Übung zur Vorlesung
Theoretische Physik IV

WiSe 2022/23 **Blatt 3** **02.11.2022**

Aufgabe 6 *Volumenabhängigkeit der inneren Energie für verschiedene Zustandsgleichungen*

In dieser Aufgabe soll untersucht werden, wie die innere Energie für einige Zustandsgleichungen $f(p, V, T) = 0$ bei reversiblen Zustandsänderungen vom Volumen V abhängt.

a) Im Folgenden betrachten wir dazu die innere Energie U als Funktion der Temperatur T und des Volumens V und bezeichnen mit $dS = \delta Q/T = \frac{1}{T}\,dU + \frac{p}{T}\,dV$ die Änderung der Entropie S. Leiten Sie aus dem Integrabilitätskriterium für das vollständige Differential dS die Relation

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$

ab.

(2 Punkte)

b) Wie hängt die innere Energie $U(T, V)$ für das ideale Gas $pV = NkT$ bzw. für das Van-der-Waals-Gas

$$\left(p + \frac{\alpha}{(V/N)^2}\right)\left(\frac{V}{N} - 4v_0\right) = kT$$

vom Volumen ab?

(2 Punkte)

c) Wie lautet der Zusammenhang zwischen Druck p und Temperatur T für die Zustandsgleichung eines Gases, bei dem die innere Energie U nur von der Temperatur, nicht aber vom Volumen abhängt?

(1 Punkt)

Aufgabe 7 *Kühlung mit Hilfe des Carnotschen Kreisprozesses*

Der in der Vorlesung diskutierte Carnotsche Kreisprozess kann zum Kühlen des kälteren Reservoirs der Temperatur $T_1 < T_2$ verwendet werden, indem man mechanische Arbeit $-L > 0$ am System reversibel verrichtet (analog zur Vorlesung sei L die vom System verrichtete Arbeit). Dazu werden die Isothermen und Adiabaten des Kreisprozesses im Gegensatz zur Vorlesung nicht im Urzeigersinn ($A \to B \to D \to C \to A$), sondern gegen den Uhrzeigersinn ($A \to C \to D \to B \to A$) durchlaufen.

Wiederholen Sie den Gedankengang aus der Vorlesung für den Fall, dass der Carnotsche Kreisprozess gegen den Uhrzeigersinn durchlaufen wird. Zeigen Sie dann ausgehend von der adiabatischen Expansion des idealen Gases, dass die Wärmemenge Q_1, die dem kälteren Reservoir dabei entzogen wird, durch die Gleichung

$$Q_1 = \frac{(-L)}{\frac{T_2}{T_1} - 1}$$

gegeben ist.

(3 Punkte)