

# Klausur zum Vorkurs des Chemischen Grundpraktikums WS 2014/15 vom 18.09.2014

A1		A2		A3		A4		A5				$\Sigma$	Note
10		10		10		10		10					

NAME: .....

VORNAME: .....

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 50 Punkte erreichbar. Die Klausur gilt als bestanden, wenn 50% der erreichbaren Punkte erzielt werden.

- Wichtig:**
1. Schreiben Sie bitte auf jedes Blatt oben Ihren Namen.
  2. Schreiben Sie nach Möglichkeit 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 **5** Aufgaben auf insgesamt **9** Blättern (PSE und zwei Schmierblätter als Anhang).

1. [4] a) 20 g einer Salzsäure mit einem Massenanteil  $w = 0.37$  werden mit 95 mL reinem Wasser verdünnt. Welchen Massenanteil weist die resultierende Lösung auf? Welche Stoffmengenkonzentration errechnet sich, wenn diese Lösung eine Dichte von  $1.030 \text{ g cm}^{-3}$  aufweist?

a) Mischungsgleichung:  $m_1 c_1 + m_2 c_2 = (m_1 + m_2) c_E$

$$c_E = (m_1 c_1 + m_2 c_2) / (m_1 + m_2) = (20\text{g} \times 37) + (95\text{g} \times 0) / 20\text{g} + 95\text{g} =$$

$$= 740 / 115 = 6.43 [\%] \quad \text{bzw.} \quad w = 0.0643$$

b)  $\rho = 1030 \text{ g / L}$  (bei 100% HCl), aber nur zu 6.43% enthalten (s.o.)

$$\text{hier: } 1030 \text{ g / L} \times 0.0643 = 66.23 \text{ g/L}$$

1 molar bedeutet z.B.  $36.46 \text{ g / L}$ , also für diesen Fall:  $66.23 / 36.46 = 1.817$  molar.  
 $c = 1.817 \text{ mol/L}$ .

1. [6] b) Geben Sie die pH-Werte folgender Lösungen an:

Kalilauge ( $c = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), Perchlorsäure ( $c = 0.35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ );

Wässriger Ammoniak, Gegeben:  $w = 0.0143$   $\rho = 0.992 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (bei  $20^\circ\text{C}$ );  $pK_s$  ( $\text{NH}_4^+$ ) = 9.25.

$$\text{KOH: } [\text{OH}^-] = 0.15 \quad p\text{OH} = -\lg [\text{OH}^-] = 0.82$$

$$p\text{OH} + p\text{H} = 14 \quad p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 0.82$$

$$p\text{H} = 13.18$$

$$\text{HClO}_4: p\text{H} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg (0.35) = 0.46$$

$\text{NH}_3$ -Lösung:  $\rho = 992 \text{ g / L}$  (bei 100%), aber nur zu 1.43% enthalten (s.o.)

$$\text{hier: } 992 \text{ g / L} \times 0.0143 = 14.19 \text{ g/L}$$

1 molar bedeutet z.B.  $17.03 \text{ g / L}$ , also für diesen Fall:  $14.19 / 17.03 = 0.833$  molar.  
 $c = 0.833 \text{ mol/L}$  (entspricht  $c_0$ )

$$pK_s + pK_B = 14 \quad \text{also ist der } pK_B \text{ von Ammoniak: } 14 - 9.25 = 4.75$$

$$p\text{H} = 14 - \frac{1}{2} (pK_B - \lg [\text{NH}_3]) = 14 - \frac{1}{2} (4.75 - \lg 0.833) = 11.58.$$

2. [5] a) Welche Summenformel hat eine Verbindung mit folgender Zusammensetzung:  $w(\text{C}) = 0.3200$ ,  $w(\text{H}) = 0.0671$ ,  $w(\text{N}) = 0.1866$ , der restliche Bestandteil ist Sauerstoff. Die molare Masse der Verbindung wurde zu  $75.07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  bestimmt.

Lösung:

z.B. auf 100 g Substanz beziehen:

Element	$m_E$ [g]	$M_E$ [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).

2. [2] b) Wieviel Gramm Schwefelwasserstoff entsprechen 0.4 mol der reinen Verbindung und wie viele H- bzw. S-Atome sind in dieser Stoffportion enthalten?

$$M(\text{H}_2\text{S}) = 34.08 \text{ g/mol}$$

$$m = n \times M \quad m = 0.4 \text{ mol} \times 34.08 \text{ g/mol} = 13.63 \text{ g}$$

0.4 mol  $\text{H}_2\text{S}$  bedeuten 0.8 mol H und 0.4 mol S:

$$\text{Atomzahl (H)} = 0.8 \text{ mol} \times 6.022 \times 10^{23} = 4.82 \times 10^{23} \text{ H-Atome}$$

$$\text{Atomzahl (S)} = 0.4 \text{ mol} \times 6.022 \times 10^{23} = 2.41 \times 10^{23} \text{ S-Atome.}$$

2. [3] c) Geben Sie die Stoffmengenkonzentration einer Lösung an, die in einem Liter 32.66 g reine Phosphorsäure enthält. Welche Äquivalentkonzentration weist diese Lösung für einen Titrationsvorgang auf, in dem die Säure als einbasige Säure fungiert?

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98.00 \text{ g/mol}$$

Stoffmengenkonzentration  $c = 1 \text{ mol/L}$  bedeutet  $98.00 \text{ g/L}$

Da hier nur  $1/3$  der molaren Masse in einem Liter gelöst ist, ist  $c = 0.33 \text{ mol/L}$  (Stoffmengenkonzentration).

Zur Angabe der Äquivalentkonzentration (einbasige Säure):

Bezüglich der Titration mit einer einwertigen Lauge ist die Lösung „1 normal“, d.h. um z.B. 1 mol Natronlauge zu neutralisieren, reicht die Stoffmengenkonzentration  $c = 0.33 \text{ mol/L}$  aus; die Äquivalentkonzentration ist also 1 N.

3. [4] a) Die Dichte eines Gases, das in seiner chemischen Zusammensetzung aus den Elementen Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, beträgt bei  $T = -20\text{ °C}$  und  $p = 2.35\text{ atm}$   $3.17\text{ g/L}$ . Welche molare Masse errechnet sich aus diesen Daten und welche Verbindung liegt vor?

Geg.:  $R = 0.0821\text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$pV = nRT \quad n = m/M \quad \rho = m/V$$

$$n = pV / RT \quad m/M = pV / RT \quad \rightarrow \quad M = mRT / pV$$

$$\rightarrow \quad M = \rho VRT / pV$$

$$M = 3.17 \times 0.0821 \times 253.15 / 2.35 \quad (\text{Einheiten bitte mitschreiben!!})$$

$$M = 28.04\text{ [g/mol]}; \quad \text{Vermutung: CO (12 + 16);}$$

3. [2] b) Wie können Sie die Verbindung im Labor darstellen und nachweisen? Geben Sie dazu die Reaktionsgleichungen für die Bildung und den qualitativen Nachweis an.

Zersetzung von konzentrierter Ameisensäure (Erhitzen)



Verbrennung zu  $\text{CO}_2$  und schließlich Einleiten in  $\text{Ba(OH)}_2$ -Lösung:



3. [4] c) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Umsetzung von Eisen(II)-sulfid mit Salzsäure. Beachten Sie, dass dabei ein unangenehm riechendes, giftiges Gas freigesetzt wird. Berechnen Sie, wieviel Gramm der Eisenverbindung benötigt werden, um 35.00 g des Gases darzustellen. Geben Sie weiterhin an, welches Volumen diese Gasmenge bei einer Temperatur von 273.15 K einnimmt.



$$M(\text{FeS}) = 87.91 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{S}) = 34.08 \text{ g/mol}$$

$$\text{Stoffmenge des H}_2\text{S: } n = m/M \quad n = 1.03 \text{ mol}$$

Somit werden auch 1.03 mol FeS benötigt (s. Stöchiometrie der Gleichung)

$$m = n \times M \quad m = 1.03 \times 87.91 = 90.55 \text{ g}$$

1 mol eines Gases nehmen bei 0°C (273.15 K) ein Volumen von 22.4 L ein, somit gilt für H<sub>2</sub>S in diesem Fall: 1.03 mol x 22.4 L/mol = 23.07 L.

(auch andere Lösungswege möglich).

4. [5] a) Im Praktikum haben Sie in einem Experiment Zink mit konzentrierter Salpetersäure versetzt. Was beobachten Sie in diesem Versuch? Welche Gefahr geht von dieser Reaktion aus und welche Sicherheitsmaßnahmen sind dabei unbedingt einzuhalten? Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe einer Reaktionsgleichung, die Sie aus Teilgleichungen herleiten.

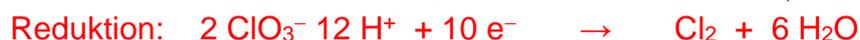
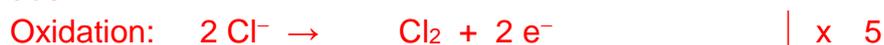


Es werden Stickoxide gebildet (braune Dämpfe), unter einem gut ziehenden Abzug arbeiten, da Stickoxide sehr giftig! Schutzbrille tragen!

4. [5] b) In einem anderen Experiment haben Sie festes Kaliumchlorat mit konzentrierter Salzsäure versetzt. Was beobachten Sie in diesem Versuch? Welche Gefahr geht von dieser Reaktion aus? Begründen Sie Ihre Antwort ebenfalls mit Hilfe einer Reaktionsgleichung, die Sie aus Teilgleichungen herleiten. Welcher spezielle Reaktionstyp liegt hier vor?



aus:



Außerdem entsteht auch Chlordioxid nach der Gesamtgleichung:



Es wird Chlor und Chlordioxid gebildet (grüngelbe Dämpfe), unter einem gut ziehenden Abzug arbeiten, da beide Gase sehr giftig sind.

5. [7] a) Ihnen liegen zwei Lösungen von Essigsäure der Stoffmengenkonzentration  $c_0 = 1 \text{ mol L}^{-1}$  bzw.  $c_0 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}$  vor. Gegeben:  $pK_S(\text{AcOH}) = 4.75$ . Wir gehen davon aus, dass sich in der wässrigen Lösung ein chemisches Gleichgewicht eingestellt hat.

- Berechnen Sie den pH-Wert für beide Lösungen.

$$c_0 = 1 \text{ mol L}^{-1}: \text{pH} = \frac{1}{2} (pK_S - \lg c_0) = \frac{1}{2} (4.75 - \lg 1) = 2.38$$

$$c_0 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}: \text{pH} = \frac{1}{2} (pK_S - \lg c_0) = \frac{1}{2} (4.75 - \lg 10^{-3}) = 3.88.$$

- Geben Sie jeweils die Konzentration der Oxonium-Ionen an. Wie groß ist in beiden Fällen die Konzentration der Acetat-Ionen?

$$c_0 = 1 \text{ mol L}^{-1}: [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2.38} = 4.16 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$c_0 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}: [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3.88} = 1.31 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

Die Konzentration der Acetat-Ionen entspricht der der Oxonium-Ionen, d.h. es gilt:  
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{AcO}^-]$

- Berechnen Sie die Konzentration der nicht protolysierten Essigsäure und geben Sie für beide Fälle den Protolysegrad an.

$$[\text{AcOH}] = c_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$c_0 = 1 \text{ mol L}^{-1}: [\text{AcOH}] = 1 - 0.0042 = 0.996$$

$$c_0 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}: [\text{AcOH}] = 1 - 0.00013 = 0.00087$$

$$\text{Protolysegrad: } \alpha = [\text{H}_3\text{O}^+] / c_0$$

$$\text{Für } c_0 = 1 \text{ mol L}^{-1}: \alpha = 4.16 \times 10^{-3} \quad \alpha = 0.0042 \text{ bzw. } 0.42\%$$

$$\text{Für } c_0 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}: \alpha = 1.31 \times 10^{-4} / 10^{-3} = 1.31 \times 10^{-1} \quad \alpha = 0.131 \text{ bzw. } 13.1\%.$$

Auch Berechnung mit anderer Formel möglich:

$\alpha = \sqrt{K_S / c_0}$ , dazu muss der gegebene  $pK_S$ -Wert erst in den  $K_S$ -Wert umgerechnet werden.

5. [3] b) Welche der nachfolgenden Reaktionen sollten Sie unbedingt in einem gut ziehenden Abzug durchführen? Begründen Sie Ihre Aussage hinreichend.

- Eisenpulver wird unter Erwärmen mit konzentrierter Schwefelsäure versetzt.

Es wird giftiges Schwefeldioxid gebildet, unbedingt unter einem gut ziehenden Abzug arbeiten!

- Festes Calciumcarbonat wird mit verdünnter Essigsäure versetzt.

Es wird Kohlendioxid gebildet, Arbeiten nicht unbedingt unter Abzug erforderlich, aber bei größeren Mengen ratsam.

- Pulverförmiges Kaliumpermanganat wird mit konzentrierter Salzsäure versetzt.

Es wird giftiges Chlor gebildet, unbedingt unter einem gut ziehenden Abzug arbeiten!