

Nachklausur Thermodynamik/Statistische Physik I

Sommersemester 2007

1.) Begriffe und Sachverhalte

8 Punkte

Wie erhält man die Enthalpie aus der inneren Energie und wie lauten die Variablen, die sie zu einem thermodynamischen Potenzial machen?

Geben Sie den Ersten Hauptsatz der Thermodynamik an (Formell!) und erläutern Sie seine physikalische Bedeutung!

Welches thermodynamische Potenzial kann bei festgehaltener Temperatur, festgehaltenem Druck und festgehaltener Teilchenzahl nur abnehmen? Begründung!

Was versteht man unter einem irreversiblen Prozess, was unter einem reversiblen Ersatzprozess?

Erläutern Sie die Begriffe Mikrozustand und Makrozustand eines thermodynamischen Systems. Wie lautet der Entropieausdruck eines abgeschlossenen Systems?

2.) Stirlingscher Kreisprozess

8 Punkte

Eine Substanz sei durch das folgende Entropiepotenzial definiert:

$$S(U, V, N) = Nk \left\{ \frac{5}{2} + \ln \left[\frac{V}{N} \left(\frac{4\pi mU}{3h^2 N} \right)^{3/2} \right] \right\}$$

(S Entropie, U innere Energie, V Volumen, N Teilchenzahl, m Masse der Teilchen, h Plancksche Konstante, k Boltzmannsche Konstante).

Zeigen Sie, dass das Entropiepotenzial homogen vom Grade 1 ist.
Um welche Substanz handelt es sich?

Führen Sie mit dieser Substanz einen Stirlingschen Kreisprozess durch (obere Temperatur T_a , untere Temperatur T_b , oberes Volumen V_a , unteres Volumen V_b) und berechnen Sie dessen Wirkungsgrad. Skizze im pV-Diagramm!

Wie groß ist der Wirkungsgrad für $V_a = 2V_b$ und $T_a = 2T_b$?

Warum ist der Stirlingsche Kreisprozess kein Carnotprozess?

3.) Konsistenz von Zustandsgleichungen

7 Punkte

Zeigen Sie, dass die beiden Zustandsgleichungen $pV = \frac{1}{3}U$ und $U = aTV$ mit einer Konstanten a zu keinem physikalischen System gehören.

Wie müsste U abgeändert werden, um ein physikalisches System zu erhalten?
Um welches Systems handelt es sich dann?

Beweisen Sie ausgehend von der Gibbsschen Fundamentalgleichung, dass gilt:

$$T^2 \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T$$

4.) Ideales Gas im 1-dimensionalen Kasten

9 Punkte

Betrachten Sie ein System von N ununterscheidbaren, wechselwirkungsfreien Teilchen der Masse m , die sich in dem Potential

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{falls } 0 \leq x \leq L \\ \infty & \text{sonst} \end{cases}$$

bewegen.

Berechnen Sie unter Zuhilfenahme der **kanonischen** Gesamtheit die Freie Energie F und die Freie Enthalpie G als thermodynamische Potentiale.

Wie lauten das chemische Potenzial μ , der Druck p und die innere Energie U jeweils als Funktion der Temperatur T ?

Wie verhält sich die Wärmekapazität C_V bei $T \rightarrow 0$ und was folgt daraus für das Modell des idealen Gases bei tiefen Temperaturen?

Hinweise:

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx e^{-x^2} = \pi^{1/2}$$

$$N! = (N/e)^N \text{ (als Näherung)}$$

Bei der Aufgabe 4.) müssen 3 Punkte erreicht werden!