

PC-Praktikumsklausur WS 06/07

1.) Phasendiagramm von Wasser:

- Einzeichnen: Linie bei 1 bar, Smp, Sdp, Tripelpunkt, krit. Punkt, Badenwannenwasser (37°C)
- Was ist die Dichteanomalie des Wassers und woran sieht man das am Phasendiagramm?
→ bei 4°C die höchste Dichte, H-Brücken, neg. Steigung der Schmelzkurve
- Anhand Gibbs'scher Phasenregeln erklären wie viele Freiheitsgrade am Tripelpunkt
→ $P+F=K+2$, $P=3$, $K=1$ → $F=0$
- In Diagramm einzeichnen: Kurve wenn man Salz dazu gibt mit Smp und Sdp

2.) Verschiedenes:

- a) - 3 physikalische Eigenschaften nennen die Laserlicht hat und Glühbirnenlicht nicht
→ monochromatisch, kohärent, Polarisation gleich
- b) - Bleiakku: was ist Anode, Kathode, Elektrolyt
→ Pb, PbO₂, H₂SO₄
- c) - EM: Welche Linsen zur Fokussierung, welcher Detektor?
→ elektromagnetische Linsen, Sekundärelektronenverstärker
- d) - pH-Elektrode zeichnen und beschriften
→ siehe Skript bzw Handout
- e) - Daniellelement: Reaktion an Anode, Kathode und Gesamtreaktion, Nernst-Gleichung für Daniellelement aufstellen
→ Anode: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$, Kathode: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$, Gesamtreaktion: $Cu^{2+} + Zn \rightarrow Cu + Zn^{2+}$
Nernst-Gleichung: $\Delta E = \Delta E^0 - \frac{RT}{2F} \ln \left[\frac{a(Zn^{2+})}{a(Cu^{2+})} \right]$
- f) - woraus besteht ein Puffer?
→ Schwache Säure und deren Salz
- g) - wie ist die Pufferkapazität definiert?
→ $\beta = d[B]/dpH$
- h) - kolligative Eigenschaften: was ist das? Beispiele?
→ hängen nur von Anzahl der Teilchen ab, nicht von deren Eigenschaften zB. Sdperhöhung, Gefrierpunktniedrigung, Dampfdruckerniedrigung, Osmose
- i) - Welche Voraussetzung muss Molekül haben, damit es infrarot Strahlung absorbiert?
→ Dipolmoment muss sich ändern
- j) - Wie viele Schwingungsfreiheitsgrade hat ein Molekül mit 25 Atomen?
→ $Z = 3N - 6 \rightarrow Z = 3 \cdot 25 - 6 = 69$

3.) 100g 80°C Wasser und 50g 10°C Wasser werden gemischt. (c_p Wasser: ??? J/K* n_1)

- Endtemperatur?
→ $T_3 = (T_1 \cdot c_1 \cdot n_1 + T_2 \cdot c_2 \cdot n_2) / (c_1 \cdot n_1 + c_2 \cdot n_2)$
- Entropieänderung?
→ $\Delta S_1 = n \cdot c_p \cdot \ln(T_3 / T_1)$ und $\Delta S_2 = n \cdot c_p \cdot \ln(T_3 / T_2)$, $\Delta S_{ges} = \Delta S_1 + \Delta S_2$

4.) [A] und zu verschiedenen t gegeben

t/s	0	600	1200	1800	2400
A/M	0,624	0,446	0,318	0,224	0,164

- graphische Bestimmung der Reaktionsordnung und k
→ $\ln A$ gegen t ergibt Gerade → Reaktion 1. Ordnung
 $\ln A = \ln A_0 - k \cdot t \rightarrow m = -k$, $k = 5,673 \cdot 10^{-4} s^{-1}$

5.) Reaktion $A+B \rightarrow P$ mit $k=10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

- Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit wenn $[A_0]=10^{-4} \text{ M}$ und $[B_0]=10^{-6} \text{ M}$

$$\rightarrow v=k[A][B]=1 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$$

- Wie lange dauert es bis $[P]=0,02 \text{ M}$ wenn $[A_0]=[B_0]=0,1 \text{ M}$

$$\rightarrow 1/[A]=1/[A_0]+k \cdot t, [A]=[A_0]-[P]=0,08 \text{ M}$$

$$1/0,08 \text{ M}=1/0,1 \text{ M}+10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot t \rightarrow t=2,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

6.) $2\text{SO}_2+\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$, K^0 bei $960 \text{ K}=10$, Partialdrücke: $\text{O}_2=0,2 \text{ bar}$

$$\text{SO}_2=1 \cdot 10^{-3} \text{ bar}, \text{SO}_3=1 \cdot 10^{-4} \text{ bar}, \text{Normaldruck}=1 \text{ bar}$$

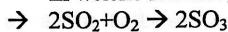
- Bestimmung von $\Delta_R G$

$$\rightarrow \Delta_R G_0 = -RT \ln K^0 = -18,38 \text{ kJ/mol}$$

$$K_{p/p_0} = \frac{[(1 \cdot 10^{-4} \text{ bar})/1 \text{ bar}]^2 / [(1 \cdot 10^{-3} \text{ bar})^2 / 1 \text{ bar}] \cdot (0,2 \text{ bar}/1 \text{ bar})}{1} = 0,05$$

$$\Delta_R G = \Delta_R G_0 + RT \ln K_{p/p_0} = -18,37 \text{ kJ/mol} - 23,91 \text{ kJ/mol} = -42,28 \text{ kJ/mol}$$

- in welche Richtung läuft die Reaktion ab?



7.) $\text{C}_6\text{H}_6 + 7,5 \text{ O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 250ml Benzol, Dichte=0,88g/cm³

- Wie viel Sauerstoff wird benötigt? (Masse)

$$\rightarrow 250 \text{ ml} = 250 \text{ cm}^3, \rho \cdot V = m \rightarrow m_{\text{Benzol}} = 220 \text{ g} \quad \rightarrow 250 \cdot 0,88$$

$$M_{\text{Benzol}} = 6 \cdot 12 \text{ g/mol} + 6 \cdot 1 \text{ g/mol} = 78 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{Benzol}} = (220 \text{ g}) / (78 \text{ g/mol}) = 2,82 \text{ mol} \quad n = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{Sauerstoff}} = 7,5 \cdot n_{\text{Benzol}} = 21,15 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Sauerstoff}} = M_{\text{Sauerstoff}} \cdot n_{\text{Sauerstoff}} = (32 \text{ g/mol}) \cdot (21,15 \text{ mol}) = 676,92 \text{ g}$$

- Wie viel Volumen Luft, wenn 20% O_2 in Luft ($p=101325 \text{ Pa}$, $T=20^\circ \text{ C}$)

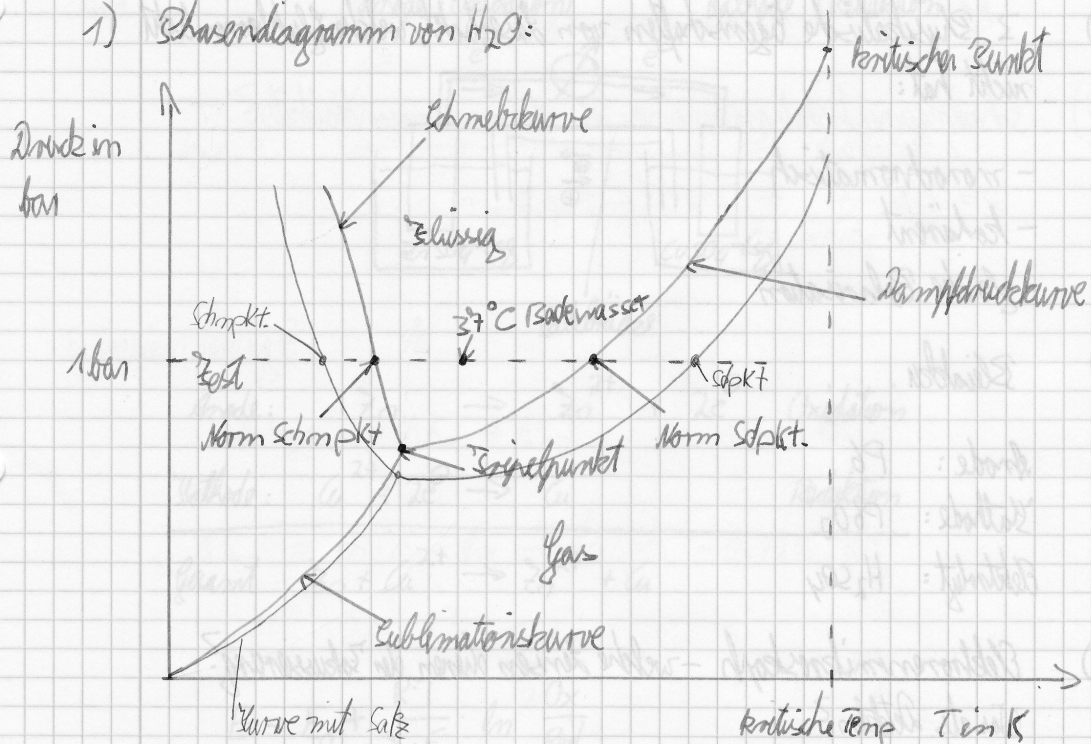
$$\rightarrow pV = nRT, V = (nRT)/p = 0,5 \text{ m}^3 \quad (= 20\% \text{ des Volumens von Luft})$$

$$0,5 \text{ m}^3 \cdot 5 = 2,5 \text{ m}^3 \text{ Luft} \quad n = 21,15 \text{ mol}$$

Auch hier: Keine Garantie, dass das alles stimmt ;-)

PC-Praktikumsklausur WS 06/07

1) Phasendiagramm von H₂O:



Die Dichteanomalie des Wassers beschreibt das Phänomen, dass Wasser bei ca. 4°C die höchste Dichte aufweist, jedoch flüssig ist. Aus der Grafik heraus kann man dieses Phänomen an der negativen Steigung der Schmelzkurve erkennen, welche eine Eigenart des Wassers darstellt.

Dieses Phänomen ist auf H-Bridgen zurückzuführen, diese sorgen für Stabilität, jedoch auch für ein größeres Volumen von Eis. In der flüssigen Phase sind die H-Bridgen teilweise aufgebrochen, so können sich die H₂O-Moleküle dichter packen.

Gibb'sche Phasenregel: $P = \text{Phasen}$ $F = \text{Freiheitsgrade}$ $K = \text{Komponenten}$

am Tripelpunkt: 3 Phasen $P=3$

$$P + F = K + 2$$

1 Komponente $K=1$

$$\Rightarrow F = K + 2 - P = 1 + 2 - 3 = 0$$

0 Freiheitsgrade $F=0$

Nr. 2 Verschiedenes:

a) 3 Physikalische Eigenschaften von Laserlicht, welche Glühlampenlicht nicht hat:

- monochromatisch
- kohärent
- gleiche Polarisation

b) Bleibden

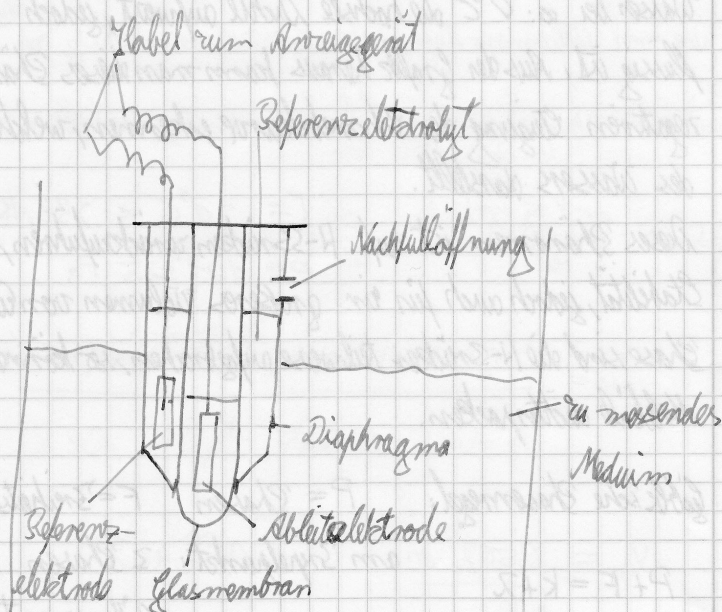
Anode: Pb

Kathode: PbO_2

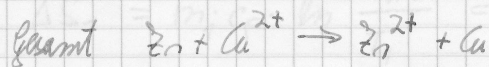
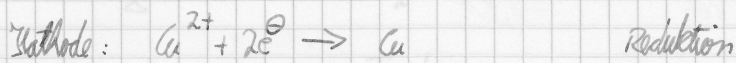
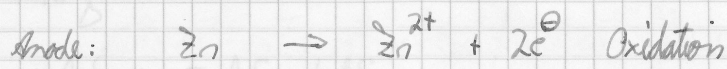
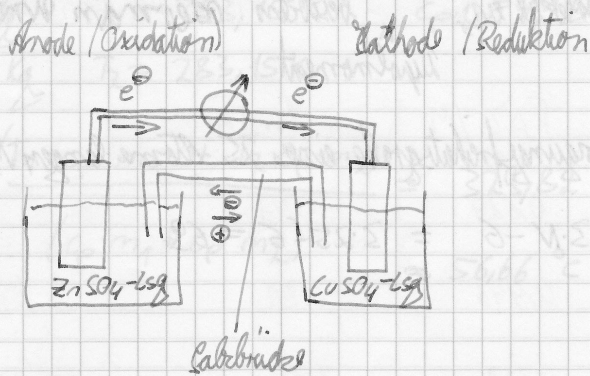
Elektrolyt: H_2SO_4

c) Elektronenmikroskop - welche Linsen dienen der Fokussierung?
Was als Objektiv?

d) pH-Elektrode:



e) Daniellelement:



$$E = E_0 + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \frac{Ox}{Red}$$

$$E = E_0 + \frac{8,314 \cdot T}{2 \cdot F} \cdot \ln \left[\frac{Zn^{2+}}{Cu^{2+}} \right]$$

f) Woraus besteht ein Puffer?

aus schwachen Säuren / schwachen Basen und deren Salzen

g) Pufferkapazität:

$$\beta = \frac{d[B]}{d\text{pH}} = \frac{\Delta[\text{Base}]}{\Delta \text{pH}}$$

h) kolligative Eigenschaften:

kolligative Eigenschaften hängen nur von der Anzahl der Teilchen ab, nicht von deren Eigenschaften (z.B. Gefrierpunktsniedrigung, osmotischen Druck)

i) Damit ein Molekül Infrarot Strahlung absorbieren kann muss ein Molekül ein Dipolmoment besitzen oder man einem induzieren kann.

ii) Schwingungsfreiheitsgrade eines 25 Atome langen Moleküls?

$$\Sigma = 3 \cdot N - 6 = 3 \cdot 25 - 6 = 69$$

11.3

Mischung:

$T_{end}?$

$$m_1 = 0,1 \text{ kg}$$

$$T_1 = 353,15 \text{ K}$$

$$c_{p, \text{H}_2\text{O}} = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m_2 = 0,05 \text{ kg}$$

$$T_2 = 283,15 \text{ K}$$

$$T_{end} = \frac{(T_1 \cdot c_p \cdot m_1 + T_2 \cdot c_p \cdot m_2)}{(c_p \cdot m_1 + c_p \cdot m_2)} = 329,82 \text{ K} \\ \approx 56,66 \text{ }^\circ\text{C}$$

Entropieänderung?

$$\Delta S_{\text{ges}} = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S_1 = m_1 \cdot c_p \cdot \ln \frac{T_{end}}{T_1} = -0,028 \text{ kJ/K}$$

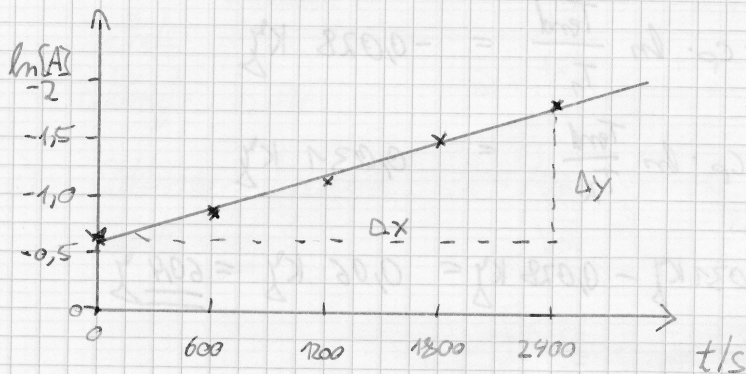
$$\Delta S_2 = m_2 \cdot c_p \cdot \ln \frac{T_{end}}{T_2} = 0,031 \text{ kJ/K}$$

$$\Delta S_{\text{ges}} = 0,031 \text{ kJ/K} - 0,028 \text{ kJ/K} = 0,003 \text{ kJ/K} = \underline{\underline{60,4 \text{ J/K}}}$$

Nr. 4

Bestimmung von k und der Reaktionsordnung:

t/s	[A] / M	ln [A]
0	0,624	-0,47
600	0,446	-0,81
1200	0,318	-1,15
1800	0,224	-1,50
2400	0,164	-1,81



Linearen Anstieg: Reaktion erster Ordnung (Gerade)

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

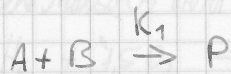
$$\ln A = \ln A_0 - k \cdot t$$

$$y = b + mx$$

$$m = -k = \frac{-1,81 + 0,47}{2400 \text{ s}} = -5,58 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$k = 5,58 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

1h5



$$k = 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit v_0 , wenn

$$[A]_0 = 10^{-4} \text{ M} \text{ und } [B]_0 = 10^{-6} \text{ M}$$

$$v = [A] \cdot [B] \cdot k$$

$$v_0 = [A]_0 \cdot [B]_0 \cdot k$$

$$v_0 = 10^{-4} \cdot 10^{-6} \cdot 10^5 \left[\text{M}^2 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \right] = 10^{-5} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

- Wie lange dauert es bis $[P] = 0,02 \text{ M}$ wenn $[A]_0 = [B]_0 = 0,1 \text{ M}$

$$v_0 = [A]_0^2 \cdot k = 1000 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

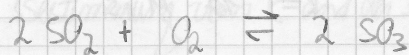
$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + k \cdot t$$

$$[A] = [A]_0 - [P] = 0,08 \text{ M}$$

$$\frac{1}{0,08 \text{ M}} = \frac{1}{0,1 \text{ M}} + k \cdot t$$

$$t = \frac{\left(\frac{1}{0,08 \text{ M}} - \frac{1}{0,1 \text{ M}} \right)}{k} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

Nr. 6



$$K_0 = 10 \quad (360 \text{ K}) \\ (\text{und } 10 \text{ bar})$$

Partialdrücke $\text{O}_2 = 0,2 \text{ bar}$ $\text{SO}_2 = 10^{-3} \text{ bar}$
 $\text{SO}_3 = 10^{-4} \text{ bar}$

Gesucht $\Delta_R G$:

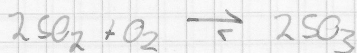
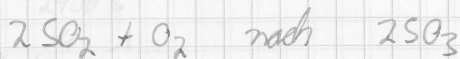
$$\Delta_R G_0 = -R \cdot T \cdot \ln K^0 = -8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 360 \text{ K} \cdot \ln 10 = -18,37 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Bestimmung des neuen $K_2 =$

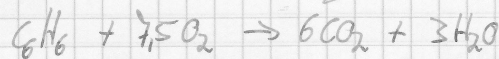
$$K_{\frac{P}{P_0}} = \frac{p(2\text{SO}_3)}{p_0} = \frac{\left(\frac{10^{-4}}{1}\right)^2}{\frac{(10^{-3})^2}{1} \cdot \frac{0,2}{1}} = \frac{10^{-8}}{10^{-6} \cdot 0,2}$$
$$= \frac{10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1}} = \frac{10^{-1}}{2} = 0,05$$

$$\Delta_R G = \Delta_R G_0 + R \cdot T \cdot \ln K_2 = -18,37 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 360 \text{ K} \cdot \ln 0,05$$
$$= -18,37 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 23,51 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -42,28 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$\Delta_R G < 0 \Rightarrow$ Reaktion läuft spontan von



16.7 welche Masse O_2 wird benötigt?



250 ml

$$250 \text{ ml} \hat{=} 250 \text{ cm}^3 \quad 250 \text{ cm}^3 \cdot 0,88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 220 \text{ g}$$

$$220 \text{ g} = m$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{220 \text{ g}}{78 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,82 \text{ mol}$$

$$7,5 n_{C_6H_6} = n_{O_2}$$

$$n(O_2) = 7,5 \cdot 2,82 \text{ mol} = 21,15 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n \cdot M = m$$

$$n_{O_2} \cdot M_{O_2} = m_{O_2} \quad 21,15 \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{676,8 \text{ g}}$$

- Wie viel Volumen Luft haben wir, wenn unser O_2 zu 20% diese ausmacht?

Annahme: unsere Luft und unser O_2 verhalten sich wie ideale Gase

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$T = 20^\circ \text{C} = 293,15 \text{ K}$$

$$p = 101325 \text{ Pa}$$

$$V = \frac{21,15 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$V_{O_2} = \underline{0,508 \text{ m}^3} \quad \text{da } O_2 \hat{=} 20\%$$

$$V_{\text{Luft gesamt}} = V_{O_2} \cdot 5 = \underline{2,54 \text{ m}^3}$$