

2. Klausur zum Chemischen Grundpraktikum im WS 2015/16 vom 21. März 2016

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	P8	P9	P10			Σ	Note
8	10	10	10	10	12	10	30					100	

NAME/VORNAME:

Matrikelnummer: **STICHPUNKTE ZU DEN LÖSUNGEN**

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 **12** Blättern (1 Schmierblatt und ein PSE im Anhang).

1. [8] Stoffmenge, Molare Masse, Konzentration

- a) [2] Welche Stoffmengenkonzentration weist eine wässrige Lösung von Eisen(III)-chlorid auf, wenn 0.25 mol der Verbindung in 400 cm³ gelöst vorliegen?

$$c = n / V$$

$$c = 0.25 / 0.4 \text{ L} = 0.625 \text{ mol / L.}$$

- b) [3] Welche Stoffmengenkonzentration resultiert, wenn 1.5 g wasserfreies Magnesiumsulfat in 0.3 dm³ Wasser gelöst werden?

$$M(\text{MgSO}_4) = 120.37 \text{ g / mol}$$

$$c = n / V \quad n = m / M \quad n = 1.5 / 120.37 \text{ [mol]} = 0.0125 \text{ mol}$$

$$c = 1.5 / 120.37 \times 0.3 \text{ L} = 0.042 \text{ mol / L.}$$

- c) [3] Welche Molarität ergibt sich für die Natriumionen, wenn 36 g Natriumphosphat in 75 mL Wasser gelöst werden?

$$M(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 163.94 \text{ g / mol}$$

$$c = n / V \quad \text{und} \quad n = m / M$$

Na_3PO_4 ist ein 3 : 1 - Elektrolyt

$$n(\text{Na}^+) / n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3 / 1 \quad n(\text{Na}^+) = 3 \times n(\text{Na}_3\text{PO}_4)$$

$$c(\text{Na}^+) = 3 \times n(\text{Na}_3\text{PO}_4) / V$$

$$= 3 \times m(\text{Na}_3\text{PO}_4) / M(\text{Na}_3\text{PO}_4) \times V = 8.8 \text{ mol / L.}$$

2. [10] Es werden 400 mL einer Natronlauge hergestellt, indem 45 g Ätznatron in Wasser gelöst werden. Die resultierende Lösung wiegt schließlich 444 g.

a) [2] Welche Stoffmengenkonzentration errechnet sich für die Lauge?

$$c = n / V \text{ und } n = m / M \qquad M(\text{NaOH}) = 40.00 \text{ g / mol}$$

$$c = 2.8 \text{ mol / L.}$$

b) [2] Welchen Massenanteil an reiner NaOH weist diese Lösung auf?

$$w(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / m(\text{Gemisch}) = 45 \text{ g} / 444 \text{ g} = 0.1014.$$

c) [2] Wie groß ist die Dichte der erhaltenen Lösung ?

$$\rho = m / V$$

$$\rho = 444 \text{ g} / 400 \text{ mL} = 1.11 \text{ g / mL.}$$

d) [4] Welchen pH-Wert weist diese Lösung auf? Mit welchem Indikatorfarbstoff würde sich dies deutlich nachweisen können (Farbumschlag)?

$$c = 2.8 \text{ mol / L (s.o.)}$$

$$c(\text{OH}^-) = 2.8 \text{ mol / L}$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = -0.447$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14.45.$$

Indikator: Phenolphthalein, intensiv rot.

3. a) [3] Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration von reinem Wasser. (Dabei wird vorausgesetzt, dass Sie die Dichte von reinem Wasser kennen!) Welcher pK_s -Wert ergibt sich somit für reines Wasser bei 298.15 K?

$$c = n / V = m / M \times V = \rho / M = 1.00 / 18.00 = 55.5 \text{ mol / L}$$

$$K_s = [\text{OH}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{H}_2\text{O}]^2$$

$$pK_s = -\lg K_s$$

$$pK_s (\text{H}_2\text{O}) = 15.75.$$

3. b) [3] 600 g einer Salzsäure ($w = 0.22$) sollen aus zwei gegebenen Lösungen, die einen Massenanteil von 0.35 bzw. 0.15 aufweisen, hergestellt werden. Wie ist dabei praktisch vorzugehen?

Lösung z.B. über das Mischungskreuz:

ergibt ein Mischungsverhältnis von 0.07: 0.13 oder besser: 7: 13.

Wenn 600 g der Lösung hergestellt werden sollen, entspricht:

$$1 \text{ Teil} = 600 / 20 = 30 \text{ g.}$$

Daraus folgt, dass 210 g der Lösung a (Salzsäure mit $w = 0.35$) mit 390 g der Lösung b (Salzsäure mit $w = 0.15$) gemischt werden sollten.

3. c) [4] Welche Stoffmenge Natriumphosphat kann aus 19,4 g Natriumhydroxid und 12,8 g Phosphorsäure maximal gewonnen werden?

$$M(\text{NaOH}) = 40.00 \text{ g / mol}$$

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



$$n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / M(\text{NaOH}) = 0.485 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) / M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0.131 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 1/3 \times n(\text{NaOH}) = n(\text{H}_3\text{PO}_4)$$

bei einem Umsatz von 100%:

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 1/3 \times n(\text{NaOH}) = 0.162 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0.131 \text{ mol}$$

Beachten: $n(\text{H}_3\text{PO}_4)$ begrenzt die Reaktion!

Also maximal 0.131 mol an Na_3PO_4 können nur gebildet werden!

4. a) [4] Wie reagiert Stickstoffdioxid mit wässriger Natronlauge? Formulieren Sie die entsprechende Reaktionsgleichung und klassifizieren den Reaktionstyp im speziellen Fall.



Teilgleichungen formulieren!

Redoxreaktion, hier speziell: Disproportionierung.

4. b) [6] Zu 900 mL einer Ammoniumchlorid-Lösung ($c = 1.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) werden 440 mL einer Kaliumnitrit-Lösung ($w = 0.12$; $\rho = 1.22 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) und 3.21 g Natriumnitrit gegeben und die Lösung erwärmt. Welches Volumen Stickstoff kann hierbei maximal gebildet werden?

$$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53.5 \text{ g / mol}$$

$$\text{Grundwissen: } V_m = 22.4 \text{ L / mol}$$

$$M(\text{KNO}_2) = 85.1 \text{ g / mol}$$

$$M(\text{NaNO}_2) = 69.0 \text{ g / mol}$$



$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.9 \text{ L} \times 1.2 \text{ mol / L} = 1.08 \text{ mol}$$

$$n(\text{KNO}_2) = [400 \text{ mL} \times 1.22 \text{ g} \times 0.12 \text{ mol}] / \text{ml} \times 85.1 \text{ g} = 0.757 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaNO}_2) = 0.0465 \text{ mol}$$

$$V(\text{N}_2) = 0.8035 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L / mol} = 18 \text{ L}$$

(andere Lösungswege möglich).

5. a) [5] Der pH-Wert einer schwachen Säure ($c = 0.26 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) wurde zu $\text{pH} = 3.50$ bestimmt. Wie groß ist die Säurekonstante und welcher Wert für $\text{p}K_{\text{S}}$ ergibt sich für diese Säure bei 298.15 K ?

$$K_{\text{S}} = [\text{A}^{-}] [\text{H}_3\text{O}^{+}] / [\text{HA}]$$

$$\text{Schwache Säure: } c(\text{HA}) \cong c_0(\text{HA}); \text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^{+}]$$

$$-\text{pH} = \lg [\text{H}_3\text{O}^{+}] \text{ (Umkehrfunktion)}$$

$$K_{\text{S}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}] / c_0(\text{HA}) = 3.85 \times 10^{-7} \text{ mol} / \text{L}$$

$$\text{p}K_{\text{S}} = -\lg K_{\text{S}} = 6.42.$$

5. b) [5] Berechnen Sie den pH-Wert einer wässrigen Lösung von Ammoniak ($c = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Zu 200 mL dieser Lösung werden 300 mL einer Ammoniumchlorid-Lösung gegeben ($c = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Berechnen Sie den pH-Wert der nun resultierenden Lösung. (Geg.: $\text{p}K_{\text{B}} = 4.75$).

$$[\text{OH}^{-}] = \sqrt{K_{\text{B}} \times [\text{A}^{-}]} = 3.26 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{L}$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^{-}] = 2.50 \quad \text{pH} = 11.50$$

$$n(\text{HA}) = n(\text{NH}_4^{+}) = c \times V = 0.1 \text{ mol} / \text{L} \times 0.3 \text{ L} = 0.03 \text{ mol}$$

$$n(\text{A}^{-}) = n(\text{NH}_3) = c \times V = 0.5 \text{ mol} / \text{L} \times 0.2 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\text{p}K_{\text{B}} = -\lg K_{\text{B}} = -\lg (2 \times 10^{-5}) = 4.69$$

$$\text{p}K_{\text{S}} = 14 - \text{p}K_{\text{B}} = 9.31 \quad \text{Puffergleichung:}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{S}} - \lg [0.03 / 0.1] = 9.80.$$

6. [6] a) Formulieren Sie die Gleichung für die Reaktion von Zink mit einer Salpetersäure ($w = 0.33$), indem Sie die Gesamtgleichung aus Teilgleichungen herleiten. Welche Folgereaktionen sind beim Arbeiten an der Luft zu erwarten? Geben Sie eine mögliche Gleichung dafür an.



Aus den beiden Teilgleichungen herleiten!

Reaktion an der Luft, z.B.:



6. b) [6] Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die Bestimmung von Fe^{3+} -Ionen mit einer Maßlösung von „Titriplex-III“ ($c = 0.1 \text{ mol L}^{-1}$) an. Welcher Stoffportion an Eisen (in mg) entspricht ein Verbrauch von 12.5 mL Maßlösung? Nennen Sie zwei weitere quantitative Bestimmungsmethoden für Eisen, die Sie im Praktikum selbst durchgeführt haben.



1 ml 0.1 molar Na_2edta entspricht 5.585 mg Fe (s. PSE)

Hier konkret: $12.5 \text{ mL} \times 5.585 \text{ mg} = 69.8 \text{ mg}$.

Weitere Bestimmungsmethoden:

- Gravimetrische Bestimmung als Fe_2O_3 (Veraschung)
- Redoxtitration (manganometrisch), z.B. Methode nach Reinhardt-Zimmermann.

7. [10] Geben Sie für die nachfolgend aufgeführten Systeme eine Reaktionsgleichung an, insofern die Einzelkomponenten miteinander reagieren.

a) [2] Bariumperoxid mit Schwefelsäure ($w = 0.96$):



b) [2] Peroxodischwefelsäure mit Wasser:



c) [2] Stickstoffmonoxid mit Wasser



d) [2] Calciumhydrid mit Wasser:



e) [2] Kalkwasser mit Kohlendioxid:

