《合成化学》教学大纲

课程性质：专业基础课程	先修课程：无机化学(选论) 有机化学(选论)
总学时：80	学分：4
理论学时：80	讨论学时：10（无课程实验）
开课学院：化学与材料科学学院	适用专业：研究生各专业
大纲执笔人：倪永红、商永嘉	大纲编写时间：2004 年 12 月

一、说明

1、课程的性质、地位和任务

合成化学是化学服务于人类的桥，是化学研究的中心，是化学家改造世界、创造未来最重要的手段。通过本课程的教学，使学生了解合成化学的基本概念、常用术语以及化学合成的意义；从合成的角度再认识在基础化学中学习的重要反应，并学习一些新的合成反应和方法；熟悉常见化合物合成路线的设计、策略和技巧。旨在培养并提高学生综合运用所学知识解决实际合成问题的能力，为学生后续完成毕业论文以及日后从事应用化学研究奠定基础。

2、课程教学的基本要求

（1）在保证该课程教学的科学性和系统性的前提下，着重突出合成化学的实用性。重要合成反应、设计化合物合成路线的逆合成分析法的基本概念、策略和技巧，作为教学的重点内容，要求学生牢固掌握并熟练运用。

（2）坚持理论密切联系实际，讲授时，尽可能结合重要合成反应的机理，阐明反应前后物质结构的变化，旨在帮助学生建立起各类化合物之间相互转化的网络体系以及在化合物合成路线设计中极为有用的逆向思维方式，并积极引导学生灵活运用化学反应解决实际合成问题。

（3）课堂讲授实行启发式，力求做到少而精，突出重点，并注意将培养和提高学生的分析问题和解决问题的能力放在重要位置。

（4）坚持课堂讨论和练习是教好、学好本门课程的关键。在整

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

个教学过程中，将根据正常教学进度事先布置一定量的讨论题，要求学生按时完成，并在课堂上加以讨论。适时进行随堂练习检查学生的掌握情况，并布置一定量的课后作业，加以巩固。

3、本课程的重点与难点

重点：重要的合成反应，设计化合物合成路线的逆合成分析法。

难点：重要合成反应的综合运用，化合物合成路线设计的策略和技巧。

二、课堂教学时数及课后作业题型分配

章　目	教 学 内 容	教　学 时　数	教学方式 或 手 段	课 后 作 业	
				思 考 题	练 习 题
一	无机合成化学概述	3	讲授（多媒体）	√	√
二	特种条件下的无机合成反应	13	讲授（多媒体、讨论）	√	√
三	水热-溶剂热合成技术	8	讲授（多媒体、讨论）	√	√
四	几类重要的无机功能材料的制备	6	讲授（多媒体、讨论）	√	√
五	有机合成绪论	2	讲授（多媒体）	√	√
六	碳-碳键的形成	25	讲授（多媒体、讨论）	√	√
七	氧化还原反应	8	讲授（多媒体、讨论）	√	√
八	有机合成中的保护基	4	讲授（多媒体、讨论）	√	√
九	不对称合成	2	讲授（多媒体）	√	√
十	逆合成分析法	9	讲授（多媒体、讨论）	√	√
合　　计		80			

三、正文

第一章　无机合成化学概述

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确无机合成化学的学科性质、基本内容和重要性，了解并掌握无机合成化学中的若干问题以及本门课程的教学要求和学习方法。

【重点难点】无机合成化学中的若干规律性问题

第一节 无机合成化学的意义

一、新能源开发

二、空间科技

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

三、微电子、光电子技术
四、激光技术
五、红外技术

第二节 无机合成化学的研究内容

一、特定结构或特殊凝聚态的无机材料的合成及相关技术路线与规律的研究
二、极端条件下无机材料的合成和相关技术路线的基础性研究
三、生物矿化与仿生合成技术及其在无机材料合成中的应用研究
四、组合化学在无机材料的制备领域的应用研究
五、节能、洁净、经济等绿色合成反应与工艺的基础性研究

第三节 无机合成化学中的若干问题

一、无机合成化学与反应规律问题
二、无机合成中的实验技术和方法问题
三、无机合成中的分离问题
四、无机合成中的结构鉴定和表征问题
五、无机合成化学中的文献资料问题

【思考题】

1、结合自己的生活实际，说说无机合成的重要意义。
2、就无机合成化学的研究内容和若干问题，谈谈自己的体会。

第二章 特种条件下无机合成反应

【教学目的】

通过本章教学，使学生了解各种特种条件下的无机合成反应。掌握高温合成反应的类型、化学转移反应的设计、气相沉积技术的原理与应用、各种辐射技术的合成机理。

【重点难点】高温合成和气相沉积技术的机制

第一节 高温合成

一、高温的获得和测量
二、高温合成反应类型
三、化学转移反应
四、气相沉积技术——PVD 和 CVD 技术
五、自蔓延高温合成
六、高温高压合成技术

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

第二节 低温合成和真空技术

一、低温的获得与测量

二、真空的获得、测量与控制

三、低温下的化学合成

第三节 g-射线辅助的无机纳米材料合成

一、γ-射线辐射合成的原理

二、纳米金属或合金粉末的制备

三、纳米金属氧化物的制备

四、纳米金属硫族化合物的制备

五、纳米复合材料的制备

六、辐射模板法制备低维纳米材料

第四节 微波辅助的无机纳米材料合成

一、微波辐射合成的原理

二、微波加热和加速反应机理

三、沸石分子筛的微波合成

四、PbS 微晶体的微波辐照合成

五、微波辐射法在无机固相合成中的应用

第五节 超声辅助的无机材料合成

一、超声辐射合成的原理

二、介孔材料的声化学合成

三、金属硫族纳米材料的声化学合成

第六节 溶胶-凝胶(Sol-gel)合成

一、溶胶-凝胶的基本特性

二、溶胶-凝胶的工艺技术

三、溶胶-凝胶合成方法中的主要化学问题

四、Sol-Gel 技术在无机材料合成中的应用

【思考题】

1、试比较 PVD 和 CVD 的优缺点。

2、查阅文献，谈谈自己对各种辐射合成技术的印象和体会。

3、Sol-Gel 技术存在哪些主要化学问题？

第三章 水热、溶剂热合成

【教学目的】

通过本章教学，使学生了解水热-溶剂热合成基础、水热-溶剂热

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

体系中成核与生长的动力学、水热-溶剂热反应装置。掌握水热-溶剂热合成反应的类型、设计与应用程序。了解水热-溶剂热技术在材料合成中的具体应用。

【重点难点】水热-溶剂热合成的技术基础和成核动力学

第一节 水热、溶剂热合成基础

一、水热、溶剂热合成的特点

二、水热、溶剂热反应的基本类型

三、反应介质的性质

四、有机溶剂的性质标度

第二节 水热、溶剂热体系的成核与晶体生长

一、成核

二、非自发成核体系晶化动力学

三、自发成核体系晶化动力学

第三节 水热、溶剂热反应装置和技术程序

一、水热、溶剂热反应装置

二、水热反应合成晶体材料的一般程序

第四节 介孔材料的水热、溶剂热合成

一、几种典型的沸石分子筛的合成

二、水热合成沸石分子筛的基本过程

三、沸石分子筛水热合成中的添加剂

四、沸石合成的可能规律

五、沸石分子筛的非水体系合成

第五节 纳米材料的水热、溶剂热合成

一、纳米棒或线的水热、溶剂热合成

二、纳米管的水热、溶剂热合成

三、微晶或单晶材料的水热、溶剂热合成

四、无机材料的离子液体热合成

【思考题】

1、根据文献谈谈水热-溶剂热合成的特点。

2、如何设计无机材料的水热-溶剂热合成？

3、试比较水热合成与溶剂热合成的优缺点。

第四章 几种典型的无机化合物的合成

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

【教学目的】

通过本章教学，使学生了解几种典型的无机化合物的性质与合成反应。掌握π酸配合物合成反应的类型和18e规则、无机固体发光材料合成的基本过程以及C_{60}的结构特征、合成方法和理化性质。

【重点难点】18e规则和C_{60}的合成方法和理化性质

第一节　p酸配合物的合成

一、18电子规则

二、羰基配合物的成键特征

三、羰基配合物的合成方法

四、羰基配合物的性质和应用

第二节 金属夹心配合物的制备

一、二茂铁的性能、结构与成键

二、金属夹心式化合物的合成反应

三、二茂铁的制备

第三节 无机固体发光材料的合成

一、发光材料制备的基本过程

二、灯用卤磷酸钙荧光粉的制备

三、彩色电视三基色稀土荧光粉的合成和发光性能

第四节 C_{60}的合成

一、C_{60}的发现

二、C_{60}的合成方法

三、C_{60}的分离与提纯

四、C_{60}的结构特征及物理性质

五、C_{60}的化学性质

【思考题】

1、谈谈无机发光材料对日常生活的影响。

2、参照文献设计无机发光材料的水热-溶剂热合成。

第五章　有机合成绪论

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确合成化学的学科性质、基本内容和学习意义，掌握有机合成路线设计中的常用术语以及从合成化学角度对有机化学反应的分类，了解本门课程的教学要求和学习方法。

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

【重点难点】

有机合成路线设计中的常用术语，试剂的反应性与有机合成反应。

第一节　合成化学

一、有机合成及其作用

二、有机合成化学的发展回顾

三、有机合成化学的近期趋势

四、有机合成路线设计及其策略

第二节　试剂的反应性与有机合成反应

一、有机反应的分类

二、亲核试剂

三、亲电试剂

四、双反应性试剂

第三节　学习意义与教学要求

一、学习意义

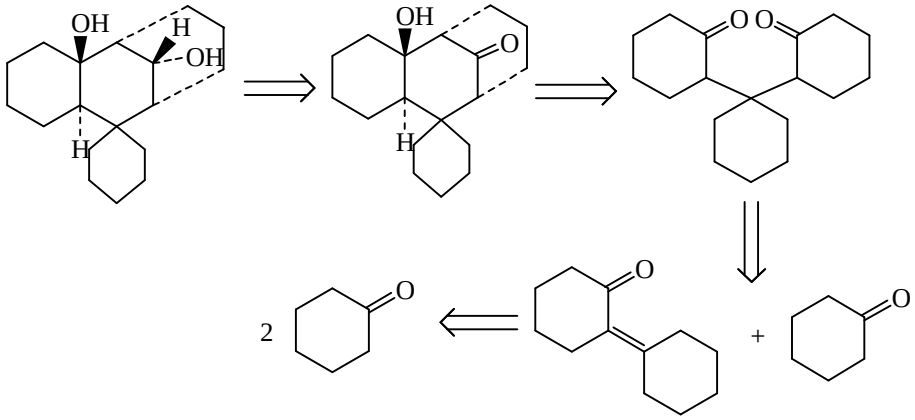
二、教学要求

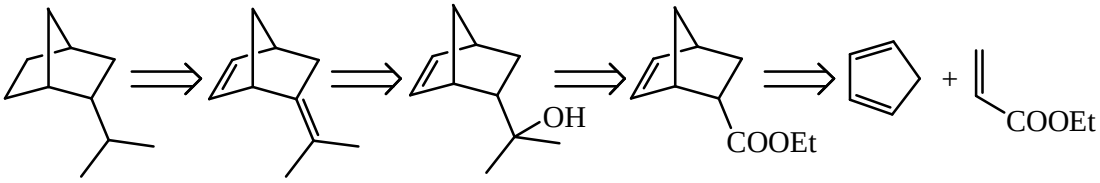
【思考题】

1、结合自己的生活实际，说说有机合成的重要意义。

2、就合成设计的基本策略，谈谈自己的体会。

3、从下面两个例子，看逆合成分析法的重要性。





第六章　碳-碳键的形成

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

【教学目的】

通过本章教学，使学生了解碳-碳键的形成方法，掌握有机金属试剂、稳定碳负离子的缩合反应、稳定碳负离子的烷基化、元素有机化合物、环的形成等方法在碳-碳键形成及有机合成领域的应用，明确有机合成中碳-碳键形成的方法，掌握重要几种重要的碳-碳键形成的方法。

【重点难点】

1、重要有机金属试剂的制备及其在有机合成中的应用
2、稳定碳负离子的重要缩合反应及其在有机合成中的应用
3、重要稳定碳负离子的烷基化反应及其在有机合成中的应用
4、基于元素有机化合物的碳-碳键形成方法
5、环的形成及五元、六元碳环和杂环的合成

第一节　基于金属有机试剂的碳-碳键形成方法

一、有机镁试剂在有机合成中的应用
二、有机锂试剂在有机合成中的应用
三、有机锌试剂在有机合成中的应用——Reformatsky 反应
四、二烃基铜锂在有机合成中的应用

第二节　稳定碳负离子的缩合反应

一、碳负离子的形成、稳定化作用及其反应性
二、羟醛缩合反应类型及其在有机合成中的应用
三、不同类型羰基化合物间的缩合反应
四、烯烃合成法：C=C 的形成

第三节　稳定碳负离子的烷基化

一、稳定碳负离子烷基化的选择性问题
二、酯的烷基化
三、醛和非对称酮的烯醇化及其烷基化的选择性控制
四、β–二羰基化合物的烷基化
五、通过共轭加成进行碳亲核试剂的烷基化

第四节　基于元素有机化合物的碳-碳键形成方法

一、元素有机化合物的结构特点及反应性

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

二、基于有机硼试剂的碳-碳键形成方法
三、基于有机磷试剂的碳-碳键形成方法
四、基于有机硫试剂的碳-碳键形成方法

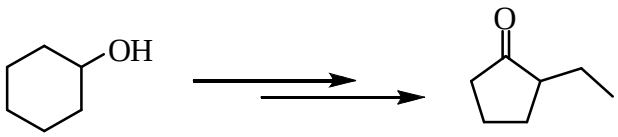
第五节　环的形成

一、环的分类及成环策略
二、三至六元碳环及中环与大环的形成
三、普通杂环及芳香杂环的形成

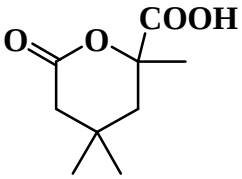
【思考题】

1、讨论有机镁、有机锂、有机锌、有机铜试剂在有机合成中应用的互补性。

2、分析讨论交叉縮合反应的选择性控制。

3、实现转化 

4、碳负离子的反应性及其烷基化反应的选择性问题

5、合成 

6、元素有机化合物与有机金属化合物的区别。

7、分析小环、普通环、中环和大环成环手段的差异性。

8、分析小环、普通环、中环和大环成环手段的差异性。

第七章　氧化还原反应

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确氧化还原反应的意义，掌握重要的氧化还原反应及其在有机合成中的应用。

【重点难点】

重要氧化反应和还原反应及其在有机合成中的应用，氧化反应及还原反应的选择性。

第一节　重要的氧化反应

一、醇的氧化
二、碳-碳双键的氧化

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

三、碳-碳键的断裂氧化
四、碳-氢键的氧化

第二节　重要的还原反应

一、负氢转移还原反应
二、催化氢化反应
三、可溶性金属还原反应
四、其他还原剂如肼和联亚胺还原法

【思考题】

1、归纳总结通过氧化反应实现各类有机化合物之间转化的网络体系。

2、归纳总结通过还原反应实现各类有机化合物之间转化的网络体系。

第八章　有机合成中的保护基

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确保护基的意义和要求，掌握常见基团的保护方法及其在有机合成中的应用。

【重点难点】

常见基团的保护及其在有机合成中的应用。

第一节　基团的保护

一、基团的保护及其意义
二、保护基的基本要求

第二节　羟基的保护

一、醚化
二、酯化
三、缩醛（酮）化——保护二元醇

第三节　醛、酮的保护

一、缩醛（酮）化
二、硫代缩醛（酮）化
三、烯醇醚化

第四节　氨基的保护

一、酰基化

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

二、苄基化

第五节　碳氢键的保护

第六节　碳碳双键的保护

【思考题】

1、从绿色化学角度看有机合成中的基团保护。

2、反应选择性与基团保护之间的关系。

第九章　不对称合成

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确不对称合成的意义，掌握不对称合成中几个常用术语的涵义，了解不对称合成的原理和基本方法。

【重点难点】

不对称合成的涵义、原理和基本方法。

第一节　不对称合成的意义

第二节　不对称合成的基本概念

一、不对称合成的定义

二、立体选择性

第三节　实现不对称合成的原理与基本方法

一、手性底物控制

二、手性辅助基团控制

三、手性试剂控制

四、手性催化剂控制

第四节　不对称碳-碳键形成反应

一、羰基的不对称加成反应

二、不对称醇醛反应

三、不对称环加成反应

【思考题】

分析比较实现不对称合成的四种基本方法。

第十章　逆合成分析法

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确逆合成分析法的意义，理解逆合成分析法中几个常用术语的涵义，熟练掌握运用逆合成分析法设计有机化合物合成路线的基本技能。

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

【重点难点】

逆合成分析法，有机合成路线设计技巧。

第一节　切断与逆合成分析法

一、逆合成分析的常用术语

二、逆合成分析步骤

三、逆合成分析的切断原则

四、逆合成分析的切断技巧

五、简单有机化合物的逆合成分析举例

第二节　有机合成路线设计的其它技巧

一、导向基的使用

二、保护基的使用

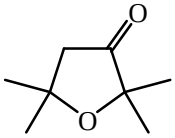
三、反应性差异的利用

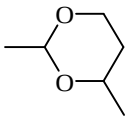
四、潜在官能团的利用

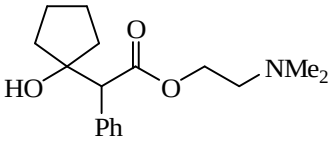
五、极性颠倒

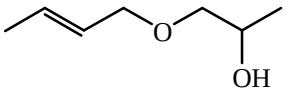
【思考题】

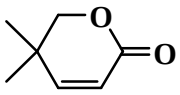
设计下列化合物的合成路线：

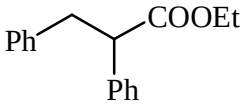
1. 

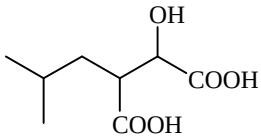
2. 

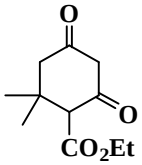
3. 扩瞳剂（Cyclopentolate） 

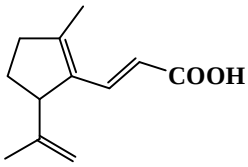
4. 

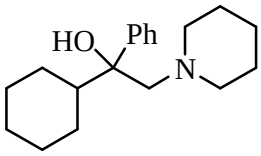
5. 

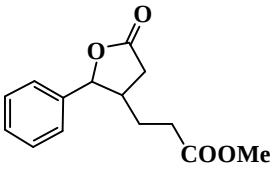
6 

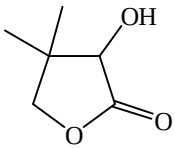
7. 

8. 

9. 

10. 

11. 

12. 

【课程考试】

本课程考试采取“开卷”方式进行。主要考查学生对重要合成反应

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

的理解、判断、分析等能力；重点考查学生综合运用重要合成反应设计各类化合物合成路线的能力。

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn