

《材料化学》教学大纲

课程代码: NANA2030

课程名称: 材料化学

英文名称: **Materials Chemistry**

课程性质: 专业选修课

学分/学时: 2学分/36学时

考核方式: 闭卷笔试

开课学期: 第五学期

适用专业: 纳米材料与技术

先修课程: 大学物理、大学化学

后续课程: 专业实验

开课单位: 纳米科学技术学院

课程负责人: 邵名望

大纲执笔人: 邵名望

大纲审核人: 邵名望, 李青

选用教材: radley D. Fahlman, *Materials Chemistry*, Springer, Second Edition, 2011

一、课程目标

通过本课程的学习, 使学生具备下列能力:

1. 培养学生具备扎实的材料化学理论基础知识, 掌握化学与纳米材料科学之间的联系, 深入理解结构决定性能, 加强学生的应用意识。(支撑毕业要求指标点1-2)
2. 培养学生发现、分析和解决问题的能力, 使学生学会从原子和分子水平的观点来思考和解决相关纳米材料科学问题, 掌握材料的微观结构、性能测试等基本实验技能, 培养学生对实验结果进行整理、归纳和分析的能力。为学生从事基础理论研究、应用基础或应用研究打下基础。(支撑毕业要求指标点12-1)

二、教学内容

第一章 绪论 Chapter I Introduction (支撑指标点1-2)

课时: 1周, 共2课时

教学内容

第一节 发展历史 Section 1 Historical Perspectives

第二节 材料结构与性能 Section 2 The relationship between Structure and Property

思考题:

1. What is meant by “top-down” or “bottom-up” synthetic approaches? Provide applications of each.
2. When a new technology is introduced, the consumer price is astronomical. What are the factors that govern when and how much this price will be lowered? Cite specific examples.

第二章 固态化学 Chapter II Solid State Chemistry (支撑指标点1-2)

课时: 5周, 共10课时

教学内容

第一节 晶体与无定形体 Section 1 Amorphous vs. Crystalline Solids

第二节 键的类型 Section 2 Types Of Bonding in Solids

- 一、离子键 1. Ionic Solids
- 二、金属键 2. Metallic Solids
- 三、共价键 3. Covalent Network Solids
- 四、分子键 4. Molecular Solids

第三节 晶体 Section 2 Crystalline Solids

- 一、晶体生长技术 1. Crystal Growth Techniques
- 二、晶体结构 2. Crystal Structures
教学要点：了解晶体结构
Point: To understand the crystal structure
- 三、晶体对称性与空间群 3. Crystal Symmetry and Space Groups
教学要点：掌握对称性操作
Point: To understand symmetry operations
- 四、晶体的X射线衍射技术 4. X-Ray Diffraction from Crystalline solids
教学要点：掌握X射线衍射的原理
Point: To understand the principles of X-ray diffraction
- 五、晶体缺陷 5. Crystal Imperfections
教学要点：掌握几种常见的缺陷
Point: To understand common imperfections in crystal solids
- 六、晶体的物理性质 6. Physical Properties of Crystals
教学要点：理解结构与性能的关系
Point: To understand the relationship between structure and property
- 七、晶体中的键-能带理论 7. Bonding in Crystalline Solids: Introduction to Band Theory
教学要点：掌握能带理论的基本要点
Point: To understand the basic of band theory

第四节 无定形体 Section 4 The Amorphous State

- 一、溶胶-凝胶过程 1. Sol-Gel Processing
- 二、玻璃 2. Glasses
- 三、混凝土材料 3. Cementitious Materials
- 四、陶瓷 4. Ceramics

思考题：

1. What are the differences between amorphous and crystalline materials? Cite examples of each.
2. Describe some techniques used to fabricate amorphous or crystalline materials.
3. What is the difference between point groups and space groups?

第三章 金属 Chapter III Metals （支撑指标点1-2）

课时：1周，共2课时

教学内容

第一节 金属结构与性质 Section 1 Metallic Structures and Properties

- 一、铁-碳合金的相变 1. Phase Behavior of Iron-Carbon Alloys
- 二、钢的硬化 2. Hardening Mechanisms of Steels
- 三、不锈钢 3. Stainless Steels
- 四、非铁金属及合金 4. Nonferrous Metals and Alloys

第二节 金属表面处理与防腐 Section 2 Metal Surface Treatments for Corrosion Resistance

第三节 磁性 Section 3 Magnetism

第四节 储氢材料 Section 4 Reversible Hydrogen Storage

思考题：

1. What is the difference between substitutional and interstitial dopants? Provide examples for each type.

2. Explain why many ferrimagnetic materials crystallize in a spinel lattice.

第四章 半导体 Chapter IV Semiconductors (支撑指标点1-2)

课时: 4周, 共8课时

教学内容

第一节 半导体的性质及类型 Section 1 Properties and Types of Semiconductors

第二节 硅的应用 Section 2 Silicon-Based Applications

第三节 发光二极管 Section 3 Light-Emitting Diodes

第四节 热电材料 Section 4 Thermoelectric Materials

思考题:

1. Explain how LEDs/OLEDs operate, and think of some intriguing applications for these types of materials.
2. How are the bandgap and dielectric constant of a thin film determined experimentally?

第五章 高聚物 Chapter V Polymeric Materials (支撑指标点1-2)

课时: 1周, 共2课时

教学内容

第一节 聚合物的命名与分类 Section 1 Polymer Classifications and Nomenclature

第二节 聚合机理 Section 2 Polymerization Mechanisms

第三节 聚合物的应用 Section 3 Applications of Polymers

第四节 添加剂 Section 4 Polymer Additives

思考题:

1. Explain the differences between a thermoplastic and thermoset.
2. What are the structures of conductive polymers, and what is the mechanism for electronic transport in the solid-state?

第六章 纳米材料 Chapter IV Semiconductors (支撑指标点1-2)

课时: 4周, 共8课时

教学内容

第一节 纳米材料的毒性 Section 1 Properties and Types of Semiconductors

第二节 纳米技术简介 Section 2 Silicon-Based Applications

第三节 应用 Section 3 Light-Emitting Diodes

思考题:

1. What are some examples of “self-cleaning” coatings? How do these work?
2. Describe a “top-down” and “bottom-up” approach to synthesizing 0-D nanostructures.
3. Describe the Vapor-Liquid-Solid, Solution-Liquid-Solid, and Solid-Liquid-Solid synthetic routes for 1-D nanostructural growth. Make sure you discuss the experimental setup and required precursor(s) for each technique, as well as the morphological control (i.e., control over thickness, length, chirality, etc.) one would have for each technique.

第七章 材料表征技术 Chapter VII (支撑指标点12-1)

课时: 1周, 共2课时

教学内容

第一节 电子显微镜 Section 1 Electron Microscopy

第二节 表面与界面表征技术 Section 2 Surface and Interface Characterization Techniques

第三节 扫描探针技术 Section 3 Scanning Probe Microscopy

第四节 块体表征技术 Section 4 Bulk Characterization Techniques

思考题:

1. What are the differences between STM and AFM, providing examples of their applications?
2. What characterization techniques would be best suited for the following:
 - (a) Analysis of a thin film (20 nm thickness) for Na content (very precise value is desired).
 - (b) Determination of the Li content of a thin film – comparison of the surface concentration with the Li content at a depth of 100 nm below the surface (diffusion study).
 - (c) Assess whether a new synthetic procedure to grow TiO₂ nanoparticles was successful or not.
 - (d) Determine the lattice parameters of metallic ReO₃ nanoparticles.
 - (e) Determine the percentage yield and purity for a batch of single-walled carbon nanotubes.

三、考核方式

平时作业、闭卷考试

成绩评定方法:

期中成绩20%，期末成绩60%，平时成绩20%

课程目标	考试相关试题占比	平时作业相关内容占比	课程分目标达成度评价方法
1. 培养学生具备扎实的材料化学理论知识，掌握化学与纳米材料科学之间的联系，深入理解结构决定性能，加强学生的应用意识。	65	50	分目标达成度 = 0.8 * (分目标试题平均分 / 分目标试题总分) + 0.2 * (分目标平时成绩 / 分目标总分)
2. 培养学生发现、分析和解决问题的能力，使学生学会从原子和分子水平的观点来思考和解决相关纳米材料科学问题，掌握材料的微观结构、性能测试等基本实验技能，培养学生对实验结果进行整理、归纳和分析的能力。	35	50	

评分标准:

课程目标	90-100 (优秀)	75-89 (良好)	60-74 (及格)	0-59 (不及格)
课程目标1	熟练掌握材料化学理论知识，深入理解材料结构与性能之间的关系，并在实验中灵活应用。	掌握材料化学理论知识，理解材料结构与性能之间的关系，能够在实验中加以应用。	基本掌握材料化学理论知识，明白材料结构与性能之间的关系，了解知识的应用领域，有应用的可能。	材料化学理论知识概念错误，不能建立材料结构与性能的联系，无法在实际试验中应用。
课程目标2	灵活运用原子和分子水平的观点来思考和解决相关纳米材料科学问题，熟练掌握材料的微观结构、性能测试等基本实验技能。	能够运用原子和分子水平的观点来思考和解决相关纳米材料科学问题，掌握材料的微观结构、性能测试等基本实验技能。	能够运用原子和分子水平的观点来思考和解决相关纳米材料科学问题，但不够全面。了解材料的微观结构、性能测试等基本实验技能。	无法从原子和分子水平的观点来思考和解决相关纳米材料科学问题。不能掌握材料的微观结构、性能测试等基本实验技能。

	能测试等基本实验技能, 准确对实验结果进行整理、归纳和分析。	试等基本实验技能, 对实验结果进行整理、归纳和分析	结构、性能测试等基本实验技能, 对实验结果进行整理、归纳和分析, 但是结论有时不准确。	测试等基本实验技能, 无法对实验结果进行整理、归纳和分析。
--	--------------------------------	---------------------------	---	-------------------------------