



# Integrierter Kurs Physik III

## Exp.-Teil, Optik und Thermodynamik

### WS 10/11

Prof. G. Maret, Dr. P. Keim

#### Übungsblatt Nr. 11,

Ausgabedatum: 17.01.2010

Abgabedatum: Mo 24.01.2011 in der Vorlesung

Besprechung: Mi 26.01.2011 in den Übungsgruppen

#### Aufgabe 33: Wahrscheinliche Zustände

Verteilen Sie zehn identische Kugeln der Reihe nach auf zwei Körbe, wobei Sie sich jeweils spontan für den rechten oder linken Korb entscheiden, nach dem Motto: Die erste Kugel links, die zweite rechts, die dritte rechts... oder auch so: die erste rechts, die zweite rechts, die dritte links.... usw.

- Berechnen Sie die Anzahl der verschiedenen Verteilungen die jeweils zu den gleichen Ergebnissen führen! Als verschiedene Ergebnisse zählen die Fälle: Alle Kugeln links,  $(10 : 0)$ , oder neun links, eine rechts  $(9 : 1)$ , oder  $(8 : 2)$ , usw.
- Welches Ergebnis ist am wahrscheinlichsten?
- Man kann sich leicht überlegen, dass sich die Häufigkeiten (genau wie die Wahrscheinlichkeiten)  $\Omega_1$  und  $\Omega_2$  für statistisch unabhängige Ereignisse multiplizieren, wenn man ihre Gesamthäufigkeit wissen will:  $\Omega_G = \Omega_1 \cdot \Omega_2$ . Suchen Sie eine Funktion der Häufigkeiten  $S(\Omega)$  die extensiv ist, d.h. für die gilt:  $S(\Omega_G) = S(\Omega_1 \cdot \Omega_2) = S(\Omega_1) + S(\Omega_2)$
- Nehmen Sie nun 1 mol Kugeln und berechnen Sie für obigen Versuch die Wahrscheinlichkeit, dass sich alle Kugeln im linken Korb befinden! Schätzen Sie ganz grob ab, wie hoch der Papierstapel ist den Sie brauchen, um diese Zahl auszuschreiben!

### Aufgabe 34: Innere Energie des VdW-Gases

Die Zustandsgleichung des Van-der-Waals-Gases lautet:

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

mit  $N$  = Anzahl der Moleküle. Berechnen Sie die innere Energie des Van-der-Waals-Gases!  
*Hinweis:* Die spezifische Wärme  $C_V$  hängt, wie Sie merken sollten, nicht vom Volumen ab und kann für nicht allzu große Temperaturdifferenzen als konstant angenommen werden.

### Aufgabe 35: Adiabaten Gleichung für ideale und van-der-Waals-Gase (schriftlich abzugeben)

Bei adiabatischen Prozessen wird keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht,  $\delta Q = 0$ .  
Dann gilt:

$$dU = \delta A = -pdV$$

Leiten Sie eine allgemeine Gleichung für die Adiabaten eines idealen und eines Van-der-Waals-Gases her!

*Hinweis:* Nehmen Sie an, dass das Verhältnis der spezifischen Wärmen  $\gamma = C_p/C_V$  konstant ist und verwenden Sie:

$$\left. \frac{\partial U}{\partial V} \right|_T = T \cdot \left. \frac{\partial p}{\partial T} \right|_V - p$$

**6 Punkte**