



Klausur-Teil Physikalische Chemie I

SoSe 2017

Prof. Dr. S.Seiffert/PD Dr. W.Schärtl

15. Juli 2017; Beginn 10:00;

Dauer 120 Minuten (zusammen mit PC II – Teil)

Ergebnis: _____ Punkte (50 Punkte = 100 % PC I - Teil)

Bedingungen:

- (i) Dieser Klausur-Teil besteht aus insgesamt vier Aufgaben zu den Themengebieten Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie.
- (ii) Eine Aufgabe davon wurde von den Studierenden selbst erstellt. Diese Aufgabe ermöglicht das Erzielen von bis zu 5 Bonuspunkten (entspr. +10% bezogen auf PC I - Teil).
- (iii) Erlaubte Hilfsmittel sind Taschenrechner, Schreib- und Zeichenmaterial. Eine Formelsammlung ist Bestandteil dieser Klausur. Es darf kein eigenes Papier verwendet werden, sondern nur das mit dieser Klausur ausgegebene. Bitte lassen Sie die Klausur zusammengeheftet!
- (iv) Die Einsicht in den Klausur-Teil (nur PC I – Teil!) findet am 03.08.17 von 10:00 – 12:00 im HS C03 statt, soweit nicht anders bekannt gegeben.

Nachname: _____

Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Unterschrift: _____

Aufgabe 1:**/* max. 20 Punkte */**

(i) Skizzieren Sie eine subkritische Isotherme nach der van-der-Waals-Gleichung, und diskutieren Sie knapp aber vollständig die physikalischen Ursachen, weswegen diese theoretische Isotherme den experimentellen Verlauf nicht korrekt widerspiegelt. /* 2 + 2 Punkte */

(ii) Skizzieren Sie die tatsächlich experimentell detektierbaren Isothermen eines realen Gases, jeweils ein Beispiel für $T < T_{\text{krit.}}$, $T = T_{\text{krit.}}$, und $T > T_{\text{krit.}}$. /* je 2 Punkte */

(iii) Berechnen Sie den Zusammenhang zwischen dem molaren kritischen Volumen und den van-der-Waals-Parametern. /* 8 Punkte für den Lösungsweg, 2 Punkte für das Ergebnis */

Lösung:

Aufgabe 2:**/* max. 13 Punkte */**

(i) Berechnen Sie die Standardreaktionsenthalpie und die Standardreaktionsentropie einer chemischen Reaktion vom Typ $A \rightleftharpoons B$, bei der sich das chemische Gleichgewicht wie folgt verändert: $K_x(\vartheta = 25\text{ }^\circ\text{C}) = 0.15$, $K_x(\vartheta = 45\text{ }^\circ\text{C}) = 0.05$.

/* 6 Punkte für den Lösungsweg, je 2 Punkte fürs Ergebnis */

(ii) Begründen Sie die obige Gleichgewichtsverschiebung (s. (i)) unter Bezugnahme auf das Prinzip von Le Chatelier. Geben Sie auch die allgemeine Bedeutung dieses Prinzips an.

/* 3 Punkte bei korrekter und vollständiger Begründung */

Lösung:

Aufgabe 3:

/* max. 17 Punkte */

Gegeben sei eine chemische Batterie bei $\vartheta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, die aus zwei Cu/Cu^{2+} -Elektroden bestehe, mit jeweils 1 L Lösungsvolumen und $c_{\text{links}}(\text{Cu}^{2+}) = 1 \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{rechts}}(\text{Cu}^{2+}) = 0.001 \text{ mol L}^{-1}$.

(i) Diskutieren Sie die physikalisch-chemischen Ursachen, die für diese Batterie (Konzentrationskette) einen elektrischen Stromfluss hervorrufen. Welche chemischen Reaktionen finden entsprechend an den jeweiligen Elektroden statt? /* max. 3 Punkte */

(ii) Berechnen Sie die elektrische Spannung der Batterie unter Last, d.h. bei einem konstanten Stromfluss von 0.1 A, für $t = 0 \text{ h}$, 10 h und 24 h nach dem Einschalten. /* 4 Punkte Lösungsweg, je 2 Punkte für das Ergebnis */

(iii) Falls die Batterie einen konstanten Stromfluss von 0.1 A erzeugt (s.(ii)): wie lange kann sie dann maximal unter Dauerlast laufen? /* 2 Punkte Lösungsweg, 2 Punkte Ergebnis */

Lösung:

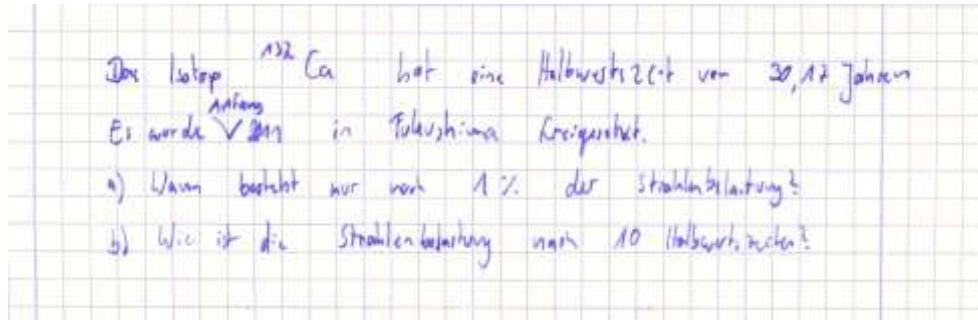
Aufgabe 4 (Bonusaufgabe):

/* max. 5 Punkte */

Das Isotop ^{137}Cs hat eine Halbwertszeit von 30,17 Jahren. Es wurde Anfang 2011 in Fukushima freigesetzt.

- a) Wann, d.h. nach wieviel Jahren, besteht nur noch 1 % der ursprünglichen Strahlenbelastung?
- b) Wie hoch (im Vergleich zum Ausgangswert) ist die Strahlenbelastung nach 10 Halbwertszeiten?

Originalversion der Aufgabe aus der Vorlesung im WS 2016/17:



Anmerkung: Vermutlich war Cs-137 gemeint.

/* a) 2 Punkte Geschwindigkeitsgesetz, 1 Punkt k_1 , 1 Punkt Ergebnis; b) 1 Punkt Ergebnis */

Lösung:

Extraseite

Thermodynamik:

$$\ln(1-x) \approx -x \quad \text{für } x \rightarrow 0$$

$$\text{Boltzmann-Verteilung: } \frac{N_2}{N_1} = \exp\left[-\frac{E_2 - E_1}{kT}\right] = \exp\left[-\frac{\Delta E}{kT}\right]$$

$$\text{Reale Gasgleichung: } \left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = (p + \pi)(V_m - b) = RT$$

$$\text{TD Potenziale: } dU = TdS - pdV = c_v dT + \pi dV, \quad dH = TdS + Vdp = c_p dT + \epsilon dp, \\ dG = -SdT + Vdp, \quad dF = -SdT - pdV$$

$$\text{Carnot-Prozess: } \frac{V_B/V_C}{V_A/V_D} = \left(\frac{T_K/T_W}{T_K/T_W}\right)^{\gamma/R} = \frac{V_A/V_D}{V_B/V_C}$$

$$\text{Chemisches Potenzial in Mischungen: } \mu_1 = \mu_1^* + RT \ln x_1$$

$$\text{Chemisches Gleichgewicht: } \ln K_x = -\frac{\Delta_R G^*}{RT} = -\frac{\Delta_R H^*}{RT} + \frac{\Delta_R S^*}{R}$$

Kinetik:

$$\text{Arrhenius-Gesetz: } k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

Elektrochemie:

$$\text{Reibungskraft: } F_R = 6\pi\eta R_l v_l$$

$$\text{Ionenbeweglichkeit: } u_i = \frac{v_i}{E} = \frac{z_i e}{6\pi\eta R_l}$$

$$\text{Dissoziationsgleichgewicht: } K_{\text{Dis},c} = \frac{\alpha c_0 \alpha c_0}{c_0 - \alpha c_0} = \frac{\alpha^2 c_0}{1 - \alpha}$$

$$\text{Ostwald-Gesetz: } \frac{1}{\Lambda(c_0)} = \frac{c_0 \Lambda(c_0)}{K_{\text{Dis},c} \Lambda_\infty^2} + \frac{1}{\Lambda_\infty}$$

$$\text{Kohlrausch } \sqrt{c} \text{-Gesetz: } \Lambda(c) = \Lambda_\infty - B\sqrt{c}$$

$$\text{Elektrodenpotenzial: } \Delta\varphi = \Delta\varphi^*_{\text{RED,OX}/M} + \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_{\text{OX}}}{a_{\text{RED}}}$$

$$\text{Diffusionspotenzial: } \Delta\varphi = \varphi_\alpha - \varphi_\beta = \frac{RT}{F} \ln \frac{a_\beta}{a_\alpha} > 0$$

$$\text{Nernst Gleichung: } \Delta_R G = -z \cdot F \cdot \text{EMK}, \quad \text{EMK} = \text{EMK}^* - \frac{RT}{zF} \ln \left(\frac{c_{\text{RED}_a} \cdot c_{\text{OX}_b}}{c_{\text{OX}_a} \cdot c_{\text{RED}_b}} \right)$$

Wichtige Konstanten und Einheiten:

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; \quad k_B = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}; \quad h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}; \quad N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}; \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa}; \quad 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ Torr}$$