

Name: _____

Matrikelnummer: _____

2. Teilklausur, UE Thermodynamik (PHY.H40UB)

21.01.2021

Aufgabe 1: Kreisprozess (23 Punkte)

In einer Wärmekraftmaschine mit den Wärmespeichern konstanter Temperatur T_L und T_H ($T_L < T_H$) durchläuft ein ideales Gas als Arbeitsmedium folgende Teilschritte:

- 1 → 2: Isotherme Expansion bei T_H
- 2 → 3: Isobare Abkühlung auf T_L bei p_L
- 3 → 4: Isotherme Kompression bei T_L
- 4 → 1: Isobare Erwärmung auf T_H bei einem Druck von p_H

Bekannte Größen: T_H , T_L , p_H , p_L , n , $C_{p,m}$, $C_{v,m}$.

- a) Skizzieren Sie den Kreisprozess im pV - und im TS -Diagramm und tragen Sie die Umlaufrichtung ein. (4 Punkte)
- b) Leiten Sie, ausgehend von den jeweiligen differentiellen Formeln, Ausdrücke für die in jedem Teilprozess ausgetauschte Wärmemenge nur in Abhängigkeit der bekannten Zustandsgrößen p_L bzw. p_H sowie T_L bzw. T_H her. Wird die jeweilige Wärmemenge dem Arbeitsmedium zu- oder abgeführt (Vorzeichendiskussion!)? Kennzeichnen Sie im TS -Diagramm aus Aufgabenteil a) die gesamte zu- sowie abgeführte Wärmemenge als Fläche unter Prozesskurven. (7 Punkte)
- c) Drücken Sie den thermodynamischen Wirkungsgrad dieses Kreisprozesses anhand der ausgetauschten Wärmemengen aus. (2 Punkte)
- d) Berechnen Sie die Entropiebilanz (Gesamtentropiedifferenz nach einem vollen Durchlauf) des **Systems und der Umgebung** (\triangleq beide Wärmespeicher). Vereinfachen Sie das Ergebnis so weit wie möglich. Hinweis: Im Zuge der isobaren Teilprozesse wird ebenfalls Wärme mit den beiden Wärmereservoirs ausgetauscht, deren Temperatur als konstant angenommen werden kann. (6 Punkte)
- e) Zur Erhöhung des Wirkungsgrads wird ein idealer Regenerator eingesetzt. Kennzeichnen Sie in einem TS -Diagramm die durch den Regenerator verursachten Wärmeflüsse und berechnen Sie den Wirkungsgrad dieses Kreisprozesses mit Regenerator. (4 Punkte)

Aufgabe 2: Chemisches Gleichgewicht (7 Punkte)

Betrachten Sie die Reaktion: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$.

- a) Geben Sie die Gleichgewichtsbedingung für diese Reaktion als Funktion der chemischen Potentiale μ_i der Edukte und Produkte an? (1 Punkt)
- b) Stellen Sie für diese Reaktion das Massenwirkungsgesetz als Funktion der Molenbrüche x_i der Edukte bzw. Produkte auf. Die Gleichgewichtskonstante wird mit $K_{(x_i)}$ bezeichnet. Was gilt für die Lage des Gleichgewichts bei $K \gg 1$ bzw. $K \ll 1$? (3 Punkte)
- c) Formulieren Sie für die Reaktion die Gleichgewichtskonstante $K_{(p_i)}$ in Abhängigkeit der Partialdrücke p_i und leiten Sie den Zusammenhang zwischen $K_{(x_i)}$ und $K_{(p_i)}$ her ($x_i = p_i/p$). (3 Punkte)