

Statistische Physik

Übungszettel 7

Vorlesung: Prof. Dr. Otfried Gühne
Übungen: Florian Köppen, Tobias Moroder, Di 9–11.

Abzugeben bis: Freitag, 14.6.

1. Thermodynamische Relationen (5 Punkte)

Im folgenden soll die Nützlichkeit thermodynamischer Relationen demonstriert werden. Wir betrachten ein System mit innerer Energie U , Temperatur T und Volumen V .

(a) Zeige die Relation:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -p + T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V, \quad (1)$$

wobei die Indices die konstant gehaltenen Variablen bezeichnen.

Betrachten wir nun das Beispiel eines Photonen-Gases. Für dieses System sei:

$$P = \alpha \epsilon(T), \quad (2)$$

mit $\alpha = \text{const.}$, wobei $\epsilon(T)$ die innere Energie pro Volumen ist

(b) Bestimme die explizite Temperaturabhängigkeit von $U = U(T, V)$.

(c) Berechne die Entropie $S = S(T, V)$.

2. Zustandsgleichungen (3 Punkte)

In der Thermodynamik ist eine Zustandsgleichung eine Funktion, die verschiedene (intensive und extensive) Zustandsgrößen verbindet, z.B. $f(x, y, z) = 0$ für die Variablen x, y, z . Diese Relation muß eindeutig invertierbar sein, so daß z.B. die Variable $x = x(y, z)$ eindeutig durch y, z ausgedrückt werden kann. Ein Beispiel für eine Zustandsgleichung ist $f(P, V, T) = P - Nk_B T/V$ für das ideale Gas.

Zeige für eine Zustandsgleichung $f(x, y, z) = 0$ die folgenden Identitäten:

(a)

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \frac{1}{\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_z} \quad (3)$$

(b)

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1 \quad (4)$$

Sind sie beim idealen Gas erfüllt?