

2. Klausur zum Chemischen Grundpraktikum im WS 2014/15 vom 23. März 2015

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	P8	P9	P10			Σ	Note
14	10	9	12	8	8	9	10	10	10			100	

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

1. a) [2] Massenspektrometrische Analysen an natürlich vorkommenden Siliciumverbindungen ergaben folgende relative Isotopenverteilung für das Silicium: ^{28}Si , 92.21%; ^{29}Si , 4.70%; ^{30}Si , 3.09%. Die Kernmassen dieser Isotope betragen 27.977, 28.976 und 29.974. Errechnen Sie aus diesen Angaben die relative Atommasse für das Element Silicium.

1. b) [4] 4.00 g Kupfer(II)-chlorid werden elektrolytisch in 1.89 g metallisches Kupfer und elementares Chlor umgewandelt. Welche molare Masse ergibt sich aus diesem Experiment für das Kupfer, wenn dem Element Chlor das im PSE angegebene Atomgewicht (s. Anhang) zugrunde gelegt wird?

1. c) [3] Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration einer wässrigen Lösung, die in 2 Litern 103.00 g Chlorwasserstoff enthält. Welche Äquivalentkonzentration weist diese Lösung auf?

1. d) [5] Die Analyse einer reinen Verbindung ergab folgende elementare Zusammensetzung: K, 40.27; Cr, 26.78%. Der Restbestandteil ist Sauerstoff. Berechnen Sie die empirische Formel der Verbindung.

2. a) [6] Calciumcarbonat reagiert mit verdünnter Salzsäure unter Gasentwicklung. Geben Sie die Reaktionsgleichung für die Umsetzung an. Welches Volumen (in mL) einer Salzsäure der Stoffmengenkonzentration $c(\text{HCl}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ werden benötigt, um 10 Liter des freigesetzten Gases (Normzustand) darzustellen? Welche Masse (in Gramm) des eingesetzten Carbonats sind theoretisch dafür erforderlich?

2. b) [4] Natriumhydroxidlösung wurde früher im Industriemaßstab durch Umsetzung von Soda mit Löschkalk gewonnen. Wie viel Gramm Natriumhydroxid können in diesem Prozess aus 500 g Natriumcarbonat theoretisch gewonnen werden? Warum lassen sich die Produkte in diesem Prozess gut voneinander trennen? (Reaktionsgleichung angeben!)

3. [2] a) Definieren Sie nach der Theorie von Brönsted die Begriffe „Säure“ bzw. „Base“.

3. [3] b) Welchen der nachfolgend aufgeführten Teilchen ordnen Sie ampholytische Eigenschaften zu: Carbonat, Hydrogensulfid, Oxonium-Ion? Begründen Sie anhand von Reaktionsgleichungen.

3. [4] c) Formulieren Sie die Vorgänge der Protolyse von Schwefelsäure in Wasser anhand von Reaktionsgleichungen. Wie viele Protolysestufen erwarten Sie? Begründen Sie dies u.a. auch mit Hilfe von Lewis-Formeln. Benennen Sie die bei der Protolyse auftretenden Teilchen und geben Sie eine Abstufung der pK_s -Werte an.

4. [6] a) Welche pH-Werte werden für folgende Lösungen berechnet?

NaOH ($0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), HCl ($0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$);

NaOH (4.20%; $\rho = 1.045 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$); HCl (0.36%; $\rho = 1.000 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

4. [6] b) Formulieren Sie eine vollständige Redoxgleichung der Reaktion des Nitrat-Ions mit Schwefelwasserstoff in saurer Lösung. (Hinweise: 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) Eine wässrige Lösung weist einen Wert von $\text{pH} = 2$ auf. Durch Verdünnen dieser Lösung mit reinem Wasser soll ein pH -Wert von 5 erreicht werden. In welchem Verhältnis ist hierbei die vorgegebene Lösung mit Wasser zu mischen?

5. [4] b) Wie reagiert Chlorgas mit wässriger Natronlauge (Normalbedingungen)? Formulieren Sie die entsprechende Reaktionsgleichung und klassifizieren den Reaktionstyp im speziellen Fall.

6. [4] a) Chromperoxid, $[\text{Cr}(\text{O})(\text{O}_2)_2]$, zersetzt sich rasch in wässriger Lösung (saure Bedingungen) zu Cr^{3+} unter Freisetzung eines Gases, das die Verbrennung unterhält (Glimmspanprobe). Geben Sie eine entsprechende Gleichung für die ablaufende Reaktion an.

6. [4] b) Erklären Sie, z.B. am Beispiel von Glycin, warum Aminosäuren prinzipiell ampholytische Eigenschaften aufweisen.

7. [5] a) Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid an. Charakterisieren Sie den speziellen Reaktionstyp und nennen Sie vier Beispiele für Stoffe oder Bedingungen, die diese Reaktion katalysieren können.

7. [4] b) Bei Bodenprobenbestimmungen wird der Nährstoffgehalt an Phosphat beispielsweise über eine quantitative Fällung als $(\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_{12}\text{O}_{40})]$ ermittelt. Berechnen Sie den Gehalt an Phosphor in einer 50-mL-Probe (in mg), wenn 840 mg der angegebenen Wägeform nach Trocknen bis zur Gewichtskonstanz ausgewogen wurden.

Farben [10]

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

b) [2] Betrachten Sie die Brechung des Lichts an einer ebenen Grenzfläche zwischen Luft und Wasser. Brechungsindex von Wasser $n_{\text{Wasser}} = 1,33$, Brechungsindex von Luft $n_{\text{Luft}} = 1$. Ein Lichtstrahl trifft ausgehend von Luft unter einem Winkel von 60° (gemessen gegen die Oberflächennormale) auf die Grenzfläche. Bestimmen Sie den Winkel des reflektierten und des ins Wasser gebrochenen Strahls

c) [5] Skizzieren Sie den Aufbau zur Messung der Absorption einer Lösungsmittelprobe. Beschreiben Sie kurz die wesentlichen experimentellen Schritte zur Bestimmung der optischen Dichte. Wie wird diese berechnet?

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

Reaktionskinetik [10]

a) [3] Für eine thermisch aktivierte Reaktion messen Sie die Geschwindigkeitskonstante $k(T)$ für zwei verschiedene Temperaturen T . Sie bestimmen experimentell $k(T_1) = 20 \text{ s}^{-1}$ und $k(T_2) = 3 \text{ s}^{-1}$ für $T_1 = 300 \text{ K}$ und $T_2 = 150 \text{ K}$.

Berechnen Sie aus hieraus die Aktivierungsenergie E_A der Reaktion.

Wie groß wäre demnach die Geschwindigkeitskonstante bei $T = 50 \text{ K}$.

(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

$\text{A} \rightarrow \text{B}$
erhält man folgende Messwerte:

t [s]	0	3	6	9
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) [4] Wie unterscheidet sich eine Elektrolysezelle von einer galvanischen Zelle?

b) [2] Welche chemischen Reaktionen finden an der Kathode und an der Anode statt?

c) [4] Bestimmen Sie die Nernstspannung für das Daniell-Element, wenn eine Konzentration der Bleiionen von $0,3 \text{ mol/l}$ und eine Konzentration der Kupferionen von $4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ in der Lösung vorliegt. Die Standardpotentiale für die beiden Halbzellen betragen bei $298,15 \text{ K}$:



Verwenden Sie die Zahlenwerte $R = 8,3144 \text{ J/(mol K)}$ und $F = 96485 \text{ C/mol}$.

Schmierblatt: sämtliche Notizen auf diesem Blatt werden nicht gewertet!