

Allgemeine Hinweise: Aufgaben 7 und 8 sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und in den dafür vorgesehenen Kästen im 5. Stock, Geb. 46 abzugeben.

Aufgabe 7. (6 Punkte)

Intramolekulare Wechselwirkungen in einem verdünnten Gas können durch Korrekturen der idealen Gas-Gleichung berücksichtigt werden. Man erhält die sogenannte van-der-Waals Zustandsgleichung:

$$\left(p + \frac{N^2}{V^2} a \right) (V - Nb) = NkT \quad (1)$$

wobei N die Anzahl der Gasteilchen bezeichnet. (Man beachte, dass a und b in der Literatur nicht einheitlich verwendet werden.)

- (a) Welche anschauliche Bedeutung kann man den Korrekturen Nb und $\frac{N^2}{V^2}a$ geben?
- (b) Skizzieren Sie den Verlauf der Isothermen im (p, V) -Diagramm. Diskutieren Sie die physikalische Bedeutung des Auftretens von Extrema.
- (c) Als kritische Temperatur T_c bezeichnet man die Temperatur, bei der die Extrema der Isothermen gerade zusammen fallen. Bestimmen Sie T_c , den kritischen Druck p_c und das kritische Volumen V_c aus dem Verschwinden der ersten und zweiten Ableitung von p nach V bei konstantem T als Funktion der van-der-Waals Parameter a und b .

Aufgabe 8. (6 Punkte)

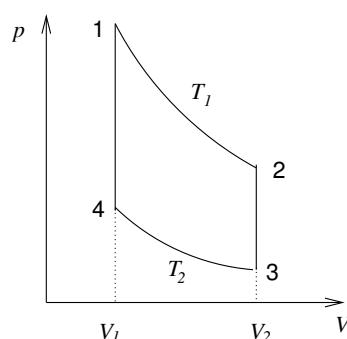
Man drücke die van-der-Waals Parameter in Gl.(1) durch V_c und T_c aus, und berechne damit die isotherme Kompressibilität κ_T für $V = V_c$. Welches Verhalten zeigt κ_T , wenn die Temperatur von oben her gegen T_c geht? Welche physikalische Bedeutung hat dieses Verhalten?

Welches Verhalten zeigt der isobare Ausdehnungskoeffizient α für $V = V_c$ bei Annäherung an die kritische Temperatur T_c ?

Aufgabe 9.

Die nachfolgende Figur beschreibt den sogenannten *Stirling-Prozess* (1-2-3-4-1).

Berechnen Sie den Wirkungsgrad η_{SW} des Stirling-Prozesses für ein van-der-Waals Gas mit der Zustandsgleichung (1).



Benutzen Sie zur Berechnung der auf dem Weg 1-2 aufgenommenen Wärmemenge den in der Vorlesung abgeleiteten Zusammenhang zwischen thermischer und kalorischer Zustandsgleichung. Die Wärmekapazität C_V soll nicht als kostant angesehen werden.