

Aufgabe 1: (10 Pkt.)

Ein 10 kg schweres Eisenstück fällt aus 100 m Höhe auf die Erde. Wie groß ist die kinetische Energie des Eisenstücks vor dem Aufprall? Wie hoch ist seine Geschwindigkeit? Die Temperatur des Eisenstücks vor dem Aufprall beträgt 20°C. Wie hoch ist die Endtemperatur, wenn man davon ausgeht, daß die kinetische Energie vollkommen in innere Energie umgewandelt wird? ($C_p = 25.1 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ $M_{\text{Fe}} = 55,9 \text{ g/mol}$)

Aufgabe 2: (10 Pkt.)

- a) 5 mol eines idealen Gases werden isotherm bei 300 K von 100 dm³ auf 40 dm³ komprimiert. Wieviel Arbeit muß mindestens bei der Kompression geleistet werden?
 b) Die folgende Beziehung beschreibt die isotherme reversible Expansion vom molaren Volumen $V_{m,1}$ zu $V_{m,2}$.

$$W = -RT \ln \left(\frac{V_{m,2} - B}{V_{m,1} - B} \right) - \frac{A}{BT^{1/2}} \ln \left(\frac{(V_{m,2} + B)V_1}{(V_{m,1} + B)V_2} \right)$$

Zeigen sie, daß diese Gleichung für die Redlich-Kwong Gleichung erfüllt ist!

$$P = \frac{RT}{V_m - B} - \frac{A}{T^{1/2}V_m(V_m + B)}$$

Aufgabe 3: (10 Pkt.)

- a) Ist der Unterschied zwischen Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie bei der Wassergasreaktion ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$) oder bei der Bildung des Ammoniaks ($\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$) größer? Begründen sie ihre Antwort!
 b) Bei 273 K beträgt die molare Reaktionsenthalpie zur Bildung des Ammoniaks – 91,66 kJ mol⁻¹. Wie groß ist die molare Reaktionsenthalpie bei 473 K?

$$c_p(\text{N}_2) = (27,27 + 5,22 \cdot 10^{-3} \text{ T/K} - 0,0042 \cdot 10^{-6} \text{ T}^2/\text{K}^2) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$c_p(\text{H}_2) = (29,04 - 0,836 \cdot 10^{-3} \text{ T/K} + 2,01 \cdot 10^{-6} \text{ T}^2/\text{K}^2) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$c_p(\text{NH}_3) = (25,87 + 32,55 \cdot 10^{-3} \text{ T/K} - 3,04 \cdot 10^{-6} \text{ T}^2/\text{K}^2) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Aufgabe 4: (10 Pkt.)

Zeigen sie, daß für ideale Gase das Verhältnis der Steigungen von Isobaren und Isochoren im (S, lnT)-Diagramm durch $c_p(T)/c_v(T)$ gegeben ist!

44 92

Aufgabe 5. (5 Punkte)

In der bodennahen Atmosphäre der winterlichen Arktis liegt der größte Teil der Stickoxide gebunden als Peroxyacetylnitrat (PAN) vor. Die Lebensdauer von PAN wird im wesentlichen durch dessen thermischen Zerfall gemäß $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OONO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{O} + \text{NO}_3$ bestimmt. Berechnen Sie aus der entsprechenden ARRHENIUS-Gleichung

$$k/\text{s}^{-1} = 1,58 \times 10^{16} \exp[-112,5 \text{ kJ mol}^{-1}/(\text{RT})]$$

die mittlere Lebensdauer von PAN bei einer für die winterliche Arktis typischen Temperatur von $-35 \text{ }^\circ\text{C}$. Bei welcher Temperatur beträgt die mittlere Lebensdauer 1 h?

Aufgabe 6. (10 Punkte)

Die Viskosität von Ethan bei $17,2 \text{ }^\circ\text{C}$ beträgt $90,1 \text{ } \mu\text{P}$. Berechnen Sie den Stoßdurchmesser von C_2H_6 nach der strengen Theorie (CHAPMAN-ENSKOG) für harte Kugeln. Wie weit bewegt sich ein willkürlich herausgegriffenes C_2H_6 -Molekül in Ethan bei Normaldruck (101325 Pa) und einer Temperatur von 300 K im Mittel in einer Raumrichtung fort, a) in einer Minute und b) in einer Stunde?

Aufgabe 7. (10 Punkte)

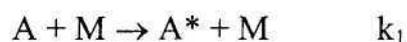
Der Zerfall von Arsin in Arsen und Wasserstoff gemäß



wird bei konstantem Volumen über die Zunahme des Gesamtdrucks verfolgt (die Abnahme des Reaktorvolumens durch die Abscheidung des festen Arsens kann vernachlässigt werden). Der Anfangsdruck (reines Arsin) beträgt $98,0 \text{ kPa}$. Nach 3 h hat sich der Druck auf $114,4 \text{ kPa}$ erhöht. Man berechne die Geschwindigkeitskonstante für diese Reaktion 1. Ordnung. Welcher Enddruck stellt sich nach sehr langer Meßzeit ein?

Aufgabe 8. (15 Punkte)

Die Isomerisierung von Cyclopropan (A) zu Propen (B) wird bei einer Temperatur von $490 \text{ }^\circ\text{C}$ untersucht. Als Badgas (M) dient Argon in großem Überschuß. Die Reaktion verläuft nach folgendem Mechanismus:



Dabei stellt A^* angeregtes Cyclopropan dar. Es wird die Abhängigkeit der Bruttogeschwindigkeitskonstanten k_{uni} von der Badgaskonzentration $[\text{M}]$ untersucht (Tabelle 1), wobei gilt:

$$-\frac{d[\text{A}]}{dt} = k_{\text{uni}}[\text{A}].$$

- a) Man leite, unter Annahme von Quasistationarität für A^* , eine Beziehung für k_{uni} als Funktion von k_1 , k_2 , k_3 und $[M]$ ab.
- b) Linearisieren Sie den Zusammenhang zwischen den beiden Meßgrößen aus Tabelle 1, und bestimmen Sie die Geschwindigkeitskonstanten k_1 und k_3 , wenn $k_2 = 1,18 \times 10^{-9} \text{ cm}^3 \text{ Molekül}^{-1} \text{ s}^{-1}$.
- c) Berechnen Sie k_{uni} im Grenzfall hoher Drücke.

Tabelle 1:

$[M] / (10^{15} \text{ Moleküle cm}^{-3})$	$k_{\text{uni}} / (10^{-4} \text{ s}^{-1})$
1,04	0,372
24,3	2,41

Einige nützliche Daten und Maßeinheiten:

$$k_B = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \quad R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$N_L = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30,07 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Viskosität: } 1\text{P (Poise)} = 1 \text{ g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Druck: } 1 \text{ Pa (Pascal)} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

$$\text{Energie: } 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

42