

Institut für Physikalische Chemie Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

3. Übungsblatt zur Vorlesung Physikalische Chemie WS 2009/2010 Prof. Dr. Bartsch

L = leicht, M = mittel, S = schwierig

3.1 L (8 Punkte)

Wir betrachten ein Ensemble von 100 Molekülen mit folgenden Geschwindigkeiten:

i	1	2	3	4	5	6	7
N_i	5	20	35	22	10	5	3
v/ms^{-1}	100	200	300	400	500	600	700

Zeichnen Sie N_i als Funktion von v und bestimmen Sie die wahrscheinlichste Geschwindigkeit (v_w), die mittlere Geschwindigkeit ($\langle v \rangle$) und die Wurzel des mittleren Geschwindigkeitsquadrates ($\sqrt{\langle v^2 \rangle}$) für das Gas.

3.2 (L) (7 Punkte)

Geben Sie die mittlere Geschwindigkeit eines Teilchens ($\sqrt{\langle v^2 \rangle}$) und die mittlere kinetische Energie der Translation bei 300 K und 1 bar für 1 Teilchen und für 1 mol Teilchen an.

a) Wasserstoff (H_2)

b) Helium

3.3 M (15 Punkte)

Ein mit Wasserstoff gefüllter Wetterballon wird auf Meeresniveau ($T = 298 \text{ K}$) mit einem Radius von 1 m aufgelassen. Bei der größten Höhe, die er erreicht, hat er bei -20°C einen Radius von 3 m.

a) Welcher Druck herrscht in dieser Höhe im Inneren des Ballons? Nehmen Sie ideales Verhalten an und vernachlässigen Sie die Spannung der Ballonhülle. (8 Punkte)

b) Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit $\langle v \rangle$ (Achtung: NICHT $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$) eines Gasmoleküls im Inneren des Ballons bei dieser Höhe. Nehmen Sie dazu an, bei dem Gas handele es sich um Wasserstoff. (7 Punkte)

Hinweis: Benutzen Sie die Definition des Mittelwertes über die Maxwell-Boltzmann-Verteilung und verwenden Sie das folgende Integral:

$$\int_0^\infty x^3 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{2a^2}$$

3.4 M (10 Punkte)

Bei der Messung der Geschwindigkeitsverteilung eines ausströmenden Gases mit einem Geschwindigkeitsselektor findet man als häufigste Geschwindigkeit ($v_{\max}$) einen Wert von 557 ± 20 m/s bei einer Temperatur von 298 K. Um welches Gas könnte es sich dabei handeln?

Hinweis: Berechnen Sie die Molmasse unter Annahme einer Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung.

3.5 L (10 Punkte)

Skizzieren Sie das p-V-Diagramm eines realen Gases für $T > T_k$ (T_k = kritische Temperatur), $T = T_k$ und $T < T_k$. Was ist die Bedeutung der kritischen Temperatur? Vergleichen Sie den Verlauf der Isotherme für $T < T_k$ des realen Gases mit der entsprechenden Isotherme eines idealen Gases und diskutieren Sie die Unterschiede. Welches sind die Kriterien für ideales Verhalten bei Gasen und unter welchen Bedingungen kann man das Verhalten realer Gase in guter Näherung durch ideales Verhalten beschreiben.