

## ÜBUNGSAUFGABEN (XIII)

(Besprechung am 6.2.2014)

### Aufgabe 1: (4 Punkte)

Berechnen Sie die Wärmeleitfähigkeit  $\kappa$  der Elektronen eines dreidimensionalen, undotierten Halbleiters mit Energielücke  $E_g = 1.0 \text{ eV}$  als Funktion der Temperatur  $T$  und stellen Sie ihren Verlauf für Temperaturen von 200 – 300 K grafisch dar. Nehmen Sie dazu an, dass die Stoßzeit  $\tau$  temperaturunabhängig ist und das Wiedemann-Franzsche Gesetz auch in Halbleitern gilt.

### Aufgabe 2: (5 Punkte)

Stellen Sie die elektronischen Energiebänder der dotierten Halbleitern  $n$ -GaAs und  $p$ -ZnSe einander gegenüber (ohne Kontakt). Konstruieren Sie dann für den Kontaktfall das Energiebandschema im Übergangsbereich (ohne Betrachtung der unterschiedlichen Breiten der Raumladungszonen) und erläutern Sie ausführlich Ihr Vorgehen. Das chemische Potential der Halbleiter soll als 400 meV unterhalb der Leitungsbandunterkante  $E_c$  (für  $n$ -GaAs) bzw. oberhalb der Valenzbandoberkante  $E_v$  (für  $p$ -ZnSe) liegend angenommen werden.

*Zahlenwerte:* Bandlückenenergien  $E_g$ : 1.42 eV für  $n$ -GaAs und 2.67 eV für  $p$ -ZnSe; Elektronenaffinitäten  $\chi$ : 4.07 eV für  $n$ -GaAs und 4.09 eV für  $p$ -ZnSe.

### Aufgabe 3: (7 Punkte)

Ein wichtiges Grundelement der Elektronik ist der Metall-Isolator-Halbleiter-Kontakt, dessen Stromdichte im Gleichgewichtszustand verschwindet. Sein Banddiagramm ist nebenstehend für einen  $n$ -dotierten Halbleiter bei  $U = 0$  qualitativ skizziert. Darin sind  $e\Phi_m$  die Austrittsarbeit der Elektronen im Metall,  $e\Phi_s$  die Austrittsarbeit der Elektronen im  $n$ -Halbleiter und  $e\chi_s$  die Elektronenaffinität des Halbleiters (vgl. Vorlesung). Wegen  $j = 0$  sind bei Potentialausgleich,  $U = 0$ , die chemischen Potentiale der Elektronen von Metall und Halbleiter gleich,  $\mu_m = \mu_s$ .

An dem Bauelement werde nun eine Spannung  $U \neq 0$  angelegt. Zeichnen Sie für die Fälle  $U < 0$  und  $U > 0$  jeweils das Banddiagramm und kennzeichnen Sie darin alle relevanten Größen (der Halbleiter liege auf Masse). Erläutern Sie den Einfluß der angelegten Spannung auf die Leitfähigkeit der Halbleiterschicht in unmittelbarer Nähe des Isolators. Was passiert, wenn für  $U < 0$  der Betrag der Spannung sehr groß gewählt wird?

