

## 2. Klausur zum Chemischen Grundpraktikum im WS 2013/14 vom 26. März 2014

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |  |  |            |      |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--|--|------------|------|
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | P8 | P9 | P10 |  |  | $\Sigma$   | Note |
| 12 | 10 | 12 | 10 | 8  | 8  | 10 | 11 | 9  | 10  |  |  | <b>100</b> |      |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |  |  |            |      |

NAME/VORNAME: .....

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 50 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 **14** Blättern (1 Schmierblatt und PSE im Anhang).

1. [12] Ordnen Sie folgende Säuren zunehmend nach ihrer Säurestärke. Benutzen Sie dazu die Summenformeln und begründen Sie Ihre Entscheidung kurz.

a) [3] Die vier bekannten Halogenwasserstoffsäuren:

b) [3] Hypochlorige Säure, Perchlorsäure, Chlorige Säure, Chlorsäure:

c) [3] Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kieselsäure (bezogen auf die erste Protolyse-Stufe jeweils):

d) [3] Essigsäure, Trifluoressigsäure, Ameisensäure, Aminoethansäure ( $pK_{S1}$ ).

2. [2] a) Beim Erhitzen von festem Ammoniumsulfat entsteht Ammoniakgas. Geben Sie dazu die Reaktionsgleichung an und klassifizieren Sie den Reaktionstyp.

2. [3] b) Welche weitere Möglichkeit haben Sie, im Labor Ammoniakgas darzustellen? Geben Sie dazu eine Reaktionsgleichung an und benennen Sie den Reaktionstyp. (Hinweis: die Bedingungen für die bekannte großtechnische Synthese können Sie im Labor nur schwer realisieren, ist somit hier nicht gefragt!)

2. [5] c) Beim Versetzen von festem Kochsalz mit konzentrierter Schwefelsäure wird ein ätzendes, giftiges Gas freigesetzt. Geben Sie für die Reaktion eine Gleichung an, wenn dabei zunächst das Salz der ersten Protolysestufe der eingesetzten Säure gebildet wird. Berechnen Sie, welches Gasvolumen (in  $\text{cm}^3$ ) des Gases bei  $T = 273.15 \text{ K}$  gebildet werden, wenn nach der vorgegebenen Reaktion 10 g Kochsalz quantitativ umgesetzt werden. Geben Sie außerdem an, welcher Stoffportion (in mg) dieses Gasvolumen entspricht.

3. [1] a) Der  $pK_s$ -Wert von Blausäure beträgt 9.40. Welche pH-Wertreaktion (sauer, basisch oder neutral) zeigt eine wässrige Natriumcyanidlösung? Geben Sie eine Gleichung für die Protolysereaktion an.

3. [7] b) Eine Blausäurelösung (10 mmol in 50 mL Wasser) wird mit einer NaOH-Maßlösung ( $c = 0.1 \text{ mol L}^{-1}$ ) titriert. Für das Skizzieren einer Titrationskurve berechnen Sie zunächst: i) den pH-Wert am Startpunkt; ii) die pH-Werte nach Zugabe von 20, 40, 50, 60 und 80 mL an Maßlösung; iii) den pH-Wert am Äquivalenzpunkt.

3. [4] c) Skizzieren Sie nun mit Hilfe ihrer berechneten Werte aus Aufgabe 3 b) die entsprechende Titrationskurve. Geben Sie zudem den Titrationsgrad in der Skizze an.

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

4. [6] b) a) Formulieren Sie eine vollständige Redoxgleichung der Reaktion des Nitrat-Ions mit Schwefelwasserstoff in saurer Lösung. Hinweis: Es entsteht hierbei zunächst ein farbloses Gas, das sich an der Luft rasch braun färbt. Außerdem scheidet sich ein gelber Feststoff ab. Leiten Sie die Gesamtgleichung folgerichtig aus Teilgleichungen her.

5. [4] a) Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die Bestimmung von  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen mit einer Maßlösung von „Titriplex-III“ ( $c = 0.01 \text{ mol L}^{-1}$ ) an. Welcher Stoffportion an Calcium (in mg) entspricht ein Verbrauch von 5 mL Maßlösung? Warum darf die Titratorlösung für längere Zeit nicht in Glasflaschen aufbewahrt werden?

5. [4] b) Die Elementaranalyse einer chemischen Verbindung ergab die folgende Zusammensetzung: Na, 32.79; Al, 13.02; F, 54.19%. Berechnen Sie die empirische Formel der Verbindung.

6. [2] a) In welchem Verhältnis ist eine Salzsäurelösung mit reinem Wasser zu mischen, um den pH-Wert der ursprünglichen Lösung von 0 auf 4.5 zu erhöhen?

6. [6] b) Geben Sie je eine Lewis-Strukturformel für die folgenden Ionen an: Hydrogencarbonat, Nitrit, Azid.

7. [10] Beschreiben Sie mit einer Reaktionsgleichung wie die folgenden Verbindungen mit Wasser reagieren (Elektronegativität nach Pauling: H, 2.20; O, 3.44; Na, 0.93; N, 3.05; K, 0.87; S, 2.50).

a) [2] Natriumhydrid

b) [2] Natriumamid

c) [2] Kaliumperoxid

d) [2] Stickstoffmonoxid

e) [2] Schwefeldioxid

**Farben [11]**

a) [1] Sortieren Sie die folgenden Farben nach ihrer *Wellenlänge*: Blau, Gelb, Rot und Grün. Beginnen Sie mit der *kleinsten* Wellenlänge.

b) [5] Skizzieren Sie den experimentellen Aufbau zur Messung des Fluoreszenzspektrums einer flüssigen Probe. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Wellenlänge des absorbierten Lichts und des Fluoreszenzlichts eines Farbstoffmoleküls?

c) [2] Eine Lösung eines Farbstoffs mit der Konzentration  $c = 3 \cdot 10^{-5} \text{ mol / L}$  und der Schichtdicke  $d = 1 \text{ cm}$  habe eine optische Dichte von  $OD = 1,2$ . Berechnen Sie den Extinktionskoeffizienten  $\varepsilon$  des Farbstoffs.

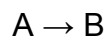
d) [3] Eine Probe habe die optische Dichte  $OD = 3,3$ . Wie viel Prozent der einstrahlten Intensität wird transmittiert? Wie viel Prozent werden absorbiert?

**Reaktionskinetik [9]**

a) [2] Für eine thermisch aktivierte Reaktion messen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k(T)$  für zwei verschiedene Temperaturen  $T$ . Sie bestimmen experimentell  $k(T_1) = 10 \text{ s}^{-1}$  und  $k(T_2) = 2 \text{ s}^{-1}$  für  $T_1 = 300 \text{ K}$  und  $T_2 = 200 \text{ K}$ . Berechnen Sie die Aktivierungsenergie  $E_A$  der Reaktion (Boltzmannkonstante  $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ ).

b) [1] Welchen Einfluss hat ein Katalysator auf die Aktivierungsenergie?

c) [6] Bei der Untersuchung der Reaktion



erhält man folgende Messwerte:

|               |       |      |      |      |
|---------------|-------|------|------|------|
| t [s]         | 0     | 2    | 4    | 6    |
| $c_A$ [mol/l] | 10,00 | 2,50 | 1,67 | 1,25 |

Bestimmen Sie daraus die Reaktionsordnung und die Geschwindigkeitskonstante  $k$  der Reaktion (Einheit angeben).

**Reaktionskinetik**

Lösung Aufgabe c) - Fortsetzung:

**Elektrochemie [10]**

a) [6] Betrachten Sie eine galvanische Zelle bestehend aus den Halbelementen  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  und  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$ .



1. Schreiben Sie die gesamte Redoxgleichung für diese Zelle auf.

2. Schreiben Sie die Nernst-Gleichung für diese Zelle auf.

3. Bestimmen Sie die Nernstspannung für diese Zelle bei Raumtemperatur (298,15 K) wenn eine Konzentration der Zinkionen von  $10^{-5} \text{ mol/l}$  und eine Konzentration der Bleiionen von  $10^{-1} \text{ mol/l}$  in der Lösung vorliegen. Verwenden Sie dazu die Zahlenwerte  $RT/F = 0.026 \text{ V (bei } 298.15 \text{ K)}$  oder  $2.3 RT/F = 0.059 \text{ V (bei } 298.15 \text{ K)}$ .

b) [4] Betrachten Sie die folgende Elektrolytreihe:

NaCl

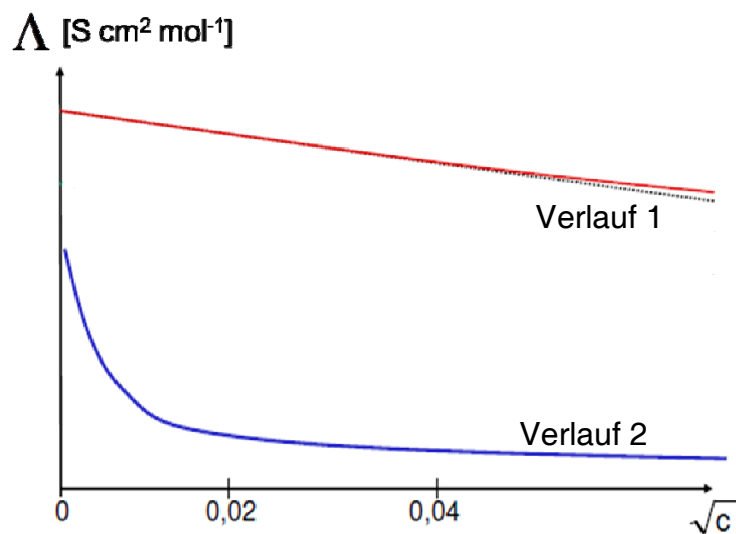
CH<sub>3</sub>COOH

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

1. Für welche Elektrolyte würden Sie bei gleicher Konzentration (0.1 mol/L) die höchste und die niedrigste molare Leitfähigkeit erwarten? Kennzeichnen Sie die ausgewählten Elektrolyte eindeutig.

2. Welchem der oben angeführten Elektrolyte würden Sie die folgenden Verläufe für die molare Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Konzentration zuordnen?



**Schmierblatt: sämtliche Notizen auf diesem Blatt werden nicht gewertet!**