

《绿色化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：绿色化学

Green Chemistry

课程代码：53110220

课程类别：学科专业课程 /选修

适用专业：化学

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第6学期

先修课程：大学化学，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

绿色化学是使人类和环境协调发展的更高层次的化学，其根本目的在于从节约资源和防止污染的观点来重新审视和改革传统化学。绿色化学是用化学方法来防止污染产生的一门新兴交叉学科，是减少污染产生、降低资源消耗和实现人类可持续发展的重要科学基础，对环境、经济、和社会的和谐发展具有重要的意义。它吸收了当代物理、生物、材料、信息等学科的最新理论和技术，是当今化学科学研究的前沿。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：掌握绿色化学的基本概念、基本理论和基本方法等基础知识，了解绿色化学应用及发展前景，理解绿色产品的评价体系和方法、掌握绿色产品的设计原理、能够熟练运用绿色化学的十二原则对产品进行设计；熟悉常见的绿色产品的种类和生产方法；能够利用绿色化学的原理指导产品的生产和改善人民的健康水平。认识绿色化学对社会生产和生活的影响；认识环境危机、能源危机的严峻性，明确绿色化学兴起的历史必然性和必要性及其对人类可持续发展的重要意义；建立新的环保理念。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，引导学生形

成热爱环境、热爱家园、尊重自然规律的意识，培养学生追求真理、艰苦奋斗的科学精神和勇于担当的社会责任感。通过对相关的热点研究现状和前沿研究进展的介绍，提升学生对绿色化学及相关知识的兴趣度，授课过程中，理论联系实际，注重实践教学，采取启发式教学，通过课堂问答，小组讨论等形式，提高学生的认知能力和理解能力。指导学生通过书面作业、读书笔记、提出假设、查阅文献、相互讨论、验证假说等一系列科学方法解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题，培养学生的反思研究能力、创新意识和科研素养。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2: 培养学生的自主学习、自主研究的能力，拓展专业知识结构，提升专业知识背景，使学生具备从事教学和科研工作的基本技能；更重要的是养成严肃认真、实事求是的科学态度和严谨的工作作风，培养学生具有正确的价值取向和严谨的科学态度，培养强烈的爱国情怀和高尚的道德情操。使学生开阔视野、拓展知识面，消除“新科盲”、“化学盲”，提高学生的科技素质、培养复合型人才。培养学生追求真理、敢为人先的创新精神，树立正确的世界观、人生观和价值观，培养民族精神、时代精神和国家意识，提升民族自豪感，培养学生的家国情怀；培养学生具备团队合作精神、爱岗敬业、艰苦奋斗的科学精神和实事求是的工作态度；培养学生坚持人与自然和谐相处的理念，建立可持续发展、保护环境和改善人民健康的社会责任感。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；注重培养学生严谨认真、实事求是的科学态度以及团队协作等职业素养。【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	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、4	2
第二章 绿色产品的评价体系与方法	讲授法、课堂讨论、课下自学	课程目标 2、3、4	4
第三章 绿色产品的设计原理	讲授法、案例教学、课堂讨论	课程目标 2、3、4	4
第四章 绿色材料	讲授法、课堂讨论、课下自学	课程目标 2、3、4	6
第五章 绿色纤维与纺织品	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 2、3、4	6
第六章 绿色农业与绿色食品	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 2、3、4	4
第七章 绿色化工产品	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 2、3、4	4
第八章 绿色药物	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 2、3、4	2
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 了解人类面临的环境问题与可持续发展战略。
2. 绿色化学的提出与发展；熟悉绿色化学“十二原则”。
3. 培养学生良好的自主学习能力。熟悉绿色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。
4. 通过介绍绪论部分绿色化学的发展历史，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。特别是改革开放后，我国科学家在环境问题和绿色化学理论研究 等多个领域为绿色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	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 绿色化学的概念；人类面临的环境问题。 2. 二级知识点 绿色化学的十二原则。 3. 三级知识点 绿色化学的提出和发展。				

【学习重点】

1. 绿色化学的定义和人类社会面临的十大环境问题。
2. 绿色化学的提出和发展。

【学习难点】

绿色化学的“十二原则”的解释。

第二章 绿色产品的评价体系与方法

【学习目标】

1. 熟悉绿色产品的涵义。
2. 熟悉绿色产品的评价体系。
3. 培养具有较强的反思研究能力和艰苦奋斗的实干精神。
4. 在绿色产品的涵义和 LCA 的概念及内涵知识点讲授时融合榜样激励作用，通过介绍我国有机化学家和环境化学家的事迹，让学生去体会科学家们的拼搏实干精神。

【学习内容】

第二章	绿色产品的评价体系与方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 绿色产品的含义、特点以及绿色产品与传统产品的区别。 2. 二级知识点 绿色产品的评价体系、LCA 的技术框架、生命周期清单分析、LCV 的概念、生命周期结果分析、影响评价 3. 三级知识点				

生命周期评估的发展历程及应用、LCV 的局限性与困难。

【学习重点】

1. 绿色产品的涵义和 LCA 的概念及内涵。
2. 绿色产品的特点。

【学习难点】（列举本章学习难点）

1. 绿色产品与传统产品的区别和产品的生命周期评价。
2. LCA 的技术框架、生命周期清单分析。

第三章 绿色产品的设计原理

【学习目标】

1. 掌握十二原则应用分析，熟悉绿色化工产品的绿色设计途径以及设计安全化学品。
2. 了解绿色化工工艺设计思路，熟悉可持续性定义，了解量化可持续性的参数，熟悉可持续性分析方法与应用实例。
3. 掌握实施清洁生产的主要途径，了解循环经济的 3R 原则。
4. 培养学生具有良好的自主学习能力、较强的反思研究能力以及团结合作和奉献精神。
5. 在讲授本章知识点时，采用一些案例，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。

【学习内容】

第三章	绿色产品的设计原理	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 绿色设计途径与方法、十二原则应用分析、循环经济的 3R 原则、绿色化工产品的绿色设计途径、设计安全的化学品。				
2. 二级知识点 量化可持续性的参数、可持续性分析方法。				
3. 三级知识点				

实施清洁生产的途径与方法。

【学习重点】

1. 十二原则应用分析和实施清洁化生产的主要途径。
2. 绿色化工产品的绿色设计途径。

【学习难点】

1. 绿色设计途径和量化可持续性的参数。
2. 绿色设计途径与方法。

第四章 绿色材料

【学习目标】

1. 掌握绿色高分子材料种类和开发方法；熟悉绿色高分子材料聚乳酸的合成。
2. 熟悉绿色生物材料的分类和发展；熟悉生物惰性材料、生物活性材料、生物降解材料、生物复合材料的种类。
3. 熟悉绿色纳米材料的含义与发展；掌握绿色纳米材料的合成、主要性能及应用。
4. 了解有关绿色建筑装饰材料。
5. 熟悉绿色能源材料的特点、研究重点及意义；掌握绿色二次电池的种类；熟悉燃料电池和太阳能电池。
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。
7. 在讲授典型材料的发明过程中，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】

第四章	绿色材料	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 绿色高分子材料的开发；绿色生物材料种类；绿色纳米材料的合成、绿色能源材料的合成及工作原理。				
2. 二级知识点 绿色高分子材料的合成案例；生物惰性材料；生物活性材料；生物降解材料；				

生物复合材料；绿色纳米材料的主要性能；绿色二次电池；燃料电池；太阳能电池。

3. 三级知识点

绿色建筑装饰材料的水泥、建筑卫生陶瓷、墙体材料、涂料、环境净化材料和绿色包装材料。

【学习重点】

1. 可降解高分子材料生物惰性材料、建筑装饰材料绿色化的方向和绿色能源材料研究的意义。
2. 绿色纳米材料的主要性能。

【学习难点】

1. 材料的合成和应用、纳米材料的合成。
2. 环境负荷现状分析和燃料电池工作原理。

第五章 绿色纤维与纺织品

【学习目标】

1. 掌握绿色纤维的定义、熟悉绿色纤维的标准与分类。
2. 了解绿色纤维开发及发展现状。
3. 熟悉常见的绿色纤维；熟悉绿色印染助剂的定义、标准与分类；熟悉常见的绿色印染助剂。
4. 掌握常见的天然染料和新型环保染料。
5. 熟悉绿色纺织品的定义、标准与分类；熟悉常见的绿色纺织品；了解绿色纺织品清洁化生产工艺。
6. 融合科研实例，引导学生树立积极向上的人生观和价值观。
7. 在讲授绿色纺织品清洁化生产工艺时，融合工艺的改进对环境的重大影响，引入化学创造对人类的巨大作用，激发学生学习绿色化学的内在潜能，引导他们树立积极向上的人生观和价值观。

【学习内容】

第五章	绿色纤维与纺织品	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
-----	----------	---	----	---

1. 一级知识点

天然染料；新型环保染料 绿色纺织印染助剂。

2. 二级知识点

绿色纺织品清洁化生产工艺。

3. 三级知识点

绿色纤维；绿色纺织品。

【学习重点】

1. 绿色纤维的定义标准和分类、绿色印染助剂的定义。
2. 新型环保染料的判别原则。

【学习难点】

1. 绿色纤维的开发、印染助剂制造方法和。
2. 绿色印染工艺。

第六章 绿色农业与绿色食品

【学习目标】

1. 熟悉绿色农药的概况与发展趋势。
2. 掌握绿色农药的使用原则。
3. 了解绿色肥料的概念、研究现状与发展趋势。
4. 熟悉绿色肥料的使用原则。
5. 熟悉绿色生物肥料。
6. 熟悉绿色食品添加剂的概念、特征及使用原则。
7. 掌握常见的绿色食品添加剂。
8. 拓展学科知识，锻炼发散思维，提升学生的科研素质；培养学生的社会责任意识和团结协作的精神。
9. 在绿色农药的教学内容中融入创新思维元素，引入最新的研究成果，融入农药中毒的生活实例，借助于分析科研案例，激发学生的创新思维意识，提高学生在绿色农业领域里的创新能力。

【学习内容】

第六章	绿色农业与绿色食品	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 绿色肥料的定义、种类；绿色农药的定义、种类。 2. 二级知识点 绿色农药发展趋势；绿色肥料的发展趋势；绿色食品添加剂的概念与特征；绿色食品添加剂的使用原则。 3. 三级知识点 绿色食品添加剂的发展概况。				

【学习重点】

1. 绿色农药的发展趋势、绿色肥料的发展趋势。
2. 绿色食品添加剂的特征。

【学习难点】

1. 绿色农药的使用原则、生物肥料的分类与特点。
2. 绿色食品添加剂的食用原则。

第七章 绿色化工产品

【学习目标】

1. 了解催化剂的分类。
2. 熟悉分子筛催化剂、杂多酸催化剂、绿色固体超强酸催化剂。
3. 了解绿色环保玻璃、焊膏；熟悉绿色磷酸盐工业。
4. 掌握绿色无机合成化学的方法。
5. 熟悉绿色表面活性剂、聚合物添加剂、绿色燃料添加剂的种类。
6. 了解生物酶、绿色生物饲料种类。
7. 拓展学科知识，锻炼发散思维，提升学生的科研素质；培养学生的社会责任意识和团结协作的精神。
8. 在软化学的各种方法课程内容中融入个人品德教育和环保理念，引申到个人和集体的关系，让学生认识到精诚合作、互相衔接的协作精神的重要性。

【学习内容】

第七章	绿色化工产品	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
-----	--------	---	----	---

1. 一级知识点
绿色催化剂；绿色环保玻璃；绿色环保焊膏；绿色磷酸盐工业；绿色表面活性剂；水处理药剂绿色化。
2. 二级知识点
分子筛催化剂；杂多酸催化剂；绿色固体超强酸催化剂；绿色无机合成化学聚合物添加剂；绿色燃料添加剂；绿色生物制药。
3. 三级知识点
绿色生物饲料；生物酶。

【学习重点】

1. 固体超强酸催化剂和软化学。
2. 分子筛催化剂；杂多酸催化剂；绿色环保焊膏

【学习难点】

1. 催化剂的结构和性质。
2. 聚合物添加剂的应用和生物酶。

第八章 绿色药物

【学习目标】

1. 熟悉绿色天然药物的定义及分类。
2. 掌握超临界萃取技术和超声波提取技术在天然药物提取中的应用。
3. 了解绿色拆分技术、绿色合成技术。
4. 培养学生树立辩证唯物主义思想，形成团结合作的意识。
5. 讲授绿色药物知识点时，引导学生树立辩证唯物主义思想，用整体的、联系的、动态的思维去理解一般天然药物和绿色天然药物的相互关系，化学药物和绿色化学药物的关系。

【学习内容】

第八章	绿色药物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 超临界萃取技术在天然药物提取中的应用；超声波提取技术在天然药物提取中的应用。				

2. 二级知识点

绿色拆分技术；绿色合成技术；组合合成技术。

3. 三级知识点

绿色药物的含义，作用及分类。

【学习重点】

1. 超临界萃取技术在天然药物提取中的应用。
2. 超声波提取技术在天然药物提取中的应用。

【学习难点】(列举本章学习难点)

1. 绿色拆分技术。
2. 绿色合成技术。

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：绿色化学理论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. 自学讨论法：绿色产品部分的教学以学生自学讨论为辅、教师结合多媒体讲授为主的教学方法，培养学生的发散思维能力和创新学习能力。

3. 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。

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. 课下调查法：要求学生深入实际生活和工厂企业调查所学相关内容，增加对本课程的学习兴趣和解决实际问题的能力。

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 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，平时考查包括：考勤、提问、作业、课堂讨论、社会调查等成绩，平时成绩占总成绩的 50%。

期末考查：期末考查可以根据学习情况，采用撰写论文的形式，考查学生的综合分析能力和解决问题能力以及创新能力。期末考查成绩占总成绩的 50%，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 40%	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 2
	课堂表现	10%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂讨论，考察学生对有关理论的掌握情况和灵活应用能力，以及学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 2
	作业	20%	每章的作业，考核学生对各章知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1 课程目标 2
	实例调查	10%	调查工厂一个实际生产工艺过程。考查学生对有关原理、内容的掌握程度，考查学生分析实际问题和解决问题的能力。	课程目标 1 课程目标 2
期末考试 50%	课程论文	50%	由老师布置考查论文题目，学生根据所学课程内容进行论述，考查学生对本课程整体掌握情况以及分析问题和解决问题的能力，还有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

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

李群.《绿色化学原理与绿色产品设计》(第 1 版). 北京: 化学工业出版社, 2017 年.

(二) 主要参考书目

[1] 仲崇立.《绿色化学导论》(第 1 版). 北京: 化学工业出版社, 2000 年.

[2] 闵恩泽, 吴巍.《绿色化学与化工》(第 1 版). 北京: 化学工业出版社, 2000 年.

- [3] 杨家玲.《绿色化学与技术》(第1版).北京:北京邮电大学出版社,2001年.
- [4] 胡常伟,李贤均.《绿色化学原理和应用》(第1版).北京:中国石化出版社,2002年.
- [5] 贡长生,张克立.《绿色化学化工实用技术》(第1版).北京:化学工业出版社,2002年.
- [6] 魏荣宝,梁娅,孙有光.《绿色化学与环境》(第1版).北京:国防工业出版社,2006年.
- [7] 沈玉龙,曹文华.《绿色化学》(第1版).北京:中国环境科学出版社,2009年.
- [8] 徐汉生.《绿色化学导论》(第1版).武汉:武汉大学出版社,2005年.
- [9] 周淑晶.《绿色化学》(第1版).北京:化学工业出版社,2017年.
- [10] P T 阿纳斯塔斯, J C 沃那著.《绿色化学理论与应用》(第1版).北京:科学出版社,2002年.

(三) 其它课程资源

中国大学 MOOC 网址: <https://www.icourse163.org/>

执笔人: 孟召辉

参与人: 张廉奉

课程负责人: 孟召辉

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

《实验设计法》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：实验设计法

Design Method of Experiment

课程代码：53110221

课程类别：学科专业课程/选修课

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第6学期

先修课程：高等数学、线性代数、概率论、有机化学、无机化学、物理化学、分析化学等

二、课程目标

(一) 具体目标

《实验设计法》是一门非常有用的学科，它是以概率论、数理统计及线性代数为基础，结合一定的专业知识和实践经验，研究如何经济、合理地安排试验，有效地获得试验数据，然后对试验数据进行综合的科学分析，以求尽快达到优化实验的目的的一门应用学科。本课程在高等数学、线性代数、概率论与数理统计等课程学习的基础上，介绍数理统计的基本概念、基本原理以及数据分析处理的基本方法，以帮助我们快速找到试验数据背后的规律，为科研和生产提供理论依据；讲解实验设计的基本要求、实验设计的方法步骤、实验方案的优化以及实验结果的整理与统计分析方法，以帮助我们合理地选择试验，有效地提高试验效率。本课程还紧密结合科学研究和生产实践，介绍了一些常用试验设计及试验数据处理方法在科学试验和工业生产中的实际应用。本课程中所介绍的理论和方法，是进行科学研究和工农业生产必不可少的工具。本课程的开设有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1: 理解并掌握试验数据的误差分析、方差分析、回归分析、试验数据的图表表示方法等基本理论和基础知识; 使学生理解并掌握科学试验设计的基本方法(优选法、正交法, 均匀法, 配方设计法等) 以及试验结果的分析处理方法等基础知识和理论。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2: 能够对科学研究和生产实践中获得的实验数据进行系统整理和统计分析; 会进行误差分析、方差分析以及回归分析, 能够合理地设计实验并进行实验优化, 减少实验工作量, 节省时间、人力、财力和物力; 培养学生分析问题和解决问题的能力, 使学生具备良好的自主学习能力、较强的反思研究能力。【支撑毕业要求 7】

课程目标 3: 教书与育人相结合, 结合课程教学内容, 以我国著名数学家华罗庚、王元、方开泰等的爱国、奉献和用于担当的事迹教育培养学生, 使学生树立正确的人生观、价值观, 培养学生的社会责任感, 具备勇于担当社会责任感和使命感, 培养学生严谨细致、认真负责的工作作风、严谨务实和艰苦奋斗的科学精神以及开拓创新的科研素养, 并树立专业自信和职业自豪感; 使学生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。【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	8.2 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
绪论	讲授、引导式、自学讨论	课程目标 1、3	1
第一章 试验数据的误差分析	讲授法、启发式教学法、案例教学	课程目标 1、2、3	3
第二章 试验数据的表图表示法	讲授法、启发式教学法、案例教学	课程目标 1、2	2
第三章 方差分析	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	2
第四章 回归分析	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	6
第五章 优选法	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	2
第六章 正交试验设计	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	6
第七章 均匀试验	讲授法、案例教学、任务驱动法、	课程目标 1、2、3	4
第八章 回归正交试验设计	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
第九章 配方实验设计	讲授法、案例教学、任务驱动法、	课程目标 1、2、3	2
合计			32 学时

(二) 具体内容

绪 论

【学习目标】

1. 了解《实验设计法》课程的内容和目标。
2. 掌握实验设计的基础知识。
3. 掌握实验设计法的研究内容和任务。
4. 介绍试验设计与数据处理的发展概况。
5. 培养学生良好的自主学习能力，提升科学素养，使学生树立正确的人生观、价值观，具备勇于担当的社会责任感和使命感，并树立专业自信和职业自豪感。

【学习内容】

绪论	实验设计法简介	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 实验设计的基础知识，实验设计法的研究内容和任务。				
2. 二级知识点 试验设计与数据处理的发展概况。				
3. 三级知识点 实验设计在科学研究和生产实践中的作用及其发展的新趋势。				

【学习重点】

1. 实验设计的基础知识。
2. 实验设计法的研究内容和任务。

【学习难点】

1. 实验设计的基础知识。
2. 实验设计法的研究内容和任务。

第一章 试验数据的误差分析

【学习目标】

1. 掌握试验设计的基本概念和原理。
2. 了解试验设计的特点与要求。
3. 掌握各种试验数据误差的来源及分类。
4. 掌握随机误差、系统误差等显著性检验的方法。
5. 能综合运用误差分析的理论知识拓展思维，解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题，培养和提高学生的从理论到实践的能力，培养学生的综合研究能力和创新能力，培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第一章	试验数据的误差分析	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 各种试验数据误差的来源及分类；常用显著性检验的方法（如卡方检验、F检验、t检验等）；异常样本值的判断和处理原则。				

2. 二级知识点

精密度与准确度的概念；绝对误差和相对误差的基本概念及计算方法；Excel在误差分析中的应用。

3. 三级知识点

真值与平均值的概念；有效数字的修约和运算规则。

【学习重点】

1. 各种试验数据误差的来源及分类。
2. 常用显著性检验的方法（如卡方检验、F检验、t检验等）及步骤。
3. 异常样本值的判断和处理原则。

【学习难点】

1. 常用显著性检验的方法（如卡方检验、F检验、t检验等）及步骤。
2. 异常样本值的判断和处理原则。

第二章 试验数据的表图表示法

【学习目标】

1. 掌握列表法进行数据表示的基本方法。
2. 掌握图示法进行数据表示的基本方法。
3. 熟练掌握运用各类计算机软件（如 Excel、Origin）进行常见表格、二维图/三维图的绘制方法，如三线格统计表、直线图、柱形图、饼状图、圆环图、三角形图、双/三 Y 轴图、三维图等。
4. 能综合运用表图表示的基本操作方法进行拓展锻炼，解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的问题，培养和提高学生的从理论到实践的能力，培养学生的综合研究能力和创新能力，培养学生的创新意识和科研素养。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	试验数据的表图表示法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 图示法进行数据表示的基本方法；运用各类计算机软件进行二维图、三维图双 Y 轴图、三 Y 轴图等绘制。				

2. 二级知识点
运用 Excel、Origin 进行三线格统计表、直线图、柱形图、饼状图等绘制。
3. 三级知识点
列表法进行数据表示的基本方法。

【学习重点】

1. 列表法、图示法进行数据表示的基本方法。
2. 运用各类计算机软件（如 Excel、Origin）进行常用图表的绘制。

【学习难点】

运用 Excel、Origin 等进行常见表格、二维图/三维图的绘制，如三线格统计表、直线图、柱形图、饼状图、圆环图、三角形图、双/三 Y 轴图、三维图等。

第三章 方差分析

【学习目标】

1. 了解方差分析的基本命题。
2. 理解单因素试验与双因素试验、无重复试验与重复试验的区别。
3. 掌握单因素试验和双因素试验方差分析的基本步骤。
4. 能综合运用方差分析的理论知识拓展思维，融合科研案例，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，以及培养他们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】

第三章	方差分析	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
<p>1. 一级知识点 单因素方差分析；双因素无重复方差分析；双因素可重复方差分析；方差分析的显著性检验。</p> <p>2. 二级知识点 利用 excel 进行方差分析的一般步骤。</p> <p>3. 三级知识点 方差分析的精度。</p>				

【学习重点】

1. 单因素方差分析的基本方法。

2. 双因素无重复、双因素可重复方差分析方法的区别。
3. 利用 excel 进行方差分析的一般步骤。
4. 方差分析在数据统计检验中的应用。

【学习难点】

1. 单因素试验和双因素试验方差分析的基本步骤。
2. 方差分析的显著性检验。

第四章 回归分析

【学习目标】

1. 了解变量间相互关系及回归分析的概念。
2. 了解非线性回归分析的方法。
3. 掌握一元线性回归和多元线性回归分析的具体方法步骤。
4. 掌握使用一元回归分析方法确定试验指标（因变量）与试验因素（自变量）之间的关系。
5. 能综合运用回归分析的理论知识拓展思维，融合科研案例，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

【学习内容】

第四章	回归分析	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 一元与多元线性回归方程的计算方法及回归方程的显著性检验方法；非线性回归分析的方法。				
2. 二级知识点 利用 excel 进行回归分析的步骤。				
3. 三级知识点 回归分析的基本概念。				

【学习重点】

1. 一元与多元线性回归方程的计算方法及回归方程的显著性检验方法。
2. 非线性回归分析的方法。
3. 利用 excel 进行回归分析的步骤。

【学习难点】

1. 一元与多元线性回归方程的计算方法及回归方程的显著性检验方法。
2. 非线性回归分析的方法。

第五章 优选法

【学习目标】

1. 了解优选法的基本命题，单峰函数的定义和性质。
2. 了解双因素及多因素优选中常用的方法如等高线法、对开法、平行线法等。
3. 掌握单因素优选中均分法、比例分割法、对分法、逐步提高法的具体步骤。
4. 掌握运用黄金分割法和分数法对试验进行优化。
5. 通过分析科研案例，激发学生的创新思维意识，提高学生的综合研究能力和创新能力。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】

第五章	优选法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 单因素优选中的均分法、比例分割法、对分法、黄金分割法与分数法中的原理和具体步骤；双因素及多因素优选中常用的方法如等高线法、对开法、平行线法等。				
2. 二级知识点 单峰函数的定义和性质。				
3. 三级知识点 优选法的基本概念。				

【学习重点】

1. 单因素优选中的均分法、比例分割法、对分法、黄金分割法与分数法中的原理和具体步骤。
2. 双因素及多因素优选的原则及方法。

【学习难点】

1. 单因素优选中的均分法、比例分割法、对分法、黄金分割法与分数法中的原理和具体步骤。

2. 双因素及多因素优选的原则及方法。

第六章 正交试验设计

【学习目标】

1. 了解正交表的分类和性质。
2. 掌握单指标和多指标正交试验设计的方法步骤及其结果的直观分析。
3. 掌握有交互作用的和混合水平的正交试验设计方法。
4. 能够运用方差分析法对正交试验设计的结果进行分析。
5. 能综合正交试验设计的理论知识拓展思维,解决科学研究中遇到的多因素最优生产工艺参数确定的难题,培养和提高学生的从理论到实践的能力,培养学生的综合研究能力和创新能力,培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第六章	正交试验设计	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 等水平、混合水平和有交互作用正交试验方案设计方法;结果的分析方法(直观分析法与极差分析法)。				
2. 二级知识点 单指标正交试验设计的方法步骤。				
3. 三级知识点 正交试验的基本概念和正交表的特点。				

【学习重点】

1. 单指标和多指标正交试验设计的方法步骤及其结果的直观分析。
2. 有交互作用的和混合水平的正交试验设计方法。
3. 运用方差分析法对正交试验设计的结果进行分析。

【学习难点】

1. 单指标和多指标正交试验设计的方法步骤及其结果的直观分析。
2. 有交互作用的和混合水平的正交试验设计方法。

第七章 均匀实验设计

【学习目标】

1. 了解均匀表的分类和性质。
2. 掌握均匀试验设计的方法步骤及其结果的分析。
3. 能综合均匀试验设计的理论知识拓展思维, 解决科学研究中遇到的最优化工艺参数确定的难题, 培养和提高学生的从理论到实践的能力, 培养学生的综合研究能力和创新能力, 培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第七章	均匀实验设计	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 均匀设计法的实验设计步骤; 均匀设计法实验结果的回归分析方法。				
2. 二级知识点 均匀表的选择与使用。				
3. 三级知识点 均匀设计原理。				

【学习重点】

1. 均匀设计法的实验设计步骤。
2. 均匀设计法实验结果的回归分析方法。

【学习难点】

1. 均匀设计法的实验设计步骤。
2. 均匀设计法实验结果的回归分析方法。

第八章 回归正交实验

【学习目标】

1. 了解回归正交实验设计的基本原理。
2. 掌握一次回归正交表的设计与使用, 二次回归正交组合设计的方法和步骤。
3. 能够对回归方程及偏回归系数方差分析方法。
4. 能综合回归正交实验设计的理论知识拓展思维, 解决科学研究中遇到的回归正交试验设计方案确定的难题, 培养和提高学生的从理论到实践的能力, 培养学生的综合研究能力和创新能力, 培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第八章	回归正交实验	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 回归正交实验的编码；回归正交表的设计与使用；回归结果分析。				
2. 二级知识点 一次回归方程的建立。				
3. 三级知识点 回归正交实验设计的基本原理。				

【学习重点】

1. 一次回归正交表的设计与使用。
2. 二次回归正交组合设计的方法和步骤。
3. 回归方程及偏回归系数方差分析方法。

【学习难点】

1. 一次回归正交表的设计与使用。
2. 二次回归正交组合设计的方法和步骤。

第九章 配方实验设计

【学习目标】

1. 了解配方实验设计的基本原理，配方实验设计中单纯形参数的选择。
2. 掌握配方实验设计中的双因素基本单纯形方法。
3. 掌握改进单纯形、加权形心法等。
4. 能综合配方实验设计的理论知识拓展思维，解决科学研究中遇到的配方中各组分比重确定的难题，培养和提高学生的从理论到实践的能力，培养学生的综合研究能力和创新能力，培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第九章	配方实验设计	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 双因素基本单纯形；改进单纯形、加权形心法等。				
2. 二级知识点				

配方实验设计中单纯形参数的选择。

3. 三级知识点

配方实验设计的基本原理。

【学习重点】

1. 双因素基本单纯形。
2. 改进单纯形、加权形心法等。
3. 单纯形参数的选择。

【学习难点】

1. 双因素基本单纯形。
2. 改进单纯形、加权形心法等。

四、教学方法

采用讲授法、案例教学、自学讨论法、任务驱动法、启发式教学法进行教学。

教学中注重学生对设计方法的直观体验和实践，收集近年来相应试验设计方法论文，让学生通过对论文的分析，运用软件重现数据处理过程来实践，掌握试验设计的方法和技巧，有效地促进了课程内容的学习。

五、课程考核

本课程的考核采取“线上线下”各占 50% 的评价模式。详见下表 3。

“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、签到、线上章节学习次数、课程互动、作业等。

“线下”成绩是期末考试卷面成绩。期末笔试试卷中试题题型种类至少 4 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×50%+“线下”成绩×50%

表 3 课程期末考试考核细则

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
------	-----------	---------	---------

期末考试	填空题	30%	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
	简答题	20%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	计算题	30%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	软件应用题	20%	考查学生对基本知识掌握及综合运用情况，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 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 。

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

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

李云雁, 胡传荣. 《试验设计与数据处理》(第三版). 北京: 化学工业出版社, 2017年.

(二) 主要参考书目

[1] 邱轶兵. 《试验设计与数据处理》. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2008年.

[2] 肖怀秋, 刘洪波. 《试验数据处理与试验设计方法》, 北京: 化学工业出版社, 2013年.

[3] 罗时光, 金红娇. 《试验设计与数据处理》. 北京: 中国铁道出版社, 2018年.

[4] 栾春晖, 刘旭光. 《化学化工中的试验设计与数据处理》. 北京: 科学出版社, 2019年.

(三) 其它课程资源

[1] <http://coursehome.zhhiuishu.com/courseHome/2033232#teachTeam> (在线开放课程, 智慧树, 太原理工大学, 栾春晖、张乾、涂椿滢).

[2] <https://www.icourse163.org/course/detail.htm?cid=1450407195> (中国大学 MOOC, 湘潭大学, 李峰).

执笔人：王晓焕

参与人：程新峰，汤玉峰

课程负责人：王晓焕

审核人（系/教研室主任）：李波

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年06月

《化学信息学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：化学信息学

Chemoinformatics

课程代码：53110222

课程类别：学科专业课程/选修课

适用专业：化学专业

课程学时：18学时

课程学分：1学分

修读学期：第4学期

先修课程：大学计算机、无机化学、分析化学

课内实验（实践）：实验（实践）项目共9学时

二、课程目标

根据《高等学校课程思政建设指导纲要》（教高[2020]3号）的目标要求，《化学信息学》围绕立德树人的根本任务，将课程思政理念和内容有机融入课程教学内容，以提高课程质量为抓手，对标一流课程建设的要求，系统讲授化学类专业的学科基础信息，强调实践应用能力，体现高阶性创新性和挑战度，通过18学时的教学，使学生解本学科的科学成就及发展趋势，掌握学科基础软件的操作使用，同时培养并发展学生自主学习能力和跨专业学习能力，引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观。具体知识、能力、育人目标如下：

课程目标 1: 掌握 Internet 的基本知识，服务功能。着重掌握 IE 浏览 Internet 来获得科学信息的方法。掌握国际与国内一些典型的搜索引擎的使用方法与技术，并灵活运用以获得所需的科学信息。掌握现代化学文献的基础知识、化学文献的检索系统和四大检索方法，即网络检索、光盘检索、联机检索和手工检索等。牢固掌握计算机网络检索化学文献的方法与技术，特别是结合毕业论文的课题利用网络数据库查阅国内外有关的化学文献。掌握 ChemOffice、Origin 和 endnote 等现代化学图文处理软件

的使用技能，灵活绘制各种类型的化学分子式、分子图、反应式、立体模型图、表面图、化学实验装置图、化学工艺流程图。初步掌握一些基本的量子力学和量子化学计算方法，进了解化学建模、分子设计、分子的电子结构及相关性质的计算等。【支撑毕业要求 4】

课程目标 2: 掌握计算机的基本知识，具有较丰富的计算机技术应用知识；掌握通过网络获取信息的知识、方法与工具。能够进行中外文文献检索。培养学生生态意识、引导学生关心国家发展、爱国爱党、增强学生性别平等意识、树立良好的科学伦理道德观。【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	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 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。
		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。

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	讲授法	课程目标 1、2	2
第二章	讲授法、实践操作	课程目标 1、2	2
第三章	讲授法、实践操作	课程目标 1、2	2
第四章	讲授法、实践操作	课程目标 1、2	4

第五章	讲授法、实践操作	课程目标 1、2	2
第六章	讲授法、实践操作	课程目标 1、2	2
第七章	讲授法、实践操作	课程目标 1、2	4
合计			18 学时

(二) 具体内容

第一章 信息检索概论

【学习目标】

1. 了解化学文献的发展历史、化学情报检索系统的建立以及化学文献查阅的意义。
2. 掌握信息、文献的定义，信息检索原理、检索途径及检索程序。
3. 通过化学信息学的发展历史，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；通过学习科研工作的流程，培养学生艰苦奋斗的科学精神和实事求是的工作态度；通过学习文献数据的统计处理，使学生理解矛盾普遍性原理，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；通过网络科研信息的分类辨别，培养学生形成严谨求实的工作作风。

【学习内容】

第一章	信息检索概论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论 <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	1/1
1. 一级知识点 信息、文献的定义、文献类型。 2. 二级知识点 检索原理、检索途径及检索程序、检索方式及检索步骤。 3. 三级知识点 化学文献的发展历史、化学情报检索系统的建立、化学文献查阅的意义。				

【学习重点】

1. 化学信息的构成及化学信息学
2. 检索原理、检索途径及检索程序、检索方式及检索步骤。

【学习难点】(列举本章学习难点)

- 检索原理、检索途径及检索程序、检索方式及检索步骤。

第二章 计算机信息检索方法

【学习目标】

1. 了解 Internet 的相关知识，了解搜索引擎的知识。
2. 掌握几种常用的搜索引擎和布尔逻辑算符，能够制定检索策略，编写检索式。
3. 课程思政目标：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】

第二章	计算机信息检索方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论 <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	1/1
1. 一级知识点 Internet 的基本知识、搜索引擎概述、常用搜索引擎的使用方法。				
2. 二级知识点 布尔逻辑算符、制定检索策略、编写检索式。				
3. 三级知识点 网络文献资源的类型、网络信息检索工具。				

【学习重点】

1. 化学信息的构成及化学信息学。
2. 检索原理、检索途径及检索程序、检索方式及检索步骤。

【学习难点】

检索原理、检索途径及检索程序、检索方式及检索步骤。

第三章 中文数据库

【学习目标】

1. 掌握几种常用中文数据库的检索方法，学会使用多种途径检索各种数据库中的文献。
2. 重点掌握机检实习中国知网（CNKI）数据库和万方数据资源。
3. 课程思政目标：讲授中文数据库知识点时，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】

第三章	中文数据库	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	1/1
1. 一级知识点 中文数据库的检索方法、多种途径检索各种数据库中的文献。 2. 二级知识点 机检实习中国知网 (CNKI) 数据库、万方数据资源和专利文献数据库。 3. 三级知识点 机检实习方正电子图、机检实习超星电子图书。				

【学习重点】

1. 中文数据库的检索方法、多种途径检索各种数据库中的文献。
2. 检索原理、检索途径及检索程序、检索方式及检索步骤。

【学习难点】(列举本章学习难点)

中文数据库的检索方法、多种途径检索各种数据库中的文献。

第四章 外文数据库

【学习目标】

1. 了解 Ei Village 工程索引数据库、SpringerLink 电子资源、Elsevier 电子期刊、RSC 数据库和 ACS 数据库。
2. 掌握各国文摘和美国《化学文摘》(CA) 的概况、特点及查阅方法 scifinder 使用方法。
3. 掌握 CA 的查阅方法、CA 文摘的分类目录和著录格式。
4. 课程思政目标: 在外文数据库教学内容中融入创新思维元素, 借助发达的网络信息, 激发学生的创新思维意识, 提高学生在化学信息学领域里的创新和实践检索能力。

【学习内容】

第四章	外文数据库	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	2/2
1. 一级知识点 各国文摘、美国《化学文摘》(CA) 的概况、特点及查阅方法。 2. 二级知识点 CA 的查阅方法、CA 文摘的分类目录和著录格式。				

3. 三级知识点

Ei Village 工程索引数据库、SpringerLink 电子资源、Elsevier 电子期刊、RSC 数据库和 ACS 数据库。

【学习重点】

1. 各国文摘、美国《化学文摘》(CA) 的概况、特点及查阅方法；
2. scifinder 使用方法。

【学习难点】

各国文摘、的概况、特点及查阅方法。

第五章 文献检索与文献管理

【学习目标】

1. 了解文献检索在科学研究中的重要作用。
2. 文数据库的基本检索方式
3. 掌握文献检索的基本方式以及 Endnote 使用方法。
4. 课程思政目标：通过对 Endnote 使用的讲解，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

【学习内容】

第五章	文献检索与文献管理	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	1/1
1. 一级知识点 文献管理软件 Endnote 的介绍与使用				
2. 二级知识点 化学文献信息检索。				

【学习重点】

掌握文献检索的主要途径方式；掌握文献管理软件 Endnote 的基本使用

【学习难点】

通过文献检索了解自己的研究问题。利用 Endnote 进行文献写作。

第六章 化学绘图软件

【学习目标】

1. 了解各种化学软件在化学研究中的重要性，化学软件的分类。
2. 了解有哪些重要化学结构可视化软件。
3. 了解如何使用化学结构绘制软件。
4. 了解计算化学的基本概念。

5. 课程思政目标：通过对 ChemBioOffice 使用的讲解，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

【学习内容】

第六章	化学绘图软件	<input checked="" type="checkbox"/> 理论 <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	1/1
1. 一级知识点 ChemBioOffice 介绍与使用，ChemBio3D 的介绍。 2. 二级知识点 ChemBio3D 的基本使用。 3. 三级知识点 计算化学简介。				

【学习重点】

重要化学结构可视化软件 Chemdraw 的使用方法；计算化学基本概念。

【学习难点】

化学结构可视化软件的基本使用技巧。

第七章 科学数据处理软件

【学习目标】

1. 了解数据处理的重要性与软件基本功能。
2. 了解重要数据分析软件有哪些，掌握 Origin 的基本使用。

3. 课程思政目标：通过对 Origin 使用的讲解，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

【学习内容】

第七章	科学数据处理软件	<input checked="" type="checkbox"/> 理论 <input checked="" type="checkbox"/> 实践	学时	2/2
1. 一级知识点 科学数据处理软件 Origin 使用方法。				

2. 二级知识点

了解常用数据分析软件。

【学习重点】

了解数据分析软件的功能与应用；了解常用数据分析软件。

【学习难点】

掌握数据分析绘图软件 Origin 的基本使用。

四、教学方法

本课程重点在于学会检索技术与方法，每种检索工具的应用以作业的形式完成检索任务。作业使用电子文档，以文字与截图相结合叙述检索过程，回答检索结果及其利用。检索步骤参照教材叙述，截图主要是构造检索式界面、检索结果界面、筛选获取检索结果(原文)界面。作业以 word 文档保存，文档以教学班号、姓名、学号命名。发送邮件时主题与文档名相同，作业以附件方式发送。

研讨内容部分均安排课内外讨论或练习环节。由任课教师提出问题学生通过自学进行解答，学生通过查资料、组织讨论、写小论文等形式完成。形成“主题——探究——表达”的登山型模式，提高学生的自学能力和运用所学知识解决实际问题的能力。

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 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
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
上机成绩	40%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂软件技能操作情况，考察学生的软件操作技能，	课程目标 1 课程目标 3

		学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	
考试成绩	40%	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

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

谭凯.《化学信息学》(第三版). 化学工业出版社, 2017 年.

(二) 主要参考书目

[1] 陈明旦.《化学信息学》.化学工业出版社, 2005 年.

[2] 邵学广.《化学信息学》(第二版). 科学出版社, 2005 年.

(三) 其它课程资源

中国大学 MOOC: 化学信息学 (武汉理工大学)

执笔人: 李奇洋

参与人: 程志国

课程负责人: 李奇洋

审核人 (系/教研室主任): 李波

审定人 (主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020 年 6 月

《生物化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：生物化学

Biochemistry

课程代码：53110223

课程类别：学科专业课程/选修课

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第5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

生物化学是一门与人们生活密切联系的化学与生物学的交叉学科。通过本课程的学习，要求学生全面系统地掌握涉及到生命活动中的主要化学物质及其转化的基础知识和基本理论，培养学生具有理论联系实际的能力，同时具备用生物化学的眼光从实际生活中发现问题、分析问题和解决问题的能力，开拓学生视野，促进创新思维。通过对学科前沿发展动态的介绍，使学生能够关注学科研究中的热点问题，具有不断获取新知识的能力。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：理解有关生物分子的结构、性质和生物学功能，能从分子水平阐明生命活动中所进行的化学变化与其调控规律，正确认识生命现象的本质，系统地了解现代生物化学的基本理论、基本知识；了解生物化学与化学学科的联系。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2：能综合运用生物化学的理论知识拓展思维，解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题，具备探求知识的思维能力和思维习惯，初步掌握发现、分析探讨和解决问题的能力。【支撑毕业要求 7】

课程目标 3：能够通过自主学习，了解生物化学的研究热点、发展前景以及最新

发展动态，具有不断获取新知识的能力，养成终身学习的习惯。【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	7.2 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	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。

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	1
第二章 蛋白质的化学	讲授法、启发式教学	课程目标 1、2	4
第三章 核酸的化学	讲授法、任务驱动法	课程目标 1、2、3	3
第四章 酶	讲授法、案例法、自学讨论法	课程目标 1、2、3	4
第五章 生物氧化	讲授法、启发式教学法	课程目标 1、2	3
第六章 糖代谢	讲授法、启发式教学法、自学讨论法	课程目标 1、2、3	4
第七章 脂类代谢	讲授法、启发式教学法、自学讨论法	课程目标 1、2、3	3
第八章 蛋白质的分解代谢	讲授法、案例法、启发式教学法	课程目标 1、2	2
第九章 核苷酸代谢	讲授法、启发式教学法、自学讨论法	课程目标 1、2、3	2

第十章 核酸的生物合成	讲授法、启发式教学法	课程目标 1、2	4
第十一章 蛋白质的生物合成	讲授法、启发式教学法	课程目标 1、2	2
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 掌握生物化学的涵义及生物化学的研究内容和任务。
2. 了解生物化学在工农业及卫生医学的应用。
3. 了解生物化学研究工作的现状及最新成果、发展方向。
4. 培养学生良好的自主学习能力。熟悉生物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】

第一章	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 生物化学的概念，研究目的与任务；生物化学的基本内容；生物化学的发展和最新成就；生物化学在药学专业中的地位 and 重要性；生物化学和其它课程的关系。				
2. 二级知识点 我国在生物化学领域中的贡献；生物化学在医药卫生和生产中的地位。				
3. 三级知识点 生物化学发展简史、研究新进展与前景展望。				

【学习重点】

1. 生物化学的涵义。
2. 生物化学的研究内容和任务。

【学习难点】

1. 生物化学的研究内容和任务。
2. 生物化学研究工作的研究方向。

第二章 蛋白质的化学

【学习目标】

1. 掌握蛋白质的生物学意义。
2. 掌握蛋白质的化学组成、结构。
3. 掌握蛋白质结构与功能的关系以及蛋白质的性质。
4. 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	蛋白质化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 氨基酸的结构、分类、重要性质和分离纯化技术；蛋白质的一级结构定义及其测序方法；蛋白质的构象（维持蛋白质构象的化学键，蛋白质的二、三、四级结构特点）；蛋白质的重要性质（分子大小、形状，变性，两性电离与等电点，胶体性质，沉淀反应，颜色反应，免疫学性质）；蛋白质的分离与纯化基本原理。				
2. 二级知识点 蛋白质的结构与功能的关系。				
3. 三级知识点 蛋白质的功能和分类。				

【学习重点】

1. 基本氨基酸的性质与分离方法。
2. 蛋白质的空间结构。
3. 蛋白质的性质与分离方法。

【学习难点】

1. 蛋白质一级结构的序列测定。
2. 蛋白质的变性与复性。

第三章 核酸的化学

【学习目标】

1. 核酸的概念、种类、分布、化学组成、生物功能。

2. 掌握核酸的结构、性质。

3. 培养学生具有良好的自主学习能力、较强的反思研究能力以及团结合作和奉献精神。

【学习内容】

第三章	核酸化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 DNA 的分子结构（一、二、三级结构）；RNA 的种类和分子结构（tRNA, mRNA, rRNA 的结构）；核酸的理化性质（核酸的分子大小、溶解度与粘度，核酸的酸碱性质，核酸的紫外吸收，核酸的变性、复性和杂交）；核酸的一级结构测序方法。				
2. 二级知识点 核苷酸的化学组成及结构。				
3. 三级知识点 核酸的生理功能。				

【学习重点】

1. 核酸的化学组成。
2. 核酸的结构、性质。

【学习难点】

1. 真核细胞 DNA 一级结构的特点。
2. 核酸的变性与复性。

第四章 酶

【学习目标】

1. 了解酶催化的特点，酶的化学本质及其组成，酶的命名和分类，酶的专一性。
2. 掌握酶促反应动力学、酶的作用机制和调控、酶的活力测定。
3. 了解同工酶和变构酶。
4. 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】

第四章	酶	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
-----	---	---	----	---

1. 一级知识点

酶作用的专一性；酶的结构与功能；酶的作用机制；酶促反应的动力学（底物浓度、pH 值、温度、酶浓度、激活剂和抑制剂的影响）；米氏方程的推导及米氏常数的应用和意义；酶的抑制作用的类型及其动力学特点；酶的分离，提纯及活性测定方法；同工酶；调节酶。

2. 二级知识点

酶的分类与命名；诱导酶。

3. 三级知识点

酶作用的特点。

【学习重点】

1. 酶促反应动力学。
2. 酶的作用机制和调控。

【学习难点】

1. 酶的活力测定。
2. 酶的抑制作用的动力学特点。

第五章 生物氧化

【学习目标】

1. 掌握代谢的基本概念、代谢的功能、新陈代谢的途径（包括分解代谢和合成代谢）。
2. 掌握高能磷酸化合物的概念、类型，ATP 的结构特性和形成过程。
3. 掌握生物氧化的基本概念、电子传递链和氧化呼吸链的概念和作用过程、氧化磷酸化的作用机制、调控和能量的转换。
4. 融合政治素养、责任意识、团队精神教育，引导学生形成正确的世界观、人生观、价值观。

【学习内容】

第五章	生物氧化	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 呼吸链的主要组分及其作用（辅酶I、黄素蛋白、铁硫蛋白、泛醌，细胞色				

素体系); 呼吸链中各传递体的排列顺序; 主要的呼吸链; 呼吸链复合体; ATP 的生成方式 (底物水平磷酸化和氧化磷酸化); 高能化合物和高能磷酸化合物; P/O 值; 氧化磷酸化机制 (化学渗透学说); 氧化磷酸化的抑制 (电子传递抑制剂、解偶联剂、氧化磷酸化抑制剂)。

2. 二级知识点

非线粒体氧化体系 (微粒体和过氧化物酶体氧化体系)。

3. 三级知识点

生物氧化的基本概念和特点。

【学习重点】

1. 新陈代谢的途径、生物氧化的反应机制。
2. 电子传递链和氧化呼吸链的作用过程。
3. 氧化磷酸化的作用机制。

【学习难点】

1. 呼吸链的组成。
2. 氧化磷酸化的作用机制。

第六章 糖代谢

【学习目标】

1. 掌握糖酵解的基本概念、糖酵解的反应过程、糖酵解途径的反应原则以及调节机制在细胞代谢途径中的意义, 其他糖类进入糖酵解的途径。
2. 掌握柠檬酸循环的具体反应过程和反应机制、能量的转化、柠檬酸循环的酶系和调控机制, 以及循环的作用。
3. 掌握戊糖磷酸途径的生物学意义、糖异生作用和乙醛酸途径的反应机制及生物学意义、糖原的生物合成和分解途径。
4. 融入职业道德与素养教育, 从而提高学生的德育意识, 强化学生职业使命感。

【学习内容】

第六章	糖代谢	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 糖的无氧分解 (糖酵解途径反应过程、特点及其调节和生理意义); 糖的有				

氧氧化（丙酮酸脱羧和三羧酸循环的反应过程和特点，糖有氧氧化的调节及其生理意义）；磷酸戊糖途径的反应过程和生理意义；糖原的合成；糖原的分解；糖原代谢的调节；糖异生作用及其调节和生理意义。

2. 二级知识点

血糖水平的调节：血糖的来源和去路，血糖水平的调节，血糖水平异常。

3. 三级知识点

糖的结构与性质。

【学习重点】

1. 糖酵解的反应过程以及调节机制。
2. 柠檬酸循环的具体反应过程和反应机制。
3. 糖原代谢途径。
4. 糖异生途径。

【学习难点】

1. 糖异生作用。
2. 柠檬酸循环的具体反应过程和反应机制。

第七章 脂类代谢

【学习目标】

1. 掌握脂肪的消化吸收，脂肪酸的氧化。
2. 了解酮体代谢，磷脂的代谢。
3. 掌握脂类的合成过程以及脂肪酸的氧化和合成的异同之处。
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】

第七章	脂类代谢	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
<p>1. 一级知识点</p> <p>脂肪的动员及其调控；甘油的氧化分解；脂肪酸的氧化分解；酮体的生成和利用；α-磷酸甘油的合成；脂肪酸的生物合成；脂肪的生物合成；磷脂的分解与合成代谢；胆固醇在体内的代谢转化。</p> <p>2. 二级知识点</p> <p>脂类的消化和吸收；脂类在体内的贮存和运输（血脂与血浆脂蛋白，血浆脂</p>				

蛋白质的分离, 血浆脂蛋白的种类及功能); 脂类代谢紊乱带来的疾病。

3. 三级知识点

脂类的结构与性质。

【学习重点】

1. 饱和脂肪酸的氧化。
2. 脂肪酸的氧化和合成。

【学习难点】

1. 饱和脂肪酸的氧化。
2. 脂肪酸的氧化和合成的异同之处。

第八章 蛋白质的分解代谢

【学习目标】

1. 掌握细胞内蛋白质降解的途径, 氨基酸的分解代谢的基本途径, 氨基酸分解产物的代谢转变, 包括尿素循环的过程、 α -酮酸的代谢。
2. 掌握个别氨基酸的代谢途径, 包括氨基酸的脱羧作用、“一碳单位”代谢。
3. 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】

第八章	蛋白质的分解代谢	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 蛋白质在细胞内的降解; 氨基酸在体内的代谢动态; 氨基酸的脱氨作用(氧化脱氨, 转氨, 联合脱氨, 非氧化脱氨); 尿素的合成; 氨基酸的脱羧作用, 一碳基团的合成与应用意义。				
2. 二级知识点 蛋白质的消化和吸收过程; 蛋白质及其消化产物在肠中的腐败作用。				
3. 三级知识点 氮平衡和蛋白质的营养价值。				

【学习重点】

1. 氨基酸的分解代谢的基本途径。
2. 氨基酸分解产物的代谢转变。

【学习难点】

1. 联合脱氨作用。
2. 尿素的合成。

第九章 核苷酸代谢

【学习目标】

1. 熟悉核苷酸分解代谢过程，产物和主要合成过程。
2. 掌握核酸的解聚作用。
3. 了解核苷酸类似物及其在医药领域的应用。
4. 拓展学科知识，锻炼发散思维，提升学生的科研素质；培养学生的社会责任意识和团结协作的精神。

【学习内容】

第九章	核苷酸代谢	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
<p>1. 一级知识点 嘌呤和嘧啶的分解；核苷酸生物合成的基本途径；嘌呤核苷酸的合成；嘧啶核苷酸的合成；脱氧核苷酸的合成。</p> <p>2. 二级知识点 核酸的酶促降解。</p>				

【学习重点】

核苷酸的分解代谢和生物合成。

【学习难点】

核苷酸的分解代谢和生物合成。

第十章 核酸的生物合成

【学习目标】

1. 掌握 DNA 复制的概念、特点以及 DNA 聚合酶酶促反应的基本特点；转录的概念、模式、特点及转录水平的调控。
2. 熟悉逆转录过程；DNA 损伤和修复的概念及方法。
3. 融合德育教育，培养学生的社会责任感和使命感。

【学习内容】

第十章	核酸的生物合成	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
<p>1. 一级知识点 DNA 的半保留复制模式；DNA 复制过程的酶系；DNA 复制过程；RNA 的生物合成的模式；转录过程的酶系及蛋白质因子；转录过程特点；转录水平的调控。</p> <p>2. 二级知识点 DNA 损伤及修复。</p> <p>3. 三级知识点 逆转录作用。</p>				

【学习重点】

1. DNA 复制的过程以及 DNA 聚合酶酶促反应。
2. DNA 转录的过程以及 RNA 聚合酶酶促反应。

【学习难点】

1. DNA 复制过程的酶系及其作用。
2. 转录水平的调控。

第十一章 蛋白质的生物合成

【学习目标】

1. 掌握遗传密码的概念、特点；蛋白质生物合成的分子基础及翻译的分子机制。
2. 熟悉蛋白质翻译后加工及蛋白质的转运。
3. 融合德育教育，培养学生的社会责任感和使命感。

【学习内容】

第十一章	蛋白质的生物合成	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
<p>1. 一级知识点 遗传密码的概念及特点；信使 RNA 的功能；转运 RNA 的功能；核糖体 RNA 的功能；氨基酸的活化与运输；蛋白质的生物合成过程。</p> <p>2. 二级知识点 蛋白质翻译后加工及运输。</p>				

【学习重点】

- 蛋白质生物合成的分子机制。

【学习难点】

蛋白质的翻译后修饰类型。

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：静态生物化学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. 自学讨论法：动态生物化学部分的教学以学生自学讨论为辅、教师结合多媒体相关动态图讲授为主的教学方法，培养学生的发散思维能力和创新学习能力。

3. 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。

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. 案例法：通过分析、讨论与实际生产生活相关的案例，加深学生对知识点的认识，调动学生积极性，培养学生利用学科知识发现、解决问题的能力。

五、课程考核

本课程的考核采取“线上线下”各占 50% 的评价模式。详见下表 3。

“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”成绩是期末考试卷面成绩。期末笔试试卷中试题题型种类至少 4 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×50%+“线下”成绩×50%

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
------	-----------	---------	---------

“线上” 成绩 50%	签到	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
	课堂互动	30%	随堂在线检测、互动,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
	章节学习 次数	20%	考察学生课上、课下听讲的实际情况,了解学生自主学习情况。	课程目标 1 课程目标 3
	作业	15%	取作业成绩的平均值。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
	考试	10%	每章学习结束后进行章节测试,取测验成绩的平均值。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
	讨论	5%	考查学生自主学习情况及分析和解决问题的能力。	课程目标 2 课程目标 3
期末考 试 50%	选择题	20%	考查学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况。	课程目标 1
	填空题	15%	考查学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况。	课程目标 1
	判断题	15%	考查学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况。	课程目标 1
	名词解释	14%	考查学生对基本原理、基本内容的理解掌握情况。	课程目标 1
	简答题	24%	考查学生对基本知识掌握及综合运用情况,分析探讨、解决问题的能力,以及学生知识整合归纳方面的能力。	课程目标 2 课程目标 3
	论述题	12%	考查学生对基本知识掌握及综合运用情况,分析探讨、解决问题的能力,以及学生知识整合归纳方面的能力。	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 课程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×100%)×0.6+(X₄÷学生总人数×100%)×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

$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$ 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

张丽萍, 杨建雄. 生物化学简明教程(第五版). 北京: 高等教育出版社, 2015 年.

(二) 主要参考书目

[1] 陈钧辉, 张冬梅. 普通生物化学(第五版). 北京: 高等教育出版社, 2017 年.

[2] 冯作化, 药立波. 生物化学与分子生物学(第三版). 北京: 人民卫生出版社, 2016 年.

[3] 查锡良, 药立波. 生物化学与分子生物学(第八版). 北京: 人民卫生出版社, 2015 年.

[4] 刘国琴, 张曼夫. 生物化学(第二版). 北京: 中国农业大学出版社, 2015 年.

[5] 陈钧辉, 杨荣武, 郑伟娟. 生物化学习题解析(第四版). 北京: 科学出版社, 2016 年.

[6] 黄熙泰, 于自然, 李翠凤. 现代生物化学(第三版). 北京: 化学工业出版社,

2016.

[7] 郭蔼光. 基础生物化学(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2015年.

(三) 其它课程资源

[1] 课程教学平台: 超星学习通平台

课程网站: <https://mooc1.chaoxing.com/course/205976170.html>

[2] 中国大学 Mooc: 生物化学(国家级精品课程) 浙江工业大学 吴石金 主讲

课程网站: <https://www.icourse163.org/course/ZJUT-1002836006>

执笔人: 赵一阳

参与人: 周易, 柳文敏

课程负责人: 赵一阳

审核人(系/教研室主任): 赵一阳

审定人(主管教学副院长/副主任): 包晓玉

2020年6月

《专业英语》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：专业英语

Specialized English for Materials Chemistry

课程代码：53110224

课程类别：学科专业课程/选修课

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第5学期

先修课程：大学英语、无机化学、有机化学

二、课程目标

（一）具体目标

专业英语是化学专业的选修课。本课程的教学是在学习大学基础英语的基础上进行的。通过学习专业英语，使学生掌握好专业英语的语法特点，逐步培养学生具有比较熟练的阅读理解能力、专业英语翻译能力并且熟悉专业词汇，可以较为顺利的阅读专业文献资料，使学生能以英语为工具，获取本专业所需信息。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：掌握材料化学专业词汇的前缀后缀缩略词的构成和书写；掌握常用材料化学词汇和专有名词的翻译；学会分析句子成分和对语序的调整，能够灵活翻译句子；初步阅读和运用英语专业资料。培养其独立自主学习的能力；培养学生探求知识的思维能力和思维习惯；培养学生善于分析、归纳总结、活学活用的能力。【支撑毕业要求 7】

课程目标 2：培养其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。【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	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 2	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 专业英语的特点及翻译	讲授法	课程目标 1、2	8
第二章 命名法	讲授法	课程目标 1、2	8
第三章 科技论文的写作与发表	讲授法	课程目标 1、2	8
第四章 专业文献阅读与翻译	讲授法	课程目标 1、2	8
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 专业英语的特点及翻译

【学习目标】

1. 掌握科技英语的主要特点。
2. 掌握科技英语的构词法和主要翻译方法。
3. 了解专业英语翻译的特点。
4. 充分利用网络资源和多媒体工具, 创造更活泼的课堂环境, 提高学生英语学习的积极性。

【学习内容】

第一章	专业英语的特点及翻译	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 专业词汇构词法、专业词汇翻译机巧。				
2. 二级知识点 专业英语的特点及翻译。				
3. 三级知识点 专业英语的概念及应用。				

【学习重点】

1. 专业词汇构词法、专业词汇翻译机巧。
2. 专业英语的特点及翻译。

【学习难点】

1. 专业词汇构词法、专业词汇翻译机巧。
2. 专业英语的特点及翻译。

第二章 命名法

【学习目标】

1. 掌握无机物的命名规律。
2. 掌握有机物的命名规律。
3. 了解中国通用药品命名原则。
4. 充分利用网络资源和多媒体工具，创造更活泼的课堂环境，提高学生英语学习的积极性。

【学习内容】

第二章	命名法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 无机以及有机化合物的命名。				
2. 二级知识点 元素名称、传统命名法以及国际通用命名法。				
3. 三级知识点 中国药品通用名称命名规则。				

【学习重点】

1. 无机以及有机物的命名。
2. 元素名称、传统命名法以及国际通用命名法。

【学习难点】

1. 无机以及有机物的命名。
2. 元素名称、传统命名法以及国际通用命名法。

第三章 科技论文的写作与发表

【学习目标】

1. 了解科技论文的分类。
2. 掌握科技英语的结构以及写作方法。
3. 熟悉科技论文的发表程序。
4. 了解专业期刊的分类以及评价标准。
5. 充分利用网络资源和多媒体工具，创造更活泼的课堂环境，提高学生英语学习的积极性。

【学习内容】

第三章	专业英语的特点及翻译	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 科技论文的内容。				
2. 二级知识点 科技论文的写作及投稿。				
3. 三级知识点 科技论文发表的意义以及如何与编辑沟通。				

【学习重点】

1. 科技论文的内容。
2. 科技论文的写作及投稿。

【学习难点】

1. 科技论文的内容。
2. 科技论文的写作及投稿。

第四章 专业文献阅读翻译

【学习目标】

1. 掌握英文文献翻译技巧。
2. 增加学生专业词汇量。
3. 充分利用网络资源和多媒体工具，创造更活泼的课堂环境，提高学生英语学习的积极性。

【学习内容】

第四章	专业英语的特点及翻译	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 抽滤、离心、冷却塔、蒸发、结晶、干燥、蒸馏、吸附。				
2. 二级知识点 实验室安全知识、实验室化学污水的处理、实验现象记录。				
3. 三级知识点 材料化学研究前沿。				

【学习重点】

1. 抽滤、离心、冷却塔、蒸发、结晶、干燥、蒸馏、吸附等基本实验室技巧的理解与翻译。
2. 实验室安全知识、实验室化学污水的处理、实验现象记录

【学习难点】

1. 抽滤、离心、冷却塔、蒸发、结晶、干燥、蒸馏、吸附等基本实验室技巧的理解与翻译。
2. 实验室安全知识、实验室化学污水的处理、实验现象记录

四、教学方法

化学专业英语主要采取讲授法，教学内容部分均安排课内外讨论或练习环节。由任课教师提出问题，学生通过自学进行解答，学生通过查资料、组织讨论等形式完成，形成“主题——探究——表达”的登山型模式，形成课堂学习与课外学习互补，师生学习与生生学习互动的学习氛围。

五、课程考核

本课程的考核采取“平时成绩占30%，期末成绩占70%”的评价模式。详见下表3。

平时成绩，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、课程互动、章节练习、作业等。

期末成绩是期末考试卷面成绩。期末笔试试卷中试题题型种类至少4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。

$$\text{总成绩}(100\%) = \text{“平时”成绩} \times 30\% + \text{“期末”成绩} \times 70\%$$

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%	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8
	课堂互动	20%	随堂检测，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7 课程目标8
	章节练习	20%	1-4章共4次考试，取6次测验成绩的平均值。考查学生对每一章内容的掌握程度，以及学生发现、分析和解决问题的能力。	课程目标7
	作业	30%	按100分制单独评分，取各次上交作业成绩的平均值。考查学生对专业词汇的掌握程度，以及学生发现、分析和解决问题的能力。	课程目标7
期末考试 70%	英译汉	15%	考察学生对专业英语词汇的理解掌握情况，以及学生对基本知识的运用情况。	课程目标7
	汉译英	30%	考查学生对专业英语词汇基本知识点的掌握情况。	课程目标7
	综合翻译题	45%	考查学生对化工专业英语基本知识点的掌握情况以及常见化学反应、复杂句和长难句的综合运用情况。	课程目标7 课程目标8

	论述题	10%	考查学生对化工专业英语基本知识掌握及综合运用情况,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 8
--	-----	-----	--	--------

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	$X_1 \div \text{学生}$	X_1 人	$X_2 \div \text{学生}$	X_2 人	$X_3 \div \text{学生}$	X_3 人	$X_4 \div \text{学生}$	X_4	A	W

(0.6)	总人数 ×100%		总人数 ×100%		总人数 ×100%		总人数 ×100%			
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	

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

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

总达成度 $D_2 = M_1 \times 0.6 + M_2 \times 0.4$

2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.6 + M_2 \times 0.4 \quad \text{公式 (4)}$$

M 为单个学生课程目标达成度

M_1, M_2, \dots 为课程分目标的达成度

3. 单个学生课程分目标达成度

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

M_x 为课程分目标的达成度

$\alpha_1, \alpha_2, \dots$ 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

张裕平.《化学化工专业英语》(第 2 版).化学工业出版社, 2014 年.

(二) 主要参考书目

吴俊达.《制药工程专业英语》(第 2 版).化学工业出版社, 2010 年.

执笔人: 郭琳

参与人: 李旭阳

课程负责人：郭琳

审核人（系/教研室主任）：高远飞

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年6月

《中级无机化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：中级无机化学

Intermediate Inorganic Chemistry

课程代码：53110225

课程类别：学科专业课程/选修课

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4学期

先修课程：无机化学，有机化学，物理化学

二、课程目标

(一) 具体目标

中级无机化学是一门介于无机化学和高等无机化学之间的一门中级水平的无机化学课程，是化学专业重要的专业选修课。本课程将化学热力学、化学动力学和结构理论等密切结合起来论述元素化学，体现了无机化学的系统性、整体性和连贯性。通过本课程的学习，让学生进一步完善地掌握无机化学的知识体系，使学生达到以下目标：

课程目标 1：掌握近代无机化学的基本知识、基本理论，加深对元素周期律和物质结构等理论的理解；运用热力学和动力学知识掌握重要类型无机物的结构和反应特性等；了解现代无机化学的新领域、新知识和新成就。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2：培养学生独立思考的能力，提高学生分析问题和解决问题的能力，为日后的科研工作等奠定基础。要求学生能综合运用无机化学的理论知识拓展思维，解决日常生活、课外创新实践、科学研究和教学过程中遇到的难题，培养学生的创新意识和科研素养。【支撑毕业要求 7】

课程目标 3：教书与育人相结合，结合教学内容培养学生的社会责任感，并在实践中自觉履行；培养学生围绕教学内容，阅读参考书籍和资料，自我扩充知识的能力；

使学生具有良好的自主学习能力，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】

(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	7.3 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	7.1 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。

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、启发式教学法	课程目标 1、3	2
第二章 原子、分子和元素周期性	讲授法、案例教学、自学讨论法	课程目标 1、2、3	5
第三章 酸碱和溶剂化学	讲授法、案例教学、启发式教学法、自学讨论法	课程目标 1、2、3	4
第四章 无机材料化学	讲授法、案例教学、自学讨论法、任务驱动法	课程目标 1、2、3	3
第五章 s 区元素	讲授法、案例教学、启发式教学法	课程目标 1、2、3	4

第六章 p 区元素	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	6
第七章 d 区元素	讲授法、案例教学、任务驱动法	课程目标 1、2、3	6
第八章 f 区元素	讲授法、案例教学、启发式教学法	课程目标 1、2、3	3
第九章 生物无机化学	讲授法、案例教学、自学讨论法	课程目标 1、3	3
合计			36 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 了解无机化学的发展历史，了解无机化学发展的现状和未来发展的可能方向。
2. 了解现代无机化学发展的特点和我国无机化学学科的发展现状。掌握中级无机化学的学习方法，增强学生对无机化学学科的学习热情。
3. 培养学生良好的自主学习能力。通过介绍无机化学的发展历史，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，提升科研素质。特别是新中国成立后，我国科学家在纳米材料、超导材料、超分子等多个领域为无机化学学科发展做出的突出贡献，培养学生艰苦奋斗科学精神，也增强他们的社会责任感和报效祖国的动力。

【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 无机化学的发展历史；无机化学的研究内容和任务。				
2. 二级知识点 现代无机化学发展的特点；中级无机化学学习方法。				
3. 三级知识点 未来无机化学在纳米材料、超导材料、陶瓷材料、光电材料和压电材料等领域发展的方向。				

【学习重点】

1. 现代无机化学发展的特点。
2. 中级无机化学学习方法。

【学习难点】

1. 无机化学的研究内容和任务。
2. 现代无机化学发展的特点。

第二章 原子，分子和元素周期性

【学习目标】

1. 复习原子结构理论，学会用徐光宪改进的 Slater 规则计算电子的屏蔽常数；了解电负性的几种标度，理解环境对电负性的影响和基团电负性的概念。

2. 掌握以 O_2 和 N_2 为代表的同核双原子分子，以 CO 和 NO 为代表的异核双原子分子的分子轨道能级图；运用杂化轨道理论和价电子对互斥理论判断、预测小分子的构型。

3. 掌握主族元素周期性递变规律及影响因素；掌握周期反常现象的表现形式及合理解释。

4. 引发学生对科学认识论和方法论的思考，理解各学科之间的内在联系，掌握科学理论进化式发展的规律。能综合运用原子，分子和元素周期性的基础理论知识拓展思维，解决在创新实践、科学研究和教学工作中遇到的难题，培养学生的综合研究能力和创新能力。

【学习内容】

第二章	原子，分子和元素周期性	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	5
1. 一级知识点 运用徐光宪改进的 Slater 规则计算电子的屏蔽常数；以 CO 和 NO 为代表的异核双原子分子的分子轨道能级图；主族元素周期性递变规律及影响因素。				
2. 二级知识点 周期反常现象的表现形式及合理解释。				
3. 三级知识点				

电负性的几种标度；运用杂化轨道理论和价电子对互斥理论判断、预测小分子的构型。

【学习重点】

1. 以 CO 和 NO 为代表的异核双原子分子的分子轨道能级图。
2. 主族元素周期性递变规律及影响因素。

【学习难点】

1. 运用徐光宪改进的 Slater 规则计算电子的屏蔽常数。
2. 周期反常现象的表现形式及合理解释。
3. 运用杂化轨道理论和价电子对互斥理论判断、预测小分子的构型。

第三章 酸碱和溶剂化学

【学习目标】

1. 了解酸碱理论的发展历程；掌握 Lewis 电子酸碱理论、HSAB 规则、质子酸碱理论及其应用的知识；
2. 掌握各种溶剂的特点及其应用。
3. 了解影响质子酸碱，Lewis 电子酸碱强度的因素；了解超酸和魔酸的理论及其应用。
4. 在讲到酸碱质子理论中关于酸碱定义的时候，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。在讲解酸碱电离理论时，引入瑞典科学家阿伦尼乌斯创立电离理论的坎坷历史。1883 年，阿伦尼乌斯在大量实验和计算结果的基础上创新性地提出电离学说：认为电解质分子溶于水后可自动解离成导电的离子。但当时的学术界却普遍接受电学奠基人法拉第的传统观念，认为离子须在电流的作用下产生。因此，阿伦尼乌斯的电离学说被学术界视为有悖常识的空想。幸运的是，当著名实验化学家奥斯特瓦尔德收到阿伦尼乌斯的论文时，他迅速开展实验对电离学说的准确性进行了验证，并鼓励阿伦尼乌斯发扬电离学说，直至电离理论获得学术界的广泛认可。在了解电离学说曲折历史时，学生能感受到阿伦尼乌斯坚定自信、独立思考的宝贵品质，也能体

会到奥斯特瓦尔德包容开放、鼓励创新的大局观。二人相互成就的一段佳话也向学生展示了合作共赢的处世之道。在讲授拉平效应与区分效应时，说明物质的酸碱性强弱不仅与自身的性质相关，而且与周围的溶剂密切相关。进而从内因与外因的角度，结合个人与社会之间关系，阐发人生态度与价值取向。

【学习内容】

第三章	酸碱和溶剂化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 Lewis 电子酸碱理论；硬、软酸碱分类； HSAB 规则及应用； 质子酸碱理论及其应用。				
2. 二级知识点 酸碱理论； 非水溶剂体系。				
3. 三级知识点 超酸和魔酸； 拉平效应； 区分效应。				

【学习重点】

1. Lewis 电子酸碱理论。
2. HSAB 规则及应用。
3. 质子酸碱理论及其应用。

【学习难点】

1. Lewis 电子酸碱理论。
2. 非水溶剂体系。
3. HSAS 理论的应用。

第四章 无机材料化学

【学习目标】

1. 了解离子晶体结构的 Pauling 规则；了解晶体缺陷的常见类型。
2. 掌握典型的超导陶瓷材料和典型的快离子导体陶瓷材料，萤石型 ZrO_2 的性能与结构关系；熟悉纳米材料的基本特征，了解其制备方法和应用。
3. 了解薄膜概念、制备及应用；掌握典型的非晶态固体硅胶、玻璃及特殊非晶态固体的结构特点。

4. 在介绍功能陶瓷材料的概念、分类、发展历史的过程中，突出我国陶瓷悠久的发展历史和取得的辉煌成就，增强学生的自豪感；同时强调当前我国功能陶瓷材料总体上仍然落后于美国、日本、欧洲等发达国家的技术水平，以增强学生的责任感、使命感，培养学生的创新意识。在介绍压电陶瓷时，介绍其生产主要集中于含铅的压电陶瓷体系，会造成严重的环境污染，研发无铅压电陶瓷体系是压电陶瓷主要发展趋势之一。以此为例，引导学生在设计、研发新材料的过程中，考虑优化材料性能的同时兼顾法规、环保和可持续发展的要求，树立绿色环保理念。

【学习内容】

第四章	无机材料化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 晶体缺陷的常见类型；纳米材料的基本特征。				
2. 二级知识点 离子晶体结构的 Pauling 规则；典型的陶瓷材料和典型的快离子导体陶瓷材料的应用；纳米材料的制备方法和应用；薄膜概念、制备和应用。				
3. 三级知识点 典型的非晶态固体硅胶、玻璃及特殊非晶态固体的结构特点；典型的发光材料和磁性材料。				

【学习重点】

1. 晶体缺陷的常见类型。
2. 纳米材料的基本特征、制备方法和应用。

【学习难点】

1. 离子晶体结构的 Pauling 规则。
2. 典型的陶瓷材料和典型的快离子导体陶瓷材料的应用。

第五章 s 区元素

【学习目标】

1. 掌握氢的成键特征，理解氢键对物质性质的影响；掌握锂与镁、铍与铝的相似性及其解释。
2. 学会计算离子键形成时的能量变化，能正确运用理论模型和热力学循环方法计

算晶格能；熟悉晶格能在无机化学中的应用。

3. 了解碱金属、碱土金属的普通配合物，掌握其冠醚配合物的配位结构特点，了解影响冠醚配合物稳定性的因素；了解碱金属、碱土金属常见有机金属化合物。

4. 在讲述晶格能在无机化学的应用时，给学生讲述如果通过理论计算对实验过程进行合理的设计，提出“透过现象看本质”的哲学观点，培养学生的辩证思维能力，并且激发学生求知欲望，提高学习兴趣。在讲解锂的相关内容时，简介 2019 年诺贝尔化学奖三位获得者发现锂离子电池的历史：从 Whittingham 提出的二硫化钛正极/锂金属负极二次电池，到 Goodenough 提出的层状结构钴酸锂正极，再到吉野彰提出的钴酸锂正极/石墨负极摇椅式电池模型，再到索尼公司推出的首款商用锂离子电池。从锂离子电池的发展史自然联系到以锂离子电池为动力源的新能源汽车行业。结合教材中氧化还原反应的理论知识，引导学生从化学电源的技术角度分析新能源汽车行业的发展前景和制约因素，理解我国新能源汽车产业布局的战略意义，正确认识国家的发展理念，对科技兴国的前景充满信心。

【学习内容】

第五章	s 区元素	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 氢的成键特征及氢键对物质性质的影响；计算离子键形成时的能量变化，运用理论模型和热力学循环方法计算晶格能，晶格能在无机化学中的应用；冠醚配合物的配位结构特点。				
2. 二级知识点 锂与镁、铍与铝的相似性及其解释；碱金属、碱土金属的普通配合物；冠醚配合物稳定性的因素。				
3. 三级知识点 碱金属、碱土金属常见有机金属化合物。				

【学习重点】

1. 运用理论模型和热力学循环方法计算晶格能，晶格能在无机化学中的应用。
2. 冠醚配合物的配位结构特点。
3. 锂与镁、铍与铝的相似性及其解释。

【学习难点】

1. 晶格能在无机化学中的应用。
2. 冠醚配合物的配位结构特点。

第六章 p 区元素

【学习目标】

1. 了解 p 区元素的二元化合物；熟悉常见的卤素化合物；掌握稀有气体化合物的制备，典型反应及结构成键特点。

2. 掌握硼烷及其衍生物的分类，命名规则，熟悉 Wade 规则，了解硼烷结构定域键处理和分子轨道处理，能熟练画出硼烷的拓扑结构，了解硼烷的典型反应。

3. 了解无机高分子的一般性质，了解无机高分子的结构及其用途。

4. 在讲述硼烷的内容时，通过“硼烷联氨与航天精神”案例，生动地展示了如何通过专业课程引导学生建立正确“三观”、践行社会主义核心价值观，培养学生热爱专业、勤奋求知、勇于探索、无私奉献、承担社会责任、传承家国情怀的卓越品质。在讲解稀有气体元素时指出，稀有气体的发现正是源于论文中一个微不足道的“实验误差”。1785 年，英国科学家卡文迪什发表了一篇科学论文，描述了利用电火花在碱上方引爆空气的实验，并对反应产物进行分析。反应结束后，一个小气泡遗留下来，被卡文迪什归因于实验误差。时隔一个多世纪，实验技术和分析手段日益成熟，英国科学家拉姆齐和瑞利敏锐地注意到这个神奇的小气泡，通过设计空气分离实验和使用精密的光谱分析对微量气体进行了细致的研究，最终在 1894 年宣布于空气中发现了一种性质迥异的新元素，命名为“氩”。根据元素周期表的规律，拉姆齐继续寻找与氩性质相近的元素，四年后从液态空气中又分离出三种新元素，分别命名为“氦”、“氡”、“氙”。至此，“懒惰”而稀有的 VIII A 族元素出现在元素周期表的最右侧。这一段里程碑式的元素发现史展现了几代化学家严谨细致、精益求精的研究态度，易引起学生的情感共鸣。

【学习内容】

第六章	p 区元素	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 硼烷及其衍生物的分类及命名规则；Wade 规则的应用及三中心二电子键理论；硼烷的拓扑结构；稀有气体化合物的成键特点。				

2. 二级知识点

卤素元素化合物；稀有气体化合物的制备和典型反应；涉及沉淀-溶解平衡的计算。

3. 三级知识点

硼烷的典型反应；p 区元素的二元化合物；无机高分子的一般性质及应用。

【学习重点】

1. Wade 规则的应用及三中心二电子键理论。
2. 硼烷的拓扑结构。
3. 稀有气体化合物的成键特点。

【学习难点】

1. 三中心二电子键理论及硼烷拓扑结构的推测。
2. 涉及沉淀-溶解平衡的计算。
3. 运用杂化轨道理论解释稀有气体化合物的成键特点。

第七章 d 区元素

【学习目标】

1. 了解过渡元素的定义及其分类；掌握 d 轨道的特征，学会计算轨道能级；
2. 掌握元素氧化态及物种的特征和分布，了解第一过渡系几典型元素的一般化学问题；了解自由能-温度图，自由能-氧化态图的构筑及其应用；
3. 掌握重过渡元素的特点，熟悉一些典型重过渡元素的存在与制备；初步了解铂系金属的特征，铂系金属配合物的性质及其应用。
4. 在讲解铂系金属配合物时，介绍铂类抗癌药物。为了降低临床使用过程中肿瘤细胞的耐药性和毒副作用的影响，科研人员逐渐研发出第二代和第三代抗癌药物。接下来可以介绍离我们并不遥远的昆明贵研药业有限公司，该公司是铂族金属抗肿瘤药物生产、科研和质量检验一体化公司，是我国重要的铂族金属抗肿瘤药物生产基地与科技创新平台之一。通过对本土抗癌药物公司及其产品的介绍，激发学生强烈的使命感，鼓励学生努力学习专业知识，将来成为国家和人民需要的螺丝钉，在合适的岗位上发光发热。

【学习内容】

第七章	d 区元素	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 d 轨道的特征，轨道能级的计算；元素氧化态及物种的特征和分布；自由能-氧化态图的构筑及其应用。				
2. 二级知识点 过渡元素的定义及其分类；自由能-温度图的应用。				
3. 三级知识点 第一过渡系元素单质和化合物制备原理；铂系金属的特征，铂系金属配合物的性质及其应用。				

【学习重点】

1. 自由能-氧化态图的构筑及其应用。
2. 自由能-温度图的应用。
3. 铂系金属的特征，铂系金属配合物的性质及其应用。

【学习难点】

1. d 轨道的特征，轨道能级的计算；
2. 自由能-氧化态图的构筑。

第八章 f 区元素

【学习目标】

1. 掌握稀土元素的种类和应用；熟悉镧系元素的价电子构型特点；熟悉镧系元素性质递变的规律并对这些变化能作出合理解释；掌握镧系收缩及其影响后果。
2. 一般了解镧系元素特点及其重要化合物；
3. 对人工合成新元素的艰巨性有初步的正确理解，对周期系的远景有一个较为客观的认识。
4. 在讲述稀土元素时，向学生介绍 20 世纪 70 年代，徐光宪教授为了摆脱西方国家对稀土技术的封锁，毅然承担镨钕分离的高难度军工项目，创新性地提出稀土串级萃取分离技术，并亲赴生产现场改善稀土的规模化生产工艺，使中国实现了由“稀土大国”到“稀土强国”的转变。通过为科学家事迹的讲述，培养学生对中国科研工作者的崇

敬之心，引导学生树立远大理想，立志以振兴中华为己任。结合元素周期表 f 区元素的原子结构和性质，引导学生调研我国稀土功能材料的前沿进展及当代国际稀土贸易争端问题，以调研报告的形式发表在线上学习平台上。在这个过程中，学生可认识到稀土资源对于国计民生的重要意义，了解我国保护稀土资源的法律法规，培养保卫国家资源的责任感与增强国家竞争力的使命感。

【学习内容】

第八章	f 区元素	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
<p>1. 一级知识点 稀土元素的种类和应用；镧系元素的价电子层构型；镧系元素性质递变的规律及原因；镧系收缩及其影响后果。</p> <p>2. 二级知识点 f 电子的配位场效应和镧系元素配合物的特点；镧系收缩的定义。</p> <p>3. 三级知识点 镧系元素的特点及重要化合物；超重元素的人工合成。</p>				

【学习重点】

1. 稀土元素的种类和应用。
2. 镧系元素的价电子层构型。
3. 镧系收缩及其影响后果。

【学习难点】

1. 镧系元素性质递变的规律及原因。
2. 镧系收缩及其影响后果。

第九章 生物无机化学

【学习目标】

1. 了解生命必需元素在人体的含量及其在周期表中的位置；
2. 了解重要的生物配体结构特点；了解宏量金属离子 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^+ 、 Mg^{2+} 的生物功能；
3. 了解痕量金属元素 Zn、Fe、Cu、Co、Mo 在生物体中存在的形态及生物功能；了解有毒元素对人体的危害及预防方法。

4. 在学习有毒元素时，结合图片或视频资料，进行问题情境创设，介绍一些环境污染案例，例如 1956 年日本的“水俣灾难”（汞元素）、1955-1972 年日本富山县的痛痛病事件（镉元素）、2011 年云南曲靖重金属污染水库事件（铬元素）等，虽然这些重金属污染时隔多年，仍须引以为戒，勿让悲剧重演。并告诫学生在实验过程中产生的废液、废物，不得随意向下水道倾倒，不得随手乱丢，培养学生良好的环保意识。

【学习内容】

第九章	生物无机化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 重要的生物配体结构特点；痕量金属元素在生物体中存在的形态及生物功能。				
2. 二级知识点 生命必需元素在人体的含量及其在周期表中的位置；宏量金属离子的生物功能。				
3. 三级知识点 有毒元素对人体的危害及预防方法。				

【学习重点】

1. 重要的生物配体结构特点；
2. 宏量金属离子的生物功能。

【学习难点】

1. 重要的生物配体结构特点；
2. 痕量金属元素在生物体中存在的形态及生物功能。

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. 案例教学法：在学生掌握了化学基本原理和分析问题的方法后，根据教学目的和教学内容的要求，让学生对具体问题进行分析，通过学生的独立思考或集体协作，

进一步提高学生识别、分析和解决具体问题的能力，同时培养正确的学习理念、沟通能力和协作精神。

3. 自学讨论法：元素化学的部分内容等以学生自学讨论为辅、教师结合多媒体相关动态图讲授为主的教学方法，培养学生的发散思维能力和创新学习能力。

4. 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，让同学们通过通过查阅文献自主解决问题，培养学生自主学习习惯。

5. 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

对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式，综合评价学生的知识掌握、素质培养等情况。本课程的考核方法包括平时过程性考核和期末考试，对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式，综合评价学生的知识掌握、素质培养等情况。详见表3。平时成绩包括上课情况、导学内容完成情况、学生回答问题情况、开展讨论或登台讲解情况评定。

学期总成绩 = 平时过程性考核（30%）+ 期末考试成绩（70%）

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
平时过程性考核 30%	签到	5%	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，考察学习态度。	课程目标3
	课堂表现	10%	随堂提问，考核学生对知识点理解和掌握程度，以及学习态度等。	课程目标2
	作业	10%	按100分制单独评分，取各次作业成绩的平均值。考查学生对基本原理和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
	小论文	5%	根据所学内容，让学生课后查阅相关资料，选择无机化学的某一研究领域的研究现状进行总结，考察学生的创新能力和自主学习能力，拓展学生的视野。	课程目标3

期末 考试 70%	选择题	10%	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	10%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	名词 解释题	10%	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
	简答题	20%	考查学生分析探讨、解决问题的能力，考查学生的创新能力。	课程目标 2
	计算及 论述题	20%	考查学生运用基本知识，独立分析探讨、解决问题的能力，考查学生的创新能力以及学生综合归纳和自主学习的能力。	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 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

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

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

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

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

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

(二) 主要参考书目

[1] 岳红. 高等无机化学(第一版). 出版地: 北京 机械工业出版社, 2002 年.

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

[3] 麦松威, 周公度, 李伟基. 高级无机结构化学(第一版). 出版地: 北京 北京大学出版社, 2001 年.

[4] 朱文祥, 刘鲁美. 中级无机化学(第一版). 出版地: 北京 北京师范大学出版社, 1993 年.

(三) 其它课程资源

[1] http://www.icourses.cn/sCourse/course_6806.html (中国大学 MOOC, 北京师范大学, 王明召).

[2] <https://www.icourse163.org/course/HIT-154006> (中国大学 MOOC, 哈尔滨工业大学, 张兴文).

执笔人: 刘小娣

参与人: 党元林, 史珍珍等

课程负责人：刘小娣

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

《配位化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：配位化学

Coordination chemistry

课程代码：53110226

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第5学期

先修课程：无机化学

二、课程目标

（一）具体目标

21 世纪的配位化学是处于现代化学中心地位的二级学科。配位化学一方面自身在不断发展丰富和完善，同时也与其它相关学科联系，渗透、交融地非常密切。新配合物、新理论和新成果不断涌现。本课程是在化学本科专业学生修完无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等课程之后开设的一门专业选修课。本课程主要介绍配位化学的基本原理和知识，现代配位化学的新知识、新物质、新领域、新成果、进展及趋势。通过本课程的学习，使学生完整的掌握配位化学的知识体系，为今后的科研、工作以及研究生的考试及学习打下坚实的基础；使学生了解配位化学的新成果和未来发展方向；培养学生分析问题、解决问题及自学新知识的能力。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：培养学生掌握配位化学的基本知识、基本理论及研究任务；了解配位化学的新领域、新成果、新知识和未来的发展趋势；了解配位化学与其他学科相互交叉、渗透和融合的特点。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2: 使学生对配位化学的知识具有一定的系统性和覆盖面,掌握理论与事实;培养学生运用先行课所学的理论知识来解决配位化学的实际问题;使学生了解配位化学的新领域、新知识和新成就,拓展和加深知识的层面和深度,培养学生不断吸取新知识和新技术的能力;指导学生通过书面作业、查阅文献等一系列科学方法解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题,培养学生的反思研究能力、创新意识和科研素养。【支撑毕业要求 7】

课程目标3: 素质目标:教书与育人相结合,理论联系实际,注重实践教学,采取启发式教学,通过课堂问答,小组讨论等形式,提高学生的认知能力和理解能力;培养学生具备团队合作精神、爱岗敬业、艰苦奋斗的科学精神和实事求是的工作态度;培养学生积极向上、刻苦务实、实事求是和勇于创新的素质;培养学生树立良好的教师职业道德,具有较高学科素养、扎实专业技能、较强教书育人能力,以及良好教研能力和职业发展潜力,具备优秀中学教师的职业素养,树立正确的教学观、学生观,热爱中学教育事业。【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	7.3 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	7.1 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。

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 配合物的基本概念	讲授法	课程目标 1、3	2
第二章 配合物的化学键理论	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	6
第三章 配合物的合成	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	2
第四章 配合物的反应动力学	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	5
第五章 π -酸配体配合物	讲授法, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	5
第六章 π -配合物	讲授法, 任务驱动法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	4
第七章 特殊类型配合物	讲授法, 多媒体辅助教学	课程目标 1、2、3	4
第八章 超分子化学	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、3	2
第九章 功能配合物	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、3	2
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 配合物的基本概念

【学习目标】

1. 了解配位化学研究的内容及发展趋势。
2. 复习配合物的定义、组成、命名、分类。
3. 学习特殊配合物的化学式书写及命名。
4. 掌握配合物的几何异构、旋光异构及其它异构等。
5. 课程思政目标: 配位化学是一门与其它相关学科联系、渗透、交融密切的学科, 在教学过程中既要向学生传授基础理论知识, 也要增强学生对自然和社会的责任感,

为实现中华民族伟大复兴中国梦做出应有的贡献。

【学习内容】

第一章	配合物的基本概念	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点： (1)配合物的命名； (2)配合物的几何异构及其它异构等。				
2. 二级知识点： (1)配位化学研究的内容及发展趋势； (2)特殊配合物的化学式书写及命名。				
3. 三级知识点： (1)配合物的定义、组成和分类； (2)配合物的旋光异构。				

【学习重点】

1. 配合物的定义和组成。
2. 配合物的命名及分类。
3. 特殊配合物的命名。
4. 配合物的几何异构及其它异构。

【学习难点】

1. 配合物的命名及分类。
2. 配合物的几何异构及旋光异构。

第二章 配合物的化学键理论

【学习目标】

1. 复习 VBT 的基本要点。
2. 运用 VBT 理论判断内、外轨型配合物。
3. 运用 VBT 理论解释常见配合物的成键、空间构型和性质。
4. 掌握 CFT 理论的基本要点。
5. 掌握晶体场中 d 轨道的能级分裂、d 电子的重新排布和晶体场稳定化能。
6. 运用 CFT 理论解释常见配合物的成键，空间构型及性质。

7. 了解 MOT 和 LFT, 理解两种理论的基本要点、相互区别与联系。

8. 运用 MOT 理论解释光谱化学序列。

9. 运用 MOT 和 LFT 理论解释常见配合物的成键及性质。

10. 课程思政目标: 向学生传授基础理论知识, 在学习过程中不断培养自己的创新意识, 在未来遇到与化学相关的社会问题时能从容的处理和解决问题, 在学习中不断提高自己和充实自己, 形成健康、积极向上的人生观、价值观和世界观。

【学习内容】

第二章	配合物的基本概念	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点: (1)晶体场理论的基本要点; (2)姜-泰勒效应; (3)配合物的可见紫外光谱。 2. 二级知识点: (1)价键理论及应用; (2)晶体场理论的应用; (3)分子轨道理论。 3. 三级知识点: 配位场理论。				

【学习重点】

1. VBT 的基本要点。
2. 运用 VBT 理论判断配合物的内、外轨型。
3. 晶体场稳定化能。
4. d 电子的重新排布。
5. 配合物分子轨道的形成和类型。
6. MOT 理论解释光谱化学序列。

【学习难点】

1. 运用 VBT 理论判断内、外轨型配合物。
2. 晶体场稳定化能。
3. 姜-泰勒效应。

4. MOT 理论解释光谱化学序列。

第三章 配合物的合成

【学习目标】

1. 掌握合成配合物的取代反应法。
2. 掌握合成配合物的固相合成法和氧化还原法。
3. 掌握合成大环配合物的特殊合成方法。
4. 掌握合成旋光配合物的合成方法。

5. 课程思政目标: 通过学习配合物的合成, 让学生们体会到科学世界的丰富多彩, 配位化学在化学发展中做出的重要贡献, 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】

第三章	配合物的合成	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点: (1)利用氧化还原反应合成配合物; (2)模板合成法。				
2. 二级知识点: (1)利用取代反应合成配合物; (2)利用热分解反应合成配合物。				
3. 三级知识点: (1)固相合成法; (2)顺反异构体的合成和光学异构体的合成。				

【学习重点】

1. 合成配合物的取代反应法。
2. 合成配合物的氧化还原法。
3. 合成大环配合物的特殊合成方法。

【学习难点】

合成配合物的和氧化还原法。

第四章 配合物的反应动力学

【学习目标】

1. 了解配合物的活性、惰性和热力学稳定性的区别。
2. 掌握八面体配合物取代反应的取代反应机理及影响速率的因素。
3. 掌握平面正方形配合物取代反应的取代反应机理及影响速率的因素。
4. 了解电子转移反应的内界机理、外界机理。
5. 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】

第四章	配合物的反应动力学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	5
1. 一级知识点： (1)活性和惰性配合物； (2)配合物取代反应的机理； (3)八面体配合物的取代反应； (4)反位效应。 2. 二级知识点： (1)平面正方形配合物的取代反应； (2)电子转移反应的内界机理、外界机理。 3. 三级知识点： (1)配合物的活性、惰性和热力学稳定性的区别； (2)活化配合物理论。				

【学习重点】

1. 配合物的活性、惰性。
2. 八面体配合物取代反应的取代反应机理及影响速率的因素。
3. 平面正方形配合物取代反应的取代反应机理及影响速率的因素。
4. 电子转移反应的内界机理、外界机理。

【学习难点】

1. 运用价键理论和晶体场理论判断配合物的活性、惰性。
2. 反位效应及其理论解释。

第五章 π -酸配体配合物

【学习目标】

1. 掌握金属羰基配合物和羰基簇合物的制备和化学键、性质及应用。
2. 掌握金属羰基配合物和羰基簇合物的性质及应用。
3. 学会运用 EAN 规则。
4. 掌握 CN^- 、 NO 、双氮配合物的成键特征及意义。
5. 课程思政目标：通过对配位化学中的配合物的学习，增强学生的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】

第五章	π -酸配体配合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	5
1. 一级知识点： (1)有效原子序数规则； (2)羰基配合物的成键特征； (3)分子氮配合物的成键特征。				
2. 二级知识点： (1)亚硝酰配合物的化学键； (2)氰基配合物的成键特征。				
3. 三级知识点： (1)金属羰基配合物的制备、性质和应用； (2)氮分子的活化。				

【学习重点】

1. 金属羰基配合物、羰基簇合物的化学键。
2. 金属羰基配合物、羰基簇合物的性质及应用。
3. EAN 规则。
4. 双氮配合物的成键特征。

【学习难点】

1. EAN 规则。
2. 不饱和烃配合物的成键特征。

3. 夹心配合物的成键特征。

第六章 π -配合物

【学习目标】

1. 掌握 zeise salt 盐的制备及结构。
2. 掌握不饱和烃配合物的结构和成键特征。
3. 掌握 $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ 的制备、化学键及性质。
4. 了解 π -配合物的应用。
5. 课程思政目标：通过学习 π -配合物，学生们体会到配位化学在化学发展中的重要地位，能够增强他们奋发学习、为祖国建设添砖加瓦的动力。

【学习内容】

第六章	π -配合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点： (1) 炔烃配合物的成键特征及性质； (2) 二茂铁的结构和化学键； (3) 二苯铬的成键特征。 2. 二级知识点： (1) 蔡斯盐的制备及结构； (2) 二苯铬的合成及性质。 3. 三级知识点： (1) 夹心配合物的类型； (2) 二茂铁的合成、性质和应用。				

【学习重点】

1. zeise salt 盐的结构
2. 不饱和烃配合物的成键特征。
3. $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ 的化学键
4. $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ 的结构。

【学习难点】

1. 不饱和烃配合物的成键特征；

2. 夹心配合物的成键特征;
3. $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ 的化学键。

第七章 特殊类型配合物

【学习目标】

1. 了解分子氢配合物的成键方式和合成。
2. 了解生命体中的典型配合物，血红蛋白，肌红蛋白等的结构。
3. 掌握多酸配合物的合成、结构、通性及应用。
4. 课程思政目标：让学生们感受到配合物的丰富多彩，激发他们奋发学习基础知识，培养他们的爱国情怀，为社会发展贡献一份力量。

【学习内容】

第七章	特殊类型配合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点： (1)生命体中的大环配合物，血红蛋白，肌红蛋白等； (2)分子氢配合物的成键特征； (3)煤气中毒的配位化学解释。				
2. 二级知识点： (1)多酸配合物的命名和结构； (2)叶绿素的结构。				
3. 三级知识点： (1)大环配合物的类型及命名； (2)多酸配合物的合成、性质及应用。				

【学习重点】

生命体中的典型配合物，血红蛋白，肌红蛋白等。

【学习难点】

生命体中的典型配合物，血红蛋白，肌红蛋白等。

第八章 超分子化学

【学习目标】

1. 了解超分子化学的含义及其基本概念。

2. 掌握生命体系中的超分子化学现象。
3. 掌握以冠醚、环糊精为受体的分子识别、分子组装。
4. 了解与金属配合物有关的分子器件。

5. 课程思政目标: 通过学习配合物的合成, 让学生们体会到科学世界的丰富多彩, 配位化学在化学发展中做出的重要贡献, 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】

第八章	超分子化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
<p>1. 一级知识点: (1) 生命现象中的超分子化学; (2) 以冠醚、环糊精为受体的分子识别和分子组装。</p> <p>2. 二级知识点: (1) 超分子化学的基本概念; (2) 分子识别、分子组装。</p> <p>3. 三级知识点: 与金属配合物有关的分子器件。</p>				

【学习重点】

1. 超分子化学的含义及其基本概念。
2. 以冠醚为受体的分子组装。

【学习难点】

1. 超分子化学的含义及其基本概念。
2. 以环糊精为受体的分子识别。

第九章 功能配合物

【学习目标】

1. 掌握配位催化的基本原理及其应用。
2. 了解配合物在生物医学中的应用及其发展前景。
3. 了解配合物化学在溶液萃取以及在离子交换树脂分离法中的应用。
4. 了解配合物和配位化学在分析化学、工业等领域中的应用实例。

5. 了解配合物的应用前景。

6. 课程思政目标：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，提高学生在化学领域里的创新能力。

【学习内容】

第九章	功能配合物	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点： (1)典型的配位催化反应机理； (2)顺铂的结构特点及抗癌机理。 2. 二级知识点： (1)配位催化的含义 (2)配合物在医学中的应用。 3. 三级知识点： (1)导电配合物、光致和电致发光配合物和磁性配合物的应用。				

【学习重点】

配位催化的含义，理解典型的配位催化反应机理。

【学习难点】

顺铂的结构特点，初步理解其抗癌机理。

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：教学以课堂讲授法为主，按照课程大纲规定的教学内容、教学要求、教学时数进行授课，其中，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：在教学过程中，不直接给出结论，而是提供给学生一些例子或问题，学生通过查阅资料、观察、思考、谈论等方式，解决本课程及其相关领域研究前沿和实际生产问题，培养学生自主学习习惯。

3. 启发式教学法：采用启发诱导办法传授知识、培养能力，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

对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式，综合评价学生的知识掌握、素质培养等情况。本课程的考核方法包括平时过程性考核和期末考试，对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式，综合评价学生的知识掌握、素质培养等情况。详见表3。平时成绩包括上课情况、导学内容完成情况、学生回答问题情况、开展讨论或登台讲解情况评定。本课程采用闭卷考试的方式考核学生掌握知识及运用知识的情况。试卷中试题题型种类至少4种，客观性试题原则上不高于卷面总分的50%；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。

学期总成绩 = 平时过程性考核（50%）+ 期末考试成绩（50%）

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
平时过程性考核 50%	签到	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，考察学习态度。	课程目标3
	课堂表现	20%	随堂提问，考核学生对知识点理解和掌握程度，以及学习态度等。	课程目标2
	作业	20%	按100分制单独评分，取各次作业成绩的平均值。考查学生对基本原理和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
期末考试 50%	选择题	10%	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	10%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标1
	命名题	5%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标1

	名词 解释题	8%	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
	简答题	12%	考查学生分析探讨、解决问题的能力，考查学生的创新能力。	课程目标 2
	论述题	5%	考查学生运用基本知识，独立分析探讨、解决问题的能力，考查学生的创新能力以及学生综合归纳和自主学习的能力。	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 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

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

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

卓立宏, 郭应臣. 《简明配位化学》, 河南大学出版社, 2005 年.

(二) 主要参考书目

[1] 杨帆. 《配位化学》, 华东师范大学出版社, 2009 年.

[2] 孙为银. 《配位化学》, 化学工业出版社, 2004 年.

[3] 游效曾. 《配位化学进展》, 高等教育出版社, 2000 年.

[4] 刘育. 《超分子化学》, 南开大学出版社, 2001 年.

(三) 其它课程资源

学习通网址: <http://i.chaoxing.com/base?t=1599977726387>

执笔人: 金晓丽

参与人: 刘小娣, 党元林

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

《高等有机化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：高等有机化学

Advanced Organic Chemistry

课程代码：53110227

课程类别：学科专业课程/选修

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4学期

先修课程：有机化学I，有机化学II

二、课程目标

（一）具体目标

高等有机化学的基本任务是在学习基础有机化学的基础上，对《有机化学》课程的进一步深化，为培养一定的学术研究能力打下理论基础；通过本门课程的学习，要求学生熟悉各类基本有机反应的历程、立体化学关系、影响因素和在有机合成上的应用；理解一些基本的有机反应理论，并能够用所学的知识解决一些有机化学问题和指导专业有机实验；通过本门课的学习，培养学生灵活运用所学有机化学知识综合分子问题和解决问题的能力，为其他专业课的学习及今后从事相关工作奠定理论基础。

课程目标1： 通过本课程的学习，使学生熟练掌握有机化合物结构和性质之间的关系；掌握各类化合物典型的有机反应机理；使学生能够熟练运用综合知识对化合物的反应活性，反应机理进行合理解释；使学生具备较高的有机化学科学素养和逻辑思维能力。【支撑毕业要求3】

课程目标2： 通过高等有机化学课程的学习，使学生了解有机化学在科学进步和社会发展中的重要作用，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；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。【支撑毕业要求7】

课程目标3: 通过高等有机化学课程的学习，积极引导学用所学的知识解决一些有机化学问题并指导专业有机实验，提升学生学习有机化学的兴趣，指导学生通过文献检索，自主学习和了解其研究趋势、应用前景以及该行业最新发展动态，使学生能够关注学科研究中的热点问题，具有不断获取新知识的能力,提高学生的学习参与度，培养学生的创新意识和科研素养。在整个授课过程中，坚持科学性、专业性和思想性相结合，坚持理论与实际相结合，坚持以教师讲授与学生自学、讨论相结合方式进行。通过课堂问答、小组讨论、在线测试、书面作业、自主学习等方式解决高等有机化学的专业问题，提高学生的反思研究能力、合作交流能力、自主学习能力。【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学科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
第一章有机化学中的电子效应和空间效应	讲授法, 总结归纳	课程目标 2、3	4
第二章有机化合物的芳香性	启发式教学, 讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第三章有机活性中间体	讲授法, 案例教学	课程目标 1、2、3	4
第四章亲电加成	讲授法, 案例教学	课程目标 1、2、4	4
第五章亲电取代	讲授法, 讨论法	课程目标 1、2、3	3
第六章亲核加成	启发式教学, 归纳总结	课程目标 2、3、4	4
第七章亲核取代	案例教学, 启发式教学	课程目标 1、2、3、4	3
第八章消除反应	案例教学, 对比, 归纳总结	课程目标 2、3	4
第九章周环反应	讲授法, 归纳总结	课程目标 2、3	2
第十章重排反应	案例教学, 讲授法	课程目标 1、2、3	6
总学时			36

(二) 具体内容

第一章 有机化学中的电子效应和空间效应

【学习目标】

1. 了解有机化学中的电子效应和空间效应。
2. 掌握有机化学中诱导效应、共轭效应对反应活性及化合物酸碱性的影响。
3. 熟练应用有机化学中的电子效应和空间效应对有机化学的反应活性大小、酸、碱性强弱进行解释。
4. 课程思政目标: 通过介绍诱导效应和共轭效应, 让学生根据诱导效应和共轭效应推测有机化学酸碱性大小比较, 思考、讨论、总结, 培养学生的归纳总结能力、反思研究能力以及团结合作精神。通过介绍空间效应, 让学生事物具有两面性, 培养学生用理论解决实际问题的能力, 激发学生的求知欲。

【学习内容】

第一章	有机化学中的电子效应和空间效应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 有机化合物的空间效应、空间效应对反应活性的影响、空间效应对酸碱性的影响。 2. 二级知识点 诱导效应、共轭效应与超共轭效应、场效应、烷基的电子效应。 3. 三级知识点 偶极距。				

【学习重点】

1. 掌握诱导效应、共轭效应与超共轭效应、场效应、烷基的电子效应、有机化合物的空间效应。
2. 空间效应对反应活性的影响。
3. 空间效应对酸碱性的影响。

【学习难点】

空间效应对酸碱性的影响。

第二章 有机化合物的芳香性

【学习目标】

1. 了解有机化学的芳香性。
2. 掌握芳香性、非芳香性、反芳香性、同芳香性及反同芳香性的判断。
3. 熟练掌握关于芳香性的新概念、芳香性在有机化学中的应用。
4. 课程思政目标：通过判断有机化学芳香性的方法，让学生了解科学总是在不断发展和进步的，培养学生理论联系实际，综合运用知识的能力、创新能力和实干精神，使学生成为社会主义的建设者和接班人。

【学习内容】

第二章	有机化合物的芳香性	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 芳香性的新概念、芳香性在有机化学中的应用。 2. 二级知识点				

芳香性、非芳香性、反芳香性、同芳香性及反同芳香性的判断。

3. 三级知识点

休克尔规则、二茂铁类物质。

【学习重点】

1. 掌握芳香性、非芳香性、反芳香性、同芳香性及反同芳香性的判断方法。
2. 掌握用休克尔规则判断化合物芳香性的方法。

【学习难点】

芳香性在有机化学中的应用。

第三章 有机活性中间体

【学习目标】

1. 掌握碳正离子的形成、碳正离子的反应、碳正离子的结构及其稳定性。
2. 掌握碳负离子的构型、碳负离子的产生、碳负离子的稳定性。
3. 熟练自由基的电子构型、自由基的产生、卡宾、乃春、氧宾
4. 课程思政目标: 通过学习影响碳正离子稳定性的因素, 培养学生归纳总结能力; 通过相关联系, 提高学生独立思考, 解决问题的能力。培养他们对有机化学的兴趣和好好学习、为社会服务的精神。

【学习内容】

第三章	有机活性中间体	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 有机反应活性中间体(碳正离子、碳负离子、自由基、卡宾、苯炔)的结构及稳定性影响因素。				
2. 二级知识点 有机反应活性中间体的代表性反应。				
3. 三级知识点 共价键断裂方式、有机反应类型、有机反应活性中间体的形成方式。				

【学习重点】

1. 掌握碳正离子、碳负离子的形成方式。
2. 掌握碳正离子稳定性的判定方法。

【学习难点】

苯炔的结构、苯炔的生成。

第四章 亲电加成反应

【学习目标】

1. 掌握碳-碳双键的亲电加成反应。
2. 掌握亲电加成反应的历程、亲电加成反应的立体化学、亲电加成反应的活性、亲电加成反应的定向规律。
3. 掌握炔烃的亲电加成反应、丙二烯类的亲电加成反应、共轭二烯烃的亲电加成反应。
4. 课程思政目标：讲授亲电加成反应的定向规律时，融合科学家的事迹风采，探索科学的过程，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】

第四章	亲电加成反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 碳-碳双键亲电加成反应的历程、亲电加成反应的立体化学、亲电加成反应的活性、亲电加成反应的定向规律。				
2. 二级知识点 炔烃的亲电加成反应、丙二烯类的亲电加成反应、共轭二烯烃的亲电加成反应。				

【学习重点】

1. 掌握亲电加成定向规律。
2. 掌握亲电加成反应活性。
3. 掌握炔烃、丙二烯类化合物的亲电加成反应。

【学习难点】

1. 亲电加成反应的立体化学。
2. 共轭二烯烃的亲电加成反应。

第五章 亲电取代反应

【学习目标】

1. 掌握饱和碳原子上的亲电取代反应、亲电取代反应历程、影响亲电取代反应的因素。
2. 掌握苯环上的亲电取代反应、亲电取代反应历程、亲电取代反应的特性和相对活性。
3. 稠环芳烃的亲电取代反应、萘的亲电取代反应。
4. 了解其他稠环芳烃的亲电取代反应、其他芳香烃上的亲电取代反应。
5. 课程思政目标：在讲授苯的亲电取代反应时，融入科学家的事迹风采，引导学生；讲授影响化合物亲电取代反应因素时，引入唯物辩证的唯物观和发展观，理论是从实践中总结发展最后又用于指导实践。

【学习内容】

第五章	亲电取代反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 苯环亲电取代反应历程、亲电取代反应的特性和相对活性。				
2. 二级知识点 稠环芳烃的亲电取代反应、萘的亲电取代反应、其他稠环芳烃的亲电取代反应、其他芳香烃上的亲电取代反应。				
3. 三级知识点 饱和碳原子上的亲电取代反应。				

【学习重点】

1. 掌握饱和碳原子上亲电取代反应历程及影响亲电取代反应的因素。
2. 掌握苯环上亲电取代反应历程。
3. 掌握苯的衍生物亲电取代反应活性的比较。

【学习难点】

1. 亲电取代反应历程。
2. 影响化合物亲电取代活性的因素。

第六章 亲核加成反应

【学习目标】

1. 了解亲核加成类型和亲核试剂的种类。
2. 掌握碳-碳双键的亲核加成反应、氰乙基化反应、michael反应苯环上的亲电取代反应、亲电取代反应历程、亲电取代反应的特性和相对活性。
3. 掌握碳-碳三键的亲核加成反应、羰基亲核加成反应、羰基加成反应的立体化学。
4. 羧酸衍生物与亲核试剂的反应及历程、结构与活性的关系、claisen酯缩合及其有关反应、 α , β -不饱和羰基化合物的亲核加成反应、反应历程、影响亲核加成方式的因素。
5. 课程思政目标：在讲授羧酸衍生物与亲核试剂的反应历程时，融入科学家的事迹风采，引导教育学生；讲授羰基化合物的亲核加成反应时，引入科研中用该知识设计用于检测环境中重金属离子的实例，鼓励学生学好知识，增长本领，为人类生活环境作出贡献。

【学习内容】

第六章	名称 亲核加成反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 羰基亲核加成反应、羰基加成反应的立体化学、claisen酯缩合反应、michael反应。				
2. 二级知识点 碳-碳双键的亲核加成反应、氰乙基化反应、碳-碳三键的亲核加成反应、羰基化合物及羧酸衍生物结构与亲核加成反应活性的关系。				

【学习重点】

1. 掌握饱和碳原子上亲电取代反应历程及影响亲电取代反应的因素。
2. 掌握苯环上亲电取代反应历程。
3. 掌握苯的衍生物亲电取代反应活性的比较。

【学习难点】

影响亲核加成方式的因素。

第七章 亲核取代反应

【学习目标】

1. 掌握脂肪族的亲核取代反应、 S_N1 机理进行的亲核取代反应、 S_N2 机理进行的亲核取代反应。

2. 了解亲核取代反应的类型。

3. 掌握分子内的亲核取代反应($S_N i$)历程、影响亲核取代反应历程的因素、亲核取代在有机合成中的应用。

4. 掌握芳香环上的亲核取代反应、反应历程、影响芳环上亲核取代反应的因素。

5. 课程思政目标：在讲授亲核取代反应机理时，培养学生的知识归纳总结能力，通过练习题，培养学生运用综合知识分析解决问题的能力，为社会培养更多有用的人。

【学习内容】

第七章	名称 亲核取代反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 S_N1 机理、 S_N2 机理、离子对机理、邻基参与机理、影响亲核取代反应历程的因素。				
2. 二级知识点 芳香环上的亲核取代反应、反应历程、影响芳环上亲核取代反应的因素。				
3. 三级知识点 亲核取代在有机合成中的应用。				

【学习重点】

1. 影响亲核取代反应的因素。
2. 影响芳香环上亲核取代反应的因素。
3. 掌握亲核取代反应机理。

【学习难点】

影响亲核取代反应的因素。

第八章 消除反应

【学习目标】

1. 了解消除反应的分类。
2. 掌握消除反应的历程、 $E1$ 历程、 $E1cb$ 历程、 $E2$ 历程。
3. 掌握消除反应的取向、saytzeff规则、hofmann规则、反saytzeff规则和hofmann

规则。

4. 掌握影响消除反应的因素及消除反应与取代反应的竞争、消除反应的立体化学。

5. 课程思政目标，在讲授消除反应取向时，融合科学家的风采，引导教育学生，鼓励学生要善于发现问题，并勇于直面困难，激励学生努力学习，勇攀科研高峰。

【学习内容】

第八章	名称 消除反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 E1 历程、E1cb 历程、E2 历程、影响消除反应的因素。				
2. 二级知识点 saytzeff 规则、hofmann 规则、消除反应与取代反应的竞争、消除反应的立体化学、热消除反应、简单的消除反应、特殊的消除反应。				

【学习重点】

1. saytzeff 规则、hofmann 规则。
2. E1 消除和 E2 消除反应机理。
3. 影响消除反应和取代反应的因素。

【学习难点】

消除反应的立体化学。

第九章 周环反应

【学习目标】

1. 了解周环反应的种类。
2. 了解周环反应的特点。
3. 掌握电环化反应。环加成反应如：[4+2]环加成反应，烯炔的环加成反应，D-A 烯加成反应，[2+2]环加成反应。 σ 键迁移如：[1, 3] σ -H 迁移，[1, 5] σ -H 迁移， σ -C 迁移；
4. 课程思政目标：在讲述周环反应的机理时，引入唯物辩证的唯物观和发展观，理论是从实践中总结发展最后又用于指导实践。

【学习内容】

第九章	名称 周环反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 分子轨道的对称性和前线轨道理论、电环化反应，环加成反应和 σ 键迁移反应。 2. 二级知识点 电环化反应、环加成反应和 σ 键迁移反应的选择规律。				

【学习重点】

1. 环加成反应
2. δ -迁移反应

【学习难点】

σ 键迁移如：[1, 3] σ -H迁移，[1, 5] σ -H迁移， σ -C迁移。

第十章 重排反应

【学习目标】

1. 了解重排反应的类型。
2. 了解周环反应的特点。
3. 掌握亲核重排和亲电重排。
4. 课程思政目标：在讲授重排反应过程中，融合著名科学家的案例，帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观，鼓励学生认真学习，勇于直面挑战，成为对社会有价值的人。

【学习内容】

第十章	名称 重排反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 [1,2]迁移重排、碳-碳重排、碳-氮重排、碳-氮重排、Favorskii 重排、Stevens 重排、Wittig 重排、Meisenheimer 重排、Neber 重排、Lossen 重排。 2. 二级知识点 3. 三级知识点 重排反应的分类。				

【学习重点】

1. 环加成反应

2. δ -迁移反应

【学习难点】

亲核重排反应机理、亲电重排反应机理。

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：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

1. 考核方法

对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式，综合评价学生的知识掌握、能力锻炼、素质培养等情况。结合高等有机化学课程特点，其评价方式采取线上线下学习过程性考核和期末闭卷考试相结合的方法考核学生掌握知识的情况及运用知识去分析问题、解决问题的能力。

总成绩（100%）=课程过程考核成绩（30%）+ 期末闭卷考试成绩（70%）。

其中：课程过程性考核成绩（30%）：超星学习通app成绩综合评定。

课程过程考核项目具体实施办法：

采用超星学习通app进行。具体成绩为课堂考勤（10%）+学习通作业（20%）。具体成绩由系统自动生成，下载数据材料进行支撑。

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 1 课程目标 3
	作业	20%	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 课程目标 2 课程目标 3
期末考试 50%			1.期末卷面考试采用闭卷形式，卷面成绩 100 分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩，重点考察学生对知识的掌握与应用； 2.考试题型包括：填空、判断题、简答、论述题、应用案例等。	课程目标 2 课程目标 3

六、课程评

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

魏荣宝. 《高等有机化学》(第三版). 高等教育出版社. 2018 年.

(二) 主要参考书目

[1] 汪秋安. 《高等有机化学》(第二版). 化学工业出版社, 2007 年.

[2] 荣国斌. 《高等有机化学基础》. 华东理工大学出版社, 1994 年.

[3] 杨善中. 《有机结构理论》. 合肥工业大学, 2003 年.

执笔人：宗路一

参与人：杨浩

课程负责人：宗路一

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

《有机合成》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：有机合成

Organic Synthesis

课程代码：53110228

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第5学期

先修课程：有机化学I, 有机化学II

二、课程目标

(一) 具体目标

《有机合成》是高师本科化学专业的一门选修课程。通过系统学习有机合成的重要反应、重要方法和重要试剂以及有机合成策略、技巧和有关理论，使学生掌握有机合成中正确的思维方法；掌握设计有机化合物合成路线的基本技能；了解有机合成领域的新成果和发展趋势；培养学生灵活运用所学知识、综合分析和解决问题的能力。

具体要求达到的课程教学目标如下：

课程目标1：培养学生掌握有机化学基本理论、基本反应、有机合成基本反应知识的能力，了解有机合成的新方法、新试剂、新成果。掌握有机合成路线设计的基本方法和技巧，培养学生独立、自主学习能力、探求知识的思维能力和思维习惯，培养学生综合运用知识的能力和创新能力。【支撑毕业要求3】

课程目标2：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；注重培养学生严谨认真、实事求是的科学态度以及职业素养。【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。
		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。

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 3	2
第二章 氧化反应	讲授法、专题研讨	课程目标 1,3	2
第三章 还原反应	讲授法、案例教学	课程目标 1,3	3
第四章 分子的官能团化和官能团的转化	讲授法、启发式教学	课程目标 1, 3	2
第五章 保护基与官能团的保护	讲授法、启发式教学	课程目标 1, 3	2
第六章 逆合成法与有机合成路线设计	讲授法、案例教学	课程目标 2, 3	2
第七章 导向基与合成的导向	讲授法、案例教学	课程目标 2, 3	2
第八章 分子的拆分与合成	讲授法、启发式教学	课程目标 2, 3	14
第九章 不对称合成简介	讲授法、案例法	课程目标 2, 3	2
第十章 近代有机合成方法	讲授法、案例法	课程目标 2, 3	1
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 使学生进一步了解有机合成在社会进步、科技发展、改善人们生活等方面的地位及取得的成就，了解有机合成的发展史，了解有机合成的发展趋势。
2. 掌握有机合成的分类及主要任务。
3. 通过讲解我们在有机合成化学方面的突出成就，激发学生学习有机合成化学的兴趣，培养学生的爱国主义情怀，引导学生做一个对祖国、对社会有用的人。

【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 有机合成的分类及主要任务。				
2. 二级知识点 有机合成的发展趋势。				
3. 三级知识点 有机合成在社会进步、科技发展、改善人们生活等方面的地位及取得的成就。				

【学习重点】

有机合成的分类及主要任务。

【学习难点】

有机合成的分类及主要任务。

第二章 氧化反应

【学习目标】

1. 熟悉氧化各种官能团的氧化试剂。
2. 掌握烯烃，芳环侧链和烯丙位，醇的氧化和醛酮的氧化反应。
3. 掌握各氧化试剂的氧化能力与选择性。
4. 将氧化反应与实际生活相结合，例如利用次氯酸的氧化反应来消毒，激发学生的学习兴趣，引导学生做一个对祖国、对社会有用的人，提高学生的社会责任感。

【学习内容】

第二章	氧化反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 (1) 醇羟基的氧化反应。 (2) 碳-碳双键的氧化反应。 (3) 铬(VI)的氧化物氧化剂。 2. 二级知识点 (1) 醛酮的氧化反应。 (2) 芳烃侧链与烯丙位的氧化反应。 3. 三级知识点 基础有机化学部分学习的各类有机化合物的氧化反应。				

【学习重点】

烯烃，芳环侧链和烯丙位，醇的氧化和醛酮的氧化反应。

【学习难点】

烯丙位醇的氧化和酮的氧化反应

第三章 还原反应

【学习目标】

1. 熟悉氧化各种官能团的还原试剂。
2. 掌握重要还原剂的还原能力与选择性。
3. 将科学家的科研事迹引入课程，激发学生的学习热情，培养学生实事求是的科学态度，严谨的科学作风。

【学习内容】

第三章	氧化反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 (1) 催化氢化反应。 (2) 氢化物—转移试剂还原。 2. 二级知识点 (1) 溶解金属还原反应。 (2) 其他还原试剂。 3. 三级知识点 基础有机化学部分学习的各类有机化合物的还原反应。				

【学习重点】

烯烃，醛酮，芳环和羧酸及其衍生物的催化氢化反应；负氢转移还原

【学习难点】

负氢转移还原

第四章 分子的官能团化和官能团的转换

【学习目标】

1. 熟悉有机化合物中常见的官能团。
2. 掌握各种官能团之间的相互转换。
3. 通过介绍官能团之间的转换，让学生认识到事物之间是相互联系的，使学生学会用唯物主义科学观来解决遇到的问题。

【学习内容】

第四章	分子的官能团化和官能团的转换	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 官能团之间的转化。				
2. 二级知识点 分子的官能团化。				
3. 三级知识点 烷烃的官能团化。				

【学习重点】

各类化合物官能团的转换。

【学习难点】

各类化合物官能团的转换。

第五章 保护基与官能团的保护

【学习目标】

1. 了解保护基的作用。
2. 掌握不同官能团的保护方法及其在合成中的应用。

3. 培养学生热爱科学，事实求是的作风，培养学生的创新意识和创新精神。

【学习内容】

第五章	保护基与官能团的保护	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 羟基的保护与去保护；羰基的保护与去保护；氨基的保护与去保护；碳—氢键的保护与去保护。				
2. 二级知识点 保护基；不同官能团的保护方法及其在合成中的应用。				
3. 三级知识点 有关保护脱保护的例题及练习题。				

【学习重点】

羟基、醛基、氨基、羧基的保护

【学习难点】

羟基、醛基、氨基、羧基的保护

第六章 有机合成路线设计

【学习目标】

1. 了解逆合成分析法，逆合成分析法常用的术语。
2. 掌握有机合成路线设计。
3. 将著名科学家科里的事迹引入的课堂中，激发学生的学习兴趣，培养学生服务社会的意识。

【学习内容】

第六章	有机合成路线设计	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 逆合成法的涵义、逆合成分析法、合成子与等价试剂、合成路线的类型、设计合成路线的具体步骤。				
2. 二级知识点 原料的选择、书写合成路线的通则、立体构型的要求。				
3. 三级知识点 绿色合成、原子经济性。				

【学习重点】

有机合成路线设计。

【学习难点】

有机合成路线设计。

第七章 导向基与合成的导向

【学习目标】

1. 熟悉导向基的分类。
2. 掌握引入活化基团或钝化基团以提高合成选择性的方法。
3. 讲述患者服用抗病毒的杂环类药物作用原理，引出杂环化合物的有机制备工艺路线，激发学生的学习热情，增强学生服务社会的意识。

【学习内容】

第七章	导向基与合成的导向	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 重要的活化导向、钝化导向方法。				
2. 二级知识点 导向基的分类；引入活化基团或钝化基团以提高合成选择性的方法。				
3. 三级知识点 有关合成导向的例题及练习题。				

【学习重点】

重要的活化导向基和钝化导向基。

【学习难点】

利用封闭特点位置进行导向。

第八章 分子的拆分及合成方法

【学习目标】

1. 掌握分子切断基本原则和分子拆分的技巧。
2. 熟悉重要类型化合物的拆开法。
3. 掌握分子的特殊结构及特殊官能团的常用的拆开方法。

4. 将生物医药合成与课程结合, 激发学生的学习兴趣, 让学生意识到有机合成在日常生活中发挥的重要作用。

【学习内容】

第八章	分子的拆分及合成方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	14
1. 一级知识点 单官能团化合物的拆开(醇、醇衍生物); 双官能团化合物的拆开(β -羟基羰基化合物、 α,β -不饱和羰基化合物、1,3-二羰基化合物、1,5-二羰基化合物、1,6-二羰基化合物)。				
2. 二级知识点 饱和烃、烯烃、芳烃衍生物、羧酸及羧酸衍生物、1,4-二羰基化合物、1,1-二官能团化合物。				
3. 三级知识点 各类典型有机化合物的拆分例题及练习题。				

【学习重点】

1. 分子拆分的一般方法。
2. 烯烃的拆分, 芳烃衍生物的拆分。
3. β -羟基羰基化合物和 α,β -不饱和羰基化合物的拆分。
4. 1,5-二羰基化合物的拆分; α -羟基糖基化合物(1,2-二氧代化合物的拆分)。
5. 1,1-二官能团化合物的拆分。

【学习难点】

1. 醇的拆分, 羧酸及其衍生物的拆分。
2. β -羟基羰基化合物和 α,β -不饱和羰基化合物的拆分; 1,3-二羰基化合物的拆分。
3. 1,5-二羰基化合物的拆分; 1,4-和 1,6-二羰基化合物的拆分。
4. 1,1-二官能团化合物的拆分。

第九章 不对称合成简介

【学习目标】

1. 使学生了解不对称合成的意义, 了解获得手性化合物的常用方法。
2. 熟悉不对称合成中的立体选择性和立体专一性。

3. 了解不对称催化合成的反应类型及应用。

4. 引入化学家 E Fischer 的事迹，用伟人的事迹激发学生的学习热情，培养学生良好的品德。

【学习内容】

第九章	不对称合成简介	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 不对称合成中的反应效率表示方法、不对称催化反应类型。				
2. 二级知识点 一些典型不对称合成反应。				

【学习重点】

不对称合成。

【学习难点】

不对称合成。

第十章 近代有机合成方法

【学习目标】

1. 了解近代有机合成的方法。

2. 通过介绍近代有机合成方法在制备药物方面的引用，让学生体会化学与医学之间的联系，让学生意识到化学在社会生活中的重要作用。

【学习内容】

第十章	近代有机合成方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 不对称合成反应、相转移催化反应、微波辐射有机合成。				
2. 二级知识点 固相合成法；一锅合成法；无溶剂反应；声化学反应；组合合成法。				
3. 三级知识点 不对称合成反应的意义、不对称合成反应的反应效率、不对称催化反应。				

【学习重点】

1. 不对称合成反应。

2. 相转移催化反应。

【学习难点】

固相合成法。

四、教学方法

教学过程坚持以教师为主导，学生为主体组织教学，采取互动探究式教学模式。按照各部分知识特点将教学内容分为精讲内容(一级知识点)、导学内容(二级知识点)和研讨内容(三级知识点)。精讲内容主要是有机合成理论、“逆合成”合成分析方法、典型有机化合物的拆分方法和技巧等难度较大部分；导学内容是易于学生自学或与基础有机化学联系紧密内容(如重要有机化合物的结构特点、合成方法及用途)；研讨内容是本学科最新理论与技术成就或与社会有关的环境、社会问题，可以利用网络资源进行学习和研讨。教学方法采取“讲练结合”形式通过合理调配教学内容，形成课堂学习、课内练习与课外学习互补，师生学习与生生学习互动的学习氛围。

五、课程考核

对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式,综合评价学生的知识掌握、能力锻炼、素质培养等情况。采用线上线下学习过程性考核和期末闭卷考试相结合的方法考核学生掌握知识的情况及运用知识去分析问题、解决问题的能力。

总成绩(100%)=课程过程考核成绩(40%)+期末闭卷考试成绩(60%)。

其中：课程过程性考核成绩(40%)：超星学习通app成绩综合评定。

课程过程考核项目具体实施办法：

采用超星学习通 app 进行。具体成绩为课堂考勤(10%)+随堂练习(10%)+作业(20%)。具体成绩由系统自动生成，下载数据材料进行支撑。

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	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 1 课程目标 3

50%	随堂练习	10%	随堂在线练习，考核学生对知识点理解和掌握程度，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
	作业	20%	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 课程目标 2 课程目标 3
期末考试 60%			1.期末卷面考试采用闭卷形式，卷面成绩 100 分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩，重点考察学生对知识的掌握与应用； 2.考试题型包括：填空、判断题、简答、论述题、应用案例等。	课程目标 1 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

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

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

杨浩, 柳文敏.《有机合成化学与路线设计》.河南大学出版社, 2018 年.

巨勇.《有机合成化学与路线设计》.清华大学出版社出版, 2007 年.

(二) 主要参考书目

[1] 黄宪.《有机合成》(第一版).高等教育出版社, 1992 年.

[1] 王玉炉.《有机合成化学》.科学出版社, 2005 年.

[2] 李长轩.《有机合成设计》.河南大学出版社, 1995 年.

[3] 吴毓林.《现代有机合成化学》.科学出版社, 2001 年.

执笔人: 宗路一

参与人: 杨浩

课程负责人: 宗路一

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

《有机波谱分析》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：有机波谱分析

Organic Spectral Analysis

课程代码：53110229

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第6学期

先修课程：有机化学、分析化学、仪器分析、物理化学、普通物理

二、课程目标

（一）具体目标

有机波谱分析在有机化学和高分子化学研究及化合物结构鉴定中起着极为重要的作用，目前已经成为从事化学、化工、制药、材料、生物、医学等方面科学研究中不可或缺的手段，具有较强的实践性和应用性特性。本课程系统介绍了紫外光谱、红外光谱、核磁共振光谱和质谱的基本原理、谱图与化合物结构的关系、谱图的解析及应用方法等。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：掌握红外光谱、紫外光谱、核磁共振、质谱的基本原理和基本概念；掌握有机化合物的波谱性质与分子结构间的关系，熟悉运用波谱手段解析有机化合物分子结构的基本步骤及方法；掌握波谱在结构分析中的应用，并能够根据要求选择不同的波谱分析方法。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2：能够运用有机波谱分析的基本原理、基本方法，以及波谱解析有机化合物分子结构的方法，结合拟解决方案的需求，提出可能的解决方案；能够综合利用多种谱图和相关数据提供的信息，互相参照，互相补充来推导未知化合物的分子结构。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，为日后的科研工作等奠定基础。【支撑毕业要求 7】

课程目标 3: 教书与育人相结合, 结合教学内容培养学生的社会责任, 并在实践中自觉履行; 具有良好的自主学习能力, 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】

(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	7.2 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	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。

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	1
第二章 紫外光谱	讲授法、启发式教学法、案例教学	课程目标 1、2、3	3
第三章 红外光谱	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	8
第四章 核磁共振氢谱	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	10
第五章 核磁共振碳谱	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	2
第六章 质谱	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	6
第七章 图谱综合解析	讲授法、案例教学、任务驱动法、	课程目标 2	2
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 了解《有机波谱分析》课程的内容和目标。
2. 掌握波谱学的基础知识。
3. 掌握有机波谱分析的研究内容和任务。
4. 介绍四大谱在有机化学发展中的作用及其发展的新趋势。
5. 培养学生良好的自主学习能力。熟悉波谱分析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】

第一章	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 波谱学的基础知识，有机波谱分析的研究内容和任务。				
2. 二级知识点 有机波谱分析研究工作的发展方向。				
3. 三级知识点 紫外光谱、红外光谱、核磁共振和质谱四大谱在有机化学发展中的作用及其发展的新趋势。				

【学习重点】

1. 波谱学的基础知识。
2. 有机波谱分析的研究内容和任务。

【学习难点】

1. 波谱学的基础知识。
2. 有机波谱分析的研究内容和任务。

第二章 紫外光谱

【学习目标】

1. 掌握紫外光谱的基本概念、基本原理。

2. 掌握常见有机化合物的紫外光谱特征、影响紫外光谱吸收波长和吸收强度的主要因素。

3. 初步掌握紫外光谱的定性、定量分析方法。

4. 了解利用 Woodward 经验规则预测共轭多烯、 α, β -不饱和羰基化合物的 $\pi \rightarrow \pi^*$ 跃迁的紫外最大吸收波长；了解紫外光谱仪的结构及实验技术。

5. 能综合运用紫外光谱的理论知识拓展思维，解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题，培养和提高学生的从理论到实践的能力，培养学生的综合研究能力和创新能力，培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第二章	紫外光谱	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 紫外光谱的基本概念、基本原理；影响紫外光谱吸收波长、吸收强度的主要因素；紫外光谱的定性、定量分析方法。				
2. 二级知识点 各类有机化合物的紫外光谱特征； λ_{\max} 的经验计算。				
3. 三级知识点 紫外光谱仪的结构及实验技术。				

【学习重点】

1. 紫外光谱的基本原理。
2. 各类化合物的紫外吸收光谱。
3. 紫外光谱的定性、定量分析方法。

【学习难点】

1. 紫外光谱的基本原理。
2. 紫外光谱的定性、定量分析方法。

第三章 红外光谱

【学习目标】

1. 掌握红外光谱的基本原理。
2. 掌握影响振动频率的因素。

3. 熟练掌握各类有机化合物的红外光谱特征,尤其是常见官能团,如苯环、羰基、羟基、氨基等的红外光谱学特征。
4. 掌握红外光谱图解析的一般方法及其在有机化合物结构鉴定中的应用。
5. 了解红外光谱仪器的基本构造和一般实验技术。
6. 能综合运用红外光谱的理论知识拓展思维,解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题,培养和提高学生的从理论到实践的能力,培养学生的综合研究能力和创新能力,培养学生的创新意识和科研素养。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】

第三章	红外光谱	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 红外光谱的基本原理;影响振动频率的内部因素;特征基团的红外光谱吸收频率;各类有机化合物的红外光谱特征,尤其是常见官能团,如苯环、羰基、羟基、氨基等的红外光谱学特征。红外光谱图的解析。				
2. 二级知识点 红外光谱图解析的一般方法及其在有机化合物结构鉴定中的应用。				
3. 三级知识点 红外光谱仪器的基本构造和实验技术。				

【学习重点】

1. 红外光谱的基本原理。
2. 影响振动频率的内部因素。
3. 各类有机化合物的红外光谱特征,尤其是常见官能团,如苯环、羰基、羟基、氨基等的红外光谱学特征。
4. 红外光谱图解析的一般方法及其在有机化合物结构鉴定中的应用。

【学习难点】

1. 红外光谱的基本原理。
2. 各类有机化合物特征基团吸收峰位置。
3. 红外光谱图的解析。

第四章 核磁共振氢谱

【学习目标】

1. 掌握核磁共振谱产生的基本原理。
2. 了解核磁共振波谱仪的工作原理和一般实验技术。
3. 掌握化学位移和自旋偶合的概念及影响化学位移的因素。
4. 掌握常见有机化合物的核磁共振氢谱特征及氢谱解析的一般方法。
5. 掌握核磁共振波谱法在有机化合物结构鉴定中的应用。
6. 能综合运用核磁共振谱的理论知识拓展思维，融合科研案例，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，以及培养他们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】

第四章	核磁共振氢谱	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 核磁共振谱产生的基本原理，产生核磁共振的条件；化学位移、电子屏蔽效应、自旋偶合与裂分，影响化学位移的因素（诱导效应及化学键各向异性）；自旋系统、偶合常数、偶合裂分规律；自旋系统的分类与命名；常见质子的化学位移；核磁共振谱的解析。				
2. 二级知识点 核磁共振波谱仪的工作原理和一般实验技术，简化 $^1\text{H-NMR}$ 谱的实验方法（重水(D_2O)交换）。				
3. 三级知识点 核磁共振氢谱解析的一般方法及应用；核磁共振分析的发展简史。				

【学习重点】

1. 核磁共振氢谱产生的基本原理。
2. 化学位移和自旋偶合的概念及影响化学位移的因素。
3. 自旋系统的分类与命名。
4. 常见质子的化学位移。
5. 核磁共振氢谱的解析及在有机化合物结构鉴定中的应用。

【学习难点】

1. 核磁共振氢谱产生的基本原理。
2. 化学位移和自旋偶合的概念及影响化学位移的因素。
3. 自旋系统的分类与命名。
4. 核磁共振氢谱综合解析。

第五章 核磁共振碳谱

【学习目标】

1. 掌握核磁共振碳谱的特点。
2. 掌握核磁共振碳谱测定技术。
3. 熟悉各类 ^{13}C 的化学位移范围。
4. 掌握简单核磁共振碳谱的一般解析方法。
5. 能综合运用核磁共振谱的理论知识拓展思维，融合科研案例，引导学生形成实事求是、认真严谨的科研态度。

【学习内容】

第五章	核磁共振碳谱	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 核磁共振碳谱的特点、测定技术（质子宽带去耦、偏共振去耦、选择氢去耦谱）；图谱解析的一般方法。				
2. 二级知识点 影响 δ_c 的因素，各类 ^{13}C （ sp^3 、 sp^2 、 sp 杂化碳）的化学位移范围。				
3. 三级知识点 核磁共振碳谱测定技术的发展简史。				

【学习重点】

1. 核磁共振碳谱的特点及测定技术。
2. 各类 ^{13}C 的化学位移范围。
3. 核磁共振碳谱的一般解析方法。

【学习难点】

1. 核磁共振碳谱测定技术。
2. 核磁共振碳谱的一般解析方法。

第六章 质谱

【学习目标】

1. 了解质谱的基本原理、分类；了解质谱几种电离方法。
2. 掌握质谱中离子的类型及质谱中有机分子的裂解规律。
3. 掌握判断分子离子峰的原则，并能根据同位素峰的强度或高分辨质谱仪给出的分子离子峰推测分子式；熟悉质谱解析程序。
4. 掌握常见有机化合物质谱的裂解特征及谱图解析的一般方法。
5. 了解质谱新技术在化合物结构解析中的应用。
6. 通过分析科研案例，激发学生的创新思维意识，提高学生的综合研究能力和创新能力。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】

第六章	质谱	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 质谱的基本原理，质谱中离子的类型及质谱中有机分子的裂解规律。分子离子峰的识别、麦氏重排、常见有机化合物（烷烃、烯烃、芳烃、醇、醛、酮）质谱的裂解特征、质谱解析的一般方法。				
2. 二级知识点 开裂方式、开裂类型、亚稳离子峰、同位素离子峰，分子量与分子式的确定。				
3. 三级知识点 质谱几种电离方法；质谱新技术在化合物结构解析中的应用。				

【学习重点】

1. 质谱的基本原理。
2. 分子离子峰的识别。
3. 常见有机化合物（烷烃、烯烃、芳烃、醇、醛、酮）质谱的裂解特征。
4. 谱图解析的一般方法。

【学习难点】

1. 分子离子峰的识别。
2. 常见有机化合物质谱的裂解特征。

3. 谱图解析的一般方法。

第七章 图谱综合解析

【学习目标】

1. 通过实例掌握四谱综合解析的方法与技巧。
2. 掌握联用四大谱（紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱）判断常见简单有机化合物的结构。
3. 掌握利用多种谱学信息相互补充来解决一般有机化合物的结构鉴定问题。
4. 能综合运用四谱的理论知识拓展思维，解决科学研究中遇到推导有机化合物结构的难题，培养和提高学生的从理论到实践的能力，培养学生的综合研究能力和创新能力，培养学生的创新意识和科研素养。

【学习内容】

第七章	图谱综合解析	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 四谱综合解析的方法与技巧。联用四大谱（紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱）判断常见简单有机化合物的结构。				
2. 二级知识点 利用多种谱学信息相互补充来解决一般有机化合物的结构鉴定问题。				
3. 三级知识点 四谱在现实生活中的应用。				

【学习重点】

1. 四谱综合解析的方法与技巧。
2. 联用四大谱判断常见简单有机化合物的结构。

【学习难点】

1. 四谱综合解析的方法与技巧。
2. 利用多种谱学信息相互补充来解决一般有机化合物的结构鉴定问题。

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”各占 50% 的评价模式。详见下表 3。

“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：考勤、线上章节学习次数、课堂互动、作业、章节测验、章节学习次数等。

“线下”成绩是期末考试卷面成绩。期末笔试试卷中试题题型种类至少 4 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×50%+“线下”成绩×50%

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
“线上”成绩 50%	签到	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。	
	章节学习次数	10%	考察学生课上、课下听讲的实际情况。	
	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
	章节测验	20%	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 2
期末考试 50%	简答题	40%	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

	单选题	30%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	
	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 3
	推结构题	20%	考查学生对基本知识掌握及综合运用情况, 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

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 $D_2 = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.4 + M_3 \times 0.2$

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

孟令芝, 龚淑玲, 何永炳, 刘英. 有机波谱分析(第四版). 武汉: 武汉大学出版社, 2016年.

(二) 主要参考书目

[1] 常建华. 《波谱学原理及解析》. 北京: 科学出版社, 2001年.

[2] 宁永成. 《有机化合物结构鉴定与有机波谱学》(第三版). 北京: 科学出版社, 2014年.

[3] 薛松. 《有机结构分析》(修订版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2012年.

[4] 郑穹, 黄昆, 梁淑彩. 《药物波谱解析实用教程》. 武汉: 武汉大学出版社, 2009年.

[5] 宁永成. 《有机波谱学谱图解析》, 北京: 科学出版社, 2010年.

[6] E. 普雷士. 《波谱数据表—有机化合物的结构解析》(原书第四版). 北京: 科学出版社, 2013年.

(三) 其它课程资源

[1] <https://www.icourse163.org/course/ZZU-1461116162>(在线开放课程, 郑州大学, 曹书霞).

[2] <https://www.icourse163.org/course/NWU-1003381005>(中国大学 MOOC, 西北大学, 白银娟).

[3] http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi (可以查询化合物的 IR、 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 、MS 谱图数据).

[4] <http://www.chem.ucla.edu/~webspectra/index.html> (有NMR和IR的基础理论知识).

[5] <http://masspec.scripps.edu/> (美国Scripps质谱中心网站: 有关于质谱发展史、质谱基础理论、质谱前沿知识以及最新质谱研究的内容).

[6] <http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/inside.htm> (核磁共振学习网站).

[7] <https://mooc1.chaoxing.com/course/205267892.html> (在线开放课程, 南阳师范学院, 柳文敏).

执笔人：柳文敏

参与人：于林涛、高文超

课程负责人：柳文敏

审核人（系/教研室主任）：赵一阳

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年06月

《现代仪器分析》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：现代仪器分析

Modern Instrumental Analysis

课程代码：53110230

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第5学期

先修课程：《分析化学》、《仪器分析》

二、课程目标

(一) 具体目标

现代仪器分析方法种类繁多，根据我国目前的实际情况，本课程只介绍其中最为常用的方法，着重讨论这些现代常用仪器分析方法的基本原理、分析条件、仪器结构及其应用，并对近年来发展起来的多种仪器分析新技术进行概述。通过本课程的学习，强化学生的专业素质，使之具有较广的知识面和较强的选择分析方法的能力，为学生进一步学习专业知识及开展科研工作打好基础。具体要求达到的课程教学目标如下：

课程目标1：通过该课程的学习，使学生能够掌握现代仪器分析方法的基本原理、仪器构造及应用知识的能力，对试样组分的分析方法的设计及分析等应用能力；要求学生初步具有根据分析目的，结合学到的各种分析方法的特点、应用范围选择适宜的分析方法的能力。【支撑毕业要求3】

课程目标2：通过教学调动学生的积极性、主动性，坚持以“探究”为特点的主动学习，坚持将现代仪器分析的发展史和科学哲学思想融入课堂，使学生学会运用多样的教学策略指导学习过程，开展多元化的学习评价。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: 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。【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	7.2 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 光谱分析法	讲授法、专题研讨	课程目标 1、2、3	10
第二章 质谱法	讲授法、专题研讨	课程目标 1、2、3	10
第三章 表面分析方法	讲授法、案例教学	课程目标 1、2	4
第四章 毛细管电泳法	讲授法、案例教学	课程目标 1、2	4
第五章 其他分析方法	讲授法、专题研讨	课程目标 1、3	4
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 光谱分析法

【学习目标】

1. 掌握 X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的基本原理及仪器基本结构。
2. 了解 X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的发展历程及特点。
3. 初步掌握依据测试目的, 结合学到的各种分析方法的特点、应用范围选择适宜的分析方法的能力。
4. 结合光谱分析法的研究进展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。

【学习内容】

第一章	光谱分析法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点				
(a) X 射线的基本原理: X 射线的产生途径; 连续 X 射线和特征 X 射线; X 射线吸收的基本原理和概念; X 射线吸收过程; X 射线的散射和衍射; X 射线荧光发射; Auger 电子发射; 光电子发射。				
(b) Raman 散射与 Raman 位移; Raman 光谱图与 Raman 光强度; 退偏比; Raman 光谱与红外吸收光谱的比较; 色散型 Raman 光谱仪的仪器结构、特点及应用; 傅里叶变换 Raman 光谱仪的仪器结构、特点及应用。				
(c) 核磁共振波谱仪的基本原理、化学位移、自旋-自旋偶合、核磁共振谱仪。				
2. 二级知识点				
(a) X 射线光谱仪器基本结构: X 射线管; 放射性同位素; 次级 X 射线; X 射线滤光片; X 射线单色器; X 射线探测器; 信号处理器。				
(b) 激光 Raman 光谱仪的定性分析及定量分析。				
(c) 一维核磁共振氢谱的特点; 影响化学位移的主要因素; 氢谱中偶合常数的特点; 氢谱的解析。				
3. 三级知识点				
(a) X 射线荧光法的仪器装置及应用; X 射线吸收法; 多晶粉末法和单晶衍射法。				
(b) 激光 Raman 光谱法的发现及发展; 共振 Raman 光谱法及表面增强				

Raman 光谱法的应用。

(c) 一维核磁共振碳谱的特点；影响化学位移的主要因素；碳谱中的偶合现象；碳谱的解析。

【学习重点】（列举本章学习重点）

1. X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的基本原理。
2. X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的仪器结构。
3. X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的特点及应用。

【学习难点】（列举本章学习难点）

1. X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的基本原理。
2. X 射线光谱法、激光 Raman 光谱法和核磁共振波谱法的仪器结构。

第二章 质谱法

【学习目标】

1. 掌握质谱法的基本原理及质谱仪的工作原理和基本结构。
2. 初步掌握依据测试目的，结合质谱法的特点、应用范围选择适宜的分析方法的能力。
3. 了解分子质谱与原子质谱的异同点，了解气-质联用、液-质联用及质-质联用的原理、结构、特点及应用。
4. 通过对质谱法发展历程的学习，培养学生善于分析、归纳总结、迁移及勇于求是的能力。

【学习内容】

第二章	质谱法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点				
(a) 原子质谱法的基本原理；原子质谱仪的分析系统：离子源的作用、种类及应用；质量分析器的作用、种类及应用；检测器的作用、种类及应用。				
(b) 分子质谱仪器基本结构：进样系统、离子源、质量分析器。				
(c) 分子质谱离子类型：分子离子、同位素离子、碎片离子、重排离子、亚稳离子。				
2. 二级知识点				

- (a) 原子质谱仪的构造; 原子质谱仪的工作原理及主要性能指标。
- (b) 分子质谱与原子质谱的比较。
- (c) 质谱法的基本原理和方程。
- (d) 分子质谱法的应用: 化合物的定性分析、新化合物的结构鉴定、定量分析。

3. 三级知识点

- (a) 电感耦合等离子体质谱法的基本装置; 干扰及消除方法; ICP-MS 的应用。
- (b) 分子质谱的范畴及表示方法; 几种常用联用技术如: 气-质联用、液-质联用及质-质联用的原理、结构、特点及应用。

【学习重点】(列举本章学习重点)

1. 质谱法的基本原理及质谱仪器的基本结构。
2. 分子质谱离子类型: 分子离子、同位素离子、碎片离子、重排离子、亚稳离子。
3. 质谱法的特点及应用: 化合物的定性分析、新化合物的结构鉴定、定量分析。

【学习难点】(列举本章学习难点)

1. 质谱法的基本原理及质谱仪器的基本结构。
2. 分子质谱离子类型: 分子离子、同位素离子、碎片离子、重排离子、亚稳离子。

第三章 表面分析方法

【学习目标】

1. 掌握光电子能谱法的基本原理、分类、仪器结构及应用。
2. 了解表面及表面分析的概念; 了解二次离子质谱法的原理、仪器结构及应用; 了解扫描隧道显微镜和原子力显微镜的应用。
3. 通过对表面分析方法的学习, 培养学生学会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。

【学习内容】

第三章	表面分析方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点				
光电子能谱法的基本原理; 电子结合能; X 射线光电子能谱图; 电离能; 紫外光电子能谱图; Auger 电子能谱的产生; Auger 电子产额; Auger 电子峰的强度;				

Auger 电子的能量; Auger 电子能谱。

2. 二级知识点

电子能谱仪的结构; 电子能谱法的特点及应用。

3. 三级知识点

二次离子质谱法的基本原理、仪器结构及应用; 扫描隧道显微镜和原子力显微镜的结构、特点及应用。

【学习重点】

1. 光电子能谱法的基本原理。
2. 电子能谱仪的结构及电子能谱法的特点和应用。
3. 扫描隧道显微镜和原子力显微镜的结构、特点及应用。

【学习难点】

1. 光电子能谱法的基本原理。
2. 电子能谱仪的结构及电子能谱法的特点和应用。

第四章 毛细管电泳法

【学习目标】

1. 掌握毛细管电泳的基本理论和毛细管电泳仪的基本结构。
2. 初步掌握毛细管电泳的分离模式及应用, 并会依据测试要求, 选择合适的毛细管电泳技术。
3. 了解毛细管电泳法的发展和特点。
4. 通过对毛细管电泳法发展历程的学习, 对学生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。

【学习内容】

第四章	毛细管电泳法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 毛细管电泳的基本理论: 偶电层和 Zeta 电势; 电泳和电泳淌度; 电渗流和电渗流淌度; 分离原理; 柱效和分离度。				
2. 二级知识点 仪器装置: 毛细管电泳仪的基本结构; 进样系统; 电源及其回路; 毛细管柱;				

检测系统。

3. 三级知识点

毛细管电泳的发展和特点；毛细管电泳的分离模式及应用，如：毛细管区带电泳、胶束毛细管色谱、毛细管凝胶电泳、毛细管等电聚焦、毛细管等速电泳、毛细管电色谱。

【学习重点】

1. 毛细管电泳的基本理论。
2. 毛细管电泳仪的基本结构。
3. 毛细管电泳的分离模式及应用。

【学习难点】（列举本章学习难点）

1. 毛细管电泳的基本理论。
2. 毛细管电泳的分离模式及应用。

第五章 其他分析方法

【学习目标】

1. 掌握差热分析、差示扫描量热法和热重法的原理及应用。
2. 掌握流动注射分析和微流控技术的原理及应用。
3. 初步掌握同步热分析的原理及应用，初步掌握微流控加工技术。
4. 通过对其他分析方法发展历程的学习，培养学生善于分析、归纳总结、迁移及勇于求是的能力。

【学习内容】

第五章	其他分析方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 (a) 差热分析和差示扫描量热法的原理及应用；热重法的原理及应用。 (b) 流动注射分析的基本过程和基本原理；流动注射分析的仪器装置；微流控技术的原理及应用。				
2. 二级知识点 (a) 同步热分析的原理及应用。 (b) 流动注射分析的应用；微流控芯片的制备；液流驱动和控制。				
3. 三级知识点				

(a) 联用技术的发展及应用。

(b) 微流控分析系统的检测器；微流控分析系统的应用。

【学习重点】

1. 差热分析、差示扫描量热法和热重法的原理及应用。
2. 流动注射分析和微流控技术的基本过程和基本原理。
3. 同步热分析的原理及应用。

【学习难点】

1. 差热分析、差示扫描量热法和热重法的原理及应用。
2. 流动注射分析和微流控技术的基本过程和基本原理。

四、教学方法

结合现代仪器分析发展历史及发展趋势、现代仪器与生产生活联系紧密的学科特点，教师通过价值实现、兴趣提升、信息交流等不同视觉，引导学生将自身需求由潜在状态转入活动状态，使学生产生强烈的学习愿望或意向，形成学习活动动机。按照现代仪器各部分知识特点将教学内容分为精讲内容、导学内容和研讨内容，导学内容和研讨内容部分均安排课内外讨论或练习环节。如现代仪器分析的发展历史、应用等与社会生活联系紧密内容，由任课教师提出问题学生通过自学进行解答；涉及本学科最新理论与技术成就或与社会有关的环境、社会问题作为研讨内容，由教师结合教材内容提出问题或学生自己提出问题，学生通过查资料、组织讨论、写小论文等形式完成。形成“主题—探究—表达”的渐进式模式，形成课堂学习与课外学习互补，师生学习与生生学习互动的学习氛围。

五、课程考核

对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式，综合评价学生的知识掌握、素质培养等情况。结合本课程特点，其评价方式采取平时成绩(占 50%)、笔试成绩(占 50%)相结合，其中笔试成绩主要采用开卷考查形式考核学生掌握知识的情况及运用知识去分析问题、解决问题的能力。平时成绩则以学习通为依据，包括签到、课堂互动、作业、讨论、分组任务、章节学习次数等。成绩评定包括平时成绩 50%（以学习通成绩为准）和期末成绩 50%。

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 50%	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
	课堂互动	20%	随堂在线检测,考核学生对现代仪器分析基本知识、原理、方法的理解和掌握程度;考察学生的学习态度、课堂参与度。	课程目标 1
	作业	20%	考核学生对现代仪器分析技术的应用能力;考察学生的自主学习情况。	课程目标 2
期末考试 50%	选择题	10%	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 2
	填空题	10%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	判断题	5%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	简答题	10%	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 2
	论述题	15%	考查学生分析探讨、解决问题的能力,考查学生的创新能力。	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“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

武汉大学主编.《分析化学》（第 6 版）下册，高等教育出版社，2017 年.

（二）主要参考书目

[1] 李发美.《分析化学》（第 7 版），人民卫生出版社，2011 年.

[2] 华中师范大学，东北师范大学，陕西师范大学主编.《分析化学》（第 4 版）下册，高等教育出版社，2011 年.

（三）其它课程资源

现代仪器分析，福建农林大学，中国慕课网。

执笔人：李鑫

参与人：李鑫、邢小静

课程负责人：李鑫

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

《高分子化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：高分子化学

Polymer Chemistry

课程代码：53110231

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第5学期

先修课程：有机化学、物理化学

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：掌握高分子化学的基本知识、原理、方法，具备一定的科学思维方法，了解高分子学科与其他自然学科、社会实践的联系。【支撑毕业要求 3】

课程目标2：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，为日后的科研工作等奠定基础。【支撑毕业要求7】

课程目标3：能够将知识学习、能力发展与品德养成相结合，逐步形成科学的自然观和世界观。【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	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	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、案例教学法、启发式教学、讨论法	课程目标 1、2	2
第二章 逐步聚合	讲授法、案例教学法、启发式教学、讨论法	课程目标 1、2	6
第三章 自由基聚合	讲授法、案例教学法、启发式教学、自主学习法、提问法、讨论法	课程目标 1、2	10
第四章 自由基共聚合与聚合方法	讲授法、案例教学法、启发式教学、提问法、发现问题法	课程目标 1、2	6
第五章 离子型聚合与配位聚合	讲授法、启发式教学、自主学习法、讨论法、发现问题法	课程目标 1、3	4
第六章 聚合物化学反应	讲授法、案例教学法、启发式教学、提问法、发现问题法	课程目标 1、3	4
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 让学生了解本课程的主要学习任务，明白课程的性质，了解高分子发展历史。
2. 学习有关高分子的基本概念。
3. 掌握高分子化合物的特点、分类方法及命名等；掌握有关高分子化合物的相对分子质量的计算及多分散性的表示方法。
4. 将我国科学家在 高分子发展历史中的贡献引入课堂，以此为切入点激发学生的爱国热情和自豪感，激励其努力学习。

【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 高分子化合物的概念及特点、结构单元重复单元及单体单元的定义及区别、高分子的分类与命名、聚合度、相对分子质量及其分布的定义				
2. 二级知识点 大分子结构式与聚合反应式的书写规范、数均及重均相对分子质量计算公式及相互关系、凝胶渗透色谱法				
3. 三级知识点 高分子科学的范畴、发展简史、重要人物及贡献				

【学习重点】

1. 高分子的基本概念
2. 高分子化合物的特点、分类方法
3. 有关高分子化合物的相对分子质量的计算及多分散性的表示方法

【学习难点】

高分子化合物的相对分子质量的计算

第二章 逐步聚合

【学习目标】

1. 掌握线型缩聚反应平衡及相对分子质量控制与分布，体型缩聚反应特点、基本条件和凝胶点的计算。
2. 理解缩聚反应动力学。

3. 了解几种重要缩聚物和其他缩聚反应。

4. 通过解放初期我国科学家在艰难条件下研制“锦纶”等科学故事激发学生的爱国情怀。

【学习内容】

第二章	逐步聚合	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 线型缩聚定义及机理、线型缩聚动力学、线型缩聚相对分子质量与官能团转化率、反应时间及单体投料比间关系及相关公式的推导与应用、体型缩聚定义、平均官能团定义及计算、体型缩聚物结构与性能特点、体型缩聚反应特点				
2. 二级知识点 重要缩聚物产品制备方法、主要性质及用途				

【学习重点】

1. 线型缩聚反应平衡及相对分子质量控制与分布
2. 体型缩聚反应特点、基本条件和凝胶点的计算
3. 逐步聚合方法及几种重要缩聚物

【学习难点】

体型缩聚反应凝胶点的计算

第三章 自由基聚合

【学习目标】

1. 掌握三基元反应及其特点。
2. 理解阻聚与缓聚。
3. 了解自由基聚合对单体的要求，可控/活性自由基聚合。
4. 通过对可控/活性自由基聚合的分析，拓展学生视野，启发学生分析与解决问题的创新思维。

【学习内容】

第三章	自由基聚合	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	10
1. 一级知识点 自由基聚合反应历程与初期动力学、动力学链长与聚合度、自动加速过程现				

象及机理、阻聚和缓聚试剂及类型。

2. 二级知识点

连锁聚合反应单体与热力学、相对分子质量及其分布影响因素；可控/活性自由基聚合主要类型及反应机理。

【学习重点】

1. 三基元反应及其特点
2. 自由基聚合反应速率、聚合度
3. 自动加速过程

【学习难点】

自由基聚合反应速率、聚合度的计算

第四章 自由基共聚合与聚合方法

【学习目标】

1. 掌握二元共聚物组成微分方程与曲线、共聚物组成控制方法、四种自由基聚合方法特别是乳液聚合的配方和特点。
2. 熟悉单体及自由基活性大小及影响因素、重要自由基聚合产品主要性质、合成方法及用途。
3. 了解 Q-e 方程的意义和用途。
4. 通过聚合方法的比较，引导学生绿色与可持续发展的理念。

【学习内容】

第四章	自由基共聚合与聚合方法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 二元共聚物组成微分方程与曲线、共聚物组成控制方法、四种自由基聚合方法特别是乳液聚合的配方和特点。				
2. 二级知识点 单体及自由基活性大小及影响因素、重要自由基聚合产品主要性质、合成方法及用途；Q-e 方程的意义和用途				

【学习重点】

1. 二元共聚物组成微分方程与曲线、共聚物组成控制方法。

2. 四种自由基聚合方法特别是乳液聚合的配方和特点。
3. 重要自由基聚合产品主要性质、合成方法及用途。

【学习难点】

1. 二元共聚物组成微分方程与曲线。
2. 乳液聚合。

第五章 离子型聚合与配位聚合

【学习目标】

1. 掌握阴离子聚合、阳离子聚合、配位聚合的机理、特点；掌握阴离子聚合、阳离子聚合的反应动力学；掌握离子型聚合活性中心的 4 种离子形态及链增长方式。
2. 理解配位聚合与定向聚合及聚合历程。
3. 了解采用阳离子聚合所制备聚合物的结构、性能和用途。
4. 通过阴离子活性聚合的应用的学习，培养学生“变不利为有利”的辩证思维。

【学习内容】

第五章	离子型聚合与配位聚合	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 阴离子聚合、阳离子聚合和配位聚合的聚合单体、引发剂、反应机理、反应特点及影响因素、主要阴离子聚合物产品特别是聚苯乙烯及共聚物制备方法主要性质及用途。				
2. 二级知识点 主要配位聚合物、阳离子聚合物产品制备方法、主要性质及用途。				

【学习重点】

1. 阴离子聚合、阳离子聚合、配位聚合的机理、特点。
2. 离子型聚合活性中心的 4 种离子型态及链增长方式。

【学习难点】

1. 阴离子聚合活性中心影响因素。
2. 配位聚合的机理。

第六章 聚合物化学反应

【学习目标】

1. 掌握聚合物化学反应特点及影响因素，掌握通过聚合物化学反应制备功能高分子的方法。
2. 理解聚合物的降解、分解、老化与防老。
3. 通过聚合物降解的学习，培养学生可持续发展的思维。

【学习内容】

第六章	聚合物化学反应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 聚合物反应特点与影响因素、基团孤立效应、聚合物分子侧基与主链反应主要类型及应用例子。				
2. 二级知识点 降解、分解种类及影响因素、老化类型及影响因素、常见聚合物防老化方法。				

【学习重点】

1. 聚合物化学反应特点及影响因素
2. 典型的通过聚合物化学反应制备功能高分子的方法

【学习难点】

立体异构因素对聚合物化学反应的影响

四、教学方法

多媒体辅助教学，以“教学应由传授知识转向传授学习知识的方法”的教改思路，加强教学方法的启发性、针对性、交互式和实效性，将“接受学习”和“发现学习”有机地结合起来，改“单向式”为“双向式”，引导学生由“学会”过渡到“会学”和“会用”，注重培养学生获取知识的能力和创新意识，通过结合工业、生活中的高分子的合成、性能与应用等实例的学习达到教学目的。主要教学方法包括：讲授法、时政新闻讨论法、启发教学法、讨论法、情景法、分组辩论法等。

五、课程考核

总成绩(100%)=课程过程考核成绩(30%)+期末考核成绩(70%)，详见下表3。

其中：过程考核成绩30%=出勤及课堂表现15%+作业完成情况15%，期末考核成绩70%为期末考试卷面成绩。

过程考核项目具体实施办法:

①出勤及课堂表现 15%主要考核学生的出勤情况、课堂表现及学生对课程内容的掌握情况,在课堂或课后随机进行,由日常记录材料支撑;

②作业完成情况 15%主要考核学生的作业上交次数和作业完成质量,由批改后的作业成绩记录材料支撑。

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。

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%	签到	50%	常规签到与教师抽查点名相结合,旷课、事假进行相应扣分,考察学生的学习态度。	课程目标 3
	作业	50%	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以及学生综合归纳方面的能力。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
期末考试 70%	计算与简答题	40%	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	20%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	填空题	20%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	判断题	10%	考查学生对基本知识点的掌握情况。	课程目标 1
	合成题	10%	考查学生对基本知识掌握及综合运用情况,分析探讨、解决问题的能力。	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 (0.50)	$X_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	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 (0.3)	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	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	$Z_1 \div \text{学生总人数}$	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	C	

(0.2)	人数 ×100%		总人数 ×100%		总人数 ×100%		总人数 ×100%	人		
-------	-------------	--	--------------	--	--------------	--	--------------	---	--	--

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

$$M = M_1 \times 0.5 + M_2 \times 0.3 + M_3 \times 0.2 \quad \text{公式 (4)}$$

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

江波. 《高分子化学教程》(第五版). 北京: 科学出版社, 2019 年.

(二) 主要参考书目

[1] 王槐三. 《高分子化学教程》(第四版). 北京: 科学出版社, 2015 年.

[2] 潘祖仁. 《高分子化学》(第四版). 北京: 化工出版社, 2007 年.

[3] 韩哲文. 《高分子化学》. 上海: 华东理工大学出版社, 2002 年.

(三) 其它课程资源

网络课程：<https://www.icourse163.org/course/NCU-1206613806>

执笔人：张正辉

参与人：高远飞、李涛、左军超、丁艳华

课程负责人：张正辉

审核人（系/教研室主任）：高远飞

审定人（主管教学副院长/副主任）：包晓玉

2020年6月

《统计热力学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：统计热力学

Statistical Thermodynamics

课程代码：53110232

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32 学时

课程学分：2 学分

修读学期：第 5 学期

先修课程：《物理化学》，《高等数学》

课内实验（实践）：无

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：理解统计热力学的有关理论，包括基本概念、基本定理、定律、基本公式、基本热力学量及它们之间相互推导、对统计热力学理论的应用，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，从而提升学生分析和解决实际问题的综合能力。使学生自觉践行社会主义核心价值观，立志成为有理想信念、有道德情操、有扎实学识、有仁爱之心的好老师，具有一定的人文素养和科学素养。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2：建立分析微观世界的思路和方法，并培养分析问题、解决问题、进行创造性思维的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼，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。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 7】

课程目标 3: 让学生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。激发学生的创新意识，使学生具备一定的创新意识并能积极参与课外大学生创新实践活动，使学生具备指导中学生进行化学学科相关的创新实践活的能力。**【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	3.1 学科基础：掌握化学专业所必须的数学、物理学等相关学科基本理论和基本知识，具有一定的科学素养。
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	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。

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 预备知识	讲授法、小组讨论法	课程目标 1、2	4
第二章 孤立系	讲授法、启发法、案例教学、习题法	课程目标 1、2、3	4
第三章 封闭系	讲授法、启发法、案例教学、习题法	课程目标 1、2、3	4
第四章 均匀物质的热力学性质	讲授法、案例教学、习题	课程目标 1、2、3	4

	法		
第五章 气体的性质	讲授法、小组讨论法、习题法	课程目标 1、2、3	4
第六章 开放系	讲授法、启发法、案例教学、习题法	课程目标 1、2、3	4
第七章 量子统计法	讲授法、小组讨论法	课程目标 1、2、3	2
第八章 涨落理论	讲授法、小组讨论法	课程目标 1、2、3	4
第九章 非平衡态统计物理简介	讲授法、小组讨论法	课程目标 1、2、3	1
第十章 相变与临界现象	讲授法、案例教学	课程目标 1、2、3	1
合计			32

(二) 具体内容

第一章 预备知识

【学习目标】

1. 回顾并掌握热学相关的结论，掌握统计热力学相关的几个数学问题，为进一步学习打下基础。
2. 理解粒子的微观状态，建立分析微观世界的思路和方法，培养学生唯物主义的观点看待世界。

【学习内容】

第一章	预备知识	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 量子数、量子态、自由度、能级、简并度、态密度、分子空间、哈密顿量。				
2. 二级知识点 德布罗意关系、不确定性原理、经典极限、微观状态数、三种量子系统、全同性原理、相空间、高斯积分、偏导数和微分。				
3. 三级知识点 热平衡定律、热力学第一定律、热力学第二定律、热力学函数、概率、排列与组合、斯特林公式。				

【学习重点】

1. 德布罗意关系和不确定性原理。
2. 三种量子系统。

【学习难点】

1. 量子力学。
2. 偏导数和微分。

第二章 孤立系

【学习目标】

1. 理解统计物理的基本原理和微正则分布，运用统计物理的方法导出热力学定律。
2. 培养分析问题、解决问题、进行创造性思维的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼，为进一步学习打下基础。
3. 掌握微正则分布的应用，培养学生严肃认真、实事求是的从事科学理论研究的态度和作风。
4. 通过对孤立系的讲解激发学生爱国爱家情怀。

【学习内容】

第二章	孤立系	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 统计系综、系综的概率密度、热平衡定律的导出、热力学第一定律的导出、热力学第二定律的导出、微正则分布的应用。				
2. 二级知识点 统计物理学的基本原理、等概率原理、微正则系综、微正则分布、玻尔兹曼关系。				
3. 三级知识点 统计规律性、熵增加原理、广延量、强度量。				

【学习重点】

1. 统计系综和热平衡定律的统计学解释。
2. 热力学定律的统计学解释。

【学习难点】

1. 微正则分布。

2. 微正则分布的应用。

第三章 封闭系

【学习目标】

1. 理解正则分布和麦-玻分布，运用统计物理的方法导出热力学公式。
2. 培养逻辑推导的能力，使理论推导能力得到必要的锻炼，为进一步学习打下基础。
3. 掌握能均分定理的应用，培养学生严谨的科学态度和作风。
4. 通过吉布斯佯谬的讲解，培养学生良好的职业道德和思想品质。

【学习内容】

第三章	封闭系	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 配分函数、热力学公式、能量涨落、麦克斯韦-玻尔兹曼分布、拉格朗日未定乘子法、麦-玻分布的讨论、肖特基缺陷。				
2. 二级知识点 正则分布、玻尔兹曼因子、粒子配分函数、非简并性条件、经典麦-玻分布、能均分定理。				
3. 三级知识点 最概然分布、最概然法、吉布斯佯谬。				

【学习重点】

1. 正则分布、麦-玻分布和最概然分布。
2. 麦-玻分布计算热力学函数。

【学习难点】

1. 麦-玻分布的讨论。
2. 缺陷和激发能。

第四章 均匀物质的热力学性质

【学习目标】

1. 掌握麦克斯韦关系及其应用。

2. 培养逻辑推导的能力,使理论推导能力得到必要的锻炼,为进一步学习打下基础。
3. 掌握焦耳效应和焦-汤效应,培养学生勇于探索的科学精神。
4. 通过焦耳效应和焦-汤效应的比较,引导学生自觉弘扬和践行社会主义核心价值观。

【学习内容】

第四章	均匀物质的热力学性质	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
<p>1. 一级知识点 麦克斯韦关系的应用、基本热力学函数的获得方法、特性函数、表面张力、焦耳效应与焦-汤效应的比较。</p> <p>2. 二级知识点 基本热力学函数、焦耳定律、吉布斯-亥姆霍兹方程、马休函数、获得低温的方法。</p> <p>3. 三级知识点 麦克斯韦关系、焦耳效应、焦-汤效应。</p>				

【学习重点】

1. 麦克斯韦关系组及其应用。
2. 吉布斯-亥姆霍兹方程。

【学习难点】

1. 基本热力学函数的获得方法。
2. 焦耳系数和焦-汤系数。

第五章 气体的性质

【学习目标】

1. 掌握理想气体的有关性质。
2. 培养分析问题和解决问题的能力,使理论分析能力得到必要的锻炼,为进一步学习打下基础。
3. 掌握热容量的量子理论,培养学生严谨的科学态度。
4. 通过学习热容量理论的发展过程,引导学生自觉弘扬和践行社会主义核心价值观。

观。

【学习内容】

第五章	气体的性质	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 平动、转动和振动配分函数、麦克斯韦速度分布律、热容量的量子理论、转动热容量、振动热容量。				
2. 二级知识点 基本热力学函数、单原子分子理想气体热力学函数、热容量的经典理论、电子热容量。				
3. 三级知识点 最概然速率、平均速率、方均根速率。				

【学习重点】

1. 理想气体热力学函数的导出及理想气体有关性质。
2. 麦克斯韦速度分布律。

【学习难点】

1. 热容量的量子理论。
2. 配分函数。

第六章 开放系

【学习目标】

1. 理解巨正则分布，运用统计物理的方法导出热力学公式。
2. 培养分析问题和解决问题的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼。
3. 掌握平衡条件，为进一步研究具体过程打下基础。
4. 通过能斯特定理的学习激发学生爱国爱家情怀。

【学习内容】

第六章	开放系	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 巨正则分布、粒子数和能量涨落、热动平衡条件、克拉珀龙方程、曲面边界的平衡条件。				
2. 二级知识点				

开放系的热力学函数、热动平衡判据、化学平衡、化学反应的性质、热力学第三定律。

3. 三级知识点

特性函数、偏摩尔量、相律、道尔顿分压律。

【学习重点】

1. 巨正则系综的意义及其应用。
2. 能斯特定理。

【学习难点】

1. 热动平衡判据的导出、偏摩尔变数。
2. 基尔霍夫方程。

第七章 量子统计法

【学习目标】

1. 理解量子统计法，运用量子统计法分析热力学性质。
2. 培养分析问题和解决问题的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼。
3. 培养学生严谨的科学态度和实事求是的科学作风。
4. 引导学生自觉弘扬和践行社会主义核心价值观。

【学习内容】

第七章	量子统计法	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 巨配分函数、量子统计分布、粒子数涨落、杜隆-珀蒂定律、爱因斯坦理论、德拜理论、普朗克公式、波色-爱因斯坦凝聚。				
2. 二级知识点 波色统计法、费米统计法、麦-波统计法、热力学函数、费米函数、费米能级。				
3. 三级知识点 载流子、空穴、能带。				

【学习重点】

1. 配分函数、波色-爱因斯坦统计法、费米统计法、麦-波统计法。
2. 费米函数和半导体载流子的统计性质。

【学习难点】

1. 德拜理论。
2. 波色爱因斯坦凝聚和居里定律。

第八章 涨落理论

【学习目标】

1. 理解涨落理论，运用涨落理论分析涨落现象。
2. 培养分析问题和解决问题的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼。
3. 培养学生严谨的科学态度和实事求是的科学作风。
4. 培养学生良好的职业道德和思想品质。

【学习内容】

第八章	涨落理论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 爱因斯坦公式、斯莫卢霍夫斯基公式、热力学量的涨落、涨落的空间关联、爱因斯坦-斯莫卢霍夫斯基理论。				
2. 二级知识点 光的散射、郎之万理论、扩散理论。				
3. 三级知识点 布朗运动。				

【学习重点】

1. 爱因斯坦公式。
2. 斯莫卢霍夫斯基公式。

【学习难点】

1. 丁铎尔现象的解释。
2. 布朗运动的解释。

第九章 非平衡态统计物理简介

【学习目标】

1. 理解非平衡态的基本理论，运用相关理论分析典型的输运问题。

2. 培养分析问题和解决问题的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼。
3. 培养学生严谨的科学态度和实事求是的科学作风。
4. 培养学生良好的职业道德和思想品质。

【学习内容】

第九章	非平衡态统计物理简介	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 玻尔兹曼积分微分方程、H定理、整体运动的麦克斯韦分布、局域热力学方程、傅里叶定律。 2. 二级知识点 玻尔兹曼方程、金属电导率。 3. 三级知识点 牛顿粘滞定律。				

【学习重点】

1. 玻尔兹曼积分微分方程。
2. 牛顿粘滞定律的微观解释。

【学习难点】

1. 系统趋向平衡问题的讨论。
2. 傅里叶定律。

第十章 相变与临界现象

【学习目标】

1. 理解相变与临界现象的基本理论。
2. 培养分析问题和解决问题的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼。
3. 培养学生严谨的科学态度和实事求是的科学作风。
4. 培养学生良好的职业道德和思想品质。

【学习内容】

第十章	相变与临界现象	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
1. 一级知识点 临界性质、临界指数。				

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">2. 二级知识点
 临界点、等面积法则。3. 三级知识点 固溶体相图、杠杆法则。 |
|--|

【学习重点】

1. 等面积法则。
2. 杠杆法则。

【学习难点】

1. 临界性质。
2. 临界指数。

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，案例教学等。）

1. 讲授法：以准确、精炼和富有感染力的语言，辅助多媒体课件，统计热力学的有关概念、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。

2. 习题法：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。

3. 讨论法：根据统计热力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。

4. 启发法：依据知识间的内在联系和学生的认识规律，由浅入深，由近及远，由表及里，由易到难的逐步提出问题，解决问题，引导学生主动、积极地掌握知识。

5. 案例教学法：选取合适的案列，在教师引导下学生对案列思考、分析和讨论，就问题做出判断和决策，从而提高学生思考、分析和解决问题能力。

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 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、课堂提问、作业3个环节，占课程总成绩的30%。期末考试主要以试卷的形式进行，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 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1
	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3
	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
	问答题			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

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ 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

梁希侠、班士良.《统计热力学》(第三版).北京:科学出版社,2016年.

(二) 主要参考书目

[1] 汪志诚.《热力学统计物理》(第五版).北京:高等教育出版社,2013年.

[2] 王竹溪.《热力学》.北京:北京大学出版社,2007年.

(三) 其它课程资源

中国大学 mooc 网址: <https://www.icourse163.org/course/IMU-1003323004>

执笔人: 张丹

参与人: 杨奇超、毕冬琴、程治国

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

《环境化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：环境化学

Environment Chemistry

课程代码：53110233

课程类别：学科专业课程 / 选修

适用专业：化学

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第6学期

先修课程：大学化学，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

环境化学是环境科学的重要组成部分，它是研究化学污染物及对人类生态系统可能带来影响的化学物质在自然环境中化学变化规律的学科，它是一门边缘性和综合性很强的学科，它所涉及的知识 and 实用技能的范围非常广泛。本学科的研究主题与化学学科及环境科学的其他分支有着密切的联系。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：通过本课程的学习，使学生熟悉环境化学的研究内容、特点和发展动向，掌握环境化学的基本原理，掌握有机、无机污染物在环境各圈层中迁移转化的规律及其效应，初步了解环境化学任务（课题）的研究方法。明确环境化学的任务和目的以及环境化学在环境科学中和解决环境问题上的地位和作用，培养学生科学研究的能力和科学方法。了解环境化学应用及发展前景，认识环境化学对社会生产和生活的影响；认识环境危机、能源危机的严峻性，明确环境化学兴起的历史必然性和必要性及其对人类可持续发展的重要意义；建立新的环保理念。了解环境化学的发展历史和动态，拓展环境化学相关学科的专业知识。以科学的认识论和方法论为指导，培养学生

的创新意识和批判性思维,以高屋建瓴的视野对环境化学的理论知识进行钻研和学习,全面提高缘事析理、明辨是非的能力,使学生成为德才兼备、全面发展的人才。能够利用环境化学的原理指导产品的生产和改善人民的健康水平。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,引导学生形成热爱环境、热爱家园、尊重自然规律的意识,培养学生追求真理、艰苦奋斗的科学精神和勇于担当的社会责任感。【支撑毕业要求 3】

课程目标 2: 通过对相关的热点研究现状和前沿研究进展的介绍,提升学生对环境化学及相关知识的兴趣度,授课过程中,理论联系实际,注重实践教学,采取启发式教学,通过课堂问答,小组讨论等形式,提高学生的认知能力和理解能力。指导学生通过书面作业、读书笔记、提出假设、查阅文献、相互讨论、验证假说等一系列科学方法解决日常生活、工作实践、科学研究中遇到的难题;培养学生的反思研究能力、创新意识和科研素养;培养学生追求真理、敢为人先的创新精神,树立正确的世界观、人生观和价值观,培养民族精神、时代精神和国家意识,提升民族自豪感,培养学生的家国情怀;培养学生具备团队合作精神、爱岗敬业、艰苦奋斗的科学精神和实事求是的工作态度;培养学生坚持人与自然和谐相处的理念,建立可持续发展、保护环境和改善人民健康的社会责任感。注重培养学生严谨认真、实事求是的科学态度以及团队协作等职业素养。【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	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	2
第二章 大气环境化学	讲授法、课堂讨论、课下自学	课程目标 1、2	7
第三章 水环境化学	讲授法、案例教学、课堂讨论	课程目标 1、2	7
第四章 土壤环境化学	讲授法、课堂讨论、课下自学	课程目标 1、2	7
第五章 生物体内污染物质的运动过程及毒性	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 1、2	3
第六章 典型污染物在环境各圈层中的转归与效应	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 1、2	4
第七章 受污染环境的修复	讲授法、课堂讨论、课下自学、课下调查	课程目标 1、2	2
合计			32 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 熟悉环境化学的定义、特点，了解环境化学研究的对象、方法和环境污染物的性质及分布。
2. 熟悉环境化学在环境科学中和解决环境问题方面的地位和作用，了解环境污染物的类别和它们在环境各圈层中的迁移转化过程。
3. 掌握对环境问题认识的发展以及对环境化学提出的任务，明确学习环境化学课程的目的。
4. 培养学生良好的自主学习能力。熟悉环境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。

5. 绪论部分通过介绍环境化学的发展历史，让学生们体会到我国环境化学家的巨大贡献，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	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
<p>1. 一级知识点 环境污染物的类别；环境效应；环境污染物的迁移转化；持久性有机污染物(POPs)。</p> <p>2. 二级知识点 环境化学的学科形成和性质；环境化学的任务、研究内容和特点；环境化学的发展动向；环境化学的研究方法。</p> <p>3. 三级知识点 环境与环境问题的概念；环境问题的发展历程；世界八大公害；当前主要环境问题。</p>				

【学习重点】

1. 环境化学的性质与任务；环境化学内容及特点；环境效应及其分类；POPs 的概念及特点。
2. 环境化学的定义和人类社会面临的十大环境问题。

【学习难点】

环境污染物在环境各圈层的迁移转化的简要过程。

第二章 大气环境化学

【学习目标】

1. 熟悉大气污染物的分类，了解大气稳定度、逆温和影响大气污染迁移的主要因素的概念。
2. 熟悉大气中重要的吸光物质和光反应中重要自由基的来源。
3. 掌握光化学第一、第二定律和基本反应过程，掌握氮氧化合物、CH 化合物及硫氧化物的转化反应的类型与机理；掌握酸雨、温室效应及臭氧层损耗的机理和控制措施。
4. 通过介绍大气污染防治的相关政策，引导学生关注学科发展方向，培养学生对

国家发展的关注；通过介绍气候变化是全球性的环境问题，中国在减缓全球气候变化的行动中以身作则，抓创新、谋未来，知道中国在环境治理方面对世界的贡献和中国的伟大，增加中华民族自豪感。

【学习内容】

第二章	大气环境化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	7
<p>1. 一级知识点 大气层简介；大气温度层结；大气垂直递减率；辐射逆温层；绝热过程与干绝热过程；大气稳定度的判定。大气颗粒物的源和汇；大气颗粒物的粒度及表面性质；大气颗粒物的化学组成。</p> <p>2. 二级知识点 光化学反应过程；大气中重要自由基的来源；氮氧化物、碳氢化合物的转化；光化学烟雾的形成机理及控制对策；硫氧化化合物的转化和硫酸烟雾型污染；酸雨的组成；大气颗粒物特征。</p> <p>3. 三级知识点 大气的结构；大气的组成；大气组分的停留时间；大气组分的源和汇；大气污染物的类别及浓度表示；主要大气污染物及其循环。</p>				

【学习重点】

1. 大气中的化学反应和光化学反应，大气中离子和自由基。大气中碳、硫、氮化物的基本反应及其对人类的危害；光化学烟雾和硫酸气溶胶等的形成过程及危害。大气主要污染物及污染物的迁移，光化学反应，氮氧化合物、CH 化合物及硫氧化物的转化机理，臭氧层损耗的机理和控制措施。

2. 大气中颗粒物的形成过程及颗粒物上有毒物质的种类和对人类健康的影响；温室效应和酸雨的概念和形成机理及其危害。

【学习难点】

1. 氮氧化物、碳氢、硫氧化化合物的转化。
2. 大气污染物扩散数学模式的应用和相关的化学反应机理。

第三章 水环境化学

【学习目标】

1. 熟悉天然水体的类别和基本组成、污染物来源及水质相关标准。

2. 掌握水体的碳酸平衡的处理方法，掌握无机物在水环境中进行的溶解-沉淀、氧化-还原、配合作用迁移转化过程中的基本原理和平衡计算。
3. 掌握有机物在水环境中发生的迁移转化过程,掌握水中颗粒物的吸附作用、聚集原理和方式。
4. 了解水质模型中的氧平衡模型、湖泊富营养化预测模型。培养学生具有良好的自主学习能力、较强的反思研究能力以及团结合作和奉献精神。
5. 通过介绍我国水污染现状、大湾区水污染情况，引导学生在日常生活中保护好水资源。向学生介绍习近平主席提出的生态文明建设的一系列国策调整，让学生意识到要彻底根治水质污染问题，需要做长期的奋斗，坚持不懈。在讲授本章知识点时，采用一些案例，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。

【学习内容】

第三章	水环境化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	7
<p>1. 一级知识点 颗粒物与水之间的迁移；吸附等温式；水中颗粒物的聚集；溶解和沉淀平衡；氧化和还原及配合作用的原理、原则。</p> <p>2. 二级知识点 分配作用和标化分配系数；挥发作用的双膜理论和亨利定律；水解作用和水解速率；直接和间接（敏化）光解作用；生物降解作用的机理；水质模型。</p> <p>3. 三级知识点 天然水的组成；水中污染物的分布；存在形态。</p>				

【学习重点】

1. 水中的氧和二氧化碳及碳酸盐体系、天然水的碱度与碳酸盐的平衡；天然水中氧化还原反应；pE 和 pH 或 pE 与 pC 图的意义和用途；天然水中的中和、沉淀与溶解、水解等非氧化还原反应的基本规律及简单的计算；天然水中微生物的作用；天然水中典型有机污染物、微生物转化的规律性。
2. 污染物的形态，水体的碳酸平衡、无机物在水环境中进行的溶解-沉淀、氧化-还原、配合作用迁移转化过程中的基本原理和平衡计算、有机物在水环境中发生的迁移转化过程。

【学习难点】

1. 平衡计算和分配系数、挥发速率、水解速率、光解速率常数的计算及 Streeter-Phelps 模型的应用。
2. 水质模型中的氧平衡模型、湖泊富营养化预测模型。

第四章 土壤环境化学

【学习目标】

1. 熟悉土壤的形成与组成、土壤的吸附性能、养分、酸碱性、氧化还原及配合性能。
2. 掌握土壤污染物来源、自净作用，土壤背景值、重金属的形态及土壤对重金属的吸附作用。
3. 掌握农药的分类、迁移、吸附、残留、降解及防治。
4. 熟悉典型农药在土壤中的迁移转化。
5. 介绍我国土壤污染分布特点及治理难度，环境学科方向的国家相关政策（如“土十条”），使学生知道在环境方面也要遵纪守法；介绍推行垃圾分类制度的必要性，垃圾混置是垃圾，垃圾分类是资源，使学生了解垃圾分类也是环境保护。在讲授典型地区污染土壤治理过程中，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】

第四章	土壤环境化学	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	7
1. 一级知识点 土壤中农药的迁移；非离子型农药与土壤有机质的作用；典型农药在土壤中的迁移转化。土壤吸附的性质和土壤胶体的离子交换吸附；土壤酸度、碱度和缓冲性能；土壤的氧化还原性。				
2. 二级知识点 污染物在土壤-植物体系中的迁移；植物对重金属污染产生耐性的几种机制。				
3. 三级知识点 土壤的组成；土壤的粒级分组与质地分组和各粒级的理化特性。				

【学习重点】

1. 土壤的组成、结构和功能、理化性质，土壤中污染物的种类和来源以及净化能力和污染概念。
2. 污染物在土壤中的迁移转化机制，土壤对重金属及农药的吸附作用，土壤污染的防治。

【学习难点】

1. 金属元素及氮、磷在土壤中的迁移转化规律。
2. 化学农药在土壤中的吸附、挥发及微生物降解等作用。

第五章 生物体内污染物质的运动过程及毒性

【学习目标】

1. 熟悉生物膜的结构和物质通过生物膜的机制及污染物在生物体内吸收、分布、排泄、蓄积运动过程；掌握生物富集、放大和积累的基本概念。
2. 熟悉生物氧化中的氢传递的基本过程，掌握毒物的毒性、作用过程及生化机制。
3. 熟悉酶的分类、性质、功能。
4. 掌握耗氧有机物和有毒有机污染物的生物降解的基本过程。
5. 融合科研实例，引导学生树立积极向上的人生观和价值观。简略介绍我国的生物资源，让学生了解国家的物质资源的丰富度。通过介绍化学物质在不同相间的分配原理，引导学生深入思考自己的优缺点，培养学生的自信。介绍环境污染与生态系统平衡和人类健康息息相关，从而激发学生学习环境化学的内在潜能，引导他们树立积极向上的人生观和价值观。

【学习内容】

第五章	生物体内污染物质的运动过程及毒性	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	3
1. 一级知识点 生物富集的概念；富集速率的计算；生物放大的概念；生物积累的概念及积累速率；生物转化中的酶、几种重要辅酶的功能；生物氧化中氢的传递；耗氧有机污染物的微生物降解；氮及硫、重金属元素的微生物降解、污染物质的生物转化速率。生物膜的结构；物质通过生物膜的方式（膜孔滤过、被动扩散、被动易				

化扩散、主动转运及胞吞和胞饮)；

有机体对污染物的吸收；分布；排泄；蓄积。

2. 二级知识点

毒性的概念；毒物的毒性；有毒有机污染物质生物转化类型和微生物降解；毒物的联合作用机理；毒作用的过程及生物转化机制；有机物的定量结构与活性关系。

3. 三级知识点

生物膜的结构。

【学习重点】

1. 污染物的生物积累途径和影响因素、污染物的生物代谢和转化类型；常见污染物的生化效应。

2. 耗氧有机物和有毒有机污染物的生物降解的基本过程。

【学习难点】

1. 有机物的定量结构与活性关系。

2. 有毒污染物毒作用的过程及生物转化机制。

第六章 典型污染物在环境各圈层中的转归与效应

【学习目标】

1. 熟悉汞和持久性污染物在水环境中的特点，掌握其迁移转化的基本规律、汞生物甲基化作用机理。

2. 熟悉污染物在多介质多界面环境中的传输。

3. 熟悉铬、镉、铅、砷的存在形态、在环境中的迁移转化规律以及危害。

4. 熟悉持久有机污染物的特性、危害和存在范围。

5. 掌握有机卤代物、多环芳烃、表面活性剂的来源、分类、分布毒性以及在环境中的迁移转化规律。

6. 拓展学科知识，锻炼发散思维，提升学生的科研素质；培养学生的社会责任意识和团结协作的精神。介绍限制因素的改变可能使毒物变为非毒物，引导学生从多角度思考问题。介绍不同的化学形态要求采用不同的分析方法进行测试，培养学生具体问题具体分析的能力，引入最新的研究成果，融入农药中毒的生活实例，借助于分析科

研案例，激发学生的创新思维意识，提高学生在环境化学领域里的创新能力。

【学习内容】

第六章	典型污染物在环境各圈层中的转归与效应	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 有机卤化物、多环芳烃、表面活性剂的来源、迁移转化及环境污染效应。				
2. 二级知识点 重金属中汞、铬、镉、铅、砷的来源、分布、迁移及环境污染效应。				
3. 三级知识点 污染物在多介质多界面环境中的传输。				

【学习重点】

1. 重金属汞、准金属砷和有机卤代物、多环芳烃、表面活性剂等有机污染物在各圈层中的转归与效应；典型污染物的来源、用途和基本性质，它们在环境中的基本转化、归趋规律与效应。

2. 汞在水环境中的迁移转化基本规律，汞的生物甲基化作用机理。

【学习难点】

1. 汞、铬、镉、铅、砷在环境中的的迁移转化规律。

2. 有机卤代物、多环芳烃、表面活性剂的在环境中的迁移转化规律。

第七章 受污染环境的修复

【学习目标】

1. 熟悉受污染环境的微生物修复技术的基本原理、修复过程中污染物的降解和消除过程以及影响因素。

2. 了解强化生物修复的主要类型。

3. 熟悉受污染环境的植物修复技术的基本原理、修复过程中污染物的降解和消除过程以及影响因素。

4. 熟悉受污染环境的化学氧化修复技术的基本原理、修复过程中污染物的降解和消除过程以及影响因素。

5. 了解受污染环境的电动力学修复技术的基本原理、修复过程中污染物的降解和消除过程以及影响因素。

6. 通过拓展学科知识，锻炼发散思维，提升学生的科研素质；培养学生的社会责任意识和团结协作的精神。介绍创新是推动环保行业发展的第一动力，引导学生培养创新的能力。

【学习内容】

第七章	受污染环境的修复	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 微生物修复技术、植物修复技术、化学氧化修复技术、电动力学修复技术的定义、修复条件、适应范围和具体实施办法。				
2. 二级知识点 微生物修复、植物修复、化学氧化、电动力学修复、活性反应格栅，以及表面活性剂技术的基本原理。				
3. 三级知识点 微生物修复技术、植物修复技术、化学氧化修复技术、电动力学修复技术的种类。				

【学习重点】

1. 微生物修复技术、植物修复技术、化学氧化修复技术、电动力学修复技术的定义、修复条件、适应范围和具体实施办法；修复技术的影响因素及过程。

2. 微生物修复、植物修复、化学氧化、电动力学修复、活性反应格栅，以及表面活性剂技术的基本原理。

【学习难点】

1. 修复技术的影响因素及过程；微生物修复、植物修复、化学氧化、电动力学修复、活性反应格栅，以及表面活性剂技术的基本原理。

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：环境化学理论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. 自学讨论法：大气环境化学部分的教学以学生自学讨论为辅、教师结合多媒体讲授为主的教学方法，培养学生的发散思维能力和创新学习能力。

3. 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。

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. 课下调查法：要求学生深入实际生活和工厂企业调查所学相关内容，增加对本课程的学习兴趣和解决实际问题的能力。

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 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：平时考查包括考勤、提问、作业、课堂讨论、社会调查等成绩，平时成绩占总成绩的 50%。期末考查：期末考查可以根据学习情况，采用撰写论文的形式，考查学生的综合分析能力和解决问题能力以及创新能力。期末考查成绩占总成绩的 50%，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 40%	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 2
	课堂表现	10%	随堂检测，考核学生对知识点理解和掌握程度；课堂讨论，考察学生对有关理论的掌握情况和灵活应用能力，以及学习态度、课堂参与度和团队协作能力。	课程目标 1 课程目标 2
	作业	20%	每章的作业，考核学生对各章知识点理解程度；考察学生的自主学习情况。	课程目标 1 课程目标 2
	实例调查	10%	调查大气、水、土壤污染情况。考查学生对有关原理、内容的掌握程度，考查学生分析实际问题 and 解决问题的能力。	课程目标 1 课程目标 2

期末考试 50%	课程 论文	50%	由老师布置考查论文题目，学生根据所学课程内容进行论述，考查学生对本课程整体掌握情况以及分析问题和解决问题的能力，还有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
-------------	----------	-----	--	------------------

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

$$M = M_1 \times \alpha_1 + M_2 \times \alpha_2 + M_3 \times \alpha_3 + \dots \quad \text{公式（4）}$$

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

戴树桂.《环境化学》(第 2 版). 北京: 高等教育出版社, 2016 年.

(二) 主要参考书目

[1] 王晓蓉.《环境化学》(第 1 版). 南京: 南京大学出版社, 1993 年.

[2] 何燧源.《环境化学》(第 1 版). 上海: 华东理工大学出版社, 2000 年.

[3] 刘兆荣.《环境化学教程》(第 1 版). 北京: 化学工业出版社, 2003 年.

[4] 胡常伟, 李贤均.《环境化学教程》(第 1 版). 武汉: 武汉大学出版社, 2003 年.

[5] 赵美萍, 邵敏.《环境化学》(第 1 版). 北京: 北京大学出版社, 2005 年.

[6] 吕继奎.《化工环保概论》(第 1 版). 北京: 化学工业出版社, 1999.

[7] 魏荣宝, 梁娅, 孙有光.《绿色化学与环境》(第 1 版). 北京: 国防工业出版社, 2006 年.

(三) 其它课程资源

中国大学 MOOC 网址: <https://www.icourse163.org/>

执笔人: 孟召辉

参与人: 张廉奉

课程负责人: 张廉奉

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

《精细化学品化学》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：精细化学品化学

The Chemistry of Fine Chemicals

课程代码：53110234

课程类别：学科专业核心课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：32学时

课程学分：2学分

修读学期：第6学期

先修课程：物理化学、无机化学、有机化学、分析化学、高分子化学

二、课程目标

学生通过本课程学习，获得有关精细化学品化学方面的知识，掌握精细化学品的概念，作用原理、生产方法及其应用原理，培养学生应用化学知识联系实际的能力，能够达到解决实际生产问题，改进产品质量的目的，为后继课程学习、生产实习、课程设计、毕业设计和就业打下良好基础。

（一）具体目标

精细化学品化学课程的教学目标是使学生获得常见精细化学品化学基础知识、基本理论和基本化工单元操作过程及设备的能力。为学生学习后续专业课程和将来从事研究及专业技术工作，实施科学研究、生产工艺技术操作、常规管理和业务打好基础。通过本课程学习，学生在思政、知识、能力、素质等方面所要达到的预期结果：

课程目标 1：引导学生理解和认识质量、能量守恒是马克思主义哲学的自然科学基础的深刻道理，树立理论联系实际、具体问题具体分析、实事求是、科学发展等人文意识，将社会主义先进文化、核心价值观、中国特色社会主义思想融入课堂教学，达成德育渗透的教学成效。培养学生运用辩证唯物主义观点和科学的方法论考察、分析和处理工程过程的实际问题；培养学生的学以致用、理论联系实际意识和能力。

培养学生具有独立思考、自学能力和热爱科学的学风，逐步掌握发现、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，养成以研究主体的眼光审视教学实践的思维方式，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，培养学生的创新意识。【支撑毕业要求 7】

课程目标 2: 能正确理解各行业常用的精细化学品及典型精细化学品应用案例，了解典型精细化学品生产制备基本原理；熟悉主要各行各业精细化学品的应用方法和适用范围。掌握精细化学品化学相关学科基本理论和基本知识，具有一定的人文素养和科学素养。理解化学学科核心素养内涵，掌握精细化学品化学的基本原理、思想、方法；具备解决精细化学品化学应用过程中出现的一般问题的能力。【支撑毕业要求 3】

课程目标3: 在学习该门课程后，应具备以下两方面的素质：熟悉精细化学品化学在各行各业一般应用的素质；具备分析和解决不同行业出现不同有关问题的素质；具有强烈的质量意识、环保意识、安全生产意识、创新和发展意识。【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	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 2	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 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、4	2
第二章 表面活性剂	讲授法、专题课堂讨论	课程目标 1、2、3、4	6
第三章 日用化学品	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第四章食品添加剂	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第五章 染料和颜料	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第六章 香料香精	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第七章胶粘剂	讲授法、专题课堂讨论	课程目标 1、2、3、4	4
第八章涂料化学	讲授法	课程目标 1、2、3、4	4
第九章皮革化学品	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第十章 农药化学品	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
第十一章 合成材料助剂	讲授法	课程目标 1、2、3、4	2
考查			2
合计			32 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. 掌握精细化学品的分类; 了解精细化学品的地位和作用;
3. 掌握精细化学品的特点;
4. 课程思政目标: 引导学生理解和认识质量、能量守恒是马克思主义哲学的自然科学基础的深刻道理, 树立理论联系实际、具体问题具体分析、实事求是、科学发展等人文意识。

【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 精细化学品的分类; 精细化学品的特点; 精细化学品的地位和作用。				

2. 二级知识点

精细化学品的发展方向。

3. 三级知识点

介绍精细化工产品的特点分类以及精细化工产品的发展趋势，使学生对精细化工产品有一个大体上的了解。

【学习重点】

介绍精细化工产品的特点分类以及精细化工产品的发展趋势，使学生对精细化工产品有一个大体上的了解。精细化学品的分类；精细化学品的特点；精细化学品的地位和作用。

【学习难点】

精细化学品的发展方向

第二章表面活性剂

【学习目标】

1. 了解表面活性剂的主要物性（密度、粘度）的定义、物理意义、影响因素及确定方法；
2. 掌握阴离子表面活性剂、阳离子表面活性剂、非离子表面活性剂和两性表面活性剂的性质、合成方法和应用领域；
3. 了解其他表面活性剂的性质和应用领域；
4. 了解表面活性剂在生命科学中的应用；
5. 课程思政目标：通过学习表面活性剂的性质、合成和应用范围，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。

【学习内容】

第二章	表面活性剂	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	6
1. 一级知识点 表面活性剂的结构和分类，表面活性剂的基本性质和应用原理，各类表面活性剂的合成和应用范围。				
2. 二级知识点 表面活性剂的技术指标及测量方法。				
3. 三级知识点				

掌握表面活性剂的结构特点和分类，熟悉表面活性剂的基本性质和原理，分类讲解不同品种表面活性剂的合成和应用。

【学习重点】

1. 表面活性剂的结构特点和分类，熟悉表面活性剂的基本性质和原理，分类讲解不同品种表面活性剂的合成和应用范围
2. 阴离子表面活性剂的结构特点，熟悉表面活性剂的基本性质和原理，阴离子表面活性剂的合成和应用范围；
3. 阳离子表面活性剂和非离子表面活性剂的结构特点，基本性质和原理，合成和应用范围；
4. 两性表面活性剂和其他表面活性剂的结构特点，熟悉其基本性质和原理，合成和应用范围。

【学习难点】

表面活性剂的技术指标及测量方法。

第三章 日用化学品

【学习目标】

1. 掌握日用化学品分类和应用，
2. 熟悉日用化学品的基本性质和作用原理；
3. 掌握日用化学品的生产方法以及原料的作用；
4. 了解日用化学品的配制及改进方法；
5. 了解洗涤用化妆品的的基本组成、作用原理及发展方向；
6. 课程思政目标：教学过程将学习目标 1~5，和学生逻辑思辨能力与伦理教育结合，籍此训练学生的逻辑思辨与分析问题的能力。

【学习内容】

第三章	日用化学品	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 日用化学品的分类，化妆品的的基本组成、作用原理及发展方向，洗涤用化妆品的的基本组成、作用原理及发展方向。				

2. 二级知识点

日用化学品的配制及改进方法。

3. 三级知识点

掌握日用化学品分类和应用，熟悉日用化学品的基本性质和作用原理，掌握日用化学品的生产方法以及原料的作用。

【学习重点】

1. 日用化学品分类和应用，熟悉日用化学品的基本性质和作用原理，掌握日用化学品的生产方法以及原料的作用。
2. 化妆品的基本组成、作用原理及发展方向。
3. 洗涤用化妆品的的基本组成、作用原理及发展方向。

【学习难点】

日用化学品的配制及改进方法。

第四章 食品添加剂

【学习目标】

1. 了解熟悉食品添加剂的概念、用途及分类；
2. 掌握常见的食品添加剂的一般合成路线；
3. 熟悉食品添加剂的使用标准；
4. 掌握食用色素、营养强化剂、防腐剂、抗氧化剂、酸味剂的应用场景和应用范围；
5. 了解其他食品添加剂的应用。
6. 课程思政目标：该章内容涉及环保、健康和安全以及法律规范等育德元素，藉这些教学内容渗透环保、健康、安全和法律等精细化工过程的理念，结合食品安全的严格规范和法律法规，达到培养学生环保、安全和法律道德意识的培养。

【学习内容】

第四章	食品添加剂	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 食品添加剂的定义，使用色素特性及提取或合成方法，营养强化剂，防腐剂及抗氧化剂及其作用原理，其它食品添加剂。				
2. 二级知识点				

食品添加剂的要求和标准。

3. 三级知识点

食品添加剂的禁用及控制。

【学习重点】

1. 食品添加剂的概念、用途及分类，掌握常见的食品添加剂的一般合成路线。
2. 食品添加剂的使用标准；掌握食用色素特性及提取或合成方法。
3. 营养强化剂和其它食品添加剂。
4. 防腐剂及抗氧化剂及其作用原理。

【学习难点】

食品添加剂的要求和标准，食品添加剂的禁用及控制的测定。

第五章 染料和颜料

【学习目标】

1. 掌握重氮化及偶氮反应原理。
2. 掌握酸性染料、活性染料、分散染料、还原染料和冰染染料的合成方法、应用范围和应用场景注意事项。
3. 了解功能染料和其他类型染料的应用。
4. 了解颜料的制备原理和使用方法。
5. 掌握发色理论和调色原理。
6. 课程思政目标：通过学习染料和颜料发色理论和调色原理，培养学生辩证唯物主义的哲学观点；培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第五章	染料和颜料	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 染料和颜料的分类；染料的基本化学合成；染料和颜料的发展趋势。				
2. 二级知识点 色度学的基本原理及染料与颜料分子结构与颜色的关系。				
3. 三级知识点 掌握色度学的基本原理及染料与颜料分子结构与颜色的关系，了解染料与颜				

料的区别和分类，熟悉常用染料的合成方法，了解染料与颜料的发展趋势。

【学习重点】

1. 色度学的基本原理及染料与颜料分子结构与颜色的关系；
2. 染料与颜料的区别和分类，熟悉常见用染料的合成方法；
3. 染料的发展趋势；
4. 重氮化及偶氮、酸性染料、活性染料、分散染料的基本合成方法；
5. 色度学的基本原理及染料与颜料分子结构与颜色的关系；
6. 还原染料、冰染染料、功能染料、其他类型染料和颜料的基本合成方法。

【学习难点】

色度学的基本原理及染料与颜料分子结构与颜色的关系。

第六章 香料和香精

【学习目标】

1. 了解天然香料的来源和提取方法。
2. 掌握合成香料的合成方法。
3. 了解香精香料的制备原理和使用方法。
4. 课程思政目标：通过学习香精香料的合成原理和调香技能，培养学生辩证唯物主义的哲学观点；培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第六章	香料和香精	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 香料的命名与分类；天然香料分离和合成香料的合成方法；香精的调配。				
2. 二级知识点 掌握香料的结构与香气的关系，了解香料香精的区别和分类，熟悉常见用香料的合成方法。				
3. 三级知识点 了解香精配制的原则以及香料香精的发展趋势。				

【学习重点】

1. 香料的结构与香气的关系。

2. 香料香精的区别和分类，熟悉常见用香料的合成方法。
3. 香精配制的原则以及香料香精的发展趋势。
4. 香料的命名与分类。
5. 合成香料的合成方法和天然香料提取方法。

【学习难点】

1. 天然香料的提纯和调配。
2. 香精的调配。

第七章 胶黏剂

【学习目标】

1. 掌握粘结剂的分类及各类胶粘剂的特点。
2. 了解粘接剂的粘结机理。
3. 熟悉常用胶粘剂的合成方法、应用领域和使用工艺。
4. 掌握丙烯酸酯胶黏剂和醋酸乙烯胶黏剂的特点及其粘结机理，熟悉丙烯酸酯胶黏剂和醋酸乙烯胶黏剂的合成方法、应用领域和使用工艺。
5. 掌握氯丁橡胶系列胶黏剂和其他胶黏剂的特点及其粘结机理，熟悉氯丁橡胶系列胶黏剂和其他胶黏剂的合成方法、应用领域和使用工艺。
6. 课程思政目标：通过学习胶黏剂，培养学生辩证唯物主义的哲学观点；培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第七章	胶黏剂	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 粘结剂的分类及特点；热塑性胶粘剂、热固性胶粘剂、丙烯酸酯类胶粘剂、特种胶粘剂的合成方法、特点及应用领域。				
2. 二级知识点 粘结机理。				
3. 三级知识点 胶粘剂的配制。				

【学习重点】

1. 粘结剂的分类及各类胶粘剂的特点。
2. 常用胶粘剂的合成方法、应用领域和使用工艺。
3. 环氧树脂胶黏剂和聚氨酯胶黏剂的特点及其粘结机理，熟悉环氧树脂胶黏剂和聚氨酯胶黏剂的合成方法、应用领域和使用工艺。
4. 丙烯酸酯胶黏剂和醋酸乙烯胶黏剂的特点及其粘结机理，熟悉丙烯酸酯胶黏剂和醋酸乙烯胶黏剂的合成方法、应用领域和使用工艺。
5. 氯丁橡胶系列胶黏剂和其他胶黏剂的特点及其粘结机理，熟悉氯丁橡胶系列胶黏剂和其他胶黏剂的合成方法、应用领域和使用工艺。

【学习难点】

粘结机理和胶粘剂的配制。

第八章 涂料

【学习目标】

1. 掌握涂料的命名和分类；掌握玻璃化温度 T_g 在涂料配制和应用过程中的重要作用；掌握涂料的配置方法；
2. 掌握涂料色浆的制备工艺技术；
3. 了解涂料的成膜原理和施工注意事项；
4. 了解各种涂料的性能和使用范围；
5. 课程思政目标：通过学习涂料的制备原理，培养学生辩证唯物主义的哲学观点；培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第八章	涂料	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	4
1. 一级知识点 涂料的基本原料、基本性能和检测；涂料化学的基本原理；涂料的生产的一般工艺、产品性能和应用。				
2. 二级知识点 各类涂料的生产工艺、产品性能和应用。				
3. 三级知识点 熟悉涂料的概念、命名及分类，掌握涂料的原料作用及配制方法。				

【学习重点】

1. 涂料的基本原料、基本性能和检测;
2. 涂料化学的基本原理;
3. 涂料的生产的一般工艺、产品性能和应用;
4. 涂料色浆的制板备工艺技术。

【学习难点】

新型环保涂料的研制方法。

第九章 皮革化学品

【学习目标】

1. 熟悉皮革鞣制剂。
2. 熟悉皮革加脂剂。
3. 熟悉皮革涂饰剂。
4. 了解其他皮革助剂。
5. 课程思政目标: 通过学习皮革化学品, 培养学生辩证唯物主义的哲学观点; 培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第九章	皮革化学品	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 皮革鞣制剂和皮革加脂。				
2. 二级知识点 皮革涂饰剂。				
3. 三级知识点 其他皮革助剂。				

【学习重点】

皮革鞣制、皮革加脂及皮革涂饰用化学品。

【学习难点】

皮革助剂的生产工艺配方料。

第十章 农药化学品

【学习目标】

1. 掌握杀虫剂的分子结构和合成原理。
2. 了解杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂的分子结构和合成原理。
3. 了解其他农药化学品。
4. 课程思政目标：通过学习农用化学品，培养学生辩证唯物主义的哲学观点；培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第十章	农用化学品	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 了解农药的分类和用途，掌握各类农药的作用机理，熟悉常用农药的合成和配制方法，了解农药的发展前景。				
2. 二级知识点 杀虫剂、除草剂、杀菌剂、熏蒸剂、杀线虫剂和杀鼠剂、植物激素和生长调节剂等农药的类型和作用机理，农药的合成和配制工艺。				
3. 三级知识点 农药的发展前景。				

【学习重点】

1. 农药的分类和用途。
2. 各类农药的作用机理。
3. 常用农药的合成和配制方法。
4. 杀虫剂类型和作用机理。
5. 常用农药的合成和配制方法。

【学习难点】

农药的合成和配制工艺，农药的发展前景。

第十一章 合成材料助剂

【学习目标】

1. 掌握增塑剂、阻燃剂、抗氧化剂、热稳定剂、抗静电剂的结构和合成原理。

2. 了解增强剂的功能和应用范围。

3. 了解造纸助剂的品种和功能。

4. 了解其他助剂的性质和应用场景。

5. 课程思政目标：通过学习合成材料助剂，培养学生辩证唯物主义的哲学观点；培养一丝不苟的严谨作风教育的良好素材。

【学习内容】

第十一章	合成材料助剂	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 熟悉合成材料助剂的概念及功能，掌握不同助剂的作用用途和机理，了解常用合成材料助剂的基本合成路线。				
2. 二级知识点 增塑剂、阻燃剂、抗氧化剂、热稳定剂、抗静电剂等合成材料助剂的功能、作用原理和应用。				
3. 三级知识点 合成材料助剂的基本合成路线。				

【学习重点】

1. 合成材料助剂的概念及功能；
2. 不同助剂的作用用途和机理；
3. 热稳定剂、抗静电剂等合成材料助剂的功能、作用原理和用途，了解热稳定剂、抗静电剂及其他助剂的合成路线。

【学习难点】

合成材料助剂的基本合成路线。

四、教学方法

该课程结合学校的硬件设施：在教学过程中采用线下进行课堂讲授，线上布置课堂作业和点名签到。形成以学生“学”为中心的线上签到线下教学的模式。

1. 在教学过程中采用多媒体教学，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；
2. 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

3. 采用项目驱动教学法，本课程目标对部分章节的教学内容设计一个具体应用问题，围绕具体应用问题展开教学，指导学生理论和实践相结合，用理论分析解决实际应用问题；

4. 课堂讨论，每学期至少进行二次课堂讨论。

五、课程考核

本课程通过线上线下混合式教学模式可以实现构建以创新型人才培养目标为导向的多维度的发展性评价体系，在评价方法上，强调过程性评价；评价标准上体现多元化的特征。通过学习通课程平台对一学期的过程学习评价形成平时成绩，如下：

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 1 课程目标 3
	课堂讨论	10%	利用所学的教学论知识对教材中的开放性问题 and 当前基础教育实践中难点、热点问题展开讨论，考察学生理论学习以及用理论解决实际问题的能力。	课程目标 1 课程目标 2
	随堂练习	10%	随堂在线练习，考核学生对知识点理解和掌握程度，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
	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 课程目标 2 课程目标 3
期末考试 60%			1.期末卷面考试采用闭卷形式，卷面成绩 100 分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩，重点考察学生对知识的掌握与应用； 2.考试题型包括：填空、判断题、简答、论述题、应用案例等。	课程目标 1 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

周立国.《精细化学品化学》，化学工业出版社，2020年.

(二) 主要参考书目

- [1] 曾繁滢.《精细化工产品工艺学》，化学工业出版社，1997年.
- [2] 唐培.《精细有机合成化学及工艺学》，天津大学出版社，1999年.
- [3] 潘祖仁.《高分子化学》第三版，化学工业出版社，2003年.
- [4] 程时远.《胶粘剂》，化学工业出版社，2001年.
- [5] 王泳厚.《涂料配方原理及应用》，四川科学技术出版社，1987年.
- [6] 张骅.《表面活性剂化学》，浙江大学出版社，1996年.
- [7] 李斌.《农药》，化学工业出版社，2000年.
- [8] 宋小平.《香料与食品添加剂制造技术》，科学技术文献出版社，2001年.
- [9] 朱正华.《染料化学》，化学工业出版社，1994年.
- [10] 菊池真一.《照相化学》，科学出版社，1983年.
- [11] 钱旭红.《精细化工概论》，化学工业出版社，2000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：郭戈

参与人：乔占平

课程负责人：郭戈

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

《化学发展史》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：化学发展史

The History of Chemistry

课程代码：53110235

课程类别：学科专业课程/选修

适用专业：化学专业

课程学时：18学时

课程学分：1学分

修读学期：第6学期

先修课程：中学化学、历史学

二、课程目标

《化学发展史》是化学专业学生的专业选修课。本课程系统的讲授化学的形成与发展历史，包括化学发展的古代时期、近代时期及现代时期的不同规律和特点，各个化学分支学科的产生，以及一些重要理论的提出和发展过程。学生在了解化学知识、化学思想产生的过程以及它们之间的联系的基础上，理解化学学科的研究方法。渗透化学学科建立与发展过程中蕴含的哲学思想与科学方法。探索化学学科的发展规律，揭示前辈化学家的科学精神、治学态度、思维方式和创新意识。本课程有助于激发学生学习化学的兴趣，培养学生把握化学科学发展的来龙去脉，提升对化学科学的本质认识，为将来的化学科学教学和研究打下一定的基础。

（一）具体目标

本课程兼具内容的科学性和趣味性，忠于历史事实，遵循科学准则。课程通过对重大历史轨迹的概述和对重要事件、人物的细说，将历史、文学、哲学、艺术等的内容渗透进化学学科，用历史的画卷展示化学的精彩。使学生体会到化学在人类文明发展进程中的重要作用，并在回顾历史中启迪学生思考未来之路。通过本课程的学习，使学生掌握化学产生和发展的全过程的系统历史知识，正确理解和处理化学中实验与理论二者的辩证关系，培养学生辩证唯物主义观点和严谨的治学态度。

本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标 1：了解化学学科发展的基本规律,化学基本概念和基本理论产生、演化、和发展的过程，认识化学科学各个发展时期的重要事件、产生的思想、理论和主要代表人物。掌握化学发展的古代时期、近代时期及现代时期的不同规律和特点，各个化学分支学科的产生和发展，一些重要理论的提出和发展过程。理解化学、社会、技术之间的关系，形成化学文化的基础。【支撑毕业要求 6】

课程目标 2：熟悉化学发展各个时期的重大成就及对世界文明的影响，能够从历史的观点理解化学的现状和发展远景，学会总结成功的经验和失败的原因。提高以史为鉴的反思能力和自我提升能力，更好地认识马克思主义哲学和自然科学的关系，学习运用辩证唯物主义观点认识、分析自然科学问题。获得必要的化学及科学教育知识修养,提高师范专业技能、较强的教书育人能力以及良好的教研能力和职业发展潜力。

【支撑毕业要求 2】

课程目标 3：通过探索化学学科的发展规律，学习前辈化学家的科学精神、培养严谨治学态度、科学的思维方式和创新意识。理性地认识化学发展过程中的兴盛与衰落、成功与失败，并引以为鉴，形成辩证唯物主义世界观。培养忠于教育事业的正确价值取向和良好职业操守。加深对化学与各自然科学学科的相关性的了解，自觉弘扬我国优秀的科学技术传统，树立攀登世界科学技术的高峰的远大志向。激发学生对优秀的中华优秀传统文化的认同和坚持，提升民族自豪感，培养家国情怀与时代精神。【支撑毕业要求 2】

（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	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。

课程目标 2	2. 教育情怀	2.3 教书育人: 具有人文底蕴和科学精神, 情系学生, 爱岗敬业, 富有爱心、责任心和耐心。关爱学生, 尊重学生人格, 做中学生健康成长的指导者和引路人。
课程目标 3	2. 教育情怀	2.1 职业认同: 热爱教育事业, 深刻理解教育的意义和内涵, 对化学教师职业的意义、价值等有积极的认识 and 评价, 为自己即将成为教师感到骄傲和自豪。
		2.3 教书育人: 具有人文底蕴和科学精神, 情系学生, 爱岗敬业, 富有爱心、责任心和耐心。关爱学生, 尊重学生人格, 做中学生健康成长的指导者和引路人。

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、案例教学	课程目标 1	1
第二章 古代化学发展时期	讲授法、讨论法	课程目标 1、2	2
第三章 近代化学发展时期	讲授法、课堂实践法、研讨法、案例教学	课程目标 1、2、3	7
第四章 现代化学发展时期	讲授法、讨论法、案例教学法	课程目标 1、2	8
合计			18 学时

(二) 具体内容

第一章 绪论

【学习目标】

1. 了解化学史的发展特点及分期。
2. 掌握化学的定义与范畴。
3. 理解学习化学史的意义。
4. 理性地认识化学发展过程中的兴盛与衰落、成功与失败。

【学习内容】

第一章	绪论	<input checked="" type="checkbox"/> 理论 <input type="checkbox"/> 实践	学时	1
-----	----	--	----	---

- | |
|---|
| 1. 一级知识点
化学史的发展特点。
2. 二级知识点
化学发展史的分期。
3. 三级知识点
学习化学史的意义。 |
|---|

【学习重点】

化学发展史的分期。

【学习难点】

1. 化学发展史的分期。
2. 学习化学史的意义。

第二章 古代化学发展时期

【学习目标】

1. 了解中国、古希腊、阿拉伯及欧洲的古金属冶炼。
2. 了解化学方法的最早运用—陶器的制造。
3. 理解冶金化学和医药化学的发展及其地位。
4. 理解中国古代自然观、古希腊的自然观。
5. 加深对化学与各自然科学学科的相关性的了解。

【学习内容】

第二章	古代化学发展时期	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	2
1. 一级知识点 <ol style="list-style-type: none"> 1) 原始人的化学知识。 2) 古代的金属冶炼。 3) 中国炼丹术。 4) 希腊和埃及炼金术。 5) 阿拉伯炼金术。 6) 欧洲炼金术。 7) 本草学和化学。 2. 二级知识点				

1) 化学方法的最早运用—陶器的制造。 2) 医药化学。 3) 冶金化学。 3. 三级知识点 1) 中国古代自然观。 2) 古希腊的自然观。

【学习重点】

1. 化学方法的最早运用——陶器的制造。
2. 中国炼丹术。

【学习难点】

1. 古希腊的自然观。
2. 炼丹术与炼金术的区别和联系。

第三章 近代化学发展时期

【学习目标】

1. 了解原子、分子的概念，树立哲学观念到科学概念；
2. 掌握元素周期律，理解基本化学定律的建立；
3. 了解化学元素分类以及碳和卤素等基本性质；
4. 掌握 X 射线以及元素的放射性的意义；
5. 理解酸碱理论和电离基本理论等近代化学发展时期的重要理论；
6. 掌握热力学基本定律的思想和发展历史。
7. 获得必要的化学及科学教育知识修养，树立正确价值取向和良好职业操守。

【学习内容】

第三章	近代化学发展时期	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	7
1. 一级知识点 1) 化学形成的重要标志。 2) 气体化学。 3) 拉瓦锡与化学革命。 4) 基本化学定律的建立。 5) 化学语言系统。				

6) 盖·吕萨克气体化合简比定律。

7) 早期原子量测定。

8) 早期有机化合物的分析。

9) 化学元素大发现。

10) 化学元素分类；

2. 二级知识点

1) 化学燃素说。

2) 道尔顿的原子说。

3) 阿伏伽德罗分子假说和电化二元论。

4) 康尼扎罗论证原子——分子论。

5) 苯的结构学说；化学结构学说。

6) 门捷列夫元素周期表。

7) 热力学基本定律。

3. 三级知识点

1) 活力论。

2) 基团理论。

3) 取代学说。

4) 类型理论。

5) 化合价理论。

6) 立体化学理论。

7) 化学热力学。

8) 电化学。

9) 化学动力学。

【学习重点】

1. 化学燃素说。

2. 道尔顿的原子说。

3. 阿伏伽德罗分子假说和电化二元论。

4. 活力论。

5. 立体化学理论。

6. 门捷列夫元素周期表。

7. 热力学基本定律。

【学习难点】

1. 化学燃素说。
2. 拉瓦锡与化学革命。
3. 类型理论。
4. 化学结构学说。
5. 化学动力学。

第四章 现代化学发展时期

【学习目标】

1. 了解原子结构理论和晶体结构的测定的原理；
2. 了解分析化学和有机化学的演化及发展；
3. 理解经典价键理论和共振理论及其在化学发展史上的重要地位；
4. 了解现代化学键理论等现代化学发展时期建立的化学理论；
5. 了解纳米化学、绿色化学和未来化学发展的方向。
6. 树立攀登世界科学技术的高峰的远大志向。

【学习内容】

第四章	现代化学发展时期	<input checked="" type="checkbox"/> 理论/ <input type="checkbox"/> 实践	学时	8
1. 一级知识点 <ol style="list-style-type: none"> 1) 原子结构理论； 2) 晶体结构的测定； 3) 人工核反应的实现； 4) 人工同位素的合成； 5) 电极的研究； 6) 胶体化学和表面化学的发展； 7) 分析化学的演化； 8) 现代有机化学分支； 9) 人工单晶化学； 10) 无机纤维化学； 11) 未来化学是一门中心科学； 2. 二级知识点 <ol style="list-style-type: none"> 1) 经典价键理论； 				

- 2) 共振理论;
- 3) 原子能的开发和利用;
- 4) 光谱分析;
- 5) 电化学分析;
- 6) 色谱分析;
- 7) 天然有机化学;
- 8) 高分子化学;
- 9) 稀有元素化学;

3. 三级知识点

- 1) 现代化学键理论;
- 2) 从可逆到不可逆的化学热力学;
- 3) 多元化发展的溶液理论;
- 4) 新型陶瓷化学;
- 5) 半导体材料化学;
- 6) 超分子化学;
- 7) 纳米化学;
- 8) 绿色化学;

【学习重点】

1. 原子结构理论。
2. 现代化学键理论。
3. 原子能的开发和利用。
4. 天然有机化学。
5. 绿色化学。

【学习难点】

1. 从可逆到不可逆的化学热力学。
2. 多元化发展的溶液理论。
3. 半导体材料化学。
4. 超分子化学。

四、教学方法

结合化学发展史课程理论性与实践性的学科特点，本课程主要采用讲授法、小组

讨论法、课堂教学展示、专题研讨、案例教学、网络教学、自主学习等法开展教学工作。

具体来说,按照各部分知识特点将教学内容分为精讲内容、导学内容和研讨内容。精讲内容以教师为主导,主要在课堂教学中完成,导学内容和研讨内容均安排课内外讨论或练习环节,由任课教师提出问题学生通过自学进行解答;涉及化学史以及现代化学的发展前沿等专题研讨,由教师设计主题,学生通过文献查阅、调研、收集整理信息或资料,通过运用课程所学到的知识和方法,去发现存在的问题,并进而提出解决问题的方案,以交流讨论、撰写小论文等形式完成。开展探索自然的奥秘、保障人类的健康、寻求发展的动力、创造社会的财富、引领前进的旗帜、中国化学史上的“世界第一”等研讨专题的教学。形成课堂内外学习优势互补,多向互动的良好学习氛围,使学生在理论与实践方面都得到全面的发展。

五、课程考核

对学生学习效果采取多种形式的教学评价方法和考试方式,综合评价学生的知识掌握、能力锻炼、素质培养等情况。结合课程特点,其评价方式采取平时成绩(占40%)、期末成绩(占60%)相结合。平时成绩包括考勤、课堂表现及回答问题情况、导学内容完成情况、主题汇报及小论文作业等综合评定。期末考试以开卷考试或结业论文的形式进行。

$$\text{学期总成绩} = \text{平时考核 (40\%)} + \text{期末考试成绩 (60\%)}$$

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 40%	签到考勤	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(权重0.5)
	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,以及学生分析解决问题的能力等。	课程目标1(权重0.4) 课程目标2(权重0.3)
	课后作业	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(权重0.2) 课程目标2(权重0.2)
期末考试 60%	结业论文	考查学生对知识点、基本原理的掌握情况,以及学生对基本知识的运用能力。	课程目标1(权重0.4) 课程目标2(权重0.5) 课程目标3(权重0.5)

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	$Y_1 \div \text{学生总人数} \times 100\%$	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	B	

(0.2)	总人数 ×100%		总人数 ×100%		总人数 ×100%		总人数 ×100%	人		
目标 3 (0.4)	Z ₁ ÷学生总 人数 ×100%	Z ₁ 人	Z ₂ ÷学生 总人数 ×100%	Z ₂ 人	Z ₃ ÷学生 总人数 ×100%	Z ₃ 人	Z ₄ ÷学生 总人数 ×100%	Z ₄ 人	C	

计算说明:

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

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

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

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

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

2. 单个学生课程目标达成度

$$M = M_1 \times 0.4 + M_2 \times 0.2 + M_3 \times 0.4$$

公式(4)

M 为单个学生课程目标达成度

M₁, M₂, M₃, 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

α₁, α₂, α₃, 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

张家治.《化学史教程》. 太原: 山西教育出版社, 2017 年.

(二) 主要参考书目

[1] 侯纯明.《化学史话》. 北京: 中国石油出版社, 2012 年.

[2] J.R.柏廷顿[英] 著/胡左旋 译.《化学简史》.北京: 中国人民大学出版社, 2010年.

[3] 张德生.《化学史简明教程》.合肥: 中国科学技术大学出版社, 2009年.

[4] 山冈望(日).《化学史传》.北京: 商务印书馆, 1995年.

(三) 网络资源

<https://www.icourse163.org/course/preview/XZNU-1450314584/?tid=1450775766>

执笔人: 熊燕

参与人: 陈新峰, 杨妍

课程负责人: 陈新峰

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