

6. Übungsblatt – Theoretische Physik IV – Statistik/Thermodynamik**Abgabe: Mittwoch** 5.12.2007 bis 15:00 in den Briefkasten (Altbau)**Aufgabe 13 (6 Punkte):** *Reversibler Carnot-Kreisprozess*

Betrachten Sie einen reversiblen Kreisprozess aus zwei Isothermen ($dT = 0$) und zwei Adiabaten ($\delta Q = 0$) mit einem idealen Gas.

- (a) Berechnen Sie den Wärme- und den Arbeitsaustausch für jeden der vier Takte und bestimmen Sie aus der Bilanz den Wirkungsgrad des Prozesses.
- (b) Bestätigen Sie das Clausius-Theorem für diesen Prozess durch Berechnung von $\oint \frac{\delta Q}{T}$.

Aufgabe 14 (8 Punkte): *Realer Carnot-Prozess (Endoreversible Thermodynamik)*

Für technische Anwendung von Wärmekraftmaschinen ist die Maximierung der abgegebenen Leistung von besonderem Interesse. (Die abgegebene Leistung des idealen Carnot-Prozesses ist identisch Null!) Damit die Prozesse in endlicher Zeit ablaufen können ist es erforderlich, dass bei Kontakt zwischen dem Arbeitsmedium und einem Reservoir eine endliche Temperaturdifferenz besteht. Die isothermen Prozesse eines 'realen' Carnot-Prozesses, der an die zwei Reservoirs mit $T_1 > T_2$ angekoppelt ist werden folgendermaßen beschrieben: Das Arbeitsmedium hat bei der isothermen Expansion die konstante Temperatur $T'_1 < T_1$ und für die pro Zeit abgegebene Wärmemenge wird folgender Ansatz gemacht: $dQ_1/dt = k_1 F_1 (T_1 - T'_1)$, wobei F_1 die Größe der Kontaktflächen und k_1 eine materialabhängige Konstante ist. Analoges gilt für die isotherme Kompression: $T'_1 > T'_2 > T_2$, $dQ_2/dt = k_2 F_2 (T_2 - T'_2)$. Im Folgenden sei $k_2 F_2 = k_1 F_1 = K$. Weiter sei angenommen, dass die Zeitdauer für die beiden isothermen Prozesse jeweils gleich ist, und dass die Zeitdauer der adiabatischen Prozesse in einem festen Verhältnis zu der der isothermen Prozesse steht.

- (a) Bei welchen Temperaturen T'_1, T'_2 wird die abgegebene Leistung maximal und welchen thermischen Wirkungsgrad η'_C hat dieser 'reale' Carnot-Prozess?
- (b) Das "West Thurrock Kohlekraftwerk" (GB) arbeitet zwischen den Temperaturen $T_1 = 565^\circ C$ und $T_2 = 25^\circ C$. Gemessen wird ein Wirkungsgrad $\eta = 36\%$. Berechnen Sie η_C und η'_C und nehmen Sie Stellung zu den Resultaten.

Aufgabe 15 (6 Punkte): *Entropieänderung bei Wärmeaustausch*

Gegeben sei ein kaltes und ein warmes System mit den jeweiligen Gleichgewichtstemperaturen $T_{1,eq}$ und $T_{2,eq}$. Beide werden unter konstant gehaltenem Druck in thermischen Kontakt gebracht. Das Gesamtsystem sei adiabatisch isoliert und die Wärmekapazitäten $c_{P,1} = T_1 \left(\frac{\partial S_1}{\partial T_1} \right)_p$ und $c_{P,2} = T_2 \left(\frac{\partial S_2}{\partial T_2} \right)_p$ seien in guter Näherung unabhängig von der Temperatur.

- (a) Berechnen Sie die Entropiezunahme $\Delta S(T_1)$ als Funktion der Temperatur des ersten Systems und die Gleichgewichtstemperatur T_{eq} des kombinierten Systems.
- (b) Skizzieren Sie die Funktion $\Delta S(T_1)$ für den Fall $c_{P,1} = c_{P,2}$ und $T_{2,eq} = 2T_{1,eq}$. Überprüfen Sie, ob die Entropie bei der Gleichgewichtstemperatur maximal wird.

Vorlesung

- Dienstag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im PN 203
- Donnerstag 8:30 – 10:00 im PN 203

Klausur: Mittwoch den 07.02.2008 von 09:00 – 11:00 Uhr im EW 201

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen).
- Bestandene Klausur.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

Sprechzeiten:

- Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD: Mittwoch: 14.30-15.30 im PN 735
- Dr. Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im PN 741, Tel: 23002
- Dipl.-Phys. Stefan Fruhner: Dienstag, 14–15 Uhr im EW 627/628, Tel: 27681
- Dipl.-Phys. Hartmut Lentz: Montag, 14–15 Uhr im EW 627/628, Tel: 27681

Tutorien:

- Mo 10:15-11:45 EW 731 Hartmut Lentz
- Di 8:30-10:00 EW 731 Hartmut Lentz
- Di 12:15-13:45 EW 229 Kathy Lüdge
- Mi 10:15-11:45 EW 184 Stefan Fruhner