

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

Studien- BSc. Chemie LA Ich bin damit einverstanden, dass mein Klausurergebnis unter
gang: RegioChim. Angabe der Matrikelnummer im Web bekanntgegeben wird:

<p>Abschlußklausur zur Vorlesung</p> <p>Chemie der Metalle (AC-II)</p>
--

07.08.2015

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 Viele **Verbindungen der Metalle** sind praktisch so wichtig, dass für sie Kurzbezeichnungen eingeführt sind. Erläutern Sie die Zusammensetzung, Eigenschaften und Anwendungsbereiche von:

(a) 'Widia'

(b) 'ITO'

(c) 'POM' (poly oxo metalate)

(d) 'CZ' (cubic zirconia)

(e) 'V2A'

② Die beiden Metalle **Eisen** und **Kupfer** kristallisieren (bei Raumtemperatur) in zwei verschiedenen Strukturen.

(a) Skizzieren Sie die Strukturen der beiden Elemente. Nennen Sie die Koordinationszahl der Atome und das zugehörige Polyeder sowie die Packungsdichten. Nennen Sie je ein weiteres isotopes Metall.

- Eisen

- Kupfer

(b) FeAl, CuAu und Cu₃Au sind Legierungen dieser Elemente, in denen die o.g. Basisstrukturen erhalten bleiben, die verschiedenen Atomsorten jedoch geordnet auf die Positionen verteilt sind ('Ordnungsvarianten' oder 'Überstrukturen'). Skizzieren Sie die Strukturen der drei Legierungen.

- FeAl:

- CuAu:

- Cu₃Au:

(c) Skizzieren Sie die für alle Metalle und Legierungen typische elektronische Struktur (DOS).

- ③ Die Elemente der ersten Hälfte der **Lanthanoide** (Ce, Eu, Gd, Nd, Pm, Pr, Sm) werden auch 'Cerit-Erden' genannt.
- (a) Nennen Sie die beiden wichtigen Minerale (Name und Formel), die diese Elemente enthalten.
- (b) Reihensie die Elemente (s.o.) nach der Ordnungszahl und geben Sie ihre Elektronenkonfigurationen an.
- (c) Nennen und begründen Sie die wichtigsten Oxidationsstufen des ersten und der beiden letzten Elemente der Gruppe.
- 1.
 - 6.
 - 7.
- (d) Nennen Sie die Eigenschaften und Anwendungsbereiche der folgenden Verbindungen der Cerit-Erden. Welche Eigenschaften der Lanthanoide sind dabei jeweils relevant?
- i. $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$
 - ii. $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}$
 - iii. $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$
- (e) Formulieren Sie die Gleichung für die cerimetrische Bestimmung von Eisen. Woran erkennt man den Endpunkt der Titration?

④ Bei den folgenden vorgeführten **Versuchen** sind **grüne** Stoffe/Lösungen entstanden. Formulieren Sie (stöchiometrisch genau) die zugehörigen Reaktionsgleichungen:

(a) Brennen einer Mischung von Cobalt- und Zink-Sulfat.

(b) Umsetzung einer Permanganat-Lösung mit Natrium-Perborat
(Hinweis: als aktives Reagenz kann H_2O_2 formuliert werden.)

(c) Reaktion einer salzsauren Molybdat-Lösung mit elementarem Zink ...

... und anschließende Reaktion dieser Lösung mit Natrium-Molybdat.

(d) Erhitzen von festem Ammoniumdichromat.

(e) Begründen Sie für die Reaktionen (a) und (d) die Stabilität der Oxidationsstufen von Cobalt und Chrom aus der Stellung der Elemente im Periodensystem.

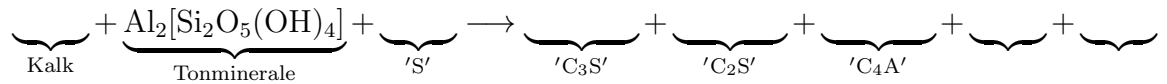
(f) Zeichnen Sie die Valenzstrichformel des Farbträgers im grünen Blattfarbstoff 'Chlorophyll'.

- ⑤ In der **Baustoffchemie** werden die Abkürzungen 'C', 'S', 'A' und 'H' verwendet, die die Formulierung der ablaufenden Reaktionen vereinfachen. Formulieren Sie die entsprechenden korrekten chemischen Gleichungen:

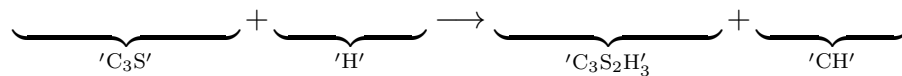
(a) Beim Brennen von Kalk entsteht 'C':

(b) Beim Löschen von Kalk entsteht 'CH':

(c) Bei der Herstellung von Zementklinker entstehen 'C₃S', 'C₂S' und 'C₄A' im Verhältnis 3:1:1:



(d) Beim Abbinden von Beton bilden sich sog. 'CSH'-Phasen, vor allem das Disilicat Jaffeit:



(e) Skizzieren Sie den Ofen, der für die Klinkerherstellung (c) verwendet wird. Erläutern Sie in Stichworten die Funktionsweise und die Reaktionsbedingungen.

(f) Welche Umweltproblematik ergibt sich aus der gigantischen Menge an Beton, die weltweit produziert wird?

(g) Worauf basiert die Verfestigung von ...

- gelöschtem Kalk?
- Gips?

⑥ Die **Elemente der 11. Gruppe** (I. Nebengruppe) bilden **Kationen** mit Ladungen zwischen +I und +V.

(a) Die wichtigsten Oxidationsstufen des Kopfelementes der Gruppe wurden in zwei Versuchen gezeigt. Formulieren Sie (stöchiometrisch genau) die Reaktion ...

- ... einer Kupfersulfatlösung mit einer Kaliumiodid-Lösung.

- ... einer Kupfertartat-Lösung mit einem reduzierenden Zucker (nur 'anorganische' Teilgleichung).

(b) Die wichtigen Oxidationsstufen von Gold (aus Kostengründen ohne Versuch) lassen sich anhand der Fluoride AuF_3 und AuF_5 zeigen. Beschreiben Sie die lokale Koordination der Gold-Ionen und begründen Sie die Stabilität der Au-Oxidationsstufen anhand der Elektronenkonfiguration. Leiten Sie plausible Gesamtstrukturen der beiden Fluoride ab.

- AuF_3

- AuF_5

(c) Welche magnetischen Eigenschaften erwarten Sie für ...

- 'Kupfervitriol' ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) ?
- Cuprit?
- Goldtrifluorid?

7 **Natrium** und **Magnesium** sind zwei technisch wichtige elektropositive Elemente, die elektrochemisch gewonnen werden müssen.

(a) Beschreiben Sie die aktuelle technische Darstellung von Natrium (Skizze des Apparates, Bedingungen, Reaktionsgleichungen).

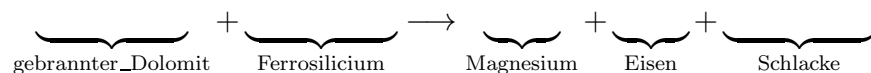
(b) Für die analoge Gewinnung von Magnesium muss der Rohstoff Magnesit (MgCO_3) aufgearbeitet werden. Formulieren Sie die stöchiometrischen Reaktionsgleichungen der drei Schritte der Magnesium-Gewinnung:

i. Brennen von Magnesit:

ii. Carbochlorierung:

iii. Elektrolyse:

(c) Alternativ kann Magnesium auch chemisch durch Reduktion von gebranntem Dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) mit 'Ferrosilicium' (FeSi) erhalten werden. Ergänzen Sie die Reaktionsgleichung stöchiometrisch genau:



(d) Beschreiben Sie (ggf. mit einfacher Reaktionsgleichung) die Unterschiede in der Reaktivität der Elemente Na und Mg gegenüber Luft, verdünnter Natronlauge und verdünnter Salzsäure.

(e) Worauf beruhen diese [trotz vergleichbarer Normalpotentiale von -2.7 (Na) bzw. -2.4 V (Mg)] gravierenden Unterschiede in der Reaktivität?

③ Die **Eisenoxide** FeO (Wüstit), Fe₂O₃ (Hämatit), FeOOH (Goethit) und Fe₃O₄ (Magnetit) sind wichtige Fe-Mineraie, die einfache typische Ionenstrukturen ausbilden.

(a) Benennen Sie den Strukturtyp sowie die Koordinationszahl und -geometrie der Eisenionen in

i. Wüstit:

ii. Hämatit:

iii. Goethit:

(b) Erläutern Sie die Struktur von Magnetit anhand einer Skizze der Anionenanzordnung (Ableitung der Art und Zahl der insgesamt vorhandenen und der jeweils besetzten Lücken).

(c) Fe₃O₄ ist ein sog. Invers-Spinell. Was bedeutet dies für die Kationenverteilung? Wie läßt sich diese die Beobachtung erklären? (Hinweis: Alle Fe-Ionen liegen in *high spin* Konfiguration vor).