

**Seminar zur Physik für Naturwissenschaftler**  
**Sommersemester 2003**  
**Blatt 3, Besprechung am 21. & 22. Mai**  
**Die Klausur wird am Donnerstag den 24.07. von 15 bis 17 Uhr im H 4/5**  
**stattfinden**

1. In der Vorlesung haben Sie die *van der Waals*-Gleichung  $\left(p + \frac{a}{V_{mol}^2}\right)(V_{mol} - b) = RT$  zur Beschreibung realer Gase kennengelernt.  
Am *kritischen Punkt* gilt für die kritischen Zustandsgrößen:  $V_K = 3b$ ,  $p_K = \frac{a}{27b^2}$  und  $T_K = \frac{8a}{27bR}$ .
- (a) Suchen Sie in einem Tabellenwerk die Werte für die kritischen Zustandsgrößen von  $CO_2$  und berechnen Sie daraus die Werte von  $a$ ,  $b$ .
  - (b) Zeichnen Sie in ein  $pV$ -Diagramm die Zustandskurven für  $CO_2$  bei den Temperaturen  $0^\circ C$ ,  $20^\circ C$ ,  $31^\circ C$  und  $40^\circ C$  ein.
  - (c) Tragen Sie in dies Zustandsdiagramm die Bereiche für Gas, Flüssigkeit, Gas und Flüssigkeit ein. Was passiert, wenn Sie sich dem kritischen Punkt von „oben“ (i.e. bei fallendem Druck) nähern? Wo befinden sich die Bereiche des übersättigten Dampfes und der überhitzten Flüssigkeit? Wie lassen sich diese Phänomene erklären?

**1+1+2 Punkte**

2. Ein beidseitig fest eingespannter Stahlstab mit der Querschnittsfläche  $A = 1cm^2$ , dem  $E$ -Modul  $E = 206GPa$ , dem Längenausdehnungskoeffizienten  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}K^{-1}$  und der Zerreißspannung  $\sigma_B = 1GPa$  kühlt sich um  $\Delta T = 80K$  ab.
- (a) Berechnen Sie die Zugkraft, die durch die Abkühlung entsteht.
  - (b) Zerreißt der Stab während der Abkühlung?

**2+1 Punkte**

3. Der Volumenausdehnungskoeffizient  $\alpha$  ist definiert als:  $\alpha := \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)$ .
- (a) Wenden Sie diese Definition auf die ideale Gasgleichung an, und bestimmen Sie dadurch  $\alpha$  in Abhängigkeit von der Temperatur.
  - (b) Um wieviel Prozent ändert sich das Volumen eines Idealen Gases, wenn es um  $\Delta T = 10K$  erwärmt wird, wobei die Ausgangstemperaturen  $3K$ ,  $273K$  und  $1073K$  betragen.
  - (c) Vergleichen Sie den Wert des Volumenausdehnungskoeffizienten des idealen Gases mit dem von  $H_2$ ,  $He$  und  $CO_2$  bei  $0^\circ C$ .

**2+1+1 Punkte**

4. Einem System aus  $3kg$  Wasser bei  $80^\circ C$  wird durch Rühren  $25kJ$  mechanische Arbeit zugeführt und gleichzeitig  $62,7kJ$  Wärme entzogen.
- (a) Wie groß ist die Änderung der inneren Energie des Systems?
  - (b) Welche Temperatur besitzt das System zum Schluß?

**1+1 Punkte**

5. Einem Gas der Masse  $m = 2,5g$  wird in einem aufrecht stehenden Zylinder mit reibungsfrei beweglichen Kolben, der die Masse  $M = 400g$  und die Querschnittsfläche  $A = 40cm^2$  besitzt, die Wärmemenge  $Q = 126J$  zugeführt. Dadurch wird der Kolben um  $h = 8,8cm$  gehoben. Berechnen Sie, um welchen Betrag  $\Delta T$  die Temperatur steigt.

**2 Punkte**