

Aufgabe 1: Thermodynamische Potentiale, Maxwell-Relationen (6 Punkte)

- a) Drücken Sie, ausgehend vom 1. HS ($dU = \delta Q + \delta W$) und 2. HS ($dS = \frac{dQ_{rev}}{T}$) der Thermodynamik, die thermodynamischen Potentiale Innere Energie U , Enthalpie H , Freie Energie F und Freie Enthalpie G als Funktion ihrer natürlichen Variablen aus. (2P)
- b) Wie lautet das totale Differential der Freien Enthalpie eines einkomponentigen Systems *variabler Teilchenzahl* als Funktion ihrer natürlichen Variablen? Welchen thermodynamischen Zustandsgrößen entsprechen die partiellen Ableitungen von G nach ihren natürlichen Variablen? (2P)
- c) Maxwell-Relationen: Ergänzen Sie

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S = \quad (-) \quad \text{und} \quad \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T = \quad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \quad (2P)$$

Aufgabe 2: Wärmeübertragung (10 Punkte)

- a) Nennen und beschreiben Sie die 3 Arten der Wärmeübertragung. (3P)
- b) Skizzieren Sie den Temperaturverlauf bei Wärmeleitung durch eine ebene Wand und eine Zylinderwand. Welcher funktionelle Zusammenhang besteht zwischen Temperatur und Wanddicke (ebene Wand) und Zylinderradius (Zylinderwand)? (3P)
- c) Eine ebene Wand bestehe aus drei Schichten (1, 2 und 3) gleicher Dicke ($d_1=d_2=d_3$) aber unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$). Skizzieren Sie den Temperaturverlauf durch die Wand (das Medium mit höherer Temperatur befinde sich an der Außenseite von 1) und berücksichtigen Sie dabei den Wärmeübergang Medium \rightarrow Wand. (4P)

Aufgabe 3: Kreisprozesse (8 Punkte)

Als Vergleichsprozess für Kreisprozesse in Kolbenverbrennungsmotoren (Otto-Motor, Diesel-Motor) wird der Seilinger-Prozess (Kombination von adiabaten, isochoren und isobaren Schritten) herangezogen.

- a) Skizzieren Sie den Seilinger Prozess bestehend aus 5 Prozessschritten in einem pV - und TS -Diagramm. Beschriften Sie die Eckpunkte und geben Sie die Umlaufrichtung an. (4P)
- b) Kennzeichnen Sie im pV -Diagramm jene Prozessschritte, in denen Wärme zu- bzw. abgeführt, und in dem Arbeit verrichtet wird. (2P)
- c) Geben Sie ΔQ_{zu} und ΔQ_{ab} explizit an und formulieren Sie mit deren Hilfe den Wirkungsgrad für den Seilinger-Prozess. (2P)

Aufgabe 4: Phasenübergänge und Chemisches Potential (8 Punkte)

- Skizzieren Sie qualitativ das Phasendiagramm von Wasser in einem p, T -Diagramm und kennzeichnen Sie darin die Bereiche der verschiedenen Aggregatzustände. Welche Bedeutung kommt den Linien in diesem Phasendiagramm zu, welche dem Schnittpunkt dieser Linien? (3P)
- Wie lautet die thermodynamische Bedingung für die Koexistenz von flüssiger und gasförmiger Phase bei vorgegebenem Druck und vorgegebener Temperatur? (1P)
- Wie lautet die Clapeyron-Gleichung im speziellen Fall der Koexistenz der flüssigen und gasförmigen Phase? Benennen Sie die einzelnen in der Gleichung auftauchenden Größen. Erklären Sie anhand der Clapeyron-Gleichung die unterschiedlichen Steigungen der Linien im p, T -Diagramm? (2P)
- Wie verändert sich das Phasendiagramm aus a) qualitativ, wenn man Kochsalz im Wasser löst? Erläutern Sie anhand des p, T -Diagramms (Skizze), welche Auswirkungen die Zugabe von Kochsalz auf den Schmelzpunkt bzw. den Siedepunkt bei konstantem Umgebungsdruck hat. (2P)

Aufgabe 5: Mollier-Diagramm (8 Punkte)

Das Gas-Dampf-Gemisch „Feuchte Luft“ ist von herausragender Bedeutung für die Technik, Umwelt und unseren Alltag. Ausgangspunkt für die quantitative Beschreibung feuchter Luft ist das Mollier-Diagramm.

- Beschreiben Sie ausgehend von zwei feuchten Luftströmen charakterisiert durch die Punkte a und b im **Mollier-Diagramm** (Anhang 1) zuerst allgemein die Vorgehensweise zur Ermittlung des Mischzustandes bei adiabater Mischung von zwei Luftströmen. Wo befindet sich der Mischzustand für ein Mengenverhältnis $a : b = 1 : 2$ der Luftströme a und b ? Lesen Sie aus dem Mollier-Diagramm ungefähr die Temperatur und den relativen sowie absoluten Wassergehalt des Mischzustandes ab. (4P)
- Die Entfeuchtung von Luft durch Taupunktunterschreitung spielt bei Klimaanlage eine wichtige Rolle und kann anschaulich im Mollier-Diagramm dargestellt werden. Tragen Sie die einzelnen Teilschritte bei der Luftentfeuchtung, ausgehend von Zustand 1 (25°C , 60 % rel. Feuchte) zu Zustand 2 (25°C , 40% rel. Feuchte), im **Mollier-Diagramm** (Anhang 2) ein. Erklären sie, wie die entfeuchtende Wirkung zustande kommt. (4P)