

8. Übungsblatt – Theoretische Physik IV: Thermodynamik und Statistik 2009**Abgabe: Di. 16.06.2009 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude oder online über ISIS**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Tutorium und den Namen des Tutors auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 18 (4 Punkte): Maxwell-Relationen

In der Thermodynamik lassen sich über partielle Ableitungen der Potentiale verschiedene thermodynamische Relationen herleiten. Eine zentrale Rolle spielen die Maxwell-Relationen. Leiten Sie aus den Fundamentalrelationen der thermodynamischen Potentiale (U , F , G und H) folgende Maxwell-Relationen her (die Teilchenzahl N sei konstant):

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial p}{\partial S}\right)_V, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p, \quad \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_p = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S.$$

Aufgabe 19 (10 Punkte): Wärmekapazitäten

Um den Umgang mit den verallgemeinerten Suszeptibilitäten, hier speziell die Wärmekapazitäten C_p und C_V , zu üben, sollen im Folgenden einige Relationen gezeigt werden. Die Teilchenzahl N sei konstant. κ_T ist die isotherme Kompressibilität $\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$ und α der Ausdehnungskoeffizient $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$.

(a) $C_p - C_V = \frac{TV\alpha^2}{\kappa_T}$.

(b) $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$.

(c) $dS(T, V) = \frac{C_V}{T} dT + \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V dV$.

(d) $dS(T, p) = \frac{C_p}{T} dT - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p dp$.

(e) $dU(T, V) = C_V dT + \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p\right] dV$.

Hinweis: Für die Rechnungen sind die Maxwell-Relationen aus Aufgabe 18 hilfreich.

Aufgabe 20 (6 Punkte): Messung von $\gamma = C_p/C_V$

Betrachten Sie ein ideales Gas in einem vertikalen zylindrischen Gefäß. Das Gefäß habe die Querschnittsfläche A und sei oben mit einem Kolben der Masse M dicht abgeschlossen. In der Ruhelage schließt der Kolben das Gasvolumen V_R ein. Nun wird der Kolben ein klein wenig aus dem Gleichgewicht ausgelenkt und schwingt mit der Kreisfrequenz ω hin und her. Dieser Prozess kann als adiabatisch angesehen werden. Die Erdbeschleunigung g und der äußere Luftdruck p_0 seien bekannt.

Ermitteln Sie den Adiabatenkoeffizienten $\gamma = C_p/C_V$ aus den angegebenen Größen.

Hinweis: Verwenden Sie eine Taylor-Entwicklung der Kraft auf den Kolben (als Funktion vom Volumen) um die Ruhelage V_R bis zur 1. Ordnung.

- Vorlesung:**
- Donnerstags 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 203.
 - Freitags 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 203.
- Tutorien:**
- Di. 12–14 Uhr im ER 164 (Martin Kliesch).
 - Di. 14–16 Uhr im EW 226 (Martin Kliesch).
 - Mi. 8–10 Uhr im EW 731 (wechselnd).
 - Mi. 12–14 Uhr im EW 229 (wechselnd).
 - Do. 12–14 Uhr im EW 731 (wechselnd).
- Klausur:**
- Freitag, den 03.07.2009, von 08:00 – 10:00 Uhr im ER 270.
- Scheinkriterien:**
- Mindestens 50% der Übungspunkte.
 - Bestandene Klausur.
 - Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

Siehe auch Semesterapparat in der Physikbibliothek.

- Friedrich Schlögl: Probability and Heat (Vieweg 1989)
- Franz Schwabl: Statistische Mechanik (Springer 2000)
- Frederick Reif, Wolfgang Muschik: Statistische Physik und Theorie der Wärme
- Wolfgang Nolting: Grundkurs Theoretische Physik Bd. 4 und 6 (Springer)
- Harald Stumpf, Alfred Rieckers: Thermodynamik Bd. I (Vieweg 1976)
- Peter Theodore Landsberg: Thermodynamics and Statistical Mechanics (Paperback 1990)
- Peter Theodore Landsberg (ed.): Problems in Thermodynamics and Statistical Physics
- Jürgen Schnakenberg: Thermodynamik und Statistische Physik (VCH 2000)
- Lew D. Landau, Jewgeni M. Lifschitz: Bd V, Statistische Physik
- Charles Kittel: Physik der Wärme
- Herbert B. Callen: Thermodynamics
- Richard Becker: Theorie der Wärme
- Wolfgang Weidlich: Thermodynamik u. Statistische Mechanik
- Kerson Huang: Statistische Physik

Sprechzeiten:	Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
	Prof. Dr. E. Schöll, PhD	Mi.	14:30–15:30 Uhr	EW 735	23500
	Stefan Fruhner	Fr.	13:30–14:30 Uhr	EW 627	27681
	Philipp Hövel	Fr.	10:00–11:00 Uhr	EW 633	27658
	Peter A. Kolski	Do.	15:00–16:00 Uhr	EW 627	79863
	Martin Kliesch	Mo.	14:30–15:30 Uhr	EW 217	26232