

## Theoretische Physik in zwei Semestern II

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla,

WS 2014/15

**Blatt 10:** Abgabetermin: Dienstag, der 16.12.2014, 10:00

### Aufgabe 1: partielle Ableitungen I

Gegeben Sei ein vereinfachtes thermodynamisches System mit zwei Zustandsvariablen  $x$  und  $y$ . Im folgenden wird nur noch eine weitere Zustandsgröße  $z(x, y)$  betrachtet.

- Welche drei Möglichkeiten der Beschreibung dieses Systems gibt es?
- Wie lauten die Gleichungen für die Differentiale  $dz$  (wenn  $z$  als Funktion von  $x$  und  $y$  aufgefasst wird),  $dx$  (wenn  $x$  als Funktion von  $z$  und  $y$  aufgefasst wird) und  $dy$  (wenn  $y$  als Funktion von  $x$  und  $z$  aufgefasst wird)?
- Leiten Sie daraus die in Aufgabe 3c) von Blatt 8 verwendete Relation

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1$$

her.

(4 Punkte)

### Aufgabe 2: partielle Ableitungen II

Zeigen Sie die in der Vorlesung verwendeten Beziehungen zwischen den partiellen Ableitungen der Entropie  $S(T, V)$  und  $U(T, V)$ :

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V &= \frac{1}{T} \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V, \\ \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T &= \frac{1}{T} \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T + \frac{p}{T}. \end{aligned}$$

Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

- Aus dem ersten Hauptsatz ergibt sich direkt das Differential  $dS$  für die Funktion  $S(U, V)$ .
- Ersetzen Sie in dieser Gleichung das  $dU$  durch das Differential der Funktion  $U(T, V)$ .

- c) Die oben angegebenen Gleichungen ergeben sich dann aus dem Vergleich mit dem Differential  $dS$  für die Funktion  $S(T, V)$ .

(4 Punkte)

### Aufgabe 3: thermodynamische Kräfte und Maxwell-Relationen

Wir betrachten ein thermodynamisches System in dem  $\delta W$  die folgende Form annimmt:

$$\delta W = - \sum_{i=1}^N X_i dx_i .$$

Aus dem ersten Hauptsatz

$$dU = TdS - \sum_{i=1}^N X_i dx_i$$

folgt damit, dass die innere Energie als Funktion der Zustandsvariablen (den natürlichen Variablen)  $S, x_1, x_2, \dots, x_N$  aufgefasst wird.

- Wie lauten die Gleichungen für die  $N + 1$  thermodynamischen Kräfte?
- Wieviele Maxwell-Relationen lassen sich daraus ableiten? Geben Sie diese Maxwell-Relationen an.

(3 Punkte)