

6. Übungsblatt zur Theoretischen Physik IVa**Abgabe: Mittwoch 30.01.08** vor der Vorlesung**Aufgabe 13(20 Punkte):** *Thermodynamische Potenziale*

Wenn U als Funktion seiner natürlichen Variablen S und V bekannt ist, dann lassen sich die thermodynamischen Eigenschaften eines makroskopischen Systems vollständig bestimmen.

1. Beweisen Sie die in diesem Zusammenhang in der Vorlesung angegebenen Ausdrücke für die spezifischen Wärmekapazitäten c_V und c_p

$$c_V = \frac{\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V}{\left(\frac{\partial^2 U}{\partial S^2}\right)_V}, \quad c_p = \frac{\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V \left(\frac{\partial^2 U}{\partial V^2}\right)_S}{\left(\frac{\partial^2 U}{\partial V^2}\right)_S \left(\frac{\partial^2 U}{\partial S^2}\right)_V - \left(\frac{\partial^2 U}{\partial V \partial S}\right)^2} \quad (1)$$

Hinweis: Leiten Sie zunächst die Relation $c_p = c_V + T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ ab (Methode der Funktionaldeterminanten benutzen).

2. Ersetzen Sie im thermodynamischen Potenzial $U(S, V)$ das Volumen V durch den Druck p derart, dass ein neues thermodynamisches Potenzial (die Enthalpie $H(S, p)$) entsteht. Vervollständigen Sie die in der Vorlesung begonnene Tabelle mit den entsprechenden Einträgen für $H(S, p)$. Wie lautet die Maxwell-Relation? Wie groß ist die von einem TDS bei isobaren Prozessen aufgenommene Wärmemenge?

Aufgabe 14(20 Punkte): *Joule-Thomson-Prozess*

Temperaturänderung eines realen Gases bei adiabatisch-isoenthalpischer Entspannung \rightarrow Gasverflüssigung

Beim Joule-Thomson-Prozess strömt ein Gas unter stationären Bedingungen durch eine poröse Trennwand aus einer Kammer mit hohem Druck in eine Kammer mit niedrigem Druck. Dabei wird der Druck in beiden Kammern konstant gehalten und keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht. Im Ergebnis sind die Temperaturen in beiden Kammern unterschiedlich.

1. Überzeugen Sie sich davon, dass bei diesem Prozess die Enthalpie erhalten bleibt und die Entropie zunimmt.
2. Die Änderung der Temperatur beim Joule-Thomson Prozess ist durch die Ableitung bestimmt $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$ (Joule-Thomson-Koeffizient). Beweisen Sie die Relation

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = \frac{1}{c_P} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p - V \right]. \quad (2)$$

Hinweis: Leiten Sie zunächst die Beziehung $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p + V$, analog der Vorgehensweise bei der Herleitung des Zusammenhangs zwischen kalorischer und thermischer Zustandsgleichung ab (vgl. Vorlesung).

Bitte Rückseite beachten! \rightarrow

Hinweise: Übungsblätter werden Mittwoch in der Vorlesung ausgegeben und zwei Wochen später am Anfang der Vorlesung eingesammelt.

Literaturtipps zur Lehrveranstaltung (nur eine Auswahl):

- T. Fließbach, Statistische Physik (Spektrum, Berlin 1995).
- R. Kubo, Thermodynamics (North-Holland, Amsterdam 1968).
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 5 (Harry Deutsch, Frankfurt/M. 1991).
- R. Lenk, Einführung in die Statistische Mechanik (Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1978).
- W. Nolting, Grundkurs der Theoretischen Physik, Bd. 6 (Springer, Berlin 2002).
- F. Schwabl, Statistische Mechanik (Springer, Berlin 2004).
- H. Schulz, Statistische Physik (Harry Deutsch, Frankfurt/M. 2005).

Kontakt: <http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ws0708/pvhs/thermoa/>