
Theoretische Physik IV: Statistische Physik

(Vorlesung Prof. Dr. J. Timmer, WS 2017/18)

Aufgabenzettel Nr. 1

Abgabe am Freitag, den 20.10.17 nach der Vorlesung. Bitte mehrere Blätter zusammentackern und mit Gruppennummer, Name des Tutors und Ihrem Namen deutlich lesbar beschriften.

Aufgabe 1: Das ideale Gas

(5 Pkt.)

Leiten Sie die Zustandsgleichung des idealen Gases ausgehend von den beiden Zusammenhängen

- $pV = \text{const.}$ für $T = \text{const.}$ (Boyle und Mariotte)
- $\frac{V}{T} = \text{const.}$ für $p = \text{const.}$ (Gay-Lussac)

her:

- i.) Zeigen Sie, dass der Zusammenhang $\frac{pV}{T} = \text{const.}$ gilt, indem Sie im Zustand p_0, V_0, T_0 starten und zum Endzustand p, V, T übergehen. Ändern Sie dazu zunächst den Druck bei gleichbleibender Temperatur und anschließend die Temperatur bei gleichbleibenden Druck. Skizzieren Sie einen möglichen Pfad sowohl im p - V - als auch im V - T -Diagramm. (3 Pkt.)
- ii.) Zeigen Sie, dass $\frac{pV}{T}$ eine extensive Größe ist und damit proportional zur Teilchenzahl N . (1 Pkt.)
- iii.) Wie sieht das Gasgesetz im thermodynamischen Limes aus? (0.5 Pkt.)
- iv.) Welcher Zusammenhang, analog zu den Gesetzen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac, ergibt sich für eine isochore Zustandsänderung? Gehen Sie neben des gleichbleibenden Volumens auch von einer gleichbleibenden Stoffmenge aus. (0.5 Pkt.)

Aufgabe 2: Das reale Gas

(8 Pkt.)

Eine angenäherte Beschreibung realer Gase ist durch die Van-der-Waals-Gleichung gegeben:

$$\left(p + \left(\frac{N}{V} \right)^2 a \right) (V - Nb) = NkT.$$

Für Luft betragen der Kohäsionsdruck $a \approx 0.136 \text{ Pa} \cdot \text{m}^6/\text{mol}^2$ und das Kovolumen $b \approx 3.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$.

- i.) Stellen Sie den Druckverlauf $p(V)$ für die Temperaturen 120K und 273K für ein mol Luft dar (Computer!). Für die x -Achse sollte der Bereich $V \in (Nb, 20 \cdot Nb]$ gewählt werden: Wodurch ergibt sich die untere Schranke? (4 Pkt.)
- ii.) Stellen Sie die entsprechenden $p(V)$ -Verläufe für das ideale Gas dar (falls möglich jeweils in einem gemeinsamen Schaubild mit dem Van-der-Waals-Gas). Diskutieren Sie die Unterschiede in den Verläufen. (2 Pkt.)
- iii.) Warum ist der Druckverlauf des Van-der-Waals-Gases für $T = 120\text{K}$ unphysikalisch? Bestimmen Sie die kritische Temperatur T_{krit} , unterhalb derer die Vorhersage des Van-der-Waals-Modells unphysikalisch wird. (2 Pkt.)

Münsteraufgabe

Was unterscheidet unser Münster von allen anderen deutschen Kathedralen aus der Gotik ?