



Übungsblatt 06

Ausgabe: Montag, 08.06.20; Besprechung: Montag, 15.06.20

Aufgabe 1

Betrachten Sie ein einfaches Fluid und zeigen Sie, dass die Differentialform der reversiblen Wärme nur dann exakt sein würde, wenn die unphysikalische Bedingung $\left. \frac{\partial P}{\partial T} \right|_V = 0$ erfüllt wäre.

Aufgabe 2

Stellen Sie den Druck eines einfachen Fluids als eine Legendre-Transformierte der Energiedichte E/V dar.

Aufgabe 3 Gas mit Wechselwirkung

Wir betrachten ein Gas mit einer Zustandsgleichung der Form (Anfang der Virialentwicklung):

$$P = RT \left[\frac{N}{V} + \left(\frac{N}{V} \right)^2 B(T) \right]. \quad (1)$$

Die Wärmekapazität habe die Gestalt

$$C_V = \frac{3}{2}NR + NR \frac{N}{V} f(T). \quad (2)$$

(a) Drücken Sie $f(T)$ durch $B(T)$ aus. Zeigen Sie, dass $\left. \frac{\partial E}{\partial V} \right|_T$ nicht Null ist.

(b) Berechnen Sie $S(T, V)$ und $E(T, V)$.

(c) Berechnen Sie H , F und μ sind als Funktionen von T und V .

Aufgabe 4 Boyle Temperatur

Betrachte 1 mol des van-der-Waals-Gases. Stellen Sie den Druck in den niedrigsten Potenzen von $n = 1/v$ dar, wobei v das molare Volumen ist:

$$P = B_1(T) \cdot n + B_2(T) \cdot n^2 + \dots \quad (3)$$

Bestimmen Sie $B_1(T)$ und $B_2(T)$. Was kann man über den Druck eines v.d.W. Gases im Vergleich zu einem idealen Gas sagen? Interpretieren Sie $B_2(T)$ physikalisch.

Aufgabe 5 Heiße Wasserflaschen

- (a) Betrachten Sie die thermodynamischen Potentiale F , H und G für ein ideales Gas und argumentieren Sie, dass diese nicht zerlegbar sind.
- (b) Betrachten Sie nun einen Festkörper. Ausgehend von $dE = T dS - P dV$, argumentieren Sie, dass man die Energie nicht zerlegen kann in $E(S, V) \approx E_1(S) + E_2(V)$. Warum ist dies anders, wenn wir die Enthalpie H oder Gibbs-Energie G betrachten?
- (c) Was folgt aus (b) für den Unterschied zwischen C_V und C_P für Festkörper? Unter welchen Bedingungen ist die Zerlegung von H und G sinnvoll für Flüssigkeiten?
- (d) Erläutern Sie, warum die Zerlegbarkeit eines der Potentiale zum intuitiven Gefühl führt, dass Wärme eine eigene Größe innerhalb von Festkörpern und Flüssigkeiten ist. Dieses Verständnis hatte die Wissenschaft auf den Irrweg der „kalorischen Theorie“ geführt.