

4. Übungsblatt (zu bearbeiten bis 25.05.2009)

18. Zeigen Sie am Beispiel eines idealen Gases, dass die Entropie $S = S(V,T)$ eine Zustandsfunktion ist!
19. Zeigen Sie, dass der universelle Wirkungsgrad eines reversiblen CARNOTschen Kreisprozesses sehr einfach (d.h. ohne explizite Berechnung der Beiträge von Arbeit und Wärme und ohne Annahmen über die Art des Arbeitsstoffes) aus den beiden Hauptsätzen ($\oint dU = 0$ und $\oint dS = 0$) hergeleitet werden kann!
20. Ein elektrischer Heizkörper (80°C) gibt eine Wärmemenge von 0.1 kWh an die Raumluft (20°C) ab. Nehmen Sie an, dass dabei beide Temperaturen konstant bleiben. Berechnen Sie die Änderung der Entropie
- des Heizkörpers,
 - der Raumluft,
 - des Universums,
- die bei diesem irreversiblen Prozess eintritt. Welche Arbeit müssten Sie mindestens aufwenden, um der Raumluft die Wärme wieder zu entziehen und sie auf den Heizkörper zu übertragen?
21. Sie vermischen in einer Badewanne 67 kg kaltes Wasser (12°C) mit 33 kg heißem Wasser (90°C). Wieviel Arbeit könnten sie gewinnen, wenn Sie diesen irreversiblen Vorgang reversibel durchführen würden? Auf welche Geschwindigkeit könnten Sie ein Auto ($m = 1500 \text{ kg}$) mit dieser Arbeit beschleunigen, wenn Reibungskräfte vernachlässigt werden? Berechnen Sie zur Lösung der Aufgabe zunächst die reversible Endtemperatur und vergleichen Sie diese mit der irreversiblen Endtemperatur, die bei direkter Vermischung der beiden Wassermengen resultiert (Mischungstemperatur). Nehmen Sie an, dass die Wärmekapazität von Wasser $4.186 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ beträgt und nicht temperaturabhängig ist.
22. Betrachten Sie 1 mol eines Idealen Gases mit einem Druck von 2 bar und einer Temperatur von 300 K . Dieses Gas wird zunächst *irreversibel* und isotherm gegen einen konstanten Außendruck von 1 bar expandiert, wobei die Arbeit W_{irrev} freigesetzt wird. Danach wird das Gas *reversibel* und isotherm wieder in den Ausgangszustand überführt, wofür die Arbeit W_{rev} aufgewendet werden muss. (a) Berechnen Sie W_{irrev} und W_{rev} sowie die Wärmemengen, die das Gas mit der Umgebung (300 K) austauscht. (b) Geben Sie an, wie sich die Entropien von Gas und Umgebung bei den einzelnen Schritten ändern! (c) Wie groß ist die Entropieänderung des abgeschlossenen Gesamtsystems aus System und Umgebung, nachdem die beiden Schritte durchlaufen wurden?