

Test 3 - Lösungsvorschlag

4.12.2018

Physikalische Chemie 1 - Thermodynamik

WS 2018/19

Übungsleitung: Monja Sokolov, Mila Andreeva

Name, Vorname	
Martikel-NR	
Studiengang	
Tutorium	

Aufgabe	1	2	3	Σ
Mögl. Punkte	6	5	4	15
Erreicht				

Aufgabe 1

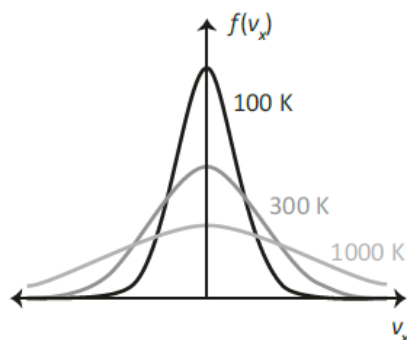
- Was beschreibt die Maxwell-Boltzmann-Verteilung?
- Geben Sie die Formel für die eindimensionale Maxwell-Boltzmann-Verteilung an und zeichnen Sie deren qualitativen Verlauf für zwei unterschiedliche Temperaturen.
- Wie ändert sich die Form der Verteilung, wenn die Teilchenmasse größer wird?

Lösung:

- Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung beschreibt, wie die Geschwindigkeiten der einzelnen Teilchen in einem gasförmigen Ensemble verteilt sind. (1 Punkt)

- Formel: $f(v_i) = \sqrt{\frac{m}{2\pi k_B T}} e^{-\frac{mv_i^2}{2k_B T}}$ (1 Punkt)

Zeichnung (1 Punkt pro Kurve, 1 Punkt für richtig beschriftete Achsen) (hier sind drei Temperaturen, zwei reichen aber):



- c) Bei zunehmender Masse wird die Verteilung schmaler (der Peak wird ausgeprägter)
(1 Punkt)

Aufgabe 2a

1 mol Hexan (C_6H_{14}) wird mit 1 mol Heptan (C_7H_{16}) bei 298 K gemischt.

- a) Die Mischung kann als ideal angenommen werden. Begründen Sie, warum diese Näherung legitim ist.
- b) Bestimmen Sie die freie Mischungsenthalpie ΔG_{mix} und die Mischungsentropie ΔS_{mix} . (Hinweis: $R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$)
- c) Wie hoch ist die Mischungsenthalpie?

Lösung:

- a) Hexan und Heptan sind chemisch sehr ähnlich, weswegen die Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Stoffen sehr ähnlich sind zu den Wechselwirkungen in den jeweiligen Reinstoffen (beides Van-der-Waals-WW). (1 Punkt)

b)

$$x_{Hex} = \frac{n_{Hex}}{n_{Hex} + n_{Hep}} = \frac{1}{2}$$

$$x_{Hep} = \frac{n_{Hep}}{n_{Hex} + n_{Hep}} = \frac{1}{2} \quad (1Punkt)$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{mix} &= nRT \sum_i x_i \ln(x_i) \\ &= 2 \text{ mol} \cdot 8.314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 298 \text{ K} \cdot (0,5 \ln(0,5) + 0,5 \ln(0,5)) \\ &= -3434.6 \text{ J} \quad (1Punkt) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{mix} &= -nR \sum_i x_i \ln(x_i) \\ &= -2 \text{ mol} \cdot 8.314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot (0,5 \ln(0,5) + 0,5 \ln(0,5)) \\ &= 11.53 \frac{J}{K} \quad (1Punkt) \end{aligned}$$

- c) Da es sich um eine ideale Mischung handelt, ist die Mischungsenthalpie $\Delta H_{mix} = 0$. (1 Punkt)

Aufgabe 2b

2 mol Hexan (C_6H_{14}) werden mit 2 mol Heptan (C_7H_{16}) bei 298 K gemischt.

- Die Mischung kann als ideal angenommen werden. Begründen Sie, warum diese Näherung legitim ist.
- Bestimmen Sie die freie Mischungsenthalpie ΔG_{mix} und die Mischungsentropie ΔS_{mix} . (Hinweis: $R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$)
- Wie hoch ist die Mischungsenthalpie?

Lösung:

- Hexan und Heptan sind chemisch sehr ähnlich, weswegen die Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Stoffen sehr ähnlich sind zu den Wechselwirkungen in den jeweiligen Reinstoffen (beides Van-der-Waals-WW). (1 Punkt)
-

$$\begin{aligned}x_{Hex} &= \frac{n_{Hex}}{n_{Hex} + n_{Hep}} = \frac{1}{2} \\x_{Hep} &= \frac{n_{Hep}}{n_{Hex} + n_{Hep}} = \frac{1}{2} \quad (1Punkt)\end{aligned}$$

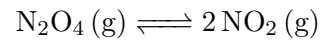
$$\begin{aligned}\Delta G_{mix} &= nRT \sum_i x_i \ln(x_i) \\&= 4 \text{ mol} \cdot 8.314 \frac{J}{molK} \cdot 298 \text{ K} \cdot (0,5 \ln(0,5) + 0,5 \ln(0,5)) \\&= -6869.2 \text{ J} \quad (1Punkt)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta S_{mix} &= -nR \sum_i x_i \ln(x_i) \\&= -4 \text{ mol} \cdot 8.314 \frac{J}{molK} \cdot (0,5 \ln(0,5) + 0,5 \ln(0,5)) \\&= 23.05 \frac{J}{K} \quad (1Punkt)\end{aligned}$$

- Da es sich um eine ideale Mischung handelt, ist die Mischungsenthalpie $\Delta H_{mix} = 0$. (1 Punkt)

Aufgabe 3a

N_2O_4 steht mit NO_2 in einem chemischen Gleichgewicht:



- a) Wie ist die Gleichgewichtskonstante für diese Reaktion definiert?
- b) Bei Standardbedingungen beträgt der Molenbruch für N_2O_4 0,6 und für NO_2 0,4. Berechnen Sie K aus K_X .
- c) Wie verschiebt sich das Gleichgewicht bei Druckerhöhung?

Lösung:

a) $K = \frac{a_{\text{NO}_2}^2}{a_{\text{N}_2\text{O}_4}}$ (1 Punkt)

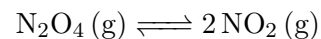
b) Da $p = 1 \text{ bar}$ gilt $K = K_X$ (1 Punkt):

$$K = K_X \cdot \underbrace{p^{\sum_i \nu_i}}_{=1} = K_X = \frac{0,4^2}{0,6} = 0,267 \quad (1 \text{ Punkt})$$

- c) Das Gleichgewicht verschiebt sich bei Druckerhöhung auf die Eduktseite, da dort weniger Gasteilchen vorhanden sind. (1 Punkt)

Aufgabe 3b

N_2O_4 steht mit NO_2 in einem chemischen Gleichgewicht:



- a) Wie ist die Gleichgewichtskonstante für diese Reaktion definiert?
- b) Bei Standardbedingungen beträgt der Molenbruch für N_2O_4 0,6 und für NO_2 0,4. Berechnen Sie K aus K_X .
- c) Die Dissoziationsreaktion ist endotherm. Auf welche Seite verschiebt sich das Gleichgewicht folglich bei Temperaturerhöhung?

Lösung:

a) $K = \frac{a_{N_2O_2}^2}{a_{N_2O_4}}$ (1 Punkt)

b) Da $p = 1$ bar gilt $K = K_X$ (1 Punkt):

$$K = K_X \cdot \underbrace{p^{\sum_i \nu_i}}_{=1} = K_X = \frac{0,4^2}{0,6} = 0,267 \quad (1 \text{ Punkt})$$

c) Das Gleichgewicht verschiebt sich bei Temperaturerhöhung auf die Produktseite, da $\Delta_r H > 0$. (1 Punkt)