

Übung 6:

Ue06_HTNS_PT_WS14

1	Bei welchem Druck (in bar) wäre die Anzahl der Moleküle pro Volumeneinheit in einem idealen Gas gleich der Dichte der Leitungselektronen in Kupfer, wenn beide Stoffe - Gas und Kupfer - eine Temperatur von $T = 300\text{K}$ haben?
2	Die Fermi-Energie von Kupfer hat den Wert $7,0\text{eV}$. Zeigen Sie, dass die zugehörige Fermi-Geschwindigkeit 1600 km/s beträgt.
3	<p>Zeigen Sie, dass bei $T = 0\text{ K}$ die mittlere Energie E_{gem} eines Leitungselektrons in einem Metall gleich $\langle E \rangle = \frac{3}{5} E_F$ ist.</p> <p>(Hinweis: Für die mittlere Energie gilt $\langle E \rangle = \frac{1}{N} \int E \cdot D(E) dE$, wobei N die Gesamtzahl der Ladungsträger ist.)</p>
4	<p>Betrachten Sie ein kubisches Metallklötzchen aus Aluminium.</p> <p>a) Wie hoch ist die Ladungsträgerdichte n, bei einer Dichte $\rho = 2,70\text{g/cm}^3$ und einer Molmasse von Aluminium $M = 26,98\text{g}$? Ein Atom liefert 3 Elektronen!</p> <p>b) Wie hoch ist die Fermienergie?</p> <p>c) Als Fermitemperatur wird der theoretische Wert definiert, bei dem kT identisch mit der Fermieenergie ist. Wie hoch ist die Fermitemperatur von Al?</p>
5	<p>Aus der inneren Energie eines Systems, welche als Funktion der Entropie S, des Volumens V und der Teilchenzahl N gegeben ist, lässt sich durch partielles Ableiten der im System herrschende Druck berechnen:</p> $P = - \left. \frac{\partial U}{\partial V} \right _{S, N}$ <p>Zeigen Sie, dass ein Fermigas mit der Fermienergie E_f am absoluten Nullpunkt einen „Fermidruck“ besitzt, dessen Wert gegeben ist durch</p> $P_0 = \frac{2}{5} n E_f$
6	<p>Zeigen Sie, dass aus $E_f = \frac{E_C - E_V}{2} + \frac{kT}{2} \ln\left(\frac{N_V}{N_C}\right)$ gilt:</p> $E_f = \frac{E_C - E_V}{2} + \frac{3kT}{4} \ln\left(\frac{m_h^*}{m_e^*}\right)$
7	<p>Gehen Sie von folgenden Halbleiterdaten aus:</p> <p>Indiumantimonid (InSb) $m_e = 0.014$, $m_h = 0.4$, $\epsilon_r = 17.7$, $E_g = 0,24\text{eV}$</p> <p>Indiumarsenid (InAs) $m_e = 0.022$, $m_h = 0.4$, $\epsilon_r = 14,6$, $E_g = 0,43\text{eV}$</p> <p>Germanium (Ge) $m_e = 0.6$, $m_h = 0.28$, $\epsilon_r = 16$, $E_g = 0,66\text{eV}$</p> <p>Silizium (Si) $m_e = 0.3$, $m_h = 0.54$, $\epsilon_r = 11.7$, $E_g = 1,1\text{ eV}$</p> <p>GaAs (GaAs) $m_e = 0.065$, $m_h = 0.5$, $\epsilon_r = 12.5$, $E_g = 1,4\text{eV}$</p> <p>a) Schätzen Sie mittels des Wasserstoffmodells die Bindungsenergien und Bindungsradien für Donatoren und Akzeptoren in den jeweiligen Halbleitern ab!</p> <p>b) Bestimmen Sie jeweils die kritischen Akzeptor- und Donatorkonzentrationen für die Entartung in den jeweiligen Halbleitern ab.</p> <p>c) Bestimmen Sie jeweils die Lagen der intrinsischen fermi-Niveaus der oben angegeben Halbleiter</p>