

**Übungen zur Vorlesung „Statistische Thermodynamik und Gaskinetik“**

## Blatt 3

**Aufgabe 1:**

Der Berechnung der Translationszustandssumme liegt das quantenmechanische Modell eines Teilchens in einem endlich großen Kasten zu Grunde. Informieren Sie sich in Lehrbüchern über dieses Modell und erklären Sie die grundlegenden physikalischen Annahmen. Wenden Sie dieses Modell auf die nachfolgende Situation an: ein Elektron befindet sich in einem Molekül, das 1.0 nm (etwa 5 Atome) groß ist. Nehmen Sie an, dass das Elektron im Molekül als ein „Teilchen im eindimensionalen Kasten“ behandelt werden kann (das ist z.B. für konjugierte Kohlenwasserstoffe ein sinnvoller Ansatz).

Wie groß ist (a) seine minimale Energie, und (b) wie groß ist die kleinste Anregungsenergie aus diesem Zustand für dieses System? (c) Welche Frequenz muss die elektromagnetische Strahlung besitzen, um diesen Zustand anregen zu können?

**Aufgabe 2:**

Um wie viel Prozent ändert sich für ein gegebenes Niveau die Energie eines Teilchens in einem würfelförmigen Kasten, wenn man die Kantenlänge um 10% verkleinert?

**Aufgabe 3:**

Ein Argonatom befindet sich in einem würfelförmigen Kasten mit dem Volumen  $V$ . Wie groß ist seine Translationszustandssumme (a) bei 100 K, (b) bei 298 K, (c) bei 10000 K, (d) bei 0 K, wenn der Kasten eine Seitenlänge von 1 cm hat?

**Aufgabe 4:**

Die Formel (1) für die Translationszustandssumme, die normalerweise verwendet wird, gilt, wenn eine sehr große Zahl von Energieniveaus zugänglich ist. Unter welchen Bedingungen verliert diese Formel ihre Gültigkeit, und wann muss die Zustandssumme explizit durch Summation über einzelner Energieniveaus berechnet werden? Bei welcher Temperatur wird die in Aufgabe 3 berechnete Zustandssumme des Argons unter den Wert 10 fallen? Wie lautet der genaue Wert der Zustandssumme bei dieser Temperatur?

$$q = \frac{V}{\Lambda^3} \quad \text{mit} \quad \Lambda = \sqrt{\frac{h^2}{2\pi m k T}} \quad (1)$$

**Aufgabe 5:**

Berechnen Sie die Zustandssumme der Translation für ein Wasserstoffmolekül ( $^1\text{H}_2$ ), das sich bei 25 °C in einem Gefäß von 100 cm<sup>3</sup> Inhalt befindet.

**Aufgabe 6:**

Wie groß ist das Verhältnis der Translationszustandssummen der Moleküle des Deuteriums und des Wasserstoffs bei der gleichen Temperatur und dem gleichen Volumen?