

**Praktikumseingangsklausur PC WS 2007-2008 (Labahn)**

*Eine Bitte vorab: Herr Labahn gibt keine Altklausuren heraus, weil er sich seine Aufgabentypen nicht immer neu überlegen will. Daher sollten Herrn Labahn diese Altklausuren nicht unter die Augen gerieben werden! – Sonst kommen bereits gefragte Aufgaben(-Typen) nicht wieder vor – Ihr macht es euch schwerer!*

***Wenn ihr mit diesen Klausuren gelernt habt und sie euch weitergeholfen haben, nehmt euch die Zeit und schreibt bei der Einsicht die Klausur ab oder macht schnell Fotos mit der Digitalkamera, und leitet diese an die Fachschaft weiter!! Wenn ihr privat Lösungen für diese oder andere Klausuren erstellt habt leitet diese bitte auch weiter – nur so kann ALLEN geholfen werden.***

Konstanten:

$$k_B = 1,380 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$$

$$R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Aufgabe 1: (6 Punkte)**

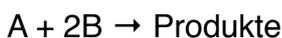
Betrachten Sie folgenden Reaktionsmechanismus:



- a) Formulieren Sie die Reaktionsgeschwindigkeitsgleichung für die Zunahme von B und C sowie die Abnahme von A
- b) Nehmen Sie an, dass im stationären Zustand die Konzentration von B praktisch konstant ist. Berechnen Sie unter diesen Bedingungen die Konzentration von B.

**Aufgabe 2: (12,5 Punkte)**

Für die Reaktion



wird die Abnahme der Konzentration von A gemessen.

Es werden folgende Anfangsgeschwindigkeiten erhalten:

$-\frac{d[A]}{dt} / \text{M.s}^{-1}$	$[A] / \text{M}$	$[B] / \text{M}$
$7 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-2}$	0,1
$7 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	0,1
$1,7 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	0,25

Wie lautet die Geschwindigkeitsgleichung für jede Spezies und Geschwindigkeitskonstante?

**Aufgabe 3: (10 Punkte)**

Der Diffusionskoeffizient eines Proteins in wässriger Lösung ist  $D = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  ( $25^\circ\text{C}$ ,  $\eta = 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ )

- Wie groß ist sein Radius?
- Wie weit diffundiert das Molekül im Mittel in 10 s?

**Aufgabe 4: (19 Punkte)**

Wir betrachten eine Reaktion:

- Wenn man von 298 K 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 der Reaktion?
- Wie groß sind die Gleichgewichtskonstanten bei 298 K und bei 310 K? ( $\Delta G^\circ_{298} = -10 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

**Aufgabe 5: (7,5 Punkte)**

Zeichnen Sie schematisch den Verlauf der Enthalpie eines Elements z.B.  $\text{Br}_2$  als Funktion der Temperatur bei konstantem Druck ( $p^\circ = 1,01325 \text{ bar}$ ).  
Der Stoff soll in diesem Bereich schmelzen und schließlich siedend.

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

**Aufgabe 6: (12 Punkte)**

2,0 mol eines idealen Gases ( $c_v = 12,47 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 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 Energie  $\Delta U$ , die geflossene Wärmemenge  $Q$ , und die Arbeit  $W$ .

**Aufgabe 7: (15,5 Punkte)**

Gegeben ist eine galvanische Zelle, bei der folgende Reaktion abläuft:



- Schreiben Sie für diese Reaktion die Nernst'sche Gleichung mit allen Produkten und Edukten auf.
- Wie lauten die beiden Halbzellenreaktionen?
- Wieviel Elektronen werden bei der elektrochemischen Reaktion transferiert?

**Aufgabe 8: (5 Punkte)**

Berechnen Sie den Druck, wenn man 100 kg Ethen ( $M = 28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) bei  $50^\circ\text{C}$  auf  $0,5 \text{ m}^3$  komprimiert.  
Das Gas verhalte sich Ideal.

**Aufgabe 9: (12,5 Punkte)**

- Reale Gase lassen sich beispielsweise durch die Van-der-Waals-Gleichung beschreiben. Was bedeuten anschaulich die eingeführten Korrekturen verglichen mit der idealen Gasgleichung?
- Zeichnen Sie für ein Molekül schematisch ein Absorptions- und Fluoreszenzemissionsspektrum in ein Diagramm.
- Welche der folgenden thermodynamischen Größen sind keine Zustandsfunktion?  
Freie Enthalpie  
Arbeit  $W$   
Wärme  $Q$   
Enthalpie  
Entropie  
Druck
- Was ist ein starker Elektrolyt? Was ist ein schwacher Elektrolyt?

**Lösungen:****Aufgabe 1:**

$$a) \frac{dB}{dt} = K_1[A] - K_2[B] - K_3[B][A]$$

$$\frac{dC}{dt} = K_3[A][B]$$

$$-\frac{dA}{dt} = K_1[A] - K_2[B] + K_3[A][B]$$

b) Da die Konzentration von B konstant ist können wir das Bodensteinprinzip anwenden:

$$\begin{aligned} \frac{dB}{dt} = K_1[A] - K_2[B] - K_3[B][A] &= 0 \\ -[B](K_2 + K_3[A]) &= -K_1[A] \\ [B] &= \frac{K_1[A]}{K_2 + K_3[A]} \end{aligned}$$

**Aufgabe 2:**

$-\frac{d[A]}{dt} / M \cdot s^{-1}$	$[A] / M$	$[B] / M$
$7 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-2}$	0,1
$7 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	0,1
$1,7 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	0,25

Die allgemeine Gleichung für die Reaktionsgeschwindigkeit lautet:

$$v = k[A]^a[B]^b = -\frac{d[A]}{dt}$$

Die erste Spalte enthält also die Reaktionsgeschwindigkeiten der 1. 2. und 3. Reaktion,  $v_1$ ,  $v_2$  und  $v_3$ . Unser Problem ist es die Koeffizienten a und b rauszufinden. Wir sind nicht in der Lage dieses Problem mit 2 Unbekannten Variablen zu lösen. Deshalb muss man eine aus der Gleichung entfernen. a und b sind an [A] und [B] gebunden. Heißt, falls wir [A] oder [B] kürzen können fällt a oder b auch weg. In der Tabelle gibt es für [A] und [B] oft gleiche Werte. Diese können wir also benutzen um a oder b zu entfernen.

Die Lösung ist es also eine Geschwindigkeit mit einer anderen zu teilen:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k[A_1]^a[B_1]^b}{k[A_2]^a[B_2]^b}$$

Da  $[B_1]^b = [B_2]^b$  können wir die zwei Thermen kürzen (k natürlich auch):

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{[A_1]^a}{[A_2]^a} = \left( \frac{[A_1]}{[A_2]} \right)^a$$

$$\ln \left( \frac{v_1}{v_2} \right) = a \cdot \ln \left( \frac{[A_1]}{[A_2]} \right)$$

$$a = \frac{\ln \left( \frac{v_1}{v_2} \right)}{\ln \left( \frac{[A_1]}{[A_2]} \right)}$$

$$a = \frac{\ln \left( \frac{7 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^{-3}} \right)}{\ln \left( \frac{5 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-2}} \right)}$$

$$a = \frac{\ln(1)}{\ln \left( \frac{5 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-2}} \right)}$$

$$a = \frac{0}{\ln \left( \frac{5 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-2}} \right)}$$

$$a = 0$$

Die Rechnung für b ist analog zu der für a:

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{[A_1]^a [B_1]^b}{[A_3]^a [B_3]^b} = \left( \frac{[B_1]}{[B_3]} \right)^b$$

$$\ln \left( \frac{v_1}{v_3} \right) = b \cdot \ln \left( \frac{[B_1]}{[B_3]} \right)$$

$$b = \frac{\ln \left( \frac{v_1}{v_3} \right)}{\ln \left( \frac{[B_1]}{[B_3]} \right)}$$

$$b = \frac{\ln \left( \frac{7 \cdot 10^{-3}}{1,7 \cdot 10^{-2}} \right)}{\ln \left( \frac{0,1}{0,25} \right)}$$

$$b \approx 1$$

Jetzt wo wir die Reaktionsgeschwindigkeitsgleichung haben:

$$v = k[A]^0[B]^1 = k \cdot 1 \cdot [B] = -\frac{d[A]}{dt}$$

können wir problemlos die Geschwindigkeitskonstante k ausrechnen:

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

Welches [A] und [B] man benutzt ist egal solange sie von der selbe Messung stammen:

$$k = \frac{-\frac{d[A_1]}{dt}}{[B_1]} = \frac{-\frac{d[A_2]}{dt}}{[B_2]} = \frac{-\frac{d[A_3]}{dt}}{[B_3]}$$

$$k \approx 0,07 \text{ s}^{-1}$$

### Aufgabe 3:

a) Um den Radius des Moleküls auszurechnen müssen wir folgende Formel anwenden:

$$D = \frac{k_B T}{6\pi r \eta}$$

$$6\pi r \eta D = k_B T$$

$$r = \frac{k_B T}{6\pi \eta D}$$

$$r = \frac{1,380 \cdot 10^{-23} \cdot 298}{6\pi \cdot 10^{-2} \cdot 5,6 \cdot 10^{-7}}$$

$$r \approx 4 \cdot 10^{-14} \cdot 10^3 \text{ cm}$$

$$r \approx 4 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

$$r \approx 0,4 \text{ pm}$$

Die Umrechnung der Einheiten ist ziemlich komplex, deshalb werde ich sie hier nicht erläutern. Falls ihr mehr darüber wissen wollt schreibt im [Biologie Forum Lukas](#) (das bin ich) an.

b) Um die mittlere Diffusion in 10 s aus zu rechnen müssen wir die Einstein-Smoluchowski Gleichung anwenden:

$$D = \frac{\overline{\Delta x^2}}{2\Delta t}$$

$$\overline{\Delta x^2} = D2\Delta t$$

$$\overline{\Delta x^2} = 5,6 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10$$

$$\overline{\Delta x^2} = 1,12 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2$$

#### Aufgabe 4:

a) Hier müssen wir die van't Hoff Gleichung verwenden:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$$

$$d \ln K = \frac{\Delta H^0}{RT^2} dT$$

$$\int_{K_A}^{K_E} d \ln K = \frac{\Delta H^0}{R} \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T^2} dT$$

$$\ln K_E - \ln K_A = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{K_E}{K_A} = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln 2 = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{308} + \frac{1}{298} \right)$$

$$\Delta H^0 = \frac{R \ln 2}{\left( -\frac{1}{308} + \frac{1}{298} \right)}$$

$$\Delta H^0 \approx 53 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

b) Analog zu a):

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$$

$$d \ln K = \frac{\Delta H^0}{RT^2} dT$$

$$\int_{K_A}^{K_E} d \ln K = \frac{\Delta H^0}{R} \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T^2} dT$$

$$\ln K_E - \ln K_A = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{K_E}{K_A} = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln 0,5 = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{308} + \frac{1}{298} \right)$$

$$\Delta H^0 = \frac{R \ln 0,5}{\left( -\frac{1}{308} + \frac{1}{298} \right)}$$

$$\Delta H^0 \approx -53 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

c) Hier wird für die 298 K folgende Gleichung benutzt:

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$\ln K = -\frac{\Delta G^0}{RT}$$

$$K = \exp \left( -\frac{\Delta G^0}{RT} \right)$$

$$K = \exp \left( -\frac{-10 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 298} \right)$$

$$K = 56,6$$

Um  $K$  bei 310 K auszurechnen müssen wir zuerst  $K$  bei 298 K ausrechnen. Das haben wir ja oben gemacht also können wir gleich weiter machen. Ich habe hier den negativen Wert (Frage a)) für  $\Delta H^0$  verwendet:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$$

$$d \ln K = \frac{\Delta H^0}{RT^2} dT$$

$$\int_{K_A}^{K_E} d \ln K = \frac{\Delta H^0}{R} \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T^2} dT$$

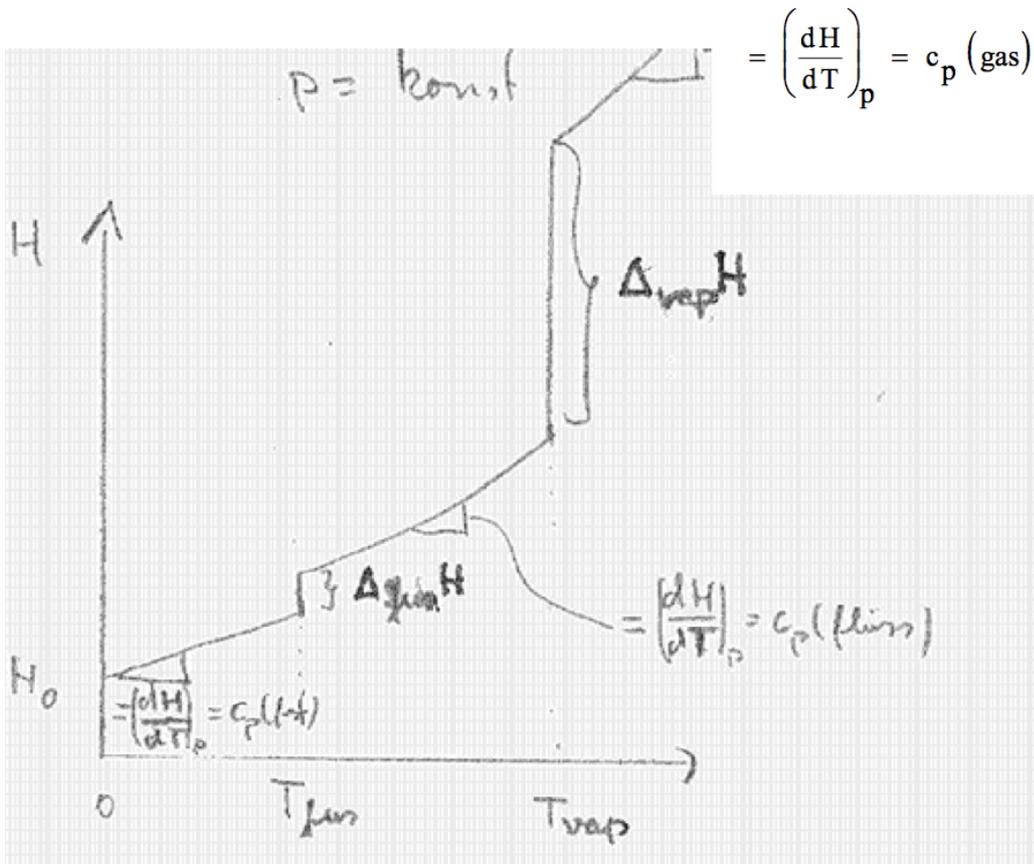
$$\ln K_E - \ln K_A = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln K_E = \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right) + \ln K_A$$

$$K_E = \exp \left[ \frac{\Delta H^0}{R} \left( -\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right) + \ln K_A \right]$$

$$K_E = \exp \left[ \frac{-53 \cdot 10^3}{8,314} \left( -\frac{1}{310} + \frac{1}{298} \right) + \ln 56,6 \right]$$

$$K_E = 24,7$$

**Aufgabe 5:**

- Die Steigungen der Kurven sind die Wärmekapazitäten bei konstantem Druck der jeweiligen Phase.
- Die Änderungen am Smp und am Sdp sind die Schmelz- und Verdampfungsenthalpien.
- Die Standardbildungsenthalpien der Elemente sind immer gleich null.

**Aufgabe 6:**

$$p_1 = \frac{nRT_1}{V}$$

$$p_2 = \frac{nRT_2}{V}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{nRT_1}{V}}{\frac{nRT_2}{V}}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot p_1$$

$$p_2 = \frac{400}{300} \cdot 1$$

$$p_2 = 1,3 \text{ bar}$$

Da das Volumen konstant bleibt gilt:  $dU = dQ = n \cdot c_V \cdot dT$

Nach Integration erhalten wir  $\Delta U = n c_V \Delta T$  aber nur falls  $c_V$  temperaturunabhängig ist!

$$\begin{aligned}\Delta U &= n \cdot c_V \cdot \Delta T \\ &= 2,012,47 \cdot (400 - 300) \\ &= 2,012,47 \cdot 100\end{aligned}$$

$$\Delta U = 2494 \text{ mol} \cdot \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}$$

$$\Delta U = 2494 \text{ J}$$

$$\begin{aligned}Q &= n \cdot c_V \cdot \Delta T \\ &= 2,012,47 \cdot (400 - 300) \\ &= 2,012,47 \cdot 100\end{aligned}$$

$$Q = 2494 \text{ mol} \cdot \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}$$

$$Q = 2494 \text{ J}$$

Es wird in diesem System keine Arbeit geleistet:  $W = 0 \text{ J}$

### Aufgabe 7:

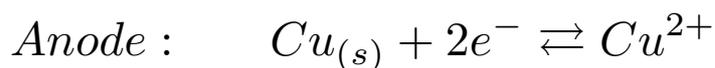
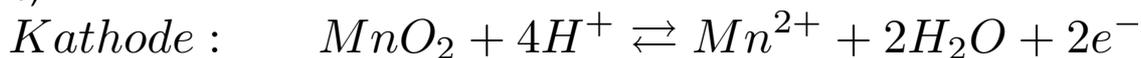
a)

$$E = E^\theta - \frac{RT}{zF} \ln \prod_i a^{\nu_i}$$

$$E = E^\theta - \frac{RT}{zF} \ln \frac{a(\text{Mn}^{2+})a(\text{Cu}^{2+})a(\text{H}_2\text{O})^2}{a(\text{MnO}_2)a(\text{Cu})a(\text{H}^+)^4}$$

$$E = E^\theta - \frac{RT}{zF} \ln \frac{a(\text{Mn}^{2+})a(\text{Cu}^{2+})a(\text{H}_2\text{O})^2}{x_{\text{MnO}_2}x_{\text{Cu}}a(\text{H}^+)^4}$$

b)



c) Es werden 2 Elektronen transferiert.

**Aufgabe 8:**

$$pV = nRT$$

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

$$p = \frac{\frac{m}{M}RT}{V}$$

$$p = \frac{\frac{100 \cdot 10^3}{28} \cdot 8,314 \cdot 323}{0,5}$$

$$p = 1,9 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

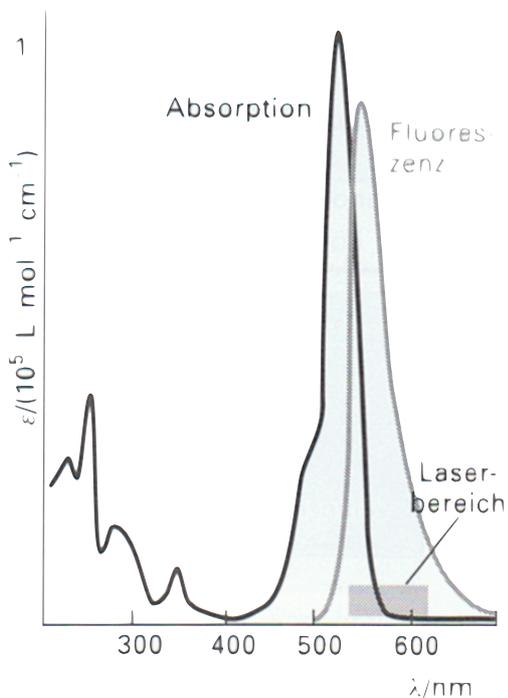
**Aufgabe 9:**

$$a) \left( p + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

a ist das Ausgleichkoeffizient in dem die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen berücksichtigt wird.

b ist das Ausgleichkoeffizient in dem das Eigenvolumen der Teilchen berücksichtigt wird.

b) Das soll ein konkretes Beispiel sein, ich sollt nur zwei identische Kurven zeichnen, bei die Absorptionskurve links, die Emissionskurve rechts sein soll, da die Emission bei Molekülen im Rotlicht verschoben ist (das ist bei Atomen nicht der Fall).



**Abb. 17.31** Das optische Absorptionsspektrum des Farbstoffs Rhodamin G und der für den Laserprozeß verwendete Bereich.

c) Eine Zustandsfunktion hängt nur von den Ausgangs- und den Endzuständen des Systems, und nicht des Weges ab und ist eine funktionale Gleichung, die die Eigenschaften einer Zustandsgröße in Abhängigkeit von anderen Zustandsgrößen beschreibt. Der Satz von Schwarz dient dazu zu bestimmen ob eine Funktion eine Zustandsfunktion ist.

Die Arbeit  $W$  und die Wärme  $Q$  sind keine Zustandsfunktionen.

d) Ein starker Elektrolyte ist ein Molekül was in  $H_2O$  vollständig dissoziieren. Schwache Elektrolyte dissoziieren dagegen nur teilweise.

Falls es Fragen, Kommentare, Fehlermeldungen gibt bitte sofort (besonders bei Fehler) mit mir Kontakt aufnehmen: [Lukas Fiederer](#)