

Wird besprochen am 26. November 2021.

Aufgaben 1

Wie hoch ist beim Siedepunkt von metallischem Cäsium (678.4°C) der Anteil der Cs_2 -Moleküle im Dampf in den Schwingungszuständen mit $v = 0, 1, 2, 10, 20$, und 100 ($\tilde{\nu} = 41.99 \text{ cm}^{-1}$)? Wie hoch sind die entsprechenden Anteile bei derselben Temperatur im N_2 -Molekül ($\tilde{\nu} = 2358 \text{ cm}^{-1}$)? Geben Sie den Wert der vibratorischen Zustandssumme in beiden Fällen an.

Aufgaben 2

Wie groß ist die thermische Wellenlänge von ${}^4\text{He}$ -Gas ($M = 4.0026 \text{ amu}$) bei 2 K ?

Aufgaben 3

Berechnen Sie die Zustandssumme eines Mols ${}^4\text{He}$ -Gas, das sich bei 2 K in einem kubischen Behälter befindet und im Gleichgewicht mit flüssigem Helium steht, dessen Dampfdruck bei 2 K 3.169 kPa beträgt.

Hinweis: Verwenden Sie die ideale Gasgleichung.

Aufgaben 4

Wie groß ist die innere Energie des Gases von Aufgabe 3?

Aufgaben 5

Berechnen Sie die Zustandssumme von ${}^4\text{He}$ -Gas, das sich bei 2 K in den kubischen Käfigen einer Einschlußverbindung mit Hohlräumen von 10 \AA Kantenlänge befindet.

Hinweis: Die Zustandssumme $q = q_x^3 = \{\sum_{n=1}^{\infty} \exp(-[n^2 - 1]\beta\epsilon)\}^3$ kann hier nicht durch ein Integral ersetzt werden, weil nur wenige Terme nennenswert zur Summe beitragen. Dies wird auch beim Vergleich der thermischen Wellenlänge mit den Dimensionen des einschließenden Volumens deutlich. Berechnen Sie die Zustandssumme q_x numerisch mit einem Taschenrechner oder Computer, indem Sie für $n = 1, 2, 3, \dots$ die entsprechenden Terme aufsummieren. Bei Beschränkung auf 3 Stellen Genauigkeit tritt bereits nach etwa 5 Termen Konvergenz ein.

Aufgabe 6

Berechnen Sie die innere Energie eines Mols von ${}^4\text{He}$ -Atomen unter den Bedingungen von Aufgabe 5.

Hinweis: Bilden Sie die Ableitung $E = -N_A(d \ln q / d\beta) = -3N_A q_x^{-1}(dq_x / d\beta)$. In dem resultierenden Ausdruck tritt eine weitere Summe auf, die ebenfalls nach dem Vorgehen von Aufgabe 5 zu berechnen ist.