《聚合物材料结构与性能表征》教学大纲

1. **课程编号：100091104**
2. **课程名称** 聚合物材料结构与性能表征
3. **高等教育层次：本科**
4. **课程在培养方案中的地位：**

课程性质：必修

对应于材料化学专业

**开课学年及学期 非强制，建议大学三年级**

1. **先修课程（**a有机化学；b高分子化学；c高分子物理**）**
2. **课程总学分：3.0**，总**学时:48**；
3. **课程教学形式：**0普通课程
4. **课程教学目标与教学效果评价**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程教学目标（给出知识能力素养各方面的的具体教学结果）(必填) | 教学效果评价 | | | |
| 不及格 | 及格，中 | 良 | 优 |
| 1. 了解和掌握电磁辐射的基本概念、光谱分析的特点与发展趋势、光谱分析技术在促进高分子材料科学发展中所起的重大作用 | 1.对化学合成高分子材料等结构分析和性能表征中的概念、理论与实验方法有碎片化的理解。 | 1.对化学合成高分子材料等结构分析和性能表征中的概念、理论与实验方法能理解，但不完整。 | 1.对化学合成高分子材料等结构分析和性能表征中的概念、理论与实验方法能完整理解，但不系统，存在断点。 | 1.对化学合成高分子材料等结构分析和性能表征中的概念、理论与实验方法能完整系统地理解。 |
| 1. 知悉和理解有机官能团的基团振动频率范围、高分子红外光谱的特点、高分子与有机化合物红外光谱的联系与区别 | 1.对有机官能团的基团振动频率范围、高分子红与有机化合物红外光谱特点有碎片化的理解与掌握。 | 1.对有机官能团的基团频率振动范围、高分子红外光谱的特点，以及红外与拉曼光谱的区别和氢键对基团振动模式的影响规律能理解，但不完整。 | 1.对有机官能团的基团振动频率范围、高分子红外光谱的特点，以及红外与拉曼光谱的区别和氢键对基团振动模式的影响规律能完整理解，但不系统，存在断点。 | 1.对有机官能团的基团振动频率范围、高分子红外光谱的特点，以及红外与拉曼光谱的区别和氢键对基团振动模式的影响规律能能完整系统地理解与掌握 |
| 3、知悉和理解核磁共振氢谱与碳谱的基本原理、化学位移和裂分规律产生的原因与规律和傅里叶变换超导核磁共振技术发展的意义 | 1.能够运用核磁共振氢谱与碳谱分析的基本原理与方法，解决有机化合物与聚合物结构表征的个别问题。 | 1.整体上能够根据核磁共振氢谱与碳谱分析的基本原理与方法，以及化学位移和裂分规律解决有机化合物与聚合物结构表征问题的能力，但缺乏系统性。 | 1.整体上能够根据核磁共振氢谱与碳谱分析的基本原理与方法，以及化学位移和裂分规律，解决有机化合物与聚合物结构表征中问题的能力，有一定的系统性，但系统性方面存在断点。 | 1.具备根据核磁共振氢谱与碳谱分析的基本原理与方法，以及化学位移和裂分规律和双照射去偶技术对13C与质子和其它杂原子偶合影响的规律，分析解决较为复杂的有机化合物与聚合物结构表征中问题的能力。 |
| 4、知悉和理解基质辅助激光解析电离-飞行时间高分子质谱（MALDI-TOF）基本原理、质谱仪中各类质量分析器构造、高分子质谱分析技术的进展及对高分子学科发展的重大影响 | 1.仅具有对高分子质谱基本原理、质谱仪中各类质量分析器构造、高分子质谱分析技术的进展及对高分子学科发展影响的零碎概念。 | 1.整体上具有根据所掌握的高分子和有机化合物质谱分析的基本原理与方法，分析和解决有机化合物与聚合物结构表征中分子量测定等问题的能力，整体上形成了高分子和有机化合物质谱的思维模式，但缺乏系统性。 | 1.整体上具有根据所掌握的高分子和有机化合物质谱分析基本原理与方法，分析和解决有机化合物与聚合物结构表征中遇到的分子量测定等问题的能力，基本上形成了高分子和有机化合物质谱的思维模式思维模式，有一定的系统性，但系统性方面存在断点。 | 1.具有根据所掌握的高分子和有机化合物质谱分析基本原理与方法，分析和解决有机化合物与聚合物结构表征中遇到的分子量测定等问题的能力，形成了高分子和有机化合物质谱的思维模式。并能综合利用其它表征方法对材料的结构做出正确分析与判断。 |

1. **课程教学目标与所支撑的毕业要求对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求（指标点）编号 | 毕业要求（指标点）内容 | 课程教学目标（给出知识能力素养各方面的的具体教学结果） |
|
| 1 | 在掌握双原子分子振动模型、多原子分子简正（并）振动、拉曼散射的基本原理基础上，能够对常见有机化合物和聚合物红外光谱图进行分析和指认。 | 1.知悉和理解双原子分子振动模型、多原子分子简正（并）振动、拉曼散射的基本原理；  2.知悉和理解有机化合物和聚合物红外光谱特征振动谱带的波数范围、强度；常见聚烯烃、聚酯、聚酰胺等谱图特征；氢键对基团振动模式的影响。 |
| 2 | 在掌握核磁共振氢谱与碳谱的基本原理、化学位移和裂分规律产生的原因基础上，能够对常见有机化合物和聚合物结构进行核磁共振氢谱与碳谱分析和表征，测定聚合物分子量和进行共聚物组成分析 | 1.知悉和理解核磁共振氢谱与碳谱的基本原理、化学位移和裂分规律产生的原因；  2.能够根据取代基对不同核化学位移影响的规律，对常见有机化合物和聚合物结构进行核磁共振氢谱与碳谱分析和表征；3.能够利用端基分析来进行聚合物分子量测定；  4.能够利用不同上链结构单元间积分面积之比进行共聚物组成分析。 |
| 3 | 在掌握高分子和有机化合物质谱分析基本原理的基础上，学会利用质谱数据分析和解决有机化合物与聚合物结构表征中遇到的分子量测定及其分子与主链结构确定的问题。 | 1. 根据所掌握的高分子和有机化合物质谱分析基本原理与方法，针对有机化合物的分子量测定及其分子结构解析问题，以及聚合物分子量及其分布测定、聚合物主链结构单元确定和端基分析的需要，选择合适的质谱分析方法，形成能够熟练用其分析和解决有机化合物与聚合物结构表征中所遇到问题的能力。 |

1. **教学内容、学时分配、与进度安排**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 教学内容 | 学时分配 | 所支撑的课程教学目标 | 教学方法与策略（可结合教学形式描述）（选填） |
| **第一章 绪论**  1.1电磁辐射与光谱学  1.2光谱分析的内容与任务 | 2 | 1 | 讲授、课堂讨论 |
| **第二章 傅立叶变换红外光谱**  2.1振动光谱的基本原理与经验方法  2.2基团振动频率表与高分子红外光谱  2.3常见聚合物红外光谱的特征谱带与谱图解析  2.4傅立叶变换红外光谱仪的定量分析功能 | 12 | 1 | 讲授、提问、课堂讨论、单元测验 |
| **第三章 核磁共振氢谱(1H NMR)**  3.1核磁共振现象与基本原理  3.2高分子溶液的核磁共振氢谱；  3.3化学位移与分子结构的关系  3.4偶合常数与分子结构的关系  3.5 核磁共振氢谱在高分子材料结构分析中的应用 | 12 | 2 | 讲授、提问、课堂讨论、单元测验 |
| **第四章 核磁共振碳谱(13C NMR)**  4.1核磁共振碳谱基本原理与测定技术与特点  4.2取代基对13C 化学位移的影响  4.3化学位移的模拟计算方法  4.4 13C驰豫时间和分子结构的关系  4.5溶液13C NMR谱在高分子结构研究中应用 | 10 | 2 | 讲授、提问、课堂讨论、单元测验 |
| **第五章 高分子的质谱法**  5.1有机质谱的反应及其机理；  5.2有机质谱图解析  5.3高分子质谱的基本原理；  5.4基质辅助激光解析/离子质谱法(MALDI-MS)在聚合物分子量测定及其结构分析中的应用； | 10 | 3 | 讲授、提问、课堂讨论、单元测验 |
| **第六章 实验**  6.1傅立叶变换红外光谱实验 | 2 | 1 | 学生动手测试、分析图谱 |

1. **考核与成绩评定：平时成绩、期末考试在总成绩中的比例，平时成绩的记录方法。**

考核方式：开卷考试

成绩构成：单元测验（开卷，每次40分钟）4次，每次7.5分，全部共30分；

期末考试：70分

1. **教材，参考书:**

[1] 薛奇编著 高分子结构研究中的光谱方法[M]. 北京：高等教育出版社, 1995. [2] 朱诚身主编 聚合物结构分析[M].北京：科学出版社，2004. [3] G Montaudo and R P Lattimer. Mass Spectrometry of Polymers[M]. CRC Press, 2002.

1. **大纲说明：**

本大纲共分为6章。第1章简要介绍电磁辐射的原理以及与分子的相互作用；第2章和第3 章为本课程的重点，分别介绍了目前最为常用的傅立叶变换红外光谱和核磁共振氢谱的基本原理以及在高分子材料结构表征中的应用；作为第3章的提高篇，第4章介绍了核磁共振碳谱的基本原理及在高分子和有机化合物结构表征中的应用；第5章介绍了高分子质谱法在高分子材料结构表征中的应用与发展概况。为强化同学们的学习效果，还各安排了2 学时的傅立叶变换红外光谱实验课，除让同学们初步了解仪器的功能与结构外，还试图让学生们亲自动手利用仪器进行实验、获取谱图，培养自己分析图谱的能力。

1. **编写教师：冯增国**

编写教师签名：

责任教授签名：

开课学院教学副院长签名：

**Outline for Characterization of Structure and Properties of Polymeric Materials**

**Course code:** **100091104**

**Course name: Characterization of Structure and Properties of Materials**

**Lecture Hours: 46 hours**

**Laboratory Hours: 2 hours**

**Credits: 4**

**Term(If necessary):**

**Prerequisite(s): Organic chemistry, Polymer chemistry and Physics**

**Course Description:**

This course is to explore the molecular structures of polymers, biomacromolecules, organic-inorganic hybrids, organic opto-electronic functional materials and so on by using instrumental analytical techniques, which is a core theme toward the characterization of the structure and properties of materials sciences. Thanks to the wide applications of computers and Fourier transform, the performance of various analytical instruments are greatly improved and the structural information is incredibly expanded, laying a sound foundation for the deeper and quicker identification of materials structures. As a result, this course is aimed at teaching and cultivating students how to understand and master the basic concepts, theories and experimental techniques of structural identification and property characterization of synthetic polymeric materials and how to know the functionalities and current advances of relative analytical instruments. It is indispensable for a student who wants to engage in the basic and applied research of materials sciences in the furture to learn and master the course of Characterization of Structure and Properties of Materials.

**Course Outcomes**:

After completing this course, a student should be able to:

1. Measure FTIR spectra and explain the basic vibration peaks of characteristic groups for particular organic or polymeric compounds;
2. Master the basic rules of nuclear resonance peak appearances of 1H and 13C NMR and analyze the molecular structures of particular organic or macromolecular compounds based on these resonance peaks;
3. Know the principles of polymeric mass spectrometric analysis and determine the molecular weight and molecular structure of synthetic polymeric materials.

**Course Content:**

**Lectures and Lecture Hours:**

1. Introduction 2

- Electromagnetic radiation and spectroscopy

1. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy 12

- Basic principles and empirical methods of vibration spectroscopic analyses;

- Application of FTIR in the molecular structural research of polymeric materials;

- Monitoring the kinetic process of polymeric reaction.

1. Hydrogen Nuclear Resonance Spectroscopy (1H NMR ) 12

- Phenomena and basic principles of proton nuclear resonance;

- 1H NMR spectra of polymeric solutions;

- Application of 1H NMR in the structural analyses and molecular weight determination of polymeric materials.

1. Carbon Nuclear Resonance Spectroscopy (13C NMR ) 10

- Basic principles of carbon nuclear resonance;

- Design of pulse sequences for carbon nuclear resonance;

- Analyzing examples of 13C NMR spectra for particular organic or macromolecular compounds.

1. Macromolecular Mass Spectroscopy 10

- Mass spectroscopic reaction and basic principles of organic compounds;

- Basic principles of macromolecular mass spectroscopy;

- Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight spectroscopy (MALDI TOF)。

**Laboratories and Laboratory Hours:**

1. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy 2

**Grading:**

Chapter Exams 30%

Final 70%

**Text & Reference Book**:

[1] 薛奇编著 高分子结构研究中的光谱方法[M]. 北京：高等教育出版社, 1995. [2] 朱诚身主编 聚合物结构分析[M].北京：科学出版社，2004. [3] G Montaudo and R P Lattimer. Mass Spectrometry of Polymers[M]. CRC Press, 2002.