

Übungen zur Physikalischen und Theoretischen Chemie I

Übung 13 – Test-Klausur Teil II

Abgabe bis Montag, 09.07.2018, 12 Uhr

Aufgabe 1

- a) Die Geschwindigkeitsverteilung idealer Gasteilchen ist durch die 2D Maxwell-Boltzmann Verteilung gegeben:

$$f(v) = \frac{m}{kT} \cdot v \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$$

Leiten Sie einen Ausdruck für v_{rms} (root-means square) her.

- b) Verwenden Sie die 3D Maxwell-Boltzmann Verteilung (siehe unten) um den Anteil der CO₂ Moleküle bei 300 K und einer Geschwindigkeit von 200 bis 250 ms⁻¹ zu berechnen.

$$f(v) = 4\pi \cdot \left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{Mv^2}{2RT}}$$

Zur vereinfachten Berechnung können sie für die Integration den Mittelwert der Geschwindigkeit en nutzen: $f(v)dv = f(\bar{v})d\bar{v}$

Aufgabe 2

Eine Mischung aus 40% N₂O und 60% O₂ kann in einer Zahnarztpraxis zum anästhesieren verwendet werden. Nehmen Sie an, dass sich die Gase ideal verhalten. Bestimmen Sie die Mischungsentropie für eine Gesamtstoffmenge ($n_{N_2O} + n_{O_2}$) von 1 mol.

Aufgabe 3

- a) Zeigen Sie, dass

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$

gilt, wobei Sie von der charakteristischen Funktion für die freie Energie ausgehen dürfen.

- b) Beweisen Sie die Beziehung für 1 mol eines idealen Gases. (Hinweis: Gehen Sie von der Fundamentalgleichung dG aus.)

$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = -\frac{R}{p}$$

Aufgabe 4

- a) 0,131 g einer organischen Verbindung werden in 25,4 g Wasser gelöst. Der Gefrierpunkt der Lösung wird gemessen und bei $-0,104^\circ\text{C}$ festgestellt. Bestimmen Sie die molare Masse der Verbindung. (**Hinweis:** $\theta_{Kry}(H_2O) = 1,858 \frac{\text{K kg}}{\text{mol}}$)
- b) Campher ist ein weißer Feststoff, der bei $179,5^\circ\text{C}$ schmilzt und eine ungewöhnlich hohe kryoskopische Konstante aufweist, $\theta_{Kry} = 40 \frac{\text{K kg}}{\text{mol}}$. 1,07 g einer Substanz mit der empirischen Formel C_nH_n wird in 78,1 g Campher gelöst. Der Gefrierpunkt der Lösung liegt bei 176°C , wie lautet die Summenformel der Substanz?

Aufgabe 5

Berechnen Sie den Unterschied in der Steigung des chemischen Potentials als Funktion des Drucks auf beiden Seiten (a) des Standardgefrierpunkts und (b) des Standardsiedepunkts von 1 mol Wasser. Gegeben sind folgende Dichten:

Eis bei 0°C (0.917 g/cm^3), Wasser bei 0°C (1.000 g/cm^3), Wasser bei 100°C (0.958 g/cm^3), Wasserdampf bei 100°C (0.598 g/dm^3). Um wie viel ist das chemische Potential von Wasserdampf bei 1.2 atm und 100°C größer als das von flüssigem Wasser? Bei 1.0 atm und 100°C ist $\mu(l)=\mu(g)$.

Info:

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

$$\Delta S_{mix} = -R \sum_i n_i \ln x_i$$

$$\theta_{Kry}(H_2O) = 1,858 \frac{\text{K kg}}{\text{mol}}$$

1 x Kohlenstoff (12 g/mol)

1 x Wasserstoff (1 g/mol)

$N_A = 6.0221367 \cdot 10^{23}$ Teilchen/mol

$k_B = 1.380658 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ (= $8.617385 \cdot 10^{-5} \text{ eV/K}$)

$R = N_A \cdot k_B = 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

1 atm = 1.01325 bar = 1013.25 hPa

1 Pa = $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$

1 J = $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ Nm}$