

# 无机及分析化学 A 课程教学大纲

**课程名称：**无机及分析化学 A/ Inorganic and Analytical Chemistry A

**课程代码：**04125001

**课程类型：**基础/必修

**总学时数：**72 （理论学时： 72 实验或实践学时： 0 ）

**学 分：**4.5

**先修课程：**

**开课单位：**生化学院

**适用专业：**化学工程与工艺；

## 一、课程的性质、目的和任务

无机及分析化学是高等学校化学工程与工艺专业必修的第一门化学基础课。它是培养化学工程与工艺专业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。

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。

## 二、教学内容及教学基本要求

### 1. 物质的聚集状态

了解分散体系的分类及主要特征。掌握理想气体状态方程式和气体分压定理。掌握溶液浓度的表示方法；掌握电解质溶液的定义与有关概念。了解晶体的特征、结构及分类。

主要内容：

1.1 气体

1.2 液体和溶液

1.3 固体

重点：

1. 分散体系的分类及主要特征

2. 理想气体状态方程式和气体分压定理

3. 电解质溶液的定义与有关概念

4. 晶体的特征、结构及分类。

难点：

1. 气体分压定理及有关计算

2. 活度、活度系数与离子强度的概念

### 2. 化学分析、测量误差与数据处理

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。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:

- 2.1 分析化学概述
- 2.2 测量误差
- 2.3 少量分析数据的统计处理
- 2.4 有效数字

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. 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。了解化学反应的能量关系。

主要内容:

- 3.1 可逆反应与化学平衡
- 3.2 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
4. 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：

- 4.1 酸碱质子理论与酸碱平衡
- 4.2 影响解离的主要因素
- 4.3 酸碱平衡中组分分布及浓度计算
- 4.4 溶液酸度的计算
- 4.5 溶液酸度的控制与测试
- 4.6 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

## 5. 沉淀-溶解平衡

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、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：

- 5.1 沉淀—溶解平衡及其影响因素
- 5.2 分步沉淀、沉淀的转化
- 5.3 沉淀的形成与纯度
- 5.4 沉淀分离与富集
- 5.5 无机材料制备与组分含量测定中的沉淀法

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

## 6. 电极电势与氧化还原平衡

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、条件电极电势的概念。掌握用电极电势来判断氧化剂、还原剂的相对强弱；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，并能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：

- 6.1 氧化还原反应与电极电势
- 6.2 电极电势的应用
- 6.3 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

## 7. 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 配合物与螯合物
- 7.2 配位平衡及其影响因素
- 7.3 配位滴定法
- 7.4 配位平衡的应用

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

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

## 8. 原子结构

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。

主要内容：

- 8.1 氢原子光谱和玻尔理论
- 8.2 氢原子的量子力学模型
- 8.3 多电子原子的核外电子排布
- 8.4 原子的电子层结构和元素周期律

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。

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

## 9. 分子结构和晶体结构

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、 $\sigma$ 键、 $\pi$ 键的概念以及杂化轨道、不等性杂化的概念。从价键理论理解共价键的形成、特性（方向性、饱和性）和类型（ $\sigma$ 键、 $\pi$ 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：

- 9.1 共价键理论
- 9.2 分子间作用力
- 9.3 离子键理论
- 9.4 非离子型晶体

重点：

1. 从价键理论理解共价键的形成、特征（方向性、饱和性）和类型（ $\sigma$ 键、 $\pi$ 键）。
2. 杂化轨道类型（ $sp$ 、 $sp^2$ 、 $sp^3$ ）与分子构型的关系
3. 不同类型晶体的结构特征。

难点：

1. 分子轨道的概念，并用以说明分子的结构和磁性。
2. 分子的极性和变形性

## 10. 主族元素选论

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：

- 10.1 碱金属和碱土金属

## 10.2 硼、铝

## 10.3 碳族元素

## 10.4 氮族元素

## 10.5 氧、硫

## 10.6 卤族元素

重点:

1. 主族元素重要化合物的典型性质（酸碱性、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其酸碱性、氧化还原性、离子的分离鉴定

## 11. 副族元素选论

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（酸碱性、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:

### 11.1 通性

### 11.2 铬、锰

### 11.3 铁、钴、镍

### 11.4 $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Fe^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Zn^{2+}$ 离子的鉴定

### 11.5 铜、银

### 11.6 锌、镉、汞

### 11.7 $Hg^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $Sb^{3+}$ , $Bi^{3+}$ 离子的鉴定

重点:

过渡元素（Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag、Zn、Cd、Hg）重要化合物的典型性质（酸碱性、氧化还原性、配合性、离子的分离鉴定）

难点:

过渡元素重要化合物的酸碱性、氧化还原性、配合性、离子的分离鉴定

## 12. 吸光光度法

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:

### 12.1 概述

### 12.2 目视比色法与可见分光光度法

### 12.3 显色反应及其影响因素

### 12.4 吸光度测量条件的选择

### 12.5 分光光度法的应用

重点:

Lambert-Bert 定律

难点:

显色反应条件的选择与参比溶液的选择

### 三、学时分配表

| 序号 | 课程内容           | 讲课学时 |
|----|----------------|------|
| 1  | 物质的聚集状态        | 2    |
| 2  | 化学分析、测量误差与数据处理 | 4    |
| 3  | 化学反应的基本原理      | 6    |
| 4  | 酸碱平衡           | 10   |
| 5  | 沉淀-溶解平衡        | 8    |
| 6  | 电极电势与氧化还原平衡    | 8    |
| 7  | 配位化合物与配位平衡     | 8    |
| 8  | 原子结构           | 4    |
| 9  | 分子结构和晶体结构      | 6    |
| 10 | 主族元素选论         | 6    |
| 11 | 副族元素选论         | 6    |
| 12 | 吸光光度法          | 4    |
| 合计 |                | 72   |

### 四、课程考核方法及要求

1. 考核方式：考试（√）；考查（）
2. 成绩评定：  
   计分制：百分制（√）；五级分制（）；两级分制（）  
   总评成绩构成：平时考核（20）%；中期考核（）%；期末考核（80）%  
   平时成绩构成：考勤考纪（5）%；作业（15）%；其他（）%

### 五、建议教材及参考资料

#### 建议教材：

倪静安主编，《无机及分析化学教程》，高等教育出版社，2006年版

#### 参考资料：

1. 倪静安主编，《无机及分析化学》，化学工业出版社，2005年版
2. 张敬乾主编，《无机及分析化学解疑与思考》，大连海事大学出版社，1999年版
3. 赵中一主编，《无机及分析化学题解》，华中科技大学出版社，2001年版

### 六、大纲说明

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。

执笔人：张立庆

审核人：姜华昌

审批人：刘士旺