

Übungen zu Experimentalphysik II für Biologen

Blatt 6

Aufgabe 1:

Laut dem Gleichverteilungssatz entfällt im Gleichgewicht auf jeden Freiheitsgrad im Mittel eine Energie von $\frac{1}{2}k_B T$. Im Folgenden betrachten wir Sauerstoffgas (O_2 , ≈ 16 g/mol) bei einer Temperatur von 300 K.

- Nehmen Sie an, die Moleküle könnten sich nur in x-Richtung fortbewegen (damit besitzen sie nur einen translatorischen Freiheitsgrad). Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Gasmoleküle?
- Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Moleküle, wenn ihnen alle drei Raumrichtungen zur Bewegung freistehen?

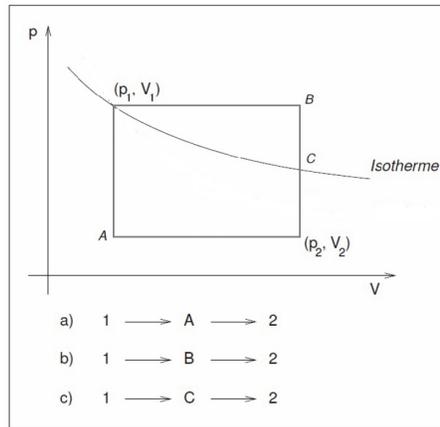
Aufgabe 2:

Verteilen Sie zehn identische Kugeln der Reihe nach auf zwei Körbe, wobei Sie sich spontan für den rechten oder linken Korb entscheiden. Die erste Kugel wird also beispielsweise links, die zweite rechts, die dritte rechts, etc., abgelegt. Ein anderes Vorgehen platziert die erste Kugel rechts, die zweite rechts, die dritte links, etc. Und so weiter...

- Erstellen Sie eine Tabelle, in der allen 10 möglichen Resultaten die Anzahl der Realisierungsmöglichkeiten zugeordnet wird. Die Resultate lauten „alle Kugeln links“ (10:0), „neun Kugeln links, eine rechts“ (9:1), „acht Kugeln links, zwei rechts“ (8:2) usw.
- Welches Resultat ist am wahrscheinlichsten? Geben Sie eine Begründung an!
- Wie können Sie ganz einfach die Wahrscheinlichkeiten für jedes der Resultate berechnen? Tragen Sie die entsprechenden Werte ebenfalls in eine neue Spalte der Tabelle ein.
- Häufigkeiten (genauso wie Wahrscheinlichkeiten) statistisch unabhängiger Ereignisse multiplizieren sich, wenn nach der Gesamthäufigkeit gesucht ist: $\Omega_G = \Omega_1 \cdot \Omega_2$ (Ω ist die Häufigkeit, also die Anzahl von Resultaten, die Sie in Aufgabenteil a) in die Tabelle eingetragen haben). 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 (Tip: Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass die erste Kugel links landet? Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch die zweite Kugel links landet? Usw...)! Schätzen Sie grob ab, wie hoch der Papierstapel ist, den Sie brauchen, um diese Zahl auszuschreiben (Tip: Der Logarithmus zur Basis 10 - \log_{10} - einer Zahl liefert deren Anzahl von Ziffern).

Aufgabe 3: Zustandsänderungen

Ein ideales Gas wird aus dem Anfangszustand (p_1, V_1, T_1) durch quasistatische Prozesse auf drei verschiedenen Wegen in den Endzustand (p_2, V_2, T_2) gebracht.



Erläutern Sie die verschiedenen Wege und überlegen Sie sich wie die innere Energie des Endzustandes von den gelaufenen Wegen abhängt.