

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

<p style="text-align: center;"><b>Anorganisches Grund-Praktikum (Polyvalenter BSc/Lehramt)</b> <b>Abschlußklausur</b></p>
---

13.10.2023

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 Mit den folgenden Personen sind **Konzepte** der Chemie verbunden. Beschreiben Sie diese in Stichworten und nennen Sie je ein **konkretes Beispiel** zur Veranschaulichung.

(a) Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947): Säure-Base-Konzept

(b) Friedrich Hund (1896-1997): Hund'sche Regel

(c) Edward Teller (1908-2003): (Jahn)-Teller-Effekt

(d) Ronald J. Gillespie (1924-2021): Gillespie-(Nyholm)-(= VSEPR)-Konzept

② Die **Abtrennung** von Stoffen über die **Gasphase** ist eine sehr elegante Trennmethode.

(a) Geben Sie die Gleichung der Bildung einer gasförmigen Spezies aus den genannten Anionen an und skizzieren Sie die vollständigen Valenzstrichformeln der Gasmoleküle.



(b) Beschreiben Sie die Vorgehensweise (Aufbau, Reaktionsgleichung, Beobachtungen) beim qualitativen Nachweis der ersten beiden bei (a) erhaltenen Gase. Welche Sicherheits- und Entsorgungs-Maßnahmen sind jeweils erforderlich?



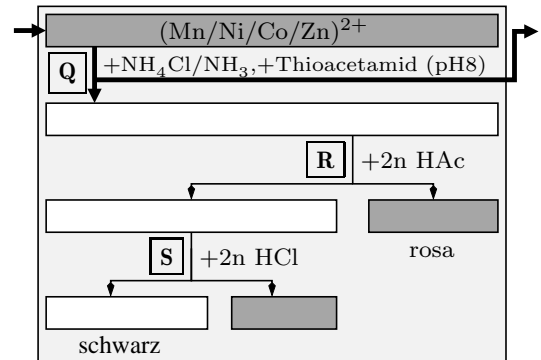
③ **Gravimetrische Verfahren** sind wichtige **quantitative Bestimmungsmethoden**.

- (a) Nennen Sie die wichtigsten Vor- und Nachteile der Gravimetrie im Vergleich zu volumetrischen Bestimmungen (Titrationen).
- (b) Magnesium kann gravimetrisch in unterschiedlichen schwerlöslichen Salzen bestimmt werden. Formulieren Sie jeweils die Reaktionen zur Bestimmung als:
- i. Magnesiumoxid.
  
  
  - ii. Magnesiumdiphosphat.
  
  
  - iii. Natriummagnesiumuranylacetat-Nonahydrat.
- (c) Definieren Sie den 'gravimetrischen Faktor'. Welche der drei in (b) angegebenen Wägeformen ist für die Genauigkeit der quantitative Bestimmung von Mg am günstigsten?
- (d) Magnesium kann auch sehr einfach komplexometrisch bestimmt werden. Beschreiben Sie die Vorgehensweise (Reaktionsgleichung, Aufbau des Komplexes). Warum funktioniert die Endpunktsindikation, die wir im Praktikum für die Bestimmung von  $\text{Mn}^{2+}$  verwendet haben, hier nicht? Welche Alternativen gibt es hier?

④  $\text{Mn}_3^{\text{II/III}}\text{O}_4$  (Hausmannit) ist ein unlösliches **gemischtvalentes Oxid** mit **Spinell-Struktur**.

- (a) Formulieren Sie (stöchiometrisch genau) den sauren Aufschluss dieses Mangan-Spinells.
- (b) Formulieren Sie (ebenfalls exakt) auch den oxidativen Aufschluss dieses Oxids.
- (c) Skizzieren Sie die Anordnung der Oxid-Ionen in der Spinellstruktur und zeichnen Sie je eine typische Position für die beiden Kationensorten ein.
- (d) Begründen Sie, warum es sich bei  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  um einen sogenannten 'Normalspinell' handelt.
- (e) Welche magnetischen Eigenschaften erwarten Sie für  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ? (Bitte begründen!)

- 5 Die Trennung der **Kationen in der Ammoniumsulfid-Gruppe** basiert lediglich auf den Unterschieden der Löslichkeitsprodukte der Sulfide.

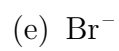
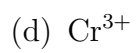
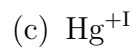
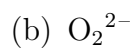
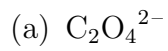


- (a) Ergänzen Sie den entsprechenden Teil des Kationen-Trennungsgangs (s. rechts).
- (b) Skizzieren Sie die Valenzstrichformel des Fällungsreagenzes und formulieren Sie seine Reaktion im Schritt **Q**.

- (c) Zeigen Sie, dass die Schritte **R** und **S** funktionieren, wenn als Grenze für die Löslichkeit Metall-Ionen-Konzentrationen von  $10^{-2} \text{ mol/l}$  angenommen werden. [ $pK_L(\beta\text{-NiS}) = 25$ ;  $pK_L(\beta\text{-CoS}) = 26$ ;  $pK_L(\text{MnS}) = 11$ ;  $pK_L(\text{ZnS}) = 22$ ;  $pK_{S1}(\text{H}_2\text{S}) = 7$ ;  $pK_{S2}(\text{H}_2\text{S}) = 13$ ;  $pK_s(\text{HCl}) = -6$ ;  $pK_s(\text{HAc}) = 4.8$ ]

- (d) Geben Sie für die beiden schwarzen, bei **S** unlöslichen Sulfide eine qualitative Nachweisreaktion an (Reaktionsgleichung, Beobachtung).

⑥ Formulieren Sie für die unten genannten Ionen jeweils einen qualitativen **Nachweis**, der auf einer **Redoxreaktion** beruht. Geben Sie die Teilgleichungen für die Oxidations- und Reduktionsreaktionen sowie der vollständigen Gesamtreaktion stöchiometrisch genau an.



⑦ Bei qualitativen Nachweisen sind **braune Farben** (wie weiss und schwarz auch) nicht besonders spezifisch. Es lassen sich jedoch häufig weitere Farbreaktionen anschliessen und damit saubere analytische Nachweise führen.

(a) Formulieren Sie die Reaktionen für den spezifischen Nachweis (Auflösen oder -schliessen nicht erforderlich!) der Metall-Ionen in den braunen Feststoffen:

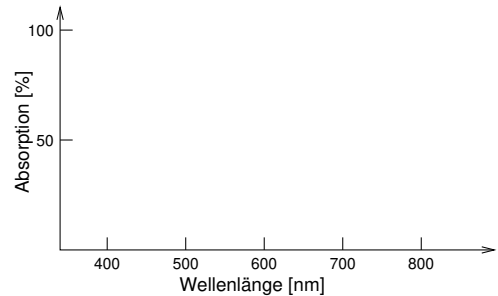
i. ... Mangan in Braunstein.

ii. ... Eisen in Rost ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

iii. ... Bismut in  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  (braunschwarz).

iv. ... Strontium im Sr-Rhodizonat.

(b) Auch Zinn(II)-Sulfid ist (gelb)braun. Begründen Sie die Farbe aus der elektronischen Struktur und zeichnen Sie das zugehörige Absorptionsspektrum unten rechts ein. Welche Farbe hat die analoge Zink-Verbindung und wie sieht das Spektrum im Vergleich aus? Wie lässt sich dieser Unterschied zum Zinn(II)-Salz erklären?



8 **Anionen** mit der Endung ...-at sind von fast allen Nichtmetallen bekannt.

(a) Welche Gemeinsamkeiten haben diese Anionen?

(b) Skizzieren Sie von den folgenden Anionen sowie den zugehörigen beim Normalbedingungen stabilen Anhydriden die Valenzstrichformeln und machen Sie jeweils Angaben zum räumlichen Bau.

Anion

Anhydrid

Perchlorat:

Nitrat:

Phosphat:

Sulfat:

(c) Formulieren Sie für alle vier Anionen einen qualitativen Nachweis.

Perchlorat:

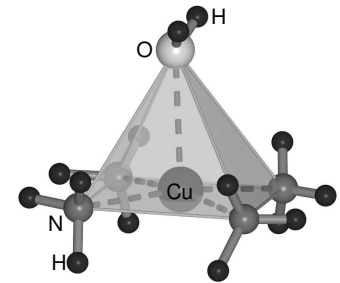
Nitrat:

Phosphat:

Sulfat:



9 Zum Nachweis von **Kupfer(II)-Ionen** (auch von Ammoniak) wird das rechts (und auf der Titelseite des Skriptes) gezeigte Komplex-Kation genutzt.



(a) Formulieren Sie (stöchiometrisch exakt) die Gleichung der Bildung dieses Komplexes aus dem Aquakomplex.

(b) Skizzieren Sie für den Edukt- und den Produkt-Komplex aus (a) die energetischen Lagen der Cu-*d*-Niveaus (bitte korrekt bezeichnen!) sowie deren Besetzung.

(c) Welche elektronischen Übergänge sind für die jeweils auftretenden Farben verantwortlich und welche Auswahlregeln gelten für die beiden Spezies?

(d) Während die Stabilität der Oxidationsstufe +II bei Cu schwer zu begründen ist, lassen sich die Hauptoxidationsstufen der beiden schwereren Homologe leicht(er) erklären. Hier ↓ ist Platz dafür!