

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

1. [2] a) Massenspektrometrische Analysen an natürlich vorkommenden Silicium-Verbindungen ergaben folgende relative Isotopenverteilung: ^{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 den Angaben die relative Atommasse für das Element Silicium.

$$A_r(\text{Si}) = (0.9221 \times 27.977) + (0.0470 \times 28.976) + (0.0309 \times 29.974) = 28.09$$

1. [3] b) 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. PSE im Anhang) zugrunde gelegt wird und ein quantitativer Umsatz vorausgesetzt wird.



$$M(\text{Cl}) = 35.45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (s. PSE)}$$

4.00 g (CuCl_2) – 1.89 g (Cu) ergibt, dass 2.11 g Cl in der Verbindung vor der Elektrolyse enthalten waren.

$$\text{Für Cl gilt: } n = m / M$$

$$\text{Also } 2.11 \text{ g} / 35.45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0595 \text{ mol (Cl)}.$$

Da die Formel CuCl_2 aus 1 mol Cu und 2 mol Cl zusammengesetzt ist, muss jetzt n durch 2 geteilt werden: also bedeutet das für Cu nur einen Anteil von $n = 0.030$ mol.

$$M(\text{Cu}) = m / n \quad 1.89 \text{ g} / 0.02975 \text{ mol} = 63.53 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (vgl. PSE: 63.55)}.$$

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

$$M(\text{HCl}) = 36.461 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$c = n / V, \quad c = (m / M) / V$$

$$= (103.00 \text{ g} / 36.461 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) / 2 \text{ L}$$

$$= 1.412 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Da nur ein Proton in der Säure vorhanden ist ("einwertig") entspricht die berechnete Stoffmengenkonzentration in jedem Fall der Äquivalentkonzentration.

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

Zunächst den restlichen Anteil an Sauerstoff berechnen: 32.95 %.

Dann nach üblichem Schema (s. Altklausuren und Übungsaufgaben) die Formel berechnen. Ergibt hier K_2CrO_4 .

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



$$V_m (\text{Normzustand, } 273.15 \text{ K}) = 22.4 \text{ L} / \text{mol}$$

10 L entsprechen somit 0.446 mol (Dreisatz).

Weiter z.B. mit Dreisatzrechnung:

$$0.5 \text{ mol} / \text{L} (\text{HCl}) = 0.446 \text{ mol} / x \text{ L} \\ x = 0.892 \text{ L}$$

Da 2 mol an HCl (s. Gleichung) benötigt werden, muss V mit 2 multipliziert werden. Somit werden also 1784 mL der angegebenen Salzsäure benötigt.

$$M(\text{CaCO}_3) = 100.09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = 0.446 \text{ mol} / \text{L} \times 100.09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 44.64 \text{ g}.$$

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



Calciumcarbonat ist schwerlöslich und fällt aus der Lösung aus. Somit ist eine leichte Abtrennung durch Filtration möglich.

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105.988 \text{ g mol}^{-1}$$

500 g Soda entsprechen 4.7175 mol. Gemäß der Stöchiometrie der Gleichung (s. 2 mol NaOH, $M = 39.99 \text{ g mol}^{-1}$) entspricht das einer theoretischen Ausbeute an NaOH von 377.31 g.

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

Säure: Protonen-Donator

Base: Protonen-Akzeptor

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

Nur das Hydrogensulfid (HS^-) weist ein ampholytisches Verhalten auf, da es sowohl H^+ addieren kann (Bildung von H_2S), bzw. ein H^+ abgeben kann (Bildung von Sulfid, S^{2-}).

Für die beiden anderen genannten Teilchen trifft dieses ampholytische Verhalten nicht zu.

3. [4] c) Formulieren Sie die Vorgänge der Protolyse von Schwefelsäure in Wasser anhand von Reaktionsgleichungen. Wie viele Protolysestufen erwarten Sie? Begründen Sie 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.

Zwei Protolysestufen sind zu erwarten:

$\text{pK}_{\text{S}1}$, H_2SO_4 gibt das erste Proton ab, Hydrogensulfat wird gebildet;

$\text{pK}_{\text{S}2}$, HSO_4^- gibt das zweite Proton ab, Sulfat wird gebildet.

$\text{pK}_{\text{S}1}$ (negativer Wert, -3) ist kleiner als $\text{pK}_{\text{S}2}$ (positiver Wert, $+2$).

Damit ist die erste Stufe die wesentlich stärkere Säure; Die Werte waren aber nicht gefragt!

Beim Zeichnen der Lewis-Formeln sollte die Oktettschreibweise beachtet werden!

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%; $\rho = 1.000 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

NaOH ($0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$): pH = 12.70

HCl ($0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$): pH = 0.30

NaOH (4.20%; $\rho = 1.045 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$): aus den gegebenen Daten ist die Stoffmengenkonzentration zunächst zu berechnen

($0.042 \times 1.045 = 0.0439$) [g/mL]

$M(\text{NaOH}) = 39.99 \text{ g mol}^{-1}$; $n = m / M$ ergibt für $c = 1.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
ergibt für pH = 14.04.

HCl (0.36%; $\rho = 1.000 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$): ähnliche Rechnung wie zuvor ergibt für die Salzsäure eine Stoffmengenkonzentration von $c = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, also pH = 1.

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. Weiterhin scheidet sich ein gelber Feststoff ab.) Leiten Sie die Gesamtgleichung folgerichtig aus Teilgleichungen her.



Ist aus den beiden Teilgleichungen herzuleiten!

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 die vorgegebene Lösung dabei mit Wasser zu mischen?

Z.B. über Mischungskreuz errechnet sich ein Mischungsverhältnis von 1: 999.
(s. Übungen, Vorlesung).

Es wurde noch die Anmerkung gegeben, dass es sich um die Lösung einer starken Säure handelt!!

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



Anmerkung: Chlorat bildet sich erst beim Erwärmen auf ca. 70°C ! Deshalb war die Anmerkung mit den „Normalbedingungen“ (R.T.) gegeben worden.

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.



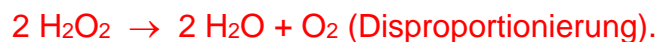
Anmerkung: die Stöchiometrie der Gleichung sollte stimmen, ansonsten Punktabzug!

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

Glycin kann an der Aminofunktion protoniert (bzw. auch deprotoniert) werden.

Das gilt ebenso für die Carboxylgruppe des Glycins.

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.



Katalyse durch: z.B. Wärme, Licht, Enzyme (z.B. Katalase, Speichel), viele Metallsalze usw.

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.

Zunächst die molare Masse der Wägeform berechnen: $1876.33 \text{ g mol}^{-1}$

Dann z.B. gravimetrischen Faktor ermitteln: hier 0.0165; entspricht dem Massenanteil an Phosphor (nicht Phosphat PO_4^{3-}) in der Wägeform.

Multiplikation des „Faktors“ mit der Auswaage ergibt einen Anteil von 13.86 mg Phosphor in der Probe.

Vorname:

Nachname:

10/10
