

Semesterabschlussklausur Wintersemester 2003/2004:

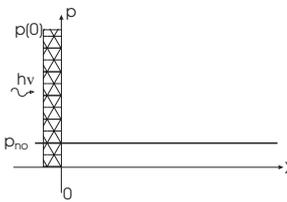
WERKSTOFFE UND BAUELEMENTE DER ELEKTROTECHNIK I (Bauelemente)

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

- Lesen Sie bitte vor dem Beginn der Bearbeitung die einzelnen Aufgaben vollständig durch.
- Verwenden Sie Vorder- und Rückseite der ausgegebenen Lösungsblätter!
- Es sind **vier Aufgaben** auf insgesamt sechs Seiten (drei Blätter) zu bearbeiten!
- Beschriften Sie bitte **alle Lösungsblätter** mit ihrem Namen und ihrer Matrikelnummer!
- Geben Sie das Deckblatt mit den Aufgaben- und **allen Lösungsblättern** (auch den Unbenutzten) am Ende der Bearbeitung ab. **Sortieren Sie bitte Ihre Lösungen in der Reihenfolge der Aufgaben!**
- Sie erhalten zunächst 8 leere Lösungsblätter. Weitere Lösungsblätter gibt es auf Anfrage von den Betreuern!
- Sie benötigen außer Ihrem Schreibzeug und den ausgegebenen Unterlagen keine weiteren Hilfsmittel (**auch keinen Taschenrechner, Handy oder ähnliches!**).
- Die Noten hängen nach der Korrektur ab Freitag, dem 27.02.04 ab 12.00h im *Institut für Hochfrequenz- und Halbleiter-Systemtechnologien*, am Infobrett nahe Raum EN127 aus. Der Termin für die Einsicht in die Klausur findet am Montag, dem 01.03.04 um 14h im Raum E104 statt.
- **Wir wünschen Ihnen bei der Bearbeitung viel Erfolg!**
- **Beginnen Sie bitte jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!**
- **Betrugsversuche führen zum sofortigen Ausschluss von der Klausur!**

Beginnen Sie bitte jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!

Aufgabe 1: Halbleiterphysik I		Punkte
1.1	Skizzieren Sie das Bändermodell eines p-Halbleiters. Zeichnen Sie das Störstellen- und das Fermi-niveau, sowie die Ladungszustände ein! (Skizze)	4
1.2	Skizzieren Sie das $W(k)$ -Diagramm eines direkten und eines indirekten Halbleiters. Worunter unterscheiden sich die „Rekombination“ und die „Generation“ im direkten und indirekten Halbleiter (Skizze, Stichpunkte)	6
1.3	Die Minoritätsträgerkonzentration p_n in einem n-leitenden Halbleiter beträgt $p_n = 10^4 \text{ cm}^{-3}$. Wie gross ist die Majoritätsträgerkonzentration p_p ? Geben Sie die zugehörige Bestimmungsgleichung an. (Rechnung, Formel, Hinweis: $T = 300\text{K}$)	4
1.4	Welche möglichen Ladungen können in einem Halbleiter auftreten. Wie lautet die Bedingung für die Ladungsneutralität im Halbleiter? (Stichpunkte, Formeln)	4
Punkte Aufgabe 1		18

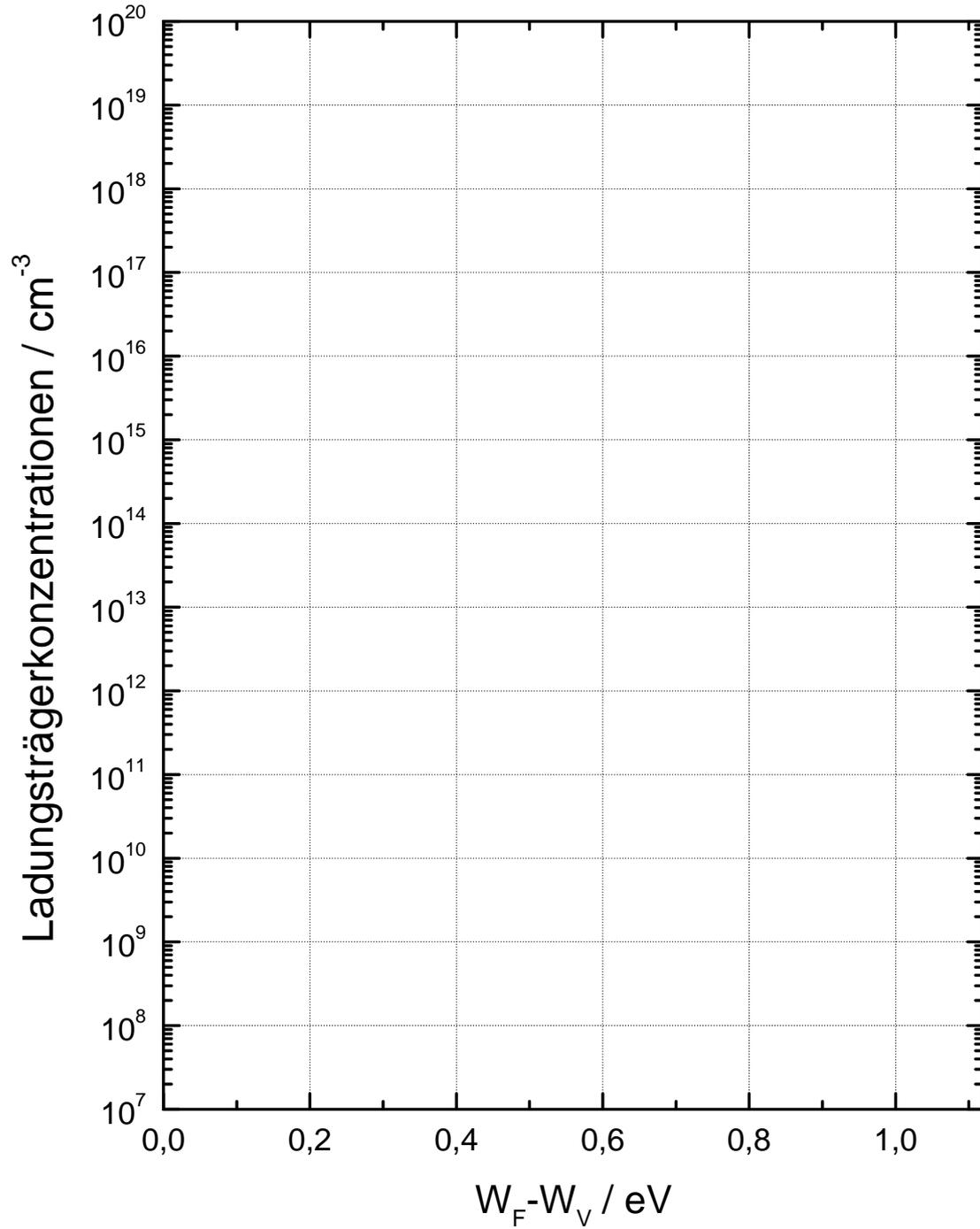
Aufgabe 2: Halbleiterphysik II		Punkte
2.1	Bestimmen Sie grafisch die Fermi-Energie eines n-dotierten Halbleiters. Die Donorkonzentration beträgt $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Bei $T = 300\text{K}$ herrscht vollständige Ionisation. Hinweise: $N_L = 1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$; $n_i(T = 300\text{K}) = 1 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$; W_F liegt bei Eigenleitung etwa in der Mitte der Bandlücke. Das Energieniveau W_D der Donatoren liegt bei etwa 1eV . (Zeichnen Sie die benötigten Verläufe, sowie die Lösung, in das vorbereitete Diagramm im Anhang ein!)	6
2.2	Geben Sie die vollständigen Stromgleichungen und die Bilanzgleichungen für beide Ladungsträgertypen an! (Formel)	4
2.3	Welches Löcherdiffusionsprofil bildet sich stationär aus der angegebenen Startverteilung eines beleuchteten p-Halbleiters mit $p(x = 0) = p_0$; $p(x = \infty) = p_{n0}$? Mit welchen Gleichungen kann die Diffusionslänge L eingeführt werden? (Formeln)	4
		
Punkte Aufgabe 2		14

Beginnen Sie bitte jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!

Aufgabe 3: pn-Übergang		Punkte
3.1	Was passiert mit den Minoritätsladungsträgern auf der n-dotierten Seite des pn-Überganges, wenn eine Spannung $U > 0$ angelegt wird. (Skizze und Formel)	2
3.2	Berechnen Sie den Wert der Diffusionsspannung U_D eines pn-Überganges. Die Akzeptorkonzentration beträgt $N_A = 10^{18} \text{cm}^{-3}$ die Donatorkonzentration beträgt $N_D = 10^{15} \text{cm}^{-3}$, ($T = 300\text{K}$). (Rechnung; Zur Hilfe : $\ln(10) = 2.3$)	4
3.3	Wie kann man aus der Minoritätsträgerkonzentration am Sperrschichttrand den Gesamtstrom und die Spannung quantitativ ermitteln? (Stichpunkte)	4
3.4	Geben Sie die Kennliniengleichung eines pn-Überganges an. Skizzieren Sie den Kennlinienverlauf eines pn-Überganges in linearer und halblogarithmischer Darstellung. (Formel und Skizze)	4
3.5	Wie wird der Vorwärtsstrom einer Diode im Ladungssteuerungsmodell beschrieben? (Skizze, Stichpunkte)	2
3.6	Was versteht man unter der Sperrschichtkapazität eines Halbleiter-Bauelementes? Geben Sie eine Bestimmungsgleichung an und erklären Sie wie die Ladungen der Sperrschichtkapazität entstehen! (Stichpunkte, Formeln)	4
3.7	Geben Sie eine graphische Lösung an, um aus der Messung der spannungsabhängigen Sperrschichtkapazität C_s die Diffusionsspannung U_D zu bestimmen. (graphische Lösung)	4
Punkte Aufgabe 3		24

Aufgabe 4: Bauelemente		Punkte
4.1	Zeichnen Sie in das Kastenmodell eines bipolaren <i>npn</i> -Transistors, den Sie in Basisschaltung betreiben, die Stromanteile, die in dem Transistor auftreten. Geben Sie den formalen Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom an. (<i>Verwenden Sie die vorgefertigte Skizze im Anhang, Formel</i>)	6
4.2	Geben Sie die Definitionen der Stromverstärkungsfaktoren α und β aus den jeweiligen Stromgleichungen, des bipolar Transistors, an. Wie sind die Grössen Transportfaktor und Emitterwirkungsgrad definiert? (<i>Formeln, Stichpunkte</i>)	6
4.3	Skizzieren Sie die Ausgangskennlinie eines MOSFET's in Sourceschaltung und die Ausgangskennlinie eines bipolar Transistors in Basisschaltung! Benennen Sie die jeweiligen charakteristischen Grössen in den Kennlinienfeldern. (<i>Skizze, Stichpunkte</i>)	4
4.4	Geben Sie die Kennliniengleichung eines MOSFET's für den parabolischen und den Sättigungsbereich an. Durch welche Bedingung sind die beiden Bereiche beschrieben. (<i>Formel</i>)	4
4.5	Geben Sie die formalen Definition für die Steilheit eines bipolar Transistors und eines MOS-Transistors an! (<i>Formel</i>)	2
Punkte Aufgabe 4		22

Lösungsdiagramm für Aufgabe 2.1



Lösungsskizze für Aufgabe 4.1

