Übungen zur statistischen Thermodynamik I	**Blatt Nr. 11**

Aufgabe 1: Betrachtet wird der Carnot-Prozess. Auf den Adiabaten gilt $pV^\gamma = \mathrm{const}$, auf den Isothermen $pV = \mathrm{const}$ (vgl. Skript / Seite 31). Die Temperaturen der Isothermen seien T_1 und T_2, mit $T_1 > T_2$.

(a) Berechnen Sie die auf den einzelnen Kurvenstücken geleisteten Arbeiten $-\Delta W_i$ mithilfe der beiden Zustandsgleichungen.

(b) Verwenden Sie die Adiabatengleichung um Beziehungen zwischen Volumina zu finden.

(c) Berechnen Sie die gesamte abgegebene Arbeit $-\Delta W_{\mathrm{tot}}$.

(d) Berechnen Sie die vom Reservoir mit T_1 entnommene Wärmemenge Q_1.

(e) Berechnen Sie den Wirkungsgrad η als Funktion von T_1, T_2.

Aufgabe 2: Ein Kühlschrank arbeitet bei einer Innentemperatur von 5°C. Die abgepumpte Wärme wird über einen Rost an der Rückseite bei einer Temperatur von 30°C abgegeben. Jemand deckt die Lüftungsschlitze in der Arbeitsplatte über dem Kühlschrank ab; dadurch nimmt die Temperatur des Rosts auf 35°C zu. Schätzen Sie ab, um wieviel Prozent der Energieverbrauch des Kühlschranks steigt.

Aufgabe 3: Wieviel Arbeit wird gebraucht, um ein 1 kg Wasser zu frieren, wenn die Anfangstemperatur des Wassers und der Umgebung 25°C beträgt? Die Umgebung ist das einzige Wärmereservoir. Für Wasser sei $C_p/M = 4.2$ J/(g K) und die Schmelzwärme beträgt $\Delta H/M = 335$ J/g.

Die Prüfung findet am 08.06.2021 um 13:15 - 15:45 Uhr statt. Keine Hilfsmittel sind erlaubt, aber die folgende Tabelle wird auf dem Prüfungsblatt gegeben:

$\mathrm{d}E = T\mathrm{d}S - p\,\mathrm{d}V + \mu\,\mathrm{d}N$	$S(E,V,N) = k_B \ln \Omega(E,V,N)$	$E = TS - pV + \mu N,\ J = -pV$
$\mathrm{d}F = -S\,\mathrm{d}T - p\,\mathrm{d}V + \mu\,\mathrm{d}N$	$F(T,V,N) = -k_B T \ln Z(T,V,N)$	$Z = \sum_i \exp(-\beta E_i)$
$\mathrm{d}J = -S\,\mathrm{d}T - p\,\mathrm{d}V - N\mathrm{d}\mu$	$J(T,V,\mu) = -k_B T \ln Y(T,V,\mu)$	$Y = \sum_i \exp(-\beta[E_i - \mu N_i])$
$\mathrm{d}H = T\mathrm{d}S + V\mathrm{d}p + \mu\,\mathrm{d}N$	$(\partial x/\partial y)_z = -(\partial z/\partial y)_x/(\partial z/\partial x)_y$	$S = -k_B \sum_i p_i \ln p_i$
$\mathrm{d}G = -S\,\mathrm{d}T + V\mathrm{d}p + \mu\,\mathrm{d}N$	$\partial S/\partial V\|_T = \partial p/\partial T\|_V$	$\partial E/\partial V\|_T = T\partial p/\partial T\|_V - p$