

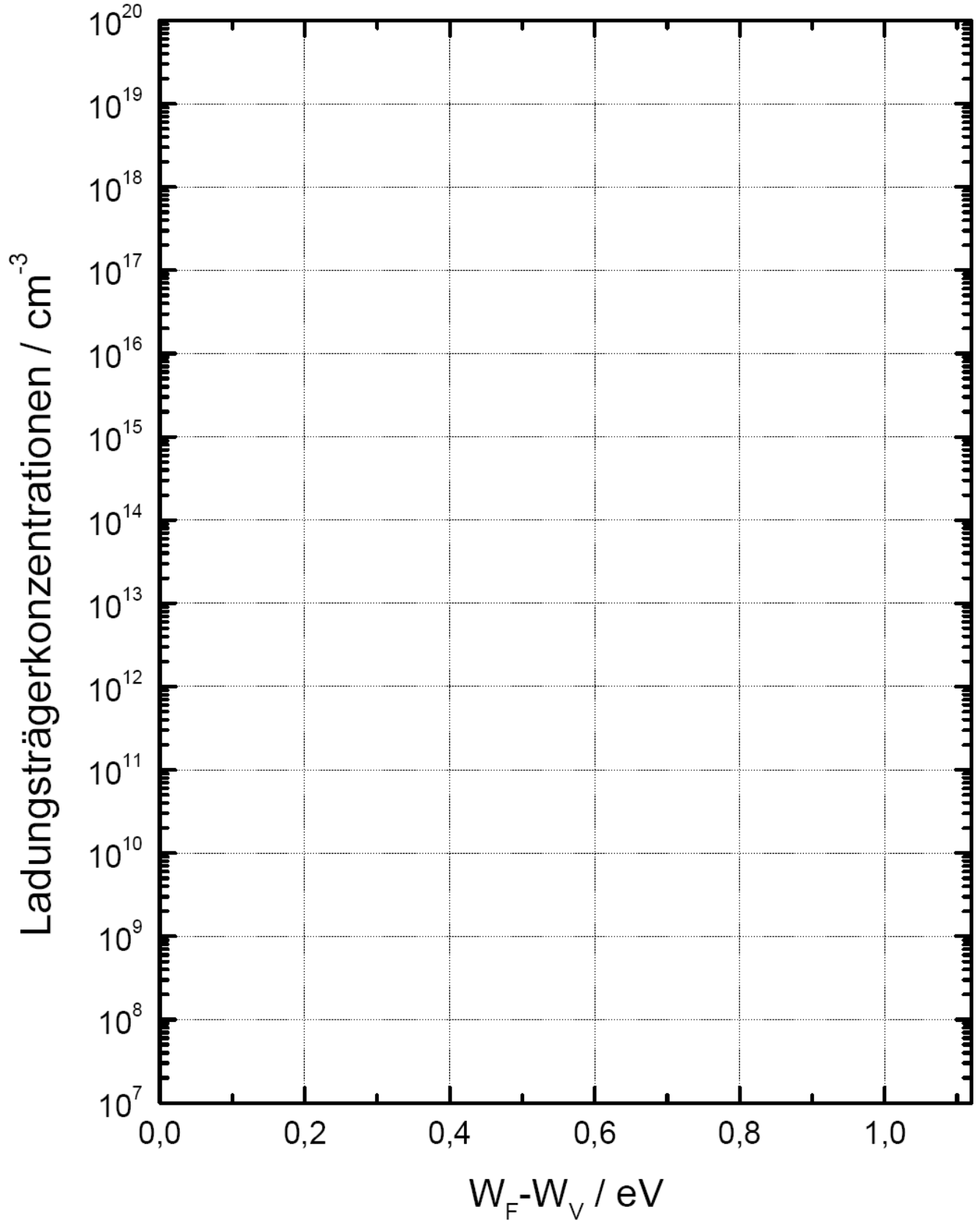
**Aufgabe 1: Halbleiterphysik I**

**Punkte**

<p>1.1) Skizzieren Sie das Bändermodell eines p-Halbleiters. Zeichnen Sie das Störstellenniveau, das intrinsische Fermienergielevel und das Fermienergielevel bei Raumtemperatur, sowie die Ladungszustände ein! In welche Richtung verschiebt sich das Fermienergielevel mit zunehmender Temperatur? (Skizze)</p>	<p>6</p>
<p>1.2) Die Minoritätsträgerkonzentration <math>n_p</math> in einem p-leitenden Halbleiter beträgt <math>n_p = 10^5 \text{ cm}^{-3}</math>. Wie groß ist die Majoritätsträgerkonzentration <math>p_p</math>? Geben Sie die zugehörige Bestimmungsgleichung an. (Rechnung, Formel, Hinweis: <math>T = 300\text{K}</math>)</p>	<p>3</p>
<p>1.3) Stellen Sie grafisch den Verlauf der Ladungsträgerkonzentration über der reziproken Temperatur (<math>1/T</math>) eines dotierten HL dar. Benennen Sie die unterschiedlichen Bereiche. In welchem Bereich hat die Dotierung auf den Ladungsträgerverlauf keinen merklichen Einfluss mehr? (Skizze, Stichpunkte)</p>	<p>6</p>
<p>1.4) Bestimmen Sie grafisch die Fermi-Energie eines p-dotierten Halbleiters. Die Akzeptorkonzentration beträgt <math>N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}</math>. Bei <math>T = 300\text{K}</math> herrscht vollständige Ionisation. Hinweise: <math>N_V = 1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}</math>; <math>n_i(T = 300\text{K}) = 1 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}</math>; <math>W_F</math> liegt bei Eigenleitung etwa in der Mitte der Bandlücke. Das Energieniveau <math>W_A</math> der Akzeptoren liegt bei etwa <math>0.1\text{eV}</math>. (Zeichnen Sie die benötigten Verläufe, sowie die Lösung, in das vorbereitete Diagramm auf der folgenden Seite ein!)</p>	<p>8</p>
<p>1.5) Geben Sie die vollständigen Stromgleichungen und die Bilanzgleichungen für beide Ladungsträgertypen an! (Formel)</p>	<p>5</p>

Gesamtpunkte Aufgabe 1 : 28

Lösungsdiagramm für Aufgabe 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 (ausreichend groß) den Verlauf der logarithmischen Ladungsträgerkonzentrationen einer p<sup>+</sup>n- Diode (<math>N_A \gg N_D</math>) im Gleichgewichtsfall (<math>U = 0V</math>) und benennen Sie alle relevanten Größen (<math>w_n, w_p, p_{p0}, n_{p0}</math>, 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<sup>+</sup>- und n-Gebiet. (<i>Skizze</i>)</p>	<p>6</p>
<p>2.3) Wie lauten die Boltzmann-Faktoren zur Bestimmung der Minoritätsträgerkonzentration an den Sperrschichtträgern ? (<i>Formel</i>)</p>	<p>2</p>
<p>2.4) Geben Sie die Kennliniengleichung eines pn- Überganges an. Skizzieren Sie den Kennlinienverlauf eines pn- Überganges in linearer und halblogarithmischer Darstellung. (<i>Formel und Skizze</i>)</p>	<p>3</p>
<p>2.5) Was versteht man unter der Sperrschichtkapazität eines Halbleiter Bauelementes? Geben Sie eine Bestimmungsgleichung an und erklären Sie wie die Ladungen der Sperrschichtkapazität entstehen! (<i>Stichpunkte, Formeln</i>)</p>	<p>5</p>
<p>2.6) Geben Sie eine graphische Lösung an, um aus der Messung der spannungsabhängigen Sperrschichtkapazität <math>C_S(U)</math> die Diffusionsspannung <math>U_D</math> zu bestimmen. (<i>graphische Lösung</i>)</p>	<p>4</p>
<p>2.7) Wie kann im Fall einer p<sup>+</sup>n- Diode die Dotierstoffkonzentration der schwächer dotierten Seite (Donatorkonzentration) aus der speziellen graphischen Darstellungsform der Lösung von Aufgabe 2.6 ermittelt werden? (<i>Skizze, Stichpunkte</i>)</p>	<p>3</p>
<p>2.8) Berechnen Sie den Wert der Akzeptorkonzentration <math>N_A</math> eines pn- Überganges, bei dem die Diffusionsspannung <math>U_D = 0.7V</math> beträgt. Die Donatorkonzentration beträgt <math>N_D = 10^{14} \text{cm}^{-3}</math>. (<i>Rechnung; Zur Hilfe : <math>e^{28} \approx 1.4 \cdot 10^{12}</math></i>)</p>	<p>4</p>

Gesamtpunkte Aufgabe 2 : 30

**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></p>	<p>4</p>
<p>3.2) Wie ist in Bezug auf die Stromanteile aus Aufgabe 3.1 der Emitter-Wirkungsgrad und der Transportfaktor definiert? <i>(Formel)</i></p>	<p>3</p>
<p>3.3) Geben Sie den formalen Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom eines bipolar Transistors in Basisschaltung an. Zeichnen Sie das Eingangs- und Ausgangskennlinienfeld des npn- Transistors in Basisschaltung <i>(Formeln, Diagramm)</i></p>	<p>6</p>
<p>3.4) Skizzieren Sie den Querschnitt eines n-Kanal-MOSFETs 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>3.5) Skizzieren Sie das Eingangs-, Ausgangs-, und Übertragungskennlinienfeld eines MOSFETs in Source- Schaltung. Kennzeichnen und benennen Sie im Ausgangskennlinienfeld die drei unterschiedlichen Bereiche! <i>(Skizze)</i></p>	<p>4</p>

Gesamtpunkte Aufgabe 3 : 22

Hilfsblatt zur Lösung von Aufgabe 3.1)

