

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Punkte (je 10)									

Ich bin damit einverstanden, dass mein Klausurergebnis unter Angabe der Matrikelnummer im Web bekanntgegeben wird ☐

Anorganisches Grund-Praktikum (Polyvalenter BSc/Lehramt) Abschlußklausur
--

10.10.2024

Name: _____ Vorname: _____ Matrikel-Nr. _____

Hinweis: Verwenden Sie für die Antworten den hinter den Fragen freigelassenen Raum. Falls dieser nicht ausreichen sollte, benutzen Sie die Blattrückseiten und machen Sie bei der Frage einen Verweis.

- ❶ In der (anorganischen) Chemie gibt es – wie im richtigen Leben – einige mehr oder weniger leicht nachvollziehbaren **Regeln** und **Verbote**. Erläutern Sie die folgenden Regeln/Verbote und geben Sie jeweils ein konkretes **Beispiel** für deren Bedeutung.

(a) HUND'sche Regel

(b) Paritäts-Verbot

(c) Oktett-Regel

(d) PAULI-Verbot (= PAULI-Prinzip)

② **Salzperlen** wie die Phosphorsalz- und die Borax-Perle sind als Vorprobe auf Übergangsmetall-Ionen nützlich.

(a) Nennen Sie für drei Metallionen ihrer Wahl die Färbung der Salzperlen.

(b) Beschreiben Sie Reaktion (Edukte, Produkte, wesentliche Reaktionsschritte) zur Herstellung einer Phosphorsalzperle.

(c) Skizzieren Sie die vollständige Valenzstrichformel des in Borax ($\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$) enthaltenen Anions.

(d) Beschreiben Sie (Summenformel, Angaben zur Struktur) das Produkt, das beim Erhitzen von Borax entsteht.

- ③ Viele qualitative analytische Nachweise beruhen auf **charakteristischen Kristall- Formen** oder **-Farben**. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen und machen Sie jeweils Angaben zu den spezifischen

(a) ... Kristallformen beim Nachweis von ...

i. ... Phosphat.

ii. ... Kalium.

iii. ... Calcium.

iv. ... Blei als Chlorid.

v. ... Blei als Iodid.

(b) ... Kristallfarben beim Nachweis von ...

i. ... Phosphat.

ii. ... Cadmium.

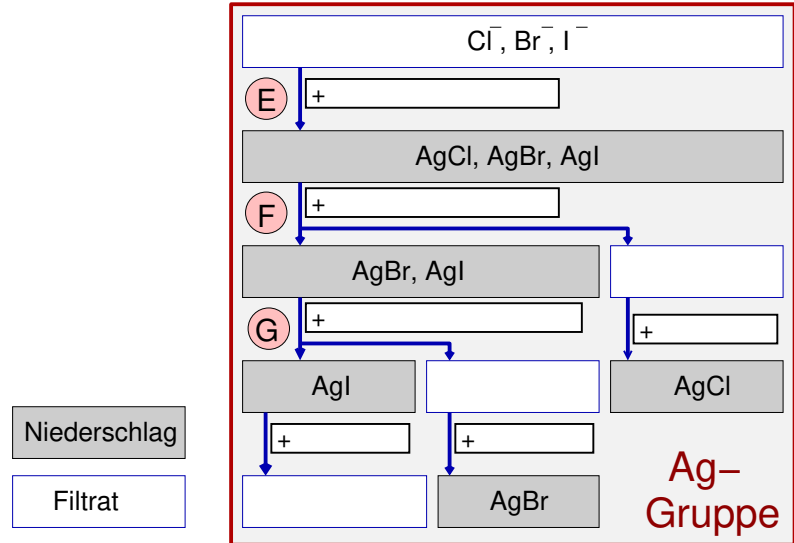
iii. ... Cobalt.

iv. ... Zink.

v. ... Antimon.

④ In der **Ag-Gruppe des Anionentrennungsgangs** werden die Halogenid-Ionen getrennt.

(a) Ergänzen Sie die leeren Kästen in der Ag-Gruppe des Anionentrennungsgangs.



(b) Formulieren Sie die Gleichungen für die relevanten Gleichgewichtskonstanten:

i. Komplexbildungskonstante des Amminkomplexes von Ag⁺ (Wert: $k_K = 10^8 \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2}$).

ii. Löslichkeitsprodukte der Silberhalogenide

(Werte: $k_L(\text{AgCl}/\text{AgBr}/\text{AgI}) = 10^{-10}/10^{-12}/10^{-16} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$)

iii. Acidität des Ammonium-Ions (Wert: $k_S = 10^{-9.2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)

(c) Zeigen Sie, dass der Trennschritt **G** funktioniert. (Die Konzentration von NH₃ in konz. Ammoniak beträgt ca. 10 mol/L).

(d) Formulieren Sie (Reaktionsgleichungen und Beobachtungen) einen alternativen Weg zum Nachweis von Bromid neben Iodid.

Rkt. 1:

Rkt. 2:

Rkt. 3:

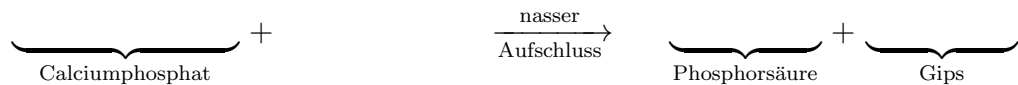
⑤ Am Beispiel der Anionen **Nitrat** und **Phosphat** lassen sich schön die Auswirkungen der Doppelbindungsregel (s. Aufgabe 1) zeigen.

(a) Zeichnen Sie die vollständigen Valenzstrichformeln der beiden Molekül-Anionen und der beiden zugehörigen Anhydride und benennen Sie die Geometrie (Bindungswinkel).

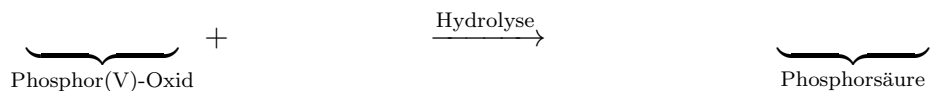
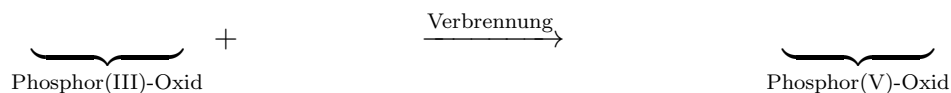
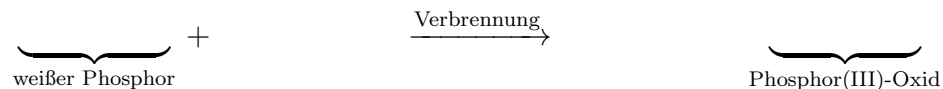
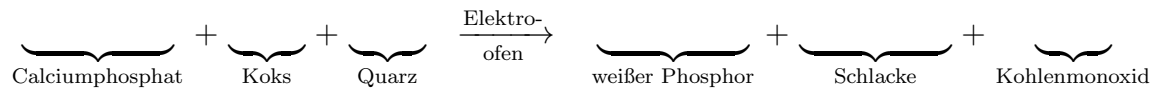
(b) Zum Nachweis von Nitrat nutzt man die sog. „Ringprobe“. Formulieren Sie die hierbei ablaufenden Reaktionen stöchiometrisch genau. Welcher Reaktionstyp liegt vor? Erläutern Sie das Vorgehen und die Beobachtungen beim Nachweis (z.B. Skizze).

(c) Phosphorsäure wird technisch auf zwei unterschiedlichen Wegen hergestellt. Ergänzen Sie (stöchiometrisch exakt) die jeweiligen Reaktionsgleichungen:

i. Der erste Weg ist sehr einfach, aber nur für wenig reine Phosphorsäure (z.B. für Düngemittel) anwendbar:



ii. Beim zweiten Verfahren wird auf recht komplizierte Weise sehr reine Phosphorsäure (z.B. für Lebensmittel) gewonnen (Hinweis: als Schlacke bezeichnet man niedrig schmelzende Silicate, z.B. Kettensilicate):



⑥ **Volumetrische Bestimmungsmethoden** (Titrationsen) sind wichtige quantitative analytische Verfahren. Die *umgekehrte Titration* und die *Rücktitration* sind spezielle Varianten.

(a) Erläutern Sie anhand der komplexometrischen Bestimmung von Mn(II) das Prinzip der *umgekehrten Titration* (Reaktionsgleichungen, Endpunktsindikation, Begründung für die Verwendung der speziellen Variante).

(b) Bei der Bestimmung des Kalk-Gehaltes von Gesteinsproben wird dagegen eine *Rücktitration* verwendet: Die Probe wird in HCl aufgelöst. Unlösliche Bestandteile (z.B. andere Ca-haltige Gesteinsanteile) werden abfiltriert. Die erhaltene Lösung wird mit NaOH 'zurücktitriert'.

- Formulieren Sie die Auflösung von Kalk.

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Titration.

(c) Besonders elegant ist die *Selbstindikation* bei manganometrischen Titrationsen. Formulieren Sie als Beispiel die Gleichung zur Bestimmung von Oxalat nach diesem Verfahren.

(d) Welche Vor- und Nachteile haben Titrationsen im Vergleich zu gravimetrischen Verfahren?

7 Das 3d-Element **Chrom** hat zwei dominierende Oxidationsstufen, deren Stabilität sich relativ gut begründen lässt.

(a) Erläutern Sie die Zusammensetzungen, die Stabilitäten und die Farbigkeit der beiden in wässriger Lösung vorliegenden Spezies:

1. OS

2. OS

(b) Formulieren Sie, stöchiometrisch genau, die beim sauren Aufschluss von Cr-Oxid ablaufenden Reaktionen.

Ox:

Red:

gesamt:

(c) Formulieren Sie, ebenfalls stöchiometrisch exakt und unter Angabe der Teilgleichungen, die bei der Oxidationsschmelze von Cr_2O_3 ablaufenden Reaktionen.

Ox:

Red:

gesamt:

(d) Geben Sie die Reaktionsgleichung des Chromat-Dichromat-Gleichgewichts an.

(e) Formulieren Sie den Nachweis von Chrom als blauen Peroxid-Komplex. Benennen Sie den Produktkomplex korrekt. Welche Art des Magnetismus zeigt er (mit Begründung)?

(f) MgCr_2O_4 ist ein Normalspinell. Geben Sie eine Begründung dafür und benennen Sie auch hier die magnetischen Eigenschaften.

⑧ Die sogenannte **Chelatometrie** nutzt als maßanalytische Methode die Stabilität von Chelatkomplexen.

(a) Definieren Sie den Begriff „Chelatkomplex“.

(b) Begründen Sie thermodynamisch die große Stabilität von Chelatkomplexen.

(c) Zeichnen Sie die Valenzstrichformeln des Chelatliganden Ethylendiamintetraacetat (kurz EDTA) sowie die Struktur des Komplexes mit Fe^{3+} .

(d) Bei dem Chelatkomplex aus (c) handelt es sich um einen sogenannten High-Spin-Komplex. Erklären Sie die Bedeutung dieser Aussage in Stichworten. Warum entspricht diese Tatsache Ihren Erwartungen?

⑨ Obwohl im Praktikum immer nur Ionen in wässriger Lösung analysiert wurden, spielen auch die **reinen Elemente** bei einigen Nachweisen eine wichtige Rolle.

(a) Geben Sie die Redox-Reaktionen (Stöchiometrie unwichtig!) an, die verbunden sind mit der Bildung von elementarem ...

- ... Quecksilber bei Nachweis des Elementes in der HCl-Gruppe.
- ... Arsen bei der MARSH-Probe.
- ... Antimon innerhalb der As-Gruppe.
- ... Quecksilber (in Form eines Amalgams) auf einem Kupfer-Cent.

(b) Metallische Elemente wie z.B. Kupfer oder Quecksilber kristallisieren meisten in einfachen Metall-Strukturen. Skizzieren Sie die Elementarzelle von metallischem Kupfer.

(c) Elementares Arsen bzw. Antimon kristallisieren in spezielleren Strukturen. Nach welchem Konzept läßt sich die Struktur von elementarem Antimon (s. Abb.) erklären? Erläutern Sie anhand eines Energieniveau-Schemas die tiefschwarze Farbe von Arsen.

