

## 7 Temperatur, Gase, Thermodynamik

### 7.1 Atome

Der massenzahl:  $A = Z + N$  wo  $Z$  ist die anzahl protonen und electronen,  $N$  ist die Anzahl Neutronen.

### 7.2 Temperatur / Gasthermometer

Druck von ein Gas

$$p = \frac{F}{A} \quad (1)$$

F ist die Kraft und A die Fläche.

pascal:  $NM^{-2}$ , 1 atm =  $1,0125 \cdot 10^5$  Pa, 1 bar =  $10^5$  Pa

### 7.3 Absolute Temperatur / Kelvin-Skala

### 7.4 Ideale Gase

$$pV = NkT \quad (2)$$

wo k die boltzman konstante, N die Anzahl der gas-molekule, T die temperatur(K), V die Volume( $m^3$ ) und p die Druck(Pa).

### 7.5 Wärmeenergie und Wärmekapazität

Wärmekapazität C:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad (3)$$

Wo Q ist die energie benötigt um den korper temperatur um T tauschen. Mann kann auch die wärmekapazität pro masse oder pro mol definieren. Wenn  $\Delta T$  nicht zu gross ist, ist C eine konstante.

**Wärmekapazität einer idealen einatomiges Gasses bei konstanten Volume V**

$$C_V = \frac{3}{2}Nk \quad [C_V] = \frac{J}{K} \quad (4)$$

**Wärmekapazität einer idealen einatomiges Gasses bei konstanten Druck p**

$$C_p = \frac{5}{2}Nk = C_V + Nk \quad (5)$$

Die wärmekapazität von meisten korper ist nur abhängig von Anzahl Molen:

$$c \approx 25 \frac{J}{mol \cdot K} \quad (6)$$

#### 7.5.1 Mischtemperatur

$$C_1(T_{ende} - T_0) = C_2(T_1 - T_{ende}) \quad (7)$$

### 7.6 Latente Wärme

Energie gebraucht für ein Phasenübergang

$$Q = mL \quad (8)$$

Wo L eine konstante spezifisch zu jede Substanz ist.

### 7.7 Wärmestrahlung

Jeder korper emittiert und absorbiert strahlung. Wenn er warmer als sein Umgebung ist dann emittiert er mehr als er absorbiert und vis versa, bis thermische gleichgewicht.

**Die Austrahlung**

$$S(T) = \epsilon \sigma T^4 \quad (9)$$

Wobei  $\sigma$  eine konstante ist und die unitat von  $S(T) = \frac{J}{sm^2}$  und  $0 \leq \epsilon \leq 1$  bei idealen Fall.

### 7.8 Erster Hauptsatz - Thermodynamik

In einem geschlossenen System wird nach einer Zeit ein thermisches Gleichgewicht erreicht.

**Die innere Energie U** ist die gesamte Energie in einem System. U hängt nur von anfang und endzustand.  $U = U_e - U_a$ .

**Innere Energie des idealen Gasses**

$$U = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}pV \quad (10)$$

$$dU = dQ + dW \quad (11)$$

### 7.9 Mechanische Arbeit eines expandierenden Gases

Die energie ist von Gas geleistet

$$dW = -Fdx = -(pA)dx = -pdV \quad (12)$$

$$W = - \int_{V_a}^{V_e} pdV = -p(V_e - V_a) \quad (13)$$

bei konstanten Druck

#### 7.9.1 Isotherme expansion

Temperatur des gasses bleibt konstant und energie kommt von aussen.

$$Q = \int dQ = - \int dW = -W \quad (14)$$

#### 7.9.2 Adiabatische Ausdehnung

Keine wärme wird dem Gas ausgetauscht  $\Rightarrow dQ = 0$ , Temperatur des Gases während der adiabatischen Expansion abnimmt. Bei der adiabatischen Expansion wird die im Gas gespeicherte Wärmeenergie in mechanische Arbeit umgewandelt.

$$pV^\gamma = konst \quad (15)$$

$$TV^{\gamma-1} = konst \quad (16)$$

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

### 7.10 Thermische Prozesse des idealen Gases

#### 7.11 Wärmemaschine

Wärme ist in energie umgewandelt

$$Q_{isotherm} = -W_{isotherm} = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad (17)$$

$V_1$  anfangs volum, n ist Anzahl Atomen.

**Wirkungsgrad** Der Wirkungsgrad einer Wärmemaschine ist definiert als Verhältnis der geleisteten Arbeit zur zugeführten Wärme:

$$\epsilon = \frac{|W|}{|Q_W|} = \frac{|Q_W| - |Q_K|}{|Q_W|} = 1 - \frac{|Q_K|}{|Q_W|} \quad (18)$$

**Leistungszahl** In ähnlicher Weise ist die Leistungszahl einer Wärmepumpe definiert als das Verhältnis der Wärme, die dem kalten Reservoir entnommen wurde ( $Q_K > 0$ ), und der zugeführten mechanischen Arbeit ( $W > 0$ ):

$$c_L = \frac{Q_K}{W} \quad (19)$$

## 7.12 Zweiter Hauptsatz - Thermodynamik