

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

### Aufgabe 7.

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.

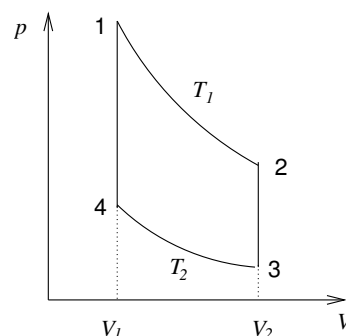
Man drücke die van-der-Waals Parameter in Gl.(1) durch  $V_c$  und  $T_c$  aus, und berechne damit die isotherme Kompressibilität  $\kappa_T$  für  $V = V_c$ . Welches Verhalten zeigt  $\kappa_T$ , wenn die Temperatur von oben her gegen  $T_c$  geht? Welche physikalische Bedeutung hat dieses Verhalten?

Welches Verhalten zeigt der isobare Ausdehnungskoeffizient  $\alpha$  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  $\eta_{SW}$  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 konstant angesehen werden.