sie die vorgefertigte Skizze im Anhang)</i> Wie ist in Bezug auf diese Stromanteile der Emitter- Wirkungsgrad und der Transportfaktor definiert? <i>(Formel)</i></p>	<p>6</p>
<p>3.2) Geben Sie den formalen Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom eines bipolar Transistors in Emitterschaltung an. Zeichnen Sie Ausgangskennlinienfeld eines npn- Transistors in Emitterschaltung <i>(Formeln, Diagramm)</i></p>	<p>4</p>
<p>3.3) Skizzieren Sie den Querschnitt eines n-Kanal-MOSFET's und beschalten Sie den Transistor so, dass sich ein Kanal ausbilden kann. Benennen Sie alle relevanten Bauteilparameter (Dotierungsarten, Gate- Schichten, usw.) und zeichnen Sie den Kanal in die Skizze ein! <i>(Skizze)</i></p>	<p>5</p>
<p>3.4) Skizzieren Sie das Ausgangs-, und Übertragungskennlinienfeld eines MOSFET's in Source- Schaltung. Kennzeichnen und benennen Sie im Ausgangskennlinienfeld die drei unterschiedlichen Bereiche! <i>(Skizze)</i></p>	<p>4</p>
<p>3.5) Wie ist die Steilheit g_m und g_d des MOS FET in Sättigung definiert? <i>(Formel, evt. Skizze)</i></p>	<p>3</p>

Gesamtpunkte Aufgabe 3 : 22

Hilfsblatt zur Lösung von Aufgabe 3.1)

