

# ÜBUNGSBLATT 10 ZU THERMODYNAMIK UND STATISTISCHE MECHANIK

Prof. Günter Sigl

II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg

Luruper Chaussee 149

D-22761 Hamburg

Germany

email: guenter.sigl@desy.de

tel: 040-8998-2224

Abgabetermin: 18.1.2016 vor den Übungen

1. (4 Punkte) Ein ideales Gas werde auf konstanter Temperatur  $T$  und bei konstantem chemischen Potential  $\mu$  gehalten. Berechnen Sie die Standardabweichung der Teilchenzahl  $\sigma_N = (\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2)^{1/2}$  als Funktion der mittleren Teilchenzahl  $\langle N \rangle$ .
2. (6 Punkte) Ein Molekül habe eine Vibrationsmode mit natürlicher Frequenz  $\omega$  und befinde sich in einem Wärmebad der Temperatur  $T$ .
  - a) Berechnen Sie die Standardabweichung  $\sigma_U = (\langle U^2 \rangle - \langle U \rangle^2)^{1/2}$  der Energie der an der Vibrationsmode beteiligten Quantenzustände als Funktion von  $\omega$ ,  $T$  und von fundamentalen Konstanten.
  - b) Berechnen Sie analog das dritte zentrale Moment  $(\langle U^3 \rangle - \langle U \rangle^3)^{1/3}$ .
3. (4 Punkte) Betrachten Sie ein Strahlungsfeld im thermischen Gleichgewicht bei Temperatur  $T$ . Berechnen Sie die Standardabweichung  $\sigma_U$  der inneren Energie in einem Teilvolumen  $V$ . Hinweis: Verwenden Sie die innere Energie  $U(T, V)$  aus Aufgabe 3 von Übungsblatt 3.
4. (6 Punkte) Betrachten Sie das ideale Gas masseloser Fermionen im Grenzfall  $T \rightarrow 0$ .
  - a) Berechnen Sie das großkanonische Potential  $\Phi(T \rightarrow 0, V, \mu)$ . Hinweis: Überlegen Sie zunächst wie die Besetzungszahl  $N(\epsilon)$  als Funktion der Teilchenenergie aussehen muss. Wie hängt in diesem Falle der Fermiimpuls  $p_F$  mit  $\mu$  zusammen?
  - b) Berechnen Sie daraus die Teilchendichte  $n(T \rightarrow 0, \mu) = N/V$  und die Energiedichte  $u(T \rightarrow 0, \mu) = U/V$ .
  - c) Geben Sie den Entartungsdruck  $p(T \rightarrow 0, \mu)$  an.