

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

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

Anorganisches Grund-Praktikum (Polyvalenter-BSc/LA) Abschlußklausur (Nachklausur)
--

10.01.2020

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 Beschreiben Sie die folgenden **Begriffe** der **quantitativen analytischen Chemie** und nennen Sie jeweils ein konkretes **Beispiel** zur Erläuterung.

(a) Inverse Titration

(b) Selbstindikation

(c) Absolutbestimmung

(d) Fällungstitration

② Passend zum neuen Jahr(zehnt) **2020** einige Fragen zum sehr häufigen und wichtigen Element mit der Ordnungszahl $Z=20$, dem **Calcium**.

(a) Geben Sie die Summenformeln für die drei wichtigsten Calcium-Minerale an:

- Kalk(stein), Calcit:
- Anorthit (ein Calciumfeldspat):
- Hydroxyl-Apatit (Biomaterial in Knochen):

(b) Fluorit, CaF_2 , ist nicht nur ein Ca-Mineral, sondern vor allem das wichtigste natürlich vorkommende Fluorid überhaupt.

- Skizzieren Sie die Kristallstruktur von Fluorit. Überprüfen Sie anhand der Skizze die chemische Zusammensetzung.

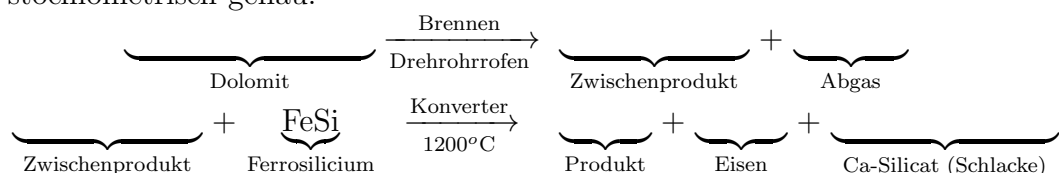
(Hinweis: es liegt eine kubisch-flächenzentrierte Packung von Ca^{2+} -Ionen vor, in der die Tetraederlücken von F^- besetzt sind.)

- Geben Sie einen qualitativen analytischen Nachweis für die Fluorid-Ionen in Fluorit an. (Vollständige Reaktionsgleichungen; Vorgehensweise; Hinweise zur Sicherheit und Entsorgung!)

(c) Formulieren Sie (mit stöchiometrisch exakten Gleichungen) chemisch-analytische Nachweise für alle Ionen im Dolomit, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$:

-
-
-

(d) Nach den folgenden chemisch ziemlich trickreichen Reaktionen wird aus Dolomit und Ferrosilicium elementares Magnesium hergestellt. Ergänzen Sie die Gleichungen stöchiometrisch genau:



③ **Grauspiessglanz** (Sb_2S_3) und **Zinnober** (HgS) kommen als Minerale in der Natur vor und fallen in der H_2S -Gruppe des Kationentrennungsgangs aus.

(a) Welche Farben haben die beiden Sulfide bei der Fällung?

(b) Begründen Sie das Grundprinzip der Farbigkeit dieser Salze in Stichworten.

(c) Die beiden Sulfide sind sehr schwerlöslich, die pK_L -Werte betragen 59 (Sb_2S_3) bzw. 52 (HgS). Berechnen Sie die Konzentrationen der Metallionen in der überstehenden Lösung nach der Sulfid-Fällung bei $pH=1$ (gesättigtes H_2S -Wasser enthält 0.1 mol/L H_2S -Gas, die Dissoziationskonstante von H_2S ist $pK_{\text{dis}}=21$). Welches der beiden Sulfide ist also schwerer löslich?

(d) Geben Sie – stöchiometrisch genau – für die Metallionen Sb(III) und Hg(II) eine alternative qualitative Nachweisreaktion (keine Sulfid-Farbigeit!) an.

- Sb(III)

- Hg(II)

- ④ Stellen Sie für die folgenden Reaktionen (die stöchiometrisch exakten) **Reaktionsgleichungen** auf. Schreiben Sie unter die jeweiligen Reaktionspartner, ob es sich bei ihnen um eine Säure, eine Base (evtl. Lewis-Säure, Lewis-Base), ein Oxidations- oder ein Reduktionsmittel handelt.
- (a) Beim Erhitzen von Fe(II)-Oxalat entsteht ein schwarzes Pulver, das mit Luft unter heftiger Feuererscheinung zu einem dunkelroten Pulver reagiert.
- (b) Beim Trocknen einer wässrigen farblosen Lösung von Cobaltchlorid kommt es zu einer Blaufärbung ('Geheimtinte').
- (c) Beim Erhitzen von Ammoniumdichromat(VI) entsteht in heftiger Reaktion ein grünes, lockeres Pulver.
- (d) Beim Erhitzen von Kaliumammoniumhydrogenphosphat entsteht ein Glas.
- (e) Bei der Zugabe von Chlorwasser zu einer Kaliumiodid-Lösung tritt zunächst Braunfärbung auf, die mit weiterem Chlorwasser wieder verschwindet.

5 Formulieren Sie für die nachstehend genannten **Ionen** je eine **Nachweisreaktion**, die mit der Entstehung ...

(a) ... eines charakteristischen Niederschlags (Form?) einhergeht.



(b) ... einer farbigen Verbindung (Farbe?) einhergeht.



(c) ... eines Gases mit charakteristischer Reaktion (Welche?) einhergeht.



⑥ Bei den qualitativen Anionen-Analysen unterscheidet man in **reduzierende** und **oxidierende Anionen**.

(a) Formulieren Sie die Teilgleichungen der „Testreaktionen“ auf reduzierende bzw. oxidierende Anionen.

red.:

oxid.:

(b) Beschreiben Sie (mit Reaktionsgleichungen) die alternativen Einzelnachweise für

- die reduzierenden Anionen Sulfid und Sulfit

- das oxidierende Anion Nitrit

(c) Peroxid bezeichnet man gelegentlich als „redoxamphoter“. Formulieren Sie die Teilreaktionen für die beiden Reaktionen von Peroxid:

•

•

(d) Formulieren Sie (stöchiometrisch genau) eine Nachweisreaktion für Peroxid, bei der keine Redoxreaktion abläuft.

7 Im Praktikum wurde die zweistufige **Säure-Base-Titration** von Phosphorsäure durchgeführt.

(a) Beschreiben Sie anhand einer Skizze den Verlauf des pH-Wertes bei der Zugabe von verdünnter Natronlauge zu Phosphorsäure. Bezeichnen Sie die speziellen Punkte der Kurve ($pK_{S1} = +2.2$; $pK_{S2} = +7.2$; $pK_{S3} = +12.3$). Formulieren Sie auch die Reaktionsgleichungen der ablaufenden Reaktionen.

(b) Berechnen Sie (als Funktion des Titrationsgrads τ) den Bereich der Gültigkeit des ersten Puffersystems, wenn man den üblichen Pufferbereich von ± 1 für den pH-Wert ansetzt.

⑧ „**Gemischvalente**“ **Anionen** enthalten ein Nichtmetall in zwei unterschiedlichen Oxidationsstufen.

(a) Geben Sie die vollständigen **Valenzstrichformeln** für die gemischtvalenten Anionen an und benennen Sie die geometrischen Anordnungen/idealen Bindungswinkel. Welche (zwei !) Oxidationsstufen haben die betroffenen Atomsorten?

i. Thiosulfat

ii. Peroxodisulfat

iii. Trisulfid

iv. Azid

(b) Das auch als Waschmittelzusatz wichtige „Perborat“, $[(\text{OH})_2\text{B}(\text{O}_2)_2\text{B}(\text{OH})_2]^{2-}$, enthält Sauerstoff-Atome in zwei verschiedenen Oxidationsstufen.

i. Skizzieren Sie auch von diesem Anion die Valenzstrichformel und geben Sie die Oxidationsstufen der O-Atome an.

ii. „Natrium-Perborat“ wurde im Versuch zur stufenweisen Reduktion von Permanganat benutzt. Formulieren Sie (stöchiometrisch genau) den ersten Reduktionsschritt.

9 Auch bei Metallverbindungen ist „**Gemischavalenz**“ (zwei unterschiedliche Oxidationsstufen, hier des Metalls) sehr häufig.

(a) Benennen Sie die beiden Oxidationsstufen in den folgenden Verbindungen und begründen Sie diese in Stichworten aus der Stellung des Metalls im Periodensystem.

i. Berliner Blau (Summenformel:)

ii. Pb_3O_4 (Mennige)

iii. Yb_3O_4

iv. Mn_3O_4 (Hausmannit)

(b) Bei Mn_3O_4 handelt es sich um einen (i) tetragonal-verzerrten (ii) ferrimagnetischen (iii) Normalspinell. Erläutern und begründen Sie diese drei Aussagen. Mit welchem Experiment läßt sich der Ferrimagnetismus nachweisen?

(c) Magnetit, Fe_3O_4 , ist dagegen ein Inversspinell. Wie unterscheidet sich also die Struktur von der von Hausmannit? Wie und warum unterscheidet sich der atomare und kollektive Magnetismus von Magnetit von dem im Berliner Blau?

- 10 Die **Chelatometrie** nutzt als maßanalytische Methode die Stabilität von Chelatkomplexen.
- (a) Definieren Sie den Begriff „Chelatkomplex“.
- (b) Begründen Sie kinetisch und thermodynamisch die grosse Stabilität von Chelatkomplexen.
- (c) Zeichnen Sie den Chelatliganden Ethylendiamintetraacetat (kurz EDTA) und begründen Sie die Zusammensetzung des Komplexes mit Mg^{2+} .
- (d) Welche Methoden der Endpunktsindikation werden bei der komplexometrischen Titration von Magnesium-Ionen angewendet?
- (e) Nennen Sie je einen einfachen stabilen Komplex (Summenformel und korrekter Name) mit den Liganden
- OH^-
 - CO
 - NH_3