

## 2. Klausur zum Chemischen Grundpraktikum im WS 2016/17 vom 27.03.2017

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	PC	PC	PC		$\Sigma$	Note
10	10	10	10	10	10	10	11	9	10		<b>100</b>	

NAME/VORNAME: **LÖSUNGEN (nur AC-Aufgaben)**

Matrikelnummer: .....

Pseudonym für Ergebnisveröffentlichung .....

**Schreiben Sie bitte gut leserlich:** Name und Vorname in Druckbuchstaben.

**Unleserliche Teile werden nicht gewertet!**

Die Bewertung der einzelnen Aufgaben ist jeweils in Klammern nach der Aufgabennummerierung angegeben; insgesamt sind 100 Punkte erreichbar.

**Wichtig:** 1. **Überprüfen Sie zu Beginn das ausgegebene Klausurexemplar auf ordnungsgemäße Vollzähligkeit der Blätter!**

2. Schreiben Sie bitte die Lösungen nur auf das Blatt der entsprechenden Aufgabe einschließlich der Rückseite.
3. **Mit Bleistift geschriebene Aufgaben werden nicht gewertet!**
4. Als Hilfsmittel ist nur ein nicht programmierbarer Taschenrechner zugelassen.
5. Falls Sie Zusatzblätter benötigen, fordern Sie diese bitte an und verwenden Sie nur gekennzeichnete Zusatzblätter!

**Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!**

Die Klausur umfasst **10** Aufgaben auf insgesamt **XX** Blättern (1 Schmierblatt und PSE als Anhang).

1. [10] Wie reagieren folgende Stoffe mit wässriger Natronlauge? Geben Sie jeweils eine Reaktionsgleichung an. Klassifizieren Sie zudem den jeweiligen Reaktionstyp mit Hilfe folgender Begriffe (Mehrfachnennungen sind möglich und wo zutreffend auch gefordert): Säure-Base-Reaktion, Redoxreaktion, Reaktion mit Protonenübergang, Komproportionierung, Transportreaktion, Disproportionierung, Nachweisreaktion, Dismutation, Komplexbildungsreaktion.

a) [4] Ammoniumchlorid:



Säure-Base-Reaktion,  
Reaktion mit Protonenübergang,  
Nachweisreaktion (für NH<sub>3</sub>).

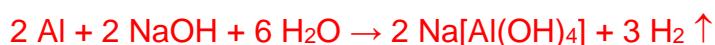
b) [3] Chlor (in der Kälte):



Redoxreaktion

Disproportionierung (= Dismutation)

c) [3] Aluminium (in der Wärme):



Redoxreaktion

Komplexbildung

2. a [6] Berechnen Sie näherungsweise die pH-Werte folgender Lösungen:  
Perchlorsäure ( $c = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ); Natronlauge ( $c = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ); wässrige Ammoniaklösung:  $w = 0.0143$ ,  $\rho = 0.992 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-3}$  (bei 293.15 K),  $pK_s(\text{NH}_4^+) = 9.25$ .

$\text{HClO}_4$ :  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$ ;  $\text{pH} = 0.40$

$\text{NaOH}$ :  $[\text{OH}^-] = 0.15$ ;  $\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = 0.82$

$\text{pOH} + \text{pH} = 14$ ;  $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 13.18$ .

Ammoniaklösung: 1 Liter wiegt 992 g (aus Angabe von  $\rho$ )

Aber Lösung ist 1.43 %ig, d.h., Dreisatzrechnung ergibt 14.19 g/L

1 molar heißt: 17.03 g/L, also ist Lösung hier 0.833 molar ( $c_0$ ).

$pK_s + pK_b = 14$ , also  $pK_b(\text{NH}_3) = 4.75$

$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} [pK_b - \lg(0.833)] = 11.58$ .

2. b [4] Der pH-Wert einer Wasserstoffperoxid-Lösung wurde mit 13.00 bestimmt. Welches molare Verhältnis an Wasserstoffperoxid und seiner für diesen Fall korrespondierenden Base errechnet sich hierbei? Geg.:  $pK_{s1}(\text{H}_2\text{O}_2) = 12.00$ . Geben Sie zudem eine Formel der korrespondierenden Base für die entsprechende Protolysestufe an.

$\text{pH} = pK_s + \lg [\text{Salz}] / [\text{Säure}]$

$13.00 - 12.00 = 1.00$

Wann wird der Ausdruck „ $\lg [\text{Salz}] / [\text{Säure}]$ “ = 1.00?

$\lg x = 1$  bei einem Verhältnis von 10 / 1 (weil  $\lg 10 = 1$ )

$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$  ( $\text{HO}_2^-$  ist hier die korrespondierende Base).

3. a [5] Welche Summenformel errechnet sich für eine Verbindung, für die folgende elementaranalytische Zusammensetzung gefunden wurde:  $w(C) = 0.3200$ ,  $w(H) = 0.0671$ ,  $w(N) = 0.1866$ . Der fehlende Bestandteil ist Sauerstoff, und die molare Masse der Verbindung wurde mit  $75.07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  bestimmt.

Lösung:

z.B. auf 100 g Substanz beziehen:

Element	$m_E \text{ [g]}$	$M_E \text{ [g/mol]}$	$n = m/M$	$n/X$
C	32.00	12.011	2.664	2
H	6.71	1.008	6.657	5
N	18.66	14.007	1.332 (X)	1
O	42.63	15.999	2.665	2

Daraus ergibt sich zunächst die empirische Formel:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ .

Berechnung der molaren Masse:

$$2 \times 12.011 + 5 \times 1.008 + 14.007 + 2 \times 15.999 = 75.07.$$

Da dies dem angegebenen Molekulargewicht entspricht, liegt die Verbindung offensichtlich „monomer“ vor, d.h. es trifft exakt die Summenformel zu.  
(andere Lösungswege möglich).

3. b [5] Die Verbindung in Aufgabe 3. (a) zeigt in wässriger Lösung auf zwei Stufen eine Pufferwirkung. Berechnen Sie den pH-Wert einer Lösung dieser Verbindung der Stoffmengenkonzentration  $c = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , indem Sie sich die erforderliche Gleichung dafür aus der Definition der Säurekonstante herleiten (Geg.:  $\text{p}K_{\text{s}1} = 2.35$ ).

Herleitung aus Säurekonstante:  $K_{\text{s}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-] / [\text{HA}]$ ;  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-]$

somit folgt:  $K_{\text{s}} \cdot [\text{HA}] = [\text{H}_3\text{O}^+]^2$

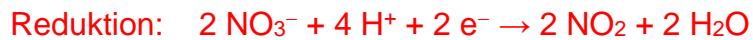
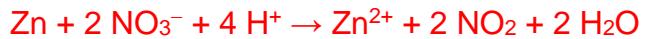
$$\lg (K_{\text{s}} \cdot [\text{HA}]) = \lg [\text{H}_3\text{O}^+]^2$$

$$\lg K_{\text{s}} + \lg [\text{HA}] = 2 \lg [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$-\text{p}K_{\text{s}} + \lg [\text{HA}] = -2 \text{ pH}$$

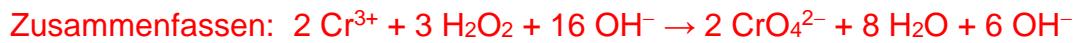
$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_{\text{s}} - \lg c_0); \text{ hier: pH} = 1.68.$$

4. a [5] Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Zink mit konzentrierter Salpetersäure, indem Sie sich die Gesamtreaktion aus Teilgleichungen herleiten. Welche Sicherheitsmaßnahmen sind dabei unbedingt einzuhalten?



Bildung giftiger Stickoxide, Arbeiten in einem gut ziehenden Abzug, Schutzbrille.

4. b [5] Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Chrom(III)-Ionen mit Wasserstoffperoxid in basischer Lösung, indem Sie sich die Gesamtreaktion aus Teilgleichungen herleiten. Welcher Farbwechsel ist dabei zu beobachten?



Gleichung auf die o.g. Form bringen.

Farbwechsel von grün ( $\text{Cr}^{3+}$ ) nach gelb (Chromat).

5. a [4] In einem Versuch des Vorpraktikums haben Sie eine Natriumhydrogensulfit-Lösung mit einer Lösung von Iod-Kaliumiodid versetzt. Was passiert in diesem Fall und auf welche Eigenschaft der Schwefligen Säure bzw. ihrer Salze ist dies zurückzuführen? Geben Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung für den Vorgang an. Welche Farbänderung ist hierbei zu beobachten?

Reduzierende Eigenschaft von  $\text{SO}_3^{2-}$  /  $\text{SO}_2$  /  $\text{H}_2\text{SO}_3$  bzw.  $\text{HSO}_3^-$



Entfärbung der Lösung durch Iodidbildung.

5. b [4] Durch Reaktion von Natriumhydrogensulfit-Lösung mit einer nichttoxidierenden Säure (welche eignet sich z.B. hierfür?) wird ein Gas freigesetzt. Welches Gas entsteht dabei? Geben Sie eine Reaktionsgleichung dafür an. Wie viele  $\text{cm}^3$  dieses Gases können aus einem mmol Hydrogensulfit maximal unter den üblichen Standardbedingungen für Gase freigesetzt werden?



Nichttoxidierende Säure: z.B. Salzsäure

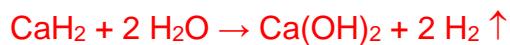
1 mmol Gas entspricht 22,4 mL, also 22,4  $\text{cm}^3$  (unter Normbedingungen).

5. c [2] Giftiges Schwefeldioxid kann durch Einleiten in eine wässrige Natronlauge gebunden werden („Entsorgung“). Auf welcher Reaktion beruht dieser Vorgang (Reaktionsgleichung)? Geben Sie zudem die Formel von Natriumhydrogensulfid an.



Natriumhydrogensulfid:  $\text{NaHS}$ .

6. a [4] Wie reagieren Alkali- und Erdalkalimetallhydride mit Wasser? Geht von diesen Reaktionen eine Gefahr aus? Formulieren Sie in diesem Zusammenhang die Reaktion von Calciumhydrid mit Wasser. Eine so erhaltene Lösung wird filtriert und in die klare Lösung wird Kohlendioxid eingeleitet. Was ist zu beobachten? Geben Sie auch für den zweiten Vorgang eine Reaktionsgleichung an.



Gemisch kann sich an der Luft entzünden (Knallgasreaktion)!



Trübung der Lösung bzw. Niederschlagsbildung.

6. b [3] Eine Sodalösung wird mit einer Calciumhydroxidlösung vereinigt. Was passiert dabei (Reaktionsgleichung). Was ist in diesem Zusammenhang unter „Kaustifizierung“ zu verstehen?



Kaustifizierung: Erzeugung einer ätzenden Lösung, hier Natronlauge.

6. c [3] Wie viel Gramm Ätznatron könnten theoretisch unter Anwendung des Reaktionsprinzips aus Aufgabe 6 b aus 10 g Natriumcarbonat-Decahydrat gewonnen werden? Dazu müsste die Reaktionslösung filtriert (warum?) und die erhaltene Lösung schließlich eingedampft werden.



Dreisatzrechnung:  $x = 2,80 \text{ g}$ . (Filtration, um  $\text{CaCO}_3$  abzutrennen!).

7. a [2] Was ist „Carbamidperoxid“? Geben Sie eine Formel für die Verbindung an. Worin ist die Stabilisierung des Wasserstoffperoxids in diesem Feststoff begründet?

Harnstoff-Addukt des Wasserstoffperoxids:  $\text{H}_2\text{O}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$

H-Atom-Brückenbindungsnetzwerk stabilisiert diese Struktur.

7. b [4] Der Gehalt an Peroxiden kann mit Hilfe einer Kaliumpermanganat-Maßlösung ( $c = 0.02 \text{ mol/L}$ ) in saurer Lösung bestimmt werden. Bei einer Mehrfachbestimmung wurden im Durchschnitt 15.5 mL Maßlösung verbraucht. Welcher Menge an Wasserstoffperoxid (in mg) entspricht dies? Geben Sie, auch im Sinne der Berechnung, zunächst die vollständige Reaktionsgleichung für die Bestimmungsmethode an.



1 mL 0.02 m KMnO<sub>4</sub> entspricht 0.05 mmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, also 1.707 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Bedeutet hier: 15.5 (mL) x 1.707 (mg) = 25.6 mg.

7. c [4] Formulieren Sie die Grundgleichung, auf dem das Prinzip einer iodometrischen Bestimmung beruht. Berechnen Sie wie viele mg Cu(II)-Ionen sich in einer Probe befanden, wenn bei dieser Methode der Kupferbestimmung 3,7 mL an Maßlösung ( $c = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) verbraucht wurden.



1 mL 0.1 m Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entspricht 0.1 mmol Cu, also 6,3546 mg

Bedeutet hier: 3.7 (mL) x 6.3546 (mg) = 23.5 mg.