

Übungsblatt 13

Ausgabe: Dienstag, 31.01.2023

Abgabe: Dienstag, 07.01.2023, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 09.02.2023 (Übungen)

Die Anmeldung zur Vorleistung im Campus Management System ist vom 01.02.2023 bis zum 15.02.2023 möglich. Bitte beachten Sie auch die Informationen zu Vorleistung und Klausur im Merkblatt *Ankuendigung_Klausur_1* in ILIAS.

Aufgabe 1

2 Punkte

- Um wieviel ändert sich die Gibbsche freie Enthalpie G von Wasser, wenn man bei konstant gehaltenem Druck die Temperatur von 20°C auf 30°C erhöht? Die Entropie S beträgt $70 \text{ J}/(\text{K mol})$. **1 Punkt**
- Welchen Druck P muss man bei konstant gehaltener Temperatur ausüben, um G wieder auf seinen Anfangswert zu bringen? Rechnen Sie mit dem Molvolumen von Wasser. **1 Punkt**

Hinweis: Benutzen Sie zur Lösung der Aufgabe geeignete thermodynamische Potentiale und ersetzen Sie in diesen die Gradienten durch Differenzenquotienten.

Aufgabe 2

6 Punkte

Der thermodynamische Vergleichsprozess für einen idealen Ottomotor besteht aus vier reversiblen Prozessschritten: 1) Verdichten der angesaugten Luft (adiabatische Kompression); 2) Isochore Wärmezufuhr beim Volumen $V = V_a$ durch Einspritzen und Zünden des Kraftstoffs; 3) Arbeitsleistung durch adiabatische Expansion; 4) Isochore Wärmeabgabe bei $V = V_b$ durch Ausblasen des Abgases und Ansaugen von Frischluft.

- Stellen Sie den Kreisprozess im P - V - und im T - S -Diagramm dar. **2 Punkte**
- Bestimmen Sie für jeden Prozessschritt 1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 1 die dem Gas zugeführte Wärme Q und die am Gas geleistete Arbeit W . Das Arbeitsgas soll dazu als ideales Gas mit dem Adiabatenexponenten κ betrachtet werden. **2 Punkte**
- Zeigen Sie, dass für den maximalen Wirkungsgrad gilt: **2 Punkte**

$$\eta = \frac{|W_{\text{nutz}}|}{Q_{\text{zu}}} = 1 - \left(\frac{V_a}{V_b}\right)^{\kappa-1}$$

mit der Nutzarbeit W_{nutz} und der zugeführten Wärme Q_{zu} .

Aufgabe 3**2 Punkte**

Ein Kühlschrank arbeitet zwischen einer Innentemperatur von 7°C und einer Außentemperatur (am Wärmetauscher) von 35°C. Um wieviel Prozent steigt der Energieverbrauch, wenn durch Wärmestau im Kondensator die Außentemperatur um 5°C zunimmt? Gehen Sie davon aus, dass die Kältemaschine einen inversen Carnotprozess verwendet.

Aufgabe 4**4 Punkte**

- a) Zeigen Sie unter Verwendung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik, dass für die Enthalpie $H = U + pV$ die in der Vorlesung erwähnte Beziehungen $V = (\partial H / \partial p)_{S=const}$ und $T = (\partial H / \partial S)_{p=const}$ gelten. **2 Punkte**
- b) Formulieren Sie den 1. Hauptsatz unter Verwendung der Entropie für irreversible Prozesse als Ungleichung. Verwenden Sie dann diese Ungleichung und die Definition der freien Enthalpie $G = U + pV - TS$, um zu zeigen, dass bei irreversiblen Prozessen mit konstantem Druck und konstanter Temperatur G stets abnimmt. Im Gleichgewicht wird demnach die freie Enthalpie minimal. **2 Punkte**