

Übungsblatt Nr. 3 zur Theorie F (Statistische Physik)

1 Gedankenexperiment zur Bestimmung der Entropie und Wärmekapazität

Das betrachtete System sei abgeschlossen und wird von $T = 0$ beginnend sehr langsam mit konstanter Leistung P_0 , bei V und N konstant, elektrisch aufgeheizt. Dabei steigt die Temperatur gemäß $T(t) = (\alpha P_0 t)^{1/4}$, mit konstantem α .

Bestimmen Sie:

- a) $S = S(t)$ und $S = S(T)$. (Hinweis: $dE = TdS$, $\Rightarrow dE/dt = T(t)dS/dt$.)
- b) $E(t)$, $E = E(S)$, und $E(T)$.
- c) Die Wärmekapazität $C_V = \frac{\partial E(T, V)}{\partial T} = T \frac{\partial S(T, V)}{\partial T}$.
- d) Um welches physikalische System könnte es sich handeln?

2 Teilchen im Potential

Gegeben ist das eindimensionale mechanische System eines Teilchens der Masse m im Potential $V(x)$, mit der Geschwindigkeit $v = \dot{x}$, dem Impuls p , der Kraft $F = -V'$ und der Energie $E = \frac{p^2}{2m} + V(x)$.

- a) Überzeugen Sie sich, daß $E = E(p, x)$ Gibbsfunktion in (p, x) ist. (Hinweis: Gibbs'sche Fundamentalform, Ableitungen.)
- b) Ein Zustand werde nun an Stelle von (p, x) durch (v, x) beschrieben. Welche Gibbsfunktion $\tilde{E} = \tilde{E}(v, x)$ gehört zu den Variablen (v, x) ? Welche Bedeutung haben die Ableitungen?
- c) Um welche Funktionen E und $\tilde{E}$ handelt es sich in der Sprache der klassischen Mechanik?
- d) Wie lauten die Bewegungsgleichungen für (p, x) und (v, x) ausgedrückt durch Ableitungen von E bzw. $\tilde{E}$. (Hinweis: $\dot{p} = F$.)

3 Klassisches ideales Gas

- a) Verifizieren Sie, daß die freie Energie F bezüglich der extensiven Variablen eine konvexe Funktion ist.
- b) Verifizieren Sie, daß die freie Energie F bezüglich der intensiven Variablen eine konkave Funktion ist.