

Abgabe der Lösungen:

18.05.2010

Aufgabe 7: Entropie des idealen Gases (7 Punkte)

Gegeben sei ein ideales Gas ($pV = Nk_B T$, $C_V = \text{const.}$, $U = U(T)$).

- a) Berechnen Sie die Entropie S des idealen Gases als Funktion von T und V . Gehen Sie dabei folgendermaßen vor: Starten Sie beim Punkt $S(T_0, V_0)$ und gehen Sie entlang einer Adiabaten und einer Isothermen zum Punkt $S(T, V)$. Skizzieren Sie zunächst den Weg im S - T -Diagramm.
Hinweis: Drücken Sie den Adiabatenexponenten durch C_V und Nk_B aus. (3 Punkte)
- b) Berechnen Sie die innere Energie U als Funktion von S und V . (2 Punkte)
- c) Berechnen Sie die Ableitungen $(\frac{\partial U}{\partial V})_S$ und $(\frac{\partial U}{\partial S})_V$ jeweils als Funktion von S , V und N . Verifizieren Sie hiermit die allgemeine Gasgleichung. (2 Punkte)

Aufgabe 8: Das Van der Waals-Gas (5 Punkte)

Die freie Energie des van der Waals-Gases lautet

$$F(T, V, N) = Nk_B T \left\{ \ln \frac{Nk_B T}{p_0(V - Nb)} - 1 - \frac{5}{2} \ln \frac{T}{T_0} \right\} - \frac{aN^2}{V},$$

mit positiven Konstanten p_0 , T_0 , a und b .

- a) Berechnen Sie den Druck, die Entropie und die innere Energie des Gases jeweils als Funktion von T , V und N . (3 Punkte)
- b) Geben Sie die innere Energie in den natürlichen Variablen S , V und N an. Berechnen Sie $p = -\partial U / \partial V$ und zeigen Sie, dass Ihr Ergebnis mit dem Druck aus a) übereinstimmt. (2 Punkte)

Übungen zu den Theoretischen Ergänzungen zur Physik II

Aufgabe E4: Symmetrie & Erhaltungsgröße (6 Punkte)

Ein Teilchen bewege sich im Potenzial (Zylinderkoordinaten)

$$V = V_0 \rho^2 \{ \sin(kz) \cos \varphi - \cos(kz) \sin \varphi \}.$$

- a) Finden Sie eine kontinuierliche Symmetrietransformation. (2 Punkte)
- b) Geben Sie die zur Symmetrietransformation aus a) gehörige Erhaltungsgröße I an. (2 Punkte)
- c) Berechnen Sie dI/dt mit Hilfe der Bewegungsgleichungen. (2 Punkte)