



Thermodynamik I – Übung 4

Ablauf

- Spezifische Wärmekapazität
- Bestimmen von ΔU

Spezifische Wärmekapazität I

- Die spezifische Wärmekapazität bemisst die Fähigkeit eines Stoffes, thermische Energie zu speichern
- Hauptgleichung der Kalorik:
$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T \Leftrightarrow c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}, [c] = \frac{J}{kgK}$$
- Die spezifische Wärmekapazität gibt die Wärme an, die benötigt wird um eine bestimmte Masse m des betrachteten Stoffs um ΔT zu erwärmen.
- **Beispiel:**
Spezifische Wärmekapazität von flüssigem Wasser beträgt $c \approx 4200 \text{ J/(kgK)}$. Dies bedeutet, dass man 1 kg Wasser 4200 J an Energie zuführen muss, um es um 1°C (= 1K) zu erwärmen.

Spezifische Wärmekapazität II

- Die ganze folgende Theorie bezieht sich ausschliesslich auf **ideale Gase**
- Wärmekapazitäten wichtig beim bestimmen von **ΔU & ΔH**
- c_v = Wärmekapazität bei konstantem Volumen
- c_p = Wärmekapazität bei konstantem Druck
- **stoffabhängige** Grössen und Funktion des Drucks sowie der Temperatur
- Für ideale Gase nur abhängig von der Temperatur $\rightarrow c_v, c_p = f(T)$

Spezifische Wärmekapazität III

- c_v wird benutzt bei **konstantem Volumen**
 - Für ideale Gase auch bei nicht konstantem Volumen anwendbar!
- Somit können wir schreiben:
$$du = c_v dT$$
- In Thermodynamik I gilt:
Verwende c_v zur Bestimmung der inneren Energie!

Spezifische Wärmekapazität IV

- c_p wird benutzt bei **konstantem Druck**
 - Für ideale Gase auch bei nicht konstantem Druck anwendbar!
- Somit können wir schreiben: $dh = c_p dT$
- In Thermodynamik I gilt:
Verwende c_p zur Bestimmung der Enthalpie!

Bestimmen von ΔU

- Mit der Wärmekapazität haben wir eine neue Methode um die Differenz der spezifischen inneren Energie zu bestimmen

- Für $c \neq \text{const}$:

$$u_2 - u_1 = \int_{T_1}^{T_2} c_v(T) \cdot dT$$

- Für $c = \text{const}$:

$$u_2 - u_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1)$$

- Werte für spezifische Wärmekapazitäten in Tabelle A-20

- **Wichtig:** Das c_v muss immer bei der mittleren Temperatur $\bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2}$ ausgelesen werden

Ideale Gase

- Für ideale Gase gilt folgendes:
 - Zustandsgrößen U & H hängen nur von Temperatur ab
 - Ist ein Prozess **isotherm (oder $c_v = \text{konst.}$ bzw. $c_p = \text{konst.}$ gegeben)** gilt:
 - $\Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1) = 0$
 - $\Delta H = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) = 0$
- Nochmals zur Erinnerung: Bei idealen Gasen sind c_v & c_p **immer** beide **anwendbar**, nicht nur wenn Volumen oder Druck konstant ist.

Bestimmen von ΔU

- Wann benutzt man die spezifischen Wärmekapazitäten?
 - Falls in der Aufgabenstellung verlangt
 - Falls Wert oder Ausdruck für c_v bzw. c_p in der Aufgabenstellung gegeben ist
 - Falls spezifische innere Energie für Stoff nicht tabelliert ist
- Im Normalfall arbeitet man aber immer noch mit Tabellen:
 - **Achtung:** Ideale Gase Tab. A-23 bis A-28: $[\bar{u}] = \text{kJ}/\text{kmol} \rightarrow u = \frac{\bar{u}}{M}$
 - **Ausnahme:** Für das ideale Gas Luft ist u wie gewöhnlich für reale Stoffe in **kJ/kg** tabelliert.