

Aufgabe 2 Thermodynamik II H12

A) Als Modell für einen reinen Realstoff wird für das chemische Potential μ folgender Ansatz

$$\mu(T, p) = \mathcal{R} T \left(c \left(1 - \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) \right) + \ln \left(\frac{p}{p_0} \right) \right) + b(p - p_0)$$

eingeführt. Darin sind \mathcal{R} die allgemeine Gaskonstante und b, c positive Konstanten.

a) Welche physikalische Bedeutung besitzen folgende partielle Ableitungen:

$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial p} \right)_T \quad \text{und} \quad \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_p ?$$

- b) Bestimmen Sie die thermische Zustandsgleichung $f(p, v_m, T; b) = 0$ des Stoffes!
- c) Welcher Aggregatzustand des Stoffes wird durch diese Zustandsgleichung beschrieben und welche von einem idealen Stoff abweichende charakteristische Eigenschaft des Realstoffes soll durch das Modell erfasst werden?
- d) Bestimmen Sie die Entropiefunktion $s_m = s_m(T, p)$ und die kalorische Zustandsgleichung Enthalpie $h_m = h_m(T, p)$!
- e) Durch welche Zustandsgröße kann die Konstante c ausgedrückt werden?
- f) Hängt die innere Energie u_m außer von der Temperatur auch vom Druck oder dem Volumen ab (Herleitung!)?
- g) Wie wird sich die Temperatur eines solchen Stoffes beim Durchströmen einer adiabaten Drossel ändern?

B) Für einen reinen Stoff gelten die Maxwell-Relationen

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial T}{\partial v_m} \right)_{s_m} &= - \left(\frac{\partial p}{\partial s_m} \right)_{v_m}, & \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_{v_m} &= \left(\frac{\partial s_m}{\partial v_m} \right)_T \\ \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_{s_m} &= \left(\frac{\partial v_m}{\partial s_m} \right)_p, & - \left(\frac{\partial s_m}{\partial p} \right)_T &= \left(\frac{\partial v_m}{\partial T} \right)_p \end{aligned}$$

- a) Leiten Sie exemplarisch eine der Maxwell-Relationen her!
- b) Zeigen Sie exemplarisch für eine der Maxwell-Relationen unter welcher Bedingung die Maxwell-Relationen auch für Stoffgemische gelten!
Wie sind in diesem Fall molaren Größen wie v_m, s_m aufzufassen?