

**18. Thermodynamische Relationen****(4 Punkte)**

Zeigen Sie die Gültigkeit der folgenden Thermodynamischen Relationen:

(a) $\left(\frac{\partial \mu}{\partial V}\right)_{\sigma, N} = -\left(\frac{\partial p}{\partial N}\right)_{\sigma, V}$

(b) $\left(\frac{\partial \tau}{\partial N}\right)_{\sigma, V} = \left(\frac{\partial \mu}{\partial \sigma}\right)_{V, N}$

19. Legendre-Transformation**(8 Punkte)**

Bestimmen Sie jeweils die Legendre-Transformierte

(a) $\eta(\xi)$ für $y(x) = \exp(x - 1)$;

(b) $\eta(x_1, \xi)$ für $y(x_1, x_2) = x_1^2 x_2^3$;

(c) Bestimmen Sie die zu der Lagrange-Funktion

$$\mathcal{L}(\underline{q}, \dot{\underline{q}}) = \frac{m}{2} \dot{\underline{q}}^2 + \underline{A}(\underline{q}) \cdot \dot{\underline{q}}$$

 gehörende Hamilton-Funktion $\mathcal{H}(\underline{p}, \underline{q})$.
20. Berechnung von C_p aus dem Potential $U(\sigma, V, N)$ **(8 Punkte)**
 Betrachten Sie ein System konstanter Teilchenzahl ($N = \text{const}$). In diesem System gilt für die innere Energie $U = U(\sigma, V)$.

(a) Leiten Sie zunächst die Beziehung

$$C_p - C_V = k_B \tau \left(\frac{\partial V}{\partial \tau}\right)_p \left(\frac{\partial p}{\partial \tau}\right)_V$$

 her. Gehen Sie dabei von der Entropie $\sigma(\tau, p(\tau, V))$ aus und drücken Sie die Wärmekapazitäten als Ableitungen der Entropie aus. Nutzen Sie die Beziehung $(\partial_p \sigma)_\tau = -(\partial_\tau V)_p$.

(b) Leiten Sie die Beziehung

$$C_p - C_V = \frac{\tau V \alpha^2}{k_B K_\tau} \quad ,$$

 ab, wobei $K_\tau = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_\tau$ die *isotherme Kompressibilität* und $\alpha = \frac{k_B}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial \tau}\right)_p$ der *thermische Ausdehnungskoeffizient* ist. Erinnern Sie sich dazu auch an die Übungsaufgabe 'Kettenregel und partielle Ableitungen'. Anhand dieser Beziehung kann man nun leicht ablesen, dass immer $C_p > C_V$ gilt.

Information der Fachgruppe

Am Donnerstag, den 15.12.2022 ab 18:30 Uhr, veranstaltet die FG-Physik eine Weihnachtsfeier in MS 3.1 und alle Physikstudierenden sind herzlich dazu eingeladen!