

Institut für Physikalische Chemie
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Probeklausur

für Studierende der Biologie und Molekularen Medizin
30.01.2014

Name (bitte deutlich!)

Vorname:

Matrikelnummer:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gesamt
Punkte											

Ich bin mit der Bekanntgabe des Klausurergebnisses (Matrikelnummer und Punktezahl) auf der Internetseite des Instituts einverstanden

Ja

Nein

Unterschrift

Hiermit erkläre ich, dass ich die Klausur eigenhändig angefertigt habe.

Unterschrift

Die Klausur muss mit Kugelschreiber oder dokumentechter Tinte geschrieben werden.
Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar)

Viel Erfolg!

Standardpotentiale bei 298 K. In alphabetischer Reihenfolge

Reduktions-Halbreaktion	E^\ominus/V	Reduktions-Halbreaktion	E^\ominus/V
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0.54
$\text{Ag}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}^+$	+1.98	$\text{I}_3^- + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{I}^-$	+0.53
$\text{AgBr} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Br}^-$	+0.0713	$\text{In}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{In}$	-0.14
$\text{AgCl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0.22	$\text{In}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.40
$\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{CrO}_4^{2-}$	+0.45	$\text{In}^{3+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.44
$\text{AgF} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{F}^-$	+0.78	$\text{In}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{In}$	-0.34
$\text{AgI} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{I}^-$	-0.15	$\text{In}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{In}^{2+}$	-0.49
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2.93
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.69	$\text{La}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{La}$	-2.52
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.40	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ba}$	-2.91	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.36
$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Be}$	-1.85	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.18
$\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Bi}$	+0.20	$\text{Mn}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$	+1.51
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1.09	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	+0.76	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	-2.87	$\text{MnO}_4^{2-} + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{3-}$	+0.56
$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd} + 2\text{OH}^-$	-0.81	$\text{MnO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.60
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.40	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2.71
$\text{Ce}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Ce}$	-2.48	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.23
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1.61	$\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0.49
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1.36	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.80
$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0.89	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.10
$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0.36	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0.40
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Co}$	-0.28	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1.81	$\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^-$	-0.56
$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.91	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$	-0.08
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2.07
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.74	$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1.24
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0.41	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cs}$	-2.92	$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$	+1.67
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.52	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0.36
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34	$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	+1.20
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$	+0.16	$\text{Pu}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0.97
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2.87	$\text{Ra}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ra}$	-2.92
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44	$\text{Rb}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Rb}$	-2.93
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.04	$\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$	-0.48
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0.77	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	+2.05
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{e}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	+0.36	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0, per Definition	$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	+0.15
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83	$\text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sr}$	-2.89
$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.60	$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ti}$	-1.63
$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.63	$\text{Ti}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{2+}$	-0.37
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.78	$\text{Ti}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{3+}$	0.00
$\text{H}_4\text{XeO}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{XeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	+3.0	$\text{Tl}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Tl}$	-0.34
$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}$	+0.79	$\text{U}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{U}$	-1.79
$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	+0.27	$\text{U}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{U}^{3+}$	-0.61
$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$	+0.86	$\text{V}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{V}$	-1.19
$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	+0.92	$\text{V}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{V}^{2+}$	-0.26
$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	+0.62	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76

$$\frac{2,303 RT}{F} = 0,059 \text{ V}, \quad R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, \quad F = 96500 \text{ As mol}^{-1}, \quad N_A = 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1},$$

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ As}, \quad c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}, \quad h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}, \quad m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Aufgabe 1: Thermodynamik Satz von Hess

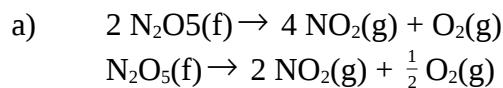
Distickstoffpentoxid zerfällt in Sauerstoff und Stickstoffdioxid:



- Ermitteln Sie für die Reaktion die stöchiometrischen Koeffizienten.
- Schätzen Sie die Entropie ab:
 - Die Entropie für die Reaktion ist positiv und groß
 - Die Entropie für die Reaktion ist negativ und groß
 - Die Entropie für die Reaktion ist positiv und klein
- Berechnen Sie die Freie Standardreaktionsenthalpie $\Delta_R G^\theta$
- Berechnen Sie die Standardreaktionsentropie $\Delta_R S^\theta$
- Berechnen Sie die Standardgleichgewichtskonstante bei 298 K.

	$\text{N}_2\text{O}_5(\text{f})$	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$
$\Delta_B H^\theta / \text{kJ mol}^{-1}$	-43,1	33,2	
$\Delta_B S^\theta / \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$	178,2	240,1	205,1
$\Delta_B G^\theta / \text{kJ mol}^{-1}$	113,9	51,3	

Lösung:



b) Die Entropie ist groß und positiv, da bei der Reaktion einerseits aus einer Flüssigkeit ein Gas entsteht und andererseits aus wenigen Molekülen viele Moleküle entstehen.

c) Satz von Hess

$$\Delta_R G^\theta = \sum v_i \Delta_B G^\theta$$
$$\Delta_R G^\theta = 2 \Delta_B G^\theta(\text{NO}_2) + 0.5 \Delta_B G^\theta(\text{O}_2) - 1 \Delta_B G^\theta(\text{N}_2\text{O}_5)$$
$$\Delta_R G^\theta = 2 \cdot 51.3 + 0.5 \cdot 0 - 1 \cdot 113.9 = -11,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

d) Satz von Hess

$$\Delta_R S^\theta = \sum v_i \Delta_B S^\theta$$
$$\Delta_R S^\theta = 2 \Delta_B S^\theta(\text{NO}_2) + 0.5 \Delta_B S^\theta(\text{O}_2) - 1 \Delta_B S^\theta(\text{N}_2\text{O}_5)$$
$$\Delta_R S^\theta = 2 \cdot 240.1 + 0.5 \cdot 205.1 - 1 \cdot 178.2 = 404.6 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

e)

$$\Delta_R G^\theta = -RT \ln(K)$$
$$K = e^{\frac{\Delta_R G^\theta}{-RT}} = 88.44$$

Aufgabe 2: Thermodynamik Van't Hoff

Wir betrachten eine Reaktion:

- Wenn man von 298K ausgeht und die Temperatur um 10 K erhöht, verdoppelt sich der Zahlenwert der Gleichgewichtskonstanten. Wie groß ist die Standardreaktionsenthalpie der Reaktion?
- Der Zahlenwert der Gleichgewichtskonstante halbiert sich bei der Temperaturerhöhung um 10 K. Wie groß ist die Standardreaktionsenthalpie?
- Die Standardreaktionsenthalpie bei 298 K sei -10 kJ/mol. Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante bei 298 K?

Lösung:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$
$$\int_{K_1}^{K_2} d \ln K = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta H}{RT^2} dT$$
$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$
$$\Delta H = \frac{R}{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)} \cdot \ln \frac{K_2}{K_1}$$

- a) $K_2/K_1 = 2$, $T_1 = 298\text{K}$, $T_2 = 308\text{K}$ $\Rightarrow \Delta H = 52,9 \text{ kJ/mol}$
b) $K_2/K_1 = 1/2$, $T_1 = 298\text{K}$, $T_2 = 308\text{K}$ $\Rightarrow \Delta H = -52,9 \text{ kJ/mol}$

c)

$$\Delta_R G^0 = -RT \ln(K)$$
$$K = e^{\frac{\Delta_R G^0}{-RT}} = 56,6$$

Aufgabe 3: Thermodynamik Wärmekapazität/Ideales Gas

2,0 Mol eines idealen Gases ($c_v = 12,47 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) werden bei konstantem Volumen von $T_1 = 300\text{K}$ auf $T_2 = 400\text{K}$ aufgeheizt. Der Anfangsdruck beträgt 1 bar. Berechnen Sie den Druck p_2 im Endzustand, die Änderung der Inneren Wärmemenge Q und die verrichtete Arbeit.

Lösung:

$$p_1 V = nRT_1$$

$$p_2 V = nRT_2$$

Gleichung 1 durch Gleichung 2:

$$p_1 V / (p_2 V) = nRT_1 / (nRT_2)$$

$$p_1 / p_2 = T_1 / T_2$$

$$p_2 = (T_2 / T_1) p_1 = 1.33 \text{ bar}$$

$$\Delta U = c_v n \Delta T$$

$$\Delta U = 2 \cdot 12,47 \text{ J/(K mol)} (400 - 300 \text{ K}) = 2490 \text{ J}$$

$$W = -p_{\text{ex}} \Delta V,$$

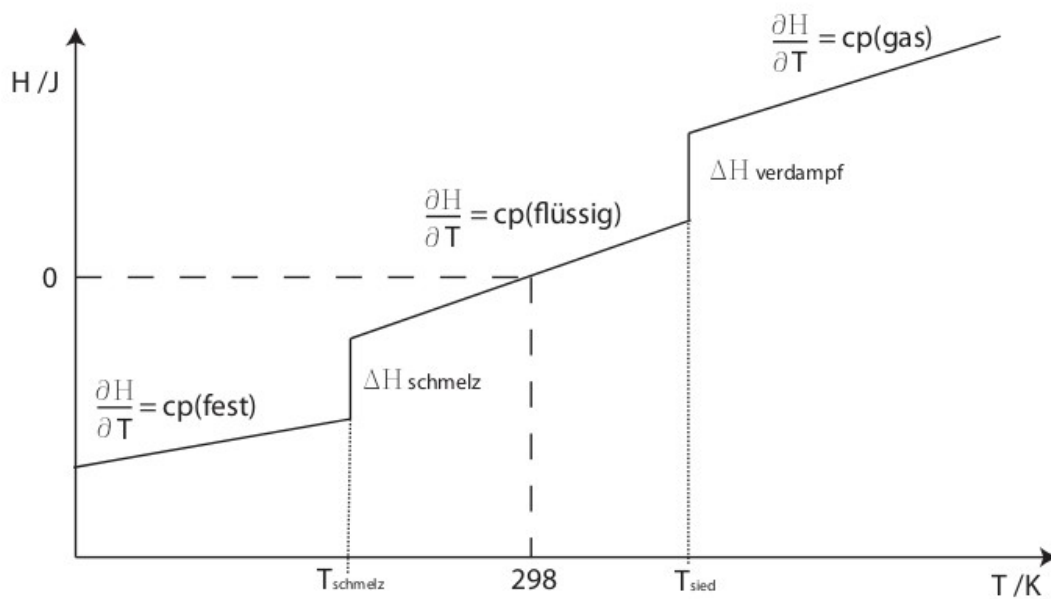
$$\text{da } \Delta V = 0, \text{ ist } W = 0$$

$$\Delta U = Q + W, \text{ da } W = 0 \text{ ist } \Delta U = Q$$

Aufgabe 4: Enthalpie Zeichnen

Zeichnen Sie schematisch den Verlauf der Enthalpie eines Elements (z.B. Br₂) als Funktion der Temperatur bei konstantem Druck ($p^0 = 1,01325 \text{ bar}$). Der Stoff soll in diesem Bereich schmelzen und schließlich siedend.

- Was bedeutet die Steigung der Kurve?
- Was bedeuten die Änderungen am Schmelz- und Siedepunkt?
- Wie groß ist die Standardbildungsenthalpie des Elements bei $T = 298\text{K}$ und $p^0 = 1,01325 \text{ bar}$? Zeichnen Sie den Wert ins Diagramm ein.



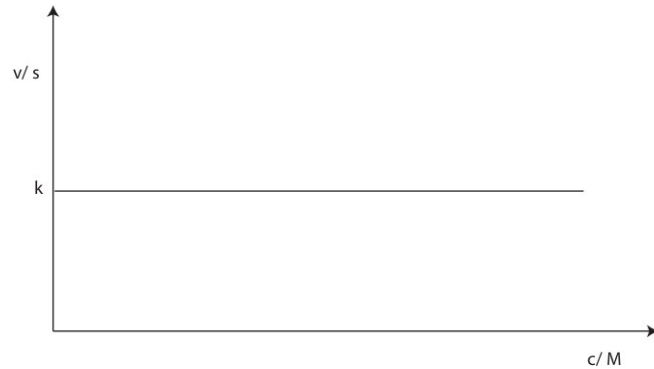
Aufgabe 5: Kinetik Repetition

Stellen Sie die Geschwindigkeitsgleichungen für eine Reaktion 0. Ordnung, 1. Ordnung und 2. Ordnung auf. Zeichnen Sie dazu jeweils ein Diagramm, in dem Sie die Geschwindigkeit v in Abhängigkeit von der Konzentration c auftragen.

0. Ordnung:

$$[A] = [A_0] - kt$$

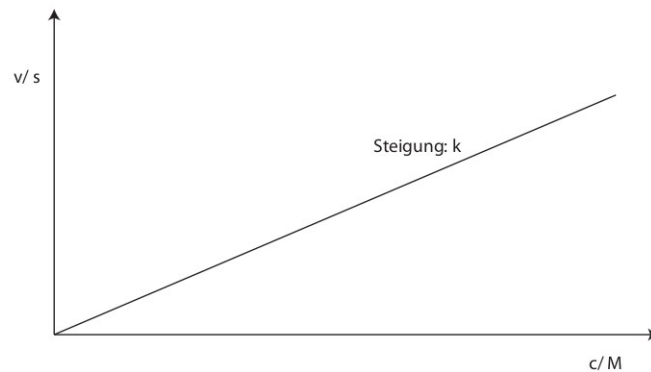
$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k$$



1. Ordnung:

$$[A] = [A_0] \cdot e^{-kt}$$

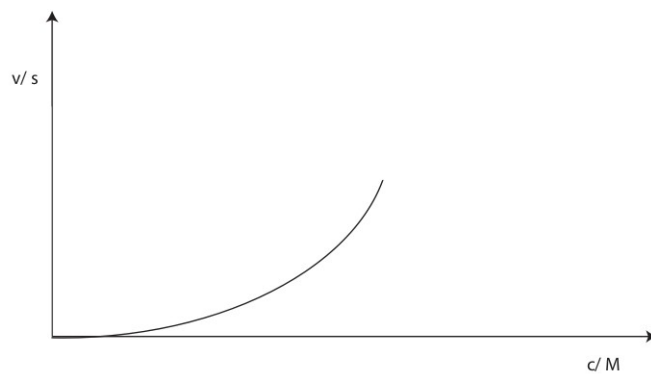
$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$



2. Ordnung:

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A_0]} + kt$$

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2$$



Aufgabe 6: Kinetik

Zwei Stoffe reagieren nach einer Reaktion zweiter Ordnung:



Die Anfangskonzentrationen beider Stoffe sind gleich und beträgt $3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Nach 100 s sind die Konzentrationen auf 40% ihres Anfangswertes abgesunken. Wie groß ist die Geschwindigkeitskonstante?

Lösung:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k[A][B]$$

$$[A_0] = [B_0] = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Nach $t = 100 \text{ s}$:

$$[A] = [B] = 0.4 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Allgemein: $2M \rightarrow P$

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{M_0} + kt$$

$$k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{M_0} \right)$$

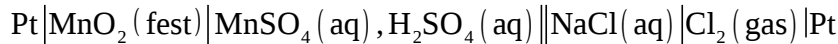
$$[A] = [B] = 0.4 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[M_0] = 6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$k = \frac{1}{100 \text{ s}} \left(\frac{1}{0.4 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ M}} - \frac{1}{6 \cdot 10^{-3} \text{ M}} \right) = 2.5 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Aufgabe 7: Elektrochemie

Wir haben die folgende elektrochemische Zelle bei $T = 298 \text{ K}$:



- Geben Sie die Redoxreaktionen für beide Halbzellen und die Gesamtreaktion an.
- Berechnen Sie die Standard-EMK und die Gleichgewichtskonstante.
- Geben Sie die Nernst'sche Gleichung an
- Berechnen Sie die EMK für die folgenden Konzentrationen:

$$[\text{MnSO}_4] = 10^{-3} \text{ M}, [\text{H}_2\text{SO}_4] = 5 \times 10^{-4} \text{ M}, [\text{NaCl}] = 10^{-3} \text{ M}, p(\text{Cl}_2) = 1 \text{ bar}$$

Lösung:

a)

Reaktionsgleichung	Faktor	E^\ominus / V
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1	1,36
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1	1,23
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- - \text{MnO}_2 - 4\text{H}^+ - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^- - \text{Mn}^{2+} - 2\text{H}_2\text{O}$		
$\text{Cl}_2 + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cl}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$		0,13 V

b) $E^\ominus = 0,13 \text{ V}$

$$\Delta G^\ominus = -zFE^\ominus = -RT \ln K$$

$$\ln K = \frac{zFE^\ominus}{RT} = \frac{2 \times 96500 \text{ As mol}^{-1} \times 0,13 \text{ V}}{8,314 \text{ AsV mol}^{-1} \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}$$

$$= 10,13$$

$$K = 2,5 \times 10^4$$

c) $E = E^\ominus - \frac{RT}{zF} \ln \pi \{a_i\}^{v_i}$

$$= E^\ominus - \frac{0,059 \text{ V}}{2} \lg \frac{\{\text{Cl}^-\}^2 \times (\text{MnO}_2) \{\text{H}^+\}^4}{\{\text{Mn}^{2+}\} \{p(\text{Cl}_2)\}}$$

d) $E = 0,13 \text{ V} - 0,0295 \text{ V} \lg \frac{(10^{-3})^2 \times 1 \times (10^{-3})^4}{(10^{-3}) \times 1}$

$$= 0,15 \text{ V} - 0,0295 \lg 10^{-15}$$

$$= 0,13 \text{ V} + 0,4425 \text{ V} = 0,57 \text{ V}$$

Aufgabe 8: Spektroskopie

Bei der Gewinnung eines Proteins aus Hefezellen erhält man eine Proteinlösung mit unbekannter Konzentration. Der dekadische Absorptionskoeffizient $\epsilon_{(280 \text{ nm})}$ des Proteins ist aus der Literatur bekannt, er beträgt $\epsilon_{(280 \text{ nm})} = 270\,000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Bei einer Messung der Absorption von Licht bei 280 nm in einer Küvette mit 1 cm Länge erhält man $A = 0,54$.

Wie groß ist die Proteinkonzentration?

Lösung:

Lambert Beer:

$$A = \log\left(\frac{I_0}{I_t}\right) = \epsilon_\lambda \cdot c \cdot l$$

$$c = \frac{A}{\epsilon_\lambda \cdot l} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Aufgabe 9: Schmelzpunkterniedrigung

In einer Winternacht werden Außentemperaturen von -10 °C vorhergesagt. Daraufhin streuen Sie pro Liter Wasser, das auf der Straße ist 125g NaCl , um zu verhindern, dass das Wasser gefriert und sich Glatteis bildet.

Die Kryoskopische Konstante von Wasser beträgt 1.86 K kg/mol .

Können Sie durch diese Maßnahme verhindern, dass sich Glatteis bildet?

Lösung:

$$\Delta T = K \cdot b$$

$$b_{\text{NaCl}} = \frac{(n_{\text{Na}} + n_{\text{Cl}})}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{2n_{\text{NaCl}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$b_{\text{NaCl}} = \frac{2m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} \cdot \frac{1}{m_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$\Delta T = K \cdot \frac{2m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} \cdot \frac{1}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{2 \cdot 125\text{g}}{58\text{g/mol}} \cdot \frac{1}{1\text{kg}} \cdot 1.86\text{ K kg/mol} = 8.01\text{ K}$$

Das Gefrieren lässt sich nicht verhindern.

Aufgabe 10: Verständnis

Kurze Frage – Kurze Antwort

1. Was sind intensive Zustandsgrößen? (allgemein und 2 Beispiele)
2. Was ist ein ideales Gas?
3. Wie lautet das Lambert-Beer'sche Gesetz
4. Wie hängt die Geschwindigkeitskonstante einer Reaktion von der Temperatur ab (Arrhenius Gleichung)?
5. Was ist die anschauliche molekulare Bedeutung der Entropie?

Lösung:

1. Intensive Größen sind unabhängig von der Masse des Systems
Beispiel: Druck, Temperatur, Dichte
2. Es gibt keine Wechselwirkung zwischen den Teilchen
Eigenvolumen der Teilchen ist klein gegenüber dem Gesamtvolumen
3. $A = \lg \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$
4. $k = k_0 \exp\left[\frac{-E_A}{RT}\right]$
5. $S = k_B \ln \Omega$ oder Die Entropie gibt die Zahl der verschiedenen Anordnungsmöglichkeiten von Teilchen an