

Theoretische Physik in zwei Semestern II

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla, J. Schmidt

WS 2013/14

Blatt 10: Abgabetermin: Mittwoch, der 08.01.2014, 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

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

ab.

(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: Entropie des idealen Gases

Wir betrachten ein ideales Gas in einem geschlossenen System, für das Teilchenerhaltung gilt. Die fundamentalen Gleichungen für das ideale Gas lauten:

$$U = C_V T \quad , \quad pV = Nk_B T \quad .$$

Um die Entropie S zu bestimmen verwendet man:

$$dS = \frac{1}{T}dU + \frac{p}{T}dV$$

- a) Berechnen Sie die Entropie S als Funktion der inneren Energie U und dem Volumen V .

(4 Punkte)