

**Aufgabe 1 F20** (Teile A 22 Punkte, Teil B 11 Punkte)

A) Geg.: Die Gibbssche Enthalpie eines reinen Stoffes werde durch den Ansatz

$$G = G(p, T, n) = -n \mathcal{R} T \ln \left( \phi_0 \frac{T^{\tilde{c}}}{p} \right) \quad \text{mit} \quad \phi_0 = \frac{p_0}{T_0^{\tilde{c}}}, \quad p_0, T_0 = \text{const}$$

modelliert. Darin sind  $n$  die Molmenge,  $\mathcal{R}$  die allgemeine Gaskonstante, der Exponent  $\tilde{c}$  eine dimensionslose Konstante sowie  $p_0$  und  $T_0$  ein Referenzdruck und eine Referenztemperatur.

Ges.:

- Bestimmen Sie die Zustandsgleichungen  $V(T, p, n)$ ,  $S(T, p, n)$ ,  $U(T, p, n)$  und  $H(T, p, n)$ !
- Um welches Stoffmodell handelt es sich?
- Bestimmen Sie die molaren Wärmekapazitäten  $c_{v_m}$  und  $c_{p_m}$  bei konstantem Volumen bzw. Druck!
- Bestimmen Sie das Chemische Potential  $\mu(T, p)$ !
- Wie groß ist der Joule-Thomson-Koeffizient  $\mu_{JT} = \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_h$  des Stoffes?
- Kann das hier vorgeschlagenen Gasmodell für die Simulation eines Gasverflüssigungsprozesses, der auf dem klassischen Linde-Verfahren aufbaut, benutzt werden? Begründung!
- Zeigen Sie, dass die molare Wärmekapazität bei konstantem Volumen ganz allgemein, also nicht nur für den hier gegebenen Spezialfall, durch

$$c_{v_m} = T \left( \frac{\partial s_m}{\partial T} \right)_{v_m}$$

bestimmt werden kann!

B) Für die Innere Energie  $U(T, V)$  und die Entropie  $S(T, V)$  werden folgende Produktansätze

$$U = c_u T^\alpha V^\beta \quad \text{und} \quad S = c_s T^\gamma V^\delta \quad \text{mit} \quad c_u, c_s = \text{const}$$

als Stoffmodell formuliert.

Ges.:

- Welches thermodynamische Potential besitzt als natürliche Variablen  $T$  und  $V$  und wie lautet die Fundamentalgleichung für dieses Potential?
- Welche thermische Zustandsgleichung  $p = p(T, V; \alpha, \beta, \gamma, \delta)$  ergibt sich aus diesen Modellansätzen?
- Leiten Sie drei Bedingungen her, die die sechs Parameter  $c_u, c_s, \alpha, \beta, \gamma, \delta$  erfüllen müssen, damit die Modellansätze ein insgesamt konsistentes thermodynamisches Modell darstellen.