

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

Studiengang: \_\_\_\_\_ Ich bin damit einverstanden, dass mein Klausurergebnis unter  
BSc Chemie  RegioCh.  Polyv. BSc  Angabe der Matrikelnummer im Web bekanntgegeben wird:

---

<p style="text-align: center;"><b>Abschlußklausur zur Vorlesung Chemie der Metalle (AC-II)</b></p>
--

05.08.2020

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 entsprechenden Verweis.

---

- ❶ Erläutern Sie die folgenden **Begriffe aus der Komplex-Chemie**. Geben Sie jeweils auch ein Beispiel zur Veranschaulichung.

(a) Chelat-Ligand

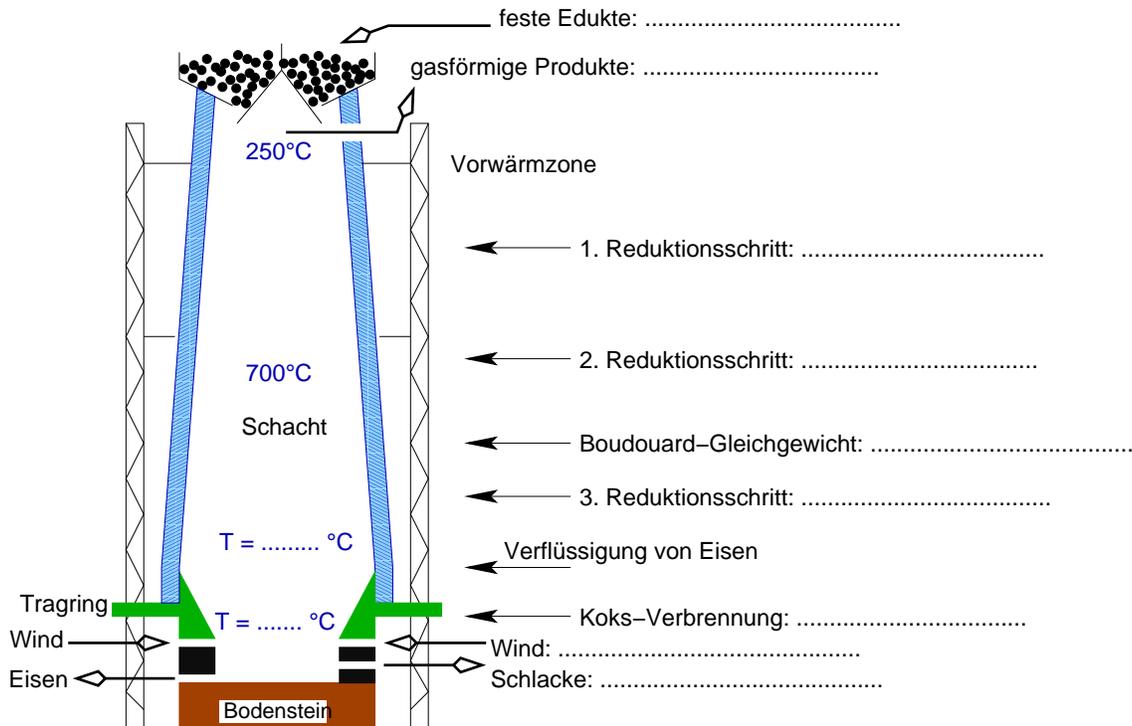
(b)  $\mu_2$ -Ligand

(c) spektrochemische Reihe der Liganden

(d) Ionisations-Isomerie (gerne auch den Spezialfall 'Hydratations-Isomerie', da mit Versuch)

② **Stahl** ist mit Abstand das technisch wichtigste metallische Material.

- (a) Vervollständigen Sie in der folgenden Skizze die Angaben zur Gewinnung von Roheisen im Hochofen (Produkte/Edukte, stöchiometrisch genaue Reaktionsgleichungen, Temperaturen) (überall bei den .....). Kennzeichnen Sie exo- und endotherme Reaktionen.



- (b) Zur Herstellung von Stahl wird das Roheisen anschliessend 'entkohlt'. Nennen Sie die beiden Prinzipien (mit Reaktionsgleichungen und Angaben zu den Apparaten), nach denen diese Entkohlung vorgenommen werden kann.

i.

ii.

- (c) Nennen Sie die zwei wichtigen metallischen Elemente, die in gängigen Stählen (z.B. V2A-Stahl) zusätzlich zu Eisen enthalten sind.

③ Bei den (in Versuchen gezeigten) **Redox-Reaktionen** ändert sich die Oxidationsstufe des Übergangsmetall-Ions um ganze **drei Stufen**. Formulieren Sie jeweils die Gesamtreaktionen stöchiometrisch genau.

- Bei den ersten beiden Versuchen erfolgt diese Änderung in einem Schritt:
  - (a) Beim Erhitzen von festem Ammoniumdichromat entsteht ein grünes Pulver.
  
  - (b) Eine salzsaure Lösung von Natriummolybdat (enthält das Isopolyanion  $[\text{Mo}_7\text{O}_{24}]^{6-}$ ) färbt sich bei Zugabe von Zinkstaub und Verdünnen blassgelb.
  
- Bei den folgenden beiden Versuchen waren auch die beiden Zwischenstufen erkennbar. Formulieren Sie trotzdem zunächst die Gesamtreaktionen (wieder stöchiometrisch exakt).
  - (c) Umsetzung einer sauren Natriumvanadat-Lösung mit Zink-Staub.
  
  - (d) Umsetzung einer basischen Permanganat-Lösung mit Natrium-Perborat.  
(Hinweis: als aktives Reagenz kann  $\text{H}_2\text{O}_2$  formuliert werden.)

Nennen Sie hierzu auch die Spezies (inkl. Farben) der beiden Zwischenstufen der Redoxreaktion.

- Die Stabilität der Produkte aller vier Reaktionen aus (a) bis (d) hat einen einheitlichen Grund. Erläutern Sie diesen!

④ **Kupfer und Zink** bilden Legierungen, die man **Messing** nennt und die wir beim Versuch 'Geld fälschen' gezeigt haben. Besonders einfach ist dabei das  $\beta$ -Messing, CuZn.

(a) Skizzieren Sie die Elementarzellen der Kristallstrukturen von

- ... Kupfer:

- ... Zink (Mg-Typ):

- ...  $\beta$ -Messing (Ordnungsvariante/Überstruktur des W-Typs):

(b) Welche Koordinationszahlen und -geometrien haben die Cu- bzw. Zn-Atome in

- ... Cu:
- ... Zn:
- ... CuZn:

(c) Welche Koordinationszahlen und -geometrien haben die Cu- bzw. Zn-Ionen in

- ... Cuprit.
- ... Supraleiter  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  (2 verschiedene!).

- ... Zinkblende.



- ⑥ Die Elemente **Cer, Europium und Gadolinium** lassen sich relativ einfach voneinander trennen.
- (a) Formulieren Sie ausgehend von einer Lösung, die alle drei  $Ln^{3+}$ -Ionen enthält, die Abtrennung schwerlöslicher Niederschläge, die sich bilden nach Zugabe von
- ... elementarem Zink und Schwefelsäure
  
  - ... Wasserstoffperoxid und konz. Natronlauge
  
  - Danach ist nur noch eines der drei Ionen in Lösung!
- (b) Begründen Sie die Reaktionen aus (a) mit der vollständigen (mit Hauptquantenzahl, ohne [Xe]-Schale) Elektronenkonfiguration der drei nach der Trennung vorliegenden  $Ln$ -Ionen.
- Ce
  - Eu
  - Gd
- (c) Welche Eigenschaften und Anwendungsbereiche haben die folgenden Ce- bzw. Eu-Verbindungen? Welche Eigenschaften der Lanthanoide sind dabei jeweils relevant?
- $Y_3Al_5O_{12}:Ce$
  
  - 'Ce-Mischmetall'
  
  - $YBO_3:Eu$
  
  - BAM:Eu (Wirt:  $BaMgAl_{10}O_{17}$ )
- (d) Das orange-gelbe Salz  $(NH_4)_2[Ce(NO_3)_6]$  ist eine häufig verwendete Cer-Verbindung (z.B. 'Belusov'-Versuch). Skizzieren Sie den Aufbau des Komplex-Ions und benennen Sie es nach den Regeln der Komplex-Nomenklatur.

⑦ **Komplexbildungsreaktionen** wurden mit einer 'Kaskaden-Reaktion' gezeigt, bei der eine Lösung nacheinander (!) in eine Reihe Kelchgläser umgegossen wird, in denen feste Salze vorgelegt sind. Beschreiben Sie für die 'Fe-Kaskade' die jeweils ablaufenden Reaktionen (Beobachtungen, Reaktionsgleichungen) sowie Aufbau, Farbe und Magnetismus der jeweils entstehenden Eisen-Spezies (Start mit reinem Wasser).

(a) Eisen(III)-Chlorid

(b) Ammoniumthiocyanat

(c) Natriumfluorid

(d) gelbes Blutlaugensalz

Begründen Sie die Farb-Intensität des Produktes aus dem letzten Schritt (d) und skizzieren Sie die Struktur des Farbträgers.

- 8 Formulieren Sie die folgenden **technisch/praktisch** wichtigen Reaktionen von/mit **Calcium**-Verbindungen.
- (a) Erhärten von gelöschtem Kalk.
  
  - (b) Auflösen von Kalk mit EDTA-Lösung (mit Valenzstrichformel des Produktes).
  
  - (c) Herstellung des Zementbestandteils 'Belit' ( $C_2S$ , Calciumorthosilicat) im Zementofen.
  
  - (d) Bildung von 'C<sub>4</sub>A' (Calciumdialuminat) aus Kalk und Kaolinit,  $Al_2[Si_2O_5(OH)_4]$  (ebenefalls Zementherstellung).
  
  - (e) Hydrolyse von Calciumcarbid.
  
  - (f) Entschwefeln von Abgasen mit 'Kalkmilch'.
  
  - (g) Herstellung von Flusssäure aus Fluorit.
  
  - (h) Verwendung von Calciumchlorid als Trockenmittel.
  
  - (i) Aluminothermische Gewinnung von Calcium aus gebranntem Kalk.
  
  - (j) Gewinnung von metallischem Zirkonium aus Zirkonium-Fluorid und Calcium.