

Übungen zur Modernen Experimentalphysik II

Festkörperphysik WS 2015/2016

Übungsblatt 9 · Besprechung am 7. Januar 2016

<http://www.phi.kit.edu/exphys2.php>

Aufgabe 25

Zeigen Sie, daß sich das chemische Potential eines Fermigases in zwei Dimensionen für n Elektronen und pro Fläche durch

$$\mu(T) = k_B T \ln[e^{\pi n \hbar^2 / m k_B T} - 1]$$

darstellen lässt. Bemerkung: Die Zustandsdichte eines freien Elektronengases in zwei Dimensionen ist unabhängig von der Energie pro Fläche: $D(\epsilon) = m/\pi \hbar^2$

English key words: Chemical potential in two dimensions; Fermi-gas; Density of states. (2 Punkte)

Aufgabe 26

- (a) Gegeben ist $M = 2 \times 10^{33}$ g als Masse der Sonne. Schätzen Sie die Zahl der Elektronen ab. In einem Weißen Zwerg kann diese Zahl als freie Elektronen durch Ionisation innerhalb einer Kugel mit dem Radius 2×10^9 cm konzentriert sein. Berechnen Sie die Fermienergie der Elektronen in eV.
- (b) Die Energie eines Elektrons im relativistischen Grenzfall $E \gg mc^2$ hängt mit dem Wellenvektor über $E \sim pc = \hbar kc$ zusammen. Zeigen Sie, daß die Fermienergie in diesem Grenzfall ungefähr $E_F = \hbar c (N/V)^{1/3}$ beträgt.

English key words: Sun's electrons; Fermi-energy of a white dwarf; Wave-vector; Relativistic limit. (4 Punkte)

Aufgabe 27

Betrachten Sie eine quadratische Folie der Seitenlänge L und Dicke d , mit einem elektrischen Widerstand ρ . Der Widerstand, der zwischen gegenüberliegenden Kanten der Folie gemessen wird, heißt Flächenwiderstand $R_\square = \rho L / Ld = \rho / d$ und sei unabhängig von der Fläche L^2 . Nehmen Sie an, dass der Minimalwert der Stoßzeit durch die Streuung an der Folienoberfläche bestimmt ist, $\tau \sim d/v_F$, mit v_F der Fermigeschwindigkeit.

- (a) Berechnen Sie den maximalen Oberflächenwiderstand.
- (b) Zeigen Sie für eine monoatomare Metallfolie, daß $R_\square \approx \hbar/e^2$. Hinweis: Beachten Sie die örtliche Begrenzung der Elektronen.

English key words: Sheet resistance; Monolayer; Surface scattering; Fermi-velocity. (4 Punkte)

Wir wünschen Ihnen schöne Feiertage und
viel Erfolg im neuen Jahr.