无机化学（一）（下）课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Inorganic Chemistry(I) | **课程代码** | CHMD1009 |
| **课程性质** | 大类基础课程 | **授课对象** | 化学（双学位）（化学+新能源与器件） |
| **学 分** | 5 | **学 时** | 90 |
| **主讲教师** | 贾定先 | **修订日期** | 2023.04 |
| **指定教材** | 《无机化学》（第二版），郎建平，唐晓燕，陶建清编，南京大学出版社。 |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

无机化学是化学、应用化学等专业第一门重要基础课程，它对学生的专业学习起着承前起后的作用，在培养学生学习方法和习惯，提高专业兴趣等方面也起着关键作用。《无机化学（一）（下）》课程的目的与任务是，在学习《无机化学（一）（上）》的基础上，掌握氧化还原平衡、配位平衡的基本原理；掌握离子化合物、配合物结构的基本理论；掌握重要元素与化合物的主要性质、结构、制备、用途等，并能用化学基本原理解释元素和化合物的性质；培养学生分析和解决实际化学问题的能力，为后续化学基础课程的学习打下基础。

（二）课程目标：

《无机化学（一）（下）》主要内容有固体物质结构、氧化还原平衡、配位化学及配位平衡、元素及其化合物的结构、性质、制备和主要用途。本课程目标如下：

**课程目标1：**

1.1 掌握固体物质结构、氧化还原反应、配位化学基本概念和理论。

1.2 掌握元素周期表常见元素及其重要化合物的结构和化学性质，建立重要化合物结构、性能、用途之间的构效关系。掌握元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。

**课程目标2：**

2.1 掌握重要化合物制备方法，能综合运用本课程和其它课程知识，了解重要无机化合物、配合物等的制备过程中的化学和工程问题，并能借助文献调研，比较、分析通过优化、改近化合物制备方法。

2.2 具有科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力。

**课程目标3：**具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。

**课程目标4：**具备结合学习内容查阅相关文献能力，了解无机化学发展方向和最新研究成果，扩展国际视野。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **课程子目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 1.1 | 第9，10，18章 | 毕业要求1，2 |
| 1.2 | 第11-21章 | 毕业要求1，2，3 |
| 课程目标2 | 2.1 | 第11-21章 | 毕业要求2，4，5，11 |
| 2.2 | 第11-21章 | 毕业要求2，12 |
| 课程目标3 | - | 第11-21章 | 毕业要求6，7，8 |
| 课程目标4 | - | 第11-21章 | 毕业要求10 |

**三、教学内容**

按热力学基础、动力学基础、电离平衡、沉淀平衡、原子和分子结构、固体物质结构、氧化还原平衡、配合物和配位平衡、元素与化合物顺序，系统讲解无机化学基本原理、元素与化合物的结构、性质、制备和主要用途，归纳元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。上下册共分为三大模块：第一模块是热力学、动力学、化学平衡（包括电离平衡、沉淀平衡、氧化还原平衡、配位平衡）基本原理，第二模块是物质结构，第三模块是元素与化合物。《无机化学（一）（下）》课程的主要内容有：离子化合物、配合物结构的基本理论与性质，氧化还原平衡和配位平衡的基本原理；重要元素与化合物的主要性质、结构、制备、用途等。

**第九章** 固体的结构与性质

第一节 晶体和非晶体

一、单晶体和多晶体

二、液晶

三、非晶体

第二节 晶体的特征

一、晶体的宏观特征

二、晶胞

第三节 原子晶体和分子晶体

一、原子晶体

二、分子晶体

第四节 金属晶体

一、金属键

二、金属晶体的堆积模型

第五节 离子晶体及其性质

一、离子键和晶格能

二、离子晶体结构模型

三、离子晶体的性质

第六节 混合型晶体和晶体缺陷

第七节 离子极化对物质性质的影响

一、离子的构型

二、离子的极化作用和变形性

三、离子的极化对物质性质的影响

**第十章** 氧化还原反应

第一节 氧化还原反应的基本概念

一、氧化数

二、氧化还原反应方程式的配平

第二节 原电池与电极电势

一、原电池

二、电极电势

三、电极电势的应用

第三节 能斯特方程

一、能斯特方程

二、能斯特方程的应用

第四节 电解基本原理

一、电解原理

二、电解定律

三、分解电压

第五节 电化学应用

一、金属的腐蚀和保护

二、化学电源—— 一次电池和二次电池

**第十一章** 氢和稀有气体

第一节 氢的性质及成键特征

一、氢的性质和用途

二、氢的成键特征

第二节 氢化物分类

一、离子型氢化物

二、金属型氢化物

三、分子型氢化物

第三节 稀有气体概述

一、稀有气体的存在

二、稀有气体的制备和应用

第四节 稀有气体的化合物

一、稀有气体的氟化物

二、稀有气体的氧化物

三、稀有气体化合物的应用

**第十二章** 卤族元素

第一节 卤族通性

一、卤族元素的存在

二、卤族元素的基本性质

三、卤族元素的电势图

第二节 卤素单质

一、卤素单质的物理性质

二、卤素单质的化学性质

第三节 卤化氢和氢卤酸

一、卤化氢和氢卤酸的物理和化学性质

二、制备和用途

第四节 卤化物、多卤化物、卤素互化物和拟卤素

一、卤化物和多卤化物

二、卤素互化物

三、拟卤素

第五节 卤素含氧酸

一、次卤酸及其盐

二、亚卤酸及其盐

三、卤酸及其盐

四、高卤酸及其盐

五、我国氯碱工业概况

第十三章 氧族元素

第一节 氧族元素的通性

一、氧族元素的存在

二、氧族元素的基本性质

三、氧族元素的电势图

第二节 氧及其化合物

一、氧气和氧化物

二、臭氧

三、过氧化氢

第三节 硫及其化合物

一、单质硫

二、硫化氢和氢硫酸

三、硫化物

四、硫的含氧化合物

五、硫的其它化合物

第四节 硒和碲

一、单质

二、硒和碲的化合物

第十四章 氮族元素

第一节 氮族元素的通性

一、氮族元素概述

二、氮族元素单质

第二节 氮的化合物

一、氮的氢化物

二、氮的氧化物、含氧酸及其盐

三、氮的卤化物

四、合成氨技术的发展简介

第三节 磷的化合物

一、磷的氢化物

二、磷的氧化物、含氧酸及其盐

三、磷的卤化物和硫化物

第四节 砷的化合物

一、砷的氢化物

二、砷的含氧化物

三、砷的卤化物

四、砷的硫化物

第三节 锑和铋

一、锑和铋的氢化物和卤化物

二、锑和铋的的含氧化物及其水合物

三、锑盐和铋盐

第十五 章 碳族元素

第一节 碳族元素的通性

一、碳族元素概述

二、碳族元素单质

第二节 碳的化合物

一、碳的氧化物

二、碳酸及其盐

三、碳化物

四、联合制碱法和我国纯碱工业简介

第三节 硅的合物

一、硅的氢化物

二、硅的卤化物

三、硅的氧化物

四、硅酸及其盐

第四节 锗、锡、铅的化合物

一、氧化物及氢氧化物

二、卤化物

三、硫化物

四、铅的其它化合物

第十六 章 硼族元素

第一节 硼族元素的通性

第二节 硼和铝

一、硼及其化合物

二、铝及其化合物

第三节 镓、铟、铊简介

一、单质及性质

二、常见化合物

第四节 p区金属6s2电子的稳定性

一、惰性电子对效应的存在

二、惰性电子对效应产生的原因

第五节 对角规则

一、硼和硅的相似性

二、铍和铝的相似性

三、锂和镁的相似性

第六节 非金属元素小结

一、非金属单质的结构和性质

二、分子型氢化物

三、含氧酸

四、非金属含氧酸盐的某些性质

第十七 章 碱金属和碱土金属

第一节 碱金属和碱土金属的通性

第二节 碱金属、碱土金属单质

一、物理性质

二、化学性质

三、存在与制备

第三节 碱金属和碱土金属化合物

一、氢化物

二、氧化物

三、过氧化物

四、氢氧化物

第四节 碱金属碱土金属的盐类和配合物

一、盐类的特点

二、几种重要的盐

三、配合物

第十八章 配位化合物

第一节 配合物的基本概念

一、配合物的定义及组成

二、配合物的类型和命名

第二节 配合物价键理论和晶体场理论

一、价键理论

二、晶体场理论

第三节 配合物异构现象与立体结构

一、结构异构

二、立体结构

第四节配合物的稳定性和配位平衡

一、配合物的稳定常数和不稳定常数

二、影响配合物稳定性的因素

三、配位平衡的移动

第五节 配位化学的应用简介

第十九章 铜族和锌族元素

第一节 铜族元素

一、铜族元素概述

二、金属单质

三、铜族元素的重要化合物

四、铜族元素配合物

五、Cu(Ι) 和Cu(Ⅱ)的相互转化

第二节 锌族元素

一、锌族元素概述

二、金属单质

三、锌族元素的重要化合物

四、锌族元素配合物

五、Hg(Ι) 和Hg (Ⅱ)的相互转化

第二十 章 过渡金属元素

第一节 过渡金属的通性

一、引言

二、d区元素金属的性质

第二节 钛族元素

一、概述

二、钛的重要化合物

三、锆和铪的重要化合物

第三节 钒族元素

一、概述

二、钒的重要化合物

三、铌和钽的重要化合物

第四节 铬族元素

一、概述

二、铬的重要化合物

三、钼和钨的重要化合物

第五节 锰族元素

一、概述

二、锰的重要化合物

三、锝和铼的重要化合物

第六节 铁系元素

一、铁系元素的通性

二、铁系元素的氧化物、氢氧化物

三、铁系元素的盐

四、铁系元素的配合物

第七节 铂系元素

一、铂系元素的通性

二、单质

三、氧化物和含氧酸盐

四、卤化物

五、配合物

第二十一 章 镧系元素简介

第一节 镧系元素单质

一、镧系元素电子层结构和通性

二、镧系收缩

三、镧系元素单质的化学性质电子层ssng

第二节 镧系元素重要化合物

一、氧化态为+3的化合物

二、氧化态为+4和+2的化合物

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |
| --- | --- |
| 章节 | 学时 |
| 第九章 固体的结构与性质 | 6 |
| 第十章 氧化还原反应 | 12 |
| 第十一章 氢和稀有气体 | 3 |
| 第十二章 卤族元素 | 8 |
| 第十三 章 氧族元素 | 8 |
| 第十四章 氮族元素 | 10 |
| 第十五章 碳族元素 | 3 |
| 第十六章 硼族元素 | 4 |
| 第十七章 碱金属和碱土金属 | 4 |
| 第十八章 配位化合物 | 10 |
| 第十九章 铜族和锌族元素 | 6 |
| 第二十章 过渡金属元素 | 14 |
| 第二十一 章镧系元素简介 | 2 |

 注：含习题课以及随堂测、翻转课堂等过程化考试

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 第九章 固体的结构与性质 | 掌握晶体的特征和晶胞概念，掌握金属键理论和离子键理论及晶格能的计算，掌握离子极化对物质性质的影响 | 6 | 习题P.229 |  |
| 第十章 氧化还原反应 | 掌握氧化还原反应的基本概念、原电池组成和电极电势应用，掌握用能斯特方程讨论浓度对电极电势影响；掌握元素电势图、电解基本原理和电化学应用；干电池和碱性锌汞电池等一次电池；蓄电池、燃料电池等二次电池；锂离子电池简介。 | 12 | 习题P. 148 |  |
| 第十一章 氢和稀有气体 | 掌握氢的性质和用途、稀有气体化合物结构、性质、制备和应用 | 3 | 习题P. 273 |  |
| 第十二章 卤族元素 | 掌握卤素单质、卤化氢、卤化物、多卤化物、卤素互化物和拟卤素、卤素含氧酸及其盐结构、性质、和应用 | 8 | 习题P. 295 |  |
| 第十三 章 氧族元素 | 掌握氧化物的酸碱性的规律，臭氧、过氧化氢性质、制取和用途，掌握单质硫、硫化氢、硫化物硫的含氧化合物性质、制法、应用 | 8 | 习题P. 331 |  |
| 第十四章 氮族元素 | 掌握氮、磷、砷、锑、铋单质、卤化物、含氧化合物性质、制备、应用,砷、锑、铋的硫化物的性质，掌握从氮到铋元素金属性递变规律。 | 10 | 习题P. 365 |  |
| 第十五章 碳族元素 | 掌握碳、硅、锡、铅单质、卤化物、含氧化合物性质、应用, 掌握锡、铅盐的性质，掌握主要化合物的制备方法。 | 3 | 习题P. 384 |  |
| 第十六章 硼族元素 | 掌握硼及其化合物缺电子特征，掌握硼、硼的氢化物和含氧化合物性质、应用, 掌握铝的重要化合物的制备方法。掌握惰性电子对效应、对角规则，对非金属元素小结 | 4 | 习题P. 408 |  |
| 第十七章 碱金属和碱土金属 | 掌握碱金属和碱土金属化学性质变化规律，掌握氧化物、氢氧化物、碱金属碱土金属的盐类和配合物性质 | 4 | 习题P. 430 |  |
| 第十八章 配位化合物 | 掌握配合物的基本概念、配合物价键理论和晶体场理论、配合物异构现象与立体结构，掌握配位平衡的移动及其影响因素 | 10 | 习题P. 261 |  |
| 第十九章 铜族和锌族元素 | 掌握铜族和锌族元素单质、氧化物、氢氧化物、配合物的性质、制备、应用。掌握Cu(Ι) 和Cu(Ⅱ)、Hg(Ι) 和Hg (Ⅱ)的相互转 | 6 | 习题P. 460 |  |
| 第二十章 过渡金属元素 | 掌握过渡金属的通性，掌握钛族、钒族元素、铬族元素、锰族元素、铁系元素、铂族元素单质和主要化合物、配合物的性质、制备、应用。掌握不同价态金属离子之间的相互转 | 14 | 习题P. 510 |  |
| 第二十一 章镧系元素简介 | 了解镧系元素电子层结构和通性质电子层ssng、镧系收缩，了解镧系元素重要化合物性质 | 2 | 习题P. 539 |  |

**六、教材及参考书目**

1.《无机化学》 （第二版），朗建平，唐晓艳，陶建清 主编，南京大学出版社。

2.《无机化学》 （第四版），北京师范大学编，高等教育出版社。

3.《无机化学实验》（第三版），朗建平，卞国庆 ，贾定先 主编，南京大学出版社。

4.《无机化学实验》（第三版），北京师范大学编，高等教育出版社。

**七、教学方法**

授课方式：陈述法，案例分析，师生互动，翻转课堂、小组讨论等

基本要求：

1. 课前通过智慧树等教学平台观看小微课视频，做好预习，大约0.5小时。

2. 课堂上通过讲授重、难点，用案例分析、小组讨论等方式帮助学生理解知识点。

 3. 课后通过习题的练习，结合习题课，巩固对知识重点和难点的理解和掌握。

 **八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 知识储备 | 问答题，选择题，计算题 |
| 课程目标2 | 能力达成 | 反应题，制备题，物质推断题 |
| 课程目标3 | 素质养成 | 问答题，计算题 |
| 课程目标4 | 能力达成 | 翻转课堂，小论文 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法** （五号宋体）

 本课程为考试课，考核成绩构成为：过程化成绩45% + 期中考试20% + 期末考试成绩35%。

 （1）过程化成绩由平时作业、章节/单元测验、翻转课堂，小论文等成绩组成。

 （2）期中考试和期末考试以闭卷形式进行。试卷考核围绕课程目标考察学生专业基础知识、问题分析、解决问题的能力。

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **考核占比****课程目标** | **平时（45%）** | **期中（20%）** | **期末（35%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 20% | 5% | 5% | {0.2ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/30。 |
| 课程目标2 | 15% | 5% | 20% | {0.1ｘ平时目标1成绩+0.1ｘ期中目标1成绩+0.2ｘ期末目标1成绩}/40。 |
| 课程目标3 | 5% | 5% | 5% | {0.05ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/15。 |
| 课程目标4 | 5% | 5% | 5% | {0.05ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/15。 |

**（三）评分标准**

| **课程****目标** | **评分标准** |
| --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程****目标1** | 熟练掌握固体物质结构、金属键、离子键基本理论及离子极化对化合物性质的影响；熟练掌握氧化还原反应、配位化学基本概念，掌握配位化学价键理论和晶体场理论；熟练掌握元素周期表常见元素及其重要化合物的结构和化学性质，建立重要化合物结构、性能、用途之间的构效关系。掌握元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。 | 较好地掌握固体物质结构、金属键、离子键基本理论及离子极化对化合物性质的影响；较好地掌握氧化还原反应、配位化学基本概念，掌握配位化学价键理论和晶体场理论；较好地掌握元素周期表常见元素及其重要化合物的结构和化学性质，建立重要化合物结构、性能、用途之间的构效关系。掌握元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。 | 能掌握固体物质结构、金属键、离子键基本理论及离子极化对化合物性质的影响；能掌握氧化还原反应、配位化学基本概念，掌握配位化学价键理论和晶体场理论；能掌握元素周期表常见元素及其重要化合物的结构和化学性质，建立重要化合物结构、性能、用途之间的构效关系。掌握元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。 | 基本能掌握固体物质结构、金属键、离子键基本理论及离子极化对化合物性质的影响；基本能掌握氧化还原反应、配位化学基本概念，掌握配位化学价键理论和晶体场理论；基本能掌握元素周期表常见元素及其重要化合物的结构和化学性质，建立重要化合物结构、性能、用途之间的构效关系。掌握元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。 | 不能掌握固体物质结构、金属键、离子键基本理论及离子极化对化合物性质的影响；不能掌握氧化还原反应、配位化学基本概念，掌握配位化学价键理论和晶体场理论；不能能掌握元素周期表常见元素及其重要化合物的结构和化学性质，建立重要化合物结构、性能、用途之间的构效关系。掌握元素及其重要化合物性质的周期性变化规律。 |
| **课程****目标2** | 熟练地运用本课程和其它课程知识，了解重要无机化合物、配合物等的制备过程中的化学和工程问题，并熟练地运借助文献资料，比较、分析通过优化、改近化合物制备方法；具有科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力。 | 较好地运用本课程和其它课程知识，了解重要无机化合物、配合物等的制备过程中的化学和工程问题，并能较好地借助文献资料，比较、分析通过优化、改近化合物制备方法；具有较好的科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力。 | 能运用本课程和其它课程知识，了解重要无机化合物、配合物等的制备过程中的化学和工程问题，并能借助文献资料，比较、分析通过优化、改近化合物制备方法；具有一定的科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力。 | 基本能运用本课程和其它课程知识，了解重要无机化合物、配合物等的制备过程中的化学和工程问题，并基本能借助文献资料，比较、分析通过优化、改近化合物制备方法；具有基本的科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力。 | 不能运用本课程和其它课程知识，了解重要无机化合物、配合物等的制备过程中的化学和工程问题，并基本能借助文献资料，比较、分析通过优化、改近化合物制备方法；科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力较差。 |
| **课程****目标3** | 具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。 | 具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。 | 具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。 | 具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。 | 具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。 |
| **课程****目标4** | 具备结合学习内容熟练地查阅相关文献和资料的能力，积极地了解无机化学发展方向和最新研究成果，积极扩展国际视野。 | 具备结合学习内容较好地查阅相关文献和资料的能力，较好地了解无机化学发展方向和最新研究成果，积极扩展国际视野。 | 具备结合学习内容较好地查阅相关文献和资料的能力，能了解无机化学发展方向和最新研究成果，扩展国际视野。 | 基本具备结合学习内容查阅相关文献和资料的能力，基本了解无机化学发展方向和最新研究成果，扩展国际视野。 | 不具备结合学习内容查阅相关文献和资料的能力，不了解无机化学发展方向和最新研究成果，缺乏国际视野。 |