

**Theoretische Physik F - Zwischenklausur SS 11****Prof. Dr. Alexander Shnirman**  
**Dr. Boris Narozhny****14.06.2011**  
**Arbeitszeit: 120 Minuten****1. Quickies** (16 Punkte)Beantworten sie die folgenden Fragen *so kurz* wie möglich

- (a) Wie lautet die statistische Definition der Entropie? (2 Punkte)
- (b) Was besagt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik? (2 Punkte)
- (c) Was besagt der dritte Hauptsatz? Geben Sie die quantenmechanische Interpretation an. (2 Punkte)
- (d) Gegeben sei das großkanonische Potential  $\Omega(T, V, \mu)$ . Finden Sie die Entropie und den Gasdruck. (2 Punkte)
- (e) Wie berechnet man die freie Energie in der kanonischen Gesamtheit. (2 Punkte)
- (f) Geben Sie den allgemeinen Ausdruck des großkanonischen Potentials eines Systems von nichtwechselwirkenden Bosonen an. (2 Punkte)
- (g) Wie wird die Fermi-Verteilung  $n_F(\epsilon)$  normiert? Wie findet man die Beziehung zwischen dem chemischen Potential des idealen Elektron-Gases und der Gesamtteilchenzahl? (2 Punkte)
- (h) Was ist die Beziehung zwischen der Gesamtteilchenzahl des Electron-Gases und dem Grenzwert des Impulses  $p_F$  bei  $T = 0$ . (2 Punkte)

**2. Thermodynamik** (5 Punkte)Es sei  $C_{V,N}(T) = \frac{3}{2}Nk_B + N\gamma T^2$  mit  $\gamma > 0$ . Berechnen Sie  $S(T)$  bei  $V, N = \text{konst.}$  unter der Annahme  $S(T_0) = S_0$ .**3. System von  $N$  nichtwechselwirkenden Spins  $S = 1$  (magnetisches Moment  $\mu$ ) im Magnetfeld  $H$**  (15 Punkte)

- (a) Wodurch werden die Mikrozustände festgelegt.
- (b) Geben Sie die Dichtematrix an die einem Makrozustand mit gegebenen  $T, N, H$  zugeordnet ist?
- (c) Berechnen Sie die freie Energie  $F(T, N, H)$ .
- (d) Berechnen Sie die Entropie  $S(T)$  und diskutieren Sie den Temperaturverlauf für  $T \rightarrow 0$  und  $T \rightarrow \infty$ . Skizzieren Sie  $S(T)$ .

**Bitte wenden!**

**4. Chemisches Potential für zweidimensionales Elektronengas:** (14 Punkte)

- (a) Bestimmen Sie für ein zweidimensionales Elektronengas (Teilchenzahl  $N$ , Fläche  $A$ ) das chemische Potential  $\mu$  als Funktion der Temperatur  $T$  und der Fermienergie  $\epsilon_F$ .

*Hinweis:* Das Integral  $\int_a^b dx \frac{1}{(e^x+1)}$  kann mit Hilfe der Substitution  $e^x = t$  berechnet werden.

- (b) Betrachten Sie die Grenzfälle  $k_B T \ll \epsilon_F$  und  $k_B T \gg \epsilon_F$ . Skizzieren Sie  $\mu(T)$ .
- (c) Für welche Temperatur wird  $\mu = 0$ ?