

无机及分析化学 (B)

Inorganic and Analytical Chemistry (B)

课程编号: 0526603B

课程类别: 专业基础课

课程性质: 必修

适用专业: 材料科学与工程、食品科学与工程、生物工程、制药工程、轻化工程、生化国际

学时数: 68 学分数: 4

要求先修课程:

执笔人: 张立庆

一、课程性质与地位

无机及分析化学是高等学校材料科学与工程、食品科学与工程、生物工程、制药工程、轻化工程、生化国际等有关专业必修的第一门化学基础课。它是培养上述几类专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分,同时也是后继化学课程的基础。

二、课程教学目标

本课程的教学目标是通过课堂讲授,并与无机及分析化学实验课程密切结合,使学生掌握物质结构的基础理论,化学反应的基本原理及其应用,元素化学的基本知识,掌握结构、平衡、性质与应用的知识与联系,培养学生运用无机及分析化学的理论去解决一般无机及分析化学问题的能力,具有选择正确的分析化学测试方法、正确判断表达分析测试结果的能力,为解决生产与科学研究的实际问题打下基础,并通过本课程的教学逐步建立严格的“量”的概念,培养学生良好的学习习惯、严谨的治学态度、实事求是的科学作风和分析解决问题的能力,使其逐步具备科技人员应有的科学素质。

三、教学内容、基本要求及学时分配

第1章 化学计量、误差与数据处理

了解定量分析的任务与作用;方法和分类,了解一般分析过程的基本步骤。熟悉溶液浓度的表示方法;掌握标准溶液的配制。掌握误差的基本概念,误差产生的原因及其减免方法,数据处理的基本方法,理解有效数字的意义并掌握其计算规则,掌握分析结果的准确度和精密度的概念以及相关的各种表示方法;分析结果的统计处理;可疑值的取舍(掌握 Q 检验法)。了解置信度与置信区间的概念,了解滴定分析的基本概念;了解滴定分析对化学反应的要求。掌握滴定分析结果的计算。

主要内容:

- 1.1 化学中的计量
- 1.2 误差
- 1.3 有效数字
- 1.4 实验数据的处理

重点:

1. 分析过程的基本步骤(取样、预处理、测量、结果计算)
2. 误差产生的原因及其减免方法,数据处理的基本方法
3. 滴定分析的基本概念,滴定结果的计算方法
4. 有效数据的应用,可疑数据的取舍和分析结果的正确表达

难点:

1. 可疑数据的取舍和分析结果的正确表达
2. 置信度与置信区间

3. 滴定结果的计算方法

第2章 化学反应的基本原理

掌握化学平衡及平衡移动规律，掌握标准平衡常数的意义及表达式的书写；掌握平衡移动原理，平衡体系组成的计算。掌握温度、浓度（压力）对化学平衡的影响。理解化学反应速率方程（质量作用定律）和反应级数的概念，理解活化能、活化分子、催化剂的概念，掌握影响反应速率的因素，理解反应速率和化学平衡在实际应用中须综合考虑的必要性。

主要内容：

2.1 可逆反应与化学平衡

2.2 化学反应速率

重点：

1. 化学平衡及平衡移动规律，能用平衡常数 (K^\ominus) 计算平衡的组成
2. 化学反应速率方程（质量作用定律）和反应级数的概念。
3. 影响化学反应速率的因素

难点：

1. 运用活化能和活化分子概念说明浓度、分压、温度、催化剂对反应速率的影响。
2. 有关化学平衡的处理与计算

第3章 酸碱与酸碱平衡

了解酸碱理论的发展；掌握酸碱质子理论的定义、理解共轭酸碱对的概念。掌握弱电解质的电离度、稀释定律、溶液的离解平衡、分布系数、质子条件式、盐效应和同离子效应的概念。掌握用质子理论计算一元弱酸、一元弱碱、一元弱酸盐和一元弱碱盐溶液的 pH 值。熟悉用质子理论计算多元弱酸的离解平衡组成，多元弱酸盐及两性物质溶液酸度的计算。掌握酸碱缓冲溶液的组成、缓冲原理及缓冲溶液的配制。理解酸碱指示剂的变色范围和选择原则，熟悉常用指示剂在酸碱滴定中的使用。掌握一元酸碱滴定过程中 pH 的变化规律及指示剂选择。了解其它类型酸碱滴定过程中 pH 的变化规律。掌握各类酸、碱能被准确滴定的条件。掌握酸碱滴定法结果的计算。了解酸碱滴定法的应用。

主要内容：

3.1 酸碱质子理论与酸碱平衡

3.2 酸碱平衡的移动

3.3 酸碱平衡中组分的分布及浓度计算

3.4 溶液酸度的计算

3.5 溶液酸度的控制与检测

3.6 酸碱滴定法

重点：

1. 弱电解质的离解度、稀释定律、溶液的酸碱性和 pH 值、离解平衡、同离子效应、缓冲溶液等内容及有关计算

2. 酸碱滴定分析方法的原理

3. 酸碱滴定分析方法的应用和滴定结果的计算方法

4. 双指示剂法测定混合碱的有关计算

难点：

1. 各种类型酸碱滴定过程中 pH 的变化规律及指示剂的选择方法
2. 分布系数与分布曲线和质子条件式的确定
3. 两性物质溶液酸度的计算和多元酸(碱)以及混酸的滴定
4. 双指示剂法测定混合碱的有关计算

第4章 沉淀的形成与沉淀平衡

掌握溶度积的概念、溶度积和溶解度的换算。了解影响沉淀溶解平衡的因素，掌握用溶度积规则判断沉淀的产生与溶解。掌握沉淀溶解平衡的有关计算。掌握沉淀滴定法的原理及主要应用。理

解重量分析法对沉淀形和称量形的要求；了解沉淀的形成，影响沉淀纯度的因素，沉淀条件的选择；掌握重量分析结果的计算。

主要内容：

- 4.1 沉淀溶解平衡及其影响因素
- 4.2 分步沉淀、沉淀的转化
- 4.3 沉淀的形成与纯度
- 4.4 获得良好、纯净沉淀的措施
- 4.5 沉淀测定法

重点：

1. 沉淀溶解平衡及影响平衡的因素、溶度积规则
2. 运用溶度积规则判断沉淀的产生和溶解、重量分析方法的特点、基本原理和步骤。
3. 沉淀滴定分析方法的应用和滴定结果的计算方法

难点：

1. 分步沉淀及其有关计算
2. 沉淀滴定分析的终点判断

第5章 电化学与氧化还原平衡

掌握氧化还原反应的本质、氧化数的概念、氧化还原反应方程式的配平。理解原电池的概念、电极电势、标准电极电势、条件电极电位的概念。掌握用电极电势来判断氧化剂、还原剂的相对强弱和氧化还原反应的方向；判断氧化还原反应进行的方向和程度；会应用元素电势图讨论元素的有关性质。熟练掌握能斯特方程式，并掌握用能斯特方程进行相关的计算；了解条件电极电势。了解影响氧化还原反应速度的因素。掌握常用的氧化还原滴定方法：高锰酸钾法、重铬酸钾法和碘量法；掌握它们的原理，特点，指示剂的选择及应用实例。掌握氧化还原滴定分析结果的计算。

主要内容：

- 5.1 氧化还原反应
- 5.2 电极电势
- 5.3 电极电势的应用
- 5.4 氧化还原反应的速率
- 5.5 氧化还原滴定法

重点：

1. 氧化还原平衡、电极电势等内容及有关计算。
2. 氧化还原滴定分析方法的原理
3. 常用的氧化还原滴定方法：高锰酸钾法、重铬酸钾法和碘量法
4. 氧化还原滴定分析方法的应用和滴定结果的计算

难点：

1. 氧化还原滴定法滴定条件的选择
2. 氧化还原滴定分析方法的原理
3. 能斯特方程式相关的计算

第6章 物质结构

了解微观粒子的波粒二象性、原子轨道（波函数）和电子云等概念。掌握四个量子数的符号、表示的意义及其取值规律。掌握原子轨道和电子云的角度分布图。掌握原子核外电子排布的一般规律及方法，理解核外电子排布和元素周期系之间的关系。理解电离能、电子亲和能、电负性及主要氧化值的周期性变化。理解化学键的本质、离子键与共价键的特征及它们的区别；理解键参数的意义；掌握 O_2 、 N_2 、 F_2 的分子轨道，理解成键轨道、反键轨道、 σ 键、 π 键的概念以及杂化轨道、不等性杂化等概念。从价键理论理解共价键的形成、特性（方向性、饱和性）和类型（ σ 键、 π 键）。熟悉分子或离子的构型与杂化轨道常见类型的关系。理解分子间作用力的特征与性质；理解氢键的

形成及对物质物理性质的影响。了解晶体、非晶体的概念，理解不同类型晶体的特性，理解晶格能、离子极化对物质物理性质的影响。

主要内容：

- 6.1 原子结构的基本模型
- 6.2 核外电子运动状态
- 6.3 原子电子层结构和元素周期系
- 6.4 共价化合物
- 6.5 分子间力、氢键
- 6.6 离子化合物

重点：

1. 四个量子数对核外电子运动状态的描述
2. 原子核外电子排布的一般规律及主族元素、过渡元素价电子结构的特征。
3. s、p、d 原子轨道的形状和方向。
4. 原子半径、电离能、电子亲和能、电负性的周期性变化。
5. 从价键理论理解共价键的形成、特征（方向性、饱和性）和类型（ σ 键、 π 键）。
6. 杂化轨道类型（sp、 sp^2 、 sp^3 ）与分子构型的关系
7. 不同类型晶体的结构特征。

难点：

1. 原子核外电子运动的近代概念、原子能级、几率密度和电子云、原子轨道和波函数。
2. 四个量子数对核外电子运动状态的描述
3. 分子轨道的概念，并用以说明分子的结构和磁性。
4. 分子的极性和变形性

第7章 配位化合物与配位平衡

掌握配位化合物的定义、组成、命名和分类。掌握配位化合物的价键理论，掌握配位平衡和配位平衡常数的意义及其有关计算，理解配位平衡的移动及与其它平衡的关系。了解螯合物形成的条件和特殊稳定性。了解 EDTA 与金属离子形成的螯合物的特征。了解酸度对配位反应的影响和酸效应系数的含义；掌握条件稳定常数的概念及其计算。掌握金属离子能被准确滴定的条件；会使用酸效应曲线选择滴定的酸度条件。了解金属指示剂的应用，了解提高配位滴定的选择性方法。掌握配位滴定的应用。

主要内容：

- 7.1 配位化合物与螯合物
- 7.2 配位化合物的价键理论
- 7.3 配位平衡及其影响因素
- 7.4 配位滴定法

重点：

1. 配合物的基本概念和配合物的价键理论
2. 计算配位平衡的组成和酸度的选择及提高滴定选择性的方法
3. 配位滴定分析方法的原理、滴定曲线、滴定的可行性
4. 配位滴定分析方法的应用和滴定结果的计算方法

难点：

1. 配合物的价键理论
2. 配位平衡组成的计算和酸度的选择以及提高滴定选择性的方法

第8章 p 区重要元素及其化合物

掌握主族元素常见的单质和重要化合物（氧化物、卤化物、氢化物、硫化物、氢氧化物、含氧酸及其盐等）的典型性质。某些重要单质、化合物的制备方法，了解元素酸碱性、氧化还原性在周期系中的变化规律。

主要内容:

- 8.1 卤素及其主要化合物
- 8.2 氧、硫及其化合物
- 8.3 氮族元素及其主要化合物
- 8.4 碳、硼族元素及其主要化合物

重点:

1. 主族元素重要化合物的典型性质(酸性、氧化还原性)
2. 通过元素化学的学习, 会判断一般化学反应的产物, 并能正确书写反应方程式

难点:

主族元素重要化合物的酸性、氧化还原性、离子的分离鉴定

第9章 s、ds、d 区重要元素及其化合物

了解过渡元素的通性。掌握过渡元素(Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag、Zn、Cd、Hg)重要化合物的典型性质(酸性、氧化还原性、配合性、离子的分离鉴定)。掌握定性分析中的系统分析法

主要内容:

- 9.1 s 区元素
- 9.2 d 区元素
- 9.3 ds 区元素
- 9.4 常见金属离子的分离与鉴定

重点:

1. 过渡元素重要化合物的典型性质(酸性、氧化还原性、配合性、离子的分离鉴定)
2. 定性分析中的系统分析法

难点:

过渡元素重要化合物的酸性、氧化还原性、配合性、离子的分离鉴定

第10章 可见光分光光度法

了解物质颜色与光的吸收关系。了解分光光度法的基本原理, 掌握朗伯一比耳定律。了解分光光度法的仪器及测量误差和测量条件的选择。掌握分光光度法的应用实例。

主要内容:

- 10.1 可见光分光光度法的基本原理
- 10.2 可见光分光光度法
- 10.3 可见光分光光度法的应用

重点:

1. Lambert-Bert 定律

难点:

1. 显色反应条件的选择与参比溶液的选择

学时分配: 总学时 68。分配如下:

序号	授 课 内 容	学时
1	化学计量、误差与数据处理	4
2	化学反应的基本原理	4
3	酸碱与酸碱平衡	8
4	沉淀的形成与沉淀平衡	8
5	电化学与氧化还原平衡	8
6	物质结构	10
7	配位化合物与配位平衡	8
8	P 区元素及其重要化合物	4
9	S、d、ds 区元素及其重要化合物	8
10	可见光分光光度法	6

四、教学环节安排与考核办法

(一) 课堂讲授

1、讲课：课程的基本理论部分应进行系统讲授。

讲课的内容要注意内容的系统性和逻辑的严密性。讲课时要求做到概念准确，重点突出，板书清楚，层次清晰，条理分明，并能承前启后，适当介绍实际应用的科研与工程实例。

2、习题课(含讨论课)的目的在于提高学生对基本概念的深刻理解和增强基础理论的应用能力。习题课选题要精、目的性要强。习题课中要注意引导和启发学生思维，展开讨论，以培养学生分析问题和解决问题的能力。

3、辅导：针对目前学生学习情况，建议每章安排答疑时间，具体形式：(a)通过网络答疑；(b)课后答疑

4、教学方法：具体的教学形式由教师根据教学内容、教学对象、教学条件和各自的教学经验而定，原则上建议采用 CAI 课件与黑板讲授相结合的教学方式，合理运用问题教学或项目教学的教学方法

重视教书育人，在教学的各个环节都要对学生严格要求。要结合课程的学习，对学生进行学习目的和学风教育。

(二) 作业要求和作业量

学生独立地按时完成作业是学好无机及分析化学课程的关键之一。必须教育和督促学生重视这一教学环节。要求学生先复习，消化讲课内容后再做习题，以达到巩固课堂教学的目的。

1、对学生的要求：要求学生按时交作业。对迟交、不交作业和抄袭作业的学生要用适当的方式进行批评教育。

2、对教师的要求：

每次作业全部批改，批改作业应有记录，作为期末评分中平时成绩的依据之一。

3、作业量与题型

作业量要适宜，平均每 2 学时课布置 3-5 题。

习题题型一般为计算题、问答题、判断题等

(三) 课外学习

本课程已建立无机及分析化学课程网站与无机及分析化学网络教学平台，学生可以在课外进行自主学习。

本课程为学生提供一套《无机及分析化学测验题集》，学生可以在课外练习。

本课程要求学生进行研究性学习，并完成研究性学习报告 (term paper)。

(四) 考核办法

1、本课程为考试课程，期末考试形式为闭卷。

2、期末考试采用国家试题库统一命题，统一阅卷

3、总评成绩以期末考试为主，占 80%，平时作业，研究性学习报告和平时学习情况占 20%。

五、建议使用教材与参考书

1、无机及分析化学(第二版)，倪静安等，化学工业出版社，2005.5

2、无机及分析化学教程，倪静安等，高等教育出版社，2006.5

3、无机及分析化学解疑与思考，张敬乾主编，大连海事大学出版社，1999.1

4、无机及分析化学题解，赵中一等编，华中科技大学出版社，2001.9