《无机化学（一）（上）》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Inorganic Chemistry (I) | **课程代码** | CHEM2031 |
| **课程性质** | 大类基础课程 | **授课对象** | 化学、应用化学、化学（师范） |
| **学 分** | 3 | **学 时** | 72 |
| **主讲教师** | 贾定先、袁亚仙、任志刚 | **修订日期** | 2021.5 |
| **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、化学（师范）、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）（上）》课程的目的与任务是：使学生掌握化学热力学、化学反应速率和化学平衡（酸碱平衡、沉淀平衡）等化学基本原理；掌握物质结构的基本理论和元素周期律；了解和掌握大学专业课的学习方法，培养学生分析和解决问题的能力。

（二）课程目标：

《无机化学（一）（上）》主要内容有化学热力学基础、化学动力学基础、化学平衡、酸碱平衡、沉淀平衡、物质结构基础等内容。本课程目标如下：

**课程目标1：**

1.1 掌握化学热力学、化学动力学相关的基础理论，化学平衡的基本原理。

1.2 了解原子结构的基本知识，掌握共价键的形成与性质。

**课程目标2：**

2.1 掌握化学热力学、化学动力学中的相关计算。能熟练解决化学反应中的能量变化、反应限度和反应速率等问题。

2.2 建立动态概念，熟练利用化学平衡的相关原理来解决pH值的计算，缓冲溶液的配置，沉淀-溶解的条件等相关问题。对反应热的测量、反应机理的推导、pH的测量、平衡常数的测定等实验方法有较好的了解。

2.3 建立微观结构与宏观性能之间的联系。能正确对物质的形成和部分性质如稳定性、活泼性、分子极性、熔沸点、磁性等做出正确解释和合理推测。

2.4 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1-6章 | 毕业要求1，2 |
| 1.2 | 第7-8章 | 毕业要求1，2 |
| 课程目标2 | 2.1 | 第2，4章 | 毕业要求2，3，5 |
| 2.2 | 第3，5，6章 | 毕业要求2，3，5 |
| 2.3 | 第5，7，8章 | 毕业要求2，3，5，11 |
| 2.4 | 第1-8章 | 毕业要求2，12 |
| 课程目标3 | - | 第1-8章 | 毕业要求6，8 |
| 课程目标4 | - | 第1-8章 | 毕业要求10，12 |

**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。

**第一章 绪论**

第一节 无机化学的研究对象

1. 化学的研究对象
2. 化学的分支学科
3. 无机化学的研究内容、发展及意义

第二节 无机化学课程的学习方法和要求

**第二章 化学热力学基础**

第一节 气体

1. 理想气体状态方程
2. 分压定律和分体积定律
3. 扩散定律

第二节 化学热力学基本概念

1. 系统和环境
2. 状态和过程
3. 热和功

第三节 热力学第一定律

1. 热力学能
2. 热力学第一定律

第四节 化学反应热

1. 化学反应热效应
2. 等容反应热与等压反应热
3. 反应热的计算

第五节 化学反应方向

1. 反应的自发性
2. 熵的基本概念
3. 吉布斯自由能
4. 化学反应方向

**第三章 化学平衡**

第一节 化学平衡

1. 可逆反应与化学平衡
2. 经验平衡常数与标准平衡常数
3. 平衡常数与热力学常数的关系
4. 多重平衡规则

第二节 化学平衡的移动

1. 浓度对化学平衡的影响
2. 压力对化学平衡的影响
3. 温度对化学平衡的影响

**第四章 化学动力学基础**

第一节 化学反应速率

1. 反应速率的定义
2. 平均速率与瞬时速率

第二节 反应速率理论

1. 碰撞理论
2. 过渡态理论
3. 热力学稳定性与动力学稳定性

第三节 浓度对反应速率的影响

1. 基元反应与复杂反应
2. 速率方程与反应级数
3. 速率方程的推导
4. 一级反应

第四节 温度对化学反应速率的影响

1. 阿仑尼乌斯公式

第五节 催化剂对化学反应速率的影响

1. 催化剂
2. 催化作用理论

**第五章 酸碱平衡**

第一节 溶液

1. 溶液
2. 非电解质稀溶液的依数性
3. 电解质稀溶液的通性

第二节 酸碱理论

1. 酸碱质子理论
2. 酸碱电子理论

第四节 酸碱在水溶液中的电离平衡

1. 水的电离
2. 弱酸和弱碱的电离
3. pH的计算
4. 同离子效应和盐效应
5. 两性物质的电离

第五节 缓冲溶液

1. 缓冲溶液的组成
2. 缓冲溶液的pH
3. 缓冲溶液的应用

第六节 酸碱指示剂

**第六章 沉淀溶解平衡**

第一节 溶度积规则

1. 溶度积常数
2. 溶度积规则

第二节 沉淀平衡的移动

1. 沉淀的生成
2. 沉淀的溶解
3. 沉淀的转化与分步沉淀

**第七章 原子结构与元素周期系**

第一节 经典原子结构理论的发展

第二节 玻尔理论

1. 氢原子光谱
2. 玻尔理论

第三节 氢原子结构

1. 波粒二象性
2. 波函数和薛定谔方程
3. 四个量子数
4. 原子轨道的角度分布和径向分布

第四节 核外电子排布

1. 多电子原子的能级
2. 核外电子排布的原则和表示方法

第五节 元素周期系

1. 元素周期律和元素周期表
2. 原子结构和元素性质的周期性

**第八章 分子结构**

第一节 价键理论

1. Lewis共价学说
2. 价键理论要点
3. 键参数

第二节 杂化轨道理论

1. 杂化轨道的概念
2. 杂化轨道的类型
3. 等性杂化与不等性杂化

第三节 价层电子对互斥理论(VSEPR)

1. VSEPR的概念
2. VSEPR的应用
3. 离域大π键

第四节 分子轨道理论简介

1. 分子轨道理论的基本点
2. 分子轨道的形成

第四节 分子间力和氢键

1. 分子的极性
2. 范德华力
3. 氢键

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 绪论 | 2 |
| 第二章 | 化学热力学基础 | 12 |
| 第三章 | 化学平衡 | 8 |
| 第四章 | 化学动力学基础 | 4 |
| 第五章 | 酸碱平衡 | 10 |
| 第六章 | 沉淀溶解平衡 | 6 |
| 第七章 | 原子结构与元素周期系 | 6 |
| 第八章 | 分子结构 | 4 |

**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 |
| 第一章 绪论 | 了解无机化学的研究对象、演变和学习方法 | 2 |  |  |
| 第二章 化学热力学基础 | 掌握理想气体的状态方程及应用，R的单位及取值，SI单位。掌握Dalton分压定律，分压、摩尔分数等概念；应用分压定律处理混合理想气体；应用分压定律熟练进行有关计算；利用扩散定律计算气体分子量。掌握液体的沸点；饱和蒸汽压及与温度的定性关系。掌握状态和状态函数，状态函数的性质。掌握热力学能的基本概念，热力学能的改变量；热力学第一定律表达式，热力学第一定律应用；Q和W的符号。掌握恒容反应热Qv的测定，Qv＝ΔU 的含义、使用条件。掌握化学反应热的计算，盖斯定律，标准摩尔生成热，离子标准摩尔生成热等概念。了解熵的基本概念和物理意义，熟悉标准熵，化学反应的标准摩尔熵变及计算。掌握标准生成吉布斯自由能，自由能变及计算，吉布斯-亥姆霍兹公式ΔG = ΔH - TΔS及应用。熟练掌握根据ΔG判断化学反应方向，以及化学热力学的应用。 | 12 | 习题P.37 |  |
| 第三章 化学平衡 | 掌握平衡常数表达式，理解平衡常数的意义。掌握标准平衡常数和经验平衡常数关系。掌握化学平衡的移动原理。 | 8 | 习题P.38 |  |
| 第四章 化学动力学基础 | 掌握化学反应速率，平均速率，瞬时速率的定义、有效碰撞，活化能，活化分子等基本概念。掌握基元反应速度方程，复杂反应速度方程，速率常数k, 反应机理, 反应速度方程推导。掌握反应级数，半衰期的概念和一级反应速度方程的积分式。熟悉阿伦尼乌斯公式及其应用，讨论温度对化学反应速率的影响。了解催化剂,催化反应机理,活化能降低。讨论催化剂对化学反应速率的影响 | 4 | 习题P.63 |  |
| 第五章 酸碱平衡 | 了解溶液概念、分类、各种溶液浓度的表示方法、计算及相互换算。掌握溶液凝固点下降，溶液沸点升高，溶液渗透压，非电解质稀溶液的依数性的应用。了解阿仑尼乌斯电离理论和德拜-休克尔的“离子氛”概念。掌握酸碱质子理论中酸碱的概念，酸、碱共轭关系，酸碱强弱，溶剂效应。掌握水的电离，Kw意义，pH值，电离常数，电离度等概念。熟悉同离子效应、盐效应对电离平衡的影响。掌握一元弱酸、多元弱酸、电离和pH计算。了解两性物质的电离。掌握缓冲溶液概念，缓冲作用原理，缓冲溶液的选择、pH计算、配制。了解酸碱指示剂的原理。 | 10 | 习题P.94 |  |
| 第六章 沉淀溶解平衡 | 掌握溶度积常数及其与溶解度的关系。同离子效应、盐效应对沉淀平衡的影响，沉淀的生成，沉淀的溶解，分步沉淀，沉淀的转化，沉淀的控制与物质分离的有关计算。 | 6 | 习题P.109 |  |
| 第七章 原子结构与元素周期系 | 初步了解玻尔理论主要内容，玻尔理论对氢原子光谱的解释，光的二象性，德布罗意的预言，海森堡测不准原理。了解薛定谔波动方程，波函数。掌握主量子数，角量子数，磁量子数，自旋量子数，原子轨道的角度分布和径向分布特征，Pauling能级组，屏蔽效应，钻穿效应。了解Slater规则。掌握原子核外电子排布的写法。掌握原子的电子层结构与族、周期的关系。掌握元素周期表的结构。较好了解元素电离能、电子亲和势、电负性的意义及周期性变化，与周期表的关系。 | 6 | 习题P.170 |  |
| 第八章 分子结构 | 掌握价键理论的要点，共价键的本质，键参数。掌握杂化轨道理论的要点和VSEPR理论的要点。熟悉离域大π键的形成过程。初步了解分子轨道理论的要点。掌握范德华力，氢键，分子间作用力对物质性质的影响。 | 4 | 习题P.203 |  |

**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. 《无机化学例题与习题》（第四版），徐家宁，王莉 ，张丽荣，于杰辉，宋天佑 编，高等教育出版社。

4.《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。

**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 | 问答题，选择题，计算题 |
| 课程目标3 | 素质养成 | 问答题，计算题 |
| 课程目标3 | 能力达成 | 翻转课堂，小论文 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

本课程为考试课，考核成绩构成为：过程化成绩40% + 期中考试20% + 期末考试成绩40%。

（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（40%）** | **期中（20%）** | **期末（40%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 15% | 5% | 10% | {0.15ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ期中目标1成绩+0.1ｘ期末目标1成绩}/30。 |
| 课程目标2 | 15% | 5% | 20% | {0.15ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ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** | 熟练掌握气体性质、焓、熵、吉布斯自由能等基本概念。  熟练掌握反应速率、自由能、反应级数、反应历程、催化作用等基本概念。  熟练掌握化学平衡的建立与移动、平衡常数、酸碱质子理论、酸碱电离平衡、沉淀溶解平衡等平衡基本原理。  熟练掌握溶液的依数性原理。  熟练掌握四个量子数、核外电子排布、元素周期系、价键理论、杂化轨道理论、VSEPR理论等理论的要点。  初步掌握离域π键和分子轨道理论的要点。 | 较好地掌握气体性质、焓、熵、吉布斯自由能等基本概念。  较好地掌握反应速率、自由能、反应级数、反应历程、催化作用等基本概念。  较好地掌握化学平衡的建立与移动、平衡常数、酸碱质子理论、酸碱电离平衡、沉淀溶解平衡等平衡基本原理。  较好地掌握溶液的依数性原理。  较好地掌握四个量子数、核外电子排布、元素周期系、价键理论、杂化轨道理论、VSEPR理论等理论的要点。  了解离域π键和分子轨道理论的要点。 | 基本掌握气体性质、焓、熵、吉布斯自由能等基本概念。  基本掌握反应速率、自由能、反应级数、反应历程、催化作用等基本概念。  基本掌握化学平衡的建立与移动、平衡常数、酸碱质子理论、酸碱电离平衡、沉淀溶解平衡等平衡基本原理。  基本掌握溶液的依数性原理。  基本掌握四个量子数、核外电子排布、元素周期系、价键理论、杂化轨道理论、VSEPR理论等理论的要点。  基本了解离域π键和分子轨道理论的要点。 | 初步掌握气体性质、焓、熵、吉布斯自由能等基本概念。  初步掌握反应速率、自由能、反应级数、反应历程、催化作用等基本概念。  初步掌握化学平衡的建立与移动、平衡常数、酸碱质子理论、酸碱电离平衡、沉淀溶解平衡等平衡基本原理。  初步掌握溶液的依数性原理。  初步掌握四个量子数、核外电子排布、元素周期系、价键理论、杂化轨道理论、VSEPR理论等理论的要点。  初步了解离域π键和分子轨道理论的要点。 | 不能掌握气体性质、焓、熵、吉布斯自由能等基本概念。  不能掌握反应速率、自由能、反应级数、反应历程、催化作用等基本概念。  不能掌握化学平衡的建立与移动、平衡常数、酸碱质子理论、酸碱电离平衡、沉淀溶解平衡等平衡基本原理。  不能掌握溶液的依数性原理。  不能掌握四个量子数、核外电子排布、元素周期系、价键理论、杂化轨道理论、VSEPR理论等理论的要点。  不了解离域π键和分子轨道理论的要点。 |
| **课程**  **目标2** | 熟练掌握理想气体状态方程、盖斯定律、吉布斯等温式、热力学等温式等使用条件和相关计算。  熟练掌握阿仑尼乌斯公式、一级反应速率方程的相关计算。  熟练掌握化学平衡常数、浓度，压力和温度对平衡的影响、酸碱溶液pH的计算、缓冲溶液的pH及其配制、沉淀的生成，溶解与转化等相关计算。  熟练掌握稀溶液的依数性的相关计算与电解质溶液的依数性，并解释相关现象。  熟练掌握原子轨道、核外电子能级、核外电子排布式。熟练掌握原子半径、电离能、电子亲和能等的周期性变化与原子结构之间的关系。  熟练掌握共价键的键型、键参数、分子空间构型、分子极性等与分子的稳定性、磁性之间的关系。熟练掌握分子间相互作用与物质的熔沸点等性质之间的关系。 | 较好地掌握理想气体状态方程、盖斯定律、吉布斯等温式、热力学等温式等使用条件和相关计算。  较好地掌握阿仑尼乌斯公式、一级反应速率方程的相关计算。  较好地掌握化学平衡常数、浓度，压力和温度对平衡的影响、酸碱溶液pH的计算、缓冲溶液的pH及其配制、沉淀的生成，溶解与转化等相关计算。  较好地掌握稀溶液的依数性的相关计算与电解质溶液的依数性，并解释相关现象。  较好地掌握原子轨道、核外电子能级、核外电子排布式。较好地掌握原子半径、电离能、电子亲和能等的周期性变化与原子结构之间的关系。  较好地掌握共价键的键型、键参数、分子空间构型、分子极性等与分子的稳定性、磁性之间的关系。较好地掌握分子间相互作用与物质的熔沸点等性质之间的关系。 | 基本掌握理想气体状态方程、盖斯定律、吉布斯等温式、热力学等温式等使用条件和相关计算。  基本掌握阿仑尼乌斯公式、一级反应速率方程的相关计算。  基本掌握化学平衡常数、浓度，压力和温度对平衡的影响、酸碱溶液pH的计算、缓冲溶液的pH及其配制、沉淀的生成，溶解与转化等相关计算。  基本掌握稀溶液的依数性的相关计算与电解质溶液的依数性，并解释相关现象。  基本掌握原子轨道、核外电子能级、核外电子排布式。基本掌握原子半径、电离能、电子亲和能等的周期性变化与原子结构之间的关系。  基本掌握共价键的键型、键参数、分子空间构型、分子极性等与分子的稳定性、磁性之间的关系。基本掌握分子间相互作用与物质的熔沸点等性质之间的关系。 | 初步掌握理想气体状态方程、盖斯定律、吉布斯等温式、热力学等温式等使用条件和相关计算。  初步掌握阿仑尼乌斯公式、一级反应速率方程的相关计算。  初步掌握化学平衡常数、浓度，压力和温度对平衡的影响、酸碱溶液pH的计算、缓冲溶液的pH及其配制、沉淀的生成，溶解与转化等相关计算。  初步掌握稀溶液的依数性的相关计算与电解质溶液的依数性，并解释相关现象。  初步掌握原子轨道、核外电子能级、核外电子排布式。初步掌握原子半径、电离能、电子亲和能等的周期性变化与原子结构之间的关系。  初步掌握共价键的键型、键参数、分子空间构型、分子极性等与分子的稳定性、磁性之间的关系。初步掌握分子间相互作用与物质的熔沸点等性质之间的关系。 | 不能掌握理想气体状态方程、盖斯定律、吉布斯等温式、热力学等温式等使用条件和相关计算。  不能掌握阿仑尼乌斯公式、一级反应速率方程的相关计算。  不能掌握化学平衡常数、浓度，压力和温度对平衡的影响、酸碱溶液pH的计算、缓冲溶液的pH及其配制、沉淀的生成，溶解与转化等相关计算。  不能掌握稀溶液的依数性的相关计算与电解质溶液的依数性，并解释相关现象。  不能掌握原子轨道、核外电子能级、核外电子排布式。不能掌握原子半径、电离能、电子亲和能等的周期性变化与原子结构之间的关系。  不能掌握共价键的键型、键参数、分子空间构型、分子极性等与分子的稳定性、磁性之间的关系。不能掌握分子间相互作用与物质的熔沸点等性质之间的关系。 |
| **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。 |