

Klausur PC 2 – Kinetik und Struktur

Wintersemester 2016, 19. Februar 2016

Beachten Sie bitte:

Ich bin mit Veröffentlichung der Ergebnisse im Internet unter Angabe der Matr-Nr. (NICHT des Namens) einverstanden (Unterschrift):

PC 2 – Kinetik und Struktur

Prof. Hohm

| Aufgabe | 1 | 2 | 3 | 4 | Summe |
|------------------|----|----|----|---|-------|
| Max. Punkte | 12 | 10 | 10 | 8 | 40 |
| erreichte Punkte | | | | | |

Maximal sind 40 Punkte zu erreichen.

Erlaubte Hilfsmittel: Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt, Taschenrechner

Lösungen bitte ausschließlich auf dem Aufgabenzettel.

Klausuraufgaben PC 2 – Kinetik und Struktur

wichtige Naturkonstanten:

| | |
|-----------------------------|--|
| Lichtgeschwindigkeit | $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ |
| Plancksches Wirkungsquantum | $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ |
| ideale Gaskonstante | $R = 8,3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ |
| Elementarladung | $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |
| Masse eines Elektrons | $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ |
| Masse eines Protons | $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Avogadro-Konstante | $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| Faraday-Konstante | $F = 96485,3 \text{ Cmol}^{-1}$ |
| Boltzmann-Konstante | $k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ |
| atomare Masseneinheit | $u = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |

Aufg. 1: Multiple-Choice (12 Punkte). Es können immer auch mehrere Antworten richtig sein.

- a) Die mittlere Geschwindigkeit $\langle v \rangle$ der Teilchen in einem reinen Gas
- ☐ ist immer größer als die wahrscheinlichste Geschwindigkeit v_m .
 - ☐ ist immer größer als die quadratisch gemittelte Geschwindigkeit v_{rms} .
 - ☐ ist immer kleiner als die quadratisch gemittelte Geschwindigkeit v_{rms} .
 - ☐ ist immer kleiner als die wahrscheinlichste Geschwindigkeit v_m .
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- b) Zur Bestimmung des Dampfdrucks p einer schwerflüchtigen Substanz
- ☐ wird häufig die stopped-flow Methode angewendet.
 - ☐ wird häufig die Relaxationsmethode nach Manfred Eigen angewendet.
 - ☐ wird häufig die Effusionsmethode nach Knudsen angewendet.
 - ☐ wird häufig das Schwingscheibenviskosimeter nach Maxwell eingesetzt.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- c) Der Transportkoeffizient α_Γ eines idealen Gases
- ☐ beschreibt die pro Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit transportierte Größe.
 - ☐ ist stoffspezifisch.
 - ☐ gibt an, wie effektiv der Transport der Größe Γ stattfindet.
 - ☐ kann unter anderem dazu genutzt werden, Teilchenradien zu bestimmen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- d) Die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist nach IUPAC
- ☐ immer eine dimensionslose Größe.
 - ☐ immer eine von der Zeit unabhängige Konstante.
 - ☐ immer eine von der Temperatur und vom Druck unabhängige Größe.
 - ☐ immer negativ.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- e) Die Reaktionsordnung einer chemischen Reaktion
- ☐ ist über einen Differentialquotienten definiert.
 - ☐ kann null sein.
 - ☐ lässt sich immer aus der Reaktionsgleichung ablesen.
 - ☐ muss experimentell bestimmt werden.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

- f) Der radioaktive Zerfall des Kohlenstoffisotops ^{14}C
- ☐ folgt einem Geschwindigkeitsgesetz erster Ordnung.
 - ☐ kann zur Altersbestimmung organischer Materialien genutzt werden.
 - ☐ erfolgt mit einer Halbwertszeit von ca. 5 Millionen Jahren.
 - ☐ endet, wenn das Verhältnis zwischen ^{14}C und ^{12}C 1:1 beträgt.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- g) Die Geschwindigkeitskonstante k einer chemischen Reaktion
- ☐ ist immer von der Temperatur unabhängig.
 - ☐ ist für Reaktionen zweiter Ordnung prinzipiell größer als für Reaktionen erster Ordnung.
 - ☐ ist niemals eine dimensionsbehaftete Zahl.
 - ☐ ist linear proportional zur Aktivierungsenergie E_A der Reaktion.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- h) Für eine Reaktion pseudo-erster Ordnung $A + B \rightarrow C$ mit B im Überschuss gilt, dass der Konzentrationsverlauf
- ☐ von B gegen die Zeit t keine Veränderung zeigt.
 - ☐ von A gegen die Zeit t eine exponentielle Abnahme zeigt.
 - ☐ von C gegen die Zeit t eine exponentielle Zunahme zeigt.
 - ☐ von B gegen die Zeit t eine lineare Abnahme zeigt.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- i) Eine elektromagnetische Welle
- ☐ kann sich niemals im Vakuum ausbreiten.
 - ☐ kann mit Materie wechselwirken.
 - ☐ kann vom menschlichen Auge wahrgenommen werden, wenn die Wellenlänge zwischen 400 und 700 nm ist.
 - ☐ breitet sich längs einer gekrümmten Linie im Raum aus.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- j) Die Anregung von Schwingungen in einem Molekül
- ☐ erfordert immer mehr Energie als die Anregung von Elektronen.
 - ☐ erfordert immer weniger Energie als die Anregung von Rotationen.
 - ☐ erfordert immer Energien im Mikrowellenbereich.
 - ☐ erfordert niemals diskrete Energieportionen.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- k) Das Lambert-Beersche Gesetz ist die Grundlage
- ☐ zur Bindungsabstandsberechnung aus Rotationsspektren.
 - ☐ zur Konzentrationsberechnung aus Absorptionsspektren.
 - ☐ zur Kraftkonstantenberechnung aus Schwingungsspektren.
 - ☐ zur Fourier-Transformationsberechnung aus Infrarotspektren.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.
- l) Die Energie ΔE pro Teilchen für Rotationsübergänge $J \rightarrow J+1$ eines zweiatomigen Moleküls
- ☐ hängt vom Abstand der beiden Atome ab.
 - ☐ hängt von der reduzierten Masse des Teilchens ab.
 - ☐ hängt niemals von der Rotationsquantenzahl J ab.
 - ☐ ist diskret, also quantisiert.
 - ☐ Nichts von alledem ist richtig.

Aufg. 2: Transportprozesse (10 Punkte)

a) Vervollständigen Sie folgende Tabelle:

| Transport- phänomen | Transportierte Größe | Ursache | Resultierender Fluss J_f |
|------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | | | Stoffmenge pro Fläche und Zeit |
| | Impuls | | |
| Wärmeleitung | | Temperaturgradient | |
| Elektrischer Strom | | | Ladung pro Fläche und Zeit |

- b) Die Oberseite einer würfelförmigen Zelle mit einer Kantenlänge von 15 cm wird bei 15 °C, die Unterseite bei 5 °C konstant gehalten. Die Seiten seien perfekt isoliert und es hat sich bereits ein stationärer Zustand der Temperaturverteilung eingestellt. Das Medium sei ein Edelgas, sie wissen jedoch nicht genau welches. Sie messen eine Energiemenge von 4,185 J die pro Minute durch das Medium fließt. Ermitteln Sie hieraus, um welches Edelgas es sich bei dem Medium handelt. Nehmen Sie die Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten λ für diesen Temperaturbereich als konstant an.

Tabelle 1: Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten λ verschiedener Edelgase bei 273 K.

| Substanz | He (g) | Ne (g) | Ar (g) | Kr (g) | Xe (g) |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\lambda / \text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ | 0,1442 | 0,0465 | 0,0163 | 0,0087 | 0,0052 |

Aufg. 3: Kinetik (10 Punkte)

Wir betrachten die isochore Reaktion $2 \text{N}_2\text{O}_5 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ bei einer Temperatur von 25 °C. Zu Beginn der Reaktion liegt reines N_2O_5 mit einem Druck von 10^5 Pa vor. Die Reaktion ist erster Ordnung bezüglich N_2O_5 ($v = k[\text{N}_2\text{O}_5]$) und die Geschwindigkeitskonstante k beträgt $3,38 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Betrachten Sie alle Gase als ideale Gase.

a) Formulieren Sie die Reaktionsgeschwindigkeit v in Bezug auf jede an der Reaktion beteiligten Spezies.

b) Zeigen Sie, dass für die zeitliche Änderung der Konzentration des N_2O_5 folgende Beziehung gilt: $[\text{N}_2\text{O}_5]_t = [\text{N}_2\text{O}_5]_0 \cdot \exp(-2kt)$

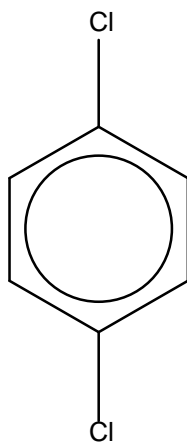
c) Bestimmen Sie die Halbwertszeit $t_{1/2}$ des N_2O_5 .

d) Berechnen Sie die Konzentration des N_2O_5 nach jeweils einer Minute, einer Stunde und einem Tag.

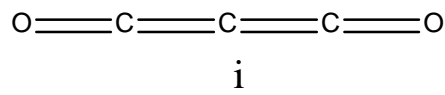
e) Skizzieren Sie den Gesamtdruck des Reaktionssystems als Funktion der Zeit t .

f) Die Aktivierungsenergie E_A dieser Reaktion ist gegeben zu $103,4 \text{ kJ/mol}$ und der präexponentielle Faktor A in der Arrheniusgleichung beträgt $4,94 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$. Überprüfen Sie, ob diese Werte zu den gegebenen Werten für die Temperatur und die Geschwindigkeitskonstante passen.

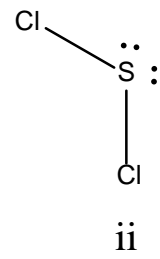
Aufg. 4: Struktur (8 Punkte)



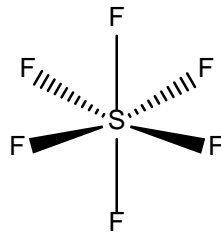
iii



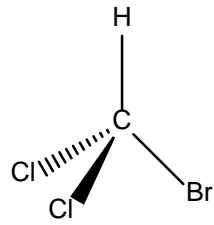
i



ii



iv



v

- a) Bestimmen Sie die Punktgruppen der Moleküle i) bis v) mit Hilfe des Fließschemas und dokumentieren Sie Ihren Lösungsweg.

b) Welche der Moleküle i) bis v) sind polar, haben also ein Dipolmoment $|\vec{\mu}| \neq 0$?

c) Bestimmen Sie die Anzahl der Schwingungsfreiheitsgrade für die Strukturen i) und v).

Anhang zur Klausur: Flussschema zur Punktgruppenbestimmung

