

Thermodynamik I – Rechenübung 6

Aufgabe 1

1 kg Luft, das als ideales Gas betrachtet werden kann, durchläuft einen Carnot-Prozess mit einem Wirkungsgrad von 60%. Die Wärmeübertragung während der isothermen Expansion betrage 40 kJ. Am Anfang der isothermen Expansion betrage der Druck 7 bar und das Volumen 0.24 m³. Bestimmen Sie:

- a) die maximale und minimale Temperatur während des Prozesses,
- b) das Volumen am Ende der isothermen Expansion,
- c) die ausgetauschten Arbeiten und Wärmen während der vier Zustandsänderungen.
- d) Skizzieren Sie den Prozess im p-V-Diagramm.

Aufgabe 2

In einem geschlossenen System durchlaufen 0.5 kg Luft (ideales Gas, $\kappa = 1.4$) folgenden Kreisprozess zwischen zwei Wärmereservoirs von 500 K und 400 K:

- 1 – 2: Reversibel-isotherme Expansion von 50 bar auf 10 bar bei 500 K
- 2 – 3: Reversibel-adiabate Expansion auf 400 K
- 3 – 4: Reversibel-isotherme Kompression
- 4 – 1: Reversibel-adiabate Kompression

- a) Skizzieren Sie den Prozess qualitativ im T-s-Diagramm.
- b) Bestimmen Sie Druck und Volumen der Luft in jedem Zustand.
- c) Berechnen Sie die geleistete Arbeit und den Wärmeübergang bei jeder Zustandsänderung.
- d) Bestimmen Sie die Nettoarbeit und die zugeführte Wärme für den Kreisprozess.
- e) Bestimmen Sie den thermischen Wirkungsgrad.
- f) Bestimmen Sie die Entropieänderung ΔS_{KP} für den Kreisprozess.

Aufgabe 3

Zwei reversible arbeitsproduzierende Kreisprozesse sind in Serie geschaltet. Der erste Prozess nimmt Energie mittels Wärmeübertragung von einem Wärmereservoir der Temperatur T_H auf und gibt Energie an ein Reservoir der Temperatur T ab. Der zweite Prozess nimmt die gleiche Energie aus dem Reservoir der Temperatur T (die der erste Prozess abgegeben hat) auf und gibt Energie an ein Reservoir der Temperatur T_K ab ($T_K < T$). Drücken Sie die Temperatur T als Funktion der Temperaturen T_H und T_K aus, für die Fälle:

- a) die Nettoarbeit beider Prozesse ist gleich,
- b) die thermischen Wirkungsgrade beider Prozesse sind gleich.

Aufgabe 4

Ein reversibler arbeitsproduzierender Kreisprozess nimmt die Wärme Q_H von einem heißen Wärmereservoir der Temperatur T_H auf und gibt Wärme an die Umgebung (Temperatur T_0) ab. Die Arbeit, die von diesem Prozess gewonnen wird, wird dazu benutzt, eine Kühlmachine anzutreiben, die Q_K von einem kalten Reservoir der Temperatur T_K aufnimmt und Wärme an die Umgebung abgibt. Gehen Sie davon aus, dass beide Systeme dieselbe Umgebung haben. Leiten Sie einen Ausdruck für Q_H/Q_K als Funktion von T_H , T_0 und T_K her.

Aufgabe 5

Kohlendioxid (CO_2) durchläuft in einem geschlossenen System als ideales Gas folgenden Zyklus:

- 1–2: Isochore Wärmezufuhr von 701.5 kJ/kg , ausgehend von 100 kPa und 27°C (Zustand 1)
- 2–3: Isobare Wärmezufuhr bis zu 2000 K (Zustand 3)
- 3–4: Isentrope Expansion auf 100 kPa (Zustand 4)
- 4–1: Isobare Wärmeabgabe bis zum Ausgangspunkt (Zustand 1)

Isentropenkoeffizient von CO_2 sei konstant gleich 1.1605.

- a) Skizzieren Sie den Zyklus im p-v-Diagramm.
- b) Berechnen Sie die gesamte Wärmezufuhr pro kg CO_2 .
- c) Bestimmen Sie den thermischen Wirkungsgrad.