

Grundlagen der Physik II im SS2007 - Übungsblatt 11

Prof. Dr. O. Marti
Dr. U. Wiedwald

12. Juli 2007

für die Übungen vom 25.06.07 bis 28.06.07

Aufgaben 73 - 82

73. Aufgabe Die van-der-Waals Gleichung realer Gase lautet

$$\left(p + \frac{\alpha n^2}{V^2}\right)(V - \beta n) = nRT$$

und ist damit eine Abwandlung der idealen Gasgleichung mit den Parametern α und β , die Binnendruck und Eigenvolumen der Gasmoleküle berücksichtigen. Berechnen Sie den kritischen Druck, die kritische Temperatur und das kritische Volumen in Abhängigkeit von den van-der-Waals-Konstanten α und β unter den Bedingungen $\frac{dp}{dV} = 0$ und $\frac{d^2p}{dV^2} = 0$ am kritischen Punkt. Bestimmen Sie α und β aus den kritischen Größen T_K , p_K und V_K .

74. Aufgabe Eine Probe mit 2.5 mol eines idealen Gases dehnt sich reversibel und isotherm bei 360K auf ihr doppeltes Volumen aus. Wie groß ist die Entropieänderung des Gases?

75. Aufgabe Ein Kupferblock mit der Masse $m = 2kg$ wird von 25°C auf 100°C reversibel erwärmt. Die spezifische Wärme beträgt $383 \frac{J}{kg \cdot K}$.

- (a) Wie viel Wärme hat der Kupferblock aufgenommen?
- (b) Wie gross ist die Entropieänderung?

76. Aufgabe Berechnen Sie die Entropien beim Kniffeln für

- (a) kleine Strasse
- (b) große Strasse
- (c) Full House
- (d) Kniffel

Geben Sie auch die Mikrozustände und die Anzahl der Permutationen (Komplexionszahlen) an.

- 77. Aufgabe** Ein großer Kupferwürfel mit 10cm Kantenlänge sei ein Wärmereservoir bei $T = 0^\circ\text{C}$. Dieser wird in Kontakt gebracht mit einem Al-Würfel mit der Kantenlänge 1cm und einer Temperatur von $T = 20^\circ\text{C}$. Die spezifische Wärmekapazität von Al ist $896 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Sie haben am Kupferblock ein Thermometer angebracht, welches die Temperatur auf 0.05K genau bestimmt. Können Sie den Kupferblock noch als Wärmereservoir ansehen, oder hat sich seine Temperatur merklich verändert?
- 78. Aufgabe** Wie lange braucht ein 40kW Wasserboiler, 100L von 15°C auf 75°C zu erwärmen?
- 79. Aufgabe** Ein Bleiblock mit der Masse $m_{\text{Pb}} = 100\text{g}$ und der Temperatur 200K wird zusammen mit einem $m_{\text{Cu}} = 50\text{g}$ Kupferblock mit der Temperatur $T = 400\text{K}$ in einen wärmeisolierten Behälter gegeben.
- Finden Sie die spezifischen Wärmekapazitäten in der Literatur.
 - Welche Gleichgewichtstemperatur stellt sich ein?
 - Wie groß ist die Änderung der inneren Energie zwischen Anfangs- und Endzustand des Systems?
 - Wie groß ist die Entropieänderung des Zwei-Blöcke-Systems?
- 80. Aufgabe** In einem hypothetischen Kernreaktor bestehe das Brennmaterial aus Deuteriumgas bei einer Temperatur von $7 \cdot 10^8\text{K}$. Wenn dieses Gas als Arbeitssubstanz einer Carnot-Maschine mit $T_{\text{kalt}} = 100^\circ\text{C}$ genutzt werden könnte, wie hoch wäre dann der Wirkungsgrad?
- 81. Aufgabe** Ein Stück Eis fällt in einen Schacht der Tiefe h .
- Berechnen Sie den Minimalwert der Tiefe h , bei dem das Eis schmilzt, wenn es völlig inelastisch auf dem Schachtboden aufschlägt.
 - Ist es vernünftig, die Änderung der Schwerebeschleunigung beim Fall zu vernachlässigen?
- 82. Aufgabe** Bei welcher Temperatur beginnen Wasserstoffmoleküle zu rotieren (H-H Abstand $\approx 7 \cdot 10^{-11}\text{m}$)? Die Grenze folgt näherungsweise aus dem Gleichsetzen der gequantelten Rotationsenergie für $J = 1$ mit der thermischen Energie

$$k_B T = \frac{\hbar^2}{2\Theta} J(J+1)$$

mit Θ als Trägheitsmoment.