

Übungsaufgaben zur Vorlesung Physikalische Chemie I – Kinetik

1.)

Zur Erprobung von Weltraumfahrzeugen sind große Vakuumkammern gebaut worden, welche bis zu Drücken von 10^{-6} Pa evakuiert werden können.

- Wie groß ist die mittlere freie Weglänge bei diesem Druck für N_2 bei 25°C ($\sigma_{N_2} = 3.75 \text{ \AA}$)?
- Zeigen Sie, dass sich die Zahl der Stöße pro Fläche und Zeit berechnen lässt zu

$$Z_w = \frac{N}{V} \left(\frac{kT}{2\pi m} \right)^{1/2}$$

- Wieviele Gasstöße ereignen sich pro Sekunde mit 1m^2 der Oberfläche eines Weltraumfahrzeuges in dieser Kammer?

2.)

Für die Reaktion von Sauerstoffatomen mit aromatischen Kohlenwasserstoffen wurde experimentell ein präexponentieller Faktor für den Arrhenius-Ansatz von $1,14 \cdot 10^{10} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ bestimmt. Berechnen Sie daraus den Wirkungsquerschnitt ($\pi\sigma^2$) für die Reaktion bei 240 K. Berechnen Sie des Weiteren den theoretischen Wirkungsquerschnitt zwischen Sauerstoff und Benzol sowie das Verhältnis aus experimentellem und theoretischem Wirkungsquerschnitt. Nehmen Sie hier als Radien $R(\text{O}) \approx 78 \text{ pm}$ bzw. $R(\text{C}_6\text{H}_5) \approx 265 \text{ pm}$ an.

3.)

Die wahrscheinlichste Geschwindigkeit der Moleküle des Trägergases in einem Überschall-Molekularstrahl kann näherungsweise beschrieben werden durch

$$u_{peak} = \left(\frac{2RT}{M} \right)^{1/2} \left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)^{1/2}$$

T sei hierbei die Temperatur der Gasmischung, M die molare Masse des Trägergases und γ das Verhältnis der Wärmekapazitäten ($\gamma = C_p/C_v$) des Trägergases.

- Bestimmen sie u_{peak} für ein Benzol-Molekül in einem Neon-Überschallstrahl von 300 K. Wiederholen Sie die Rechnung für einen Heliumstrahl unter gleichen Bedingungen. Behandeln Sie He und Ne als ideale einatomige Gase.
- Wie groß muss die Temperatur in einer Gaszelle sein, damit die Benzolmoleküle die gleiche mittlere Geschwindigkeit aufweisen wie in Teil a)?

4.)

Die thermische Zersetzung von Acetaldehyd ist eine Reaktion zweiter Ordnung. Die Aktivierungsenergie beträgt 190 kJ/mol , der Moleküldurchmesser des Acetaldehyds $5 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$.

- Berechnen Sie die Gesamtzahl der Stöße pro cm^3 und Sekunde bei 800 K und 1 bar Druck.
- Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeitskonstante k in $\text{l mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ unter der Annahme, dass jeder Stoß zur Reaktion führt.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante k unter der Annahme, dass nur die Stöße mit einer Energie größer der Aktivierungsenergie zur Reaktion führen.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante k nach dem *Line-of-Centers*-Modell und vergleichen Sie alle Werte.

5.)

- a) Berechnen Sie die Wärmeleitfähigkeit von Argon ($C_V = 12,5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $d = 0,34 \text{ nm}$) bei 20°C , gegeben durch $\kappa = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle C_V [\text{Ar}]$.
- b) Berechnen Sie ferner den Selbst-Diffusionskoeffizienten von Argon bei 25°C und 1 Pa , 100 kPa und 15 MPa , für den gilt: $D = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle$

6.)

Eine Knudsenzelle ist eine bis auf eine kleine Öffnung allseitig umschlossene Zelle. Zur Ermittlung des Dampfdruckes bringt man eine Substanz in eine Knudsenzelle und erhöht die Temperatur der Zelle. Ein Teil der Substanz tritt durch das Loch in der Zelle aus. Man bestimmt dann durch Wiegen den nach einer bestimmten Zeit eingetretene Gewichtsverlust. Wie groß ist der Dampfdruck von Ag bei 1024 K , wenn in 90 min aus einer Knudsenzelle mit einem kreisförmigen Lochdurchmesser von $0,4 \text{ cm}$ $11,85 \text{ mg}$ Ag austreten?

Information zur Klausur:

Die 2. Teilklausur findet am Fr., 8.2.2013, von 16-17 Uhr statt.

Studierende der Chemie (Bachelor und Diplom) schreiben im Redtenbach-Hörsaal (Geb. 10.91), Studierende anderer Fachrichtungen im HS 37 (Geb. 20.40).

Erlaubte Hilfsmittel sind ein handschriftlich beschriebenes Blatt DIN A4 (Vorder- und Rückseite) sowie ein nichtprogrammierbarer, nichtgrafikfähiger Taschenrechner.

Klausurrelevant sind die in der Vorlesung behandelten Themen bis einschließlich Mittwoch, 6.2. sowie die Übung. Die Klausuraufgaben lehnen sich an die Übungsaufgaben an.