

3.5.17

→ 2 Maltesekindat: 10.5

3.1 HS der TD

Beziehungen zwischen makroskopischen Eigenschaften

TD: Energetische Ursachen

3.1 Begriffe

a) Wärme „q“

Energieform → verknüpft mit der Temperatur des Systems bei
 $p = \text{const.}$ oder $V = \text{const.}$

$$dq = c_p dT$$

Wärme-
kapazität $[\frac{J}{K}]$

c : Spezifische Wärmekapazität $[\frac{J}{g \cdot K}]$
 C_m : molare Wärmekapazität $[\frac{J}{mol \cdot K}]$

Bsp: $c(H_2O) = 1 \frac{cal}{g \cdot K} = 4,18 \frac{J}{g \cdot K}$
(15°C)

Zustandsänderung → Wärme fließt aus System über Systemgrenze
in die Umgebung → messbar (Kalorimeter)

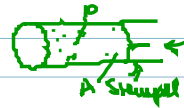
auf molekularer Ebene: ungeordnete statistische Bewegung (Hertz Bau)

$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

b) Arbeit „W“

Energieform: Mechanik $dw = F(x) dx$
 $w = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$

ZB. Volumenarbeit „p·V“


$$dw = F(x) dx = p \cdot \underbrace{A dx}_{dV} = p dV$$
$$\hookrightarrow w = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

3.5.17

→ 2 Matheseminare: 10.5.

3 1. HS der TD

Beziehungen zwischen makroskopischen Eigenschaften

TD: Energieerhaltungssätze

3.1 Begriffe

a) Wärme „q“

Energieform → verknüpft mit der Temperatur des Systems bei
 $p = \text{const.}$ oder $V = \text{const.}$

$$dq = c \cdot dT$$

Wärmekapazität $[\frac{J}{K}]$

c : spezifische Wärmekapazität $[\frac{J}{g \cdot K}]$
 C_m : molare Wärmekapazität $[\frac{J}{mol \cdot K}]$

Bsp: $c(H_2O) = 1 \frac{cal}{g \cdot K} = 4,18 \frac{J}{g \cdot K}$
(15%)

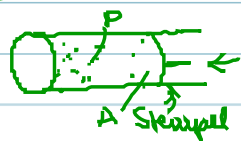
Zustandsänderung → Wärme fließt aus System über Systemgrenze
in die Umgebung → messbar (Kalorimeter)

auf molekularer Ebene: ungeordnete statistische Bewegung (therm. Bew.)
 $\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} kT$

b) Arbeit „W“

Energieform: Mechanik $dW = F(x) dx$
 $w = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$

ZB. Volumenarbeit „p·V“



$$dW = F(x) dx = p \cdot \underbrace{A dx}_{dV} = p dV$$

$$\hookrightarrow w = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

zB Oberflächenarbeit " $\gamma \cdot A$ "

γ ← Oberflächenspannung [$\frac{N}{m}$]



Wie viel Arbeit muss man aufwenden, um die Oberfläche zu vergrößern?

$$dw = \gamma \cdot dA$$

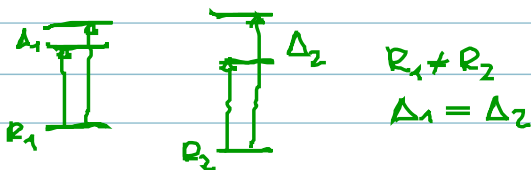
auf molekularer Ebene: geordnete Bewegung

c) Innere Energie „U“

Energieinhalt eines Systems

Def: $\Delta U = q + W$

→ Änderungen werden gemessen, nicht Absolutwerte!



makroskopische Zustandsänderung $U = f(V, T)$

Zustandsfunktion
↑
unabhängige Variablen

$$dU = dq + dw = C dT - p dV$$

Anwendung: $V = \text{const.}$ $dV = 0$

↳ $dU = dq$

d) Enthalpie „H“

Def: $H = U + p \cdot V$

makroskopische Zustandsänderungen $H = f(p, T)$

$$dH = dU + d(p \cdot V) = dU + p dV + V dp$$

$$= C dT - p dV + p dV + V dp = C dT + V dp$$

(nur Volumenarbeit)

Anwendung: $p = \text{const.}, dp = 0$

$$\hookrightarrow \boxed{dH = dq}$$

Bsp: Dissoziation $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$

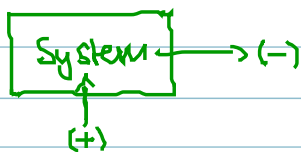
isochore Reaktionsführung $\rightarrow U = f(V, T)$ (hoher Druck!)

isobare Reaktionsführung $\rightarrow H = f(p, T)$ (beinhaltet Volumenarbeit)

Volumenarbeit? $w = -p \Delta V \approx -10^5 \frac{\text{Pa}}{\text{bar}} \cdot 22,4 \text{ L} = -2,24 \cdot 10^3 \text{ J}$
 $n = 1 \text{ mol}$

Vorzeichen

„Standpunkt des Systems“



Bsp. Volumenarbeit

t.d. $dw = -pdv$

Kompression: dV negativ dw positiv

Expansion: dV positiv dw negativ

3.2 Formulierung des 1. HS

a) Äquivalenz von Wärme und Arbeit (Mayer, Joule)

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

„mechanisches Wärmeäquivalent“

Erweiterung: alle Energielformen in einander umwandelbar nach festen Äquivalenten

b) Allgemeiner Energieerhaltungssatz

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Die Summe der Energie in einem abgeschlossenen System ist konstant.

quantitativ: abgeschlossenes System $\cdot U = \text{const} \rightarrow dU = 0$

nicht abgeschlossenes System $dU = dq + dW$