

《无机化学 II》课程教学大纲

Inorganic Chemistry II

一、课程基本信息

【课程编码】02013126	【所属模块】专业必修课程
【课程性质】专业主干课	【是否核心课程】是
【总学分/学时】4学分/72学时	【理论学分/学时】4学分/72学时
	【实践学分/学时】0学分/0学时
【开设学期】2	【适用专业】化学(师范)、应用化学
【选用教材】《无机化学(第三版)》,福建师范大学,高等教育出版社,2017.04	
【先修课要求】无机化学 I	
【考核方式】闭卷笔试、平时考核相结合	
【执笔人】陈庆阳	【审定人】刘颖

二、课程简介

无机化学 II 是化学及相关专业的一门专业基础课,是在无机化学 I 基本原理的基础上,运用热力学、动力学及物质结构和四大平衡知识去理解和掌握有关无机化学中常见元素及其化合物的存在、结构、性质、制备及相关化学反应方程式。配合物及配位平衡也属于本课程范围。学完本课程后使学生学会自主归纳和总结元素及其化合物的通性、特性、变化规律;学会通过网络及线上平台获取相关文献资料、课外知识信息,解决实际生产生活中的无机化学问题;帮助学生树立辩证唯物主义观点,提升化学核心素养,为后续化学课程的学习奠定坚实的基础。

三、课程目标

通过本课程的学习，使学生具备下列能力：

课程目标 1：掌握无机元素单质、化合物的重要性质，熟记重要反应；了解元素的发展历史和相关研究的前沿动态。【毕业要求 3-1 学科素养】

课程目标 2：了解生命科学、环境科学、材料科学、能源科学等对无机化学的需求，能够根据上述领域中涉及到的元素化学基础问题结合其他知识提出科学可行的解决方案；能够运用无机化学知识，注意发现无机化合物合成或生产中的环境污染问题，养成科学的化学安全意识、环保意识和可持续发展意识。【毕业要求 3-2、3-3 学科素养】

课程目标 3：在科学精神、科学方法、创新思维等基本学科素养方面进行教育和启迪，养成严谨求实的科学态度和工作作风。理解无机化学在保障人民健康、社会经济可持续发展中的重要作用，树立强烈的社会责任感。【毕业要求 6-2 综合育人】

课程目标 4：学会自主归纳和总结元素及其化合物的性质及变化规律，学会通过从网络及线上平台获取相关文献资料、课外知识信息，解决实际生产生活中的无机化学问题。养成运用批判性思维和质疑精神进行问题反思的习惯，提升分析问题、解决问题的创新能力。

【毕业要求 7-3 学会反思】

四、课程目标与毕业要求的对应关系

1. 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标
3 学科素养	3-1 具有一定数理基础，掌握化学学科基础知识、基本理论和化学实验基本实验技能，了解化学学科的发展历史、发展趋势和前沿动态，形成扎实的化学学科知识体系基本思想和方法。	课程目标 1
	3-2 了解化学与材料科学、生命科学、环境科学等学科的关系，能够运用化学学科知识、科学思维和探究精神解释自然现象，并能参与化学相关的社会实践活动，积极传播化学知识。	课程目标2
	3-3 能在教学实践中，综合运用化学学科知识和其他科学知识，提高化学教学内容的科学性和实效性。	课程目标2
6 综合育人	6-2 结合化学专业知识和重要科研进展，通过课堂教学、组织主题教育活动或社团活动等，开展综合育人活动，对学生进行系统教育和积极引导。	课程目标3
7学会反思	7-3 初步掌握反思方法和技能，能通过收集信息进行自我诊断，并进行自我改进。能运用批判性思维方法，学会分析和解决化学教育教学问题，具有积极的反思实践体验。	课程目标4

2. 课程目标与毕业要求的矩阵关系图

课程目标 \ 毕业要求	2 教育情怀	3 学科素养			6 综合育人	7 学会反思
	2-1	3-1	3-2	3-3		
课程目标 1	L	H				
课程目标 2			H	L		
课程目标 3					M	
课程目标 4						H

五、教学内容与课时安排

1. 课时分配及课程教学内容与课程目标的对应关系

章节	内容	理论学时	支撑课程目标
第 10 章	元素化学引论	4	课程目标 1, 2, 3, 4
第 11 章	氢和稀有气体	2	课程目标 1, 2, 3, 4
第 12 章	卤素	8	课程目标 1, 2, 3, 4
第 13 章	氧族元素	6	课程目标 1, 2, 3, 4
第 14 章	氮族元素	8	课程目标 1, 2, 3, 4
第 15 章	碳族元素	6	课程目标 1, 2, 3, 4
第 16 章	硼族元素	4	课程目标 1, 2, 3, 4
第 17 章	碱金属和碱土金属元素	4	课程目标 1, 2, 3, 4
第 9 章	配合物	10	课程目标 1, 2, 3, 4
第 18 章	铜族元素 锌族元素	4	课程目标 1, 2, 3, 4
第 19 章	过渡元素 (一)	8	课程目标 1, 2, 3, 4
第 20 章	过渡元素 (二)	4	课程目标 1, 2, 3, 4
第 21 章	镧系与钪系元素	4	课程目标 1, 2, 3, 4
	合计	72	

2. 教学内容

第 10 章 元素化学引论

教学目的与要求:

1. 掌握金属、非金属元素原子的结构特点;
2. 了解金属和非金属单质的主要化学性质;
3. 掌握非金属氢化物的性质及其变化规律;
4. 掌握无机含氧酸结构特点和酸性强弱的规律;

5. 掌握无机含氧酸盐的溶解性、热稳定性、氧化还原性、水解性的规律。

教学内容:

10.1 元素在地壳中的分布

10.2 单质的结构和性质

10.2.1 非金属单质的结构和性质

10.2.2 金属单质的结构和性质

10.3 非金属氢化物

10.3.1 氢化物的结构

10.3.2 氢化物的性质

10.4 无机含氧酸

10.4.1 氧化物水合物的酸碱性

10.4.2 含氧酸的结构

10.4.3 含氧酸的酸性强度

10.4.4 含氧酸及其盐的氧化性

10.5 无机盐的性质

10.5.1 溶解性

10.5.2 热稳定性

10.5.3 水解性

教学重点与难点:

1. **教学重点:** 非金属元素含氧酸及其盐的结构、性质及变化规律

2. **教学难点:** 对无机含氧酸及其盐性质变化规律的相关解释。

第 11 章 氢和稀有气体

教学目的与要求:

1. 了解氢气的主要制备方法;
2. 了解稀有气体的重要性质、用途;
3. 掌握氢的性质和用途;
4. 熟练运用价层电子对互斥理论判断稀有气体化合物的空间构型。

教学内容:

11.1 氢

11.1.1 氢在自然界的分布和存在状态

11.1.2 氢的性质和用途

11.1.3 氢的化合物

11.1.4 氢的制备

11.1.5 氢能源

11.2 稀有气体

11.2.1 稀有气体的存在和分离

11.2.2 稀有气体的性质和用途

11.2.3 稀有气体化合物的性质和结构

教学重点与难点：

1. **教学重点：**氢的性质和用途，稀有气体化合物的空间构型。
2. **教学难点：**用价层电子对互斥理论解释对稀有气体化合物的空间构型。

第 12 章 卤素

教学目的与要求：

1. 熟悉卤素的通性；卤素单质的制备和性质；
2. 掌握卤化氢的还原性、酸性、稳定性及其变化规律；
3. 掌握卤化氢的制备方法；
4. 掌握氯的含氧酸的酸性及卤酸盐的稳定性的变化规律；
5. 掌握溴、碘的含氧酸的性质；
6. 能较熟练地运用自由能—氧化数图判断卤素各氧化态的稳定性及转化关系。

教学内容：

12.1 卤素的通性

12.1.1 卤素的通性

12.1.2 卤素的存在

12.1.3 卤素的自由能—氧化态图

12.2 卤素单质

12.2.1 物理性质

12.2.2 化学性质

12.2.3 卤素单质的制备

12.2.4 卤素的用途

12.3 卤素的化合物

12.3.1 卤化氢和氢卤酸

12.3.2 卤化物 多卤化物 卤素互化物

12.3.3 卤素的氧化物、含氧酸及其盐

12.4 拟卤素

教学重点与难点：

1. **教学重点：**卤素及其重要化合物的制备方法和性质。
2. **教学难点：**卤素含氧酸及其盐的性质递变规律及其解释；自由能—氧化数图理解及应用。

第 13 章 氧族元素

教学目的与要求：

1. 熟悉氧族元素的通性及氧在本族元素中的特殊性；
2. 掌握臭氧、过氧化氢的结构、性质和用途；
3. 了解氧化物的分类和性质；
4. 掌握 SO_2 、 SO_3 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 及其相应的盐、硫代硫酸盐、过二硫酸及其盐的结构、性质、制备和用途及它们之间的相互转化。

教学内容：

13.1 氧族元素的通性

13.2 氧及其化合物

13.2.1 氧

13.2.2 臭氧

13.2.3 氧化物

13.2.4 过氧化氢

13.3 硫及其化合物

13.3.1 硫的单质

13.3.2 硫化物和多硫化物

13.3.3 硫的含氧化合物

13.3.4 硫的其它化合物

13.4 硒和碲

教学重点与难点：

1. **教学重点：**臭氧、双氧水分子结构和性质，氧化物的分类与成键特点、硫及其重要化合物的结构、性质。

2. **教学难点：**硫的各种含氧酸的结构与性质的关系及其解释。

第14章 氮族元素

教学目的与要求：

1. 熟悉氮族元素的通性及氮在本族元素中的特殊性；
2. 掌握氮的单质及它们的氢化物、氧化物、含氧酸和含氧酸盐的结构、性质、制备和用途；
3. 掌握磷的单质及它们的氢化物、氧化物、含氧酸和含氧酸盐的结构、性质、制备和用途；
4. 掌握砷、锑、铋单质及其化合物的性质递变规律；掌握砷(III)的还原性和铋(V)的氧化性；熟悉惰性电子对效应。

教学内容：

14.1 氮族元素概述

14.2 氮和氮的化合物

14.2.1 氮

14.2.2 氮的氢化物

14.2.3 氮氧化物

14.2.4 氮的卤化物

14.2.5 氮的含氧化合物

14.3 磷及其化合物

14.3.1 单质

14.3.2 氢化物和卤化物

14.3.3 氧化物及其水合物

14.4 砷、锑、铋

14.4.1 单质

14.4.2 氢化物和卤化物

14.4.3 氧化物及其水合物

14.4.4 硫化物和硫代酸盐

14.5 惰性电子对效应

教学重点与难点：

1. **教学重点：**氮、磷及其重要化合物的基本性质和结构。
2. **教学难点：**对氮、磷及其化合物结构及特殊性质的解释，惰性电子对效应。

第 15 章 碳族元素

教学目的与要求:

1. 熟悉碳族元素的通性, 掌握碳族元素化学性质的递变规律;
2. 掌握碳及硅的单质、卤化物和含氧化合物的结构、制备与性质;
3. 熟悉锡和铅的单质、氧化物、氢氧化物、卤化物及硫化物的性质;
4. 掌握锡(II)的还原性和铅(IV)的氧化性。

教学内容:

15.1 碳族元素通性

15.2 碳

15.2.1 碳的单质

15.2.2 碳的化合物

15.3 硅

15.3.1 单质

15.3.2 硅烷

15.3.3 硅的卤化物和氟硅酸盐

15.3.4 硅的含氧化合物

15.4 锗分族

15.4.1 锗、锡、铅的存在、冶炼、性质及用途

15.4.2 氧化物和氢氧化物

15.4.3 卤化物

15.4.4 硫化物

教学重点与难点:

1. **教学重点:** 碳及硅的单质、氢化物、含氧化合物和卤化物的结构、制备、性质及用途。
2. **教学难点:** 碳、硅单质及化合物结构与性质关系; 锗分族硫化物相关反应。

第 16 章 硼族元素

教学目的与要求:

1. 掌握硼、铝元素的单质、氢化物、卤化物和含氧化合物的性质, 了解其制备方法及其用途;
2. 掌握硼、铝及其化合物的结构和性质, 了解其缺电子性;
3. 了解硼族元素性质的变化规律。

教学内容:

16.1 硼族元素的通性

16.2 硼单质及其化合物

16.2.1 硼单质

16.2.2 硼的化合物

16.3 铝单质及其化合物

16.3.1 铝单质

16.3.2 铝的化合物

16.4 镓、铟、铊

16.4.1 镓、铟、铊单质

16.4.2 镓、铟、铊化合物

教学重点与难点：

1. **教学重点：**硼缺电子特性及成键特征，重要化合物的结构和性质。
2. **教学难点：**硼族的缺电子特性和结构、性质的关系。

第 17 章 碱金属和碱土金属元素

教学目的与要求：

1. 了解碱金属和碱土金属的通性；
2. 掌握碱金属和碱土金属单质的结构、性质、制备及其用途；
3. 掌握碱金属和碱土金属的氧化物、氢氧化物、氢化物及盐类的主要性质及其变化规律；
4. 掌握锂、铍的特性。

教学内容：

17.1 碱金属和碱土金属的通性

17.2 碱金属和碱土金属的单质

17.2.1 单质的物理性质

17.2.2 单质和化学性质

17.2.3 碱金属和碱土金属的制备

17.3 碱金属和碱土金属的化合物

17.3.1 氧化物

17.3.2 氢氧化物

17.3.3 氢化物

17.3.4 盐类

17.3.5 配合物

17.3.6 钠、钾化合物的比较

17.3.7 锂、铍的特殊性

教学重点与难点：

1. **教学重点：**碱金属、碱土金属单质及其化合物的主要化学性质。
2. **教学难点：**用极化理论解释相应盐类各种特性及变化规律。

第9章 配位化合物

教学目的与要求：

- 1.掌握配合物的基本概念、命名法，了解配合物的主要类型；
- 2.了解配合物的异构现象，掌握配合物的几何异构；
- 3.掌握配合物价键理论的主要论点，并能用之解释配合物的磁性、配位数、空间构型和稳定性；
- 4.掌握晶体场理论的基本要点，熟练应用晶体场理论说明八面体配合物的磁性、颜色及稳定性；
- 5.掌握配合物稳定常数的意义并熟练进行配位平衡的有关计算；
- 6.了解影响配合物稳定性的因素。

教学内容：

9.1 基本概念

9.1.1 配位化合物的定义

9.1.2 配位化合物的组成

9.1.3 配位化合物的类型

9.1.4 配位化合物的命名

9.2 配位化合物的空间结构及异构现象

9.2.1 配位化合物的空间结构

9.2.2 配位化合物的几何异构现象

9.3 配位化合物的化学键理论

9.3.1 现代价键理论※

9.3.2 晶体场理论简介

9.4 配位平衡及配合物的稳定性※

9.4.1 配合物的平衡常数

9.4.2 配位平衡的移动

9.4.3 影响配合物稳定性的因素

9.5 配合物的应用

9.5.1 分离和提纯

9.5.2 新型功能配合物

9.5.3 生物化学中的配位化合物

9.5.4 配位催化

教学重点与难点：

1. **教学重点：**配合物的价键理论，配位平衡及平衡移动与计算。
2. **教学难点：**配合物的晶体场理论，配位平衡与氧化还原平衡综合计算。

第 18 章 铜族和锌族元素

教学目的与要求：

1. 掌握铜、银、锌、汞的单质、氧化物、氢氧化物及其盐的性质和用途；
2. 掌握 Cu(I)和 Cu(II)、Hg(I)和 Hg(II)之间相互转化；
3. 掌握 IA 族和 IB 族，IIA 族和 IIB 族元素性质的不同点。

教学内容：

18.1 铜族元素

18.1.1 通性

18.1.2 铜族元素单质的性质

18.1.3 铜族元素的冶炼及用途

18.1.4 铜族元素的重要化合物

18.1.5 IB 族元素和 IA 族元素性质的对比

18.2 锌族元素

18.2.1 通性

18.2.2 锌族元素单质的性质

18.2.3 锌族元素的冶炼及用途

18.2.4 锌族元素的重要化合物

18.2.5 含镉、汞等有害金属离子的工业废水处理

18.2.6 IIB 族元素和 IIA 族元素性质的对比

教学重点与难点：

1. **教学重点:** Cu(I)和 Cu(II)、Hg(I)和 Hg(II)之间相互转化; 重要化合物的性质和应用。
2. **教学难点:** 用极化理论解释相应重要化合物特性及变化规律。

第 19 章 过渡元素 (一)

教学目的与要求:

1. 掌握第一过渡系元素的价电子层构型的特点及其与元素性质的关系;
2. 掌握钛副族、钒副族、铬副族和锰副族的重要单质及化合物的性质、用途。

教学内容:

19.1 过渡元素的基本性质

- 19.1.1 过渡元素原子的电子构型
- 19.1.2 过渡元素的氧化态及其稳定性
- 19.1.3 过渡元素的原子半径和离子半径
- 19.1.4 过渡元素单质的性质
- 19.1.5 过渡元素含氧化合物
- 19.1.6 过渡金属及化合物的磁性
- 19.1.7 过渡金属离子及化合物的颜色
- 19.1.8 过渡元素的配位化合物

19.2 钛副族

- 19.2.1 概述
- 19.2.2 钛的重要化合物
- 19.2.3 锆和铪的化合物

19.3 钒副族

- 19.3.1 概述
- 19.3.2 钒的重要化合物
- 19.3.3 铌和钽的化合物

19.4 铬副族

- 19.4.1 概述
- 19.4.2 铬的重要化合物
- 19.4.3 钼和钨的化合物

19.5 锰副族

- 19.5.1 概述

19.5.2 氧化数为+2 的锰的化合物

19.5.3 氧化数为+4 的锰的化合物

19.5.4 氧化数为+7 的锰的化合物

教学重点与难点:

1. **教学重点:** 过渡元素的电子构型特点及其与元素性质及变化规律的关系; 钛、钒、铬和锰的单质及其重要化合物的结构和性质, 铬分族性质递变规律。
2. **教学难点:** 单质及其重要化合物的制备及化合物性质与递变规律。

第 20 章 过渡元素 (二)

教学目的与要求:

1. 掌握铁、钴、镍的+2、+3 氧化态稳定性变化规律及这些氧化态化合物在反应性上的差异;
熟悉铁、钴、镍的重要配合物;
2. 了解铂及其重要化合物的性质。

教学内容:

20.1 铁系元素

20.1.1. 概述

20.1.2. 铁、钴、镍的性质

20.1.3. 铁、钴、镍的重要化合物

20.2 铂系元素

20.2.1. 概述

20.2.2. 铂系金属

20.2.3. 铂和钯的重要化合物

教学重点与难点:

1. **教学重点:** 铁、钴、镍的单质及其重要化合物的结构和性质, +2、+3 氧化态稳定性变化规律。
2. **教学难点:** 铁、钴、镍配合物相关结构与性质。

第 21 章 铜系和镉系元素

教学目的与要求:

1. 掌握铜系元素和镉系元素的电子构型与性质的关系;

2. 掌握镧系收缩的实质及对周期表中其他元素性质的影响；
3. 了解镧系元素重要的单质和化合物的性质；
4. 了解镧系元素和锕系元素在性质上的异同。

教学内容：

21.1 镧系元素

21.1.1 镧系元素的通性

21.1.2 镧系金属

21.1.3 镧系元素的重要化合物

21.1.4 稀土元素资源的分布

21.1.5 稀土元素的存在和分离

21.1.6 稀土元素的应用

21.2 锕系元素

21.2.1 锕系元素的通性

21.2.2 钍和铀及其化合物

教学重点与难点：

1. **教学重点：**镧系元素和锕系元素的电子构型、性质，镧系收缩，稀土元素应用。
2. **教学难点：**镧系元素和锕系元素的电子构型与性质的关系。

六、课程教学评价

课程目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	元素单质及化合物的制备、通性、特性、变化规律。	1.线上课堂学习(占比 10%) 2.章节线上讨论(占比 10%) 3.课后作业(占比 20%) 4.章节测试(占比 20%) 5.期末考试(占比 40%)
课程目标 2	对生命科学、环境科学、材料科学、能源科学领域中涉及到的元素化学基础问题与解决方案及无机化合物合成或生产中的环境污染问题、化学安全意识、环保意识和可	1.线上课堂学习(占比 10%) 2.章节线上讨论(占比 30%) 3.课后作业(占比 20%) 4.章节测试(占比 20%) 5.期末考试(占比 20%)

	持续发展意识进行考核。	
课程目标 3	元素化学内容体现出的科学精神、科学方法、创新思维，无机化学在保障人民健康、社会经济可持续发展中的作用。	1.线上课堂学习(占比 20%) 2.章节线上讨论(占比 50%) 3.课后作业 (占比 30%)
课程目标 4	对单质及化合物的通性、特性、变化规律、进行总结，能通过查找文献资料拓展学习，能运用基本理论解释现象和变化规律，解决实际生产生活中的无机化学问题。	1.线上课堂学习(占比 20%) 2.章节线上讨论(占比 40%) 3.章节测试(占比 20%) 4.期末考试(占比 20%)

七、成绩评定方法

1. 总评成绩计算方法

总评成绩=线上课堂学习(占总成绩的 6%) + 章节线上讨论(占总成绩的 6%) + 章节测试(占总成绩的 12%) + 作业成绩(占总成绩的 6%) + 期末笔试试卷成绩(占评总成绩的 70%)。

注：(1) 平时成绩占**总评成绩**的 30%，由线上课堂学习(占 20%) + 章节线上讨论(占 20%) + 章节测试(占 40%) + 作业成绩(占 20%) 组成。

(2) 线上课堂学习：由每章 ppt 资料和视频任务点组成，占平时成绩的 20%

(3) 作业成绩：每章一次作业，占平时成绩的 20%。

2. 课程分目标达成评价方法

	考核项目					课程分目标达成评价方法
	1 线上课堂 学习	2 章节线 上 讨论	3 课后 作业	4 章节 测试	5 期末 考试	
课程目标 1	10%	10%	20%	20%	40%	分目标达成度= $a_{i1} \times (\text{分目标笔试试题平均分} / \text{分目标笔试试$

课程目标 2	10%	30%	20%	20%	20%	题总分) + a_{i2} × (分目标阶段测验成绩平均分/分目标阶段测验成绩总分) + a_{i3} × (分目标课堂参与成绩平均分/分目标课堂参与成绩总分) + a_{i4} × (分目标作业成绩平均分/分目标作业成绩总分) 其中 a_{ij} 各考核项目在分目标中占比系数, a_{ij} 代表考核项目 j 在课程目标 i 达成的占比。
课程目标 3	20%	50%	30%			
课程目标 4	20%	40%	20%	20%		

3. 课程目标达成评价方法

课程目标达成度 = $0.5 \times$ 课程目标 1 达成度 + $0.2 \times$ 课程目标 2 达成度 + $0.15 \times$ 课程目标 3 达成度 + $0.15 \times$ 课程目标 4 达成度

八、教材与参考书

教材:

《无机化学》，福建师范大学，高等教育出版社，2017.04（第三版）

参考书:

(1)《无机化学》(下册)北京师范大学、华中师范大学、南京师范大学无机化学教研室编，高等教育出版社，2003 年（第四版）

(2)《无机化学》(下册)吉林大学 武汉大学 南开大学 宋天佑等编，高等教育出版社，（第四版）2019 年 8 月

(3)《无机化学学习指导》，福建师范大学、河北师范大学、辽宁师范大学、宁德师范学院合编，高等教育出版社，（第二版）2019 年 6 月

