1 Ideales Gas

Def: Ein ideales Gas ist eine Ansammlung von sehr vielen neutralen Atomen oder Molekülen, deren Wechselwirkung untereinander und deren Ausdehnung vernachlässigt werden können.

Weil die Ausdehnung vernachlässigt wird, hat ein ideales Gas nur 3 Freiheitsgrade (3 translatorische Richtungen).

Für ein ideales Gas der Stoffmenge n erhalten wir für die innere Energie (die der totalen kinetischen Energie der Molekülbewegungen entspricht - wir vernachlässigen ja die potentielle Energie der molekularen Kräfte) den folgenden Ausdruck[1]:

$$U \equiv E = \frac{3}{2} nRT \tag{1}$$

2 Der erste Hauptsatz der Thermodynamik

Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass einem Körper Energie in Form von Wärme oder von mechanischer Energie zugeführt werden kann.

$$U = W^{\swarrow} + Q^{\swarrow} \tag{2}$$

2.1 Das Experiment von Joule: Wärme als Energie

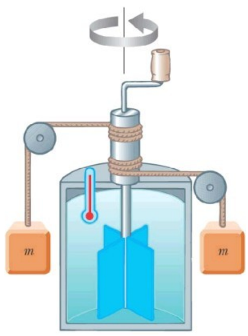

Abbildung 1: Aufstellung des Versuches von Joule.
Quelle: http://unica.altervista.org/src/images/mulinello_joule.jpg

Der Versuch von Joule zeigt, dass die potentielle Energie der Massen m in Wärme umgewandelt wird. Deshalb ist die Wärme eine Form von Energie.

[1] Physik 1 Skript, Prof. W. Fetscher, 2006

3 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik

Es gibt keine Wärmekraftmaschine, die Wärme vollständig in Arbeit umwandeln kann

3.1 Mathematische Formulierung der 2. Hauptsatz: Entropie

Def: Die Entropie S ist ein Maß für die Unordnung.

$$S = k \cdot log(W) \tag{3}$$

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T} \iff \delta Q_{rev} = TdS \tag{4}$$

mit k = Boltzmann-Konstante und W = die Wahrscheinlichkeit, dass der vorliegende Zustand realisiert ist. δQ_{rev} ist die reversible Wärme, nämlich der Anteil der Energie, die wieder benutzt werden kann.

$$dS = \frac{1}{T}dE + \frac{p}{T}dV \tag{5}$$

4 Aufgaben

4.1 Teilaufgabe a)

Für jede differenzierbare Fuktion f(x,y) ist sein totales Differential

$$df(x,y) = f_x(x,y)dx + f_y(x,y)dy \tag{6}$$

Die obigen Gleichung ist ähnlich zur Gleichung 5. Deshalb muss

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial E} &= \frac{1}{T} \\ \frac{\partial S}{\partial V} &= \frac{p}{T} \end{aligned} \tag{7}$$

4.2 Teilaufgabe b)

Aus den Beziehungen

$$\begin{aligned} dE &= \frac{3}{2}nRdT \\ pV &= nRT \\ \iff \frac{nR}{V} &= \frac{p}{T} \end{aligned} \tag{8}$$

können wir die Gleichung 5 wie folgt lösen

$$\begin{aligned} S &= \int \frac{1}{T}dE + \int \frac{p}{T}dV \\ &= \frac{3}{2}nR\int \frac{dT}{T} + nR\int \frac{dV}{V} \\ &= \frac{3}{2}nR \cdot log(T) + nR \cdot log(V) + C \end{aligned} \tag{9}$$