

Übungen zur Vorlesung
Theoretische Physik - Thermodynamik
Prof. Dr. W.G. Schmidt, WS 2009/2010

BLATT I
Abgabe am Dienstag, den 20.10.2009.

1. **dV Total**

Ein Kennzeichen thermodynamischer Systeme ist, dass sie sich trotz vieler *mikroskopischer* Freiheitsgrade durch wenige *makroskopische* Variablen beschreiben lassen.

- (a) Rekapitulieren Sie die Begriffe *Zustandsgröße* und *vollständiger Satz unabhängiger Zustandsgrößen*.
- (b) Ein homogenes System sei durch die Zustandsgrößen p und T bestimmt. Sind dann die folgenden Größen V und Q ebenfalls Zustandsgrößen?

$$\delta V = \frac{\nu R}{p} dT - \frac{\nu RT}{p^2} dp \quad (1)$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \nu R dT - \frac{\nu RT}{p} dp \quad (2)$$

- (c) Bestimmen Sie - falls notwendig - für V bzw. Q einen integrierenden Faktor $\mu(p, T)$ und berechnen Sie die Integrale μV bzw. μQ . Tipp: Die Integrale sind wegunabhängig. (Warum?)

2. **Van-der-Waals Gas** Die thermische Zustandsgleichung des van-der-Waals Gases ist gegeben durch

$$\left(p + \frac{N^2}{V^2} a \right) (V - Nb) = Nk_B T. \quad (3)$$

Nutzen Sie den Zusammenhang zwischen thermischer und kalorischer Zustandsgleichung in pVT -Systemen, der in Abschnitt 5.1 der VL bewiesen werden wird,

$$dU = C_V(V, T) dT + \left(T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V - p \right) dV \quad (4)$$

und die Tatsache, dass dU ein totales Differential ist aus, um die Abhängigkeit der inneren Energie $U = U(T, V)$ von Temperatur und Volumen zu bestimmen.

- bitte wenden -

3. **Schwarzer Strahler** Als schwarzen Strahler bezeichnet man einen Hohlraum mit Volumen V , dessen Strahlungsfeld im thermischen Gleichgewicht dadurch entsteht, dass die Wände auf konstanter Temperatur T gehalten werden. Die Energiedichte ist lediglich eine Funktion der Temperatur, so dass die innere Energie die allgemeine Form

$$U(V, T) = V f(T) \quad (5)$$

annimmt, wobei die Funktion f nur von T abhängt. Der Strahlungsdruck sei gegeben durch

$$p = \frac{1}{3} b T^4. \quad (6)$$

Wie sieht dann die Funktion f aus? Tipp: Nutzen Sie Gl. (4).