

PRAKTIKUMSBUCH

**ANORGANISCH-CHEMISCHES
GRUNDPRAKTIKUM FÜR
STUDIERENDE DES LEHRAMTS**



**INSTITUT FÜR ANORGANISCHE UND
ANALYTISCHE CHEMIE DER
GOETHE-UNIVERSITÄT
FRANKFURT**



Sommersemester 2019

Name:

Platznummer:



An der Entstehung und Pflege dieses Buches waren beteiligt⁽¹⁾:

Janina Bauer, Dr. Sándor Bekő, Dr. Christian Buchsbaum, Christian Buss, Dr. Lothar Fink, Dr. Sonja Hammer, Susanne Hartnagel, Miriam Heine, Stefan Heitmann, Undine Jentzen, Matthias Leibold, Dr. Kuno Mayer, Eva-Maria Müller, Dr. Carsten Schauerte, Igor Schmeisel, Lukas Tapmeyer, Timo Vogt, Dr. Alexandra Wolf

Fassung vom April 2019 (CB)

⁽¹⁾in alphabetischer Reihenfolge

Persönliche Angaben

Vorname

Name

Matrikelnummer

Studiengang und Fächer

Straße

PLZ und Wohnort

Telefonnummer

E-Mail-Adresse

Versuchsübersicht

Versuch	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Kolloquium					

Vorwort

Das vorliegende Skript zum Praktikum Anorganische Chemie I für Lehramt ist ein Destillat aus vielen Semestern Praktikumsarbeit, trotzdem erhebt es natürlich keinen Anspruch auf Fehlerfreiheit oder Vollständigkeit. Für Kritik und Verbesserungsvorschläge sind wir deshalb dankbar. Es soll verstanden werden als Anleitung und Hilfestellung zum selbstständigen Arbeiten im chemischen Labor, dabei auch die theoretische Aufarbeitung der Experimente unterstützen. Die Versuchsvorschriften und Protokollvorgaben, der labortechnische Teil wie auch die Zusammenstellung der Seminar- und Kolloquiumsthemen sollen dies ermöglichen. Im Übrigen wird sich das Praktikumsteam bemühen, allen Praktikanten den Spaß an der Chemie nahe zu bringen.

Frankfurt vom Oktober 2003 bis April 2019,

Lothar Fink (Praktikumsleiter)

Zum Praktikum

0.1 Allgemeines zum Ablauf des Praktikums

Die Gesamtdauer des anorganisch-chemischen Grundpraktikums beträgt ein Semester. Für dieses Semester erhält jeder Praktikant einen Arbeitsplatz mit einer Grundausrüstung und einem Spind.

Die Teilnahme am Seminar zum Praktikum sowie mindestens ein Vortrag mit vorheriger Ausarbeitung sind verpflichtend.

Öffnungszeiten

Das Praktikum findet im Labor N 160-201 statt und bietet die folgenden Öffnungszeiten:

Di – Do: 9.30 – 17.30 Uhr

Das Seminar zum Praktikum findet mittwochs um 8.00 Uhr in

N 160-107 (Gruppe 1)

und

N 140-107 (Gruppe 2)

statt. Im Anschluss daran werden ggf. grundlegende Arbeitstechniken demonstriert.

Zusätzliche Geräte können über die Praktikumsassistenten oder über die Geräteausgabe des Institutes entliehen werden.

Um zu gewährleisten, dass auch bei vorzeitiger Beendigung des Praktikums der Arbeitsplatz vollständig zurückgegeben wird, muss vor Beginn des Praktikums eine Kautions von 150,— € pro Teilnehmer hinterlegt werden.

Folgende Ausrüstung ist nicht Bestandteil des Arbeitsplatzes und daher *selbst zu besorgen*:

- Feuerzeug oder Streichhölzer
- Schere oder Taschenmesser, evtl. Pinzette

- Klebeetiketten, Stift, Folienstift
- Handtuch, Seife und Handcreme
- Küchentrepp oder Kleenex
- Gummihandschuhe (zum Spülen), Wischlappen bzw. -bürste, Spülmittel
- Taschenrechner, Geodreieck, Millimeterpapier

0.1.1 Voraussetzungen für den Erhalt eines Arbeitsplatzes

- Vorlage des Studienbuchs oder des Studiausweises (Immatrikulation für das Lehramt Chemie)
- Vorlesung Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie
 - Aktuelle Abschlussklausur ist Leistungsnachweis und Zulassung zum Praktikum.
 - Die bestandene Nachklausur berechtigt zum Nachrücken auf ggf. freie Plätze (im Folgesemester).
 - Ist die Nachfrage größer als das Angebot an Arbeitsplätzen, wird nach Klausurleistung vergeben.
- Aktuelle bestandene Klausur zum Sicherheitskurs
- Vorlage der Quittung über den Kautionsbetrag
- Kenntnisnahme und Bestätigung der Regelungen zum Praktikumsablauf sowie der Laborordnung

0.1.2 Ablauf des Praktikums

- Die in den Versuchsbeschreibungen dargestellten Versuche sind in 5 Abschnitte zusammengefasst.
- Die Versuche werden nacheinander bearbeitet (Praktikumsbuch), angesagt (Laborjournal) und protokolliert (Protokollheft).
- *Vor jedem* Versuchsabschnitt wird ein Kolloquium von ca. einer Stunde bei einem Assistenten (pro Kolloquium ein anderer Assistent) abgelegt. Zeigt sich, dass zur Thematik des kommenden Abschnitts deutliche Verständnislücken existieren, ist das Kolloquium zu wiederholen bevor der Abschnitt bearbeitet werden kann.
- Zur Anmeldung zu einem Kolloquium ist das Protokollheft mit allen Protokollen des vorhergehenden Abschnitts dem Assistenten abzugeben. Sind die Protokolle mangelhaft, so müssen sie **vor** dem Kolloquium korrigiert werden.
- Jedes Kolloquium kann bis zu 3 mal wiederholt werden; die 2. und 3. Wiederholung erfolgt beim Praktikumsleiter.

0.1.3 Das Laborjournal

- ist ein Dokument (gebundenes Heft mit nummerierten Seiten (DIN A5)), aus dem keine Seiten entfernt werden dürfen. Alle Arbeiten, Messwerte, Beobachtungen etc. werden mit Datum festgehalten (z. B. Ein- und Auswaagen, Zeiten von Temperversuchen oder Umsetzungen etc.), deshalb ist das Laborjournal ein ständiger Begleiter!
- Verfassen Sie die Eintragungen klar und vollständig, dabei so knapp wie möglich. Ganze Sätze verhindern unvollständige Beschreibungen.
- Wenn ein Versuch nicht so abläuft wie erwartet, sollte dies besonders sorgfältig notiert werden, vor allem wenn Widersprüche zu Skript oder Literatur auftauchen. Mit Hilfe der Aufzeichnungen lassen sich leichter eventuelle Fehler auffinden.
- Studienanfänger sollten ein Experiment möglichst vollständig beschreiben: Abschnitte definieren, die sich mit dem Zweck des Experiments, den Methoden, den Resultaten und den Schlussfolgerungen befassen (Fachbegriffe verwenden!).

- Eine sehr gute Vorbereitung auf ein Experiment besteht darin, bereits zu Hause die entsprechenden Eintragungen in das Laborjournal vorzubereiten.
- Zweckmäßigerweise wird für jede durchgeführte chemische Reaktion eine Reaktionsgleichung formuliert. Dabei werden die stoffspezifischen Konstanten (Molmasse, Dichte etc.) aller verwendeten Substanzen angegeben. Das hilft die Abläufe zu verstehen und kann gleichzeitig zeigen, was man noch nicht verstanden hat. Das gleiche gilt für Berechnungen. Jegliche angewendete Formel und eventuell deren Herleitung sollte notiert werden. Einwaagen und Auswaagen werden in Massen und Stoffmenge notiert.
- Ein gutes Laborjournal enthält alle Details und ermöglicht dem Leser, das Experiment in genau der gleichen Weise zu wiederholen. Mit Hilfe eines solchen Journals können jederzeit Protokolle oder Berichte geschrieben werden.

0.1.4 Das Versuchsprotokoll/Protokollheft

Nach Ende eines Versuches wird aus der Versuchsanleitung und den Angaben im Laborjournal das Versuchsprotokoll (Bericht) angefertigt, das Durchführung, Beobachtung, Auswertung und Interpretation des Versuches umfasst.

Das Versuchsprotokoll soll z. B. enthalten:

- Bezeichnung der dargestellten Verbindung bzw. des Versuches,
- genaue Beschreibung der praktischen Durchführung und der Beobachtungen mit Angabe der Abweichungen zur Versuchsanleitung,
- Einwaagen und Auswaagen, alle Angaben in Gramm (Messwert) und Mol (aus dem Messwert berechneter Wert),
- Reaktionsgleichung(en) mit Angabe der Verbindungsnamen und der zugehörigen Molmassen,
- eventuell Literaturkonstanten (Siedepunkt, Schmelzpunkt, Dichte etc.),
- eventuell Ausbeuteberechnung und Ausbeute (Angabe in Prozent der theoretischen Ausbeute).

Dabei werden Tätigkeiten einer Zeit zugeordnet: Was *war* (z. B. ein Ereignis, eine Handlung, eine Beobachtung, eine frühere Erkenntnis), steht im Imperfekt; was gültig *ist* (eine Eigenschaft, Beziehung, Folgerung) im Präsens.

Weitere Informationen können z. B. der Monographie von Ebel u. Bliefert (2012) entnommen werden.

Abschnitte

Ein neuer Praktikumsabschnitt darf nur begonnen werden, wenn die Arbeiten zum vorausgehenden vollständig sind und das Kolloquium zum neuen Abschnitt bestanden ist!

Jedes Kolloquium kann bis zu 3 mal wiederholt werden; die 1. Wiederholung erfolgt beim Assistenten, die 2. und 3. Wiederholung beim Praktikumsleiter.

0.1.5 Praktikumsschein/Modulprüfung

Die erfolgreiche Teilnahme am anorganisch-chemischen Grundpraktikum wird bestätigt, wenn

- alle praktischen Aufgaben innerhalb der Praktikumszeit erledigt wurden,
- alle Kolloquien mit Erfolg absolviert wurden,
- alle Vorträge im Seminar erfolgreich gehalten wurden,
- alle Protokolle innerhalb der Zeitvorgabe abgegeben und akzeptiert wurden,
- der Arbeitsplatz vollständig zurückgegeben wurde,
- der Laufzettel mit sämtlichen Unterschriften vorliegt,
- die Modulabschlussprüfung erfolgreich abgelegt wurde.

Abschluss

Die verbindliche Anmeldung zur Modulabschlussprüfung muss innerhalb des Praktikumssemesters erfolgen!

Beachten Sie: Ohne AC-Schein ist keine Teilnahme an den weiteren Chemie-Praktika möglich!

0.1.6 Vorzeitiges Beenden oder Abbrechen des Praktikums

In diesen Fällen sind Sie verpflichtet, die Verbindlichkeiten dem Institut gegenüber unverzüglich abzuwickeln (Benachrichtigung der Assistenten; Platzrückgabe).

0.1.7 Chemikalien

Aus Sicherheitsgründen dürfen für die Laborarbeit nur Chemikalien aus der Chemikalienausgabe des Instituts (Gebäude N 100, Raum 07/08) verwendet werden. Ein Vorrat von Chemikalien befindet sich in den Chemikalienschränken des Praktikums; Chemikalien werden nur ausgegeben, wenn vor Beginn des Praktikums ein Pauschalbetrag von 50,— € entrichtet wurde.

Dazu ist der Betrag bargeldlos einzuzahlen und die Quittung vorzulegen.

Reststoffe, Chemikalienabfälle und mit Chemikalien verunreinigte Betriebsmittel sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Details zu den Entsorgungsrichtlinien finden sich in Anhang A.1.

0.1.8 Überweisungen

Kenndaten für Überweisungen zum Praktikum

Für die Kautions (wird nach Ende des Praktikums zurückerstattet):

Kautions

- Universität Frankfurt
- 150,— €
- Kautions (AC Lehramt) zu Gunsten 48 900 082
- HELABA, IBAN: DE95 5005 0000 0001 0064 10
- SWIFT/BIC: HELADEF

Für das Chemikaliengeld (studentischer Anteil an den Praktikumskosten):

Chemgeld

- Universität Frankfurt
- 50,— €
- HELABA, IBAN: DE95 5005 0000 0001 0064 10
- SWIFT/BIC: HELADEF

Bitte beachten: Wird der Verwendungszweck nicht angegeben, ist eine Verbuchung und Rückzahlung nicht möglich!

0.2 Themen der Kolloquien

1. Kolloquium: Chemische und mathematische Grundlagen

Periodisches System: Haupt- und Nebengruppen, allgemeine Beziehungen und Tendenzen

Atommodelle: Atombau, verschiedene Atommodelle, Quantenzahlen, Orbitale, Isotope, chemische Eigenschaften

Chemische Formeln: Summenformeln, Valenzstrich- und Lewisformeln

Stöchiometrie: Reaktionsgleichungen, Molarität, Normalität, Massenprozent, Volumenprozent

Mathematische Grundlagen: Prozentrechnung, Dreisatz, lineare Gleichungssysteme, logarithmisches Rechnen

Grundlagen der Elektrizitätslehre: Ladung, Strom, Spannung, Widerstand, Kapazität, einfache Schaltungen (z. B. Parallel- oder Serien-Schaltung)

Sicherheit im Labor

2. Kolloquium: Arbeitsmethoden, Chemisches Gleichgewicht, 1., 2. und 17. Gruppe des PSE

Grundlegende Arbeitsmethoden: Trocknen, Filtrieren, Trennung von Stoffen

Chemisches Gleichgewicht: Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt, Fällungen (Herleitungen und Anwendungen)

Flammenspektroskopie: Theorie und Praxis

Gravimetrie: Theorie und Ausführung

Chemie der Gruppen 1, 2 und 17 bzw. der 1., 2. und 7. Hauptgruppe

3. Kolloquium: Säuren und Basen, 15. und 16. Gruppe des PSE

Säuren und Basen: Säuren, Basen, Salze, Definitionen nach Brønsted und Lewis, pH-Wert, pH-Wert-Bestimmung, pK_S -Wert, Puffersysteme, Acidimetrie (Herleitungen und Anwendungen), H^+ - und H^- -Ion

Chemie der Gruppen 15 und 16 bzw. der 5. und 6. Hauptgruppe

4. Kolloquium: Redoxchemie, 13. und 14. Gruppe des PSE

Redoxchemie: Reduktion, Oxidation, Oxidationszahl, Redoxgleichungen

Elektrochemie: EMK, Nernstsche Gleichung (Herleitung und Anwendungen), Spannungsreihe, Elektrolyse, Überspannung, Galvanisches Element, Akkumulator

Redox-Titration: Theorie und Praxis

Chemie der Gruppen 13 und 14 bzw. der 3. und 4. Hauptgruppe

5. Kolloquium: Komplexchemie, Nebengruppen

Komplexe: Nomenklatur, Stabilität

Bindung in Komplexen: VB-Modell, Ligandenfeldtheorie, MO-Modell, High-Spin- und Low-Spin-Komplexe, Farbigekeit von Komplexen

Struktur von Komplexen: Elektronenpaarabstoßungsregel (VSEPR nach Gillespie und Nyholm)

Komplexometrie: Wasserhärtebestimmung, Nickel-Bestimmung

Chemie der Übergangsmetalle; Gruppen 3 bis 12

0.3 Ablauf des Seminars

Jeder Praktikant hält mindestens einen Vortrag im wöchentlichen Seminar. Der Vortrag ist auf ca. 20 Minuten anzulegen, damit genügend Zeit für Diskussionen bleibt. Die schriftliche Ausarbeitung des Vortrags mit Folien o. ä. ist mit einem Assistenten durchzusprechen und **spätestens eine Woche vor** dem Vortrag dem Praktikumsleiter abzugeben! Tafel, Overheadprojektor und Beamer stehen zur Verfügung.

Der Vortrag muss mindestens mit der Note 4 bewertet werden, um die Zulassung zur Modulabschlussprüfung zu erhalten.

Wird die Ausarbeitung nicht fristgerecht vorgelegt oder der Vortrag nicht als mindestens ausreichend bewertet, kann im Einzelfall eine schriftliche Ausarbeitung akzeptiert werden.

Kriterien für Vorträge

- Vortrag/Handout/Ausarbeitung mit Assistenten durchsprechen und **eine Woche vorher** dem Praktikumsleiter abgeben
- Thema und Fragen beachten
- 20-Minuten-Zeitvorgabe beachten
- maximal 20 (Powerpoint-)Folien
- Gliederung/Stichpunkte als Handout
- Tafel/Overhead-Projektor/Beamer sinnvoll einsetzen

Bitte beachten Sie unbedingt die Anregungen zur Vorbereitung eines Vortrags aus Anhang C auf Seite 141!

0.4 Themenliste zum Seminar

Atome, Atommassen, Wertigkeiten, chemische Formeln und Gleichungen

1. Beschreiben Sie die Daltonsche Atomhypothese. Wie kann man Atommassen und Wertigkeiten bestimmen? Welche Informationen werden durch chemische Formeln bzw. Gleichungen vermittelt?
2. Atombau: Welche Aussagen über den Bau der Atome sind mindestens erforderlich, um grundlegende chemische Sachverhalte sowie das Periodische System zu verstehen? Wann und von wem wurden sie formuliert und für die chemische Theorie nutzbar gemacht?
3. Periodisches System der Elemente: Welche Sachverhalte haben zur Aufstellung des Periodischen Systems geführt? Wo ergaben sich Unstimmigkeiten, wie wurden diese später verständlich? Beschreiben Sie das Periodische System als Aufbauschema der Elektronenhüllen der Atome.

Wertigkeit, Valenzelektronen

4. Was hat die Wertigkeit (Valenz) mit der Stellung eines Elements im Periodischen System bzw. mit seiner Elektronenkonfiguration zu tun? Welche Elektronen sind Valenzelektronen? Elektronenpaarbindung: Beschreiben Sie das Zustandekommen chemischer Bindungen durch gemeinsame Elektronenpaare.
5. Lewis-Formeln: Wie werden Elektronenpaarbindungen symbolisch zum Ausdruck gebracht (Valenzstrich-, Lewis-Formeln)? Wie werden Lewis-Formeln richtig aufgestellt, welche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Edelgasregel?

Struktur von Molekülen und Molekülionen

6. Geben Sie an, wie sich bei Kenntnis der Elektronenkonfiguration die Struktur von Molekülen und Molekülionen voraussagen lässt (Gillespie-Nyholm-Regeln bzw. VSEPR-Modell). Suchen Sie einfache Beispiele dafür, dass diese Regeln auch die Koordination von Atomen in Festkörpern beschreiben.
7. Ionenbindung: Beschreiben Sie mit möglichst einfachen Begriffen das Zustandekommen der Ionenbindung. Wie wird sie symbolisch zum Ausdruck gebracht? Zeigen Sie, dass die Edelgasregel vielfach auch das Zustandekommen der Ionenbindung verständlich machen kann.

Wasser und seine besonderen Eigenschaften

8. Beschreiben Sie die in vieler Hinsicht ungewöhnlichen Eigenschaften des Wassers: Schmelz- und Siedepunkt, Schmelz- und Verdampfungswärme, Dielektrizitätskonstante, Dichte. In welchen Zusammenhängen sind diese Eigenschaften von Bedeutung? Wie können sie auf die Struktur und Eigenschaften des Wassermoleküls zurückgeführt werden?
9. Wasserstoffbrücken, Hydratation und Löslichkeit: Was versteht man unter Wasserstoffbrückenbindungen? Bei welchen Verbindungen treten sie auf? Wo sind sie von besonderer Bedeutung? Worauf beruht die gute Löslichkeit vieler anorganischer und organischer Stoffe in Wasser? Erklären Sie, wie die hohe Gitterenergie aufgebracht wird, wenn ein Ionenkristall sich in Wasser löst.

Chemisches Gleichgewicht

10. Geben Sie eine einfache Ableitung des Massenwirkungsgesetzes (MWG) an und zeigen Sie an Beispielen seine Bedeutung für homogene Reaktionen. Wie ist das MWG allgemein zu formulieren, wenn man die Reaktionsgleichung kennt? Warum ist die Bezeichnung *Massenwirkungsgesetz* falsch?
11. Le Chatelier-Prinzip: Erläutern Sie das Le Chatelier-Prinzip an Beispielen. Zeigen Sie, dass das MWG eine quantitative Fassung dieses Prinzips für Konzentrationen darstellt.
12. Chemisches Gleichgewicht in heterogenen Systemen: Welche Form nimmt das MWG an, wenn feste Phasen an der Reaktion beteiligt sind? Wie lässt sich das anschaulich erklären? Beispiele: Löslichkeitsprodukt, thermische Zersetzung von Feststoffen, Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten, Stofftrennung durch Flüssig-Flüssig-Extraktion.

Säure-Base-Konzepte

13. Was sind Säuren bzw. Basen nach Brønsted bzw. nach Lewis? Worin unterscheiden sich die beiden Konzepte, was haben sie gemeinsam? (Was entsteht jeweils bei der Umsetzung von Säuren mit Basen? Gibt es Brønsted-Säuren, die keine Lewis-Säuren sind und umgekehrt?) Wann ist jeweils das eine oder andere Konzept vorzuziehen?
14. Säure-Base-Gleichgewichte I: Wenden Sie das MWG auf Säure-Base-Reaktionen an. Was versteht man unter der Stärke einer Säure bzw. Base? Was sind der pH- und der pK-Wert? Wie sind sie miteinander verknüpft? Warum benutzt man nicht den pH-Wert, um die Stärke einer Säure zu kennzeichnen? In welchem pH-Bereich schlagen Indikatoren um? Was versteht man unter Acidimetrie?
15. Säure-Base-Gleichgewichte II: Was ist Autoprotolyse? Was bezeichnet man als Pufferungskurve? Was sind Puffersysteme? Welche Form hat die Titrationskurve einer schwachen bzw. starken Säure oder Base? Erläutern Sie den Begriff *Hydrolyse* in Zusammenhang mit Salzen schwacher Säuren bzw. Basen. Wie wird in solchen Fällen der pH-Wert berechnet?

Reduktion und Oxidation

16. Was versteht man unter Reduktion bzw. Oxidation? Was ist die formale Oxidationszahl, wie kann sie bestimmt werden? Bewerten Sie die folgende Definition: *Redoxreaktionen sind Reaktionen, bei denen sich Oxidationszahlen ändern.*
17. Redoxgleichungen: Wie erkennt man, ob eine Gleichung eine Redoxreaktion beschreibt? Erläutern Sie die richtige Aufstellung von Redoxgleichungen, auch für heterogene sowie pH-abhängige Reaktionen.
18. Redoxpotentiale und Spannungsreihe: Was versteht man unter Redox- bzw. Normalpotential? Welche Aussagen lassen sich aus der Spannungsreihe ableiten? Diskutieren Sie Redoxpotentiale: Konzentrationspotentiale, Beeinflussung des Potentials durch pH-Änderung oder Komplexbildung (z. B. Cyanidlaugerei zur Gewinnung von Edelmetallen), Konstanz des Elektrodenpotentials an festen Elektroden, z. B. im Bleiakkumulator. Was ist ein galvanisches Element?
19. Nernstsche Gleichung: Diskutieren Sie die Nernstsche Gleichung, insbesondere die darin auftretenden Naturkonstanten. Zeigen Sie die Beziehung zum MWG auf.
20. Elektrolyse: Diskutieren Sie die Faradayschen Gesetze der Elektrolyse. Was sind *Zersetzungsspannung* und *Überspannung*? Suchen Sie elektrochemische Reaktionen, die nur aufgrund von Überspannung überhaupt durchgeführt werden können.

Komplexverbindungen

21. Nomenklatur von Komplexen: Erläutern Sie an Beispielen, wie Komplexverbindungen korrekt bezeichnet werden.

Struktur, Isomerien: Wie lässt sich der Begriff *Komplex* definieren? Warum werden Komplexe als *Koordinationsverbindungen* bezeichnet? Erläutern Sie wichtige Arten von Isomerien. Wie konnte man aus chemischen Befunden die Struktur von Komplexen ermitteln? Wie bestimmt man sie heute?

Stabilität, spezifische Reaktionen: Wodurch unterscheiden sich Komplexe in ihren Reaktionen von nichtkomplexen Verbindungen (Beispiele)? Wie

- kann man die Stabilität von Komplexen definieren (Stabilitäts- bzw. Dissoziationskonstante)? Was sind mehrzählige Liganden, was Chelate?
22. Chemische Bindung I: Komplexe als Lewis-Säure-Base-Addukte. Was ist eine koordinative Bindung? Wie kommt sie zustande?
VB-Modell: Wie lassen sich Struktur und magnetische Eigenschaften von Komplexen nach diesem Modell verstehen? Diskutieren Sie die besondere Stabilität bestimmter Oxidationsstufen in Komplexen: Fe(II)/Fe(III); Co(II)/Co(III); Cu(I)/Cu(II) u. a.
23. Chemische Bindung II: Beschreiben Sie die Grundzüge des Kristallfeld-(Ligandenfeld-)Modells und vergleichen Sie es in Bezug auf Struktur, magnetische Eigenschaften und Farbe von Komplexen mit dem VB-Modell. Wie lässt sich die Bildung quadratisch-planarer Komplexe von Pt(II), Au(III) und anderen Zentralteilchen verstehen? Lassen sich die Aussagen des Ligandenfeld-Modells über die Farbe von Komplexen in eine allgemeine Regel fassen? Vergleichen Sie damit die intensiven Farben von Chromat und Permanganat.
24. Chemische Bindung III: Das MO-Modell (Molecular Orbital) vereint Aspekte von VB-Modell und Ligandenfeld-Modell. Skizzieren Sie die Grundzüge und diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Modelle im Vergleich, im Besonderen hinsichtlich der spektrochemischen Reihe.

0.5 Laborordnung

Folgende Regeln und Hinweise sind bei Betreten des Labors und bei Arbeiten im Labor stets zu beachten:

- Im Laboratorium sind *immer* Schutzbrille, Schutzkittel, geschlossene Schuhe und lange Beinbekleidung zu tragen.
- Lange Haare sind nach hinten zu binden. Kopftücher müssen aus einem nicht-brennbaren Material wie z. B. Baumwolle bestehen.
- Essen, Trinken und Rauchen sind verboten!
- Vor Beginn der Arbeiten im Labor hat sich jeder Praktikant über die allgemeinen Schutzeinrichtungen (Notwege, Feuerlöscher, Duschen usw.) und das Verhalten bei Notfällen zu informieren.
- Versuche sind so anzulegen, dass gefährliche Stoffe nach Möglichkeit vermieden werden. Wer im Labor Versuche durchführt, ist verpflichtet, sich vorher über Risiken und notwendige Schutzmaßnahmen (auch beim Aufbau von Apparaturen) zu informieren. Diese Informationen müssen protokolliert werden!
- Laufende Versuche müssen ständig überwacht werden! Es muss ein Experimentator anwesend sein, der den Versuch kennt und bei Zwischenfällen eingreifen kann.
- Alle Versuche, bei denen schädliche Gase oder Dämpfe freigesetzt werden, sind unter dem Abzug durchzuführen. Dabei sind die Frontschieber der Abzüge im Betrieb möglichst geschlossen zu halten.
- Alle Reststoffe sind nach Abschluss eines Versuchs in ungefährliche Verbindungen zu überführen und als solche zu entsorgen. Die Entsorgung ist zu protokollieren! Gemenge und Lösungen sind soweit als möglich zu vermeiden.
- Bei Unfällen (auch kleineren!) ist sofort der Praktikumsassistent zu benachrichtigen.
- Den Anweisungen der Assistenten ist Folge zu leisten.

Verstöße gegen die Laborordnung können zum sofortigen Ausschluss vom Praktikum führen!