



Thermodynamik

Serie 2

HS 2020
Prof. P. Jetzer

M. Haney, S. Tiwari, M. Ebersold
<https://www.physik.uzh.ch/de/lehre/PHY341/>

Ausgeteilt am: 29.09.20
Abzugeben bis: 06.10.20

1. δQ kein totales Differential [3 P]

- Zeige am Beispiel des idealen Gases, dass δQ kein totales Differential ist. Benutze den ersten Hauptsatz und die Tatsache, dass dU ein totales Differential ist.
- Suche am Beispiel des idealen Gases einen integrierenden Faktor $\mu(T)$, der aus δQ ein totales Differential $d\gamma = \mu(T)\delta Q$ macht und nur von der Temperatur abhängt.

2. Ideales Gas: Maxwell-Relation [5 P]

- Berechne die innere Energie U für das monoatomare ideale Gas explizit als Funktion von S und V und überprüfe damit die Beziehung

$$\left. \frac{\partial T}{\partial V} \right|_S = - \left. \frac{\partial p}{\partial S} \right|_V.$$

Dieser Zusammenhang der partiellen Ableitungen ist ein Beispiel für eine *Maxwell-Relation*.

- Aus der Vorlesung sind die Relationen

$$dU = \delta Q + \delta A,$$

$$\delta Q = C_V dT,$$

$$\delta A = -pdV,$$

bekannt. Daraus folgt in scheinbar trivialer Weise

$$\left. \frac{\partial U}{\partial V} \right|_T = -p,$$

was falsch ist, wie man am Beispiel des idealen Gases sofort sieht, da dort $U(T, V) = U(T)$ unabhängig von V ist. Wo steckt der Fehler?

Finde darüber hinaus den richtigen Ausdruck für $\left. \frac{\partial U}{\partial V} \right|_T$ im allgemeinen Fall, ausgedrückt als Funktion der Zustandsvariablen p , V und T , und zeige, dass dieser beim idealen Gas verschwindet.

3. Wärmekapazitäten des idealen Paramagneten

[3 P]

Für ideale Paramagneten gilt $\delta A = \mu_0 H dm$. Bei nicht zu tiefen Temperaturen ist die Zustandsgleichung durch das Curie-Gesetz $M = C \frac{H}{T}$ gegeben, wobei H die magnetische Feldstärke, m das magnetische Moment und $M = \frac{m}{V}$ die Magnetisierung ist.

Zeige, dass für die Wärmekapazitäten

a) $C_m = \left. \frac{\partial U}{\partial T} \right|_m$

b) $C_H = \left. \frac{\partial U}{\partial T} \right|_H + \mu_0 \frac{V}{C} M^2$

gilt ($C =$ Curie-Konstante).