



南阳师范学院

# 本科课程教学大纲

化学专业

(二)

学科专业课程

化学与制药工程学院编印

二〇二〇年十一月

## 目 录

《无机化学 I》课程教学大纲.....	1
《无机化学 II》课程教学大纲.....	20
《无机化学实验 I》课程教学大纲.....	38
《无机化学实验 II》课程教学大纲.....	44
《有机化学 I》课程教学大纲.....	51
《有机化学 II》课程教学大纲.....	67
《有机化学实验 I》课程教学大纲.....	81
《有机化学实验 II》课程教学大纲.....	89
《分析化学》课程教学大纲.....	97
《分析化学实验》课程教学大纲.....	113
《仪器分析》课程教学大纲.....	120
《仪器分析实验》课程教学大纲.....	138
《物理化学 I》课程教学大纲.....	144
《物理化学 II》课程教学大纲.....	155
《物理化学实验》课程教学大纲.....	166
《结构化学》课程教学大纲.....	172
《综合化学实验》课程教学大纲.....	186
《研究设计实验》课程教学大纲.....	193
《化工基础》课程教学大纲.....	199
《绿色化学》课程教学大纲.....	212
《实验设计法》课程教学大纲.....	226
《化学信息学》课程教学大纲.....	241
《生物化学》课程教学大纲.....	251
《专业英语》课程教学大纲.....	267
《中级无机化学》课程教学大纲.....	276

《配位化学》课程教学大纲 .....	294
《高等有机化学》课程教学大纲 .....	310
《有机合成》课程教学大纲 .....	325
《有机波谱分析》课程教学大纲 .....	337
《现代仪器分析》课程教学大纲 .....	351
《高分子化学》课程教学大纲 .....	362
《统计热力学》课程教学大纲 .....	373
《环境化学》课程教学大纲 .....	387
《精细化学品化学》课程教学大纲 .....	401
《化学发展史》课程教学大纲 .....	417

# 《无机化学 I》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：无机化学I

Inorganic Chemistry I

课程代码：53110201

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：45学时

课程学分：3学分

修读学期：第1学期

先修课程：高中化学

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

本课程与高中化学课程相衔接，具有承上启下的重要作用，它是培养化学专业高级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。本课程首先要深入浅出地讲授化学学科的基础理论，如原子结构、化学键理论、热力学和动力学四大平衡等知识，为后继课程及无机化学实验打下理论基础。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：** 掌握原子结构、分子结构、晶体结构、配合物、化学热力学、化学平衡、化学动力学基础、水溶液、酸碱电离平衡、沉淀-溶解平衡、氧化还原平衡和配位平衡等基本知识、原理和方法，培养学生较高的无机化学学科素养和较强的学习能力；了解无机化学的作用以及与其他自然学科、社会实践的联系。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：** 坚持以生为本，通过对无机化学的研究现状和前沿进展的介绍，调动学生学习的积极性和主动性；通过启发式教学、课堂问答、小组讨论等形式，提高学生的认知能力和理解能力，培养学生探求无机化学知识的思维能力，培养学生善于分析、归纳和总结的学习习惯和求是的科学精神，在教学互动过程中使学生理解教师是学生学习 and 发展的促进者。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3:** 教书与育人相结合, 以科学的认识论和方法论为指导, 培养学生的自主学习和综合育人的能力, 养成终身学习的习惯, 能够指导中学生形成科学的自然观和世界观; 培养学生的创新意识和批判性思维, 使学生成为德才兼备、全面发展的人才。【支撑毕业要求 6】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3. 学科素养	3.2 专业素养: 理解化学学科核心素养内涵, 掌握无机化学、分析化学(含仪器分析)、有机化学和物理化学(含结构化学)的基本知识、原理、方法, 具备一定的科学思维方法, 了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4. 教学能力	4.1 教学理念: 理解教师是学生学习和发展的促进者, 坚持以生为本, 熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6. 综合育人	6.2 学科育人: 理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现, 能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合, 自觉利用化学教学进行综合育人活动, 指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
绪论	讲授法	课程目标 1、3	1
第一章 原子结构与元素周期系	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	6
第二章 分子结构	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	6
第三章 晶体结构	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
第四章 配合物	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	4
第五章 化学热力学	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	4

第六章 化学平衡常数	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
第七章 化学动力学基础	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
第八章 水溶液	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
第九章 酸碱平衡	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	6
第十章 沉淀平衡	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
第十一章 电化学基础	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	6
第十二章 配位平衡	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
合计			45 学时

## (二) 具体内容

### 绪论

#### 【学习目标】

1. 掌握化学的研究对象; 了解化学的发展、前景和主要分支。
2. 培养学生良好的自主学习能力。熟悉化学的基本特征和科学研究的一些方法, 提升科研素质, 培养学生艰苦奋斗科学精神和勇于担当的社会责任感。

3. 课程思政目标: 绪论部分通过介绍化学的发展历史, 让学生们体会科学发展的曲折历程, 感受科学家们坚持不懈的执着勇气。特别是新中国成立后, 我国科学家在结晶牛胰岛素人工合成、纳米材料、超分子等多个领域为化学发展做出的突出贡献, 既培养了学生的爱国主义情怀, 也增强了他们奋发学习、报效祖国的动力。通过介绍化学的发展, 让学生们树立环保意识。

#### 【学习内容】

	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 化学是研究物质化学变化的科学；无机化学的研究对象、发展和前景。 2. 二级知识点 化学研究工作的的发展方向。				

### 【学习重点】

1. 化学的涵义。
2. 化学的研究内容和任务。

### 【学习难点】

1. 化学的研究内容和任务。
2. 化学研究工作的的发展方向。

## 第一章 原子结构与元素周期系

### 【学习目标】

1. 学习原子、元素、核素、同位素丰度、相对原子质量（原子量）等基本概念。
2. 讨论氢原子的玻尔行星模型，建立定态、激发态、量子数和电子跃迁等概念。
3. 掌握核外电子的运动状态，能层、能级、轨道和自旋以及 4 个量子数。
4. 掌握核外电子可能状态数的推算。
5. 掌握价电子层构型；泡利原理、洪特规则和能量最低原理及多电子原子核外电子状态的基本规律。
6. 学习元素周期律、周期系、周期表、周期性的基本概念。
7. 了解原子的起源与演化，量子力学对核外电子运动状态的描述方法，核外电子运动状态的波函数  $\Psi$  图像和  $D$  图像。

8. 课程思政目标：通过学习原子结构理论的发展，是学生初步树立辩证唯物主义的观点，能够使用辩证唯物主义的基本方法认识问题。引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度，培养他们团结合作和无私奉献的精神。在讲授原子结构理论时，融合科学家的事迹风采，探索科学的过程，追求真理的历程，引导教育学生，不但激发学生求知欲望，提高学习兴趣，而且使学生在思想上受到启迪、情操上得到陶冶、精

神上得以升华。

### 【学习内容】

第一章	原子结构与元素周期系	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 原子结构的玻尔行星模型；氢原子结构（核外电子运动）的量子力学模型；基态原子电子组态（电子排布），元素周期系，元素周期性。				
2. 二级知识点 量子力学对核外电子运动状态的描述方法，核外电子运动状态的波函数 Y 图像和 D 图像。				
3. 三级知识点 原子的起源与演化，相对原子质量。				

### 【学习重点】

1. 核外电子的运动状态，能层、能级、轨道和自旋以及 4 个量子数，核外电子可能状态数的推算。

2. 价电子层构型；泡利原理、洪特规则和能量最低原理及多电子原子核外电子状态的基本规律。

### 【学习难点】

1. 核外电子的运动状态，能层、能级、轨道和自旋以及 4 个量子数，核外电子可能状态数的推算。

2. 多电子原子核外电子状态的基本规律。

3. 量子力学对核外电子运动状态的描述方法，核外电子运动状态的波函数 Y 图像和 D 图像。

## 第二章 分子结构

### 【学习目标】

1. 掌握价层电子对互斥模型（VSEPR），价键理论，分子轨道理论，杂化轨道理论。预言分子的立体结构。

2. 掌握共价键的性质，包括键长、键角、键能、键和分子的极性等，讨论分子间作用，包括范德华力及其构成因素（色散力、诱导力和定向力）和氢键。



3. 课程思政目标: 通过分子结构的学习, 使学生明确物质的结构决定其性质, 性质决定其应用。从而形成理论联系实际、理论指导实践的观点。通过学习共价键理论的发展, 是学生初步树立辩证唯物主义的观点, 能够使用辩证唯物主义的基本方法认识问题。在讲授分子结构理论时, 融合科学家的事迹风采, 探索科学的过程, 追求真理的历程, 引导教育学生, 不但激发学生求知欲望, 提高学习兴趣, 而且使学生在思想上受到启迪、情操上得到陶冶、精神上得以升华。在讲授分子间作用力与物质物理性质之间的关系中, 分子间作用力越强, 物质的熔沸点就越高。这个理论正好是与团结就是力量是一致的。

### 【学习内容】

第二章	分子结构	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点: 单键、双键和叁键, $\sigma$ 键和 $\pi$ 键, 共轭 $\pi$ 大键, 等电子体原理; 价层电子互斥模型 (VSEPR), 杂化轨道理论, 价键理论; 分子轨道理论, 共价分子的性质, 分子间力。 2. 二级知识点: 分子对称性。 3. 三级知识点: 路易斯结构式。				

### 【学习重点】

1. 价层电子对互斥模型 (VSEPR), 价键理论, 分子轨道理论, 杂化轨道理论。预言和解释分子的立体结构。

2. 共价键的性质, 包括键长、键角、键能、键和分子的极性, 讨论分子间作用, 包括范德华力及其构成因素 (色散力、诱导力和定向力) 和氢键。

### 【学习难点】

1. 价层电子对互斥模型 (VSEPR), 价键理论, 分子轨道理论, 杂化轨道理论。
2. 预言和解释分子的立体结构。

## 第三章 晶体结构

### 【学习目标】

1. 了解晶体学基本概念，重点是建立晶胞的概念，讨论金属晶体相关的金属键、金属晶体的堆积模型等。

2. 掌握离子的特征、离子键、晶格能、离子晶体的基本类型以及离子晶体结构模型；结构模型重点为堆积—填隙模型和多面体模型。

3. 学习分子晶体和原子晶体。

4. 课程思政目标：通过晶体结构的学习，使学生明确物质的结构决定其性质，性质决定其应用。从而形成理论联系实际、理论指导实践的观点。在讲授分子间作用力与物质物理性质之间的关系中，分子间作用力越强，物质的熔沸点就越高。这个理论正好是与团结就是力量是一致的。

### 【学习内容】

第三章	晶体结构	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点： 离子的特征、离子键、晶格能、离子晶体的基本类型以及离子晶体结构模型；结构模型重点为堆积-填隙模型和多面体模型，讨论分子晶体和原子晶体。				
2. 二级知识点： 晶胞的概念，金属晶体相关的金属键、金属晶体的堆积模型等。				

### 【学习重点】

1. 晶胞的概念，金属晶体相关的金属键、金属晶体的堆积模型等。

2. 离子的特征、离子键、晶格能、离子晶体的基本类型以及离子晶体结构模型。

### 【学习难点】

1. 金属晶体相关的金属键、金属晶体的堆积模型。

2. 离子晶体结构模型。

## 第四章 配合物

### 【学习目标】

1. 掌握配合物的定义，中心原子、配体、配位原子、配位键、配位数、螯合物、配合物与复盐的区别等基本概念。

2. 学习配合物的命名，配合物的异构问题。

3. 掌握配合物的价键理论，会用价键理论说明配合物的某些性质。
4. 初步掌握八面体场的分裂能、成对能、稳定化能概念。
5. 了解配合物的晶体场理论，会解释配合物的颜色；高低自旋以及磁矩。

6. 课程思政目标：在讲授配合物的发现时，融合科学家的事迹风采，探索科学的过程，追求真理的历程，引导教育学生，不但激发学生求知欲望，提高学习兴趣，而且使学生在思想上受到启迪、情操上得到陶冶、精神上得以升华。介绍第一个无机抗癌药物 **cisplatin** 的结构及抗癌机理外，还介绍戴安邦院士在含铂抗癌药物等方面的研究成果。

### 【学习内容】

第四章	配合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
<p>1. 一级知识点： 中心原子、配体、配位原子、配位键、配位数、螯合物、配合物与复盐的区别等基本概念，学习配合物的命名；配合物的价键理论和晶体场理论，初步讨论八面体场的分裂能、成对能、稳定化能概念。</p> <p>2. 二级知识点： 配合物的异构现象与立体结构。</p> <p>3. 三级知识点： 配合物的定义，复盐与配合物。</p>				

### 【学习重点】

1. 配合物的定义，中心原子、配体、配位原子、配位键、配位数、螯合物、配合物与复盐的区别等基本概念，配合物命名。
2. 配合物的价键理论、晶体场理论。

### 【学习难点】

1. 配合物的价键理论。
2. 配合物的晶体场理论。

## 第五章 化学热力学基础

### 【学习目标】

1. 学习化学热力学初步知识，了解热力学基本定律。

2. 学习化学热力学基本概念。学习化学热力学四个最重要的状态函数，对化学反应的方向和限度作初步讨论。

3. 掌握盖斯定律计算反应焓、反应熵和反应自由能。

4. 利用吉布斯-亥姆霍兹方程的计算，利用范特霍夫等温方程的计算。

5. 了解熵的微观意义。

6. 课程思政目标：在讲到利用化学反应的判据判断化学反应的方向时，融入理论联系实际，理论对实践的指导作用，使学生认识到进行研究时，理论的重要性，树立辩证唯物主义观点，激发学生求知欲和学习兴趣。通过利用热力学判据判断反应方向的例题的讲解，顺势带出推行节能减排的意义、目标和现状。学生们由此认识到环保、可持续发展的重要。

### 【学习内容】

第五章	化学热力学基础	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点： 化学热力学有关基本概念；化学热力学四个最重要的状态函数，对化学反应的方向和限度作初步讨论；盖斯定律计算反应焓、反应熵和反应自由能；反应焓和反应自由能；利用吉布斯-亥姆霍兹方程的计算，利用范特霍夫等温方程的计算。				
2. 二级知识点： 熵的微观意义。				
3. 三级知识点： 石墨转化为金刚石的热力学。				

### 【学习重点】

1. 化学热力学基本概念。学习化学热力学四个最重要的状态函数，对化学反应的方向和限度作判据。

2. 盖斯定律的应用。

3. 利用吉布斯-亥姆霍兹方程的计算，利用范特霍夫等温方程的计算。

### 【学习难点】

1. 盖斯定律的应用。

2. 利用吉布斯-亥姆霍兹方程的计算，利用范特霍夫等温方程的计算。

## 第六章 化学平衡常数

### 【学习目标】

1. 理解化学平衡常数的概念，各种不同平衡常数的表达式及其相互关系。
2. 掌握浓度、分压、总压和温度等对化学平衡的影响。
3. 课程思政目标：在讲授化学平衡的勒沙特列原理时，介绍侯德榜依据勒沙特列原理将索尔维制碱法和合成氨法结合起来，提出了侯氏制碱法，该方法不仅提高了食盐的利用率，还去除了利用率低的  $\text{CaCO}_3$  制  $\text{CO}_2$  工序；化学反应平衡体现了矛盾双方相互转化的规律，利用化学平衡左右两边的对立统一关系，培养学生全面认识、分析和解决问题的综合能力。

### 【学习内容】

第六章	化学平衡常数	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 平衡常数；浓度对化学平衡的影响，压力对化学平衡的影响，温度对化学平衡的影响。				
2. 二级知识点 勒沙特列原理。				
3. 三级知识点 化学平衡状态的特征。				

### 【学习重点】

1. 化学平衡常数的概念，各种不同平衡常数的表达式及其相互关系。
2. 浓度、分压、总压和温度等对化学平衡的影响。

### 【学习难点】

浓度、分压、总压和温度等对化学平衡的影响。

## 第七章 化学动力学基础

### 【学习目标】

1. 学习化学动力学，研究化学反应的快慢和微观历程，了解用实验方法建立描述反应速率的一些参数，讨论浓度、温度、催化剂以外的各种物理因素。
2. 掌握速率方程（又叫质量作用律）： $r = k[\text{A}]^\alpha[\text{B}]^\beta[\text{C}]^\gamma$ ；利用实验数据确定速率

方程中的反应级数，速率方程，进行计算。

3. 了解反应机理（反应历程），掌握基元反应的速率方程的碰撞理论以及解释阿仑尼乌斯方程的过渡态理论。

4. 课程思政目标：在讲授浓度、温度、催化剂对反应速率的影响时，引用德国化学家哈伯因为攻克氨的合成这一世界难题，将无数人从饥饿的死亡线上拯救出来而获得1918年诺贝尔化学奖，将以上事例引申到价值观教育上，启发学生从国家意识、法治意识、社会责任意识等方面树立正确的世界观、人生观、价值观，引导学生学习和践行社会主义核心价值观。

### 【学习内容】

第七章	化学动力学基础	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 讨论浓度、温度、催化剂以外的各种物理因素；速率方程： $r=C_A^\alpha C_B^\beta C_C^\gamma$ ；利用实验数据确定速率方程中的反应级数，利用速率方程进行计算；基元反应速率方程的碰撞理论以及解释阿仑尼乌斯方程的过渡态理论；反应机理（反应历程）。				
2. 二级知识点 用实验方法建立描述反应速率的一些参数；它属于分子反应动力学。				
3. 三级知识点 化学反应速率概述。				

### 【学习重点】

1. 浓度、温度、催化剂对反应速率的影响。
2. 速率方程的确定方法，有关阿仑尼乌斯公式的计算。

### 【学习难点】

1. 浓度、温度、催化剂对反应速率的影响。
2. 反应机理（反应历程），基元反应的速率方程的碰撞理论以及解释阿仑尼乌斯方程的过渡态理论。

## 第八章 水溶液

### 【学习目标】

1. 了解水溶液的一般性质，溶液的浓度和溶解度。

2. 掌握稀溶液通性和电解质溶液的一般理论。

3. 课程思政目标: 通过本章稀溶液的通性的学习，告诉学生可以用稀溶液的四个通性解释生活中的实际现象，如海水在 273.15K 不结冰、冬天在水箱中加入甘油或乙二醇、雪天的道路上撒盐、熔炼金属时组成沸点较高的合金溶液等，并用理论指导实践，如利用半透膜进行海水淡化、工业废水处理及溶液的浓缩等。

### 【学习内容】

第八章	水溶液	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 溶液的浓度和溶解度；稀溶液通性。				
2. 二级知识点 电解质溶液的一般理论。				
3. 三级知识点 水溶液的一般性质。				

### 【学习重点】

非电解质稀溶液通性。

### 【学习难点】

非电解质稀溶液通性。

## 第九章 酸碱平衡

### 【学习目标】

1. 掌握酸碱质子理论，运用化学平衡的原理讨论弱电解质的电离平衡及其平衡移动。

2. 掌握电离平衡常数和溶液浓度进行有关离子浓度的计算。

3. 弱酸体系，弱碱体系，缓冲溶液体系及水解等有关计算。

4. 课程思政目标: 在讲到酸碱质子理论时，告诉学生关于丹麦化学家布朗斯特和英国化学家劳莱同时独立地提出酸碱质子理论的事迹。关于酸碱定义，把能够给出质子的物质称之为酸，能够得到质子的物质称之为碱，这个时候就给学生说，质子酸能够给出质子，他是一个乐于奉献的好人，而质子碱只知道获取。通过这种感情色彩的引

入进一步培养学生乐于奉献的精神。

### 【学习内容】

第九章	酸碱平衡	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点： 酸碱质子理论，运用化学平衡的原理讨论弱电解质的电离平衡及其平衡移动；电离平衡常数和溶液浓度进行有关离子浓度的计算。弱酸体系，弱碱体系，缓冲溶液体系及水解等有关计算。				
2. 二级知识点： 酸碱两性物质的电离。				

### 【学习重点】

1. 酸碱质子理论，运用化学平衡的原理讨论弱电解质的电离平衡及其平衡移动。
2. 利用电离平衡常数和溶液浓度进行有关离子浓度的计算。
3. 弱酸体系，弱碱体系，缓冲溶液体系及水解等有关计算。

### 【学习难点】

1. 运用化学平衡的原理讨论弱电解质的电离平衡及其平衡移动。
2. 电离平衡常数和溶液浓度进行有关离子浓度的计算。
3. 弱酸体系，弱碱体系，缓冲溶液体系及水解等有关计算。

## 第十章 沉淀平衡

### 【学习目标】

1. 掌握沉淀-溶解平衡及有关计算，判断沉淀溶解平衡的方向，如何使沉淀完全，如何实现沉淀转化等问题。
2. 了解难溶物质沉淀的产生、难溶物溶解还是达到沉淀与溶液中的离子之间的动态平衡，通过改变溶液的酸度或沉淀转化条件使沉淀平衡发生移动等影响因素。
3. 课程思政目标:结合生活中的实际案例，如将“醋为何能除水垢”以及“菠菜为何不能多吃”结合在一起进行讨论，使学生了解在溶液体系中，弱酸碱的解离与沉淀溶解平衡之间的相互影响，并通过定量的计算让学生掌握这部分内容。还通过讨论酸雨的临界 pH 值，让学生进一步理解和掌握弱酸碱的解离问题与沉淀溶解平衡的问题。

### 【学习内容】



第十章	沉淀平衡	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点： 沉淀-溶解平衡及有关计算，沉淀和溶解的方向，如何使沉淀完全，如何实现沉淀转化等问题；使沉淀平衡发生移动等影响因素。 2. 二级知识点： 同离子效应。				

### 【学习重点】

1. 沉淀-溶解平衡及有关计算，判断沉淀溶解平衡的方向，如何使沉淀完全，如何实现沉淀转化等问题。

2. 通过改变溶液的酸度或沉淀转化条件使沉淀平衡发生移动等影响因素。

### 【学习难点】

通过改变溶液的酸度或沉淀转化条件使沉淀平衡发生移动等影响因素。

## 第十一章 电化学基础

### 【学习目标】

1. 掌握氧化还原反应的基本概念。电极电势，电动势，能斯特方程，氧化还原反应，平衡常数等有关计算。

2. 掌握离子浓度的变化对氧化还原反应的方向的影响。

3. 了解电池的基本原理和基本结构，及分解电压、实际分解电压、超电势、电极上的放电等。

4. 课程思政目标:在讲解氧化还原反应部分时，除了在课堂讲授新型电池的类型、化学反应、组成等内容，还介绍我国最新研制的新能源汽车，并增加了课外阅读材料，不仅增加了学生对新知识和创新的理解，同时也增强了学生的民族自豪感。

### 【学习内容】

第十一章	电化学基础	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 氧化还原反应的基本概念。电极电势，电动势，能斯特方程，氧化还原反应，平衡常数等有关计算；离子浓度的变化对氧化还原反应的方向的影响；电池的基本原理和基本结构，分解电压、实际分解电压、超电势、电极上的放电等。				

2. 二级知识点

实用电池，有关电解的几个问题。

3. 三级知识点

氧化值和氧化态。

**【学习重点】**

1. 氧化还原反应的基本概念。电极电势，电动势，能斯特方程，氧化还原反应，平衡常数等有关计算。

2. 离子浓度的变化对氧化还原反应的方向的影响。

**【学习难点】**

离子浓度的变化对氧化还原反应的方向的影响。

## 第十二章 配位平衡

**【学习目标】**

1. 掌握配合物的稳定常数及计算。

2. 掌握配合平衡与沉淀平衡、氧化还原平衡、酸碱平衡的相互关系。

3. 了解中心原子的结构与性质、配体的结构与性质都影响配合物在水中的稳定性。讨论配体对配合物稳定性的影响。

4. 课程思政目标：沉淀平衡、氧化还原平衡、酸碱平衡与化学平衡联系起来，充分理解不同平衡之间的关系实际体现的是浓度对化学平衡的影响，指出他们之间的相互关系。培养学生注意从整体上把握事物的联系，做到既着眼整体，顾全大局，又通观全局，重视局部。

**【学习内容】**

第十二章	配位平衡	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
<p>1. 一级知识点： 配合物的稳定常数及计算，配位平衡与沉淀平衡、氧化还原平衡、酸碱平衡的相互关系。</p> <p>2. 二级知识点： 影响配合物在溶液中的稳定性的因素。</p> <p>3. 三级知识点：</p>				

配合物的溶解度和酸碱性。

### 【学习重点】

1. 配合物的稳定常数及计算。
2. 配合平衡与沉淀平衡、氧化还原平衡、酸碱平衡的相互关系。

### 【学习难点】

配合平衡与沉淀平衡、氧化还原平衡、酸碱平衡的相互关系。

## 四、教学方法

本课程注重多种教学形式的结合，主要教学方法有：

1. 讲授法：化学原理部分的教学以课堂讲授法为主，围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法,组织采用学生查阅资料、小组研讨、调研分析等方式组织教学活动，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

2. 任务驱动法：通过布置本课程及其相关领域研究前沿和实际生产问题，让学生通过查阅文献自主解决问题，培养学生自主学习习惯。

3. 启发式教学法：引导学生自主学习，开展以问题为核心的启发式教学，促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化，激发学生的情感意识，引导学生树立社会主义核心价值观。

## 五、课程考核

本课程为考试课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 3。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、课后作业 3 个环节，占课程总成绩的 30%；期末卷面考试采用闭卷形式，占课程总成绩的 70%，课程总成绩采用百分制表示。

表 3 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表	10%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握	课程目标 1

	现		程度； 课堂讨论与提问，考察学生的学习态度和课堂参与度。	课程目标 2 课程目标 3
	课后作业	10%	作业按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对各章节知识点的复习、理解和掌握程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
期末考试 70%	选择题 判断题	第一部分	考察学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况，以及学生对基本知识的运用情况。	课程目标 1
	填空题 简答题	第二部分	考查学生对无机化学知识的综合运用情况，分析探讨、解决问题的能力，以及学生综合归纳方面的能力。	课程目标 2
	计算题	第三部分	考查学生对无机化学知识的综合运用情况，以及思考问题、解决问题的能力	课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成（1分）、基本达成（0.8分）、部分达成（0.6分）、未达成（0.4分）”，根据各区段统计比例与

目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{之和} \quad \text{公式（3）}$$

具体计算过程：

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成 (1分)		基本达成 (0.8分)		部分达成 (0.6分)		未达成 (0.4分)		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$ 人	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明：

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong \text{学生总人数}$ ； $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong \text{学生总人数}$ ； $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong \text{学生总人数}$

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式（4）}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值}$

$\times\alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots$  公式 (5)

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

北京师范大学. 《无机化学》(第五版). 北京: 高等教育出版社, 2020 年.

### (二) 主要参考书目

[1] 武汉大学. 《无机化学》(第三版). 北京: 高等教育出版社, 1993 年.

[2] 大连理工大学无机化学教研室. 《无机化学》(第六版). 北京: 高等教育出版社出版, 2018 年.

[3] 天津大学无机化学教研室. 《无机化学》(第三版). 北京: 高等教育出版社, 2002 年.

[4] 唐宗薰. 《中级无机化学》(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2009 年.

### (三) 其它课程资源

无

执笔人: 黄群增

参与人: 孙瑞雪

课程负责人: 黄群增

审核人(系/教研室主任): 党元林

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

# 《无机化学 II》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：无机化学II

Inorganic Chemistry II

课程代码：53110202

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：54学时

课程学分：3学分

修读学期：第2学期

先修课程：高中化学、无机化学I

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**通过对元素周期表中各主族、副族元素单质、化合物的结构、性质、制备规律及用途等有关知识的学习，使学生熟悉一些重要的化学反应，了解无机化学的基础原理，初步掌握无机化学的基本知识，能运用物质结构的理论对物质的某些性质加以解释，为后继课程及化学实验打下理论基础。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**坚持以生为本，通过对无机化学的研究现状和前沿进展的介绍，调动学生学习的积极性和主动性；通过启发式教学、课堂问答、小组讨论等形式，提高学生的认知能力和理解能力，培养学生探求无机化学知识的思维能力，培养学生善于分析、归纳和总结的学习习惯和求是的科学精神，在教学互动过程中使学生理解教师是学生学习和发展的促进者。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3：**教书与育人相结合，以科学的认识论和方法论为指导，培养学生的自主学习和综合育人的能力，养成终身学习的习惯，能够指导中学生形成科学的自然观和世界观；培养学生的创新意识和批判性思维，使学生成为德才兼备、全面发展的

人才。【支撑毕业要求 6】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养: 理解化学学科核心素养内涵, 掌握无机化学、分析化学(含仪器分析)、有机化学和物理化学(含结构化学)的基本知识、原理、方法, 具备一定的科学思维方法, 了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念: 理解教师是学生学习和发展的促进者, 坚持以生为本, 熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6.综合育人	6.2 学科育人: 理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现, 能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合, 自觉利用化学教学进行综合育人活动, 指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第十三章 氢和稀有气体	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	2
第十四章 卤素	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	6
第十五章 氧族元素	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	6
第十六章 氮磷砷	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	6
第十七章 碳硅硼	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	6
第十八章 非金属元素小结	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	4
第十九章 金属通论	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	2
第二十章 s 区金属	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	4
第二十一章 p 区金属	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	4
第二十二章 ds 区金属	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	4
第二十三章 d 区金属(一)	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	4
第二十四章 d 区金属(二)	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	4
第二十五章 f 区金属	讲授法、启发式	课程目标 1、2、3	2
合计			54 学时



## (二) 具体内容

### 第十三章 氢和稀有气体

#### 【学习目标】

1. 掌握氢及氢化物的物理和化学性质。
2. 了解稀有气体的发现简史，单质、化合物的性质及用途。
3. 掌握用 VSEPR 理论来判断稀有气体化合物的结构。

4. 课程思政目标：在讲授氢的物理和化学性质时融合化石燃料等不可再生能源面临枯竭的危险和化石燃料对环境的影响，从清洁、高能来诠释氢能源的开发和利用迫在眉睫，培养学生保护环境、节约社会资源的公德意识。在讲授稀有气体时，要融入稀有气体的发现简史，尤其是被称为“小数点后第三位的胜利”的氦的发现以及巴特列合成第一个稀有气体化合物的过程，借此培养学生的科学精神。

#### 【学习内容】

第十三章	氢和稀有气体	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点： 氢及氢化物的物理和化学性质；用 VSEPR 理论来判断稀有气体化合物的结构。				
2. 二级知识点： 氢能源，稀有气体的发现简史。				
3. 三级知识点： 稀有气体的发现简史。				

#### 【学习重点】

1. 氢及氢化物的性质。
2. 用 VSEPR 理论判断稀有气体化合物的结构。

#### 【学习难点】(列举本章学习难点)

稀有气体单质、化合物的性质及结构。

### 第十四章 卤素

### 【学习目标】

1. 掌握卤素单质和次卤酸及其盐发生歧化反应的条件和递变规律。
2. 掌握卤素及其重要化合物的基本化学性质、结构、制备和用途，及共性和差异性。
3. 掌握元素电势图并用以判断卤素及其化合物的氧化还原性以及它们之间的相互转化关系。
4. 课程思政目标：在讲述卤素的发现过程时融入一些化学家的事迹，如德国化学家李比希与发现溴失之交臂，从 1771 年瑞典化学家舍勒制得氢氟酸到 1886 年法国化学家莫瓦桑分离出单质氟，经历了 100 多年时间，很多人因此身中剧毒，有的甚至失去了生命，等等。以此激发学生求知欲和学习兴趣，培养学生热爱化学的情感，引导他们树立积极向上的人生观和价值观。在讲述卤素单质及其化合物对环境的影响时，举出实例，培养学生爱护环境的意识。

### 【学习内容】

第十四章	卤素	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点： 卤素及其重要化合物的制备、用途和性质上的一些递变规律以及氟的一些特殊的性质；元素电势图并用以判断卤素及其化合物的氧化还原性以及它们之间的相互转化关系。				
2. 二级知识点： 砷化学。				
3. 三级知识点： 卤素的通性。				

### 【学习重点】

1. 卤素单质及其化合物的结构、性质及制备。
2. 用元素电势图判断卤素及其化合物的氧化还原性及它们间相互转化关系。
3. 卤素化合物的结构、性质和制备。

### 【学习难点】

1. 卤素单质及其化合物的结构、性质及制备。
2. 卤素化合物的结构和化学性质

## 第十五章 氧族元素

### 【学习目标】

1. 了解氧化物的分类;
2. 掌握氧、臭氧、过氧化氢的结构、性质和用途;
3. 掌握硫的成键特征及多种氧化态所形成的重要物种的结构、性质、制备和用途, 以及它们之间的相互转化关系。
4. 课程思政目标: 在学习臭氧知识时, 融入臭氧层空洞的形成原因、危害以及如何修复等, 在讲授硫化氢时, 举出近年来硫化氢的中毒案例, 在讲授二氧化硫时, 提到酸雨形成的根源、危害以及治理酸雨的举措等, 培养学生的辩证唯物主义思想及保护环境意识, 引导学生树立强烈的社会责任感。

### 【学习内容】

第十五章	氧族元素	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点: 氧、臭氧, 过氧化氢结构、性质和用途; 硫的成键特征及多种氧化态所形成的重要物种的结构、性质、制备和用途, 以及它们之间的相互转化关系; 硒和碲。				
2. 二级知识点: 氧族存在; 氧化物的分类。				
3. 三级知识点: 臭氧层的破坏, 温室效应, 光化学烟雾, 酸雨。				

### 【学习重点】

1. 氧及其化合物的结构、性质和制备。
2. 硫及其化合物的结构、性质和制备。

### 【学习难点】

1. 氧及其化合物的结构、性质和制备。
2. 硫及其化合物的结构和化学性质。

## 第十六章 氮 磷 砷

### 【学习目标】

1. 掌握氮和磷的单质及其氢化物、卤化物、氧化物含氧酸及其盐的结构、性质、制备和应用。

2. 了解砷的重要化合物的性质和应用。

3. 熟悉本族元素不同氧化态间的转化关系。

4. 课程思政目标：在讲授一氧化氮时，强调一方面它会造成光化学烟雾，另一方面它可以调整人体细胞活动，指导机体完成某种功能，从而影响机体的心血管系统、神经系统、免疫系统等方面的生理和病理活动，举出治疗心绞痛的硝酸甘油的例子，硝酸甘油在体内首先被转化为一氧化氮，然后一氧化氮刺激血管平滑肌的细胞及血小板的鸟苷酸环化酶，使血管扩张，再举出三位美国药理学家由于发现 NO 的药理作用而获得 1998 年的诺贝尔医学奖的例子，培养学生一分为二去看问题的辩证唯物主义观点。在讲授亚硝酸盐的性质时，强调说明亚硝酸盐具有致癌作用，让学生懂得职业道德与素养、专业技能在工作中的重要性，从而提高学生的德育意识，强化学生的职业使命感。

### 【学习内容】

第十六章	氮 磷 砷	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点： 氮和磷的单质及其氢化物、卤化物、氧化物含氧酸及其盐的结构、性质、制备和应用；砷的重要化合物的性质和应用。				
2. 二级知识点： 氮、磷、砷元素的基本性质。				
3. 三级知识点： 化学模拟生物固氮。				

### 【学习重点】

1. 氮的单质及其化合物的结构、性质和制备。
2. 磷的单质及其化合物的结构、性质和制备。

### 【学习难点】

1. 氮的单质及其化合物的结构、性质。
2. 磷的单质及其化合物的结构、性质。

## 第十七章 碳硅硼

### 【学习目标】

1. 掌握碳、硅、硼的单质氢化物、卤化物和含氧化合物的制备和性质。
2. 通过硼及其化合物的结构和性质，了解硼的缺电子特性。
3. 了解硅酸及硅盐的结构与特性。
4. 认识碳、硅、硼之间的相似性与差异。

5. 课程思政目标：在碳、硅的教学内容中引入最新的研究成果，融入生活实例，借助于分析科研案例，培养学生的爱国主义情怀，激发学生的创新思维 and 环境保护意识，提高学生在化学领域的创新能力，如中科院院士钱逸泰在相对温和的条件下通过催化还原热解过程成功地合成金刚石粉末、 $C_{60}$ 的发现、一氧化碳中毒原因和处理措施、温室效应、石灰岩溶洞的形成原因、半导体材料现状及芯片等。

### 【学习内容】

第十七章	碳 硅 硼	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点： 碳、硅、硼的单质、氢化物、卤化物和含氧化合物的制备和性质；硼及其化合物的结构和性质，硼的缺电子特性。硅酸及硅酸盐的结构与特性；碳、硅、硼之间的相似性与差异。				
2. 二级知识点： 碳、硅、硼元素基本性质、自然存在和丰度。				
3. 三级知识点： 碳单质。				

### 【学习重点】

碳、硅、硼的单质及其化合物的结构、性质和制备。

### 【学习难点】

碳、硅、硼的单质及其化合物的结构、化学性质和制备。

## 第十八章 非金属元素小结

### 【学习目标】

1. 理解和掌握非金属元素单质及其重要化合物的结构、性质及其变化规律。

2. 对 P 区元素的次级周期性作初步的归纳和分析。

3. 是巩固和加深已学过的非金属元素部分知识。

4. 课程思政目标：在讲授二氧化硫和氮氧化物时，讲述雾霾产生的原因，引导学生要爱护环境、节约资源，培养其社会公德意识，树立正确的人生观、价值观。

### 【学习内容】

第十八章	非金属元素小结	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点： 非金属单质的结构和性质，分子型氢化物；含氧酸，非金属含氧酸盐的某些性质。				
2. 二级知识点： P 区元素的次级周期性。				
3. 三级知识点： 非金属单质的结构和物理性质。				

### 【学习重点】

非金属元素单质、化合物的规律性，p 区元素的次级周期性。

### 【学习难点】

非金属元素单质、化合物的规律性。

## 第十九章 金属通论

### 【学习目标】

1. 要求能从金属结构的角度认识金属的共性。

2. 了解金属冶炼的方法及现状，掌握埃林汉姆( Ellingham )图的意义及使用方法。

3. 了解合金的基本类型和性质。

4. 课程思政目标：在讲授稀有金属和金属冶炼时，融入科研实例，如稀有金属在宇航、原子能、电子、国防工业等高科技方面的广泛应用，让学生理解化学素养及专业技能在工作中的重要性，从而培养学生的爱国主义情怀和职业使命感。

### 【学习内容】

第十九章	金属通论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
------	------	---	----	---

<p>1. 一级知识点： 金属的提炼；金属的物理性质和化学性质，合金。</p> <p>2. 二级知识点： 金属冶炼。</p> <p>3. 三级知识点： 超导材料。</p>
---

**【学习重点】**

金属的物理性质，化学性质，提炼方法。

**【学习难点】**

Ellingham 图的原理、分析和应用。

## 第二十章 s 区金属

**【学习目标】**

1. 掌握碱金属、碱土金属单质的性质，了解其结构、制备、存在及用途与性质的关系。
2. 掌握碱金属、碱土金属氧化物的类型及重要氧化物的性质及用途。
3. 了解碱金属、碱土金属氢氧化物溶解性和碱性的变化规律。
4. 掌握碱金属、碱土金属重要盐类的性质及用途，了解盐类热稳定性、溶解性的变化规律。
5. 课程思政目标：在讲授碱金属时，融合科学家发现钠、钾等元素的事迹、侯氏制碱法、铯原子钟等实例，激发学生的求知欲望，使学生理解科学研究的重要性，培养学生热爱化学的情感，引导他们树立积极向上的人生观和价值观。

**【学习内容】**

第二十章	S 区金属	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
<p>1. 一级知识点</p> <p>碱金属、碱土金属单质的性质，其结构、制备、存在及用途与性质的关系；碱金属、碱土金属氧化物的类型及重要氧化物的性质及用途；碱金属、碱土金属氢氧化物溶解性和碱性的变化规律；碱金属、碱土金属重要盐类的性质及用途，盐类热稳定性、溶解性的变化规律。</p>				

2. 二级知识点 氨减法联合制减法。
3. 三级知识点 锂电池简介。

**【学习重点】**

碱金属和碱土金属的单质、化合物的性质及用途。

**【学习难点】**

碱金属和碱土金属的单质、化合物的化学性质及用途。

## 第二十一章 p 区金属

**【学习目标】**

1. 掌握 Al、Sn、Pb 的单质及其化合物的性质，了解其用途。
2. 了解锗分族、铋和铊单质及化合物的性质及变化规律。
3. 了解铝的冶炼原理及方法。

4. 课程思政目标：通过学习 Al、Sn、Pb 单质及其化合物、锗分族、铋和铊单质及化合物在电讯器材、建筑、电器设备及机械、化工和食品工业中的用途以及铝的冶炼原理及方法，培养学生的爱国主义情怀，激发学生的创新思维意识，提高学生在化学领域的创新能力。

**【学习内容】**

第二十一章	p 区金属	☑理论/□实践	学时	4
1. 一级知识点 Al、Sn、Pb 的单质及其化合物的性质及其用途；锗分族、铋和铊单质及化合物的性质及变化规律；P 区金属 $6s^2$ 电子的稳定性。				
2. 二级知识点 铝的冶炼原理及方法。				
3. 三级知识点 铝的冶炼小史。				

**【学习重点】**

1. Al、Sn、Pb 的单质及其化合物的性质。



2. 锗分族、铋和铊单质及化合物的性质及变化规律。

### 【学习难点】

1. Al、Sn、Pb 的单质及其化合物的化学性质。

2. 铝的冶炼原理及方法。

## 第二十二章 ds 区金属

### 【学习目标】

1. 掌握铜族和锌族元素单质的性质与用途。

2. 掌握铜、银、锌、汞的氧化物、氢氧化物、重要盐类以及配合物的生成与性质。

3. 掌握 Cu(I)、Cu(II)、Hg(I)、Hg(II) 之间的相互转化。

4. 掌握 IA 和 IB; IIA 和 IIB 族元素的性质对比。

5. 课程思政目标: 在讲授铜、银、金、锌、汞及其化合物的性质时, 结合生活实例和科研实例, 如铜在潮湿的空气中放久后表面会慢慢生成一层铜绿、用涂有 CuI 沉淀的纸条来检测室内汞的含量是否超标、锌在含 CO<sub>2</sub> 的潮湿空气中表面生成一层致密的碱式碳酸盐、《梦溪笔谈》有“胆矾”的记载、波尔多液等, 说明科研在科技进步和社会发展中的重要作用, 培养学生积极的学习热情、良好的学习态度和严谨的科学思维。

### 【学习内容】

第二十二章	ds 区金属	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 铜族和锌族元素单质的性质与用途; 铜、银、锌、汞的氧化物、氢氧化物、重要盐类以及配合物的生成与性质; Cu(I)、Cu(II)、Hg(I)、Hg(II) 之间的相互转化; IA 和 IB; IIA 和 IIB 族元素的性质对比。				
2. 二级知识点 铜族和锌族元素的通性。				
3. 三级知识点 锌的生物作用和含镉、汞废水的处理。				

### 【学习重点】

1. 铜族元素单质及其氧化物、氢氧化物、重要盐类以及配合物的性质与用途。
2. Cu (I)、Cu(II)之间的相互转化。
3. 锌族元素单质及其氧化物、氢氧化物、重要盐类以及配合物的性质与用途。

#### 【学习难点】

1. 铜族元素单质及其化合物的化学性质。
2. 锌族元素单质及其化合物的化学性质。

### 第二十三章 d 区金属 (一) 第四周期 d 区金属

#### 【学习目标】

1. 掌握过渡元素的价电子构型特点及其与元素通性的关系。
2. 掌握第四周期 d 区金属元素氧化态、最高氧化态氧化物及其水合氧化物的酸碱性、氧化还原稳定性、水合离子以及含氧酸根颜色等变化规律。
3. 掌握第一过渡系元素 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni 的单质及化合物的性质和用途。
4. 课程思政目标：在讲授铁、钴、镍、钒元素时，结合当前科研现状，扩大学生知识面，培养学生创新意识。在讲授铬元素时，引入六价铬有毒，在做实验时，化学废液不能随便倒，培养学生爱护环境的意识及责任心。

#### 【学习内容】

第二十三章	d 区金属 (一)	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 过渡元素的价电子构型特点及其与元素通性的关系；第四周期 d 区金属元素氧化态、最高氧化态氧化物及其水合氧化物的酸碱性、氧化还原稳定性、水合离子以及含氧酸根颜色等变化规律；第一过渡系元素 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni 的单质及化合物的性质和用途。				
2. 二级知识点 钪。				
3. 三级知识点 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni 的概述。				

#### 【学习重点】

1. 过渡元素的价电子构型特点及其与元素通性的关系。
2. 第一过渡系元素 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni 的单质及化合物的性质和用途。

**【学习难点】**

第一过渡系元素 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni 的单质及化合物的化学性质。

## 第二十四章 d 区金属（二）第五、六周期 d 区金属

**【学习目标】**

1. 掌握第五、第六周期 d 区金属的基本特征及其周期性规律；掌握锆钪分离和铌钽分离；
2. 掌握VIB 族钼、钨元素及其重要化合物的性质和用途，掌握同多酸、杂多酸及其盐的概念。了解铂系元素及其化合物的性质和用途以及铂系金属周期性规律。
3. 课程思政目标：在讲同多酸、杂多酸时，融合科学家探索科学的过程和追求真理的历程，讲述最新研究成果，以此激发学生求知欲望，提高学习兴趣，使学生在思想上受到启迪，精神上得以升华。

**【学习内容】**

第二十四章	d 区金属（二）	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 第五、第六周期 d 区金属的基本特征及其周期性规律；锆钪分离和铌钽分离；VIB 族钼、钨元素及其重要化合物的性质和用途，同多酸、杂多酸及其盐的概念；铂系元素及其化合物的性质和用途以及铂系金属周期性规律。				
2. 二级知识点 铂系金属简介。				

**【学习重点】**

1. 五、第六周期 d 区金属的基本特征及其周期性规律。
2. VIB 族钼、钨元素及其重要化合物的性质和用途。

**【学习难点】**

VIB 族钼、钨元素及其重要化合物的化学性质。

## 第二十五章 f区金属 镧系与锆系金属

### 【学习目标】

1. 了解镧系和锆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其对镧系化合物性质的影响；
3. 了解镧系和锆系以及与 d 过渡元素在性质上的异同；一般了解一些重要化合物的性质。

4. 课程思政目标：在稀土元素的教学内容中融入创新思维元素，引入最新的研究成果，融入稀土金属在生活应用实例以及我国稀土利用率不高的现状，借助具体案例，激发学生的创新思维意识，提高学生在化学领域的创新能力，强化当代大学生使命感与责任感。

### 【学习内容】

第二十五章	f区金属 镧系与锆系金属	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 镧系和锆系元素的电子构型与性质的关系；镧系收缩的实质及其对镧系化合物性质的影响；镧系和锆系以及与 d 过渡元素在性质上的异同；镧系元素的一些重要化合物的性质。				
2. 二级知识点 锆系元素。				
3. 三级知识点 稀土元素的分布、矿源及分组。				

### 【学习重点】

1. 镧系和锆系元素的电子构型与性质的关系。
2. 镧系收缩的实质及其对镧系化合物性质的影响。

### 【学习难点】

镧系和锆系元素化合物的性质。

### 四、教学方法

本课程注重多种教学形式的结合，主要教学方法有：

1. 讲授法：以课堂讲授法为主，围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法，组织采用学生查阅资料、小组研讨、调研分析等方式组织

教学活动，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

2. 任务驱动法：通过布置本课程及其相关领域研究前沿和实际生产问题，让同学们通过查阅文献自主解决问题，培养学生自主学习习惯。

3. 启发式教学法：引导学生自主学习，开展以问题为核心的启发式教学，促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化，激发学生的情感意识，引导学生树立社会主义核心价值观。

### 五、课程考核

本课程为考试课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 3。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、课后作业 3 个环节，占课程总成绩的 30%；期末卷面考试采用闭卷形式，占课程总成绩的 70%，课程总成绩采用百分制表示。

表 3 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	10%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂讨论与提问，考察学生的学习态度和课堂参与度。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
	课后作业	10%	作业按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对各章节知识点的复习、理解和掌握程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
期末考试 70%	选择题	第一部分	考察学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况，以及学生对元素化学基本知识的运用情况。	课程目标 1
	填空题 写化学 方程式	第二部分	考查学生对无机元素化学知识的综合运用情况，分析探讨、解决问题的能力，以及学生综合归纳方面的能力。	课程目标 2
	推断题 简答题 计算题	第三部分	考查学生对无机元素化学知识的综合运用情况，以及思考问题、解决问题的能力	课程目标 3

### 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成（1分）、基本达成（0.8分）、部分达成（0.6分）、未达成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

具体计算过程：

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成（1分）		基本达成（0.8分）		部分达成（0.6分）		未达成（0.4分）		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数}$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数}$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数}$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数}$	$Z_4$ 人	C	

	×100%		×100%		×100%		×100%			
--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--	--

计算说明:

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong$  学生总人数;  $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong$  学生总人数;  $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong$  学生总人数

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

北京师范大学. 无机化学 (第四版). 北京: 高等教育出版社, 2002 年.

### (二) 主要参考书目

[1] 武汉大学. 无机化学 (第三版). 北京: 高等教育出版社, 1993 年.

[2] 大连理工大学无机化学教研室. 无机化学 (第六版). 北京: 高等教育出版社出版, 2018 年.

[3] 天津大学无机化学教研室. 无机化学 (第三版). 北京: 高等教育出版社,

2002 年.

[4] 唐宗薰. 中级无机化学 (第二版). 北京: 高等教育出版社, 2009 年.

### (三) 其它课程资源

(推荐的相关教学网站、教学平台、网络课程和专业文献网站等.)

执笔人: 黄群增

参与人: 孙瑞雪

课程负责人: 黄群增

审核人 (系/教研室主任): 党元林

审定人 (主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6



# 《无机化学实验 I》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：无机化学实验I

Inorganic Chemistry Experiment I

课程代码：53110203

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：45学时

课程学分：1.5学分

修读学期：第一学期

先修课程：高中化学

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1:** 培养学生无机基础化学实验的基本实验技能，熟悉安全操作规范，了解绿色环保理念。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2:** 使学生掌握化学实验的技术；培养学生独立工作能力和独立思考能力，如独立准备和进行实验的能力，细致地观察现象和数据记录，归纳，综合，正确处理数据的能力；培养学生分析实验和用语言表达实验结果的能力以及一定的组织实验，科学研究和创新的能力；使学生养成良好的实验室习惯。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3:** 教书与育人相结合，结合教学内容进行辩证唯物主义教育、思想品德教育，使学生树立正确的人生观、价值观；注重培养学生实事求是的科学态度，准确，细致，整洁等良好的科学学习习惯以及科学的思维方法，培养敬业和一丝不苟的工作精神。【支撑毕业要求 8】

### (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能：具备扎实的实验技能，初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	4.教学能力	4.3 教学技能：在教育实践中，能够独立完成课程引入、新课讲解、课堂提问、演示实验、课堂小结等系统教学设计和课程实施，具备一定的教研能力。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作：能够理解化学教师专业成长的基本规律，积极培育学习共同体，主动参与小组合作学习，充分理解合作在发展中的重要性，树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 实验室教育，仪器认领及常用仪器介绍	课程目标 1、3	3
实验二 台秤及分析天平的使用，溶液的配制	课程目标 1、2、3	4
实验三 由粗食盐制备试剂级 NaCl	课程目标 1、2、3	4
实验四 酸碱滴定	课程目标 1、2、3	4
实验五 五水合硫酸铜结晶水的测定	课程目标 1、2、3	4
实验六 二氧化碳相对分子质量的测定	课程目标 1、2、3	4
实验七 反应速率和活化能的测定	课程目标 1、2、3	4
实验八 $I_3^- \rightleftharpoons I^- + I_2$ 平衡常数的测定	课程目标 1、2、3	4
实验九 醋酸电离度和电离常数的测定	课程目标 1、2、3	4
实验十 $PbI_2$ 的 $K_{sp}$ 测定	课程目标 1、2、3	3
实验十一 氧化还原反应和氧化还原平衡	课程目标 1、2、3	3
实验十二 从废铜制备硫酸铜	课程目标 1、2、3	4
合计		45 学时

#### (二) 具体内容

表3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	实验室教育,仪器认领及常用仪器介绍	学习实验室规则;实验安全知识;实验要求;无机实验常用仪器介绍及认领;仪器的洗涤与干燥。	3	验证性	1	必开
2	台秤及分析天平的使用,溶液的配制	台秤、分析天平的结构、使用步骤及注意事项;溶液的配制:(1)0.1 M的CuSO <sub>4</sub> 、HCl溶液的配制;(2)配制0.200 M的HAc溶液;0.90%生理盐水。	4	验证性	1	必开
3	由粗食盐制备试剂级NaCl	溶盐;化学处理:除去SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,除去Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、Ba <sup>2+</sup> ,除去多余的CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ;蒸发干燥:蒸发浓缩,析出纯NaCl;干燥;产品检验:氯化钠含量的测定;水溶液反应;用比浊法检验SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 的含量。	4	验证性	1	必开
4	酸碱滴定	滴定前的准备阶段:检漏;洗涤;量取;滴定。测定氢氧化钠溶液浓度。	4	验证性	1	必开
5	五水合硫酸铜结晶水的测定	坩埚恒重;药品称量;药品脱水;将称过质量的上面的坩埚,再次放入在沙浴盘中灼烧15 min,取出后放入干燥器内冷却至室温,然后在分析天平上称其质量。测定结晶水。	4	验证性	1	必开
6	二氧化碳相对分子质量的测定	连接好二氧化碳气体的发生和净化装置;称出(空气+瓶+塞子)的质量;从启普发生器产生的二氧化碳气体;在天平上称出(二氧化碳气体+瓶+塞子)的质量。测定二氧化碳分子质量。	4	验证性	1	必开
7	反应速率和活化能的测定	浓度对反应速率的影响,求反应级数、速率系数;温度对反应速率的影响,求活化能;催化剂对反应速率的影响。	4	验证性	1	必开
8	I <sub>3</sub> <sup>-</sup> =I <sup>-</sup> +I <sub>2</sub> 平衡常数的测定	配置不同浓度的KI、I <sub>2</sub> 溶液;充分平衡;碘要研细,恒温振荡30 min。滴定。	4	验证性	1	必开
9	醋酸电离度和电离常数的测定	HAc溶液浓度的测定(碱式滴定管);配制不同浓度的HAc溶液;测定HAc溶液的pH值,并计算HAc的电离度、电离常数。	4	验证性	1	必开
10	PbI <sub>2</sub> 的Ksp测定	PbI <sub>2</sub> 饱和溶液的配制;树脂预处理;装柱;交换与洗涤;滴定。	3	验证性	1	必开
11	氧化还原反应和氧化还原平衡	氧化-还原反应和电极电势;浓度对电极电势的影响;酸度和浓度对氧化-还原反应的影响。	3	验证性	1	必开
12	从废铜制备硫酸铜	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O的制备:废铜粉氧化,粗硫酸铜溶液的制备,粗硫酸铜的提纯;无水硫酸铜的制备。	4	综合性	1	必开

(实验类型指演示性、验证性、综合性或设计性实验等。)

#### 四、教学方法

本课程注重多种教学形式的结合，主要教学方法有：

1. 讲授法：实验目的、实验原理、基本操作等，围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法，组织采用学生查阅资料方式组织教学活动，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。
2. 演示：初次遇到的基本操作，对学生进行讲解演示，对关键部分进行强调。
3. 任务驱动法：通过布置预习内容及其相关领域研究前沿和实际生产问题，让同学通过通过查阅文献自主解决问题，培养学生自主学习习惯。
4. 启发式教学法：引导学生自主学习，开展以问题为核心的启发式教学，促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化，激发学生的情感意识，引导学生树立社会主义核心价值观。
5. 线上线下结合方法：线上提前上传实验内容、课件及部分基本操作视频，督促学生实验之前进行预习。

#### 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 4。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、预习报告，实验报告 4 个环节，占课程总成绩的 60%；期末考试包括问答题回答和实验技能考核 2 个环节，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	20%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	预习报告	15%	预习报告按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1

	实验报告	15%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2
期末考试 40%	简答题	10%	采用问答题的形式，让学生随机从题库里抽取 1 道题目来回答，考察学生对所学实验原理和实验操作的掌握、理解程度。	课程目标 1 课程目标 2
	实验室能考核	30%	让学生随机从题库里抽取 1 道实验操作题目进行实验操作，考查学生对分析化学实验的基本操作技能掌握情况，考察学生分析问题和解决问题的能力，以及良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M=M_1\times\gamma_1+M_2\times\gamma_2+M_3\times\gamma_3+\dots$$
 公式(4)

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数, 总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩/考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩/考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩/考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots$$
 公式(5)

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

北京师范大学主编 《无机化学实验》(第四版), 高等教育出版社, 2014 年.

### (二) 主要参考书目

[1] 北京师范大学主编, 《无机化学实验》(第二版), 高等教育出版社, 1991 年.

[2] 中山大学主编, 《无机化学实验》(第二版), 高等教育出版社, 1991 年.

[3] 王希通主编, 《无机化学实验》, 高等教育出版社, 1988 年.

### (三) 其它课程资源

学习通网站

执笔人: 黄运瑞

参与人: 党元林、黄运瑞、史珍珍等

课程负责人: 党元林

审核人(系/教研室主任): 党元林

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

# 《无机化学实验 II》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：无机化学实验II

Inorganic Chemistry Experiment II

课程代码：53110204

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：54学时

课程学分：1.5学分

修读学期：第二学期

先修课程：高中化学、无机化学I、无机化学实验I

## 二、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**培养学生无机基础化学实验的基本实验技能，熟悉安全操作规范，了解绿色环保理念。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**使学生掌握化学实验的技术；培养学生独立工作能力和独立思考能力，如独立准备和进行实验的能力，细致地观察实验现象和正确进行数据记录，归纳，综合，正确处理数据的能力；培养学生分析实验和用语言表达实验结果的能力以及一定的组织实验，科学研究和创新的能力；使学生养成良好的实验室习惯。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3：**教书与育人相结合，结合教学内容进行辩证唯物主义教育、思想品德教育，使学生树立正确的人生观、价值观；注重培养学生实事求是的科学态度，准确，细致，整洁等良好的科学习惯以及科学的思维方法，培养敬业和一丝不苟的工作精神。【支撑毕业要求 8】

### （二）课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能：具备扎实的实验技能，初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	4.教学能力	4.3 教学技能：在教育实践中，能够独立完成课程引入、新课讲解、课堂提问、演示实验、课堂小结等系统教学设计和课程实施，具备一定的教研能力。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作：能够理解化学教师专业成长的基本规律，积极培育学习共同体，主动参与小组合作学习，充分理解合作在发展中的重要性，树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 一种 Co (III) 配合物制备	课程目标 1、2、3	4
实验二 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的制备	课程目标 1、2、3	4
实验三 醋酸铬 (II) 水合物的制备	课程目标 1、2、3	4
实验四 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的制备	课程目标 1、2、3	4
实验五 $\text{KNO}_3$ 晶体的制备及提纯	课程目标 1、2、3	4
实验六 P 区非金属元素 (一)	课程目标 1、2、3	4
实验七 P 区非金属元素 (二)	课程目标 1、2、3	4
实验八 常见非金属阴离子的分离与鉴定	课程目标 1、2、3	3
实验九 主族金属元素	课程目标 1、2、3	4
实验十 铜、银、锌、镉、汞	课程目标 1、2、3	4
实验十一 常见阳离子的分离与鉴定 (一)	课程目标 1、2、3	4
实验十二 第一过渡系元素 (一)	课程目标 1、2、3	4
实验十三 第二过渡系元素-- Fe、Co、Ni	课程目标 1、2、3	4
实验十四 常见阳离子的分离与鉴定 (二)	课程目标 1、2、3	3
合计		54 学时



## (二) 具体内容

表 3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	一种 Co (III) 配合物制备	制备 Co (III) 配合物; 组成初步判断。	4	综合性	1	必开
2	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 的制备	铁屑表面油污的去除; 硫酸亚铁的制备; 硫酸亚铁铵的制备; 产品检验: (1) 标准溶液的配制; (2) Fe <sup>3+</sup> 分析。	4	设计性	1	必开
3	醋酸铬 (II) 水合物的制备	制备去氧水与配置醋酸钠溶液; Cr <sup>2+</sup> 的生成; 产品处理。	4	验证性	1	必开
4	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 的制备	反应物溶液配制; 制备反应条件的探求: CuSO <sub>4</sub> 和 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液的合适配比探究; 反应温度的探究。	4	设计性	1	必开
5	KNO <sub>3</sub> 晶体的制备及提纯	制备 KNO <sub>3</sub> 粗品; KNO <sub>3</sub> 提纯 (重结晶); 产品纯度的检验。	4	验证性	1	必开
6	P 区非金属元素 (一)	KClO <sub>3</sub> 和 NaClO 的制备; Cl <sub>2</sub> 、Br <sub>2</sub> 、I <sub>2</sub> 的氧化性及 Cl <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、I <sup>-</sup> 的还原性实验; 卤素含氧酸盐的性质: NaClO 的氧化性; KClO <sub>3</sub> 的氧化性; 过氧化氢的性质; 硫的化合物的性质;	4	验证性	1	必开
7	P 区非金属元素 (二)	铵盐的热分解; 亚硝酸: 亚硝酸的生成和分解; 亚硝酸的氧化性和还原性; 硝酸和硝酸盐: 硝酸的性质; 硝酸盐的热分解; 磷酸盐的性质: 硅酸与硅酸盐: 硼酸及硼酸的焰色鉴定反应: 硼砂珠试验。	4	验证性	1	必开
8	常见非金属阴离子的分离与鉴定	常见阴离子的鉴定: 碳酸根离子的鉴定; 硝酸根的鉴定; 亚硝酸根的鉴定; 硫酸根的鉴定; 亚硫酸根的鉴定; 硫代硫酸根的鉴定; 磷酸根的鉴定; 硫离子的鉴定; 氟离子的鉴定; 碘离子的鉴定; 溴离子的鉴定; 混合离子的分离: Br <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , I <sup>-</sup> 的分离和鉴定; S <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 混合物的分离和鉴定。	3	验证性	1	必开
9	主族金属元素	Na、K、Mg、Al 的性质: 钠与空气中氧的作用; 金属钠、钾、镁、铝与水的作用; Mg、Ca、Ba、Al、Sn、Pb、Sb、Bi 的氢氧化物的溶解性; IA、IIA 元素的焰色反应; Sn、Pb、Sb 和 Bi 的难溶盐。	4	验证性	1	必开
10	铜、银、锌、镉、汞	铜, 银, 锌, 镉, 汞氢氧化物或氧化物的生成和性质: 铜, 锌, 镉氢氧化物的生成和性质; (2)	4	验证性	1	必开

		银,汞氧化物的生成和性质;锌,镉,汞硫化物的生成和性质;铜,银,锌,汞的配合物:氨合物的生成;汞配合物的生成和性质;铜,银,汞的氧化还原性:氧化亚铜的生成和性质;氯化亚铜的生成和性质;碘化亚铜的生成和性质;汞(2+)和汞(1+)的相互转化。				
11	常见阳离子的分离与鉴定(一)	碱金属、碱土金属离子的鉴定:Na <sup>+</sup> 的鉴定;K <sup>+</sup> 的鉴定;Mg <sup>2+</sup> 的鉴定;Ca <sup>2+</sup> 的鉴定;Ba <sup>2+</sup> 的鉴定;P区和ds区部分金属离子的鉴定:Al <sup>3+</sup> 的鉴定;Sn <sup>2+</sup> 的鉴定;Pb <sup>2+</sup> 的鉴定;Sb <sup>3+</sup> 的鉴定;Bi <sup>3+</sup> 的鉴定;Cu <sup>2+</sup> 的鉴定;Ag <sup>+</sup> 的鉴定;Zn <sup>2+</sup> 的鉴定;Cd <sup>2+</sup> 的鉴定;Hg <sup>2+</sup> 的鉴定;部分混合离子的分离和鉴定:Ag <sup>+</sup> 的分离和鉴定;Al <sup>3+</sup> 的分离和鉴定;Ba <sup>2+</sup> 的分离和鉴定;Cd <sup>2+</sup> 、Na <sup>+</sup> 的分离和鉴定。	4	验证性	1	必开
12	第一过渡系元素(一)	钛的化合物的重要性质:二氧化钛的性质和过氧钛酸根的生成;钛(III)化合物的生成和还原性;钒的化合物的重要性质:低价钒的化合物的生成;过氧钒阳离子的生成;钒酸盐的缩合反应;铬的化合物的重要性质:铬(VI)的氧化性(Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> 转化为Cr <sub>3</sub> <sup>+</sup> );(2)铬(VI)的缩合平衡(Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> 与CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 的相互转化);氢氧化铬(III)的两性;铬(III)的还原性(CrO <sub>2</sub> <sup>+</sup> 转变为CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> );重铬酸盐和铬酸盐的溶解性;锰的化合物重要性质:氢氧化锰的生成和性质;二氧化锰的生成和氧化性;高锰酸钾的性质。	4	验证性	1	必开
13	第二过渡系元素--Fe、Co、Ni	Fe(II)、Co(II)、镍(II)的化合物的还原性;Fe(II)、Co(II)、镍(II)的配合物的生成。	4	验证性	1	必开
14	常见阳离子的分离与鉴定(二)	Fe <sup>3+</sup> 的鉴定;Ag <sup>+</sup> 、Pb <sup>2+</sup> 和Cu <sup>2+</sup> 、Hg <sup>2+</sup> 、Fe <sup>3+</sup> 的分离及Ag <sup>+</sup> 、Pb <sup>2+</sup> 和Fe <sup>3+</sup> 的分离及Pb <sup>2+</sup> 、Hg <sup>2+</sup> 、Cu <sup>2+</sup> 的分离和鉴定。	3	综合性	1	必开

(实验类型指演示性、验证性、综合性或设计性实验等。)

#### 四、教学方法

本课程注重多种教学形式的结合,主要教学方法有:

1. 讲授法:实验目的、实验原理、基本操作等,围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法,组织采用学生查阅资料方式组织教学活动,

引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

2. 演示：初次遇到的基本操作，对学生进行讲解演示，对关键部分进行强调。

3. 任务驱动法：通过布置预习内容及其相关领域研究前沿和实际生产问题，让同学通过通过查阅文献自主解决问题，培养学生自主学习习惯。

4. 启发式教学法：引导学生自主学习，开展以问题为核心的启发式教学，促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化，激发学生的情感意识，引导学生树立社会主义核心价值观。

5. 线上线下结合方法：线上提前上传实验内容、课件及部分基本操作视频，督促学生实验之前进行预习。

## 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 4。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、预习报告，实验报告 4 个环节，占课程总成绩的 60%；期末考试包括问答题回答和实验技能考核 2 个环节，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	20%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	预习报告	15%	预习报告按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
	实验报告	15%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2

期末考试 40%	简答题	10%	采用问答题的形式，让学生随机从题库里抽取 1 道题目来回答，考察学生对所学实验原理和实验操作的掌握、理解程度。	课程目标 1 课程目标 2
	实验室能 考核	30%	让学生随机从题库里抽取 1 道实验操作题目进行实验操作，考查学生对分析化学实验的基本操作技能掌握情况，考察学生分析问题和解决问题的能力，以及良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式（4）}$$

$M$  为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数，总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩/考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩/考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩/考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式(5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

北京师范大学主编 《无机化学实验》(第四版)，高等教育出版社，2014 年。

### (二) 主要参考书目

[1] 北京师范大学主编，《无机化学实验》(第二版)，高等教育出版社，1991 年。

[2] 中山大学主编，《无机化学实验》(第二版)，高等教育出版社，1991 年。

[3] 王希通主编，《无机化学实验》，高等教育出版社，1988 年。

### (三) 其它课程资源

学习通网站

执笔人：黄运瑞

参与人：党元林、黄运瑞、史珍珍等

课程负责人：党元林

审核人(系/教研室主任)：党元林

审定人(主管教学副院长/副主任)：包晓玉

2020 年 6 月

# 《有机化学 I》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：有机化学I

Organic Chemistry I

课程代码：53110205

课程类别：学科专业课程/必修

适用专业：化学专业

课程学时：60学时

课程学分：4学分

修读学期：第一学期

先修课程：无机化学

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**通过有机化学 I 课程的学习，使学生熟练掌握各类有机化合物的命名及其官能团特点分析认识；掌握各类有机化合物结构与性质间关系；掌握各类有机化合物的典型反应及一般合成方法；掌握主要有机化学理论和有机反应机理；能够综合应用有机化学知识，培养较高的有机化学学科素养和较强的学习能力。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**通过有机化学 I 课程的学习，培养学生独立自主地学习能力；通过教学调动其积极性、主动性，培养学生探求知识的思维能力和思维习惯，培养善于分析、归纳总结、迁移及求是的科学精神。使学生具有不断获取新知识的能力，培养学生的创新意识和科研素养。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3：**教书与育人相结合，通过对应章节内容的学习，以科学的认识论和方法论为指导，培养学生艰苦奋斗的科学精神和勇于担当的社会责任感，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观；践行社会主义核心价值观，热爱社会主义教育事

业，恪守师德规范，富有教育情怀，尊重科研伦理，具有强烈的爱国情怀和高尚的道德情操。使学生成为德才兼备、全面发展的人才。【支撑毕业要求6】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养：理解化学学科核心素养内涵，掌握无机化学、分析化学（含仪器分析）、有机化学和物理化学（含结构化学）的基本知识、原理、方法，具备一定的科学思维方法，了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念：理解教师是学生学习和发展的促进者，坚持以生为本，熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6.综合育人	6.2 学科育人：理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现，能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合，自觉利用化学教学进行综合育人活动，指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 绪论	讲授法	课程目标 1、2、3	3
第二章 烷烃	讲授法、讨论法、案例教学法	课程目标 1、2	5
第三章 单烯烃	讲授法、讨论法、任务驱动法	课程目标 1、2	6
第四章 炔烃和二烯烃	讲授法、讨论法、任务驱动法	课程目标 1、2、3	5
第五章 脂环烃	讲授法、自学讨论	课程目标 1、2	5
第六章 对映异构	讲授法、讨论法、案例教学法	课程目标 1、2、3	6
第七章 芳烃	讲授法、讨论法、任务驱动法	课程目标 1、2、3	6

	驱动法、案例教学法		
第八章 有机化合物的结构表征	讲授法、讨论法	课程目标 1、2、3	6
第九章 卤代烃	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2	6
第十章 醇、酚、醚	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2	6
第十一章 醛和酮	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2	6
合计			60 学时

## (二) 具体内容

### 第一章 绪论

#### 【学习目标】

1. 了解有机化学的产生和发展历史，有机化合物的分类和有机反应类型。
2. 初步掌握有机化合物中的化学键、共价键的键参数：键长、键角、元素的电负性以及键的极性和极化性。
3. 掌握诱导效应的概念；掌握有机化合物性质上的特点。
4. 培养创新精神、科学精神，树立正确的人生观和价值。

#### 【学习内容】

第一章	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 共价键理论；分子轨道理论；共价键的键参数；共价键的断裂。				
2. 二级知识点 有机化合物的结构特点；有机化合物的分类和官能团。				
3. 三级知识点 有机化学的产生和发展；有机化合物和有机化学的含义；研究有机化合物的一般步骤。				

#### 【学习重点】

1. 有机化学的产生与发展。



2. 有机化合物的结构特点。

### 【学习难点】

1. 共价键理论。
2. 分子轨道理论。

## 第二章 烷烃

### 【学习目标】

1. 掌握烷烃同系列、同分异构、 $sp^3$ 杂化等概念。
2. 熟练掌握烷烃的系统命名法及常见烷基的名称。
3. 了解烷烃  $\sigma$  键的形成、 $\sigma$  键的特性及烷烃的构象。
4. 学会用分子间作用力的观点解释烷烃的沸点、熔点、溶解性等方面存在的规律性变化。
5. 掌握烷烃的氧化、卤代反应以及烷烃游离基取代反应历程。
6. 了解烷烃的制备方法及应用。
7. 培养具有较强的反思研究能力和艰苦奋斗的实干精神。

### 【学习内容】

第二章	烷烃	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	5
1. 一级知识点 烷烃的构象；卤化反应；甲烷的一氯化反应机理；卤素对甲烷的相对反应活性；不同类型的氢原子的卤化活性与烷基自由基的稳定性。				
2. 二级知识点 烷烃的同系列；烷烃的同根异构现象；伯、仲、叔和季碳原子；烷烃的普通命名法、系统命名法；碳原子的四面体概念及分子模型；碳原子的 $sp^3$ 杂化；烷烃分子的形成；分子立体结构的表示方法。				
3. 三级知识点 烷烃的物理性质；烷烃的氧化反应；烷烃的热裂解反应；过渡态理论；甲烷和天然气。				

### 【学习重点】

1. 烷烃的系统命名。

2. 卤代反应。

**【学习难点】**

烷烃的一卤化反应机理。

### 第三章 单烯烃

**【学习目标】**

1. 掌握烯烃的构型异构和命名以及碳原子的  $sp^2$  杂化。
2. 掌握烯烃的加成及烯烃亲电加成反应历程。
3. 掌握烯烃的氧化反应。
4. 掌握碳正离子稳定性。
5. 了解石油的存在、加工和用途。
6. 培养学生良好的自主学习能力。熟悉有机化学的基本特征和科学研究的一些方法，提升科研素质，培养学生艰苦奋斗科学精神和勇于担当的社会责任感。

**【学习内容】**

第三章	单烯烃	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 烯烃的顺反异构体的命名；烯烃的化学性质；诱导效应；烯烃的亲电加成反应机理和马尔科夫尼科夫规则。				
2. 二级知识点 烯烃的结构。				
3. 三级知识点 烯烃的物理性质；烯烃的制备；石油。				

**【学习重点】**

1. 烯烃的顺反异构体的命名。
2. 烯烃的化学性质。

**【学习难点】**

烯烃的亲电加成反应机理。

### 第四章 炔烃和二烯烃

### 【学习目标】

1. 掌握炔烃碳原子的 SP 杂化。
2. 掌握炔烃的加成反应和氧化反应。
3. 掌握共轭二烯烃的命名。
4. 掌握炔烃和共轭二烯烃的系统命名。
5. 掌握共轭二烯烃的结构特点和特殊的化学性质。
6. 初步掌握共轭效应、超共轭效应的本质、特性及应用。
7. 培养学生探究与创新精神，树立正确的人生态度与价值观。

### 【学习内容】

第四章	炔烃和二烯烃	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	5
1. 一级知识点 炔烃与二烯烃的系统命名；炔烃的化学性质；共轭二烯烃的反应；共轭效应。				
2. 二级知识点 炔烃的结构；二烯烃的结构与稳定性；速率控制与平衡控制。				
3. 三级知识点 乙炔；炔烃的物理性质；炔烃的制备；丁二烯和异戊二烯。				

### 【学习重点】

1. 炔烃与二烯烃的系统命名。
2. 炔烃的化学性质。
3. 共轭二烯烃特殊的化学性质。

### 【学习难点】

共轭二烯烃的结构特性及共轭效应。

## 第五章 脂环烃

### 【学习目标】

1. 掌握脂环烃的分类和命名命名。
2. 掌握小环烷烃的特殊化学性质。
3. 掌握烷烃、环烷烃（五元、六元环）的稳定构象。

4. 融合道德情操教育，培养学生辩证思维、实事求是的科学精神和科研素养。

### 【学习内容】

第五章	脂环烃	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	5
1. 一级知识点 脂环烃的命名；环烷烃的性质；环己烷的构象。				
2. 二级知识点 环烷烃的结构与稳定性；脂环烃的制备。				
3. 三级知识点 脂环烃的分类；多环烃。				

### 【学习重点】

1. 脂环烃的系统命名。
2. 小环烷烃特殊的化学性质。

### 【学习难点】

环己烷及其衍生物的构象分析。

## 第六章 对映异构

### 【学习目标】

1. 了解物质的旋光性与分子结构的关系。
2. 掌握旋光性、比旋光度、手性碳原子、对映体、非对映体、内消旋体、外消旋体的基本概念。
3. 握手性分子的判断方法，构型表示方法及构型的标记方法。
4. 培养学生树立正确的科学理念，一分为二的认识科学发展中的问题。

### 【学习内容】

第六章	对映异构	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 手性和分子结构的对称因素；费歇尔投影式；相对构型和绝对构型；R、S标记法含；两个手性碳原子的对映异构体；亲电加成反应的立体化学。				
2. 二级知识点 单环化合物的立体异构；不含手性碳原子化合物的对映异构体。				

### 3. 三级知识点

平面偏振光和旋光性；旋光仪和比旋光度；对映体和外消旋体；外消旋体的拆分；不对称合成法。

#### 【学习重点】

1. 手性与分子结构的对称因素。
2. 构型的表示方法。

#### 【学习难点】

物质构型的标记法及书写。

## 第七章 芳烃

#### 【学习目标】

1. 掌握单环芳烃的结构、性质。
2. 掌握芳烃亲电取代反应历程。
3. 掌握芳环上亲电取代反应的定位规律。
4. 了解休克尔规则以及共振论。
5. 融合科研实例，引入榜样激励作用，引导学生树立积极向上的人生观和价值观。

#### 【学习内容】

第七章	芳烃	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 单环芳烃的化学性质；苯环的亲电取代定位效应；休克尔规则。				
2. 二级知识点 苯的结构；芳烃的异构现象和命名。				
3. 三级知识点 单环芳烃的物理性质；几种重要的单环芳烃；多环芳烃；富勒烯与 C <sub>60</sub> ；芳烃的来源。				

#### 【学习重点】

1. 单环芳烃的结构与性质。
2. 芳烃的亲电取代反应历程。

#### 【学习难点】

芳环上亲电取代反应的定位规律及其应用。

## 第八章 有机化合物的结构表征

### 【学习目标】

1. 了解紫外及可见光谱的产生及与有机化合物分子结构的关系。
2. 了解红外光谱的基本原理、红外光谱与有机化合物分子结构的关系。
3. 了解红外光谱在有机结构分析中的应用。
4. 了解核磁共振谱的基本知识。
5. 掌握屏蔽效应、化学位移、峰的裂分和自旋偶合、峰面积和氢原子数目的关系。
6. 培养学生科技的人文情怀、科学兴趣，激发学生对专业的热爱。

### 【学习内容】

第八章	有机化合物的结构表征	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 红外光谱的产生及其与有机化合物分子结构的关系；核磁共振氢谱；图谱解析及应用。				
2. 二级知识点 紫外光谱与有机化合物分子结构的关系；核磁共振碳谱；质谱。				
3. 三级知识点 电磁波的一般概念； X 射线衍射。				

### 【学习重点】

1. 红外光谱的基本原理、红外光谱与有机化合物分子结构的关系。
2. 核磁共振谱的基本知识。

### 【学习难点】

图谱解析及应用。

## 第九章 卤代烃

### 【学习目标】

1. 了解卤代烃的分类、命名。
2. 掌握卤代烃的化学性质。

3. 掌握卤代烃的亲核取代反应机理。
4. 融合道德情操教育，培养学生艰苦奋斗、实事求是的科学精神和科研素养。

### 【学习内容】

第九章	卤代烃	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
<p>1. 一级知识点 卤代烃的反应；饱和碳原子上亲核取代反应的反应机理。</p> <p>2. 二级知识点 卤代烃的制备。</p> <p>3. 三级知识点 卤代烃的分类、命名和同分异构现象；卤代烃的物理性质和光谱性质；重要的卤代烃。</p>				

### 【学习重点】

1. 卤代烃的化学性质。
2. 亲核取代反应机理  $S_N1$ 、 $S_N2$ 。
3. 影响  $S_N1$ 、 $S_N2$  反应活性的因素。

### 【学习难点】

亲电取代反应的立体化学。

## 第十章 醇、酚、醚

### 【学习目标】

1. 掌握醇、酚、醚的结构特点。
2. 掌握醇、酚、醚的化学性质。
3. 掌握消除反应机理、影响因素及消除反应与取代反应的竞争。
4. 引入环境安全意识培养，引导学生树立社会公德心。

### 【学习内容】

第十章	醇、酚、醚	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
<p>1. 一级知识点 醇的反应；<math>\beta</math>-消除反应的反应机理；酚的反应；醚的反应。</p> <p>2. 二级知识点</p>				

醇的制备；醚的制备；环醚。

### 3. 三级知识点

醇的分类、命名和结构；醇的物理性质；醇的光谱性质；重要的醇；酚的结构和命名；酚的物理性质；酚的光谱性质；重要的酚；醚的分类和命名；醚的物理性质和光谱性质；重要的醚。

### 【学习重点】

1. 醇的化学性质和消除反应机理。
2. 酚的化学性质。
3. 醚的化学性质。

### 【学习难点】

1. 消除反应机理
2. 影响因素及消除反应与取代反应的竞争。

## 第十一章 醛和酮

### 【学习目标】

1. 掌握醛、酮的结构、分类和命名。
2. 掌握醛、酮的化学性质。
3. 掌握羰基亲电加成反应及反应机理。
4. 掌握羰基的氧化还原反应。
5. 融合道德情操教育，培养学生艰苦奋斗、实事求是的科学精神和科研素养。

### 【学习内容】

第十一章	醛和酮	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 醛和酮的化学性质；亲核加成反应机理与立体化学。				
2. 二级知识点 醛和酮的结构；醛和酮的制法；不饱和羰基化合物。				
3. 三级知识点 醛和酮的分类、同分异构现象和命名；醛和酮的物理性质和光谱性质；重要的醛、酮。				

### 【学习重点】



1. 醛、酮的化学性质。
2. 羰基亲核加成反应。

### 【学习难点】

羰基的亲核加成反应机理。

## 四、教学方法

1. 讲授法：通过传统讲授和多媒体课件相结合，阐述有机化学的基础知识、基本理论和主要技术，围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法，增加教学的深度和广度，提高学生的学习兴趣 and 积极性，协调不同教学方法的效果，激发学生的情感意识，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

2. 讨论法：通过课堂专题讨论、小组讨论和课堂提问等方式，拓宽学生的专业知识，提高学生专业素养和道德情操，围绕有机化学的中心问题，各抒己见，通过讨论或辩论活动，获得知识或巩固知识；讨论结束时，教师进行总结，概括讨论的情况，使学生获得正确的观点和系统的知识，从而培养学生宽广的知识面和强烈的爱国情怀。

3. 任务驱动法：通过课前布置研讨题目，APP 推送资料、课堂讨论、课后作业，调动学生主动参与评价的积极性，改变评价主体的单一性，实现评价主体的多元化；重视形成性评价，突出过程性，使学生清晰掌握自身实际情况，有利于激发学习动力、挖掘学习潜能；提高学生的文献查阅能力和文献阅读能力，培养学生的自主学习能力、自主研究能力和辩证思维能力。

4. 案例教学法：在教学过程中，结合相关案例，提高学生的学习兴趣，培养学生的爱国情怀和社会责任感。

## 五、课程考核

本课程为考试课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 3。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、课后作业 3 个环节，占课程总成绩的 30%；期末卷面考试采用闭卷形式，占课程总成绩的 70%，课程总成绩采用百分制表示。

表 3 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合,旷课、事假、病假进行相应扣分,考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	10%	随堂在线检测,考核学生对知识点理解和掌握程度; 课堂讨论与提问,考察学生的学习态度和课堂参与度。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
	课后作业	10%	作业按 100 分制单独评分,取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对各章节知识点的复习、理解和掌握程度;考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
期末考试 70%	命名题 选择题 完成反应题	第一部分	考察学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况,以及学生对基本知识的运用情况。	课程目标 1
	机理题 合成题 推导题	第二部分	考查学生对有机化学知识的综合运用情况,分析探讨、解决问题的能力,以及学生综合归纳方面的能力。	课程目标 2
	鉴别题	第三部分	考查学生对有机化学知识的综合运用情况,以及思考问题、解决问题的能力	课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法,具体包括:课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成,评价样本为所有修完该课程的学生,根据公式(1)计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式(1)}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值,  $D_2$  为间接评价达成度值,  $k_1$  为直接评价权重系数,

$k_2$  为间接评价权重系数,  $k_1 = k_2 = 0.5$

①直接评价

$D_1$  (直接评价达成度) 为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值, 根据公式 (2) 计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式 (2)}$$

②间接评价

针对课程目标设计问卷, 并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成 (1 分)、基本达成 (0.8 分)、部分达成 (0.6 分)、未达成 (0.4 分)”, 根据各区段统计比例与目标分值加权求和, 根据公式 (3) 计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式 (3)}$$

具体计算过程:

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成 (1 分)		基本达成 (0.8 分)		部分达成 (0.6 分)		未达成 (0.4 分)		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$ 人	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明:

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong \text{学生总人数}$ ;  $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong \text{学生总人数}$ ;  $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong \text{学生总人数}$

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数}$

$\times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

李景宁.《有机化学》(第六版).北京:高等教育出版社,2018年.

### (二) 主要参考书目

[1] 胡宏纹.《有机化学》(第四版).北京:高等教育出版社,2013年.

[2] 裴伟伟.《基础有机化学》(第三版).北京:高等教育出版社,2005年.

[3] 伍越寰.《有机化学》(第二版).合肥:中国科学技术大学出版社,2017年.

[4] 高占先.《有机化学》(第二版).北京:高等教育出版社,2007年.

[5] 曾昭琼.《有机化学》(第四版).北京:高等教育出版社,2005年.

### (三) 其它课程资源

[1] <https://mooc1.chaoxing.com/course/205082146.html>

[2] <https://open.163.com/newview/movie/courseintro?newurl=M6GGHJIVC>

[3] <https://ocw.mit.edu/courses/chemistry/>

执笔人：张胜

参与人：孔伟光

课程负责人：张胜

审核人（系/教研室主任）：李政道

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年6月

# 《有机化学 II》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：有机化学II

Organic Chemistry II

课程代码：53110206

课程类别：学科专业课程/必修

适用专业：化学专业

课程学时：54学时

课程学分：3学分

修读学期：第二学期

先修课程：无机化学，有机化学I

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**通过有机化学II课程的学习，使学生熟练掌握各类有机化合物的命名及其官能团特点分析认识；掌握各类有机化合物结构与性质间关系；掌握各类有机化合物的典型反应及一般合成方法；掌握主要有机化学理论和有机反应机理；能够综合应用有机化学知识，培养较高的有机化学学科素养和较强的学习能力。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**通过有机化学II课程的学习，培养学生独立自主地学习能力；通过教学调动其积极性、主动性，培养学生探求知识的思维能力和思维习惯，培养善于分析、归纳总结、迁移及求是的科学精神。使学生具有不断获取新知识的能力，培养学生的创新意识和科研素养。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3：**教书与育人相结合，通过对应章节内容的学习，以科学的认识论和方法论为指导，培养学生艰苦奋斗的科学精神和勇于担当的社会责任感，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观；践行社会主义核心价值观，热爱社会主义教育事

业，恪守师德规范，富有教育情怀，尊重科研伦理，具有强烈的爱国情怀和高尚的道德情操。使学生成为德才兼备、全面发展的人才。【支撑毕业要求6】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养：理解化学学科核心素养内涵，掌握无机化学、分析化学（含仪器分析）、有机化学和物理化学（含结构化学）的基本知识、原理、方法，具备一定的科学思维方法，了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念：理解教师是学生学习和发展的促进者，坚持以生为本，熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6.综合育人	6.2 学科育人：理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现，能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合，自觉利用化学教学进行综合育人活动，指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第十二章 羧酸	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	4
第十三章 羧酸衍生物	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	6
第十四章 含氮有机化合物	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	8
第十五章 含硫、含磷和含硅有机化合物	讲授法、讨论法、案例教学法	课程目标 1、2、3	6
第十六章 周环反应	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	6
第十七章 杂环化合物	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	6

	驱动法、案例教学法		
第十八章 糖类化合物	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	8
第十九章 蛋白质和核 酸	讲授法、讨论法、任务驱动法、案例教学法	课程目标 1、2、3	6
第二十章 萜类和甾族 化合物	讲授法、讨论法、案例教学法	课程目标 1、2、3	4
合计			54 学时

## (二) 具体内容

### 第十二章 羧酸

#### 【学习目标】

1. 掌握羧酸的分类和命名。
2. 理解羧酸的物理性质和掌握羧酸的光谱性质。
3. 掌握羧酸的化学性质。
4. 了解羧酸的来源，掌握羧酸的制备方法。
5. 理解二元羧酸和取代羧酸的性质。
6. 培养学生具有良好的归纳总结能力、较强的反思研究能力以及团结合作精神。

#### 【学习内容】

第十二章	羧酸	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 羧酸的化学性质；二元羧酸的化学性质。				
2. 二级知识点 羧酸的分类和命名；羧酸的来源和制备；取代羧酸。				
3. 三级知识点 饱和一元酸的物理性质和光谱性质；重要的一元羧酸；酸碱理论；二元羧酸物理性质；个别二元羧酸。				

#### 【学习重点】

1. 羧酸的化学性质。



2. 二元羧酸的化学性质。

**【学习难点】**

羧酸的酸性。

### 第十三章 羧酸衍生物

**【学习目标】**

1. 掌握羧酸衍生物的分类和命名，理解羧酸衍生物光谱性质，了解羧酸衍生物的物理性质。

2. 掌握和比较羧酸衍生物的水解、醇解和氨解，掌握酯的水解和克莱森(Claisen)酯缩合历程。

3. 了解油脂的组成和性质。

4. 掌握乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯在有机合成上的应用。

5. 了解碳酸衍生物的制备和性质。

6. 理解合成路线设计的基本知识，掌握羧酸衍生物的相互转化关系。

7. 培养学生的科学的思维方法，以成为具有创新能力和实干精神的社会主义建设者和接班人。

**【学习内容】**

第十三章	羧酸衍生物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 酰卤和羧酸的化学性质；羧酸酯的化学性质；乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯在有机合成上的应用；酰胺的化学性质；羧酸衍生物的水解、氨解、醇解机理；有机合成路线。				
2. 二级知识点 羧酸衍生物的分类、命名和光谱性质。				
3. 三级知识点 油脂和合成洗涤剂；酰卤和羧酸的物理性质；羧酸酯的物理性质；酰胺的物理性质；碳酸衍生物。				

**【学习重点】**

1. 酰氯、酸酐和羧酸酯的化学性质。

2. 乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯在有机合成上的应用。

### 【学习难点】

1. 有机合成路线设计。
2. 羧酸酯的水解历程。

## 第十四章 含氮有机化合物

### 【学习目标】

1. 了解硝基化合物的结构、掌握硝基化合物的化学性质和制法。
2. 理解胺的物理性质，胺的分类、命名和结构，掌握胺的化学性质和制法，理解胺的碱性和影响碱性强弱的因素。
3. 了解苯炔的结构、制法和苯炔的加成反应。
4. 掌握烯胺在有机合成中的应用。
5. 了解相转移催化剂的结构特点和相转移催化的原理。
6. 掌握重氮化反应、芳香族重氮盐的性质和在有机合成中的应用。
7. 理解重氮甲烷的结构和性质，了解偶氮染料。
8. 理解发生重排的原因和迁移基团的迁移顺序，掌握常见的重要重排反应的历程、立体化学和在有机合成中的应用。
9. 培养学生对有机化学的兴趣，增强为社会主义的建设服务的信念。

### 【学习内容】

第十四章	含氮有机化合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 硝基化合物的性质；胺的化学性质；芳香族重氮盐的性质；分子重排。				
2. 二级知识点 硝基化合物的命名和结构；胺的分类、结构和命名；胺的制法和苯炔。				
3. 三级知识点 硝基化合物的用途；胺的物理性质和光谱性质；烯胺；芳香族重氮化合物；重氮甲烷；偶氮染料。				

### 【学习重点】

1. 硝基化合物的性质。

2. 胺的化学性质。
3. 芳香族重氮盐的性质。

**【学习难点】**

分子重排。

## 第十五章 含硫、含磷和含硅有机化合物

**【学习目标】**

1. 了解含硫有机化合物的一般知识。
2. 掌握含硫有机化合物在有机合成中的应用。
3. 了解含磷和含硅有机化合物的一般知识。
4. 掌握 Wittig 试剂在有机合成中的应用。
5. 理解硅试剂在有机合成中的应用。
6. 引入唯物辩证法的哲学观点，引导学生树立科学的世界观和价值观。

**【学习内容】**

第十五章	含硫、含磷和含硅有机化合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 有机硫试剂的性质及应用；含磷化合物的性质及应用。 2. 二级知识点 硫、磷、硅原子的成键特征；含硫有机化合物的结构类型和命名；含磷有机化合物的命名。 3. 三级知识点 硫醇和硫酚；硫醚、亚砷和砷；磺酸及其衍生物；含磷有机化合物的分类；有机磷农药；含硅有机化合物。				

**【学习重点】**

1. 含硫化合物的性质。
2. 含磷化合物的性质及应用。

**【学习难点】**

含硫碳负离子在有机合成上的应用。

## 第十六章 周环反应

**【学习目标】**

1. 掌握周环反应原理及其应用。
2. 掌握电环化反应、环加成反应和 $\sigma$ 迁移反应原理及其应用。
3. 培养学生唯物辩证的唯物观和发展观。

**【学习内容】**

第十六章	周环反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一级知识点 电环化反应；电环化反应的机理；环加成反应；环加成反应机理；<math>\sigma</math>迁移反应；<math>\sigma</math>迁移反应机理。</li> <li>2. 二级知识点 电环化反应的应用；环加成反应的应用；<math>\sigma</math>迁移反应的应用。</li> <li>3. 三级知识点 周环反应原理。</li> </ol>				

**【学习重点】**

1. 电环化反应。
2. 环加成反应。
3.  $\sigma$ 迁移反应。

**【学习难点】**

前线轨道理论。

## 第十七章 杂环化合物

**【学习目标】**

1. 掌握五元杂环化合物和六元杂环化合物，以及重要稠环化合物的命名、结构和芳香性。
2. 掌握五元杂环化合物、六元杂环化合物以及重要稠环化合物的典型反应。
3. 掌握基本杂环化合物的亲电取代反应定位规律，掌握基本杂环化合物的鉴别方法及合成方法，掌握稠环化合物的合成方法。
4. 了解改变人行为的药物的命名、结构以及该类药物的生理活性与结构之间的关系，让学生认识到有机合成对医药的作用。

**【学习内容】**

第十七章	杂环化合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 呋喃、噻吩、吡咯的结构；呋喃、噻吩、吡咯的性质；吡啶的结构和性质。 2. 二级知识点 杂环化合物的分类和命名；呋喃、噻吩、吡咯的制法。 3. 三级知识点 糠醛；噻唑和咪唑；吡啶；吡啶化合物；嘧啶；喹啉和异喹啉；嘌呤；生物碱。				

### 【学习重点】

1. 杂环化合物的分类和命名。
2. 五元杂环化合物的结构和性质。
3. 六元杂环化合物的结构和性质。

### 【学习难点】

几种杂环化合物的性质比较。

## 第十八章 糖类化合物

### 【学习目标】

1. 了解糖类化合物的含义、分类和命名。
2. 理解利用化学方法证明己醛糖的直链构造式，掌握单糖的构型，了解糖的变旋现象，掌握典型单糖的费歇尔投影式、哈沃斯式和  $\alpha$ 、 $\beta$  构型。
3. 掌握单糖的成脎反应、氧化反应、还原反应、成苷反应，以及递升和递降反应等重要性质，掌握区别还原性糖和非还原性糖的方法。
4. 掌握蔗糖、麦芽糖等重要二糖的哈沃斯式及构象式写法，及其基本化学性质，了解纤维二糖、乳糖；
5. 了解淀粉、纤维素等典型多糖的结构特征与基本性质。
6. 融合道德情操教育，培养学生艰苦奋斗、实事求是的科学精神和科研素养。

### 【学习内容】

第十八章	糖类化合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点				

单糖的构造式；单糖的反应；单糖的环状结构。

2. 二级知识点。

单糖的构型；重要的双糖。

3. 三级知识点

重要单糖及其衍生物；纤维素及其应用；淀粉；糖原。

**【学习重点】**

1. 单糖的构造式、构型。
2. 单糖的反应。
3. 单糖的环状结构。

**【学习难点】**

单糖的结构推导。

## 第十九章 蛋白质和核酸

**【学习目标】**

1. 了解氨基酸的命名，掌握氨基酸的结构、分类、性质和制备方法。
2. 掌握多肽的结构，了解多肽的命名、性质、测定和制备方法。
3. 了解蛋白质的分类和酶的性质，理解蛋白质的结构，掌握蛋白质的性质。
4. 掌握核酸的组成，了解核酸的结构，理解核酸的功能。
5. 引导学生树立正确的学习观念和价值观念，全面发展。

**【学习内容】**

第十九章	蛋白质和核酸	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 氨基酸的性质；多肽结构测定和端基分析。				
2. 二级知识点 氨基酸的结构、命名和分类；氨基酸的构型；氨基酸的制备方法；肽和肽键；多肽的合成。				
3. 三级知识点 蛋白质；核酸。				

**【学习重点】**

1. 氨基酸的结构特点及性质。

2. 肽和肽键。

**【学习难点】**

多肽结构测定和端基分析。

## 第二十章 萜类和甾族化合物

**【学习目标】**

1. 掌握萜类化合物的碳干骨骼和重要萜类化合物的分子结构。
2. 掌握甾族化合物的分子结构特点。
3. 拓展学生的思维能力，培养学生良好的学习态度、积极的学习热情和严谨的科学思维。

**【学习内容】**

第二十章	萜类和甾族化合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 萜类的含义和异戊二烯规律；单萜；倍半萜；甾族化合物的基本结构和命名；甾族化合物的立体结构。				
2. 二级知识点 萜类的分类和命名。				
3. 三级知识点 双萜；三萜；四萜；甾醇类；胆酸；甾型激素。				

**【学习重点】**

萜类和甾族化合物的基本结构和命名。

**【学习难点】**

甾族化合物的立体结构。

### 四、教学方法

1. 讲授法：通过传统讲授和多媒体课件相结合，阐述有机化学的基础知识、基本理论和主要技术，围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法，增加教学的深度和广度，提高学生的学习兴趣和积极性，协调不同教学方法

的效果，激发学生的情感意识，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

2. 讨论法：通过课堂专题讨论、小组讨论和课堂提问等方式，拓宽学生的专业知识，提高学生专业素养和道德情操，围绕有机化学的中心问题，各抒己见，通过讨论或辩论活动，获得知识或巩固知识；讨论结束时，教师进行总结，概括讨论的情况，使学生获得正确的观点和系统的知识，从而培养学生宽广的知识面和强烈的爱国情怀。

3. 任务驱动法：通过课前布置研讨题目，APP 推送资料、课堂讨论、课后作业，调动学生主动参与评价的积极性，改变评价主体的单一性，实现评价主体的多元化；重视形成性评价，突出过程性，使学生清晰掌握自身实际情况，有利于激发学习动力、挖掘学习潜能；提高学生的文献查阅能力和文献阅读能力，培养学生的自主学习能力、自主研究能力和辩证思维能力。

4. 案例教学法：在教学过程中，结合相关案例，提高学生的学习兴趣，培养学生的爱国情怀和社会责任感。

## 五、课程考核

（说明本课程的考核方式，如：课堂表现、平时作业、阶段性测试、调研报告、课程论文、课堂考勤、期末考试等。）

本课程为考试课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 3。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、课后作业 3 个环节，占课程总成绩的 30%；期末卷面考试采用闭卷形式，占课程总成绩的 70%，课程总成绩采用百分制表示。

表 3 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	10%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度； 课堂讨论与提问，考察学生的学习态度和课堂参	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3



			与度。	
	课后作业	10%	作业按 100 分制单独评分,取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对各章节知识点的复习、理解和掌握程度;考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
期末考试 70%	命名题 选择题 完成反应题	第一部分	考察学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况,以及学生对基本知识的运用情况。	课程目标 1
	机理题 合成题 推导题	第二部分	考查学生对有机化学知识的综合运用情况,分析探讨、解决问题的能力,以及学生综合归纳方面的能力。	课程目标 2
	鉴别题	第三部分	考查学生对有机化学知识的综合运用情况,以及思考问题、解决问题的能力	课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法,具体包括:课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成,评价样本为所有修完该课程的学生,根据公式(1)计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式(1)}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值,  $D_2$  为间接评价达成度值,  $k_1$  为直接评价权重系数,  $k_2$  为间接评价权重系数,  $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$  (直接评价达成度) 为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值,根据公式(2)计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式(2)}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷,并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成(1分)、基本达成(0.8分)、部分达成(0.6分)、未达成(0.4分)”,根据各区段统计比例与

目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{之和} \quad \text{公式（3）}$$

具体计算过程：

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成 (1分)		基本达成 (0.8分)		部分达成 (0.6分)		未达成 (0.4分)		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明：

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong$  学生总人数； $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong$  学生总人数； $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong$  学生总人数

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式（4）}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

李景宁.《有机化学》(第六版).北京:高等教育出版社,2018年.

### (二) 主要参考书目

- [1] 胡宏纹.《有机化学》(第四版).北京:高等教育出版社,2013年.
- [2] 裴伟伟.《基础有机化学》(第三版).北京:高等教育出版社,2005年.
- [3] 伍越寰.《有机化学》(第二版).合肥:中国科学技术大学出版社,2017年.
- [4] 高占先.《有机化学》(第二版).北京:高等教育出版社,2007年.
- [5] 曾昭琼.《有机化学》(第四版).北京:高等教育出版社,2005年.

### (三) 其它课程资源

- [1] <https://mooc1.chaoxing.com/course/205082146.html>
- [2] <https://open.163.com/newview/movie/courseintro?newurl=M6GGHJIVC>
- [3] <https://ocw.mit.edu/courses/chemistry/>

执笔人: 张胜

参与人: 孔伟光

课程负责人: 张胜

审核人(系/教研室主任): 李政道

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020年6月

# 《有机化学实验 I》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：有机化学实验I

Experiments of Organic Chemistry I

课程代码：53110207

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：45学时

课程学分：1.5学分

修读学期：第1学期

先修课程：有机化学I

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

**课程目标1:** 通过实验教学,使学生掌握有机实验相关仪器设备、实验装置的使用方法,掌握有机化学实验的基础知识、基本原理以及一些重要有机化合物的制备、分离、提纯和鉴定方法;通过实验获得必要的感性认识,验证和巩固所学的有机化学知识,了解相关实验技术的应用范围及前沿性的发展趋势。通过实验操作使学生较熟练掌握有机化学实验关于制备、分离、提纯和鉴定的一些基本操作技能。【支撑毕业要求3】

**课程目标2:** 通过实验课程的学习,引导学生理论联系实际,提高发现、分析和解决问题的能力。【支撑毕业要求7】

**课程目标3:** 通过本课程学习,使学生逐步具有严谨、实事求是的科学态度,良好的实验习惯以及相互协作的团队精神,坚韧不拔的意志品质和勇于探索的创新意识。【支撑毕业要求8】

### (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能: 具备扎实的实验技能, 初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.2 批判思维: 初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力, 养成问题意识与批判性思维习惯, 形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式, 将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作: 能够理解化学教师专业成长的基本规律, 积极培育学习共同体, 主动参与小组合作学习, 充分理解合作在发展中的重要性, 树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 有机化学实验的一般知识及常用仪器认领	课程目标 1	3
实验二 熔点的测定	课程目标 1、2、3	3
实验三 蒸馏和沸点的测定	课程目标 1、2、3	4
实验四 简单分馏	课程目标 1、2、3	3
实验五 水蒸气蒸馏	课程目标 1、2	4
实验六 减压蒸馏	课程目标 1、2、3	4
实验七 重结晶提纯法	课程目标 1、2、3	4
实验八 薄层色谱法及对药物 APC 各组分的剖析	课程目标 1、2、3	4
实验九 1-溴丁烷的制备	课程目标 1、2、3	8
实验十 乙醚的制备	课程目标 1、2、3	4
实验十一 己二酸的制备	课程目标 1、2、3	4
合计		45 学时

#### (二) 具体内容

表3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	有机化学实验的一般知识及常用仪器认领	有机化学实验室规则;有机实验室安全知识(实验室安全设施的使用,水、电安全知识和操作常识,化学品的安全使用,个人安全防护,常见事故的预防和应急处理,化学废弃物的回收和处置);实验报告的书写;有机化合物文献值的查阅;有机化学实验常用玻璃仪器的认领、洗涤、干燥和维护。	3	综合性	2	必开
2	熔点的测定	熔点管(Thiele)介绍;显微熔点测定仪的介绍;熔点的定义;熔点测定意义、影响熔点测定的因素;熔点管的制备、检漏;样品的填充;熔点测定装置的安装、绘制;熔点测定结果记录。	3	验证性	2	必开
3	蒸馏和沸点的测定	沸点的定义、蒸馏的定义;蒸馏的原理、意义与用途;蒸馏装置的组成、安装、拆卸及绘制;蒸馏速度的控制及各馏分的正确收集。	4	验证性	2	必开
4	简单分馏	分馏的定义、原理、意义;共沸物;影响分馏的因素;分馏柱的种类、使用;分馏装置的组成、安装、拆卸及绘制;分馏速度的控制及各馏分的正确收集。	3	验证性	2	必开
5	水蒸气蒸馏	水蒸气蒸馏的概念;水蒸气蒸馏的原理,用途,适用范围;水蒸气蒸馏装置的结构及各部分的作用;水蒸气蒸馏仪器的安装、拆卸、操作及实验装置图的绘制。	4	验证性	2	必开
6	减压蒸馏	减压蒸馏的定义、原理及应用;减压蒸馏的仪器设备(真空油泵、压力计、气体吸收装置);减压蒸馏的仪器的安装及绘制;气密性检查及调控;减压蒸馏的操作;水浴加热操作。	4	验证性	2	必开
7	重结晶提纯法	重结晶的原理、过程;溶剂的选择;有机物的溶解;热水漏斗的用途;热过滤操作;活性炭的使用;滤纸的折叠、使用;抽滤装置安装及抽滤操作;晶体的析出、收集、洗涤及干燥称量。	4	验证性	2	必开
8	薄层色谱法及对药物APC各组分的剖析	色谱法概念、分类、展开剂的概念;薄层色谱分析的原理及用途;薄层色谱板的制备;薄层色谱分析操作方法;紫外分析仪的使用及常用显色剂;Rf值的定义;影响薄层色谱分析效果的因	4	验证性	2	必开

		素。				
9	1-溴丁烷的制备	制备正溴丁烷的原理及可能的副反应;制备正溴丁烷的实验装置(带有毒气体吸收的回流装置)的正确安装、拆卸及正确绘制;反应条件的控制及反应终点的判断;液体粗产品的洗涤、分离、干燥;实验异常情况的解释处理;提高实验产率的措施及实验产率计算。	8	综合性	2	必开
10	乙醚的制备	实验室制备乙醚的原理、方法、反应条件及可能的副反应;实验室制备乙醚的装置及蒸馏低沸点易燃液体的装置的安装及绘制;反应条件的控制及反应终点的判断;分液漏斗和滴液漏斗的使用。蒸馏低沸点易燃液体的实验装置、操作要领及注意事项)(水浴加热);液体粗产品的洗涤、分离、干燥;提高实验产率的措施及实验产率计算。	4	综合性	2	必开
11	己二酸的制备	实验室制备己二酸的原理、方法、反应条件及可能的副反应;实验室制备己二酸装置的安装及绘制;反应条件的控制及反应终点的判断;固体粗产品的洗涤、分离、干燥;浓缩、过滤、重结晶等操作技能;提高实验产率的措施及实验产率计算。	4	综合性	2	必开

#### 四、教学方法

1. 讲授法:采用讲授的方法,对实验目的、实验原理、实验药品和仪器、实验过程以及注意要点等内容进行详细的讲解,加深学生对实验内容的理解。

2. 演示法:对实验过程中仪器的使用和装置的安装进行演示,使学生更快的掌握相应仪器和装置的使用方法。

3. 任务驱动法:根据教学内容,在各个环节设置一定的问题,让学生在问题情境中完成对教学内容的把握,促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化,激发学生的情感意识,引导学生树立正确的人生观、价值观。

#### 五、课程考核

本课程为考查课,课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成,详见表4。其中,平时成绩重在过程性评价,主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现,包括:课

堂考勤、课堂表现、预习报告，实验报告 4 个环节，占课程总成绩的 60%；期末考核包括实验技能考核和问答题两个环节，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	15%	课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	预习报告	15%	预习报告按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
	实验报告	20%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2
期末考核 40%	实验技能	25%	让学生随机从题库里抽取 1 道实验操作题目进行实验装置的搭建，以及良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 2 课程目标 3
	问答题	15%	采用现场提问的形式，随机对学生所搭装置和实验操作进行提问，考察学生对所学实验原理和实验操作的掌握、理解程度。	课程目标 1

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。



$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式 (1)}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值,  $D_2$  为间接评价达成度值,  $k_1$  为直接评价权重系数,  $k_2$  为间接评价权重系数,  $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

### ①直接评价

$D_1$  (直接评价达成度) 为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值, 根据公式 (2) 计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式 (2)}$$

### ②间接评价

针对课程目标设计问卷, 并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成 (1 分)、基本达成 (0.8 分)、部分达成 (0.6 分)、未达成 (0.4 分)”, 根据各区段统计比例与目标分值加权求和, 根据公式 (3) 计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式 (3)}$$

具体计算过程:

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成 (1分)		基本达成 (0.8分)		部分达成 (0.6分)		未达成 (0.4分)		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明:

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong \text{学生总人数}$ ;  $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong \text{学生总人数}$ ;  $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong \text{学生总人数}$

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

$\times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

曾和平. 有机化学实验(第四版). 北京: 高等教育出版社, 2014 年.

### (二) 主要参考书目

[1] 兰州大学、复旦大学化学系有机化学教研室.《有机化学实验》(第二版). 北京: 高等教育出版社, 1994 年.

[2] 汪志勇. 《实用有机化学实验高级教程》. 北京: 高等教育出版社, 2015 年.

[3] 李景宁. 《有机化学》(第六版). 北京: 高等教育出版社, 2018 年.

[4] 伍越寰. 《有机化学》(第二版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2017 年.

[5] 高占先. 《有机化学》(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2007 年.

### (三) 其它课程资源

[1] <http://coursehome.zhihuishu.com/courseHome/2044327#teachTeam>

[2] <https://mooc1.chaoxing.com/course/202143639.html>

执笔人: 张胜

参与人：孔伟光

课程负责人：张胜

审核人（系/教研室主任）：李政道

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年6月

# 《有机化学实验 II》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：有机化学实验II

Experiments of Organic Chemistry II

课程代码：53110208

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：54学时

课程学分：1.5学分

修读学期：第2学期

先修课程：有机化学I, 有机化学II, 有机化学实验I

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

**课程目标1:** 通过实验教学, 使学生掌握有机实验相关仪器设备、实验装置的使用方法, 掌握有机化学实验的基础知识、基本原理以及一些重要有机化合物的制备、分离、提纯和鉴定方法; 通过实验获得必要的感性认识, 验证和巩固所学的有机化学知识, 了解相关实验技术的应用范围及前沿性的发展趋势。通过实验操作使学生较熟练掌握有机化学实验关于制备、分离、提纯和鉴定的一些基本操作技能。【支撑毕业要求3】

**课程目标2:** 通过实验课程的学习, 引导学生理论联系实际, 提高发现、分析和解决问题的能力。【支撑毕业要求7】

**课程目标3:** 通过本课程学习, 使学生逐步具有严谨、实事求是的科学态度, 良好的实验习惯以及相互协作的团队精神, 坚韧不拔的意志品质和勇于探索的创新意识。【支撑毕业要求8】

### (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能: 具备扎实的实验技能, 初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.2 批判思维: 初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力, 养成问题意识与批判性思维习惯, 形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式, 将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作: 能够理解化学教师专业成长的基本规律, 积极培育学习共同体, 主动参与小组合作学习, 充分理解合作在发展中的重要性, 树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 苯甲酸乙酯的制备	课程目标 1、2、3	6 (选开)
实验二 对甲苯乙酮的制备	课程目标 1、2、3	4 (选开)
实验三 三苯甲醇的制备	课程目标 1、2、3	4 (选开)
实验四 乙酰乙酸乙酯的制备	课程目标 1、2、3	7
实验五 苯甲酰乙酸乙酯的制备	课程目标 1、2、3	8 (选开)
实验六 肉桂酸的制备	课程目标 1、2、3	7
实验七 二氯卡宾与环己烯的反应	课程目标 1、2、3	7
实验八 苯胺的制备	课程目标 1、2、3	4 (选开)
实验九 二苯酮的制备---TLC 技术控制加入反应物的量	课程目标 1、2、3	4
实验十 甲基橙的制备	课程目标 1、2、3	4
实验十一 外消旋 $\alpha$ -苯乙胺的制备	课程目标 1、2、3	7 (选开)
实验十二 生物碱的提取 (咖啡因)	课程目标 1、2、3	4

实验十三 阿斯匹林的合成研究; 苯并咪唑的合成研究; 聚乙烯缩甲醛胶的合成; 乙酸异戊酯的合成; 苯氧乙酸的合成研究; 甲基叔丁基醚的合成研究; $\beta$ -萘乙醚的合成研究;	课程目标 1、2、3	14
实验十四 咪喃甲醇和咪喃甲酸的制备	课程目标 1、2、3	4
合计		54

## (二) 具体内容

表 3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	苯甲酸乙酯的制备	有机酸合成酯的一般原理和方法; 蒸馏和分液漏斗的使用; 分水器的使用。	6	综合性	2	选开
2	对甲苯乙酮的制备	利用 F-C 酰基化反应制备芳香酮的原理和方法。	4	验证性	2	选开
3	三苯甲醇的制备	格氏试剂的制备、应用和进行格氏反应的条件; 搅拌、回流、萃取、蒸馏等操作。	4	验证性	2	选开
4	乙酰乙酸乙酯的制备	乙酰乙酸乙酯的制备和方法; 无水操作和减压蒸馏等操作。	7	综合性	2	必开
5	苯甲酰乙酸乙酯的制备	“三乙”酰基化反应及其应用; 无水操作、减压蒸馏、水蒸气蒸馏等操作。	8	综合性	2	选开
6	肉桂酸的制备	肉桂酸的制备; Perkin 反应及其基本操作; 水蒸气蒸馏的原理、用处和操作; 固体有机化合物的提纯方法: 脱色、重结晶。	7	综合性	2	必开
7	二氯卡宾与环己烯的反应	用相转移催化剂的方法制备 7,7-二氯二环[4.1.0]庚烷的原理和方法; 验证二氯卡宾的存在。	7	验证性	2	必开

8	苯胺的制备	硝基苯还原为胺的实验方法和原理; 水蒸气蒸馏和简单蒸馏的基本操作。	4	综合性	2	选开
9	二苯酮的制备 ---TLC 技术控制加入反应物的量	由二苯甲醇氧化制备二苯酮的制备原理和实验操作方法; 用 TLC 技术监控反应进程。	4	综合性	2	必开
10	甲基橙的制备	甲基橙的制备; 重氮化反应和偶合反应的实验操作; 盐析和重结晶的原理和操作办法。	4	综合性	2	必开
11	外消旋 $\alpha$ -苯乙胺的制备	外消旋体 $\alpha$ -苯乙胺的制备原理和方法; 萃取、分馏及蒸馏等基本操作。	7	综合性	2	选开
12	生物碱的提取 (咖啡因)	从茶叶中提取生物碱的原理和方法; 索氏 (Soxhlet) 提取器的使用方法; 升华操作。	4	综合性	2	必开
13	阿斯匹林的合成研究; 苯并咪唑的合成研究; 聚乙烯缩甲醛的合成; 乙酸异戊酯的合成; 苯氧乙酸的合成研究; 甲基叔丁基醚的合成研究; $\beta$ -萘乙醚的合成研究;	文献资料的查阅方法; 综合分析所得原始文献资料, 拟定合成方案, 确定实验步骤; 独立完成实验, 分析、讨论试验结果; 化学小论文的撰写。	14	设计性	2	必开
14	咪喃甲醇和咪喃甲酸的制备	Cannizzaro 反应制备咪喃甲醇和咪喃甲酸的原理和方法; 了解芳香杂环衍生物的性质。	4	综合性	2	必开

(实验类型指演示性、验证性、综合性或设计性实验等。)

#### 四、教学方法

1. 讲授法: 采用讲授的方法, 对实验目的、实验原理、实验药品和仪器、实验过

程以及注意要点等内容进行详细的讲解，加深学生对实验内容的理解。

2.演示法：对实验过程中仪器的使用和装置的安装进行演示，使学生更快的掌握相应仪器和装置的使用方法。

3.任务驱动法：根据教学内容，在各个环节设置一定的问题，让学生在问题情境中完成对教学内容的把握，促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化，激发学生的情感意识，引导学生树立正确的人生观、价值观。

### 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 4。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、预习报告，实验报告 4 个环节，占课程总成绩的 60%；期末考试为实验技能考核，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	15%	课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	预习报告	15%	预习报告按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
	实验报告	20%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2
期末考试 40%	实验技能考核	40%	让学生独自开展有机合成实验，考察学生实验基本技能、实验习惯、最终实验结果，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3

### 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩



分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D=D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成（1分）、基本达成（0.8分）、部分达成（0.6分）、未达成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

具体计算过程：

表 5 目标达成度间接评价

课程目标	达成（1分）		基本达成（0.8分）		部分达成（0.6分）		未达成（0.4分）		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明：

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong$  学生总人数;  $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong$  学生总人数;  $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong$  学生总人数

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 * 0.4 + M_2 * 0.4 + M_3 * 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

曾和平. 有机化学实验 (第四版). 北京: 高等教育出版社, 2014 年.

### (二) 主要参考书目

[1] 兰州大学、复旦大学化学系有机化学教研室. 《有机化学实验》(第二版). 北京: 高等教育出版社, 1994 年.

[2] 汪志勇. 《实用有机化学实验高级教程》. 北京: 高等教育出版社, 2015 年.

[3] 李景宁. 《有机化学》(第六版). 北京: 高等教育出版社, 2018 年.

[4] 伍越寰. 《有机化学》(第二版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2017 年.

[5] 高占先. 《有机化学》(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2007 年.

### (三) 其它课程资源

[1] <http://coursehome.zhihuishu.com/courseHome/2044327#teachTeam>.

[2] <https://mooc1.chaoxing.com/course/202143639.html>.

执笔人：张胜

参与人：孔伟光

课程负责人：张胜

审核人（系/教研室主任）：李政道

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年6月

# 《分析化学》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：分析化学

Analytical Chemistry

课程代码：53110209

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学

课程学时：54 学时

课程学分：3 学分

修读学期：第 3 学期

先修课程：《高等数学》，《无机化学》，《有机化学》

## 二、课程目标

### （一）具体目标

分析化学是化学的一个分支学科，是获取物质的化学组成、形态、含量和结构等信息的方法论。通过本课程的学习，使学生明确分析化学在生产、教学及科研中的任务和作用，掌握基本的分析化学原理和方法，培养其从事理论研究和实际工作的能力以及严谨的科学作风。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**使学生了解分析化学的作用和意义；掌握分析数据的处理理论及方法；掌握四大滴定分析法、重量分析法和光度分析法的基本知识、基本理论和基本分析方法，树立正确的“量”的概念；了解常见的分离和富集方法。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**坚持以生为本，通过对相关的热点研究现状和前沿研究进展的介绍，提升学生对分析化学及相关知识的兴趣度；采取启发式教学，通过课堂问答，小组讨论等形式，促进学生学习和发展，提高学生的认知能力和理解能力；在教学互动过程中使学生理解教师是学生学习和发展的促进者。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3：**以科学的认识论和方法论为指导，培养学生的自主学习和综合育人的能力，养成终身学习的习惯，能够指导中学生形成科学的自然观和世界观；培养学生的创新意识和批判性思维，使学生成为德才兼备、全面发展的人才。【支撑毕业要

求 6】

## (二) 课程目标与化学专业要求的对应关系

表 1 课程目标与化学专业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养: 理解化学学科核心素养内涵, 掌握无机化学、分析化学(含仪器分析)、有机化学和物理化学(含结构化学)的基本知识、原理、方法, 具备一定的科学思维方法, 了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念: 理解教师是学生学习和发展的促进者, 坚持以生为本, 熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6.综合育人	6.2 学科育人: 理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现, 能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合, 自觉利用化学教学进行综合育人活动, 指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表 2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 概论	讲授法	课程目标 1.3	4
第二章 分析试样的采集与处理	讲授法, 课堂讨论	课程目标 1.2.3	2
第三章 分析化学中的误差与数据处理	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	6
第四章 分析化学中的质量保证与质量控制	自学讨论法, 任务驱动法, 专题研讨	课程目标 1.2.3	2
第五章 酸碱滴定法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	10
第六章 配位滴定法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	8
第七章 氧化还原滴定法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	6
第八章 沉淀滴定法和滴定分析小结	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	2
第九章 重量分析法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教	课程目标 1.2.3	6

	学		
第十章 吸光光度法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	6
第十一章 分析化学中常用的分离和富集方法	讲授法+启发式教学, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	2
合计			54 学时

## (二) 具体内容

### 第一章 概论

#### 【学习目标】

1. 了解分析化学的任务和作用。
2. 了解分析化学的发展趋势。
3. 掌握标准溶液的配制方法：直接法和间接法。
4. 掌握滴定分析中的计算。

5. 课程思政目标：概论部分通过介绍分析化学的发展历史，让学生们体会科学发展的曲折历程，感受科学家们坚持不懈的执着勇气。特别是新中国成立后，我国科学家在青蒿素研究等领域为化学发展做出的突出贡献，既培养了学生的爱国主义情怀，也增强了他们奋发学习、报效祖国的动力。

#### 【学习内容】

第一章	概论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 滴定分析中的计算。 2. 二级知识点 基准物质和标准溶液。 3. 三级知识点 滴定方式，分析方法的分类。				

#### 【学习重点】

1. 基准物质和标准溶液。
2. 滴定分析中的计算。

#### 【学习难点】

滴定分析中的计算。

## 第二章 分析试样的采集与处理

### 【学习目标】

1. 了解试样测定前的处理方法。
2. 掌握试样采集与制备常用的方法。
3. 掌握试样分解的方法。
4. 课程思政目标：培养学生艰苦奋斗的科学精神和实事求是的工作态度。

### 【学习内容】

第二章	分析试样的采集与制备	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 试样的采集。				
2. 二级知识点 试样的分解。				
3. 三级知识点 测定前的预处理。				

### 【学习重点】

试样的采集与处理。

### 【学习难点】

试样的处理。

## 第三章 分析化学中的误差与数据处理

### 【学习目标】

1. 了解定量分析中误差的来源。了解系统误差、随机误差及其特点。
2. 了解准确度，精密度的含义，表示方法；准确度、精密度的关系；系统误差，随机误差对测定结果的影响。
3. 理解有效数字的概念，掌握其记录、运算规则；正确表示测定结果。
4. 掌握对有限测定数据进行统计处理的初步方法。理解几个基本概念：总体、样本、置信度、置信区间。掌握有关计算。

5. 理解并掌握提高分析结果准确度的方法。

6. 课程思政目标：矛盾普遍性原理。矛盾存在于一切事物中，世界上任何事物都有矛盾；矛盾贯穿于每一事物的始终。

### 【学习内容】

第三章	分析化学中的误差与数据处理	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 误差及其产生的原因，随机误差的正态分布；有限测定数据的统计处理：置信度、置信区间；可疑值的取舍；显著性检验。				
2. 二级知识点 测定值的准确度与精密度；误差的表示方法；有效数字及其运算规则。				
3. 三级知识点 定量分析中误差的来源，系统误差、随机误差及其特点，误差的传递。				

### 【学习重点】

1. 误差及其产生的原因。
2. 有限测定数据的统计处理。
3. 有效数字及其运算规则。

### 【学习难点】

有限测定数据的统计处理。

## 第四章 分析化学中的质量保证与质量控制

### 【学习目标】

1. 了解质量保证和质量控制的含义。
2. 了解分析过程中质量保证和质量控制的方法。
3. 掌握国家标准中的标准方法和标准物质。
4. 课程思政：通过对分析化学中的质量保证与质量控制的学习延伸到职业道德规范及其内涵，政治素养、责任意识、团队精神等等，有助于学生形成正确的世界观、人生观、价值观。

### 【学习内容】



第四章	分析化学中的质量保证与质量控制	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 标准方法与标准物质。 2. 二级知识点 质量保证与质量控制。 3. 三级知识点 不确定度。				

### 【学习重点】

标准方法与标准物质。

### 【学习难点】

分析全过程的质量保证与质量控制。

## 第五章 酸碱滴定法

### 【学习目标】

1. 了解酸碱质子理论的内容。酸碱定义；酸碱强度；酸碱反应；共轭酸碱对；共轭酸碱对的  $K_a$  与  $K_b$  的关系。
2. 掌握处理酸碱平衡的方法。分析浓度；平衡浓度；物料平衡；电荷平衡；质子平衡；重点掌握质子平衡式的写法。
3. 理解并掌握弱酸（碱）溶液中各型体的分布分数的意义；酸度对分布分数的影响；各型体平衡浓度的计算；主要型体的判断。
4. 掌握各种酸（碱）溶液中  $[H^+]$ （或  $[OH^-]$ ）的计算公式，适用条件，并熟练应用公式计算各种溶液的 pH 值。
5. 掌握缓冲溶液的 pH 值的计算方法，缓冲溶液的选择、配制。
6. 了解酸碱指示剂的变色原理；变色范围和理论变色点；掌握指示剂的选择原则，并正确选用指示剂。
7. 了解酸碱滴定法原理；准确直接滴定的判断；滴定 pH 突跃范围及其影响因素；滴定误差计算，多元酸（碱）分步分别滴定条件。
8. 掌握酸碱滴定中分析结果计算方法。
9. 课程思政：在教学内容中融入创新思维元素，借助于分析科研案例，激发学生

的创新思维意识，提高学生在分析化学领域里的创新能力。

### 【学习内容】

第五章	酸碱滴定法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 质子平衡式的书写；各种酸（碱）溶液中 $[H^+]$ （或 $[OH^-]$ ）的计算公式；准确直接滴定的判断；滴定 pH 突跃范围及其影响因素；多元酸（碱）分步分别滴定条件。				
2. 二级知识点 酸碱质子理论的内容；共轭酸碱对；共轭酸碱对的 $K_a$ 与 $K_b$ 的关系；弱酸（碱）溶液中各型体的分布分数的意义；各型体平衡浓度的计算（3）酸碱滴定法原理。				
3. 三级知识点 酸碱指示剂的变色原理；变色范围和理论变色点；滴定误差计算。				

### 【学习重点】

1. 溶液中  $H^+$  浓度的计算
2. 酸碱滴定原理
3. 酸碱滴定法的应用

### 【学习难点】

1. 溶液中  $H^+$  浓度的计算
2. 缓冲容量的理解和计算

## 第六章 配位滴定法

### 【学习目标】

1. 了解 EDTA 及其二钠盐的性质以及 EDTA 与金属离子生成络合物的特点。
2. 掌握各种副反应对主反应的影响情况-副反应系数及其计算。了解稳定常数  $K_{MY}$  和条件稳定常数  $K'_{MY}$  的意义及有关计算。熟练运用  $K'_{MY}$  进行有关计算和判断。
3. 掌握金属离子能被 EDTA 准确直接滴定的判别式，了解酸效应曲线的意义和应用。
4. 了解金属指示剂的作用原理及选择方法。
5. 掌握提高络合滴定选择性的方法。了解控制酸度进行混合离子分步准确滴定的可行性判据。最高酸度，最低酸度，适宜酸度范围。理解络合滴定中控制酸度的重要

性。

6. 掌握络合滴定法的四种滴定方式，熟悉其原理，掌握滴定结果计算方法。

7. 课程思政：讲授条件稳定常数知识点时，引导学生树立辩证唯物主义思想，用整体的、联系的思维去理解和掌握。

### 【学习内容】

第六章	络合滴定法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 副反应系数及其计算；络合滴定中酸度的控制；金属离子能被 EDTA 准确直接滴定的判别式；控制酸度进行混合离子分步准确滴定的可行性判据。				
2. 二级知识点 稳定常数 $K_{MY}$ 和条件稳定常数 $K'_{MY}$ 的意义及有关计算；提高络合滴定选择性的方法。				
3. 三级知识点 EDTA 及其二钠盐的性质；金属指示剂的作用原理及选择方法；酸效应曲线的意义和应用。				

### 【学习重点】

1. 副反应系数和条件稳定常数
2. 配位滴定法的基本原理

### 【学习难点】

1. 配位滴定中酸度的控制
2. 提高配位滴定选择性的途径

## 第七章 氧化还原滴定法

### 【学习目标】

1. 掌握条件电位的意义，计算及应用。了解影响条件电位的各种因素。
2. 了解氧化还原滴定过程中体系电位及被测溶液浓度的变化规律，掌握滴定过程电位的计算；了解滴定曲线，电位突跃，指示剂的选择。
3. 了解氧化还原指示剂，变色范围，理论变色点。
4. 熟悉并掌握高锰酸钾法、重铬酸钾法、碘量法的方法原理，标准溶液的配制标

定、应用。

5. 掌握氧化还原滴定法结果计算。

6. 课程思政：在常用的氧化还原滴定法的教学内容中融入创新思维元素，借助于分析科研案例，激发学生的创新思维意识，提高学生在分析化学领域里的创新能力。

### 【学习内容】

第七章	氧化还原滴定法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 掌握条件电位的意义、计算及应用；化学计量点电位的计算；滴定曲线，电位突跃影响因素，指示剂的选择。				
2. 二级知识点 影响条件电位的各种因素；高锰酸钾法、重铬酸钾法、碘量法的方法原理。				
3. 三级知识点 氧化还原滴定过程中体系电位的变化规律；氧化还原指示剂，变色范围，理论变色点。				

### 【学习重点】

1. 氧化还原滴定原理。
2. 氧化还原滴定结果的计算。

### 【学习难点】

氧化还原滴定结果的计算。

## 第八章 沉淀滴定法

### 【学习目标】

1. 掌握莫尔法、佛尔哈德法、法扬斯法的测定原理，指示剂，滴定剂，滴定的酸度条件，指示剂用量，测定对象。

2. 课程思政：通过对莫尔法、佛尔哈德法和法扬司法的讲解，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

### 【学习内容】

第八章	沉淀滴定法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点				

莫尔法、佛尔哈德法、法扬司法的测定原理。

2. 二级知识点

莫尔法、佛尔哈德法、法扬司法的滴定条件。

3. 三级知识点

确定滴定终点的方法。

**【学习重点】**

1. 莫尔法、佛尔哈德法、法扬司法的测定原理。
2. 莫尔法、佛尔哈德法、法扬司法的滴定条件。

**【学习难点】**

莫尔法、佛尔哈德法、法扬司法的滴定条件。

## 第九章 重量分析法

**【学习目标】**

1. 了解重量分析法对沉淀形式、称量形式的要求；了解沉淀形成机理和过程。
2. 掌握影响沉淀溶解度的因素，影响沉淀纯度的因素，提高纯度的措施。
3. 掌握晶型沉淀和非晶型沉淀的生成条件的控制。
4. 掌握重量分析结果计算；换算因数。
5. 课程思政：通过对沉淀溶解度的影响因素的学习，了解事物之间以及事物内部诸要素之间存在相互影响、相互制约和相互作用，进一步加深对唯物主义辩证法的理解。

**【学习内容】**

第九章	重量分析法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 同离子效应、盐效应、酸效应、络合效应及有关计算。				
2. 二级知识点 沉淀的形成和沉淀的条件；换算因数。				
3. 三级知识点 影响沉淀纯度的因素。				

**【学习重点】**

1. 沉淀的溶解度及其影响因素。
2. 晶型沉淀和非晶型沉淀的生成条件。
3. 重量分析结果计算-换算因数。

**【学习难点】**

1. 沉淀的溶解度及其影响因素
2. 沉淀的形成过程

## 第十章 吸光光度法

**【学习目标】**

1. 理解并掌握朗伯 - 比耳定律的数学表达式及其意义。了解摩尔吸光系数的意义及其计算。
2. 了解并掌握引起偏离朗伯 - 比耳定律的因素。
3. 了解光度分析法的仪器。
4. 掌握吸光光度分析法分析条件的选择。显色剂选择、显色反应条件选择；光度测量误差及测量条件的选择。
5. 了解吸光光度法的几个方面的应用。单组分测定，多组分测定；高含量组分测定；络合物组成测定；酸碱解离常数测定。
6. 课程思政：通过光吸收基本定律得出的过程，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

**【学习内容】**

第十章	吸光光度法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 光吸收的基本定律；示差吸光光度法。				
2. 二级知识点 分光光度计及其结构；吸光光度分析法分析条件的选择。				
3. 三级知识点 吸光光度分析法的应用。				

**【学习重点】**

1. 物质对光的选择性吸收。
2. 光吸收的基本定律。
3. 吸光光度分析及误差控制。

**【学习难点】**

1. 光吸收的基本定律。
2. 吸光光度分析及误差控制。

## 第十一章 分析化学中常用的分离和富集方法

**【学习目标】**

1. 了解分离、富集在定量分析中的重要作用。
2. 了解几种分离方法原理及操作，萃取分离、沉淀分离、离子交换分离、液相色谱分离。
3. 了解一些新的分离和富集方法。
4. 课程思政：在教授分析化学中常用的分离和富集方法的应用时候从生活和生产实例出发，加深学生对知识重要性的认识，促进学生求知上进。

**【学习内容】**

第十一章	分析化学中常用的分离和富集方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1.一级知识点 萃取分离法的原理。 2.二级知识点 气态分离法、沉淀与过滤分离、离子交换分离法、色谱分离法。 3.三级知识点 电分离法、气浮分离法、膜分离。				

**【学习重点】**

萃取分离法的原理。

**【学习难点】**

萃取分离法。

### 四、教学方法

讲授法、案例教学、自学讨论法、任务驱动法、启发式教学法。

## 五、课程考核

本课程的考核采取平时过程性考核成绩与期末考试成绩各占 50% 的评价模式。平时过程性考核成绩，主要是学生日常学习考核的积分，包括：课堂考勤、线上章节学习次数、课程互动、作业等。期末考试成绩为期末考试卷面成绩。

总成绩（100%）=“平时考核与作业”×30%+“线上学习”×20%+期末考试卷面成绩×50%

表 3 课程考核细则

考核环节		考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	签到	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂互动	课堂提问及小组讨论，考核学生对知识点理解和掌握程度，以及学生的学习态度等。	课程目标 1
	作业	考查学生对基本原理、基本内容的掌握程度，以及学生发现、分析和解决问题的能力。	课程目标 1 课程目标 2
线上学习 20%	网络课程学习	考察学生课下自学的实际情况，终身学习的习惯。	课程目标 1 课程目标 3
期末考试 50%	单选题	考查学生对知识点、基本原理的掌握情况。	课程目标 1
	填空题	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	简答题	考察学生对基本原理、重点内容的理解掌握情况。	课程目标 2
	计算题	考察学生对基本原理、重点内容的理解掌握和应用，以及学生对基本知识的运用能力。	课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩



分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ① 直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ② 间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成（1分）、基本达成（0.8分）、部分达成（0.6分）、未达成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

具体计算过程：

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成（1分）		基本达成（0.8分）		部分达成（0.6分）		未达成（0.4分）		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明:

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong$  学生总人数;  $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong$  学生总人数;  $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong$  学生总人数

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式(4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots$  公式(5)

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材:

武汉大学主编. 分析化学(第 6 版), 北京: 高等教育出版社, 2016 年.

### (二) 主要参考书目:

[1] 华中师范大学, 东北师范大学, 陕西师范大学. 分析化学(第 4 版), 北京: 高等教育出版社, 2011 年.

[2] 武汉大学主编. 分析化学(第 3 版), 北京: 高等教育出版社, 1995 年.

[3] 武汉大学主编. 分析化学(第 4 版), 北京: 高等教育出版社, 1998 年.

[4] 李俊义、张渔夫、徐书绅等. 分析化学学习指导, 北京: 高等教育出版社, 1991年.

[5] 武汉大学化学系分析化学教研室编. 分析化学例量与习题, 北京: 高等教育出版社, 1997年.

[6] 周光明主编. 分析化学习题精解, 北京: 科学出版社, 2001年.

### (三) 其它课程资源

执笔人: 张叶臻

参与人: 张廉奉

课程负责人: 张叶臻

审核人(系/教研室主任): 张廉奉

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020年6月

# 《分析化学实验》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：分析化学实验

Analytical Chemistry Experiment

课程代码：53110210

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：54 学时

课程学分：1.5 学分

修读学期：第 3 学期

先修课程：《无机化学实验》，《有机化学实验》

## 二、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**加深学生对分析化学基本概念和基本理论的理解，注重对学生基本实验技能的训练，正确地掌握分析化学实验的基本操作技能，系统地学习分析化学实验的基本知识；牢固树立“量”的概念，用误差理论和分析化学理论知识，正确处理实验数据，以保证实验结果准确可靠。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**掌握分析化学实验学习的基本方法，培养良好的实验习惯，培养学生分析问题、解决问题的能力，提高学生实验观察能力；培养学生主动学习获得新知识的能力和勇于探索创新的意识。【支撑毕业要求 7】

**课程目标 3：**教书与育人相结合，结合教学内容进行辩证唯物主义教育、思想品德教育，使学生树立正确的人生观、价值观；培养良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风和坚忍不拔的科学品质以及团队协作等职业素养。【支撑毕业要求 8】

### （二）课程目标与毕业要求指标点对应关系

表1 课程目标与毕业要求指标点对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能: 具备扎实的实验技能, 初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.2 批判思维: 初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力, 养成问题意识与批判性思维习惯, 形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式, 将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作: 能够理解化学教师专业成长的基本规律, 积极培育学习共同体, 主动参与小组合作学习, 充分理解合作在发展中的重要性, 树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 化学分析实验的基本知识和基本操作	课程目标 1.3	2
实验二 分析天平称量练习	课程目标 1.3	2
实验三 滴定分析操作练习	课程目标 1.3	3
实验四 化肥 (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 中氮含量的测定	课程目标 1.2.3	4
实验五 天然碱矿中混合碱的分析 (双指示剂法)	课程目标 1.2.3	4
实验六 井水的总硬度的测定	课程目标 1.2.3	4
实验七 铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定	课程目标 1.2.3	3
实验八 双氧水中H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 含量测定	课程目标 1.2.3	4
实验九 铁矿石中全铁含量的测定	课程目标 1.2.3	4
实验十 铜盐中铜含量的测定	课程目标 1.2.3	4
实验十一 HCl-NH <sub>4</sub> Cl 混合液中各组分含量的测定	课程目标 1.2.3	4
实验十二 “胃舒平”药片中铝和镁含量的测定	课程目标 1.2.3	4
实验十五 氯化钡中钡含量的测定	课程目标 1.2.3	6
实验十六 邻二氮菲分光光度法测定铁	课程目标 1.2.3	6
合计		54 学时

## (二) 具体内容

表3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	化学分析实验的基本知识和基本操作	1、实验室的安全常识 2、分析实验的基本操作	2	验证性	1	必开
2	分析天平称量练习	1、电子天平的使用原理及构造 2、分析天平的使用方法 3、分析天平称量方法	2	验证性	1	必开
3	滴定分析操作练习	1、酸碱滴定管的使用方法 2、盐酸标准溶液的配制 3、氢氧化钠标准溶液的配制 4、滴定操作练习，指示剂终点颜色观察	3	验证性	1	必开
4	化肥 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中氮含量的测定	1、铵盐中氮含量测定的基本原理和方法 2、滴定操作练习，指示剂终点颜色观察 3、铵盐中氮含量的数据处理	4	综合性	1	必开
5	天然碱矿中混合碱的分析(双指示剂法)	1、双指示剂法测定混合碱含量的原理和方法 2、混合碱含量计算	4	综合性	1	必开
6	井水的总硬度的测定	1、配位滴定测定水硬度的原理和方法 2、水的硬度的测定意义和常用的表示方法 3、水的硬度数据处理	4	综合性	1	必开
7	铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定	1、配位滴定测定铅、铋的原理和方法 2、测定铅、铋含量的数据处理	3	综合性	1	必开
8	双氧水中 $\text{H}_2\text{O}_2$ 含量测定	1、 $\text{KMnO}_4$ 法测定双氧水中 $\text{H}_2\text{O}_2$ 含量的原理和方法 2、双氧水中 $\text{H}_2\text{O}_2$ 含量的数据处理	4	综合性	1	必开
9	铁矿石中全铁含量的测定	1、测定铁的基本原理和方法 2、矿石中铁含量的数据处理	4	综合性	1	必开
10	铜盐中铜含量的测定	1、碘量法测定铜的原理和方法 2、铜含量的数据处理	4	综合性	1	必开
11	$\text{HCl-NH}_4\text{Cl}$ 混合液中各组分含量的测定	1、 $\text{HCl-NH}_4\text{Cl}$ 混合液中各组分含量测定的原理和方法 2、 $\text{HCl-NH}_4\text{Cl}$ 混合液中各组分含量测定的数据处理	4	设计性	1	必开
12	“胃舒平”药片中铝和镁含量的测定	1、试样前处理方法 2、铝、镁测定的原理和方法 3、铝、镁含量的数据处理	4	设计性	1	必开

13	氯化钡中钡含量的测定	1、晶形沉淀的沉淀条件和沉淀方法 2、重量分析的基本操作 3、氯化钡中钡含量测定的原理和方法	6	综合性	1	必开
14	邻二氮菲分光光度法测定铁	1、分光光度计的使用方法 2、分光光度法测定铁的原理和方法 3、铁含量的数据处理	6	综合性	1	必开
15	实验技能考核					

#### 四、教学方法

1. 任务驱动法：课前布置预习任务，学生根据老师布置的任务完成自学和预习报告，课后学生根据教师布置的任务完成实验报告的撰写和重难点的梳理。

2. 讲授法+启发教学法：针对验证性实验课堂上主要由老师讲解，提问学生，学生讨论等互动方式，加深学生对实验内容的理解，由学生自己动手操作，老师指导完成学习任务。

3. 小组合作学习，针对设计实验学生通过分工合作，查阅资料、讨论等方式确定实验方案，课堂上选取具有代表性的实验方案让学生代表进行讲解，老师做点评。然后由学生自己动手操作，老师指导完成实验任务。

4. 实验演示法：在实验操作过程中，对于特殊仪器的使用和实验操作难点，教师通过演示的方法让学生学会操作，后由学生自己动手操作，老师指导完成实验。

#### 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 4。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、预习报告，实验报告 4 个环节，占课程总成绩的 60%；期末考试包括问答题回答和实验技能考核 2 个环节，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节	占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
------	-----------	---------	---------

平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	40%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	预习报告	20%	预习报告取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
	实验报告	30%	实验报告取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2
期末考试 40%	简答题	25%	采用问答题的形式，让学生随机从题库里抽取 1 道题目来回答，考察学生对所学实验原理和实验操作的掌握、理解程度。	课程目标 1 课程目标 2
	实验室能考核	75%	让学生随机从题库里抽取 1 道实验操作题目进行实验操作，考查学生对分析化学实验的基本操作技能掌握情况，考察学生分析问题和解决问题的能力，以及良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$



## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数，总和为 1。

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩/考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩/考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩/考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材:

包晓玉, 张廉奉编, 《分析实验技术》, 河南大学出版社, 2018.

### (二) 主要参考书目:

[1] 华中师范大学, 东北师范大学, 陕西师范大学, 北京师范大学, 西南大学编. 《分析化学实验》(第四版), 北京: 高等教育出版社, 2015 年.

[2] 武汉大学主编. 分析化学实验(上册)(第五版), 北京: 高等教育出版社, 2011 年.

[3] 北京大学化学与分子工程学院分析化学教学组编. 《基础分析化学实验》(第 3 版). 北京大学出版社, 2010 年.

[4] 李楚芝, 王桂芝. 《分析化学实验》(第四版). 化学工业出版社, 2018 年.

### (三) 其他课程资源

[1] 分析化学实验精品课程, 大连理工大学, 中国慕课网.

[2] 无机与分析化学实验, 龚宁等. 科学出版社.

执笔人: 张叶臻

参与人：张廉奉

课程负责人：张叶臻

审核人（系/教研室主任）：张廉奉

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年6月

# 《仪器分析》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：仪器分析

Instrumental Analysis

课程代码：53110211

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学

课程学时：54 学时

课程学分：3 学分

修读学期：第 4 学期

先修课程：《无机化学》，《有机化学》，《分析化学》

## 二、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，使学生明确仪器分析在生产、教学及科研中的任务和作用，掌握基本的仪器分析原理和方法，培养其从事理论研究和实际工作的能力以及严谨的科学作风。

本课程的教学应达到以下目标：

**课程目标 1：**使学生了解常用的各类分析仪器的分析原理；掌握常用仪器的基本工作原理、简单结构、特点和应用；能够根据分析的目的，结合学到的各种仪器分析方法的特点、应用范围，选择适宜的分析方法。**【支撑毕业要求 3】**

**课程目标 2：**以科学的认识论和方法论为指导，培养学生观察、想象、思考、判断、推理、逻辑和思维等自主学习能力，紧跟国内外学科发展动态，养成终身学习的习惯。**【支撑毕业要求 7】**

**课程目标 3：**采取启发式教学，通过课堂问答，讨论等形式，提高学生的认知能力和理解能力。培养学生的创新意识和批判性思维，以高屋建瓴的视野对分析化学理论知识进行钻研和学习，使学生成为德才兼备、全面发展的人才。**【支撑毕业要求 7】**

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表 1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养: 理解化学学科核心素养内涵, 掌握无机化学、分析化学(含仪器分析)、有机化学和物理化学(含结构化学)的基本知识、原理、方法, 具备一定的科学思维方法, 了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	7.学会反思	7.1 发展意识: 理解化学学科专业发展的核心内容和路径, 紧跟国内外基础教育改革发展动态, 养成终身学习的习惯, 具有自主规划个人专业和职业发展的意识和能力。
课程目标 3	7.学会反思	7.3 创新能力: 具备一定的创新意识, 积极参与课外大学生创新实践活动, 能够指导中学生进行化学科学相关的创新实践活动。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表 2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 绪论	讲授法, 课堂讨论	课程目标 2.3	2
第二章 光学分析法导论	讲授法, 课堂讨论	课程目标 1.2.3	2
第三章 原子发射光谱法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第四章 原子吸收光谱法与原子荧光光谱法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	6
第五章 分子发光分析法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第六章 紫外-可见吸收光谱法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第七章 红外吸收光谱法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第八章 电分析化学导论	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4

第九章 电位分析法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第十章 电解和库仑法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第十一章 伏安法与极谱法	讲授法+启发式教学, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	6
第十二章 色谱法导论	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 2.3	4
第十三章 气相色谱法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	4
第十四章 高效液相色谱法	讲授法+启发式教学, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1.2.3	2
合计			54学时

## (二) 具体内容

### 第一章 绪论

#### 【学习目标】

1. 了解仪器分析的特点和分类。
2. 理解并会运用精密度、准确度和检出限等评价指标对定量方法进行评价。
3. 课程思政目标: 绪论部分通过介绍仪器分析的新方法和新成就, DNA 序列测定新方法, 青蒿素提取新方法等实例让学生体会到我国科技的飞速发展, 进一步激发学生的爱国主义情怀, 激励他们热爱科学, 树立远大的理想。

#### 【学习内容】

第一章	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 定量分析方法的评价指标。 2. 二级知识点 仪器分析的分类和仪器分析与化学分析的关系。 3. 三级知识点				

仪器分析的特点和发展趋势。

**【学习重点】**

1. 灵敏度、精密度、准确度和检出限的概念。
2. 定量方法的评价。

**【学习难点】**

定量方法的评价。

## 第二章 光学分析法导论

**【学习目标】**

1. 了解电磁辐射的性质和电磁波谱。
2. 掌握原子光谱和分子光谱的概念及其分类。
3. 课程思政目标：通过介绍我国原子光谱仪器在国际上居于领先地位，进一步激发学生的爱国主义情怀，激励他们热爱科学，努力学习，报效祖国。

**【学习内容】**

第二章	光学分析法导论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 光学分析法的仪器组成。				
2. 二级知识点 原子光谱和分子光谱的形状和区别。				
3. 三级知识点 电磁辐射的基本性质和电磁波谱。				

**【学习重点】**

1. 电磁辐射的性质和电磁波谱。
2. 原子光谱和分子光谱的概念。

**【学习难点】**

原子光谱和分子光谱的区别。

## 第三章 原子发射光谱法

### 【学习目标】

1. 了解原子发射光谱法的一般分析步骤及特点。
2. 理解谱线强度的表达式，光源及光谱仪的工作原理。
3. 掌握光谱定性、定量分析的原理和方法。
4. 课程思政目标：通过介绍原子发射光谱仪的应用，让学生体会到我国科技的巨大进步，进一步激发学生的爱国主义情怀，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

### 【学习内容】

第三章	原子发射光谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 原子发射光谱法的基本原理；AES 光谱仪器各部件的作用；光谱定性分析和定量分析。				
2. 二级知识点 光源及光谱仪的工作原理；光谱条件的选择。				
3. 三级知识点 AES 的产生及谱线的强度。				

### 【学习重点】

1. 原子发射光源及光谱仪的工作原理。
2. 光谱定性、定量分析的原理和方法。

### 【学习难点】

光谱定性、定量分析的原理和方法。

## 第四章 原子吸收光谱法与原子荧光光谱法

### 【学习目标】

1. 了解 AAS 与 AES 和 AFS 的异同点。
2. 了解 AFS 的基本原理、基本仪器装置和定量分析方法。
3. 理解原子吸收光谱法的基本原理、干扰及其抑制。
4. 掌握原子吸收光谱仪各主要部件的工作原理及原子吸收光谱定量分析的方法。
5. 课程思政：介绍我国自主研发的原子荧光光度计，进一步激发学生的爱国主义

情怀，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

**【学习内容】**

第四章	原子吸收光谱法与 原子荧光光谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
<p>1. 一级知识点 原子吸收光谱法基本原理；峰值吸收代替积分吸收的条件；原子吸收光谱法定量方法；原子吸收分光光度计的结构及作用；原子荧光光谱法基本原理。</p> <p>2. 二级知识点 共振线，吸收线轮廓；原子吸收光谱中的主要干扰因素及其消除的方法；理解灵敏度、检出极限和测量条件的选择；原子荧光光谱仪的基本组成及各部分的作用。</p> <p>3. 三级知识点 原子吸收光谱法的特点及其与原子荧光光谱法的异同点。</p>				

**【学习重点】**

1. 原子吸收光谱法的基本原理、干扰及其抑制。
2. 原子吸收光谱仪主要部件的工作原理。
3. 原子吸收光谱定量分析方法。

**【学习难点】**

1. 原子吸收光谱法的干扰。
2. 原子吸收光谱仪的工作原理。

## 第五章 分子发光分析法

**【学习目标】**

1. 理解荧光分析法、磷光分析法和化学发光法的基本原理。
2. 掌握三种分析仪器的主要部件的作用及其应用。
3. 课程思政：介绍鲁米诺化学发光现象在案发现场的作用，让学生感受到知识的应用价值，进一步激发学生热爱科学，树立远大的理想。

**【学习内容】**

第五章	分子发光分析法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
-----	---------	---	----	---



1. 一级知识点  
荧光分析法基本原理和基本仪器。
2. 二级知识点  
磷光分析法基本原理和基本仪器。
3. 三级知识点  
化学发光法基本原理和基本仪器。

**【学习重点】**

1. 荧光分析法的基本原理。
2. 荧光分析仪器的主要部件。

**【学习难点】**

荧光分析法的基本原理。

## 第六章 紫外-可见吸收光谱法

**【学习目标】**

1. 了解物质的颜色与吸收光的关系、无机化合物的吸收光谱以及单光束、双光束分光光度计和双波长分光光度计的工作原理。
2. 掌握电子跃迁的类型，生色团、助色团的概念。
3. 理解生色团的共轭作用及溶剂对吸收光谱的影响。
4. 掌握紫外-可见分光光度计的主要部件的作用以及紫外吸收光谱法的应用。
5. 课程思政：通过日常生活中的日光，灯光等介绍引入本节课程，紫外-可见分光光度计在生活中的应用，增加学生的学习兴趣和积极性，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

**【学习内容】**

第六章	紫外-可见吸收光谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一级知识点 紫外-可见吸收光谱的原理；仪器组成；分析条件选择。</li> <li>2. 二级知识点 有机化合物电子跃迁类型；吸收光谱的影响因素；吸收光谱的测量。</li> <li>3. 三级知识点 紫外-可见吸收光谱法的应用。</li> </ol>				

### 【学习重点】

1. 电子跃迁的类型。
2. 生色团的共轭作用。
3. 影响吸收光谱的因素。
4. 紫外-可见分光光度计的主要部件及作用。

### 【学习难点】

1. 生色团的共轭作用。
2. 紫外-可见分光光度计的主要部件及作用。

## 第七章 红外吸收光谱法

### 【学习目标】

1. 了解红外光谱法的特点，红外光谱图的表示方法，影响基团频率位移的因素，色散型和傅里叶变换红外光谱仪的结构原理。
2. 理解红外吸收基本理论，分子的振动形式、振动自由度。
3. 掌握红外光谱产生的条件、基团振动和红外光谱区域。
4. 掌握红外吸收光谱仪的主要部件的作用及红外吸收光谱分析的方法。
5. 课程思政：通过介绍红外吸收光谱仪的主要应用，介绍我国科技进步的历史，进一步激发学生的爱国主义情怀，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

### 【学习内容】

第七章	红外吸收光谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 红外光谱法的基本原理；红外吸收光谱仪的主要部件及作用。				
2. 二级知识点 红外光谱产生的条件。				
3. 三级知识点 红外光谱法的应用。				

### 【学习重点】

1. 红外吸收基本理论。
2. 分子的振动形式。
3. 红外光谱产生的条件。
4. 红外吸收光谱仪的主要部件。

**【学习难点】**

1. 分子的振动形式。
2. 红外吸收光谱仪的主要部件。

## 第八章 电分析化学导论

**【学习目标】**

1. 了解电分析化学方法的分类、电极的种类和化学电池。
  2. 掌握液体接界电位、极化和过电位的概念。
2. 课程思政：通过介绍仪器分析的新方法和新成就，让学生体会到我国科技的飞速发展，特别是现在新型电池的使用，使我们的生活更加轻松舒适，激发学生的爱国主义情怀，激励他们认真学习，报效祖国。

**【学习内容】**

第八章	电分析化学导论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 电极电位与液体接界电位，电极电位的计算。				
2. 二级知识点 化学电池，电极的种类。				
3. 三级知识点 电分析化学方法分类。				

**【学习重点】**

1. 液体接界电位。
2. 极化和过电位。

**【学习难点】**

极化和过电位。

## 第九章 电位分析法

### 【学习目标】

1. 了解膜电极的分类。
2. 理解膜电极的响应机理。
3. 掌握膜电极的构造、性能参数及测定离子活(浓)度的方法。
4. 掌握电位滴定法的原理和确定终点的方法。
5. 课程思政：通过介绍仪器分析的新方法和新成就，让学生体会到我国科技的飞速发展，特别是现在新型电池的使用，使我们的生活更加轻松舒适，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

### 【学习内容】

第九章	电位分析法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 离子选择性电极（玻璃电极和氟化镧单晶膜电极）的特性及电池电动势与被测离子浓度的关系				
2. 二级知识点 直接电位法的测定原理；电位滴定法原理和应用；电位分析计算示例。				
3. 三级知识点 离子选择性电极的分类及响应机理；离子选择性电极的性能参数；电位滴定法的原理。				

### 【学习重点】

1. 膜电极的响应机理。
2. 膜电极测定离子活(浓)度的方法。

### 【学习难点】

膜电极测定离子活(浓)度的方法。

## 第十章 电解和库仑法

### 【学习目标】

1. 了解电解及库仑分析法的特点。

2. 理解电解方程式电解及库仑分析法的基本原理。
3. 掌握法拉第电解定律，分解电压和析出电位的计算，控制电位电解法中阴极电位的选择和库仑滴定中指示终点的方法。
4. 课程思政：通过介绍仪器分析的新方法和新成就，让学生体会到我国科技进步的历史，进一步激发学生的爱国主义情怀，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

### 【学习内容】

第十章	电解和库仑法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 法拉第电解定律；库仑分析法的基本原理；控制阴极电位的选择。				
2. 二级知识点 分解电压和析出电位的计算；库仑滴定中指示终点的方法。				
3. 三级知识点 电解及库仑分析法的特点。				

### 【学习重点】

1. 电解及库仑分析法的基本原理。
2. 分解电压和析出电位的计算。

### 【学习难点】

分解电压和析出电位的计算。

## 第十一章 伏安法与极谱法

### 【学习目标】

1. 了解极谱分析法的特点和装置、极谱波的种类及方程式。
2. 理解扩散电流方程式及其影响扩散电流的因素，半波电位的测定和可逆极谱波的判断。
3. 掌握干扰电流及消除方法，极谱定量分析的方法。
4. 了解几种新型的极谱和伏安分析法及其应用。
5. 课程思政：通过介绍仪器分析的方法和成就，进一步激发学生的爱国主义情怀，激励他们热爱科学，树立远大的理想。

### 【学习内容】

第十一章	伏安法与极谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 极谱分析的基本原理；扩散电流方程式；干扰电流及消除方法；极谱定量分析的方法。				
2. 二级知识点 可逆极谱波的判断；极谱分析法的装置。				
3. 三级知识点 极谱分析法的特点；极谱波的种类；新型的极谱分析方法。				

### 【学习重点】

扩散电流方程式及其影响因素。

### 【学习难点】

干扰电流及消除方法。

## 第十二章 色谱法导论

### 【学习目标】

1. 了解色谱法的分类。
2. 理解塔板理论和速率理论。
3. 了解气相色谱分离过程及有关术语。
4. 掌握分离度和色谱基本分离方程。
5. 课程思政：通过塔板理论和速率理论的学习，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

### 【学习内容】

第十二章	色谱法导论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 色谱基本分离方程；分离度。				
2. 二级知识点 色谱理论基础；塔板理论和速率理论。				
3. 三级知识点				

色谱法分类。

**【学习重点】**

1. 色谱基本分离方程。
2. 塔板理论和速率理论。

**【学习难点】**

塔板理论和速率理论。

### 第十三章 气相色谱法

**【学习目标】**

1. 了解气相色谱常用术语。
2. 掌握气相色谱仪的主要组成部分及其作用。
3. 了解气相色谱流动相和固定相的要求及其选择的方法。
4. 掌握气相色谱定性、定量分析的方法。
5. 课程思政：介绍酒驾检测方法-气相色谱检测血液中酒精含量，让学生感受到知识的应用价值，进一步激发学生热爱科学，树立远大的理想。

**【学习内容】**

第十三章	气相色谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 气相色谱定性定量分析的方法；气相色谱仪的主要组成部分及其作用。				
2. 二级知识点 气相色谱检测器的作用原理。				
3. 三级知识点 气相色谱流动相和固定相的要求及其选择的方法。				

**【学习重点】**

1. 气相色谱仪的主要组成部分及其作用。
2. 气相色谱定性、定量分析的方法。

**【学习难点】**

气相色谱定性、定量分析的方法。

## 第十四章 高效液相色谱法

### 【学习目标】

1. 了解高效液相色谱的特点。
2. 掌握高效液相色谱仪器的结构及其作用。
3. 了解高效液相色谱的分析方法。
4. 掌握高效液相色谱定性、定量分析的方法。
5. 课程思政：通过介绍高效液相色谱的应用，让学生感受到知识的应用价值，从而树立认真学习，报效祖国的远大理想。

### 【学习内容】

第十四章	高效液相色谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 高效液相色谱仪器的基本构造；高效液相色谱定性、定量分析的方法。				
2. 二级知识点 高效液相色谱分析的基本原理。				
3. 三级知识点 高效液相色谱的主要分离类型。				

### 【学习重点】

1. 高效液相色谱仪器的基本构造。
2. 高效液相色谱定性、定量分析的方法。

### 【学习难点】

高效液相色谱定性、定量分析的方法。

## 四、教学方法对应关系

本课程注重多种教学形式的结合，主要教学方法有：

讲授法、任务驱动法、启发式教学法。

## 五、课程考核

本课程的考核采取平时过程性考核成绩与期末考试成绩相结合的评价模式。平时过程性考核成绩，主要是学生日常学习考核的积分，包括：课堂考勤、线上章节学习



次数、课程互动、作业等。期末考试成绩为期末考试卷面成绩。

总成绩（100%）= 平时考核 40% + 期末考试 60%

期末考试：按照学校试卷编写规则和考试方式进行！

表 3 课程考核细则

考核环节		考核依据与方法	对应的课程目标
平时考核 40%	线上学习	考察学生课下自学的实际情况，终身学习的习惯。	课程目标 2
	签到	常规签到与教师抽查点名相结合，考察学生的学习态度。	课程目标 2
	课堂互动	课堂提问及小组讨论，考核学生对知识点理解和掌握程度，以及学生的学习态度等。	课程目标 1
	作业	考查学生对基本原理、基本内容的掌握程度，以及学生发现、分析和解决问题的能力。	课程目标 2
期末考试 60%	单选题	考查学生对知识点的掌握情况。	课程目标 1
	填空题	考查学生对知识点的掌握情况。	课程目标 1
	判断题	考查学生对基本知识和基本原理灵活应用的情况	课程目标 3
	简答题	考察学生对基基本知识和基本原理综合应用的情况。	课程目标 3
	计算题	考察学生对基本原理、重点内容的理解掌握和应用，以及学生对基本知识的运用能力。	课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值,  $D_2$  为间接评价达成度值,  $k_1$  为直接评价权重系数,  $k_2$  为间接评价权重系数,  $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

①直接评价

$D_1$  (直接评价达成度) 为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值, 根据公式 (2) 计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式 (2)}$$

②间接评价

针对课程目标设计问卷, 并要求学生明确给出目标能力达到的程度“达成 (1 分)、基本达成 (0.8 分)、部分达成 (0.6 分)、未达成 (0.4 分)”, 根据各区段统计比例与目标分值加权求和, 根据公式 (3) 计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式 (3)}$$

具体计算过程:

表 4 目标达成度间接评价

课程目标	达成 (1分)		基本达成 (0.8分)		部分达成 (0.6分)		未达成 (0.4分)		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标 1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$	A	W
目标 2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标 3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明:

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong \text{学生总人数}$ ;  $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong \text{学生总人数}$ ;  $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong \text{学生总人数}$

目标 1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标 3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.3 + M_3 \times 0.3$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.3 + M_3 \times 0.3 \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

# 七、课程资源

## (一) 建议选用教材

武汉大学主编.《分析化学》第 6 版,下册).北京:高等教育出版社,2018 年.

## (二) 主要参考书目

[1] 朱明华.《仪器分析》(第三版).北京:高等教育出版社,2010 年.

[2] 华中师范大学,东北师范大学,陕西师范大学.《分析化学》(第四版,下册),北京:高等教育出版社,2011 年.

[3] 北京大学化学系仪器分析教学组.《仪器分析教程》(第三版).北京:北京大学出版社,2012 年.

## (三) 其它课程资源

无

执笔人：张叶臻

参与人：张廉奉

课程负责人：张叶臻

审核人（系/教研室主任）：张廉奉

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年 6月

# 《仪器分析实验》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：仪器分析实验

Instrumental Analysis Experiment

课程代码：53110212

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：36 学时

课程学分：1 学分

修读学期：第 4 学期

先修课程：《分析化学实验》

## 二、课程目标

### （一）具体目标

仪器分析实验作为现代分析测试手段，日益广泛地为许多领域科研和生产提供大量的物质组成和结构等方面的信息。通过仪器分析实验，达到的课程教学目标如下：

**课程目标 1：**加深学生对有关仪器分析基本原理的理解，掌握仪器使用的基础知识和基本操作技能，同时学习实验数据的处理方法，正确表达实验结果，具备扎实的实验技能，了解科学研究和应用开发的一般方法。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**掌握化学学习的基本方法，培养良好的实验习惯，培养学生分析问题、解决问题的能力、创新精神和独立工作能力。使学生理解化学学科专业发展的核心内容和路径，紧跟国内外基础教育改革发展动态，养成终身学习的习惯，具有自主规划个人专业和职业发展的意识和能力。【支撑毕业要求 7】

**课程目标 3：**教书与育人相结合，结合教学内容进行辩证唯物主义教育、思想品德教育，使学生树立正确的人生观、价值观；培养良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风和坚忍不拔的科学品质以及团队协作等科学精神。【支撑毕业要求 8】

## (二) 课程目标与毕业要求指标点对应关系

表 1 课程目标与毕业要求指标点对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能: 具备扎实的实验技能, 初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.1 发展意识: 理解化学学科专业发展的核心内容和路径, 紧跟国内外基础教育改革发展动态, 养成终身学习的习惯, 具有自主规划个人专业和职业发展的意识和能力。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作: 能够理解化学教师专业成长的基本规律, 积极培育学习共同体, 主动参与小组合作学习, 充分理解合作在发展中的重要性, 树立团队协作意识。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表 2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 自来水中氟含量的测定	课程目标 1,2,3,	4
实验二 循环伏安法判断电极过程	课程目标 1,2,3,	5
实验三 高效液相色谱法测定饮料中的咖啡因	课程目标 1,2,3,	4
实验四 分子荧光法测定奎宁的含量	课程目标 1,2,3,	5
实验五 红外光谱测定有机化合物的结构	课程目标 1,2,3,	4
实验六 火焰原子吸收光谱法灵敏度和自来水中钙、镁的测定	课程目标 1,2,3,	5
实验七 气相色谱法测定混合物中乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸戊酯的含量	课程目标 1,2,3,	4
实验八 紫外光谱法测定水杨酸的含量	课程目标 1,2,3,	5
合计		36

### (二) 具体内容

表 3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开

1	自来水中氟含量的测定	1、氟离子选择性电极的准备 2、标准曲线的制作 3、水样的测定	4	综合性	2	必开
2	循环伏安法判断电极过程	1、磨电极 2、峰电流与扫描速率 3、峰电流与浓度之间的关系 (标准曲线的绘制) 4、未知样品 $K_3Fe(CN)_6$ 浓度的检测	5	设计性	3-4	必开
3	高效液相色谱法测定饮料中的咖啡因	1、高效液相色谱仪的结构及使用方法 2、标准溶液的配制 3、标准溶液的测定 4、未知溶液的测定	4	综合性	6-8	必开
4	分子荧光法测定奎宁的含量	1、标准溶液的配制 2、绘制激发光谱和荧光发射光谱 3、绘制标准曲线 4、未知试样的测定	5	综合性	6-8	必开
5	红外光谱测定有机化合物的结构	1、固体试样苯甲酸的红外吸收谱图的测绘 2、液体试样苯乙酮的红外吸收谱图的测绘	4	验证性	6-8	必开
6	火焰原子吸收光谱法灵敏度和自来水中钙、镁的测定	1、钙、镁系列标准溶液的配制 2、工作条件的设置 3、钙的测定 4、镁的测定 5、绘制钙、镁标准曲线 6、计算自来水中钙、镁含量	5	设计性	6-8	必开
7	气相色谱法测定混合物中乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸戊酯的含量	1、了解气相色谱仪的各部件的功能 2、加深理解气相色谱的原理和应用 3、掌握气相色谱分析的一般实验方法 4、学会使用 FID 气相色谱对未知物进行定性和定量分析	4	综合性	6-8	必开
8	紫外光谱法测定水杨酸的含量	1、水杨酸标准溶液的制备 2、水杨酸最大吸收波长的测定	5	综合性	6-8	必开

		3、水杨酸标准曲线绘制 4、试样中水杨酸含量的测定				
--	--	------------------------------	--	--	--	--

#### 四、教学方法

1. 任务驱动法：课前布置预习任务，学生根据老师布置的任务完成自学和预习报告，课后学生根据教师布置的任务完成实验报告的撰写和重难点的梳理。

2. 讲授法+启发教学法：针对验证性实验课堂上主要由老师讲解，提问学生，学生讨论等互动方式，加深学生对实验内容的理解，由学生自己动手操作，老师指导完成学习任务。

3. 小组合作学习，针对设计实验学生通过分工合作，查阅资料、讨论等方式确定实验方案，课堂上选取具有代表性的实验方案让学生代表进行讲解，老师做点评。然后由学生自己动手操作，老师指导完成实验任务。

4. 实验演示法：在实验操作过程中，对于特殊仪器的使用和实验操作难点，教师通过演示的方法让学生学会操作，后由学生自己动手操作，老师指导完成实验。

#### 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核采用逐个实验累计记分的办法，成绩评定包括：课堂考勤、课堂表现、预习报告、实验报告4个环节，详见表4。课程总成绩为八个实验的平均值，采用百分制表示。

表4 课程考核细则

考核环节	占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
课堂考勤	20%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标3
课堂表现	30%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标1 课程目标3
预习报告	20%	预习报告按100分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点	课程目标1



		理解程度；考察学生的自主学习情况。	
实验报告	30%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式（4）}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数，总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots$  公式 (5)

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材:

包晓玉, 张廉奉. 《分析实验技术》, 河南大学出版社, 2018 年.

### (二) 主要参考书目:

[1] 华中师范大学, 东北师范大学, 陕西师范大学, 北京师范大学, 西南大学编. 《分析化学实验》(第四版). 北京: 高等教育出版社, 2015 年.

[2] 武汉大学主编, 《仪器分析实验》(第五版). 北京: 高等教育出版社, 2011 年.

### (三) 其他课程资源:

[1] 仪器分析实验, 华东师范大学, 中国慕课网

[2] 现代仪器分析国家精品课程, 福建农林大学, 中国慕课网。

执笔人: 张叶臻

参与人: 张廉奉

课程负责人: 张叶臻

审核人(系/教研室主任): 张廉奉

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

# 《物理化学I》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：物理化学I

Physical Chemistry I

课程代码：53110213

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：54学时

课程学分：3学分

修读学期：第3学期

先修课程：无机化学，有机化学，高等数学

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

**课程目标 1:** 通过对热力学三大定律、多组分系统热力学、化学平衡系统等内容的学习，掌握知识的同时，能正确认识和掌握宇宙万物发展的科学本质规律，使学生了解到事件的发展进行是有规律可循的，使学生能够从事件变化过程中的现象看到事物发展的本质规律，能依据条件判断事物的发展方向 and 性质。从而提升学生分析和解决实际问题的综合能力。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2:** 让学生在在学习知识的过程中，提高自学能力，掌握一些基本的教学研究能力和教学技能。注重教学过程中要以学生为中心，注重教学过程的逻辑性、条理性；能突出教学重点，详解教学的难点。学习将化学史和化学突出人物引入课堂，并针对教学中的实践知识点能开展实证性实验设计和操作。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3:** 让学生在在学习化学理论的过程中，认知马克思主义发展原理在科学发现中的指导作用，从而培养学生科学的认识世界和改变世界的态度。同时培养学生艰苦奋斗的科学精神和勇于担当的社会责任感，引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。激发学生求知欲望，提高学习兴趣，而且使学生在思想上受到启迪、情操上得到陶冶、精神上得以升华。【支撑毕业要求 6】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养: 理解化学学科核心素养内涵, 掌握无机化学、分析化学(含仪器分析)、有机化学和物理化学(含结构化学)的基本知识、原理、方法, 具备一定的科学思维方法, 了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念: 理解教师是学生学习和发展的促进者, 坚持以生为本, 熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6.综合育人	6.2 学科育人: 理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现, 能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合, 自觉利用化学教学进行综合育人活动, 指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
绪论	讲授法	课程目标 1.3	1
第一章 热力学定律	讲授法、启发法、小组讨论法、案例教学	课程目标 1.2.3	23
第二章 多组分系统热力学	讲授法、习题法、小组讨论讲授法、	课程目标 1.2.3	12
第三章 相平衡	讲授法、讨论法、习题法	课程目标 1.2.3	14
第四章 化学平衡	讲授法、讨论法、习题法	课程目标 1.2.3	4
合计			54 学时

### (二) 具体内容

#### 绪论

##### 【学习目标】

1. 使学生了解物理化学的研究内容, 了解物理化学的发展历史以及其在化学发展

过程中所起的作用。了解物理化学的课程特点和学习方法。

2. 结合物理化学发展史中的具体科学家事迹，培养学生的探索精神和勇于担当的责任感，培养学生细致认真的科学学习习惯。

### 【学习内容】

	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 物理化学的研究方法。				
2. 二级知识点。 物理化学的建立和发展。				
3. 三级知识点。 物理化学的学习方法。				

### 【学习重点】

物理化学的研究内容和课程特点以及在化学科学发展中的地位。

### 【学习难点】

1. 物理化学与其它学科的联系和物理化学学科特点。举例说明物理化学在化学发展史中所起的巨大指导作用。

2. 培养学生尊重科学原理，利用科学原理解决实际问题的能力。培养学生自主学习能力，熟悉热力学公式推导的一般方法，让学生在在学习中养成尊重客观规律的习惯。

## 第一章 热力学定律

### 【学习目标】

1. 了解热力学发展历史；概念：冷冻系数、热泵。

2. 掌握热力学基本概念、概念准静态过程、热力学第一定律、焓、Carnot 循环、Hess 定律、绝热可逆过程、热力学第二定律与卡诺定理、理解克劳修斯不等式、自发变化的共同特征；掌握  $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $F$  和  $G$  的热力学基本关系式；掌握用  $\Delta G$  判别变化的方向和平衡的条件和方法。

3. 能熟练计算不同体系在等温、等压、绝热等过程中的  $W$ 、 $Q$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta F$ 、 $\Delta G$ 。

4. 让学生在在学习本章的过程中，体会自然科学内涵之美，事物的发展相互联系，

看待事物的发展要抓住本质等科学的自然观。

### 【学习内容】

第一章	名称 热力学定律	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	23
<p>1. 一级知识点：            焓的定义、热容、Gay-Lussac-Joule 实验、Carnot 循环、绝热反应——非等温反应、反应焓变与温度的关系——Kirchhoff 定律；自发变化的共同特征：不可逆性；热力学第二定律；Carnot 定理；熵的概念及其计算；Clausius 不等式；热力学第二定律的数学表达式；熵增加原理。</p> <p>2. 二级知识点：            准静态过程与可逆过程、功与过程、准静态过程、可逆过程、绝热过程、热效率、冷冻系数、热泵、反应进度、化学反应标准摩尔焓变、物质标准摩尔生成焓、自键焓估算反应焓变、标准摩尔离子生成焓、标准摩尔燃烧焓；等温过程中熵的变化值；非等温过程中熵的变化值；热力学基本方程与联合公式；Helmholtz 自由能和 Gibbs 自由能；Gibbs 自由能与温度的关系；<math>\Delta G</math> 的计算示例；几个热力学函数间的关系；热力学第三定律与规定熵。</p> <p>3. 三级知识点：            系统与环境、系统的性质、热力学平衡态、状态函数、状态方程、过程和途径、热和功；变化的方向与平衡条件。</p>				

### 【学习重点】

1. 热力学基本概念、过程及其性质、热力学第一定律、焓、反应进度、Carnot 循环、Hess 定律、绝热过程。
2. 自发变化的共同特征：不可逆性。
3. Carnot 定理和 Clausius 不等式。
4. 不同体系在等温、等压、绝热等过程中的  $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta F$ 、 $\Delta G$  的计算。
5.  $\Delta G$  的计算示例及  $\Delta G$  判断变化的方向的条件和方法。
6. 热力学第三定律与规定熵。

### 【学习难点】

1. 可逆过程、Carnot 循环、绝热可逆过程、 $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $F$  和  $G$  的热力学基本关系式。
2. 不同体系在等温、等压、绝热等过程中的  $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta F$ 、 $\Delta G$  的计算。

3. 由卡诺定理推出克劳修斯不等式、 $\Delta S$ 、 $\Delta G$  的相关应用判断变化的方向的条件和方法。

## 第二章 多组分系统热力学

### 【学习目标】

1. 了解多组分系统的组成表表示法、Gibbs-Duhem 公式系统中偏摩尔量之间的关系；了解非理想气体混合物的化学势—逸度的概念和逸度因子的求法；了解溶质在两互不相溶溶液中的分配；

2. 掌握偏摩尔量定义，加和公式；化学势的定义、在相平衡中的应用、化学势与温度、压强的关系；理想气体及其混合物的化学势，理想液态混合物的定义、理想液态混合物中任一组分的化学势、理想液态混合物的通性、理想稀溶液中任一组分的化学势的表示方法；

3. 能熟练计算偏摩尔量的求法；Raoult 定律和 Henry 定律；稀溶液的依数性和活度与活度因子及其求算方法。

4. 通过本章的学习，让学生体会课堂教学逻辑性的重要性，学习在公式推导过程中的严谨性。

### 【学习内容】

第二章	多组分系统热力学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	12
1. 一级知识点： 偏摩尔量的求法、Gibbs-Duhem 公式系统中偏摩尔量之间的关系；非理想液态混合物中各组分的化学势—活度的概念。				
2. 二级知识点： 偏摩尔量的定义，加和公式；化学势的定义；化学势与温度、压力的关系；理想气体及其混合物的化学势；非理想气体混合物的化学势—逸度的概念；理想液态混合物的定义；理想液态混合物中任一组分的化学势；理想稀溶液中任一组分的化学势；稀溶液的依数性；双液系中活度因子之间的关系；活度和活度因子的求法；溶质在两互不相溶溶液中的分配。				
3. 三级知识点： 多组分系统的组成表表示法；化学势在相平衡中的应用；Raoult 定律；Henry 定律；理想液态混合物的通性。				

### 【学习重点】

1. 偏摩尔量定义，加和公式和偏摩尔量的求法。
2. 化学势的定义、化学势在相平衡中的应用、理想气体及其混合物的化学势表示方法；理想液态混合物中任一组分的化学势；理想稀溶液中任一组分的化学势的表示方法。
3. Raoult 定律和 Henry 定律；稀溶液的依数性；活度与活度因子及其求算方法。

#### 【学习难点】

1. 偏摩尔量定义，加和公式和偏摩尔量的求法。
2. 化学势的定义、化学势在相平衡中的应用、理想气体及其混合物的化学势表示方法。
3. 理想液态混合物中任一组分的化学势。
4. 稀溶液的依数性；活度与活度因子及其求算方法。

### 第三章 相平衡

#### 【学习目标】

1. 了解多相系统平衡的条件和相律的推导、外压与液体蒸气压的关系、区域熔炼；了解非理想的二组分液态混合物体系和部分互溶的双液系特点；熟练掌握等边三角形坐标表示法，了解部分互溶的三液体系和两固体一液体的水盐系统相图。
2. 掌握相律、水的相图、蒸馏(或精馏)的基本原理；掌握蒸汽蒸馏、简单的低共熔二元相图；掌握形成化合物的系统和固态部分互溶的二组分相图；
3. 能熟练掌握 Clapeyron 方程、杠杆规则的相关计算；
4. 通过这一章的学习让学生了解事物都是相互影响的，不能片面的看待问题。通过物质的变化过程，养成遵循科学的自然观。

#### 【学习内容】

第三章	相平衡	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	14
1. 一级知识点 多相系统平衡的条件---相律；蒸馏(或精馏)的基本原理；非理想的二组分液态混合物。				
2. 二级知识点				



Clapeyron 方程；水的相图；理想的二组分液态混合物；杠杆规则；部分互溶的双液系；简单的低共熔二元相图；形成化合物的系统；固态部分互溶的二组分相图；区域熔炼；部分互溶的三液体系；两固体一液体的水盐系统。

### 3. 三级知识点

外压与蒸气压的关系；不互溶的双液系—蒸汽蒸馏；等边三角形坐标表示法。

### 【学习重点】

1. 相律、Clapeyron 方程、杠杆规则。
2. 蒸馏(或精馏)的基本原理；蒸汽蒸馏、区域熔炼。
3. 水的相图。
4. 理想的二组分液态混合物—完全互溶的双液系统、非理想的二组分液态混合物、部分互溶的双液系；简单的低共熔二元相图、形成化合物的系统、固态部分互溶的二组分相图。

### 【学习难点】

1. 相律、Clapeyron 方程、杠杆规则；蒸馏(或精馏)的基本原理。
2. 理想的二组分液态混合物—完全互溶的双液系统、非理想的二组分液态混合物、部分互溶的双液系。
3. 简单的低共熔二元相图、形成化合物的系统、固态部分互溶的二组分相图。

## 第四章 化学平衡

### 【学习目标】

1. 了解化学反应的平衡条件—反应进度和化学反应的亲势、复相化学平衡、同时化学平衡和反应的耦合；
2. 掌握化学反应的平衡常数和等温方程式；平衡常数的表示式；3. 掌握物质标准摩尔摩尔生成 Gibbs 自由能及反应反应的 Gibbs 自由能变化值计算；
3. 掌握 温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响；
4. 使学生用联系的观点看待世间万物及其之间的转化，培养其考虑问题全面细致的习惯。

### 【学习内容】

第四章	化学平衡	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
<p>1. 一级知识点 溶液中反应的平衡常数；</p> <p>2. 二级知识点 化学反应的平衡条件和反应进度的关系；气相反应的平衡常数—化学反应的等温方程式；平衡常数的表示式；</p> <p>3. 三级知识点 化学反应的亲势；复相化学平衡；标准摩尔生成 Gibbs 自由能；温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响；标准状态下反应的 Gibbs 自由能变化值；同时化学平衡和反应的耦合。</p>				

### 【学习重点】

1. 化学反应的平衡条件、化学反应的平衡常数和等温方程式。
2. 平衡常数的表示式、标准摩尔生成 Gibbs 自由能、温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响。
3. 标准状态下反应的 Gibbs 自由能变化值的计算。

### 【学习难点】

1. 化学反应的平衡常数和等温方程式、平衡常数的表示式。
2. 复相化学平衡常数的表达。
3. 温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响、反应的耦合。

## 四、教学方法

1. 预习法：老师划定预习的范围，提出预习的要求，让学生在课前根据自己的时间情况提前预习要讲授的内容，找出自己的疑难问题，在课堂上注意深入理解该问题。通过这种有针对性的学习过程提高学生的自学能力。

2. 讲授法：以准确、精炼和富有感染力的语言，辅助多媒体课件，物理化学的有关概念、理论讲给学生，并结合生活实例和科学事迹，融入社会主义核心价值观，培养学生踏实严谨的学习态度和的开拓进取的科学精神。

3. 练习法：对于必须掌握的知识点内容，布置作业，对于较难的题目，利用习题课给学生统一讲授，让学生在作业中体会原理，掌握原理的使用技巧，做到能触类旁通、

举一反三。培养其灵活运用专业知识分析、解决实际问题的能力。

4. 网络教学法：利用已建成的网络课程体系，微课，MOOC 课等课程体系，建立班级群，打破传统课堂的时间、空间束缚，让学生能随时随地的自由学习和交流。培养其良好行为习惯和高尚思想品德。

5. 讨论法：根据物理化学热点知识设立讨论主题，要求学生自己搜集整理相关资料，再进行演讲汇报或撰写论文进行交流讨论，充分发挥其主导性、提高学生积极性，提高学生归纳分析、口头表达和团队协作能力。

## 五、课程考核

本课程为考试课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 1。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现，包括：课堂考勤、课堂提问、作业 3 个环节，占课程总成绩的 30%；期末考试主试卷的形式进行，占课程总成绩的 70%，课程总成绩采用百分制表示，总成绩（100%）=期末考试成绩（70%）+ 平时成绩（30%）。

表 1 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	课堂考勤	40%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂提问	30%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；考察学生的学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 2
	作业	30%	作业 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
期末考试 70%	选择题			课程目标 1
	填空题			课程目标 1
	判断题			课程目标 2
	计算题			课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用直接评价与间接评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D=D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1=k_2=0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式（4）}$$

$M$  为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数，总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式（5）}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

傅献彩, 沈文霞. 《物理化学》(第五版, 上册). 北京, 高等教育出版社, 2005 年.

### (二) 主要参考书目

[1] 万洪文, 詹正坤. 《物理化学》(第二版). 北京, 高等教育出版社, 2010 年.

[2] 印永嘉. 《物理化学简明教程》. 高等教育出版社, 2007 年.

[3] 孙德坤, 沈文霞. 《物理化学学习指导》. 高等教育出版社, 2007 年.

[4] 沈文霞. 《物理化学核心教程学习指导》(第二版). 科学出版社, 2017 年.

### (三) 其它课程资源

1. 《物理化学》学习通网址:

<https://mooc1.chaoxing.com/mycourse/teachercourse?moocId=201899590&clazzid=37933806&edit=true&v=0&cpi=0&pageHeader=0>

2. 网易公开课网址:

<https://open.163.com/newview/movie/free?pid=FETJD2SDU&mid=HETJD2SEK>

3. 中国大学 mooc 网址:

<https://www.icourse163.org/search.htm?search=%E7%89%A9%E7%90%86%E5%8C%96%E5%AD%A6#/>

执笔人: 杨奇超

参与人: 邱东方, 毕冬琴

课程负责人: 杨奇超

审核人(系/教研室主任): 杨奇超

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

# 《物理化学II》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：物理化学II

Physical Chemistry II

课程代码：53110214

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：54学时

课程学分：3学分

修读学期：第4学期

先修课程：《物理化学I》，无机化学，有机化学，高等数学

## 二、课程目标

**课程目标 1：**通过对化学动力学、电化学、界面化学和胶体化学知识的学习，让学生对《物理化学》形成完整、系统的知识体系。了解理论化学在化学发展中的指导作用，掌握重要的定律、推论，及其相关计算。引导学生在学习中体会和掌握从现象看到事物发展的本质规律的方法，能够理论联系实际，把学到的理论知识应用到实践之中，提高学生发现问题、分析问题，解决问题的能力，增强学生解决实际问题的综合能力。不断提高学生的创新能力和科学素养。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**在对化学动力学、电化学、界面化学和胶体化学基础知识的学习过程中，培养学生严密的逻辑推理能力，注重学习过程中的循序渐进特点；掌握利用互联网等搜集教学素材的意识。注意更新教材知识的意识。具有分析、处理中学化学教材中与物理化学知识相关内容的能力，做好大学化学与中学化学教学的衔接，融会贯通地渗透于中学化学教育。【支撑毕业要求 4】

**课程目标 3：**在教育学生在学习专业知识的过程中，注重培养学生掌握马克思主义理论与方法，够使辩证看待遇到的社会、教育热点问题，具备良好、正确的批判性思维能力，了解明晰党的教育方针的基本内容，能够自觉践行社会主义核心价值观，潜移默化的学习教师职业道德规范的要求，立志成为有理想信念、有道德情操、有仁

爱之心的合格的人民教师。【支撑毕业要求 6】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养：理解化学学科核心素养内涵，掌握无机化学、分析化学（含仪器分析）、有机化学和物理化学（含结构化学）的基本知识、原理、方法，具备一定的科学思维方法，了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念：理解教师是学生学习和发展的促进者，坚持以生为本，熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	6.综合育人	6.2 学科育人：理解化学学科核心素养是学科育人价值的集中体现，能够在教育实践中将知识学习、能力发展与品德养成相结合，自觉利用化学教学进行综合育人活动，指导中学生形成科学的自然观和世界观。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第五章 表面物理化学	讲授法、讨论法、启发法， 习题法	课程目标 1.2.3	10
第六章 胶体和大分子溶液	启发法、讲授法、习题法， 实例法	课程目标 1.2.3	8
第七章 化学动力学	讲授法、讨论法、启发法 习题法	课程目标 1.2.3	18
第八章 电化学	讲授法、小组讨论法	课程目标 1.2.3	18
合计			54 学时

### (二) 具体内容

#### 第五章 表面物理化学

##### 【学习目标】

1. 了解单分子层吸附和多分子层吸附和气-固相表面催化反应原理。
2. 理解掌握表面张力产生的本质及其性质，掌握附加压强与曲率半径的关系；掌握开尔文公式；
3. 掌握液体界面吸附现象、性质及其应用、吉布斯吸附公式；掌握固体表面吸附现象本质、表征方法；
4. 通过 Langmuir 吸附等温式和 BET 吸附等温式的推导学习，让学生了解、学习简化复杂问题的方法；通过对表面活性剂学习，让学生能理论联系实际做一些有趣的小实验，在培养学生动手能力的同时加深对本章知识的理解。

### 【学习内容】

第五章	表面物理化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
<p>1. 一级知识点 Gibbs 吸附公式、弯曲液体表面的附加压力、弯曲液体表面上的蒸气压、Langmuir 吸附等温式、BET 吸附等温式。</p> <p>2. 二级知识点 表面自由能(表面张力)、界(表)面效应、胶体分散系统、胶束、双电层结构、界面吸附通用等温式、其它形式的吸附等温方程。</p> <p>3. 三级知识点 物理吸附与化学吸附、吸附热、润湿作用、溶液表面吸附、吸附等温式、表面活性剂、表面活性剂的作用、表面活性物质的基本性质、表界面结构及其表征。</p>				

### 【学习重点】

1. 表界面结构及其表征、表面自由能(表面张力)、界(表)面效应。
2. 弯曲液体表面上的蒸气压；弯曲液体表面的附加压力。
3. 物理吸附与化学吸附、吸附热。
4. Gibbs 吸附公式、Langmuir 吸附等温式。
5. 表面活性剂、表面活性物质的结构和基本性质。

### 【学习难点】

1. 表界面结构及其表征、表面自由能(表面张力)、界(表)面效应。
2. 弯曲液体表面的附加压力、弯曲液体表面上的蒸气压。
3. Gibbs 吸附公式、Langmuir 吸附等温式、BET 吸附等温式。



## 第六章 胶体和大分子溶液

### 【学习目标】

1. 掌握胶体体系的基本特征和结构；掌握溶胶的动力、光学、电学性质和聚沉作用原理。
2. 了解大分子体系的性质及其应用，了解粘度和分子量的种类。
3. 初步掌握凝胶的制备方法。

### 【学习内容】

第六章	胶体和大分子溶液	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 大分子化合物溶液的渗透压;唐南平衡。				
2. 二级知识点 电动现象和双电层结构、大分子溶液的粘度、溶胶的稳定性和聚沉现象、溶胶的光学及动力性质、电动电势。				
3. 三级知识点 胶体结构、胶体性质及其稳定性、平均相对分子质量、盐析和胶凝。				

### 【学习重点】

1. 胶体分散系统；电动电势、电动现象和双电层结构。
2. 胶体结构、胶体性质及其稳定性；聚沉现象、溶胶的光学性质。
3. 大分子化合物溶液的渗透压；大分子溶液的粘度。
4. 盐析和胶凝。

### 【学习难点】

1. 电动电势、电动现象和双电层结构。
2. 胶体结构、胶体性质及其稳定性。
3. 大分子溶液的粘度；大分子化合物溶液的渗透压。

## 第七章 化学动力学

### 【学习目标】

1. 了解化学动力学的研究任务和目的；了解动力学理论和分子反应动态学的

原理；初步学会拟定反应历程；了解催化反应动力学原理。

2. 熟练掌握化学动力学基本概念；掌握具有简单级数反应的动力学特征。

3. 熟练掌握温度与反应速率的关系，理解活化能概念及其与温度的关系；让学生从反应速率的影响因素这一现象中知道事件的发展都是相互联系的。

4. 掌握几种典型复杂反应的动力学特征；掌握二种近似处理方法；掌握光化学反应基本定律。

### 【学习内容】

第七章	化学动力学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	18
1. 一级知识点 速率方程、速率常数、近似处理、反应速率与温度的关系、稳态近似、平衡假定、推测反应历程、酶催化反应、碰撞理论、过渡态理论。				
2. 二级知识点 化学反应速率、质量作用定律、一、二级反应动力学、浓度对总反应速率的影响、活化能、反应历程、链反应、势能面、活化熵、单分子反应速率理论、激发态衰变、碰撞截面、光化学基本定律、光化学反应动力学、酶催化、光化学定律、双分子反应的简单碰撞理论、单分子反应理论、气相反应过渡状态理论、复杂反应平行反应、对峙反应、连续反应、光化学反应动力学与光稳定态、均相催化反应、气-固相催化反应、酸碱催化反应过程。				
3. 三级知识点 化学反应速率、基元反应、反应级数、简单级数反应、催化原理、光激发、链反应的基本步骤、量子产率、光物理过程与初级光化学过程、光敏与猝灭、光解与光合反应、催化剂、催化活性、选择性、光催化、电催化、电致发光、化学发光、均相催化 多相催化直链反应及其动力学特征、支链反应与爆炸、大气光化学。				

### 【学习重点】

1. 速率方程、速率常数、质量作用定律、基元反应、反应级数、简单级数反应。

2. 一、二级反应动力学、浓度对总反应速率的影响。

3. 反应速率与温度的关系、活化能。

4. 稳态近似、平衡假定近似处理、推测反应历程、酶催化反应。

5. 反应历程、链反应、势能面、活化熵、单分子反应速率理论、双分子反应的简单碰撞理论、气相反应过渡状态理论。

6. 激发态衰变、碰撞截面、光化学基本定律、光化学反应动力学、酶催化、光化学定律、光化学反应动力学与光稳定态。

7. 复杂反应平行反应、对峙反应、连续反应、均相催化反应、气-固相催化反应、酸碱催化反应过程化学反应速率、催化原理。

8. 光激发、链反应的基本步骤、量子产率、光物理过程与初级光化学过程、光敏与猝灭、光解与光合反应。

9. 催化剂、催化活性、光催化、电催化、电致发光、化学发光、均相催化、大气光化学。

10. 多相催化直链反应及其动力学特征、支链反应与爆炸。

#### 【学习难点】

1. 基元反应的特征；反应速率与温度的关系、活化能。  
2. 一、二级反应动力学特征、浓度对总反应速率的影响。  
3. 平行反应、对峙反应、连续反应、气-固相催化反应、酸碱催化反应过程化学反应速率。

4. 稳态近似、平衡假定近似处理。

5. 激发态衰变、碰撞截面、反应历程、势能面、活化熵。

6. 光化学基本定律、光化学反应动力学、酶催化、光激发、光化学定律、光化学反应动力学与光稳定态；大气光化学。

## 第八章 电化学

#### 【学习目标】

1. 掌握电化学的基本概念和基本定律；强电解质溶液理论。  
2. 掌握电解质溶液的导电特征、测定方法和应用。  
3. 熟练掌握可逆电池的组成、类型和书写方法；掌握可逆电池电动势和电极电势的计算方法。

4. 熟练计算可逆电池电动势与热力学函数之间的关系；掌握电动势测定原理、方

法及其应用。

5. 了解电动势产生的机理、不可逆电池的极化作用；实际电解过程。

6. 了解金属的电化学腐蚀及防腐原理；了解化学电源原理、结构和应用。了解生物电化学的原理。通过介绍中国科学家在电化学方面取得的成果，激发学生的民族自豪感与爱国热情。

### 【学习内容】

第八章	电化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	18
1. 一级知识点 电迁移、迁移数、电极电势、能斯特方程、电化学热力学重要关系式、平均离子活度 $a_{\pm}$ 与平均离子活度因子 $\gamma_{\pm}$ 、Debye—Hückel 极限公式、电动势与热力学函数的关系。				
2. 二级知识点 可逆电池、可逆电极；电解质溶液理论、摩尔电导率、溶液电导、双电层模型、极化与超电势、电解、离子独立运动定律、电导的测定及应用、可逆电池电动势及其产生机理、电池电动势的计算、浓差电池电动势的计算、电动势的测定方法、化学反应热力学性质的测定。				
3. 三级知识点 电导、电导率、电极电势、离子液体、电流密度、金属腐蚀与防护、化学电源、太阳能电池、电解质溶液理论简介、浓差极化、电化学极化、pH 值的测定、电沉积、电解冶炼、电化学腐蚀原理、金属的稳定性、电化学保护、化学电源的性能指标。				

### 【学习重点】

1. 电解质溶液理论、电迁移、迁移数、摩尔电导率、电导率、溶液电导。
2. 离子独立运动定律、电导的测定及应用。
3. 电化学和热力学重要关系式、平均离子活度  $a_{\pm}$  与平均离子活度因子  $\gamma_{\pm}$ 、Debye—Hückel 极限公式。
4. 可逆电池、可逆电极、电极电势、能斯特方程。
5. 可逆电池电动势及其产生机理；电动势与热力学函数的关系。
6. 电极电势、电池电动势的计算、浓差电池电动势的计算、电动势的测定方法。

7. 极化与超电势、浓差极化、电化极化、pH 值的测定、电沉积、电解冶炼。
8. 电化学腐蚀原理、金属腐蚀与防护、电流密度、电化学保护。

### 【学习难点】

1. 电迁移、迁移数、摩尔电导率、电导率、溶液电导。
2. 电化学和热力学重要关系式、平均离子活度  $a_{\pm}$  与平均离子活度因子  $\gamma_{\pm}$ 、Debye—Hückel 极限公式。
3. 电动势与热力学函数的关系。
4. 可逆电池、可逆电极、电极电势、能斯特方程。
5. 双电层模型、极化与超电势、电解。
6. 电极电势、电池电动势的计算、电动势的测定方法。
7. pH 值的测定。

## 四、教学方法

(说明本课程的主要教学方式方法,如讲授法、习题法,启发法,小组讨论、案例教学、实验等。)

1. 预习法:老师划定预习的范围,提出预习的要求,让学生在课前根据自己的时间情况提前预习要讲授的内容,找出自己的疑难问题,在课堂上注意深入理解该问题。通过这种有针对性的学习过程提高学生的自学能力。

2. 讲授法:以准确、精炼和富有感染力的语言,辅助多媒体课件,物理化学的有关概念、理论讲给学生,并结合生活实例和科学事迹,融入社会主义核心价值观,培养学生踏实严谨的学习态度和的开拓进取的科学精神。

3. 练习法:对于必须掌握的知识点内容,布置作业,对于较难的题目,利用习题课给学生统一讲授,让学生在作业中体会原理,掌握原理的使用技巧,做到能触类旁通、举一反三。培养其灵活运用专业知识分析、解决实际问题的能力。

4. 网络教学法:利用已建成的网络课程体系,微课,MOOC 课等课程体系,建立班级群,打破传统课堂的时间、空间束缚,让学生能随时随地的自由学习和交流。培养其良好行为习惯和高尚思想品德。

5. 讨论法：根据物理化学热点知识设立讨论主题，要求学生自己搜集整理相关资料，再进行演讲汇报或撰写论文进行交流讨论，充分发挥其主导性、提高学生积极性，提高学生归纳分析、口头表达和团队协作能力。

## 五、课程考核

本课程为考试课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 1。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现，包括：课堂考勤、课堂提问、作业 3 个环节，占课程总成绩的 30%；期末考试主试卷的形式进行，占课程总成绩的 70%，课程总成绩采用百分制表示，总成绩（100%）=期末考试成绩（70%）+ 平时成绩（30%）。

表 3 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 30%	课堂考勤	40%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂提问	30%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；考察学生的学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 2
	作业	30%	作业 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1
期末考试 70%	选择题			课程目标 1
	填空题			课程目标 1
	判断题			课程目标 2
	计算题			课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用直接评价与间接评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D=D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式（4）}$$

$M$  为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数，总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式（5）}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### （一）建议选用教材

傅献彩,沈文霞《物理化学》第五版,上册,北京,高等教育出版社,2005年

傅献彩,沈文霞《物理化学》第五版,下册,北京,高等教育出版社,2005年

## (二) 主要参考书目

[1] 万洪文,詹正坤.《物理化学》(第二版).北京,高等教育出版社,2010年.

[2] 印永嘉.《物理化学简明教程》.高等教育出版社,2007年.

[3] 孙德坤,沈文霞.《物理化学学习指导》.高等教育出版社,2007年.

[4] 沈文霞.《物理化学核心教程学习指导》(第二版).科学出版社,2017年.

## (三) 其它课程资源

[1] 《物理化学》学习通网址: <https://mooc1.chaoxing.com/mycourse/teachercourse?moocId=201899590&clazzid=37933806&edit=true&v=0&cpi=0&pageHeader=0>

[2] 网易公开课网址:  
<https://open.163.com/newview/movie/free?pid=FETJD2SDU&mid=HETJD2SEK>

[3.] 中国大学 mooc 网址:  
<https://www.icourse163.org/search.htm?search=%E7%89%A9%E7%90%86%E5%8C%96%E5%AD%A6#/>

执笔人: 杨奇超

参与人: 邱东方, 毕冬琴

课程负责人: 杨奇超

审核人(系/教研室主任): 杨奇超

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020年06月



# 《物理化学实验》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：物理化学实验

Physical Chemistry Experiments

课程代码：53110215

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：36 学时

课程学分：1 学分

修读学期：第 4 学期

先修课程：《无机化学实验》、《有机化学实验》、《分析化学实验》

## 二、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1、加深学生对物理化学基本概念和基本理论的理解，注重对学生基本实验技能的训练，正确地掌握物理化学实验的基本操作技能，系统地学习物理化学实验的基本知识；掌握重要物理化学实验仪器的原理和使用方法，在实践中掌握物理化学实验的基本方法和技能，学会实验方案的设计，能预判其科学性和可行性。【支撑毕业要求 3】

2、掌握物理化学实验学习的基本方法，培养良好的实验习惯，培养学生分析问题、解决问题的能力，提高学生实验观察能力；培养学生主动学习获得新知识的能力和勇于探索创新的意识。【支撑毕业要求 7】

3、教书与育人相结合，结合教学内容进行辩证唯物主义教育、思想品德教育，使学生树立正确的人生观、价值观；培养良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风和坚忍不拔的科学品质以及团队协作等职业素养。【支撑毕业要求 8】

### （二）课程目标与毕业要求指标点对应关系

表 1 课程目标与毕业要求指标点对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能：具备扎实的实验技能，初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.2 批判思维：初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力，养成问题意识与批判性思维习惯，形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式，将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作：能够理解化学教师专业成长的基本规律，积极培育学习共同体，主动参与小组合作学习，充分理解合作在发展中的重要性，树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表 2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 燃烧热的测定	课程目标 1.3	3
实验二 差热分析	课程目标 1.2	3
实验三 凝固点降低法测定物质相对分子质量	课程目标 1.3	3
实验四 测定乙酸乙酯皂化反应速率常数	课程目标 1.2.3	3
实验五 电泳	课程目标 1.2.3	3
实验六 原电池电动势的测定及其应用	课程目标 1.2.3	3
实验七 溶液表面张力的测定	课程目标 1.2.3	3
实验八 离子迁移数的测定	课程目标 1.2.3	3
实验九 测定不同电解质对溶胶的聚沉能力；证明大分子物质对溶胶的保护作用	课程目标 1.2.3	3
实验十 完全互溶双液系 T-x 相图的绘制	课程目标 1.2.3	3
实验十一 旋光法测定蔗糖水解反应速率常数	课程目标 1.2.3	3
实验十二 粘度法测定水溶性高聚物的相对分子质量	课程目标 1.2.3	3
合计		36 学时

## (二) 具体内容

表3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	燃烧热的测定	用氧弹、量热计测定萘的燃烧热	3	验证性	2-3	必开
2	差热分析	学会差热分析仪的操作使用, 掌握差热分析图谱定性、定量的方法	3	验证性	8-10	必开
3	凝固点降低法测定物质相对分子质量	用凝固点降低法在环己烷中测定萘的相对分子质量	3	验证性	2-3	必开
4	测定乙酸乙酯皂化反应速率常数	用电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率常数和活化能	3	设计性	2-3	必开
5	电泳	用纸电泳的方法分离氨基酸混合样品并能够做出判别	3	验证性	2-3	必开
6	原电池电动势的测定及其应用	测定组装好的原电池电动势和铜、锌两电极的电极电势	3	验证性	2-3	必开
7	溶液表面张力的测定	用气泡最大压力法测定不同浓度乙醇水溶液的表面张力	3	验证性	2-3	必开
8	离子迁移数的测定	用希托夫法测定硫酸铜水溶液中铜离子和硫酸根离子的迁移数	3	综合性	2-3	必开
9	测定不同电解质对溶胶的聚沉能力; 证明大分子物质对溶胶的保护作用	制备一种溶胶, 检测其性质, 验证大分子溶液对溶胶的保护作用	3	设计性	2-3	必开
10	完全互溶双液系T-x相图的绘制	测定常压下水-乙醇双液系气液平衡数据, 绘制其沸点-组成图	3	验证性	2-3	必开
11	旋光法测定蔗糖水解反应速率常数	测定蔗糖转化的反应速率常数和半衰期	3	验证性	2-3	必开
12	粘度法测定水溶性高聚物的相对分子质量	用粘度法测定聚乙二醇等高聚物的平均相对分子质量	3	验证性	2-3	必开
13	实验技能考核					

#### 四、教学方法

1. 任务驱动法：课前布置预习任务，学生根据老师布置的任务完成自学和预习报告，课后学生根据教师布置的任务完成实验报告的撰写和重难点的梳理。

2. 讲授法+启发教学法：针对验证性实验课堂上主要由老师讲解，提问学生，学生讨论等互动方式，加深学生对实验内容的理解，由学生自己动手操作，老师指导完成学习任务。

3. 小组合作学习，针对设计实验学生通过分工合作，查阅资料、讨论等方式确定实验方案，课堂上选取具有代表性的实验方案让学生代表进行讲解，老师做点评。然后由学生自己动手操作，老师指导完成实验任务。

4. 实验演示法：在实验操作过程中，对于特殊仪器的使用和实验操作难点，教师通过演示的方法让学生学会操作，后由学生自己动手操作，老师指导完成实验。

#### 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核由期末考试和平时成绩两部分组成，详见表 4。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现，包括：课堂考勤、课堂表现、预习报告，实验报告 4 个环节，占课程总成绩的 60%；期末考试包括问答题回答和实验技能考核 2 个环节，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂表现	20%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	预习报告	15%	预习报告按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1

	实验报告	15%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2
期末考试 40%	简答题	10%	采用问答题的形式，让学生随机从题库里抽取 1 道题目来回答，考察学生对所学实验原理和实验操作的掌握、理解程度。	课程目标 1 课程目标 2
	实验室能考核	30%	让学生随机从题库里抽取 1 道实验操作题目进行实验操作，考查学生对物理化学实验的基本操作技能掌握情况，考察学生分析问题和解决问题的能力，以及良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值  $D$ 。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式（2）}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式（3）}$$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数，总和为 1。

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材:

物化教研室编. 《物理化学实验讲义》，2019 年.

### (二) 主要参考书目:

[1] 罗澄源, 向明利. 《物理化学实验》(第四版), 高等教育出版社, 2004 年.

[2] 复旦大学等编. 《物理化学实验》(第三版), 高等教育出版社, 1998 年.

[3] 夏海涛等主编. 《物理化学实验》, 南京大学出版社, 2006 年.

[4] 高丕英, 李江波. 《物理化学实验》, 上海交通大学出版社, 2010 年.

### (三) 其他课程资源

<https://www.icourse163.org/course/XJTU-1206069804>

执笔人: 张丹

参与者: 杨奇超、毕冬琴、程治国

课程负责人: 张丹

审核人(系/教研室主任): 杨奇超

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

# 《结构化学》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：结构化学

Structural Chemistry

课程代码：53110216

课程类别：学科基础课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：36学时

课程学分：2学分

修读学期：第5学期

先修课程：高等数学、大学物理、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学

## 二、课程目标

### (一) 具体目标

**课程目标1：**通过本课程的学习使学生掌握微观物质运动的基本规律、获得原子、分子、晶体等物质结构的基本知识、了解物质的结构与性能之间的相互关系，把其中的理论知识运用到生产实践及一些高精尖的行业中去，为国民经济建设做出应有的贡献，也为以后的教学工作的打下坚实的知识基础，提升学生的职业水平，做一个有能力的合格人民教师。**【支撑毕业要求3】**

**课程目标2：**本课程教学方法多样，通过本课程的学习让学生感受到多媒体课堂教学所具备的魅力，能把抽象的内容直观化，静止的关系动态化，加上生动的彩色图像，增强学生学习兴趣，提高课堂容量，提高课堂效率，还有智慧教室，校信通及其它现代化的教学手段，让学生感受教学方法的灵活多样，为以后的教学工作奠定坚实的技术基础。**【支撑毕业要求4】**

**课程目标3：**善于进行教学反思，做反思活动的实践者，运用批判性思维方法，养成从学生学习、课程教学、学科理解等不同角度反思分析问题的习惯；掌握教育实践研究的方法和指导中学生科研的技能，具有一定的创新意识和化学教育教学研究能力

## 【支撑毕业要求 7】。

### (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表 1 课程目标与毕业要求指标点对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.2 专业素养: 理解化学学科核心素养内涵, 掌握无机化学、分析化学(含仪器分析)、有机化学和物理化学(含结构化学)的基本知识、原理、方法, 具备一定的科学思维方法, 了解化学学科与其他自然学科、社会实践的联系。
课程目标 2	4.教学能力	4.1 教学理念: 理解教师是学生学习和发展的促进者, 坚持以生为本, 熟知中学生身心发展和化学学科认知特点。
课程目标 3	7.学会反思	7.2 批判思维: 初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力, 养成问题意识与批判性思维习惯, 形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式, 将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表 2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 量子力学基础知识	讲授法 查阅法	课程目标 1、2、3	4
第二章 原子的结构和性质	讲授法、讨论法	课程目标 1、2、3	8
第三章 双原子分子的结构和性质	讲授法	课程目标 1、2、3	6
第四章 分子的对称性	讲授法、模型展示法	课程目标 1、2、3	4
第五章 多原子分子结构和性质	讲授法、讨论法	课程目标 1、2、3	6
第六章 配位化合物的结构和性质	讲授法	课程目标 1、2、3	4
第七章 晶体的结构	讲授法、查阅法	课程目标 1、2、3	3
第八章 化学计算简介	讲授法、查阅法	课程目标 1、2、3	1
合计			36 学时

#### (二) 具体内容



## 第1章 量子力学基础知识

### 【学习目标】

1. 了解量子力学基本假设及相应的一些概念。
2. 正确理解波函数的物理意义，理解薛定谔方程及其算符表达式的意义。
3. 通过一维势箱体系的求解，了解量子力学处理微观体系的一般方法与步骤、理解并掌握其解的结果及其解的讨论。
4. 从历史上人们对光的认识过程，说明了我们要坚持真理；德布罗意波对实物微粒也具有波动性的提出，证明了我们在科学的道路上也要敢于想象，开阔思维，说不定会有意想不到的收获。

### 【学习内容】

第一章	量子力学基础知识	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 微观粒子的波粒二象性、一维势箱中运动的粒子的求解。				
2. 二级知识点 量子力学五个基本假设、三维势箱中运动的粒子的求解。				
3. 三级知识点 不确定性原理。				

### 【学习重点】

1. 能量量子化。
2. 光子学说。
3. 波粒二象性。
4. 量子力学五个基本假设。
5. 波函数。
6. 薛定谔方程。
7. 箱中粒子薛定谔方程的求解。
8. 一维势箱的结果讨论，简并性和简并度。

### 【学习难点】

1. 波函数的意义。
2. 薛定谔方程。

3. 势箱薛定谔方程的求解过程。

4. 隧道效应。

## 第2章 原子的结构和性质

### 【学习目标】

1. 了解解单电子原子薛定谔方程的一般过程，理解并掌握解的意义。

2. 掌握各量子数的取值及意义。

3. 了解波函数和电子的各种图形表示法，理解它们的物理意义。

4. 了解近似处理多电子原子结构的思路、理解多电子原子的量子数及能量状态。

5. 理解掌握原子核外电子的排布规律、元素周期表和元素周期性。

6. 掌握原子光谱项的概念与推求方法。

7. 氢原子光谱精细结构的发现，正说明了人们对事物的认识总是不断深入的，也说明了科技测试手段的进步会促进人们对事物的认识，要有一个辩证发展的眼光看待当代社会。

### 【学习内容】

第二章	原子的结构和性质	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 氢原子及类氢离子的薛定谔方程、五个量子数的物理意义；原子轨道图示法、多电子原子结构、原子光谱项。				
2. 二级知识点 元素周期律、原子光谱项的推求。				
3. 三级知识点 原子光谱项的应用。				

### 【学习重点】

1. 变数分离法。

2. 单电子原子的波函数。

3. 量子数物理意义。

4. 径向分布图。

5. 原子轨道能。

6. 电子结合能。
7. 电子排布。
8. 原子的电离能。
9. 原子光谱。
10. 光谱项。
11. 光谱支项。
12. 多电子原子的光谱项。

#### 【学习难点】

1. 变数分离法。
2. 自恰场法。
3. 相对论效应。
4. 多电子原子光谱项的推求。

### 第3章 双原子分子的结构和性质

#### 【学习目标】

1. 通过  $H_2^+$  量子力学求解，了解线性变分法的基本原理，理解共价键本质。
2. 掌握分子轨道理论要点，理解 LCAO—MO 三条件。
3. 掌握分子轨道的类型、符号、能级顺序。
4. 掌握常见双原子分子轨道、能级图的画法及电子组态。
5. 化学键的多样性，形成我们当前丰富多彩的物质世界，激励同学们用于探究，深入学习研究，发现或合成出更多新物质，为我国的科技发展做出应有的贡献。

#### 【学习内容】

第三章	双原子分子的结构和性质	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 分子轨道理论、价键理论、双原子分子的结构、分子光谱。				
2. 二级知识点 分子轨道的符号、对称性、及能级。				
3. 三级知识点				

常见双原子分子的价电子组态、键级、磁性。

### 【学习重点】

1.  $H_2$  的求解过程、及结果讨论。
2. 共价键的本质。
3. 分子轨道理论。
4. 同核双原子分子的结构。
5. 分子光谱、转动光谱、振动光谱、电子光谱。

### 【学习难点】

1. 线性变分法。
2.  $H_2$  三积分的意义。
3.  $H_2$  的结构。
4. 分子轨道的分类和分布特点。
5. 转动光谱、振动光谱。

## 第 4 章 分子的对称性

### 【学习目标】

1. 理解对称操作、对称元素和点群等基本概念。
2. 掌握分子点群的判断。
3. 学会通过分子的对称性判断分子的极性、旋光性。
4. 了解群的表示。
5. 掌握分子的对称性情况可以指导化学合成工作，可以使一些合成工作少走弯路，减少物力人力的浪费。

### 【学习内容】

第四章	分子的对称性	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 对称元素和对称操作、分子点群的判断、分子极性、旋光性与分子对称性关系。				
2. 二级知识点				

分子点群的性质、群的乘法表、对称元素的组合。

3. 三级知识点  
群论初步。

#### 【学习重点】

1. 对称元素和对称操作。
2. 分子点群的分类及确定。
3. 分子点群的判断。
4. 分子的手性和旋光性。

#### 【学习难点】

1. 群的定义和群的乘法表。
2. 对称操作群及对称元素的组合。

## 第5章 多原子分子的结构和性质

#### 【学习目标】

1. 理解价层电子对互斥理论，学会用价层电子对理论判断分子的几何构型。
2. 理解杂化轨道理论，掌握不同杂化的类型杂化轨道波函数及轨道夹角，并能分析有关分子的结构。
3. 了解离域分子轨道理论。
4. 理解 HMO 法，掌握丁烯、苯等共轭分子的结构和性质。
5. 理解离域  $\pi$  键的形成条件和离域效应。
5. 掌握离域分子分子图的表示及其应用。
6. 理解分子轨道对称守恒原理和前线轨道理论。
7. 了解硼氢烷多中心缺电子键的成键原理。
8. 半导体材料是当代信息技术发展的基石，并用于我们生活的方方面面，有机半导体材料是当下半导体研究的一个发展方向，激励学生努力学习，立志为我国的科技发展做出应有的贡献。

#### 【学习内容】

第五章	多原子分子的结构和性质	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
-----	-------------	---	----	---

### 1. 一级知识点

价层电子对互斥理论、杂化轨道理论、休克尔分子轨道法、共轭分子结构、离域  $\pi$  键及离域效应。

### 2. 二级知识点

分子轨道的对称性和反应机理、弱相互作用及分子组装。

### 3. 三级知识点

多中心键缺电子分子结构、非金属元素的结构特征、分子间作用力、氢键、超分子结构化学。

## 【学习重点】

1. 价层电子对互斥理论。
2. 杂化轨道理论。
3. 休克尔分子轨道法。
4. 分子图。
5. 离域  $\pi$  键及离域效应。
6. 分子轨道的对称性和反应机理。

## 【学习难点】

1. 休克尔分子轨道法。
2. 前线轨道理论。
3. 分子轨道守恒原理。
4. 缺电子多中心键。

## 第 6 章 配位化合物的结构和性质

### 【学习目标】

1. 了解配位化合物结构理论的发展。
2. 理解配位场理论的基本内容、掌握配位场稳定化能与配位化合物的性质。
3. 了解  $\sigma$ - $\pi$  配键及有关配合物的成键情况。
4. 了解金属-金属四重键、五重键的成键情况及多重键化合物独特的化学性质。
5. 了解物质的磁性及其在结构化学中的应用。
6. 简单了解顺磁共振、核磁共振。

7. 认识配合物的应用, 医学上的抗癌新药, 顺铂, 顺二氯二氨合铂, 造福全人类。

### 【学习内容】

第六章	配位化合物的结构和性质	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 配位化合物理论的发展、 $\sigma$ - $\pi$ 配键、金属多重键。				
2. 二级知识点 配位场理论、稳定化能 $\Delta_0$ 。				
3. 三级知识点 配合物简介、物质的磁性、顺磁共振、核磁共振。				

### 【学习重点】

1. 配位场理论、 $ML_6$  八面体配位化合物的分子轨道。
2. 稳定化能的计算及其对配位化合物性质的影响。

### 【学习难点】

1.  $ML_6$  八面体配位化合物的分子轨道。
2. 稳定化能。
3.  $\sigma$ - $\pi$  配键。
4. 金属多重键。

## 第 7 章 晶体的结构

### 【学习目标】

1. 理解晶体结构的周期性、点阵和结构基元等概念。
2. 理解晶体结构的对称性; 掌握晶系、晶胞及晶体结构的表达。
4. 了解 X—射线在晶体中衍射的基本原理及其在晶体分析中的应用。
5. 理解金属键的本质, 了解自由电子模型和能带理论。
6. 掌握金属晶体的空间密堆积形式。
7. 掌握典型密堆积  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  的几何特点及其空间占用率。
8. 掌握三种典型晶体以及混合型晶体和分子型晶体的结构。
9. 了解目前我国的钢铁产能巨大, 但整个钢铁制造结构都是低端的, 很多高端的特殊钢材, 仍然依赖进口, 希望同学们能够继续深造, 通过科技兴国, 激发学生的学

习积极性，同时又能渗透科技强国的教育思想。

### 【学习内容】

第七章	晶体的结构	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
<p>1. 一级知识点 周期性、点阵理论、空间点阵类型、对称性、晶系、晶胞、晶体学点群空间群、金属键及金属晶体、离子键与离子晶体、原子晶体。</p> <p>2. 二级知识点 晶体缺陷、晶体的 X 射线衍射和电子衍射。</p> <p>3. 三级知识点 晶体表面结构、 固体能带理论、分子晶体。</p>				

### 【学习重点】

1. 晶体的空间点阵类型。
2. 空间群及晶体结构的表达。
3. 金属键及金属晶体。
4. 金属晶体几种典型的密堆积形式。
5. 离子键与离子晶体。

### 【学习难点】

1. 空间点阵类型。
2. 空间群及晶体结构的表达。

## 第 8 章 计算化学简介

### 【学习目标】

1. 了解计算化学的基本原理。
2. 了解 Gaussian 程序、HyperChem 程序在科学研究中的应用。
3. 认识量化计算是研究生阶段的一个研究方向，鼓励同学们努力学习，考取研究生，进入深入研究，为大家小家做出应有的贡献。

### 【学习内容】

第八章	计算化学简介	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
<p>1. 一级知识点</p>				



量子化学计算基本原理、Gaussian 程序简介。

2. 二级知识点

Gaussian 在科学研究中的应用。

3. 三级知识点

HyperChem 程序应用简介。

**【学习重点】**

1. Gaussian 在科学研究中的应用。

2. HyperChem 程序应用简介。

**【学习难点】**

1. 量子化学计算基本原理。

2. Gaussian 程序简介。

#### 四、教学方法

1. 多媒体辅助课堂教学，课堂讲授法是教师通过简明、生动的口头语言，向学生传授知识最主要形式，多媒体辅助课堂教学，有助于把抽象的内容直观化，静止的关系动态化，能显示出生动的彩色图像，可以增强学生学习兴趣，有利于老师提高课堂容量，提高课堂效率。

2. 讨论法 是在教师的指导下，针对教材中的基础理论或主要疑难问题。在学生独立思考之后，进行共同讨论、辩论的教学组织形式及教学方法。可以全班进行讨论，也可以分组进行。

3. 查阅法，在老师的指导下查阅其它教材，或其它相关参考书，学生主动地、独立地去阅读、领会、消化材料，从而巩固和扩大课本知识，并且能培养学生的自学能力，养成良好的学习习惯。

4. 直观演示法，演示法是教师在课堂上通过展示各种实物、直观教具，让学生通过观察获得感性认识的教学方法。是一种辅助性教学方法，结构化学的研究对象是一些微观粒子，看不见摸不得，可以用一些教学模型进行直观演示，让学生获得直观认识。

#### 五、课程考核

考核方式有两种：平时成绩(30%)和期末考试(70%)，课程考核细则如下：

表 4 课程考核细则

考核环节		分值	考核依据与方法	对应的课程目标	权重
平时成绩 共 100 分	考勤	25 分	常规签到与教师抽查点名相结合, 旷课、事假、病假、迟到、早退等情况, 考察学生的学习态度。	课程目标 2	0.4
	课堂表现	25 分	随堂互动, 及随堂提问的回答情况, 考核学生对当堂课知识点理解和掌握程度, 以及学生的学习态度等。	课程目标 3	0.3
	作业	50 分	考查学生对基本内容、知识、原理的掌握程度, 以及考察学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。	课程目标 1	0.4
期末考试 共 100 分	填空题	20 分	考查学生对结构化学各章节基本知识点的掌握程度, 考查学生对知识的灵活运用能力。	课程目标 1	0.2
	判断题	10 分	考查学生对基本知识的反思理解情况。	课程目标 3	0.3
	单选题	20 分	考查学生对结构化学基本知识的掌握情况。要求学生理解学科本质, 掌握结构化学学科核心素养及内涵。	课程目标 2	0.4
	简答题	30 分	考察学生对基础知识、基本内容的理解掌握情况, 以及学生对知识的综合运用、综合归纳方面的能力。	课程目标 2 (9 分)	0.2
				课程目标 3 (21 分)	0.4
计算题	20 分	考查学生对基本知识、基本原理的理解及综合运用情况, 还考察学生的逻辑思维及数学计算能力。	课程目标 1	0.4	

总成绩 (100%) = 平时成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)

## 六、课程评价

课程目标达成度评价主要采用直接定量评价与间接定性评价相结合的方法, 具体包括: 课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 直接评价达成度 $D_1$ 的计算

(1) 单个学生课程目标达成度

$M$  为单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.25 + M_2 \times 0.5 + M_3 \times 0.25 \quad \text{公式 1}$$

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

(2) 单个学生课程分目标达成度

$M_x$  为课程分目标的达成度

$$M_x = \frac{\text{考核方式1成绩}}{\text{考核方式1目标值}} \cdot \alpha_1 + \frac{\text{考核方式2成绩}}{\text{考核方式2目标值}} \cdot \alpha_2 + \frac{\text{考核方式3成绩}}{\text{考核方式3目标值}} \cdot \alpha_3 + \dots? \quad \text{公式 2}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数，总和为 1。

### (3) 直接评价达成度 $D_1$

为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，

$$D_1 = \frac{\text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和}}{\text{学生总人数}} \quad \text{公式 3}$$

## 2. 间接评价达成度 $D_2$ 的计算

针对课程目标设计调查问卷，共有 10 个考核题目，学生根据自己的实际情况确定各题目目标能力达到的程度“完全实现（1 分）、很好实现（0.8 分）、基本实现（0.6 分）、较差（0.4 分）、很差（0.2 分）”，每道题目的权重均为 0.1，根据各选项的统计比例与每选项的分值进行加权求和计算每一考核题的达成度  $N_i$ ，再根据（公式 3）计算出结构化学课程目标的间接评价达成度  $D_2$ 。

计算细则如下表

表 5 目标达成度间接评价

选项	完全实现	较好实现	基本实现	较差	很差	每一考核题的达成度 $N_i$	
分值	1 分	0.8 分	0.6 分	0.4	0.2		
不同选项所占的百分数	第 1 题	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$N_1 = 1 \times x_1 + 0.8 \times x_2 + 0.6 \times x_3 + 0.4 \times x_4 + 0.2 \times x_5$
	第 2 题	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$N_2 = 1 \times y_1 + 0.8 \times y_2 + 0.6 \times y_3 + 0.4 \times y_4 + 0.2 \times y_5$
	第 3 题	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$N_3 = 1 \times z_1 + 0.8 \times z_2 + 0.6 \times z_3 + 0.4 \times z_4 + 0.2 \times z_5$
	第 4 题						$N_4$ 同理
	第 5 题						$N_5$ 同理
	第 6 题						$N_6$ 同理
	第 7 题						$N_7$ 同理
	第 8 题						$N_8$ 同理
	第 9 题						$N_9$ 同理
	第 10 题						$N_{10}$ 同理

总达成度 间接达成度  $D_2 = 0.1 \times N_1 + 0.1 \times N_2 + 0.1 \times N_3 + \dots + 0.1 \times N_{10}$ ，每小题目权重均 0.1

$$\text{总的间接达成度 } D_2 = \sum_{i=1}^{10} N_i \times 0.1 \quad \text{公式 4}$$

### 3. 课程目标达成度计算

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据（公式 4）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式 5}$$

其中：D<sub>1</sub> 为直接评价达成度值，D<sub>2</sub> 为间接评价达成度值，

k<sub>1</sub> 为直接评价权重系数，k<sub>2</sub> 为间接评价权重系数，k<sub>1</sub> = k<sub>2</sub> = 0.5。

## 七、课程资源

### （一）建议选用教材

周公度，段连运编著. 结构化学基础(第五版). 北京大学出版社，2017 年.

### （二）主要参考书目

[1] 潘道皑，赵成大，郑载兴. 《物质结构》(第二版). 高等教育出版社，1989 年.

[2] 周公度. 《结构化学基础习题解析》(第五版). 北京大学出版社，2017 年.

[3] 徐光宪，王祥方. 《物质结构》(第二版). 科学出版社，2010 年.

[4] 倪行，高剑南. 《物质结构学习指导》. 科学出版社，2000 年.

### （三）其它课程资源

大学生自学网，首页>>数理化工>>结构化学，主讲：南开大学 孙宏伟

网址：<http://v.dxsbb.com/ligong/1142/>

执笔人：孙红先

参与人：杨奇超、程治国、张丹、毕冬琴

课程负责人：孙红先

审核人（系/教研室主任）：杨启超

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020 年 6 月

# 《综合化学实验》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：综合化学实验

Comprehensive Chemistry Experiment

课程代码：53110217

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：72学时

课程学分：2学分

修读学期：第五学期

先修课程：基础化学实验、分析化学实验

## 二、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标1：**培养学生综合化学实验的实验技能，熟悉安全操作规范，了解绿色环保理念。【支撑毕业要求3】

**课程目标2：**锻炼学生的综合化学实验技能，掌握现代科学仪器的原理和使用，学生能够在实验过程中，独立进行综合性研究，掌握现代化学研究方法和实验技术，培养和提高分析问题和解决问题的能力；培养学生的反思研究能力、创新意识和科研素养，为学生毕业论文和今后的工作打下良好的基础。【支撑毕业要求7】

**课程目标3：**教书与育人相结合，结合教学内容进行辩证唯物主义教育、思想品德教育，使学生树立正确的人生观、价值观；注重培养学生实事求是的科学态度，准确，细致，整洁等良好的科学习惯以及科学的思维方法，培养敬业和一丝不苟的工作精神。【支撑毕业要求8】

### （二）课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能: 具备扎实的实验技能, 初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.2 批判思维: 初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力, 养成问题意识与批判性思维习惯, 形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式, 将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。
课程目标 3	8.沟通合作	8.1 团队协作: 能够理解化学教师专业成长的基本规律, 积极培育学习共同体, 主动参与小组合作学习, 充分理解合作在发展中的重要性, 树立团队协作意识。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 二氯化一氯五氨合钴配合物的水合速率常数和活化能的测定	课程目标 1、2、3	6
实验二 酞菁铜的合成及其电子光谱的测定	课程目标 1、2、3	6
实验三 碘氧化铈光催化剂的制备及其光吸收性能表征	课程目标 1、2、3	6
实验四 叶绿素(天然卟啉)的分离和性质	课程目标 1、2、3	6
实验五 草酸根合铁酸钾的制备及其组成的确定	课程目标 1、2、3	6
实验六 过氧化钙的制备与含量分析	课程目标 1、2、3	6
实验七 沉淀法合成 ZnO 纳米材料及光催化性能研究	课程目标 1、2、3	6
实验八 肥皂的制备及去污能力测定	课程目标 1、2、3	6
实验九 食用纯碱质量分析	课程目标 1、2、3	6

实验十 水中硫酸盐和氯化物含量的测定	课程目标 1、2、3	6
实验十一 硅酸盐水泥中二氧化硅、三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙、氧化镁的测定	课程目标 1、2、3	6
实验十二 蔬菜和水果中苯并咪唑类农药残留量的测定	课程目标 1、2、3	6
合计		72 学时

## (二) 具体内容

表 3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	二氯化一氯五氨合钴配合物的水合速率常数和活化能的测定	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Cl]Cl <sub>2</sub> 的制备, [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Cl]Cl <sub>2</sub> 的水合速率常数和活化能的测定	6	综合性实验	2	必开
2	酞菁铜的合成及其电子光谱的测定	酞菁铜的合成, 可见光谱的测定	6	综合性实验	2	必开
3	碘氧化铋光催化剂的制备及其光吸收性能表征	碘氧化铋光催化剂的制备, 光吸收性能表征	6	综合性实验	2	必开
4	叶绿素(天然叶啉)的分离和性质	叶绿素的提取, 叶绿素色素的分离, 叶绿素 a 的吸收光谱测定	6	综合性实验	2	必开
5	草酸根合铁酸钾的制备及其组成的确定	草酸根合铁(III)酸钾制备, 配合物中铁含量的测定	6	综合性实验	2	必开
6	过氧化钙的制备与含量分析	过氧化钙的制备, 过氧化钙含量的测定	6	综合性实验	2	必开
7	沉淀法合成 ZnO 纳米材料及光催化性能研究	利用沉淀法合成 ZnO 纳米材料, 对纳米 ZnO 的光催化活性进行分析	6	综合性实验	2	必开
8	肥皂的制备及去污能力测定	肥皂、透明皂的制备工艺, 测定洗涤剂去污能力	6	综合性实验	2	必开
9	食用纯碱质量分析	1.0 mol·L <sup>-1</sup> 盐酸标准溶液的配制和标定, 试样总碱量的测定, 0.020 mg·mL <sup>-1</sup> 铁标准使用溶液的配制, 铁标准系列溶液的配制, 试样溶液的测定	6	综合性实验	2	必开

10	水中硫酸盐和氯化物含量的测定	0.50 mg.mL <sup>-1</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 标准使用溶液的配制,0.1 mol.L <sup>-1</sup> 氯化钠标准溶液的配制, 0.05 mol.L <sup>-1</sup> 硝酸汞标准溶液的配制, 0.05 mol.L <sup>-1</sup> 硝酸汞标准溶液的标定, 0.005 mol.L <sup>-1</sup> 硝酸汞标准溶液的配制	6	综合性实验	2	必开
11	硅酸盐水泥中二氧化硅、三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙、氧化镁的测定	0.020 mol.L <sup>-1</sup> EDTA 标准溶液的配制,0.02 mol.L <sup>-1</sup> 锌标准溶液的配制, 0.020 mol.L <sup>-1</sup> EDTA 标准溶液的标定, 二氧化硅含量的测定, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO 的测定	6	综合性实验	2	必开
12	蔬菜和水果中苯并咪唑类农药残留量的测定	试样的提取, 试样的净化, 标准溶液配制, 色谱测定	6	综合性实验	2	必开

#### 四、教学方法

本课程注重多种教学形式的结合, 主要教学方法有:

1. 讲授法: 实验目的、实验原理、基本操作等, 围绕不同知识点灵活采用启发式、问题导入式、互动式、案例法等教学方法, 组织采用学生查阅资料方式组织教学活动, 引领学生树立正确的世界观、人生观和价值观。
2. 演示: 初次遇到的基本操作, 对学生进行讲解演示, 对关键部分进行强调。
3. 任务驱动法: 通过布置预习内容及其相关领域研究前沿和实际生产问题, 让同学们通过通过查阅文献自主解决问题, 培养学生自主学习习惯。
4. 启发式教学法: 引导学生自主学习, 开展以问题为核心的启发式教学, 促进学生对理论知识的理解、掌握、拓展与深化, 激发学生的情感意识, 引导学生树立社会主义核心价值观。
5. 线上线下结合方法: 线上提前上传实验内容、课件及部分基本操作视频, 督促学生实验之前进行预习。

#### 五、课程考核

实验课期末总成绩评定: 平时实验考核, 采用每一个实验记分, 总评加和记分。

本课程为考查课, 由于本门课程实验内容多, 实验步骤复杂, 耗时长, 因此课程考核成绩按平时成绩计分, 详见表 4。平时成绩重在过程性评价, 主要评价学生的课下自主学习能力和课堂表现, 包括: 预习报告、课堂考勤及纪律、实验操作、实验报



告和实验卫生 56 个环节，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 100 %	预习报告	20%	预习报告按 100 分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。考核学生对实验知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 2
	考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	实验操作	30%	课堂实验技能操作情况，考察学生的实验操作技能，学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 3
	课堂表现	20%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度。	课程目标 1
	实验报告	20%	实验报告，按 100 分制单独评分，取各次上交实验报告成绩的平均值。考查学生对实验原理、内容的掌握程度，考查学生实验数据处理的正确性和严谨性。	课程目标 2

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式（1）}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值， $D_2$  为间接评价达成度值， $k_1$  为直接评价权重系数， $k_2$  为间接评价权重系数， $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ① 直接评价

$D_1$ （直接评价达成度）为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值，根据公式（2）计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式 (2)}$$

② 间接评价

针对课程目标设计问卷，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成（1分）、基本完成（0.8分）、部分完成（0.6分）、未完成（0.4分）”，根据各区段统计比例与目标分值加权求和，根据公式（3）计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式 (3)}$$

具体计算过程：

表5 目标达成度间接评价

课程目标	达成 (1分)		基本达成 (0.8分)		部分达成 (0.6分)		未达成 (0.4分)		每个达成度 M	总达成度 $D_2$
	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数		
目标1 (0.4)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_1$ 人	$X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_2$ 人	$X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_3$ 人	$X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$X_4$ 人	A	W
目标2 (0.4)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_1$ 人	$Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_2$ 人	$Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_3$ 人	$Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Y_4$ 人	B	
目标3 (0.2)	$Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_1$ 人	$Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_2$ 人	$Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_3$ 人	$Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	$Z_4$ 人	C	

计算说明：

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cong \text{学生总人数}$ ； $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \cong \text{学生总人数}$ ； $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \cong \text{学生总人数}$

目标1  $M_1 = A = (X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (X_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (X_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (X_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标2  $M_2 = B = (Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Y_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Y_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Y_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

目标3  $M_3 = C = (Z_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 1 + (Z_2 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.8 + (Z_3 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.6 + (Z_4 \div \text{学生总人数} \times 100\%) \times 0.4$

总达成度  $D_2 = M_1 * 0.4 + M_2 * 0.4 + M_3 * 0.2$

## 2. 单个学生课程目标达成度

$$M=M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式(4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

## 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式(5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

自编教材,《综合化学实验讲义》

### (二) 主要参考书目

- [1] 浙江大学等编.《综合化学实验》(第四版), 高等教育出版社, 2005 年.
- [2] 王柏康.《综合化学实验》, 南京大学出版社, 2000 年.
- [3] 舒红英.《应用化学综合设计实验》, 中国轻工业出版社, 2008 年.
- [4] 李君.《综合化学实验》, 科学出版社出版, 2011 年.

### (三) 其它课程资源

执笔人: 金晓丽

参与人: 黄运瑞, 黄群增, 刘小娣

课程负责人: 金晓丽

审核人(系/教研室主任): 党元林

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

# 《研究设计实验》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：研究设计实验

Designing and Research Experiments

课程代码：53110218

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：化学专业

课程学时：32 学时

课程学分：1 学分

修读学期：第 6 学期

先修课程：《无机化学实验》，《物理化学实验》

## 二、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**使学生进一步掌握科技实验的基本思路和方法，包括课题的选择，文献的查阅，方案的制定，实验结果的讨论，实验的改进与优化，科技论文的书写格式等内容。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**培养学生综合运用所学知识进行研究方案的设计能力；培养学生综合运用专业知识解决实际问题的能力，使学生具备一定的创新意识和新创能力。【支撑毕业要求 7】

**课程目标 3：**掌握化学实验学习的基本方法，培养良好的学习和实验习惯，培养学生分析问题、解决问题的能力，提高学生实验观察能力；培养学生主动学习获得新知识的能力和勇于探索创新的意识，形成以研究主体的眼光审视实践的思维方式，将批判研究的意识贯穿到日常具体的实践中。【支撑毕业要求 7】

### （二）课程目标与毕业要求指标点对应关系

表 1 课程目标与毕业要求指标点对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养	3.3 实践技能: 具备扎实的实验技能, 初步了解科学研究和应用开发的一般方法。
课程目标 2	7.学会反思	7.3 创新能力: 具备一定的创新意识, 积极参与课外大学生创新实践活动, 能够指导中学生进行化学学科相关的创新实践活动。
课程目标 3	7.学会反思	7.2 批判思维: 初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力, 养成问题意识与批判性思维习惯, 形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式, 将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表 2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	学时安排
实验一 固体化合物分解压的测定	课程目标 1.2.3	32
实验二 影响电池电动势大小因素的探究	课程目标 1.2.3	32
实验三 不完全互溶系统三元相图的绘制	课程目标 1.2.3	32
实验四 表面活性剂水溶液的临界胶束浓度的测定	课程目标 1.2.3	32
实验五 离子选择性电极的制备及应用	课程目标 1.2.3	32
实验六 自拟实验内容	课程目标 1.2.3	32

#### (二) 具体内容

表 3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	固体化合物分解压的测定	用设计的装置测定一固体化合物在一定温度下的解压。	32	设计性实验	2	选开
2	影响电池电动势大小因素的探究	依据三类电极, 设计出两种不同的电池, 分别测定其电动势。	32	设计性实验	2	选开

		考察溶液浓度或实验温度对电池电动势的影响。				
3	不完全互溶系统三元相图的绘制	做不完全互溶三元体系在不同比例中的互溶情况，依据等边三角形坐标原理，绘出所测三元体系相图。	32	设计性实验	2	选开
4	表面活性剂水溶液的临界胶束浓度的测定	利用已知的表面活性剂知识及其测定其临界胶束浓度值的方法，测出 3 种不同结构的表面活性剂的 CMC 值。	32	设计性实验	2	选开
5	离子选择性电极的制备及应用	用纸上电泳的方法分离氨基酸混合样品。	32	设计性实验	2	选开
6	自拟实验内容	指导学生设计实验，帮助实验的实施，科技论文的撰写	32	设计性实验	2	选开

#### 四、教学方法

1. 任务驱动法：课前布置任务，学生根据老师布置的任务自行选择课题，完成文献检索、实验设计和开题报告。

2. 师生互动：针对研究设计实验的特点，学生通过分工合作，查阅资料、讨论等方式确定实验方案，然后由老师对实验方案的合理性和可行性进行审核，对不合格的实验方案提出指导意见，交由学生再修改实验方案，直至实验方案合格。

3. 实验演示法：在实验操作过程中，对于特殊仪器的使用和实验操作难点，教师通过演示的方法让学生学会操作，后由学生自己动手操作，老师指导完成实验。

4. 积极引导：实验结束后教师可引导学生深入理解实验原理，分析实验数据和实验现象，从而加深对该知识点的理解和应用，提高理论联系实际的能力。最后，指导教师对知识点进行适当拓展，将前沿知识引入课堂进行总结，有利于提高学生的学科兴趣，拓展视野和形成开拓创新的思维。

#### 五、课程考核

本课程为考查课，课程考核由平时成绩和实验报告成绩两部分组成，详见表 4。其中，平时成绩重在过程性评价，主要评价学生的课下自主学习能力与课堂表现，包括：课堂考勤、课堂纪律、开题报告，课堂提问、实验操作 5 个环节，占课程总成绩的 60%；实验报告成绩主要根据实验报告的格式、内容、数据分析、结论、讨论等给

定成绩，占课程总成绩的 40%，课程总成绩采用百分制表示。

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
平时成绩 60%	课堂考勤	10%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂纪律	10%	考察学生在课堂上的纪律、态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 3
	开题报告	15%	根据开题报告考察学生课题的选择，文献的查阅，方案的制定和实验的设计能力。	课程目标 1
	课堂提问	10%	在课堂上随机提问，考察学生对所学实验原理和实验操作的掌握、理解程度。	课程目标 2
	实验操作	15%	根据学生在实验中的具体操作情况，考查学生对化学实验的基本操作技能掌握情况，考察学生分析问题和解决问题的能力，以及良好的实验习惯，实事求是的科学态度、严谨细致的工作作风。	课程目标 3
实验报告 40%	实验报告	40%	根据实验报告的格式、内容、数据分析、结论、讨论等给定成绩，考察综合运用专业知识解决实际问题的能力，主动学习获得新知识的能力和勇于探索创新的意识，科技论文的书写能力。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法，具体包括：课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成，评价样本为所有修完该课程的学生，根据公式（1）计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式 (1)}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值,  $D_2$  为间接评价达成度值,  $k_1$  为直接评价权重系数,  $k_2$  为间接评价权重系数,  $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$  (直接评价达成度) 为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值, 根据公式 (2) 计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式 (2)}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷, 并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成 (1 分)、基本完成 (0.8 分)、部分完成 (0.6 分)、未完成 (0.4 分)”, 根据各区段统计比例与目标分值加权求和, 根据公式 (3) 计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式 (3)}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式 (4)}$$

$M$  为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数, 总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材:

本课程为自主性研究设计实验, 无固定教材。

### (二) 主要参考书目:

[1] 毛丽秋. 化学研究与设计性实验. 湖南: 湖南师范大学出版社, 2008 年.



[2] 复旦大学等编. 《物理化学实验》(第三版). 高等教育出版社, 1998 年.

### (三)其他课程资源

超星学习通、中国大学 MOOC、雨课堂。

执笔人：程治国

参与人：杨奇超、毕冬琴、张丹

课程负责人：杨奇超

审核人（系/教研室主任）：杨奇超

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020 年 6 月

# 《化工基础》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：化工基础

Fundamental Chemical Engineering

课程代码：53110219

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：72学时

课程学分：4学分

修读学期：第6学期

先修课程：高等数学、大学物理、无机化学、有机化学、物理化学

课内实验（实践）：6个实验（实践）项目共16学时

## 二、课程目标

### （一）具体目标

《化工基础》是化学师范专业开设的一门专业基础课，是数学、物理、化学知识等在化学工业中的应用，担负着化学师范专业的学生由理及工的作用，培养学生的工程思维能力。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

**课程目标 1：**能正确理解各单元操作的基本原理、基本计算方法；了解典型设备的构造、性能；掌握单元操作基本计算公式的物理意义、应用方法和适用范围，熟悉典型化工产品生产工艺。熟悉典型化工工艺的基本流程；了解化工过程开发的基本知识。【支撑毕业要求 3】

**课程目标 2：**具有查阅和使用常用工程计算图表、手册、资料的能力；具有一定的工程观点以及实验技能和设计能力，具有对化学反应器、典型化工设备初步选型的能力，具有团结协作精神，为日后的工作等奠定基础。【支撑毕业要求 7】

**课程目标 3：**具有良好的自主学习能力、较强的反思研究能力；具有严谨求实、艰苦奋斗的科学精神和开拓创新的科研素养，紧跟国内外学科发展动态，养成终身学习的习惯。【支撑毕业要求 8】

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3. 学科素养	3.2 掌握一定的物理和数学知识，能够应用物理原理和数学微积分等相关知识及方法分析、解决化学和化工中的基本问题。
课程目标 2	7. 学会反思	7.2 批判思维：初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力，养成问题意识与批判性思维习惯，形成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式，将批判研究的意识贯穿到日常具体的教学工作中。
课程目标 3	8. 沟通合作	8.2 沟通能力：能够深入体验化学教学实践中的交流与合作，分享经验，共同探讨解决问题，具备与学生、家长和同事等进行有效沟通和协作的知识和技能。

## 三、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第一章 绪论	讲授法、自学讨论法	课程目标 1、3、4	2
第二章 典型化工产品工艺学	讲授法、启发式教学法、案例教学	课程目标 1、2、3、4	10
第三章 流体流动过程及流体输送设备	讲授法、案例教学、自学讨论法、启发式教学法	课程目标 1、2、3、4	10
第四章 传热过程及换热器	讲授法、案例教学、自学讨论法、启发式教学法	课程目标 1、2、3、4	8
第五章 传质过程及塔设备	讲授法、案例教学、自学讨论法、启发式教学法	课程目标 1、2、3、4	10
第六章 化学工业反应过程及反应器	讲授法、案例教学、自学讨论法、启发式教学法	课程目标 1、2、3、4	10
第七章 化工过程开发与评价	讲授法、案例教学、自学讨论法、启发式教学法	课程目标 1、2、3、4	6
化工基础实验	讲授法、案例教学	课程目标 1、2、3、4	16
合计			72 学时

## (二) 具体内容

### 第一章 绪论

#### 【学习目标】

1. 了解课程性质、学习任务与学习内容。
2. 理解单元操作的研究方法。
3. 掌握物料衡算与能量衡算。
4. 课程思政目标：通过介绍化学工业的发展历史，让学生们体会科学发展的曲折历程，感受科学家们坚持不懈的执着勇气。特别是新中国成立后，我国化学工业科学家在化学工业取得的成就和为社会发展做出的贡献，培养学生的爱国主义情怀，增强他们奋发学习、报效祖国的动力。

#### 【学习内容】

第一章	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 (1) 课程的性质与任务。 (2) 化工生产过程与单元操作。 (3) 物料衡算和热量衡算。 2. 二级知识点 化学工业的发展趋势。				

#### 【学习重点】

1. 物料衡算；
2. 热量衡算。

#### 【学习难点】

热量衡算。

### 第二章 典型化工产品工艺学

#### 【学习目标】

1. 掌握硫酸、丙烯腈、氨生产的基本原理，熟悉其原料选择的基本原则。

2. 掌握硫酸、丙烯腈、氨生产的工艺条件的优化，掌握其生产的原则工艺流程。
3. 熟悉生产过程中“三废”的处理。

4. 课程思政目标：在讲授硫酸、丙烯腈、氨的生产时，适时地引入唯物辩证法的哲学观点，分析不同的原料虽然可以得到相同的产品，但工艺路线的长短不同，产品的成本相差较大，市场竞争力悬殊，经济效益不同，有利于培养学生树立科学的世界观和安全严谨的职业素养。利用“三废”的处理内容，使学生形成绿色发展的环保理念。

### 【学习内容】

第二章	典型化工产品工艺学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 (1) 二氧化硫炉气制造和催化氧化；三氧化硫的吸收。 (2) 丙烯腈氨氧化反应合成工艺条件及反应器。 (3) 合成氨原料气的制造与净化。 2. 二级知识点 硫酸生产、丙烯腈氨氧化反应合成、以无烟煤为原料合成氨的原则流程。 3. 三级知识点 三废治理、能量回收利用及技术经济指标。				

### 【学习重点】

1. 二氧化硫炉气制造和催化氧化。
2. 丙烯腈氨氧化反应合成工艺。
3. 合成氨原料气的制造与净化。

### 【学习难点】

氨合成全流程。

## 第三章 流体流动过程及流体输送设备

### 【学习目标】

1. 了解流体的主要物性(密度、粘度)的定义、物理意义、影响因素及确定方法。
2. 掌握连续性方程式和柏努利方程式的内容及其应用，掌握流体在管路中流动时流动阻力的产生原因、影响因素及计算方法。
3. 掌握管路中流体的压力、流速和流量的测定原理及方法，各种流量计的测量原

理、结构和性能。

4. 掌握离心泵的工作原理、构造、性能参数及安装高度的计算。

5. 课程思政目标：通过量纲分析法、数学模型法，融入逻辑思辨、创新精神的德育元素结合，达到教学要求的逻辑思辨能力的培养目的。通过摩擦系数(范宁因子  $f$ )和直管相对粗糙度与雷诺数之间的经验方程公式中提到的顾毓珍先生早年曾在美国 MIT 深造获博士学位，学成后回国报效国家的事例对学生进行隐性渗透式的理想信念、使命感和科学精神等思政教育。

### 【学习内容】

第三章	流体流动过程及流体输送设备	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 (1) 管内流体流动的基本方程式。 (2) 管内流体流动现象。 (3) 管内流体流动的摩擦阻力损失。 (4) 离心泵的工作原理及性能参数。				
2. 二级知识点 流量测定。				
3. 三级知识点 往复压缩机。				

### 【学习重点】

1. 伯努利方程；
2. 管内流体流动现象；
3. 离心泵的工作原理及安装高度计算。

### 【学习难点】

伯努利方程式的应用。

## 第四章 传热过程及换热器

### 【学习目标】

1. 掌握平壁和圆筒壁的导热速率方程式及热传导计算。
2. 掌握对流传热的基本原理及对流传热系数的计算。

3. 掌握传热过程的计算。

4. 了解强化传热过程的途径，换热器的类型及结构。

5. 课程思政目标：1) 对流给热过程无量纲数群关系式(如强制湍流和强制层流)中，给学生抽提出“解决问题抓主要矛盾”的哲学观点；2) 传热操作计算中要用到试差计算，试差计算过程是不断臻于真值的过程，籍此培养学生的抗挫能力以及工匠精神培养。

### 【学习内容】

第四章	传热过程及换热器	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 (1) 传导传热。 (2) 对流传热。 (3) 间壁式热交换的计算。				
2. 二级知识点 传热过程的强化。				
3. 三级知识点 换热器的选择。				

### 【学习重点】

1. 平壁和圆筒壁的导热速率方程式及热传导计算。
2. 传热过程的计算。

### 【学习难点】

传热过程的计算。

## 第五章 传质过程及塔设备

### 【学习目标】

1. 了解填料塔和板式塔的基本构造。
2. 掌握填料吸收塔的有关计算。
3. 熟悉双组份物系的气液相平衡。
4. 掌握精馏分离的原理，连续精馏的有关计算。

5. 课程思政目标：结合部分化工企业在生产过程中排放废气，通过视频动画案例给学生讲废气的危害，而处理方法大多是用吸收，吸引一节的内容会使学生注意到了身边的化工基础，也提升学生的绿色环保意识。精馏生产中有废热存在，通过介绍了一些化工企业废热利用的案例，进一步拓展了学生对绿色发展理念的理解，并使學生能更好地将所学的理论知识与工业实际生产相结合。

### 【学习内容】

第五章	传质过程及塔设备	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 (1) 填料吸收塔的有关计算。 (2) 精馏分离的原理。 (3) 连续精馏的有关计算。 2. 二级知识点 双组份物系的气液相平衡。 3. 三级知识点 填料塔和板式塔的基本构造。				

### 【学习重点】

1. 填料吸收塔的有关计算。
2. 连续精馏的有关计算。

### 【学习难点】

连续精馏的有关计算。

## 第六章 化学工业反应过程及反应器

### 【学习目标】

1. 熟悉化学反应工程学的任务和研究方法。
2. 熟悉掌握活塞流、釜式基本结构。
3. 掌握理想反应器与非理想反应器的特点及其有关计算。
4. 掌握理想反应器的选择方法。
5. 了解气固相催化反应器。



6.课程思政目标：在讲授不同型式的理想反应器时，适时地引入唯物辩证法的哲学观点，同一个化学在不同的型式的反应器进行，由于流体流动状况不同，而得到的产率不同，从而体现了矛盾的对立性；同时，通过对不同反应器特点的对比易于发现它们之间的相同相异之处，进而发现化学反应器一章其内在逻辑结构的艺术美。

### 【学习内容】

第六章	化学工业反应过程及反应器	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 (1) 间歇搅拌釜式反应器。 (2) 管式反应器。 (3) 全混流反应器。 (4) 多釜串联反应器。				
2. 二级知识点 理想反应器的评比与选择。				
3. 三级知识点 气固相催化反应器。				

### 【学习重点】

理想反应器及其计算。

### 【学习难点】

多釜串联反应器的计算。

## 第七章 化工过程开发与评价

### 【学习目标】

1. 掌握化工过程开发的步骤和内容。
2. 熟悉化工过程开发的放大方法。
3. 掌握反应器的放大原则。
4. 了解化工过程技术经济评价。
5. 熟悉可行性研究。

6. 课程思政目标：适时地引入唯物辩证法的哲学观点，化工过程开发是循序渐进的过程。

### 【学习内容】

第七章	化工过程开发与评价	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 (1) 化工过程开发的步骤和内容。 (2) 化工过程开发的放大方法。 (3) 化学反应器的放大。 2. 二级知识点 化工过程技术经济评价。 3. 三级知识点 可行性研究。				

### 【学习重点】

化工过程开发的放大方法。

### 【学习难点】

化学反应器的放大。

## 化工基础实验

### 【学习目标】

1. 理解实验原理及实验方案，掌握正确操作规程。
2. 掌握实验仪器的使用方法，了解其性能参数、适用范围及注意事项等。
3. 培养学生从事实验研究的初步能力。
4. 初步掌握一些化学工程学的实验方法和实验技术。
5. 培养学生运用所学的理论知识和解决实际问题的能力。
6. 课程思政目标：通过化工原理实验中流量计在现代化工工业领域的作用，让学生体会到一个简单的单元设备对整个工业的影响，正确理解工匠精神的内涵。让学生认识到控制成本对企业的重要性，树立正确的职业道德观，培养学生团队精神，形成个人服从集体的整体观。

表 3 实验项目与学时分配

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类型	每组人数	必开/选开
1	流体流动阻力实验	测定管件的局部阻力系数、直管阻力	2	综合性	3	必开

2	离心泵特性曲线实验	测定离心泵流量与扬程、功率、效率之间的关系	2	综合性	3	必开
3	列管传热实验	测定冷热流体传热的总传热系数	3	综合性	3	必开
4	套管传热实验	测冷热流体的对流给热系数	3	综合性	3	必开
5	吸收实验	测水吸收 CO <sub>2</sub> 的吸收系数	3	综合性	3	必开
6	板式塔精馏实验	分离乙醇-水体系,测塔板效率	3	综合性	3	必开
合计			16 学时			

#### 四、教学方法

讲授法、案例教学、自学讨论法、任务驱动法、启发式教学法。

#### 五、课程考核

本课程的考核采取“线上线下”相结合的评价模式。详见下表 4。

“线上”成绩，即平时过程性考核成绩，主要是学生日常学习效果考核的积分，包括：课堂考勤、线上章节学习次数、课程互动、作业、章节测验等。

“线下”成绩是化工基础实验成绩+期末考试卷面成绩。期末笔试试卷中试题题型种类至少 5 种，考核的试题难易适中，基本要求的题目占 60%左右，综合性、思考性的题目占 30%左右，有一定难度的题目占 10%左右。

总成绩（100%）=“线上”成绩×25% + 化工基础实验成绩×25% + 期末考试成绩×50%

其中，化工基础实验成绩=实验态度 30% + 实验操作 30% + 实验报告 40%

表 4 课程考核细则

考核环节		占课程总成绩的比重	考核依据与方法	对应的课程目标
“线上”成绩 25%	签到	30%	常规签到与教师抽查点名相结合，旷课、事假、病假进行相应扣分，考察学生的学习态度。	课程目标 3
	课堂互动	10%	随堂在线检测，考核学生对知识点理解和掌握程度，以及学生的学习态度等。	课程目标 1
	课程音视频	10%	考察学生的自主学习情况。	课程目标 1

	作业	30%	按 100 分制单独评分,取各次上交作业成绩的平均值。考查学生对基本原理、基本内容的掌握程度,以及学生发现、分析和解决问题的能力。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
	章节学习次数	10%	考察学生课上、课下听讲的实际情况。	课程目标 1 课程目标 3
	章节测验	10%	2-7 章共 6 次考试,每次测验按实际出题量的多少单独评分,取 6 次测验成绩的平均值。考查学生对每一章的基本原理、基本内容的掌握程度,以及学生发现、分析和解决问题的能力。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
期末考试 50%	简答题	20%	考察学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况,以及学生对基本知识的运用情况。	课程目标 1 课程目标 2
	单选题	10%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	是非判断题	10%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	填空题	17	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	工艺流程示意图	8%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	计算题	35%	考查学生对基本知识掌握及综合运用情况,学生综合计算方面的能力。	课程目标 2 课程目标 3
化工基础实验	实验态度、纪律及出勤	20%	常规签到与教师点名相结合,旷课、事假、病假进行相应扣分,考察学生的实验态度。	课程目标 1
	实际操作	40%	实验操作流程、实验操作技能等	课程目标 2
	实验报告	40%	实验报告撰写质量	课程目标 2

## 六、课程评价

课程评价主要是本门课程的课程目标达成度评价。课程目标达成度评价主要采用定量评价与定性评价相结合的方法,具体包括:课程调查问卷、访谈、课程考核成绩分析法等。

### 1. 课程目标达成度计算方法

课程目标达成度由直接评价达成度和间接评价达成度两部分组成,评价样本为所有修完该课程的学生,根据公式(1)计算出课程目标达成度值 D。

$$D = D_1 \times k_1 + D_2 \times k_2 \quad \text{公式(1)}$$

其中  $D_1$  为直接评价达成度值,  $D_2$  为间接评价达成度值,  $k_1$  为直接评价权重系数,  $k_2$  为间接评价权重系数,  $k_1 = k_2 = 0.5$ 。

#### ①直接评价

$D_1$  (直接评价达成度) 为所有修完该课程学生的课程目标直接达成度平均值, 根据公式 (2) 计算出  $D_1$ 。

$$D_1 = \text{所有学生课程目标达成度 } M \text{ 之和} / \text{学生总人数} \quad \text{公式 (2)}$$

#### ②间接评价

针对课程目标设计问卷, 并要求学生明确给出目标能力达到的程度“完全完成 (1 分)、基本完成 (0.8 分)、部分完成 (0.6 分)、未完成 (0.4 分)”, 根据各区段统计比例与目标分值加权求和, 根据公式 (3) 计算出每个课程目标间接评价达成度值  $D_2$ 。

$$D_2 = (\text{每个等级分目标达成度} \times \text{等级权重}) \text{ 之和} \quad \text{公式 (3)}$$

### 2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times \gamma_1 + M_2 \times \gamma_2 + M_3 \times \gamma_3 + \dots \quad \text{公式 (4)}$$

$M$  为单个学生课程目标达成度

$M_1, M_2, M_3, \dots$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个课程分目标的权重系数, 总和为 1。

### 3. 单个学生课程分目标达成度

$$M_x = \text{考核方式 1 成绩} / \text{考核方式 1 目标值} \times \alpha_1 + \text{考核方式 2 成绩} / \text{考核方式 2 目标值} \times \alpha_2 + \text{考核方式 3 成绩} / \text{考核方式 3 目标值} \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式 (5)}$$

$M_x$  为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  为每个支撑课程分目标考核方式的权重系数, 总和为 1。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

[1] 张近.《化工基础》.北京:高等教育出版社,2018年.

[2] 汤玉峰.《化工原理实验》.郑州:郑州大学出版社,2018年.

### (二) 主要参考书目

[1] 李德华.《化学工程基础》.北京:化学工业出版社,2000年.

[2] 张振坤, 王锡玉. 《化工基础》. 北京: 化学工业出版社, 2019 年.

### (三) 其它课程资源

校内学习通课程平台: <http://i.mooc.chaoxing.com/space/index?t=1615955529724>

执笔人: 乔占平

参与人: 王琳, 汤玉峰

课程负责人: 乔占平

审核人(系/教研室主任): 乔占平

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月