

Allgemeine Hinweise: Die mit **►** gekennzeichneten Aufgaben bzw. Teilaufgaben sind als Hausaufgaben zu bearbeiten und in den dafür vorgesehenen Briefkasten im 5. Stock, Geb. 46 abzugeben.

Aufgabe 25.

Die freie Energie einer stromdurchflossenen Spule mit ideal paramagnetischem Kern ist gegeben durch

$$F(T, \Phi) = \frac{\Phi^2}{2L(T)} + F_0(T)$$

$$L(T) = a + \frac{b}{T}.$$

Φ ist der magnetische Fluss, L die Induktivität (verallgemeinerte Kraft), a und b zwei positive Konstanten, und es gilt $\frac{d^2F_0}{dT^2} < 0$.

- (a)** Man berechne die Entropie $S(T, I)$, wobei I der durch die Spule fließende Strom ist, sowie die Wärmekapazitäten C_Φ und C_I .
- (b)** Man bestimme die isotherme Entropie- und Wärmeabgabe beim Einschalten des Stromes.
- (c)** Man berechne die kleine isentrope Temperaturänderung beim Abschalten des Stromes (magnetische Kühlung).

► Aufgabe 26. (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:

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

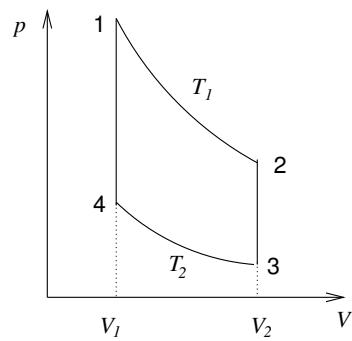
wobei N die Anzahl der Gasteilchen bezeichnet. (Man beachte, dass a und b in der Literatur nicht einheitlich verwendet werden.)

- (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.
- (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 27.

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 konstant angesehen werden.