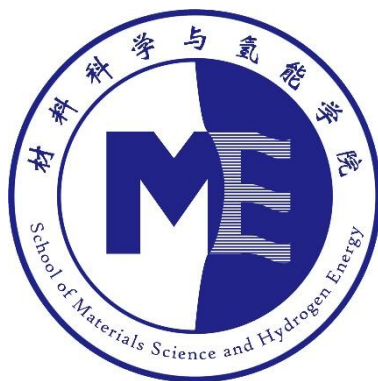




佛山科学技术学院

# 材料化学专业理论课程 教学大纲



材料科学与氢能学院

二〇二二年五月

## 目 录

1.. 《专业英语》课程教学大纲 .....	5
2.. 《工程伦理学》课程教学大纲 .....	11
3.. 《电工与电子技术》课程教学大纲 .....	22
4.. 《材料力学》课程教学大纲 .....	27
5.. 《无机化学》课程教学大纲 .....	34
6.. 《分析化学》课程教学大纲 .....	41
7.. 《有机化学》课程教学大纲 .....	52
8.. 《物理化学》课程教学大纲 .....	62
9.. 《结构化学》课程教学大纲 .....	75
10. .... 《	
胶体与表面化学》课程教学大纲 .....	82
11. .... 《	
化工原理》课程教学大纲 .....	95
12. .... 《	
材料科学基础》课程教学大纲 .....	104
13. .... 《	
材料分析测试方法 1 》课程教学大纲 .....	109
14. .... 《	
材料分析测试方法 2》课程教学大纲 .....	120
15. .... 《	
材料化学》课程教学大纲 .....	127

16.	.....	《
	高分子化学》课程教学大纲.....	135
17.	.....	《
	应用电化学》课程教学大纲.....	143
18.	.....	《
	高分子物理》课程教学大纲.....	150
19.	.....	《
	复合材料学》课程教学大纲.....	161
20.	.....	《
	催化化学》课程教学大纲.....	167
21.	.....	《
	精细化学品化学》课程教学大纲.....	175
22.	.....	《
	薄膜技术与材料》课程教学大纲.....	191
23.	.....	《
	新能源材料》课程教学大纲.....	196
24.	.....	《
	无机功能材料》课程教学大纲.....	205
25.	.....	《
	陶瓷工艺原理》课程教学大纲.....	220
26.	.....	《
	科技论文写作》课程教学大纲.....	229

27. ....	《
物理化学选论》课程教学大纲 .....	235
28. ....	《
半导体材料与器件》课程教学大纲 .....	241

# 《专业英语》课程教学大纲

## (Professional English)

执笔者：许泳行

审核人：邓前军

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学专业		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	是
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时		
先修课程	大学英语、材料科学基础		
后续课程	专业英语、科技论文写作		

### 二、课程简述

《专业英语》课程是在大学英语学习的基础上帮助学生完成从大学基础英语阶段到专业英语的阅读、翻译与写作阶段的过渡。本课程是材料化学、材料科学与工程、新能源材料与器件等专业的工程学科平台课程、必修课，旨在为提高学生专业英语水平而开设。通过本课程的学习，了解科技英语的表达方式、方法在英语中的具体体现，为学生继续深造或工作中阅读专业英语文献和英文原著打下良好基础。同时，学生可以进一步提高阅读理解和综合分析能力（如记笔记、信息转换等）；习惯于阅读真实的语言素材；扩大科技词汇量，开阔科普视野和思路；进一步了解如何书写正式的英文书信、项目规划书，学会如何利用图表、表格等视觉信息，熟悉科技文体的写作规范；操练以不同语言结构、以语言功能为中心的写作练习和翻译练习。科技英语的教学任务是讲授科技英语的语法特点、文体结构以及科技英语文献的翻译方法和技巧，培养学生阅读英语科技资料的能力，使其能以英语为工具获取材料科学与工程专业所需要的信息。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
------	-----------------	-----

毕业要求 2.问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	指标点 2-3 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性。	L
毕业要求 10.沟通：能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告、陈述发言和回应指令；具备一定的国际化视野，能够在跨文化背景下进行沟通与交流。	指标点 10-1 能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达。	M
	指标点 10-2 了解材料学科发展趋势并能与业界同行及社会公众进行有效沟通。	H
	指标点 10-3 具有一定的外语应用能力。	H

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

对应毕业要求 2、10：本课程将提高学生阅读英语科技资料的能力，提高阅读理解和综合分析能力、扩大科技词汇量，帮助学生更好地使用 Web of Science、SciFinder 等英文科技文献检索工具。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

目标 1：培养学生阅读英语科技资料的能力。

目标 2：提高阅读理解和综合分析能力（如记笔记、信息转换等）、扩大科技词汇量。

目标 3：能以英语为工具获取材料科学与工程专业所需要的信息。

#### (二) 考核方式

采取考查、考试的方法，进行化合物的命名、论文的翻译、英文摘要的写作等项目的考查、考试。

#### (三) 成绩评定

平时成绩占 30%，考试成绩占 70%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第一章 Introduction to Materials Science and Engineering

**重点：**材料类、化学类英文文献的快速阅读；

**难点：**科技英文句子的理解与翻译。

**课程思政：**引导学生认识英语在专业学习、职业发展规划中的重要作用。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

#### 第 1 节 What Is a Material?

## 第 2 节 Classification of Materials

## 第 3 节 Fundamental Properties of Different Kind of Materials

要求：了解材料科学与我们生活的密切关系，初步掌握文献快速阅读技巧；科技英语翻译技巧(一)：词义选择和引申。

## 第二章 Metals and Alloys

**重点：**形成快速阅读的习惯

**难点：**金属材料类科技论文的理解

**课程思政：**引导学生学习元素周期表各元素的英文单词，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Atomic Arrangements and Imperfects in the Atomic Arrangement

### 第 2 节 Thermal Equilibrium Diagram

### 第 3 节 Casting

### 第 4 节 Nonferrous Alloy

要求：金属材料类文献阅读；科技英语翻译技巧(二)：数词。

## 第三章 Ceramics

**重点：**巩固快速阅读的技巧和能力

**难点：**陶瓷材料类专业词汇及文献阅读

**课程思政：**引导学生学习陶瓷材料类专业词汇及文献阅读，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Introduction to Ceramics

### 第 2 节 Novel Ceramic Processing Routes

### 第 3 节 Advanced Ceramics

### 第 4 节 Clean Energy through Ceramics

要求：陶瓷材料类文献阅读；科技英语翻译技巧(三)：常见多功能词 as 的用法

## 第四章 Polymer Materials

**重点：**精读文献的必要性，与精读技巧

**难点：**高分子材料科技论文中各类专业名词的理解与翻译

**课程思政：**引导学生学习高分子材料科技论文中各类专业名词的理解与翻译，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Polymers

## 第 2 节 Methods for Synthesis of Polymers

## 第 4 节 Processing of Polymers

要求：高分子材料类文献阅读，初步掌握英文文献的精读；科技英语翻译技巧(四)：常见多功能词 it 的用法

## 第五章 Composites

**重点：**进一步练习文献精读

**难点：**复合材料类科技论文的理解与翻译

**课程思政：**引导学生学习复合材料类科技论文的理解与翻译，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Composite Basics—Material System

### 第 2 节 Introduction to Carbon Fiber Composites

### 第 3 节 Three-dimensionally Reinforced Preforms and Composites

### 第 4 节 The Uses of Composite Materials

要求：复合材料类文献阅读，强化英文文献的精读；科技英语翻译技巧(五)：关连词引导的句型翻译技巧(I)

## 第六章 Biomaterials

**重点：**熟练掌握英文文献的精读技巧

**难点：**生物材料类科技论文的理解与翻译

**课程思政：**引导学生学习生物材料类科技论文的理解与翻译，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 Biomaterials and Biomaterials Science

### 第 2 节 Traditional and New Generation Biomaterials

### 第 3 节 Examples of Biomaterials Applications

### 第 4 节 The Future of Biomaterials

要求：生物医学材料类文献阅读，熟练掌握英文文献的精读技巧；科技英语翻译技巧(六)：关连词引导的句型翻译技巧(II)

## 第七章 Nanotechnology and Nanomaterials

**重点：**快速阅读与精读的有机结合，有效率地从文献中获取有用的信息

**难点：**纳米材料类科技论文的理解与信息挖掘

**课程思政：**引导学生学习纳米材料类科技论文的理解与信息挖掘，了解科学发展的规律。



**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 What Are Nanomaterials?

第 2 节 What Is Nanotechnology?

第 3 节 Nano Crystalline Metal and Nano Metal Foam

第 4 节 Applications of Nanotechnology

要求：纳米材料类文献阅读，熟练掌握英文文献的快速阅读与精读技巧；科技英语翻译技巧(七)：并列句和复合句

#### 第八章 Recent Advances in Materials Science and Technology and Future Trends

**重点：**通过自主选择阅读英文文献，了解材料科学领域最新研究热点与发展趋势

**难点：**查找、选择合适的文献

**课程思政：**引导学生学习查找、搜索、选择合适的文献，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 Recent Advances in Materials Science and Technology

第 2 节 Trends in Materials Science and Technology ( I )

第 3 节 Trends in Materials Science and Technology ( II )

#### 第九章 Writing

**重点：**科技英语写作技巧，书写英文摘要

**难点：**科技英语的遣词造句

**课程思政：**引导学生学习科技英语的遣词造句，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 科技英语写作技巧：掌握科技论文写作的基本技巧

### 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
一	Introduction to Materials Science and Engineering	3						3		
二	Metals and Alloys	4						4	1	
三	Ceramics	3						3	1	
四	Polymer Materials	4						4	2	

五	Composites	3						3	1	
六	Biomaterials	4						4	1	
七	Nanotechnology and Nanomaterials	4						4	2	
八	Recent Advances in Materials Science and Technology and Future Trends	2				1		3	1	
九	Writing	3					1	4	2	
合计		30			1		1	32	11	

### 七、课程教材及主要参考资料

#### (一) 教材

范积伟.《材料专业英语》.机械工业出版社,2010年,第一版.

#### (二) 教学参考书

[1] 匡少平,王世颖,顾元香编.材料科学与工程专业英语.化学工业出版社,2015年,第三版.

[2] 魏巍,李伟主编.Materials and Chemical Engineering. ISBN 7-118-03181-X.北京:国防工业出版社,2004年,第一版.

### 八、其他说明

无。

# 《工程伦理学》课程教学大纲

## (Engineering Ethics)

执笔者：赵春旺

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	1 学分		
学时数	总学时 16，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时		
先修课程	思想道德与法治		
后续课程			

### 二、课程简述

《工程伦理学》是高等学校工科专业一门学科基础课程，工程伦理学是以工程中的伦理问题为研究对象的工程学与伦理学交叉融合的新学科。教学内容主要包括工程、伦理、责任、风险四大概念及其关系，工程伦理的基本规范，工程师的责任，工程中的利益相关者与社会责任，工程利益相关方的博弈，工程中的诚信与道德，工程与生态责任，工程伦理的应用等。该课程以增强工科大学生的职业道德敏感性、掌握工程伦理规范、提高职业道德素养为目的，传授工程伦理知识，培养学生的工程伦理意识和社会责任感，增强学生分析和解决复杂工程伦理问题的能力，为工科大学生将来在工程实践中创建造福人类的工程奠定基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
<b>3.设计/开发解决方案：</b> 针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	3-3 能够在社会、安全、环境等现实因素的约束下对研发方案的可行性进行评价。	H
	3-4 能够针对研发方案提出优化的措施。	L
<b>6.工程与社会：</b> 能够在工程实践中考虑社会、健康、安全、法律、文	6-1 了解与材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识。	H

化等因素，遵守工程职业道德和规范，履行社会责任。	6-2 能够考虑社会、健康、安全、法律及文化的影响选择适当的材料和工艺流程。	L
7.环境和可持续发展：能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。	M
	7-2 能根据环境和社会可持续发展原则评价制订材料的制备工艺流程。	L
8.职业规范：具有人文社会科学素养和社会责任感，遵守职业道德和规范。	8-1 具有人文社会科学素养和社会责任感。	H
	8-2 能够在材料生产过程中遵守工程职业道德规范并履行责任。	H
9.个人和团队：具有独立开展工作以及团队整合工作所需的自然科学、人文社会科学素养，能够在多学科背景下担任团队成员或负责人。	9-1 具有团队合作精神或意识。	M
	9-2 能够在从事材料生产、研究和开发的团队中承担相应角色。	H

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

3-3 能够在社会、安全、环境等现实因素的约束下对研发方案的可行性进行评价：通过讲授工程师的社会责任、工程决策中的利益冲突、环境保护与工程伦理等知识点，学生能够理解和掌握社会、安全、环境等现实因素的约束，因而能够对研发方案的可行性进行评价。

3-4 能够针对研发方案提出优化的措施：通过讲授工程师的社会责任、工程决策中的利益冲突、环境保护与工程伦理等知识点，学生能够理解和掌握社会、安全、环境等现实因素的约束，因而能够针对研发方案提出优化的措施。

6-1 了解与材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识：通过对材料化学工程的伦理问题的讲授，学生能够了解与材料生产有关的社会、健康、安全等方面的知识。

6-2 能够考虑社会、健康、安全、法律及文化的影响选择适当的材料和工艺流程：通过讲授工程伦理准则、工程师的职业伦理规范、工程中的人道主义、工程风险及其规避等知识点，以及对材料化学工程的伦理问题的讲授，学生能够考虑社会、健康、安全等影响，从而选择适当的材料和工艺流程。

7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响：通过讲授工程的生态观、工程师的生态责任意识、绿色工程、生态伦理对工程的新挑战、可持续消费等知识点，以及对材料化学工程的伦理问题的讲授，学生能够了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。

7-2 能根据环境和社会可持续发展原则评价制订材料的制备工艺流程：通过讲授工程的生态观、工程师的生态责任意识、绿色工程、生态伦理对工程的新挑战、可持续消费等知识点，以及对材料化学工程的伦理问题的讲授，学生能根据环境和社会可持续发展原则评价制订材料的制备工艺流程。

8-1 具有人文社会科学素养和社会责任感：通过讲授工程师的职业道德、工程建设与社会责任、与商业有关的工程诚信与道德、社会责任与揭发等知识点，学生能够树立人文社会科学素养和社会责任感。

8-2 能够在材料生产过程中遵守工程职业道德规范并履行责任：通过讲授工程师的职业道德等知识点，以及对材料化学工程的伦理问题的讲授，学生能够在材料生产过程中遵守工程职业道德规范并履行责任。

9-1 具有团队合作精神或意识：通过讲授工程及其利益相关者、工程决策中的博弈、工程施工中的博弈、解决利益相关者之间冲突的对策、工程师与经理之间的博弈、工程伦理准则与工程师的职业伦理、契约理论等知识点，能够培养学生的团队合作精神或意识。

9-2 能够在从事材料生产、研究和开发的团队中承担相应角色：通过讲授工程伦理准则与工程师的职业伦理、工程师的职业道德、工程师责任的种类、工程师在公共事务中承担社会角色时的诚信与道德、对雇主的忠诚与道德等知识点，学生能够在从事材料生产、研究和开发的团队中承担相应角色。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生对工程伦理基本规范掌握情况的基础上，重点考核学生的工程伦理意识、社会责任感、分析和解决复杂工程伦理问题的能力。

##### （二）考核方式

平时成绩与课程报告相结合。

##### （三）成绩评定

平时成绩（包括上课考勤情况、作业完成情况）占总评成绩的 40%，课程报告占总评成绩的 60%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 概论

**重点：**工程，工程师，工程过程中的伦理问题，工程伦理准则，工程师的职业伦理规范。

**难点：**工程过程中的伦理问题。

**课程思政：**培养学生诚信、公正、客观地做好自己的本职工作，坚守道德底线，培养学生的社会责任感。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

##### 第一节 工程和工程师

一、工程概述：“工程”一词的由来，工程理念，工程思维，工程哲学，工程管理，工程文化，工程教育，工程活动的内涵。

二、工程师：工程师的起源和发展，工程师的职业特征与工程知识问题，工程师的职业困境和工程师的职业责任问题，工程师的社会声望和社会地位问题。

## 第二节 工程过程中的伦理问题

一、当代工程的新特征：高科技化，大规模的集成化，更深刻的社会化。

二、工程与伦理：工程各阶段的伦理问题。

三、工程技术活动的伦理意蕴：首先表现在行为层次，其次在规范层次，最后涉及到观念层次。

四、技术共同体对社会伦理秩序的影响：技术共同体对社会伦理秩序的影响通过技术规范进行。

## 第三节 伦理学及工程伦理学的含义

一、伦理与伦理学：伦理的意义，伦理学又称道德哲学。

二、工程伦理学的含义：工程伦理学是旨在理解应当用以指导工程实践的道德价值、解决工程中道德问题以及论证与工程有关的道德判断的活动和学科。

## 第四节 研究工程伦理学的意义及方法

一、研究工程伦理学的意义：提高工程师解决伦理问题的能力，使工程师增强道德意识。

二、研究工程伦理学的方法：规范性研究、概念性研究和事实性研究。

## 第五节 工程伦理准则与工程师的职业伦理

一、工程师个体对社会伦理秩序的影响：工程师不仅要精通技术业务、能够创造性地解决有关技术难题，还要善于管理和协调、处理好与工程活动相关联的各种关系。

二、工程伦理准则：以人为本的原则，关爱生命原则，安全可靠原则，关爱自然原则，公平正义原则。

三、工程师的职业伦理规范：质量和安全，诚信、正直和公正，工程师与管理者。

四、工程师等科技人才的知识能力结构：专、博、通的知识基础，实、创、理的思维方式，责、学、和的品格素养。

## 第二章 伦理学与工程伦理学研究综述

**重点：**伦理学和工程伦理学的基本概念。

**难点：**工程伦理学的基本概念。

**课程思政：**激励和增强学生的使命感和社会责任感。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 伦理学研究综述

一、伦理学理论演进的阶段与范式：一阶段说（改革开放至今），二阶段说（改革开放前后两个阶段），三阶段说。

二、我国伦理学研究的主题与争鸣：当代中国应当确立起何种道德观念与伦理秩序？

如何确立现代性道德观念和伦理秩序？

三、我国伦理学研究的使命与展望：伦理学理论工作者的职责使命，伦理学理论展望。

## 第二节 工程伦理学研究综述

一、工程伦理课题得以凸显的原因：在工程界普遍存在对工程伦理的片面性认识，缺乏对工程活动进行有效制约与监督及对工程活动的决策者、参与者进行伦理道德的教育。

二、建立工程伦理学的现实基础：国内普遍认为工程伦理的建立是非常有必要的而且也是可能的和急需的。

三、建立工程伦理学的途径和方法：价值评判，案例分析，道德审视。

四、工程伦理学的内容：责任，公平，安全，风险。

五、工程伦理学的基本特征：复杂性，特殊性。

六、狭义的工程伦理学与广义的工程伦理学：工程师的职业伦理学，工程活动中的决策、政策和价值。

## 第三章 工程师的责任

**重点：**工程师的职业道德，工程师责任的种类。

**难点：**工程师的职业道德。

**课程思政：**树立学生诚信为本、操守为重的职业素养。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 工程观及其演变

一、工程和工程观：工程系统观，工程社会观，工程生态观，工程伦理观，工程文化观。

二、工程观的演变：听天由命，征服自然，天人和谐。

### 第二节 工程责任观的演变

一、强调公司忠诚（18世纪末——20世纪初）：工程师的基本义务是对机构忠诚、对雇主负责。

二、强调技术专家领导（20世纪上半叶）：技术统治运动。

三、强调社会责任（第二次世界大战之后）：把对人类造福作为最高责任。

### 第三节 工程技术发展与责任的关系

一、工程技术与责任关系的演变

二、相关学者观点

### 第四节 工程师的职业道德

一、工程师的职业道德内涵：承担与职业地位相应的社会责任。

二、工程师个人职业道德发展过程：前专业人员，专业人员，有原则的专业人员。

三、工程师职业道德标准规范之间的伦理冲突：对立的不服从，不参与的不服从，抗议

的不服从。

#### 第五节 工程师责任的种类

- 一、工程师在产品安全和质量中的责任：承担产品的设计质量责任，监督产品的制造过程。
- 二、被动性责任与主动性责任：事故的责任人，预防性的责任。
- 三、工程师在国际环境下的责任：超文化规范。
- 四、工程师的社会责任：对社会公众、环境以及人类未来负责。
- 五、工程师的责任困境及摆脱困境的途径：公众参与，技术评估。

#### 第四章 工程中的利益相关者与社会责任

**重点：**利益相关者理论，工程建设与社会责任。

**难点：**利益相关者理论。

**课程思政：**引导学生树立和而不同、以和为贵的和谐工作理念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

##### 第一节 契约理论

- 一、什么是契约：交易当事人为取得预期收益而共同确立的各种权利关系。
- 二、契约的起源及其理论发展：古典契约理论，新古典契约理论，现代契约理论。
- 三、订立契约的原则：平等性原则，自由性原则，守信的原则，互利性原则。

##### 第二节 利益相关者理论

- 一、利益相关者理论的提出：企业伦理，企业社会责任，企业环境管理。
- 二、利益相关者理论的观点：所有利益相关者之间的一系列多边契约。

##### 第三节 工程及其利益相关者

- 一、工程的社会性：社会性是工程的重要属性。
- 二、工程的利益相关者：工程共同体，工人在工程共同体中的地位，工人是工程共同体中的弱势群体，工程共同体中的工程师，工程建设的其他利益相关者。

##### 第四节 工程建设与社会责任

- 一、工程师早期的职责——服从命令：对雇主负责、忠诚于上司，绝对服从上级的命令。
- 二、工程师的职责演变——由忠诚责任向“普遍责任”扩展
- 三、工程师的职责演变——从“无限责任”向社会责任回归
- 四、工程师的职责演变——由社会责任延伸到对自然与生态的责任

#### 第五章 工程中的诚信与道德问题

**重点：**工程中的人道主义，工程领域的诚信规则。

**难点：**工程中的人道主义。



**课程思政：**社会主义核心价值观传递：平等、公正、敬业、诚信。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 工程中的人道主义

- 一、人道主义的概念：社会对人的尊严、生命及其他基本人权的尊重，以及人们相互之间的关心和同情。
- 二、工程人员应具有人道主义情怀：使社会可持续发展。
- 三、工程中坚持人道主义的伦理要求：安全、公正、尊重、社会福利、合理补偿。
- 四、工程中坚持人道主义的主要障碍：道德水平，人情关系，经济利益，个人偏好，声誉与荣誉。

### 第二节 工程领域的诚信规则

- 一、不说假话义务：诚信规则的基本要求。
- 二、不故意隐瞒事实真相义务。
- 三、最大程度上的信息公开义务：信息公开必须及时、准确、无重大遗漏。
- 四、对相关信息说明解释的义务。

### 第三节 工程研究中的诚信、道德和正直

- 一、工程研究中存在的伦理问题：造假，剽窃。
- 二、工程研究中的伦理准则：工程师应诚信、正直、不弄虚作假，尊重他人智力成果、不剽窃他人的工作成果，遵守人道主义准则，尊重知情权准则，尽力维护雇主权益。

### 第四节 工程制造与建造中的诚信与道德

- 一、工程制造与建造中的伦理问题：玩忽职守，弄虚作假。
- 二、工程制造与建造中的伦理准则：依法制造或建造准则，诚信准则，人道主义准则，勤勉忠实准则。

### 第五节 工程试验中的诚信与道德

- 一、工程试验中的伦理问题：篡改数据，虚假报告，超范围检测，偷工减料。
- 二、工程试验中的伦理准则：诚信、正直准则，勤勉准则，人道主义准则，忠实准则。

### 第六节 与商业有关的工程诚信与道德

- 一、与商业有关的工程伦理问题：社会责任，公共利益，社会利益。
- 二、与商业有关的工程伦理准则：诚信准则，人道主义准则，公平准则，忠实勤勉义务准则。

### 第七节 工程师在公共事务中承担社会角色时的诚信与道德

- 一、工程师在公共事务中承担社会角色时的伦理问题：为利益集团代言，不懂装懂。
- 二、工程师在公共事务中承担社会角色时的伦理准则：人道主义准则，诚信准则，公平、正义准则。

## 第六章 工程利益相关方的博弈

**重点：**工程决策中的博弈，工程施工中的博弈，解决利益相关方之间冲突的对策。

**难点：**解决利益相关方之间冲突的对策。

**课程思政：**激发学生爱国热情，培养学生包容协作、团结尊重、推己及人的友善理念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 工程决策中的博弈

一、工程决策中的利益冲突：国家利益，环境保护，文物保护，居民利益。

二、工程决策中的利益博弈：互动的决策论。

### 第二节 工程施工中的博弈

一、工程施工中的利益冲突：文物保护，环境保护，工程质量、安全，工程监理。

二、工程施工中的利益博弈：纳什均衡理论。

### 第三节 工程与商业、工程师与经理之间的博弈

一、工程与商业之间的博弈：工程与商业紧密相关。

二、工程师与经理之间的博弈：源于两种职业的伦理道德规范差异。

### 第四节 工程师是否应当思考工程项目的道德问题

一、关于工程师是否应当思考工程项目道德问题的争议：公众的安全、健康和福利放在首要位置。

二、工程师应当思考工程项目道德问题的主要依据：国家利益和社会利益高于个体利益，执业许可证制度，工程师是国家设置的防范和减少工程项目危害社会的重要防线。

### 第五节 社会责任与揭发

一、社会责任与忠实义务：工程师参与决策保证企业实现社会责任。

二、揭发与背叛：在履行社会责任的情形下工程师对雇主的揭发不能认为是对雇主的背叛。

### 第六节 对雇主的忠诚与道德

一、雇主的权利与雇员的义务：忠实义务，诚信义务，保守商业秘密义务，竞业禁止义务。

二、忠诚与批评：对雇主违背道德的指令给予批评。

三、忠诚与跳槽：工程师的职业发展更重要。

### 第七节 解决利益相关者之间冲突的对策

一、两个重要规则：推己度人规则，普适性规则。

二、两个重要的理论学说：目的论，道义论。

三、道德妥协问题

## 第七章 工程与生态责任

**重点：**绿色工程，工程师的生态责任意识，可持续消费。

**难点：**可持续消费。

**课程思政：**培养学生以人为本的思想，树立为社会文明和生态文明做贡献的理想信念。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 工程的生态观

一、环境污染与工程的生态观密切相关：环境问题的产生和加剧是近代工程技术发展的必然结果。

二、工程生态观的演变：人类中心主义环境伦理观。

三、现代工程生态观——和谐发展的工程观：用生存论的眼光看待和解读工程，确立“以人为本”的工程旨趣，培育完整的工程意识，优化工程思维。

### 第二节 工程师的生态责任意识

一、国际规范对工程师生态责任的要求：工程师环境伦理准则。

二、可持续发展：满足当前需求和渴望的同时不危及自然界承载人类活动的的能力，也不危及子孙后代满足他们自我需求和渴望的能力。

### 第三节 生态伦理对工程的新挑战

一、生态伦理：为了人类的发展与进步，保护自然资源，实现生态平衡。

二、环境保护与工程伦理：工程活动中应努力实现人与自然和谐发展。

三、动物解放与工程伦理：动物解放主义，动物权利主义。

### 第四节 绿色工程——工程发展的新方向

一、绿色工程的发展趋势：可持续发展已经成为世界经济发展所要坚持的准则和方向。

二、绿色工程的相关术语：绿色技术，绿色产品，绿色材料，清洁工艺，绿色设计。

### 第五节 可持续消费

一、消费在工程中的作用：消费是社会生产过程的最终环节，是生产的目的和归宿，同时也是工程活动的目标导向。

二、可持续消费的概念：提供服务以及相关产品以满足人类的基本需求，提高生活质量，同时使自然资源和有毒材料的使用量减少，使服务或产品的生命周期中所产生的废物和污染物最小，从而不危及后代的需求。

三、实现可持续消费的途径：环境友好、资源利用节约型结构的支撑系统。

## 第八章 工程伦理的应用

**重点：**工程风险及规避策略，材料化学工程的伦理问题。

**难点：**工程风险及其规避策略。

**课程思政：**培养学生热爱工作、爱岗敬业的优良品质。

**教学方法与手段：**采用电子课件对知识点进行课堂讲授。

### 第一节 工程风险及其规避

一、工程、风险与工程风险：工程活动体系复杂、规模庞大、涉及因素众多，具有一定的不确定性、不可控性、风险性。

二、工程的技术评估：从技术可行性的层面来考查工程是否具有可行性。

三、工程的社会评估：经济评估，生态评估，安全评估。

### 第二节 材料化学工程的伦理问题

一、材料化学工程

二、材料化学工程的伦理问题

三、材料化学工程伦理问题的解决策略

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
一	概论	2						2	1-2	
二	伦理学与工程伦理学研究综述	2						2	1-2	
三	工程师的责任	2						2	1-2	
四	工程中的利益相关者与社会责任	2						2	1-2	
五	工程中的诚信与道德问题	2						2	1-2	
六	工程利益相关方的博弈	2						2	1-2	
七	工程与生态责任	2						2	1-2	
八	工程伦理的应用	2						2	1-2	
合计		16						16		

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

赵莉、姚立根主编. 工程伦理学（第二版）. 北京：高等教育出版社. 2021.

### (二) 教学参考书

[1] 查尔斯·E.哈里斯、迈克尔·S.普里查德、迈克尔·J.雷宾斯、雷·詹姆斯、伊莱恩·英格尔哈特著，丛杭青、沈琪、魏丽娜等译. 工程伦理：概念与案例（第五版）. 杭州：浙江大学出版社. 2018.

[2] 刘莉主编. 工程伦理学. 北京：高等教育出版社. 2015.

[3] 徐泉、李叶青编著. 工程伦理导论. 北京：石油工业出版社. 2019.

[4] 肖平主编. 工程伦理导论. 北京：北京大学出版社. 2009.

[5] 李正风、丛杭青、王前等编著. 工程伦理（第二版）. 北京：清华大学出版社. 2019.

## 八、其他说明

课程报告选取材料化学工程中涉及工程伦理的案例，要求学生独立完成分析报告，考核学生的工程伦理意识、社会责任感、分析和解决复杂工程伦理问题的能力。

# 《电工与电子技术》课程教学大纲

## (Electrical & Electronic Technology)

执笔者：司利平

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	(否)
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32 ，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	高等数学、大学物理		
后续课程	半导体材料与器件		

### 二、课程简述

《电工与电子技术》是高等工科大学本科非电类专业必修的一门学科基础课，是研究电工与电子技术的应用学科。教学内容涵盖面广、信息量大，主要内容包括直流电路、单相及三相交流电路、磁路与变压器、半导体材料与器件等知识。学生通过本课程的学习，获得电工和电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能。了解电工电子技术应用和发展的概况，为今后的学习及从事与本专业有关的电工与电子技术工作打下一定的基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	指标点 1-2：能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的的技术、工艺、质量等问题。	M
毕业要求 2.问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	指标点 2-3：能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性。	H

<p><b>毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。</b></p>	<p>指标点 3-2: 能够根据目标选取适当的原材料与基础工艺并确定研发方案。</p>	<p>L</p>
---	---	----------

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过直流电路、单相及三相交流电路、磁路与变压器、三相电动机及其控制、半导体材料与器件等知识的学习，能够运用相关的工程基础和专业知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题以及能够正确表述一个工程问题并分析其可能性，并能够根据专业理论及研究目标选取适当的原材料与基础工艺并确定可行的研发方案。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

在考核学生对电子与电工技术的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

#### (二) 考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

#### (三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况等）占总评成绩 30%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第 1 章 电路的基本概念与基本定律

**重点：**1. 电路基本物理量的理解；2. 电压、电流的参考方向；3. 基尔霍夫定律及其应用；4. 复杂电路中等效电阻的计算

**难点：**1. 负载与电源的判断；2. 基尔霍夫电压定理的应用

**课程思政：**以基尔霍夫定律为例，讲解基尔霍夫事迹。基尔霍夫取得了许多成就，但这些成就不是轻而易举得到的，它需要科学家付出辛勤的劳动，并具有持之以恒、不畏失败、不畏权贵、敢于挑战的精神。人生路上难免遇到崎岖坎坷，大家要学习伟人的人格力量 and 努力奋斗的精神，以积极态度对待人生，树立正确的人生观和价值观。

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

##### 1.1 电路的组成及其作用

##### 1.2 电路中的基本物理量

##### 1.3 欧姆定律

##### 1.4 电路的工作状态

##### 1.5 基尔霍夫定律

##### 1.6 电阻的串联与并联

#### 第 2 章 电路的分析方法

**重点：**1. 电源模型及其等效变换；2. 支路电流法、叠加原理；3. 戴维南定理。

**难点:** 1. 戴维南定理; 2. 二端电路的等效

**课程思政:** 向同学们介绍戴维南定理的提出对复杂电路求解的重要意思, 从而鼓励同学们要对科学产生兴趣, 在此基础上为社会做出贡献

**教学方法与手段:** 课堂教学为主, 以多媒体加板书方式教学

2.1 电压源和电流源及其等效变换

2.2 支路电流法

2.3 叠加原理

2.4 戴维南定理

### 第3章 单相正弦交流电路

**重点:** 1. 正弦交流电压与电流的相量分析法; 2. 单一元件的交流电压与电流的关系; 3. 电路阻抗及其分析计算; 4. 功率及功率因数计算和串、并联谐振特征。

**难点:** 1. 正弦量的相量表示法 ; 2. 电感和电容电路的交流特性 ; 3. 阻抗电路的电压、电流的分析计算。

**课程思政:** 让同学们对生活中所用的电源有一定的了解, 发电厂发出电是交流还是直流、我国的工频是多少, 每个国家的额定电压不一样

**教学方法与手段:** 课堂教学为主, 以多媒体加板书方式教学

3.1 正弦交流电的基本概念

3.2 正弦量的相量表示法

3.3 单一参数元件 (R、L、C) 的正弦交流电路

3.4 RLC 串联的正弦交流电路

3.5 阻抗的串联与并联

3.6 正弦交流电路的功率与功率因数的提高

### 第4章 三相电路及安全用电

**重点:** 1. 三相电动势参数及对称特性; 2. 三相对称负载系统特性与参数; 3. 三相功率

**难点:** 三相三线制不对称负载系统

**课程思政:** 同学们了解为什么要用三相电源, 并通过短视频的方式, 让同学们在生活中注意用电安全

**教学方法与手段:** 课堂教学为主, 以多媒体加板书方式教学

4.1 三相正弦交流电路

(1) 三相电源

(2) 三相负载

(3) 三相功率

4.2 安全用电

### 第5章 变压器和电动机

**重点:** 1. 变压器工作原理和变换作用; 2. 三相异步电动机的转动原理

**难点:** 磁路特性和变压器电磁关系以及变压器和电动机的对比分析

**课程思政:** 通过推导变压器原边、副边电压、电流和阻抗的关系, 鼓励同学们追根溯源, 要知其然还要知其所以然。

**教学方法与手段:** 课堂教学为主, 以多媒体加板书方式教学

5.1 磁路的概念和基本定律



5.2 直流和交流磁路

5.3 变压器

5.4 三相异步电动机

5.5 电器控制电路

第6章 半导体二极管及其应用

**重点:** 1. 半导体及掺杂半导体的特性; 2. PN结及二极管的单向导电性; 3. 二极管及晶体管的特性曲线; 4. 稳压二极管应用。

**难点:** 1. 二极管的单向导电性和钳位作用; 2. 稳压二极管电路分析。

**课程思政:** 通过课程的学习激发同学们对半导体材料与器件的兴趣

**教学方法与手段:** 课堂教学为主, 以多媒体加板书方式教学

6.1 半导体基本特性

6.2 半导体二极管

6.3 二极管应用电动

第7章 半导体三极管放大电路基础

**重点:** 1. 三极管的三个极的特点; 2. 如何判断各极性; 3. 电压放大原理; 4. 静态工作点稳定的放大电路的分析; 5. 微变等效电路分析。

**难点:** 1. 基本放大电路的电路结构; 2. 基本放大电路的工作原理

**课程思政:** 通过课程的学习激发同学们对半导体材料与器件的兴趣

**教学方法与手段:** 课堂教学为主, 以多媒体加板书方式教学

7.1 半导体三极管及其放大电路

7.2 共发射极放大电路的静态分析

7.3 共发射极放大电路的动态分析

7.4 共集电极放大电路-射极输出器

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
1	电路的基本概念与基本定律	4						4	2-4	
2	电路的分析方法	7					1	8	3-6	
3	单相正弦交流电路	5					1	6	3-6	
4	三相电路及安全用电	2						2	1-2	
5	变压器和电动机	4						4	1-2	
6	半导体二极管及其应用	4						4	1-2	
7	半导体三极管放大电路基础	4						4	1-2	
合计		30					2	32	12-24	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

贾贵玺主编. 电工电子技术基础与实践. ISBN: 9787111530220.北京: 机械工业出版社, 2016, 第 1 版.

### (二) 教学参考书

[1] 陶桓齐主编 电工与电子技术. ISBN: 9787560948652.华中科技大学出版社. 武汉: 2008 年, 第 1 版

[2] 靳孝峰等编 电工电子技术. ISBN: 9787302397205 清华大学出版社.北京: 2015

[3] 陈新龙等编电工电子技术基础教程(第 2 版) ISBN: 9787302300960, 清华大学出版社. 北京. 2018, 第 2 版

## 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项, 如习题或作业的内容和要求等。

# 《材料力学》课程教学大纲

## (Mechanics of Materials)

执笔者：胡特

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32 ， 其中：实验（实训）0 学时； 课外 0 学时		
先修课程	高等数学、大学物理		
后续课程	材料科学基础、复合材料学		

### 二、课程简述

材料力学是材料化学专业的一门主要的工程学科基础课。本课程的教学目的是，通过学习材料力学这门课程，要求学生掌握工程结构中构件的强度、刚度和稳定性问题的基本概念及必要的基础知识，掌握工程结构中构件的承载能力分析和计算。为学生进一步学习后续其他技术基础课和专业课提供必要的理论基础。培养学生在工程设计中有关力学方面的分析计算能力、培养严谨的科学推理、严密的逻辑思维、正确的工程问题表达，掌握解决工程实际问题的一般方法，在力学与工程实际问题的结合中培养创新意识，提高分析问题和解决问题的能力。通过课堂的教学、分析、讨论和辩论等环节培养学生与工程技术人员沟通交流素质，提升对职业道德和责任感的理解，具备较强的专业团队合作精神。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 2. 问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	2-3 能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性。	H
毕业要求 3. 设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	3-3 能够在社会、安全、环境等现实因素的约束	L

	下对研发方案的可行性进行评价。	
毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	4-2 能基于专业理论设计针对材料特定需求进行研发的可行实验方案。	M

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本课程的学习，学生研究构件在力的作用下，内力、应力、变形、强度、刚度及稳定性等问题，能够熟练地掌握材料力学的基本分析计算能力，为解决工程技术问题打好基础。能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达，在从事材料生产、研究和开发的团队中承担相应角色。

#### 四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标一：掌握本课程的主要知识与理论。

目标二：掌握本课程中与材料力学分析各环节相关的主要技能。

目标三：具有材料力学的工程分析能力与素质。

(二) 考核方式

1) 本课程考核采用闭卷考试形式。

2) 考试着重于基本概念和基本方法，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容

(三) 成绩评定

综评成绩包括期末考试（占 70%）、平时和作业（占 30%）。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 绪论

**重点：**基本概念和假设的定义与理解，用截面法求构件截面上内力

**难点：**材料内一点受力和变形程度的度量方法——应力、应变的定义方法和物理含义

**课程思政：**讲授绪论课时结合材料力学力学发展史，使学生明确执着、创新、求真、务实、协作的科学精神。

**教学方法与手段：**课堂教学

##### 第一节 材料力学的任务

一、强度.刚度.稳定性

二、材料力学的任务

##### 第二节 变形固体的基本假设

一、变形固体的概念

二、四个基本假设

##### 第三节 内力、应力和截面法

一、内力的概念

二、截面法及其应用

三、应力的概念

#### 第四节 位移、变形与应变

一、变形的概念及位移和变形的差异

二、应变的概念

### 第二章 拉伸、压缩与剪切

**重点：**轴向拉压杆内力、应力、变形的计算

**难点：**根据小变形原理计算点的位移

**课程思政：**通过我国古代学者熟练应用“胡克定律”的例子，它比西方科学家早一千多年，培养学生热爱祖国、尊重知识。

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 轴向拉伸与压缩时横截面上的内力和应力

一、强度、刚度和稳定性

二、材料力学的任务

#### 第二节 直杆轴向拉伸与压缩时斜截面上的应力

一、斜截面的概念

二、斜截面上的应力的推导

#### 第三节 材料的力学性能

一、材料的力学性能

二、低碳钢和铸铁拉伸时的力学性能

三、低碳钢和铸铁压缩时的力学性能

#### 第四节 失效、安全系数和强度计算

一、失效和安全系数的概念

二、许用应力的概念

三、强度计算及其它

#### 第五节 轴向拉伸或压缩时的变形

一、轴向与横向变形的计算

二、胡克定律

#### 第六节 轴向拉伸或压缩时的变形能

一、变形能的概念

二、轴向拉伸或压缩时的变形能

#### 第七节 轴向拉伸、压缩静不定问题

一、静不定问题的概念

二、求解静不定问题的步骤

#### 第八节 剪切和挤压的实用计算

一、剪切和挤压的概念

## 二、剪切和挤压的实用计算

### 第三章 扭转

**重点：**圆轴扭转时的应力和变形计算

**难点：**综合考虑圆轴扭转的强度和刚度条件设计轴的直径

**课程思政：**在分析空心圆截面对提高构件强度、刚度、稳定性作用时，以“稻秆”为例，说明植物生长的自然规律；引用“喜看稻菽千重浪，遍地英雄下夕烟”之名句，给学生以美的享受，陶冶学生的情操。培养学生追求科学即要有百折不挠的精神，还需要以理服人的态度和方法，以启迪学生明确做人的道理。

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 扭转、外力偶矩、扭矩和扭矩图

一、扭转的概念和实例

二、外力偶矩和扭矩的计算

二、扭矩图

#### 第二节 纯剪切

一、薄壁圆筒扭转

二、纯剪切的观念

三、剪切胡克定律

#### 第三节 圆轴扭转时的应力

一、扭转时平面假设

二、圆轴扭转时的应力的推导

三、圆轴扭转时的应力的计算公式及其使用范围

#### 第四节 圆轴扭转时的变形

一、扭转角和单位扭转角的概念

二、扭转角和单位扭转角的计算公式

### 第四章 弯曲内力

**重点：**剪力方程与弯矩方程；剪力图与弯矩图

**难点：**载荷集度、剪力和弯矩之间的微分关系的理解

**课程思政：**通过绘制内力图技能的训练，培养学生敬业、精益、专注、创新等方面的“工匠”精神，以及认真负责、踏实敬业的工作态度和严谨求实、一丝不苟的职业素养。

**教学方法与手段：**课堂教学

#### 第一节 弯曲的概念和实例

一、弯曲变形的概念

二、对称弯曲

#### 第二节 梁的支座和载荷的简化

一、支座的几种基本形式

二、载荷的简化

三、静定梁

### 第三节 剪力和弯矩

- 一、剪力和弯矩的概念
- 二、剪力和弯矩的计算

### 第四节 剪力方程和弯矩方程 剪力图和弯矩图

- 一、剪力方程和弯矩方程的建立
- 二、剪力和弯矩正负号的判别
- 三、梁和刚架的剪力图和弯矩图的绘制

### 第五节 载荷集度、剪力和弯矩间的关系

- 一、推导载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系
- 二、载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系的几何意义
- 三、利用载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系的几何意义直接绘制剪力图和弯矩图

### 第六节 轴向拉伸或压缩时的变形能

- 一、平面曲杆的概念
- 二、平面曲杆的弯曲内力的计算

## 第五章 弯曲应力

**重点：**弯曲正应力及切应力的计算

**难点：**根据弯曲正应力与切应力强度条件进行截面设计

**课程思政：**在解释危险点的应力作为整个构件强度计算的依据时，引用“千里长堤，溃于蚁穴”之警句，培养学生关注细节，养成细致，严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 梁的纯弯曲

- 一、横力弯曲的概念
- 二、纯弯曲的概念

### 第二节 纯弯曲时的正应力

- 一、弯曲时平面假设
- 二、纯弯曲时的正应力计算公式
- 三、纯弯曲时的正应力使用说明

### 第三节 弯曲剪应力

- 一、弯曲剪应力计算公式的推导
- 二、几种常见弯曲剪应力计算公式
- 三、弯曲剪应力强度条件

### 第四节 提高弯曲强度的措施

- 一、提高弯曲强度的根据
- 二、几种常见提高弯曲强度的措施

## 第六章 应力、应变分析和强度理论

**重点：**应力的概念，平面应力状态分析的解析法及图解法。四种常用强度理论及其应用。

**难点：**三向应力状态，广义胡克定律。断裂失效准则和屈服失效准则

**课程思政：**通过讲解强度理论的建立过程，使学生明白在追求科学真理的过程中，既要掌握正确的科学方法和手段，还要有严谨的科学态度和坚持不懈的科学精神。

**教学方法与手段：**课堂教学

### 第一节 应力状态概述

- 一、一点处的应力状态
- 二、主应力和主平面的概念
- 三、一点处的应力状态的分类：单向、二向、三向应力状态

### 第二节 二向应力状态分析——解析法

- 一、任意斜截面上的应力的计算公式的推导
- 二、确定主应力大小的计算公式
- 三、确定主平面位置的公式

### 第三节 二向应力状态分析——图解法

- 一、二向应力状态分析的图解法的推导
- 二、二向应力状态分析的图解法的莫尔圆
- 三、莫尔圆的绘制及其应用

### 第四节 三向应力状态

- 一、三向应力状态的简介
- 二、三向应力状态的莫尔圆
- 三、三向应力状态中的最大应力

### 第五节 广义胡克定律

- 一、广义胡克定律的推导
- 二、广义胡克定律的应用

### 第六节 四种常用强度理论

- 一、强度理论概述
- 二、四种常用强度理论的推导
- 三、四种常用强度理论的使用范围

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
一	绪论	1				1		2	2	
二	拉伸、压缩与剪切	4				2		6	5	
三	扭转	4				2		6	4	
四	弯曲内力	4				2		6	4	



五	弯曲应力	4			2		6	4	
六	应力、应变分析和强度理论	5			1		6	3	
合计		22			10		32	22	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

刘鸿文, 林建兴, 曹曼玲. 简明材料力学 (第 3 版). 北京: 高等教育出版社. 2016.

### (二) 教学参考书

孙训方, 方孝淑, 关来泰. 材料力学: I (第 5 版). 北京: 高等教育出版社. 2009.

武建华, 郑辉中, 古滨. 材料力学. 重庆: 重庆大学出版社. 2002.

## 八、其他说明

本课程为工科基础课, 对工程材料力学分析, 需要课堂教学与平时习题训练相结合, 提高学生力学分析计算能力。

本课程研究对象与内容为工程构件的材料力学分析, 课程教学体现工程实践特色, 重点培养学生解决工程实践问题的能力

# 《无机化学》课程教学大纲

## (Inorganic Chemistry)

执笔者：樊婷

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与能源工程学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	3 学分		
学时数	总学时 48, 其中: 实验(实训) 0 学时; 课外 0 学时		
先修课程	高等数学 1A		
后续课程	有机化学, 分析化学、物理化学、材料化学		

### 二、课程简述

《无机化学》是材料化学专业的一门主干必修基础课程, 在材料学专业课的学习中起着承前启后的作用; 是培养材料学科专业人才整体知识结构、能力结构及素质教育的重要组成部分, 也是学习有关专业课程的重要基础。通过本课程教学, 使学生掌握物质结构的基础理论、化学基础原理和常见元素的基本性质, 并进一步了解与化学密切相关的社会热点、科技发展、学科渗透交叉等方面的知识, 使学生具有全面的基础化学素质和知识水平, 培养学生从化学与物质的角度, 思考和解决材料学问题的基础能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1. 工程知识: 能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决能源材料和功能性材料在化学合成与制备, 科学研究, 产业技术等方面的复杂工程问题。	1-1 能够将材料化学的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	M
	1-3 了解材料的成分、结构(组成)、性能之间的	M

	关系并能够应用于材料工程问题的分析中。	
毕业要求 2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，掌握中外文资料查询、文献检索以及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法；掌握材料制备(或合成)、材料加工、材料结构与性能测定等方面的基础知识、基本原理和基本实验技能。	2-1 能够根据所 学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。	M
毕业要求 5. 使用现代工具：能够针对能源材料和功能性材料行业等领域的复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，进行检验、预测与模拟，并能够理解其局限性。	5-1 能够选择、使用或开发恰当的技术、资源和工具。	L
毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。	12-1 具有自主学习和终身学习的意识。	M

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：化学反应中的质量关系和能量关系、化学反应的方向、速率和限度、酸碱反应和沉淀反应、氧化还原反应与应用电化学、配合物的结构和性质、无机物合成、元素等方面的基本概念和基本理论。适当增加课堂提问环节，并鼓励学生发问，要求学生自己讲解作业，培养学生清晰表达实践过程中出现的材料制备或研究的问题；在讲授化学基本原理时，结合材料、化学前言问题，要求学生针对材料应用的特定需求，学会检索文献查阅资料，并设计、开发新材料，了解各种材料制备技术。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

要求学生初步掌握物质结构原理、无机化学基本原理、元素基本化学性质；要求学生对于基础化学原理能够进行简单分析计算；要求学生能够在基础化学原理在材料学中的应用中建立联系。

#### (二) 考核方式

采用闭卷考试形式。

#### (三) 成绩评定

期末成绩占 70%，平时成绩占 30%（平时成绩由考勤成绩、作业成绩、上课互动成绩等组成）。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### (一) 课程内容、重点和难点

##### 第 1 章 化学反应中的质量关系和能量关系

**重点：**化学中的计量方法。  
**难点：**化学反应中的质量关系与能量关系。  
**课程思政：**爱祖国大好河山、创造精神、民族自信、文化自信。  
**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

- 第一节 物质的聚集态和层次
- 第二节 化学中的计量
- 第三节 化学反应中的质量关系
- 第四节 化学反应中的能量关系

## 第2章 化学反应中的方向、速率和限度

**重点：**化学反应的自发过程和吉布斯自由能判据。  
**难点：**化学反应速率和化学平衡的移动。  
**课程思政：**民族自信、文化自信、爱祖国灿烂文化、精益求精。  
**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

- 第一节 化学反应中的方向和吉布斯自由能变
- 第二节 化学反应速率
- 第三节 化学反应的限度
- 第四节 化学平衡的移动

## 第3章 酸碱反应和沉淀反应

**重点：**弱酸或弱碱的离子浓度的计算。  
**难点：**难溶电解质的溶解与转化。  
**课程思政：**世界物质性、探索未知、科学思维。  
**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

- 第1节 水的解离反应和溶液的酸碱性
- 第2节 弱电解质的解离反应
- 第3节 盐类的水解反应
- 第4节 沉淀反应

## 第4章 氧化还原反应与应用电化学

**重点：**氧化还原反应的配平，影响电极电势的因素。  
**难点：**氧化还原反应的方向和限度。  
**课程思政：**培养学生具有创新的科学思维、注重科学伦理道德、有探索未知的学习热情、有勇攀高峰和精益求精的学习态度。  
**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

- 第1节 氧化还原反应式的配平
- 第2节 电极电势
- 第3节 氧化还原反应的方向和限度

#### 第4节 电势图及其应用

### 第5章 原子结构与元素周期性

**重点：**原子轨道能级，元素周期性。

**难点：**元素周期表与核外电子分布的关系。

**课程思政：**增加知识传授的宽度和广度，教育学生用哲学的、科学的、艺术的等多种方式把握世界，提升对世界的认知水平。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第1节 原子和元素

#### 第2节 原子结构的近代概念

#### 第3节 原子中电子的分布

#### 第4节 原子性质的周期表

### 第6章 分子的结构与性质

**重点：**价键理论，分子轨道理论。

**难点：**共价键，离子键成键理论，分子轨道的形成。

**课程思政：**加强教师的人文素养和传道情怀，以德立身，以德施教，温润学生的心灵，提升学生的品德修养。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第1节 键参数

#### 第2节 价键理论

#### 第3节 分子的几何构型

#### 第4节 分子轨道理论

#### 第5节 分子间力和氢键

### 第7章 固体的结构与性质

**重点：**晶体的结构，离子晶体、原子晶体、金属晶体的特征。

**难点：**离子极化对物质性能的影响。

**课程思政：**培养关心国家和社会发展、自愿服务国家和人民、有强烈社会责任感和使命感的高素质人才。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第1节 晶体和非晶体

#### 第2节 离子晶体及其性质

#### 第3节 原子晶体和分子晶体

#### 第4节 金属晶体

#### 第5节 混合型晶体和晶体的缺陷

#### 第6节 离子极化对物质性质的影响

## 第 8 章 配合物的结构和性质

**重点：**配合物的组成和成键理论。

**难点：**配位解离平衡及其平衡常数。

**课程思政：**培养信仰马克思主义、有社会主义核心价值观和健全人格、能担当民族复兴大任的时代新人。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第 1 节 配合物的基本概念

### 第 2 节 配合物的化学键理论

### 第 3 节 配合物在水溶液中的稳定性

## 第 9 章 氢、稀有气体

**重点：**酸碱基本理论、酸碱平衡计算、缓冲液的配制及应用。

**难点：**酸碱平衡计算。

**课程思政：**培养学生的辩证唯物主义精神和坚忍不拔的科学精神。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第 1 节 元素概述

### 第 2 节 氢

### 第 3 节 稀有气体

## 第 10 章 碱金属和碱土金属元素

**重点：**碱金属、碱土金属的物理化学性质。

**难点：**碱金属、碱土金属氧化物和氢氧化物的化学性质。

**课程思政：**培养学生绿色环保的意识，提高学生的专业素养。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第 1 节 s 区元素概述

### 第 2 节 碱金属和碱土金属的性质

### 第 3 节 氢化物

### 第 4 节 氧化物

### 第 5 节 氢氧化物

### 第 6 节 盐类

## 第 11 章 卤素和氧族元素

**重点：**卤族元素及卤化氢的性质，氧族元素及硫化物的性质。

**难点：**卤化物的化学性质，硫化物的化学性质。

**课程思政：**爱国主义教育，增强学生的爱国精神和社会责任感，激发学生的民族自信心。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第 1 节 p 区元素概述

### 第 2 节 卤族元素

### 第3节 氧族元素

#### 第12章 氮族、碳族和硼族元素

**重点：**氮的氧化物、含氧酸及盐的化学性质，碳族和硼族重要化合物的化学性质。

**难点：**氮族元素、碳族元素重要化合物的化学性质。

**课程思政：**给学生讲述佛山的特色陶瓷发展史，增强学生对本土文化和制造业的了解，熏陶学生振兴家乡的爱国情操。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第1节 氮族元素

#### 第2节 碳族元素

#### 第3节 硼族元素

### (二) 教学方法与手段

利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
1	化学反应中的质量关系和能量关系	2						2	2	
2	化学反应的方向、速率和限度	4						4	2	
3	酸碱反应和沉淀反应	6						6	4	
4	氧化还原反应与应用电化学	6						6	4	
5	原子结构与元素周期性	4						4	2	
6	分子的结构与性质	4						4	2	
7	固体的结构与性质	4						4	2	
8	配合物的结构和性质	4						4	2	
9	氢、稀有气体	2						2	2	
10	碱金属和碱土金属元素	4						4	2	
11	卤素和氧族元素	4						4	2	
12	氮族、碳族和硼族元素	4						4	2	
合计		48						48	28	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材：

天津大学无机化学教研室主编. 无机化学. 9787040498486. 北京: 高等教育出版社. 2018年. 第五版。

(二) 主要参考资料:

[1] 陈敬中主编. 现代晶体化学. 9787030273895. 北京: 高等教育出版社. 2001年。

[2] 徐光宪主编. 物质结构. 9787030290359. 北京: 高等教育出版社. 2015年. 第二版。

[3] 林承志. 化学发展简史. 9787030298430. 北京: 科学出版社. 2011年。

#### 八、其他说明

无



# 《分析化学》课程教学大纲

## (Analytic Chemistry)

执笔者：叶秀芳

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	2.5 学分		
学时数	总学时 40，其中：实验（实训）学时 0；课外学时 0。		
先修课程	无机化学、无机化学实验		
后续课程	分析化学实验、材料分析测试方法 1、材料分析测试方法 2		

### 二、课程简述

《分析化学》课程是材料化学专业本科大学生的一门重要的必修专业基础课程，主要内容包：定量分析概论、分析化学中的误差与数据处理、酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法和吸光光度法的基本理论和应用。通过课程“知识传授”与“价值引领”有机协同育人目标的重构，基于分析化学课程的学习，使学生树立正确的“量”的概念，学会科学地处理分析实验数据并对分析方法进行评价，能够应用所学理论解决实际分析测定问题，为学习后继课程和进一步学习更高层次的分析化学知识奠定必要的知识基础。同时强调学生能力的培养，培养学生严谨的科学态度和实事求是的作风，掌握科学研究的基本技能，使学生初步具备科学研究综合素质并具有较强的创新能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
------	-----	-----

毕业要求 1	1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中	L
毕业要求 4	4-3 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据	H
	4-4 能够分析实验结果以获得合理有效的结论	H
毕业要求 5	5-1 能够选择、使用或开发恰当的技术、资源和工具	M
毕业要求 12	12-2 具有不断学习和适应发展的能力	M

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过《分析化学》的学习，使学生系统、全面、深入地了解化学的基本原理、分析化学的基本概念和基础理论，并在此基础上掌握鉴定物质的化学成分以及测定有关成分含量的方法及方法的原理，了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中，能够针对材料设计、检测和分析工作选用相应的理论或模拟方法并理解其适用范围，在此基础上，能够根据材料分析实验的结果对材料的性能进行分析并获得合理有效的结论。

### 四、考核方式及成绩评定

#### （一）考核目标

通过《分析化学》的学习，使学生系统、全面、深入地了解化学的基本原理、分析化学的基本概念和基础理论，并在此基础上掌握鉴定物质的化学成分以及测定有关成分含量的方法及方法的原理。

#### （二）考核方式

期末闭卷笔试考试。

#### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 60%，平时成绩（包括在线教学资源的学习情况和学习效果、上课考勤情况，课堂参与情况，作业完成情况和完成质量等）占总评成绩 40%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### （一）课程内容、重点和难点

## 第1章 概论

**重点：**滴定分析概述，基准物质和标准溶液，滴定分析中的计算

**难点：**滴定分析中的计算

**课程思政：**关注与分析化学有关的环境保护、食品安全等社会问题，树立珍惜资源，爱护环境，合理使用化学物质的观念。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

### 第1节 分析化学的定义、任务和作用

#### 第2节 分析方法的分类与选择

##### 一、定性分析、定量分析和结构分析

##### 二、化学分析和仪器分析

##### 三、无机分析和有机分析

##### 四、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

##### 五、例行分析和仲裁分析

##### 六、分析方法的选择

### 第3节 分析化学发展简史与发展趋势

### 第4节 分析化学参考文献

### 第5节 分析化学过程及分析结果的表示

#### 一、分析化学过程

#### 二、分析结果的表示

### 第6节 滴定分析概述

#### 一、滴定分析法的特点

#### 二、滴定分析法对化学反应的要求和滴定方式

### 第7节 基准物质和标准溶液

#### 一、基准物质

#### 二、标准溶液的配制

##### 1、直接法

##### 2、标定法

### 第8节 滴定分析中的计算

#### 一、标准溶液浓度的表示方法

二、待测组分含量的计算

三、滴定分析计算示例

## 第2章 分析化学中的误差与数据处理

**重点：**分析化学中的误差，有效数字及运算规则，少量数据的统计处理，可疑值取舍

**难点：**有效数字及运算规则，少量数据的统计处理，可疑值取舍

**课程思政：**树立定量分析“量”的意识，培养学生实事求是、严谨认真的科学态度。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

### 第1节 分析化学中的误差

一、误差与偏差

二、准确度与精密度

三、系统误差和随机误差

四、公差

### 第2节 有效数字及其运算规则

一、有效数字

二、有效数字的修约规则

三、有效数字的运算规则

### 第3节 分析化学中的数据处理

一、随机误差的正态分布

二、总体平均值的估计

### 第4节 可疑值取舍

一、4d 法

二、Q 检验法

## 第3章 酸碱滴定法

**重点：**质子条件与 pH 的计算，酸碱缓冲溶液，酸碱滴定基本原理，酸碱滴定法的应用

**难点：**各类酸碱溶液的 pH 值的最简公式的应用，酸碱滴定法的应用

**课程思政：**“量变质变”、“对立统一”的辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

### 第1节 溶液中的酸碱反应与平衡

一、离子的活度和活度系数

二、溶液中的酸碱反应与平衡常数

三、溶液中的其他相关平衡——物料平衡、电荷平衡和质子条件

第 2 节 酸碱组分的平衡浓度与分布分数  $\delta$

一、一元酸溶液

二、多元酸溶液

第 3 节 溶液中  $H^+$  浓度的计算

一、强酸或强碱溶液

二、弱酸或弱碱溶液

1、一元弱酸或弱碱

2、多元酸碱溶液

三、混合溶液

1、弱酸或弱碱混合溶液

2、弱酸与弱碱的混合溶液

四、两性物质溶液

1、酸式盐

2、弱酸弱碱盐

第 4 节 酸碱缓冲溶液

一、缓冲溶液  $pH$  的计算

二、缓冲容量

第 5 节 酸碱指示剂

酸碱指示剂的作用原理

第 6 节 酸碱滴定基本原理

一、强酸强碱的滴定

二、一元弱酸弱碱的滴定

三、多元酸和混合酸的滴定

第 7 节 酸碱滴定法的应用

## 一、混合碱滴定

双指示剂法

## 二、极弱酸的测定

## 三、克氏定氮法

### 第4章 络合滴定法

**重点：**副反应系数和条件稳定常数，络合滴定法的基本原理，络合滴定方式及其应用

**难点：**副反应系数和条件稳定常数，络合滴定方式及其应用

**课程思政：**“主要矛盾”与“次要矛盾”的辩证关系，求真笃实的学习和科研态度。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

#### 第1节 分析化学中常用的络合物

##### 一、简单络合物

##### 二、螯合物

##### 三、乙二胺四乙酸

##### 四、乙二胺四乙酸的螯合物

#### 第2节 络合物的平衡常数

络合物的稳定常数

#### 第3节 副反应系数和条件稳定常数

##### 一、副反应系数

###### 1、络合剂 Y 的副反应及副反应系数

###### 2、金属离子 M 的副反应及副反应系数

###### 3、络合物 MY 的副反应及副反应系数

##### 二、条件稳定常数

#### 第4节 络合滴定法的基本原理

##### 一、络合滴定曲线

##### 二、金属离子指示剂

###### 1、金属离子指示剂作用原理

###### 2、金属离子指示剂的选择

#### 第5节 络合滴定与分别滴定判别式

一、准确滴定判别式

二、分别滴定判别式

#### 第6节 络合滴定中酸度的控制

一、单一离子络合滴定的适宜酸度范围

二、分别滴定的酸度控制

#### 第7节 络合滴定方式及其应用

一、直接滴定法

二、返滴定法

三、置换滴定法

四、间接滴定法

五、络合滴定结果的计算

### 第5章 氧化还原滴定法

**重点：**氧化还原平衡，氧化还原滴定原理，氧化还原滴定结果的计算

**难点：**氧化还原滴定结果的计算

**课程思政：**环境保护、责任担当。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

#### 第1节 氧化还原平衡

一、概述

二、条件电势

三、氧化还原反应平衡常数

四、化学计量点时反应进行的程度简单络合物

#### 第2节 氧化还原滴定原理

一、氧化还原滴定指示剂

1、自身指示剂

2、淀粉指示剂

3、本身发生氧化还原反应的指示剂

二、氧化还原滴定曲线

对称的氧化还原滴定反应

第3节 氧化还原滴定中的预处理

第4节 常用的氧化还原滴定法

一、高锰酸钾法

1、概述

2、高锰酸钾溶液的配制和标定

3、高锰酸钾滴定法应用示例

二、重铬酸钾法

1、概述

2、重铬酸钾法应用实例

三、碘量法

1、概述

2、标准溶液的配制和标定

3、碘量法分析应用

第5节 氧化还原滴定结果的计算

第6章 沉淀滴定法和滴定分析小结

**重点：**沉淀滴定分析方法，滴定分析小结

**难点：**沉淀滴定分析方法

**课程思政：**“普遍性与特殊性”的辩证统一关系。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

第1节 沉淀滴定法

一、滴定曲线

二、沉淀滴定终点指示剂和沉淀滴定分析方法

1、莫尔法

2、佛尔哈德法

3、法扬司法

4、混合离子的沉淀滴定



## 第2节 滴定分析小结

- 一、各种滴定分析方法的共同点
- 二、四种滴定分析方法的不同点
- 三、滴定曲线二、氧化还原滴定曲线

## 第7章 重量分析法

**重点：**沉淀的溶解度及其影响因素，重量分析中的换算因素

**难点：**沉淀的溶解度及其影响因素，沉淀过程

**课程思政：**尊重实验事实的科学精神、“内因-外因”的辩证关系。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

### 第1节 重量分析法概述

#### 一、重量分析法的分类和特点

- 1、沉淀法
- 2、气化法
- 3、电解法

### 第2节 沉淀的溶解度及其影响因素

#### 一、溶解度、溶度积和条件溶度积

#### 二、影响沉淀溶解度的因素

- 1、同离子效应
- 2、盐效应
- 3、酸效应
- 4、络合效应

#### 三、沉淀的类型和沉淀过程

- 1、沉淀的类型
- 2、槐氏经验公式
- 3、沉淀过程

#### 四、影响沉淀纯度的主要因素

- 1、共沉淀现象

2、后沉淀现象

3、减少沉淀沾污的方法

### 第8章 吸光光度法

**重点：**吸光光度法的基本原理，仪器构造，朗伯比尔定律

**难点：**吸光光度法的基本原理，朗伯比尔定律

**课程思政：**联系的、发展的、全面的辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

#### 第1节 吸光光度法概述

一、物质对光的选择性吸收

二、朗伯比尔定律

#### 第2节 分光光度计及吸收光谱

#### 第3节 显色反应及其影响因素

一、显色反应和显色剂

二、影响显色反应的因素

1、溶液酸度

2、显色剂用量

3、显色反应时间

#### 第4节 吸光光度分析及误差控制

一、测定条件的选择

二、标准曲线的绘制

三、标准曲线偏离的影响因素

1、光源

2、介质

3、溶液本身的性质

4、显色反应的干扰

#### 第4节 其他吸光光度法

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		

1	概论	2					2	3	
2	分析化学中的误差与数据处理	3				1	4	6	
3	酸碱滴定法	6			1	1	8	6	
4	络合滴定法	6				1	7	6	
5	氧化还原滴定法	5			1	1	7	6	
6	沉淀滴定法和滴定分析小结	3			2		5	4	
7	重量分析法	2			1	1	4	2	
8	吸光光度法	2			1		3	4	
合计		31			6	5	40	37	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

武汉大学. 分析化学. ISBN978-7-04-019382-4. 北京: 高等教育出版社, 2006, 第五版.

### (二) 教学参考书

[1] 王玉枝. 分析化学. ISBN978-7-03-047091-1. 北京: 科学出版社, 2017, 第三版.

[2] J.K. 福尔曼, P.B. 斯托克韦尔. 自动化学分析. ISBN15175 • 527. 北京: 原子能出版社, 1985, 第一版.

[3] 吴性良, 孔继烈. 分析化学原理. ISBN978-7-122-08569-6. 北京: 化工出版社, 2010, 第二版.

[4] 华中师范大学, 东北师范大学, 陕西师范大学, 北京师范大学, 西南大学. 分析化学. ISBN978-7-04-031145-7. 北京: 高等教育出版社, 2011, 第四版.

[5] 武汉大学. 分析化学. ISBN7-04-007952-6. 北京: 高等教育出版社, 2016, 第六版.

[6] 孙毓庆. 分析化学习题集. ISBN7-03-009526-X. 北京: 科学出版社, 2009, 第二版.

[7] 杜江燕. 分析化学学习指导. ISBN7-81101-171-9/0 • 26. 南京: 南京师范大学出版社, 2006, 第一版.

## 八、其他说明

本课程作业由在线资源学习、在线作业、课后作业等部分组成。

# 《有机化学》课程教学大纲

## (Organic Chemistry)

执笔者：陈宛涓

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	4 学分		
学时数	总学时 64，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机化学、分析化学		
后续课程	高分子化学、高分子物理		

### 二、课程简述

《有机化学》课程是材料科学与氢能学院材料化学专业本科学生的一门必修的重要基础理论课。本门课程系统学习有机化学的基本理论、基本知识、基本技能及学习有机化学的基本思想和方法，了解有机化学与其它学科的相互渗透，以及最新的成果和发展趋势。主要介绍各种不同类型有机化合物的结构特点、制备方法、理化性质及结构鉴定方法等，内容由浅入深，为后续专业基础课程和专业课程的学习以及今后从事生产实践和科学研究工作打下必须的有机化学基础。同时培养学生爱国主义精神、环保意识及安全意识。并满足硕士有机化学课程入学考试的要求。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析	H

	中。	
<b>毕业要求 2.问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。</b>	2-1 能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。	<b>H</b>
<b>毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。</b>	3-2 能够根据目标选取适当的原材料与基础工艺并确定研发方案。	<b>M</b>
<b>毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。</b>	4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	<b>M</b>
<b>毕业要求 10.沟通：能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告、陈述发言和回应指令；具备一定的国际化视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</b>	10-3 具有一定的外语应用能力。	<b>L</b>

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：主要有有机化合物的命名、结构、物理性质和主要化学反应及其应用；分析主要有有机化合物的分子结构与反应性能之间的关系；了解典型的有机反应历程以及反应环境条件的影响作用。了解与专业有关的重要生物质和合成产物的基本化学知识。基于有机化学基本原理和基本反应，结合数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学等知识，采用科学方法对材料、能源、化学和化工等领域的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效有机合成反应的结论。同时能够利用有机化学反应原理，针对材料行业实践所出现的问题，提出化学制备与合成的复杂工程问题的解决方案，设计满足企业生产实践的工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究的需求，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。改革教学方法，积极调动学生主观能动性，培养学生自主学习和终身学习的能力和意识。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

目标一、掌握有机化学相关基础知识和基本技能，具备有机合成反应的基本理论及工程技术水平。

目标二、熟悉能源材料、功能性材料等新材料领域的有机化学合成与制备技术及现代分析测试表征技术专业理论知识。

目标三、具有材料、化学、化工、能源等相关领域从事工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究及相关管理等方面的工作能力。

## (二) 考核方式

闭卷。

## (三) 成绩评定

综评成绩包括期末考试（占 70%）、平时和作业（占 30%）。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 绪论

**重点：**有机化合物中的共价键；有机分子的构造和构型；有机化合物的物理性质和化学性质。

**难点：**碳原子的杂化轨道与成键方式；共价键的断裂方式

**课程思政：**以有机化学的发展历程为引子，要求学生根据自身具备的知识探讨生活中和自然界中有关有机化学的利用和认识的典型实例，使学生体会到人类的科学认知是一项在实践中产生的能动、复杂并能体现出人类变革世界的活动。由此可见，科学的发展是一个循序渐进的历程，不可能一蹴而就。通过针对有机化学发展的相关探讨，使学生更加坚信科学的伟大力量，也以此激励学生在学习和生活的过程中不断沉淀和积累，遵循科学发展的规律，认识事物，在科研中由浅入深地探索科学的本质。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第一节 有机化学发展概况

#### 第二节 有机化合物的结构

#### 第三节 有机化合物的性质

### 第二章 饱和烃（烷烃）

**重点：**烷烃的中英文 IUPAC 命名法、化学性质以及自由基取代反应。

**难点：**IUPAC 命名法；自由基取代反应。

**课程思政：**甲烷的氯化反应，通过反应活化能判断反应的速控步骤，理解多步骤反应中活化能较高的步骤将直接影响整个反应的进行速度。可以启发学生，生活中也会遇到较难达成的目标，某种程度上也是活化能过高，只有通过实践克服阻碍，才有希望达成目标，以此鼓励学生不畏艰难、上下求索。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第一节 烷烃的结构

#### 第二节 烷烃的命名

#### 第三节 烷烃的物理性质

#### 第四节 烷烃的化学性质

#### 第五节 自由基取代反应

#### 第六节 烷烃的构象\*

#### 第七节 构象分析\*

#### 第八节 重要化合物

### 第三章 不饱和烃

**重点：**不饱和烃的 IUPAC 命名和化学性质

**难点：**亲电加成反应机理；次序规则；马氏规则；反马氏规则。

**课程思政：**提出研讨问题：为什么烯烃的稳定性规律与亲电加成活性规律是一致的。引导学生在科学研究实践中把现象作为入门的导向，通过现象认识事物的本质，同时辩证地思考现象与本质之间的对立统一关系。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第一节 烯烃

- 一、烯烃的结构和命名
- 二、顺反异构及构型表示法
- 三、烯烃的物理性质
- 四、烯烃的化学性质

#### 第二节 炔烃

- 一、炔烃的结构和命名
- 二、炔烃的物理性质
- 三、炔烃的化学性质

#### 第三节 双烯烃

- 一、共轭二烯烃的结构
- 二、共轭体系和共轭效应
- 三、共轭二烯烃的反应

### 第四章 环 烃

**重点：**脂环烃和芳香烃的命名；苯环上的亲电取代反应及其反应历程；亲电取代反应的定位规律及其应用。用电子效应解释苯环上亲电取代反应的定位规律。芳香性的判据。

**难点：**亲电取代反应历程；定位效应与定位规律。

**课程思政：**在学习芳香烃性质应用时，让学生讨论芳香烃衍生物的实验室合成条件及工业化生产条件的不同，演示江苏省盐城市某工业园区苯化学储罐发生爆炸事故现场，讨论合成条件及安全防护，学生既掌握理论知识，又间接理解化学安全的重要性，提高社会责任感。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

#### 第一节 脂环烃

- 一、脂环烃的分类和命名
- 二、脂环烃的物理性质
- 三、脂环烃的化学性质
- 四、脂环烃环烷烃的环张力和稳定性

## 第二节 单环芳烃

- 一、苯的结构
- 二、单环芳香烃的异构和命名
- 三、单环芳烃的物理性质
- 四、单环芳烃的化学性质

## 第三节 稠环芳烃\*

- 一、萘
- 二、蒽和菲
- 三、其他稠环芳香烃

## 第四节 非苯芳烃

- 一、休克尔  $4n+2$  规则
- 二、轮烯

## 第五章 旋光异构

**重点：**旋光异构现象。对映异构体及非对映异构体的构型及其表示方法。手性的意义。对手性分子，主要讲含手性碳原子的化合物。

**难点：**RS 构型表示法。

**课程思政：**在教授左旋体和右旋体的知识时，可以将著名的“海豹儿”药物致畸事件讲述给学生听，其主要是由于“反应停”——沙立度胺药物作用所引起，为了阻止孕妇呕吐的一种药物。但由于该药物存在左右旋体，其中右旋对映异构体(R 体)具有镇静、安眠作用，而左旋对映异构体(S 体)不仅无药理作用，反而有致畸胎作用，进而导致了“海豹儿”事件的发生。讲述此类重大事件，可以让学生对左右旋体有进一步的理解，知道不同手性的同种物质化学性质和用途有所不同，借此还可以提高在科研研究中应该保持严谨求实的态度意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 旋光性和比旋光度

- 一、旋光性
- 二、比旋光度

### 第二节 手征性分子和旋光异构体

- 一、对称性和手性
- 二、对映体
- 三、手性分子和手性因素

### 第三节 构型的确定和构型的表示方法

- 一、费歇尔 (Fischer) 投影式
- 二、相对构型和 DL 表示法



三、绝对构型和 RS 表示法

四、构型和旋光性的关系

第四节 旋光异构体的数目和内消旋体

一、含两个不同手性碳原子的化合物的旋光异构体

二、含两个相同手性碳原子的化合物的旋光异构体

三、外消旋体的拆分

第五节 烯烃亲电加成的立体化学

## 第六章 卤代烃

**重点：**卤代烃的亲核取代反应历程和消除反应历程。从碳正离子的稳定性来说明 S<sub>N</sub>1 和 E1 反应历程中的分子重排。从 p~π 共轭和中间体的稳定性来说明不同卤代烃的化学活性。空间立体效应。

**课程思政：**卤代烃的亲核取代与消除反应可以说明矛盾的对立与统一。

**难点：**亲核取代反应和消除反应中的立体化学；影响亲核取代反应和消除反应的因素。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

第一节 卤代烷

一、卤代烷结构和命名

二、卤代烷的物理性质

三、卤代烷的化学性质

四、亲核取代反应

五、消除反应

六、亲核取代反应中的立体化学

七、消除反应中的立体化学

第二节 卤代烯烃和卤代芳烃

一、卤代烯烃和卤代芳烃的分类

二、乙烯基型和芳基型卤代烃

三、环丙基型和芳甲型卤代烃

四、重要的化合物

## 第八章 醇、酚、醚

**重点：**醇酚醚的结构特点与化学性质。多官能团化合物的命名。醇酚醚的化学鉴别方法。醇酚醚的制备方法。

**课程思政：**醇酚醚的结构与性质引出官能团异构现象，引导学生思考内因与外因的辩证关系。

**难点：**醇的亲核取代和消除反应机理；醚键的断裂。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

## 第一节 醇

- 一、醇的结构、分类和命名
- 二、醇的性质
- 三、重要的醇

## 第二节 酚

- 一、酚的分类和命名
- 二、酚的结构
- 三、酚的性质
- 四、重要的酚

## 第三节 醚

- 一、醚的分类和命名
- 二、醚的性质
- 三、环醚\*

## 第九章 醛、酮、醌

**重点：**羰基的结构和化学性质（亲核加成反应；氧化还原反应； $\alpha$ -活泼氢的反应等）。

**难点：**醛酮的亲核加成反应历程与立体化学。

**课程思政：**以中国人命名的第一个有机反应“黄鸣龙还原法”（Kishner-Wolff-黄鸣龙）的贡献者黄鸣龙先生在海外学成之后冲破美国政府的重重阻挠，投身祖国建设，培养学生的爱国精神。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

### 第一节 醛和酮

- 一、醛酮的结构和命名
- 二、醛酮的物理性质
- 三、醛酮的化学性质
- 四、羰基加成反应的立体化学
- 五、重要的醛酮化合物

### 第二节 醌\*

- 一、醌的结构和命名
- 二、对苯醌的化学性质

## 第十章 羧酸和取代酸

**重点：**羧酸的命名与化学性质。取代酸的命名与化学性质；取代基对羧酸酸性的影响规律。

**难点：**取代基对羧酸酸性的影响规律。

**课程思政：**羧酸与酮还原的对比，引导学生思考结构决定性质，内因与外因的辩证关系。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

## 第一节 羧酸

### 一、羧酸的结构和命名

### 二、羧酸的物理性质

### 三、羧酸的化学性质

### 四、重要的羧酸

## 第二节 羟基酸

## 第三节 羧基酸

## 第十一章 羧酸衍生物

**重点：**羧酸衍生物的命名与化学性质。

**难点：**羧酸衍生物的亲核取代反应机理，羧酸衍生物反应活性的顺序及解释。

**课程思政：**在讲述有机化学中的羧酸衍生物中的羧基还原知识点时，着重讲述我国著名的有机化学家黄鸣龙对此反应改进后的突出贡献。介绍这些化学家们的优秀事迹，不仅会激起学生们的爱国热情，而且还能提高学习兴趣，增强学习动力，起到提高学生的民族自尊心和自豪感，增强文化自信的作用。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

## 第一节 羧酸衍生物

### 一、羧酸衍生物的结构和命名

### 二、羧酸衍生物的物理性质

### 三、羧酸衍生物的化学性质

### 四、酰基亲核取代反应机理

### 五、重要的羧酸衍生物

## 第十二章 含氮化合物

**重点：**胺的结构和化学性质。胺的碱性强弱顺序比较。芳香重氮盐着重于生成重氮盐的条件及其在合成上的应用。不同结构胺的化学鉴别。

**难点：**重氮盐在有机合成中的应用。

**课程思政：**讲解重氮盐的合成过程时，设计情境案例“江苏联化科技有限公司重氮盐爆炸事故造成8人死亡”的爆炸现场图片，引导学生思考，促使学生对爆炸的起因、反应机理、安全保障进行讨论、交流。以情境体验式融入生产安全、生命至上的理念，显性引导学生在进行化学实验乃至以后从事化工生产工作时始终将规范操作和生命安全放在首位。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

## 第一节 胺

### 一、胺的分类、命名和结构

### 二、胺的物理性质

### 三、胺的化学性质

#### 四、重要化合物

##### 第二节 其他含氮化合物

###### 一、硝基化合物

###### 二、重氮盐和偶氮化合物

###### 三、腈和异腈\*

#### 第十七章 杂环化合物及生物碱

**重点：**五元和六元杂环的结构特点和芳香性，亲电取代反应活性及定位效应。

**难点：**杂环化合物亲电取代反应的定位规律

**课程思政：**含氮杂环化合物引出“三聚氰胺”毒奶粉事件，培养学生正确的“三观”和职业道德感。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

##### 第一节 杂环化合物

###### 一、杂环化合物的分类和命名

###### 二、杂环化合物的结构与芳香性

###### 三、杂环化合物的化学性质

###### 四、重要杂环化合物

##### 第二节 生物碱

###### 一、生物碱概述

###### 二、生物碱选述\*

#### 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
一	绪论	2						2		
二	饱和烃	4					1	5	2	
三	不饱和烃	4					1	5	2	
四	环烃	4					1	5	2	
五	卤代烃	4					1	5	2	
六	旋光异构	6				1	1	8	1	
八	醇、酚、醚	6					1	7	2	
九	醛、酮、醌	7					1	8	2	
十	羧酸及取代酸	2					1	3	2	
十一	羧酸衍生物	4					1	5	2	
十二	含氮化合物	5					1	6	2	

十七	杂环化合物	2				1	3	1	
	总复习	2					2		
合计		52			1	11	64	23	

### 七、课程教材及主要参考资料

列出采用的教材及相应的主要参考书目，并按如下罗列：[序号]作者（多个作者以逗号隔开），书名，出版社所在地：出版社名称，出版年月。

[1] 李景宁. 《有机化学》（第六版）. 北京：高等教育出版社，2018年11月。

[2] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚. 《基础有机化学》（第四版）. 北京：高等教育出版社，2017年1月。

[3] 裴伟伟, 裴坚. 《基础有机化学习题解析》. 北京：高等教育出版社，2018年1月。

### 八、其他说明

无。

# 《物理化学》课程教学大纲

## (Physical Chemistry)

执笔者：常萌蕾

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	6 学分		
学时数	总学时 96，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	《高等数学》、《大学物理》、《普通化学》、《有机化学》		
后续课程	《物理化学实验》、《物理化学选论》		

### 二、课程简述

《物理化学》是材料、化学科学的一个重要分支学科，是材料化学、材料科学与工程、新能源材料与器件专业学生必修的学科基础课程。它借助于数学、物理学等基础科学的理论及实验方法，从物质的物理现象和化学现象的联系入手，研究化学反应的规律在科研、生产生活实践中的应用。学生通过该课程的学习，不仅可以掌握有关化学反应的方向和限度，化学反应的能量改变，化学反应的平衡组成，化学反应的机理和速率，多相平衡体系及界面特征等方面的知识。通过课程的各个教学环节逐步培养学生的抽象思维能力和逻辑推理能力。该课程将为各专业学生后继专业课的提高学习提供重要的理论基础，也为他们今后从事新材料的合成，新能源、新产品的开发，新的工艺过程设计等起重要指导作用。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1. 工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	指标点 1-3：了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中。	H
	指标点 1-4：熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	L
毕业要求 2. 问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知识分析材料化学领域的工程问题。	指标点 2-3：能够正确表述一个工程问题解决方案并分析其合理性。	M
毕业要求 4. 研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	指标点 4-2：能基于专业理论设计针对材料特定需求进行研发的可行实验方案。	M

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求 1 工程知识：通过讲授热力学、化学平衡、电化学、动力学的基本原理，将数学、物理、工艺设计、工程科学材料化学专业知识结合，掌握材料的制备与改性过程中化学反应的方向和限度，了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系对化学反应影响及控制步骤，并能够应用于材料工程问题的分析中基本原理。

毕业要求 2 问题分析：能够应用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知识，并通过文献研究分析材料化学领域的复杂工程问题；掌握材料化学相关材料制备(或合成)、材料加工、材料结构与性能测定等方面的物理化学基础知识、基本原理和基本实验技能。

毕业要求 4 研究：基于物理化学的基本原理，通过作业，要求学生针对材料制备与应用中的具体问题课外查阅文献，收集相关资料，撰写调查报告，提出针对材料特定需求进行研发的可行实验方案。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

在考核学生对物理化学基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

##### （二）考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

##### （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，课堂讨论情况，作业完成情况、随堂小测成绩等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 热力学第一定律 .....

**重点：**热力学第一定律 可逆过程 热化学

**难点：**可逆过程 状态函数 焓 基尔霍夫定律

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

#### 第 1.1 节 热力学概论

#### 第 1.2 节 热平衡和热力学第零定律——温度的概念

#### 第 1.3 节 热力学的一些基本概念

一、系统与环境

二、系统的性质

三、热力学平衡态

四、状态函数

五、状态方程

六、过程很途径

七、热和功

#### 第 1.4 节 热力学第一定律

#### 第 1.5 节 准静态过程与可逆过程

一、功与过程

二、准静态过程

三、可逆过程

#### 第 1.6 节 焓

#### 第 1.7 节 热容

#### 第 1.8 节 热力学第一定律对理想气体的应用



### 第 1.9 节 Carnot 循环

### 第 1.10 节 Joule-Thomson 效应

### 第 1.1 节 热化学

一、化学反应的热效应——等压热效应与等容热效应

二、反应进度

三、标准摩尔焓变

### 第 1.12 节 Hess 定律

### 第 1.13 节 几种热效应

### 第 1.14 节 反应焓变与温度的关系

课程思政设计：介绍物理化学史的演变过程，历代伟大物理化学家的巨大贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

本章具体要求：

- 1、了解热力学的一些基本概念；
- 2、了解热力学第一定律和内能的概念，掌握功与热正负号的取号惯例；理解准静态过程和可逆过程的意义；
- 3、掌握状态函数的特性，U 和 H 都是状态函数；
- 4、掌握热力学第一定律计算理想气体在等温、等压、绝热等过程中的 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、Q 及 W；
- 5、掌握生成焓、燃烧焓来计算化学反应热。掌握使用赫斯定律和基尔霍夫定律；
- 6、理解卡诺循环的意义以及理想气体在几种过程中热、功的计算。

## 第二章 热力学第二定律 .....

**重点：**热力学第二定律 熵变的计算  $\Delta G$  的计算

**难点：**熵的概念 克劳修斯不等式 亥姆霍兹自由能和吉布斯自由能

**课程思政：**引导学生正确人生态度 节约能源和保护环境

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

### 第 2.1 节 自发变化的共同特征

### 第 2.2 节 热力学第二定律

### 第 2.3 节 Carnot 定理

### 第 2.4 节 熵的概念

### 第 2.5 节 Clausius 不等式与熵增加原理

### 第 2.6 节 热力学基本方程

### 第 2.7 节 熵变的计算

一、等温过程中熵的变化值

二、非等温过程中熵的变化值

### 第 2.8 节 Helmholtz 和 Gibbs 自由能

### 第 2.9 节 变化的方向与平衡条件

### 第 2.10 节 $\Delta G$ 的计算示例

一、等温物理变化中的 $\Delta G$

二、化学反应等温式

### 第 2.11 节 几个热力学函数间的关系

### 第 2.12 节 热力学第三定律与规定熵

课程思政设计：在讲授自发过程的不可逆时，把人生比喻为某种意义上的自发过程，解说自然规律，激励学生思考人生意义和个人的人生选择，鼓励积极的人生态度。在讲授熵增加原理时，通过熵增的不可逆性，解释节约能源保护环境的重要性。

本章具体要求：

- 1、了解热力学第二定律的意义，了解自发过程的共同特征；
- 2、理解克劳修斯不等式的重要性。掌握热力学函数  $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $F$ 、 $G$  的定义，理解其物理意义；
- 3、理解 $\Delta G$ 在特殊条件下的物理意义，判别变化的方向和平衡条件；
- 4、掌握一些简单过程中 $\Delta S$ 、 $\Delta H$ 和 $\Delta G$ 的计算，以及如何利用范霍夫等温式来判别化学变化的方向；
- 5、能运用吉布斯-亥姆霍兹公式和克劳修斯-克拉贝龙方程计算；

## 第三章 多组分系统热力学及其在溶液中的应用

**重点：**拉乌尔定律 亨利定律 稀溶液的依数性

**难点：**偏摩尔量 化学势 理想溶液

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含

课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 3.1 节 多组分系统的组成表示法

第 3.2 节 偏摩尔量

一、偏摩尔量的定义

二、偏摩尔量的加和公式

第 3.3 节 化学势

第 3.4 节 气体混合物中各组分的化学势

第 3.5 节 稀溶液中的两个经验定律

一、Raoult 定律

二、Henry 定律

第 3.6 节 理想液态混合物

第 3.7 节 理想稀溶液中任一组分的化学势

第 3.7 节 稀溶液的依数性

第 3.8 节 活度与活度因子

课程思政设计：通过探讨稀溶液的依数性在化学科学研究或工业生产上的应用，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

本章具体要求：

- 1、了解理想溶液浓度的各种表示法及其相互关系；
- 2、掌握偏摩尔量和化学势两个概念的重要意义；
- 3、了解理想溶液的定义和通性；
- 4、掌握拉乌尔定律和亨利定律两者的区别与联系；
- 5、了解逸度和活度的概念；
- 6、掌握溶液中各组分化学势的表达方式；
- 7、了解理想溶液、稀溶液和实际溶液三者的区别；掌握稀溶液依数性公式及其计算。

第四章 相平衡

**重点：**单组分体系相图 二组分体系相图及其应用 最低共熔点混合物

**难点：**偏摩尔量 化学势 理想溶液

**课程思政：**严谨、认真的科研态度和大国重器的担当精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 4.1 节 多相体系平衡的一般条件

第 4.2 节 相律

第 4.3 节 单组分体系的相平衡

一、单组份系统的两相平衡——Clapeyron 方程

二、外压与蒸汽压关系

三、水的相图

第 4.4 节 二组分体系的相图及其应用

一、理想的二组分液态混合物

二、杠杆规则

三、非理想的二组分液态混合物

四、简单的低共熔二元相图

五、形成化合物的系统

六、固态部分互溶的二组分相图

第 4.5 节 三组分系统的相图及其应用

课程思政设计：在学习相图知识的同时，引导学生体会老一辈科学工作者在新中国建立初期艰苦奋斗、不屈不挠、永不放弃的科学精神，加深对社会主义制度优越性的认识，引导学生严谨、认真的科研态度和大国重器的担当精神。

本章具体要求：

- 1、掌握相、组分数和自由度的定义及意义；
- 2、理解相律的推导过程及其在相图中的应用；
- 3、掌握单组分体系的相图；掌握杠杆规则在相图中的应用；
- 4、掌握分析双液系的  $p-x$  和  $T-x$  图；了解蒸馏和精馏的基本原理；
- 5、掌握简单低共熔物相图，根据步冷曲线能绘出简单的相图；
- 6、了解二组分固-液相图的绘制及其应用；

第五章 化学平衡

**重点：**化学反应的平衡常数和等温方程式

**难点：**标准生成吉布斯自由能

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 5.1 节 化学反应的平衡条件和化学反应的亲势

第 5.2 节 化学反应的平衡常数和等温方程式

第 5.3 节 平衡常数的表示式

第 5.4 节 复相化学平衡

第 5.5 节 标准生成吉布斯自由能

第 5.6 节 温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响

课程思政设计：通过引入生产实践案例，让学生从合成反应条件考虑，将采取那些措施增大产率，学生角色转化，激发了学习兴趣，并培养学生学以致用能力。

本章具体要求：

1. 掌握标准平衡常数的定义；
2. 掌握用等温方程判断化学反应的方向和限度的方法；
3. 理解温度对标准平衡常数的影响，会用等压方程计算不同温度下的标准平衡常数；

## 第六章 电解质溶液

**重点：**法拉第定律 电导 电导测定应用

**难点：**离子电迁移数

**课程思政：**增强文化自信 树立科学的世界观和方法论

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 6.1 节 电化学的基本概念和法拉第定律

第 6.2 节 离子的电迁移率和迁移数

第 6.3 节 电解质溶液的电导

第 6.4 节 电解质溶液的平均活度和平均活度因子

第 6.5 节 强电解质溶液理论简介

课程思政设计：增强文化自信，介绍我国的电化学研究成果以及我们在化学能源材料等领域取得的成就；鼓励学生将电化学学科与我国新能源战略发展、国防建设等结合起来，强调电化学在新时代的重要性。

本章具体要求:

1. 掌握电化学基本概念和电解定律, 离子的电迁移和迁移数。
2. 掌握电导、电导率和摩尔电导率及其与浓度的关系, 离子独立移动定律, 电导测定的应用。
3. 理解平均活度和平均活度因子。
4. 了解离子弧度, Debye-Hückel 极限公式。

## 第七章 可逆电池的电动势及其应用

**重点:** 可逆电池和可逆电极 电池的电动势及其测定的应用

**难点:** 电极电势

**课程思政:** 碳达峰、碳中和 中国制造 2025 工匠精神

**教学方法与手段:** 采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行, 教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容:

第 7.1 节 可逆电池和可逆电极

第 7.2 节 电动势的测定

第 7.3 节 可逆电池的书写方法及电动势的取号

第 7.4 节 可逆电池的热力学

第 7.5 节 电动势产生的机理

第 7.6 节 电极电势和电池的电动势

第 7.7 节 浓差电池和液体接界电势的计算公式

第 7.8 节 电动势测定的应用

课程思政设计: 结合我国在“碳达峰”、“碳中和”大背景下的经济转型走势, 让学生了解到电化研究的前沿领域以及他们肩负的历史使命, 激发学生的学习热情。通过引入我院氢燃料电池团队研发的燃料电池电堆支撑了佛山氢能大巴、氢能有轨电车运营线、氢能物流车等新能源交通装备的案例, 以榜样的力量激励学生刻苦学习专业技能, 促进学生把理论融入工程实践, 培养工匠精神。

本章具体要求:

1. 掌握可逆电极的类型和可逆电池的条件,
2. 掌握电动势测定的原理,
3. 掌握可逆电池的书面表示法, 理解可逆电池热力学。
4. 掌握电极电势、电池电动势及 Nernst 方程及相关计算。
5. 了解电动势测定的应用。

## 第八章 电解与极化作用

**重点:** 法拉第定律 电导 电导测定应用

**难点:** 离子电迁移数

**课程思政：**工程伦理教育 工匠精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 8.1 节 分解电压

第 8.2 节 极化作用

第 8.3 节 电解时电极上的反应

第 8.4 节 金属的电化学腐蚀、防腐与金属的钝化

课程思政设计：开展探究式的讨论，强化工程伦理教育，培养精益求精的大国工匠精神。

本章具体要求：

1. 掌握分解电压与极化作用，极化曲线和超电势。
2. 理解电解时电极上的反应次序。
3. 了解金属的电化学腐蚀和防腐，电势-pH 图的应用。

## 第九章 化学动力学基础

**重点：**反应级数 具有简单级数的反应 温度对反应速率的影响 活化能

**难点：**典型复杂反应 活化能  $E_a$  对反应速率的影响

**课程思政：**工程思维能力 科学的世界观和方法论

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 9.1 化学动力学的任务和目的

第 9.2 化学反应速率表示法

第 9.3 化学反应的速率方程

第 9.4 具有简单级数的反应

第 9.5 几种典型的复杂反应

第 9.6 温度对反应速率的影响 阿仑尼乌斯经验式

第 9.7 活化能  $E_a$  对反应速率的影响

第 9.8 链反应

课程思政设计：工程应用实例通过将新的研究领域和成果引入课堂教学，讲解将物理化学的基本原理用来解决实际问题的实例，激发学生积极探索，理论联系实际工程思维能力。

本章具体要求：

- 1.掌握化学动力学的基本概念。
- 2.掌握速率方程，基元反应。
- 3.掌握具有简单级数反应的特点，反应级数的测定法，速率常数的计算。
- 4.了解几种典型复杂反应（平行、对峙、连续和链反应）的特点，理解直链反应及反应历程。
- 5.了解稳态近似、平衡假设和速控步近似方法的应用。
- 6.了解温度对反应速率的影响，活化能。

## 第十章 胶体分散体系和大分子

**重点：**胶体的基本特性 溶胶的电学性质 溶胶的稳定性和聚沉作用 丁铎尔效应

**难点：**溶胶的电学性质

**课程思政：**创新精神 团队精神 自身内涵建设

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 10.1 节 表面张力和表面吉布斯自由能

第 10.2 节 弯曲表面下的附加压力和蒸气压

第 10.3 节 液体界面的性质

第 10.4 节 液-固界面——润湿作用

第 10.5 节 表面活性剂及其作用

第 10.6 节 固体表面的吸附

课程思政设计：引导和探讨透过现象看本质，勇于突破和创新，稳定和谐促发展，团队合作实现共赢，加强自身内涵建设。

本章具体要求：

1. 掌握表面张力，表面热力学的基本公式。
2. 掌握弯曲表面上的附加压力和蒸气压及相关计算。
3. 理解溶液的表面吸附，了解单分子膜和 L-B 膜简介。
4. 理解接触角和润湿作用，表面活性剂及其作用，固体表面的吸附。

## 第十一章 胶体分散体系

**重点：**胶体的基本特性 溶胶的电学性质 溶胶的稳定性和聚沉作用 丁铎尔效应

**难点：**溶胶的电学性质

**课程思政：**科学素养 社会责任感 创新能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含



课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

讲授内容：

第 11.1 节 胶体和胶体的基本特性

第 11.2 节 溶胶的制备和净化

第 11.3 节 溶胶的动力性质

第 11.4 节 溶胶的光学性质

第 11.5 节 溶胶的电学性质

第 11.6 节 溶胶的稳定性和聚沉作用

第 11.7 节 乳状液化

课程思政设计：通过关注当前社会热点问题，结合所学胶体学科知识，以“爱国主义”为核心，培养良好的科学素养和高度的社会责任感；学会使用唯物辩证法的基本规律看待问题，具备勇于探索，勇于创新的能力。

本章具体要求：

1. 掌握胶体的基本特性、制备和纯化。
2. 掌握溶胶的动力性质，溶胶的光学性质，溶胶的电学性质。
3. 理解溶胶的稳定性和聚沉作用。
4. 了解乳状液，大分子溶液概说。
5. 理解 Donnan 平衡，聚电解质摩尔质量的测定。
6. 了解纳米粒子的制备和特性。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
一	热力学第一定律	11					1	12	2-4	
二	热力学第二定律	11					1	12	2-4	
三	多组分系统热力学及其在溶液中的应用	10						10	2-4	
四	相平衡	13					1	14	2-4	
五	化学平衡	6						6	2-4	
六	电解质溶液	8						8	2-4	

七	可逆电池的电动势及其应用	7					1	8	2-4	
八	电解与极化作用	6						6	2-4	
九	化学动力学基础	8					2	10	2-4	
十	界面现象	6						6	2-4	
十一	胶体分散体系	4						4	1-2	
合计		90					6	96		

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

傅献彩等编. 物理化学(上). ISBN: 9787040167696. 北京: 高等教育出版社, 2006, 第五版.

傅献彩等编. 物理化学(下). ISBN: 9787040177961. 北京: 高等教育出版社, 2006, 第五版.

### (二) 教学参考书

[1] 冯霞, 陈丽, 朱荣娇, 等编. 物理化学解题指南(第三版). ISBN: 9787040496321. 北京: 高等教育出版社, 2018, 第三版.

[2] 天津大学物理化学教研室. 物理化学(上). ISBN: 9787040479614. 北京: 高等教育出版社, 2017, 第六版.

[3] 天津大学物理化学教研室. 物理化学(下). ISBN: 9787040479621. 北京: 高等教育出版社, 2017, 第六版.

[4] 印永嘉等编. 物理化学简明教程. ISBN: 9787040219357. 北京: 高等教育出版社, 2011, 第四版.

## 八、其他说明

无。

# 《结构化学》课程教学大纲

## (Structural Chemistry)

执笔者：许泳行

审核人：邓前军

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	3		
学时数	总学时 48，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机化学、分析化学、有机化学、大学物理、物理化学		
后续课程	材料化学、材料分析测试方法 2、材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

结构化学课程是高等学校化学与化工本科材料化学专业学生的一门必修的重要基础理论课，它是为培养我国社会主义现代化建设所需要的高质量建设人才服务的。通过本课程的学习，使学生学习并理解：量子力学基础理论知识、原子的结构和性质、双原子分子的结构和性质、分子的对称性、多原子分子的结构和性质、配位化合物的结构和性质、晶体的点阵结构和晶体的性质、金属的结构和性质，以及相关方面的基本概念、基本理论。并通过各个教学环节逐步培养学生具有抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和自学能力，着力学生分析问题、解决问题能力的培养。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	指标点 1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中	H

毕业要求 2.问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	指标点 2-1 能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。	L
毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	指标点 4-2 能基于专业理论设计针对材料特定需求进行研发的可行实验方案。	M
	指标点 4-4 能够分析实验结果以获得合理有效的结论。	H
毕业要求 5.使用现代工具：选择、使用恰当的技术、资源、信息技术和现代工程工具进行研究、生产，并能够理解其局限性。	指标点 5-2 能够针对材料设计、检测和分析工作选用相应的理论或模拟方法并理解其适用范围。	M

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

对应毕业要求 1、2、4、5：通过各个教学环节逐步培养学生具有抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和自学能力，着力学生分析问题、解决问题能力的培养。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

目标 1：掌握量子力学基础理论知识，以及结构化学的基本概念、基本理论

目标 2：形成抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和分析解决问题能力。

#### (二) 考核方式

本课程采用闭卷考试进行考核，主要考核结构化学的基础知识。

#### (三) 成绩评定

期末考试占 70%，平时成绩（含测验、作业、课堂讨论等成绩）占 30%，成绩及格者获 3 学分。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第一章量子力学基础知识

**重点：**力学量算符、算符的本征态、本征值和本征方程、平均值

**难点：**一维势箱中粒子的薛定谔方程

**课程思政：**引导学生了解量子力学发展历史，认识科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

#### 第 1 节 微观粒子运动的特征

微观粒子运动涉及的实验事实：黑体辐射、光电效应、氢原子光谱、电子衍射

基本概念及有关知识：量子、量子化、普朗克常数、光的波粒二象性、实物微粒的波粒二象性、统计规律、概率波、测不准关系

基本关系及表达式：普朗克能量量子化公式： $E = h\nu$ 、爱因斯坦关于光子学说的有关公式、动量与动能的关系式、德布罗依波波长计算式、微粒的空间几率及几率密度表达式、测不准关系式

## 第2节 量子力学基本假设

波函数和微观粒子的状态、力学量和算符、本征态、本征值和薛定谔方程、态叠加原理、泡利原理。

## 第3节 势箱中粒子的薛定谔方程及其解

薛定谔方程的建立、薛定谔方程的物理意义、波函数的合格化条件、薛定谔方程的算符表达式。

## 第二章原子的结构和性质

**重点：**变数分离法解单电子原子的薛定谔方程、 $\Phi$ 方程的解、单电子原子的波函数、中心力场法

**难点：**多电子原子的薛定谔方程及其近似解

**课程思政：**揭示原子的结构和性质的关系，展现马克思主义唯物主义科学观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

## 第1节 单电子原子的薛定谔方程及其解

单电子原子的薛定谔方程、变数分离法、 $\Phi$ 方程的解、单电子原子的波函数

## 第2节 量子数的物理意义

## 第3节 波函数和电子云的图形

$\psi-r$  和  $\psi^2-r$  图、径向分布图、原子轨道等值线图

## 第4节 多电子原子的结构

中心力场法、多电子原子的薛定谔方程及其近似解、原子轨道能和电子结合能、基态原子的电子排布

## 第5节 原子光谱

原子光谱和光谱项、电子的状态和原子的能态

## 第三章双原子分子的结构和性质

**重点:** 变分法解薛定谔方程、价键理论(VB)与分子轨道理论(MO)

**难点:** 变分法解薛定谔方程

**课程思政:** 揭示双原子分子结构和性质的关系, 展现马克思主义科学观。

**教学方法与手段:** 采用 PPT 课件授课, 结合课堂讨论

#### 第 1 节 $H_2$ 的结构和共价键的本质

$H_2$  的薛定谔方程、变分法解薛定谔方程、积分  $H_{aa}$ 、 $H_{ab}$ 、 $S_{ab}$  的意义和  $H_2$  的结构、共价键的本质

#### 第 2 节 分子轨道理论和双原子分子的结构

简单分子轨道理论、分子轨道的分布特点和分类、同核双原子分子的结构、异核双原子分子的结构

#### 第 3 节 $H_2$ 分子的结构和价键理论

价键法解  $H_2$  的结构、价键理论、价键理论(VB)与分子轨道理论(MO)的比较

#### 第 4 节 分子光谱

分子光谱简介、双原子分子的转动光谱、双原子分子的振动光谱

### 第四章 分子的对称性

**重点:** 对称操作和对称元素、对称操作群

**难点:** 分子的点群

**课程思政:** 通过分子对称性模型的发展, 让学生认识科学发展的规律与科学体系的完善的长期性

**教学方法与手段:** 采用 PPT 课件授课, 结合课堂讨论

#### 第 1 节 对称操作和对称元素

旋转轴和旋转操作、对称中心和反演操作、镜面和反映操作、反轴和旋转反演操作、映轴和旋转反映操作

#### 第 2 节 对称操作群与对称元素的组合

群的定义、群的乘法表、对称元素的组合

#### 第 3 节 分子的点群

分子点群的分类、分子所属点群的判别

#### 第 4 节 分子的偶极矩和极化率

分子的偶极矩和分子的结构、分子的诱导偶极矩和极化率

#### 第 5 节 分子的对称性和分子的旋光性。

## 第五章多原子分子的结构和性质

**重点：**价电子对互斥理论（VSEPR）、杂化轨道理论、HMO 法、离域  $\pi$  键和共轭效应

**难点：**HMO 法

**课程思政：**揭示多原子分子结构和性质的关系，展现马克思主义唯物观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 价电子对互斥理论（VSEPR）

### 第 2 节 杂化轨道理论

### 第 3 节 离域分子轨道理论

### 第 4 节 HMO 法

HMO 法的基本内容、丁二烯的 HMO 处理、环状共轭多烯的 HMO 处理

### 第 5 节 离域 $\pi$ 键和共轭效应

离域  $\pi$  键的形成和表示法、共轭效应、肽键、超共轭效应

### 第 6 节 分子轨道的对称性和反应机理

化学反应一般原理和概念、前线轨道理论、分子轨道对称守恒原理

### 第 7 节 共价键的键长和键能

共价键的键长和原子的共价半径、共价键的键能

### 第 8 节 分子间作用力和分子的大小形状

分子间作用力、范德华引力和范德华半径、分子的大小和形状

## 第六章配位化合物的结构和性质

**重点：**八面体的分子轨道、八面体场的分裂能、配位场稳定化能与配位化合物的性质

**难点：**八面体场及四面体场的分裂能

**课程思政：**揭示配位化合物结构和性质的关系，展现马克思主义唯物观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 配位化合物概述

中心原子、配位体、配位化合物结构理论的发展

### 第 2 节 配位场理论

ML6 八面体的分子轨道、八面体场的分裂能、配位场稳定化能与配位化合物的性质、配位化合物的热力学稳定性、其他多面体的配位场

## 第七章晶体的点阵结构和晶体的性质

**重点：**点阵和结构单元、晶胞、晶系、晶面指标

**难点：**点阵和结构单元

**课程思政：**揭示晶体的点阵结构和性质的关系，展现马克思主义唯物观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

#### 第 1 节 晶体结构的周期性和点阵

晶体结构的特征、点阵和结构单元、点阵单位

#### 第 2 节 晶体结构的对称性

晶体的对称元素和对称操作、晶胞、晶系、晶体的空间点阵型式、平面点阵指标或晶面指标。

### 第八章金属的结构和性质

**重点：**金属键的“自由电子”模型、固体能带理论

**难点：**固体能带理论

**课程思政：**揭示金属结构和性质的关系，展现马克思主义唯物观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

#### 第 1 节 金属键和金属的一般性质

金属键的“自由电子”模型、固体能带理论

#### 第 2 节 合金的结构和性质

金属固溶体的结构、金属化合物的结构

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
一	量子力学基础知识	7					1	8	3	
二	原子的结构和性质	6						6	3	
三	双原子分子的结构和性质	6						6	3	
四	分子的对称性	6					1	7	3	
五	多原子分子的结构和性质	7						7	3	
六	配位化合物的结构和性质	6						6	3	
七	晶体的点阵结构和性质	5					1	6	2	



八	金属的结构和性质	2					2		
合计		45				3	48	20	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

周公度, 段连运. 结构化学基础. ISBN 978-7-301-05773-5. 北京: 北京大学出版社, 2017, 第5版.

### (二) 教学参考书

[1] 东北师范大学, 华东师范大学, 西北师范大学编. 结构化学. ISBN 7-04-011973-0. 北京: 高等教育出版社, 2003, 第一版.

[2] 王荣顺. 结构化学. ISBN 7040119730. 北京: 高等教育出版社, 2006, 第一版.

## 八、其他说明

无。

# 《胶体与表面化学》课程教学大纲

## (Colloids and Surface Chemistry)

执笔者：陈婷

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）学时 0；课外学时 0		
先修课程	物理化学、无机化学、有机化学等		
后续课程	材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

本课程主要介绍了胶体的基本概念、制备和性质，凝胶、界面现象和吸附，常用吸附剂的结构和性能，表面活性剂，乳状液等内容，针对胶体与表面化学领域最新的研究成果及应用，对与材料科学、生命科学、环境科学、医药、采油等学科中一些同胶体与表面化学密切相关的问题进行了解释。

胶体与表面化学是化学、材料等专业方向的选修课程，本课程的主要任务是使学生全面系统地掌握胶体及表面化学的原理和方法，所教授的基础知识在实际工作中能帮助学生广开思路，打开眼界，养成科学立场、信念和态度，提高创新能力，引导学生运用辩证唯物主义观点和发展的眼光分析实际问题，提高解决问题的能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
------	-----------------	-----

毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-1 能够将材料化学的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
	1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中。	M
	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	H
毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	3-1 能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。	M
毕业要求 7.环境和可持续发展：能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。	L

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

（1）通过对胶体的制备方法、性质，表面化学和表面活性剂等基本内容的学习，了解胶体与表面化学的主要相关理论，能够将材料化学的基本概念运用到工程问题的恰当表述中，以达到毕业要求指标点 1.1 的要求。

（2）通过对胶体与表面化学等基本内容的学习，能够利用胶体与表面化学的基本理论知识分析实际问题，设计实验、分析与解释数据，获得有效结论，了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中，以达到毕业要求指标点 1.3 的要求。

（3）通过对胶体与表面化学等基本内容的学习，能够利用胶体与表面化学的基本理论知识分析实际问题，设计实验、分析与解释数据，获得有效结论，能够熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择，以达到毕业要求指标点 1.4 的要求。

（4）了解胶体的制备方法、性质，表面化学和表面活性剂等基本内容，了解目前在该领域的主要理论，能够利用胶体与表面化学的基本理论知识分析实际问题，设计实验、分析与解释数据，获得有效结论，并能将专业知识用于解决实际问题，能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标，以达到毕业要求指标点 3.1 的要求。

（5）了解胶体的制备方法、性质，表面化学和表面活性剂等基本内容，了解目前在该领域的主要理论，能够利用胶体与表面化学的基本理论知识分析实际问题，设计实验、分析与解释数据，获得有效结论，并能将专业知识用于解决实际问题，具备一定的设计解决方案以及解决实际问题的能力。了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境

和社会可持续发展的影响，以达到毕业要求指标点 7.1 的要求。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

让学生了解胶体与界面化学的研究对象、特点与研究内容及发展，熟悉胶体分散体系的性质，掌握胶体、凝胶及纳米材料的制备原理、方法及应用，掌握界面现象基本理论，了解表面活性剂的种类、特点、性能及应用。培养学生良好的科学素养、提高抽象思维能力和分析解决实际问题能力以及创新能力。

##### (二) 考核方式

说明考核方式，如考试或考查、闭卷、开卷、课程论文或设计、操作等。

本课程期末集中考核采用笔试进行，闭卷考试。其中，平时成绩采用课堂考勤、作业测评、课堂提问、课内讨论等方式考核，占总成绩比例为 40%，期末闭卷考试成绩占总成绩比例为 60%。

##### (三) 成绩评定

说明成绩的构成办法等。

具体考核方式如下：

考核方式	考核内容	成绩比例 (%)	备注
考勤	基本知识、学习主动性	10%	
作业	课堂内容及文献自学能力	20%	
课内讨论	课堂讨论、互动及交流表达能力	10%	
期末考试	课程知识和分析能力	60%	

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点、课程思政，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

##### 第一章 绪论

**重点与难点：**胶体概念及类型，与胶体及表面化学研究内容及方法

**课程思政：**采用多媒体介绍胶体化学的发展历程，以“中国古代文明中的胶体化学”为题，通过小组讨论模式展开教学，以小组为单位查阅文献，讲述中华民族在胶体化学领域的悠久历史和贡献，让学生了解胶体与界面化学的研究对象、特点与研究内容及发展简史，培养学生们的自豪感和爱国情怀。

**教学方法与手段：**启发式教学，引导学生对胶体及表面化学感兴趣

##### 第 1 节 什么是胶体

一、胶体的概念及分类。

##### 第 2 节 胶体化学发展简史

##### 第 3 节 胶体化学的研究对象和意义

一、表面现象。

二、疏液胶体。

三、缔合胶体。

四、高分子溶液。

#### 第4节 胶体与表面化学的发展

### 第二章 胶体的制备和性质

**重点与难点：**胶体的制备原理及方法，胶体的性质与稳定性

**课程思政：**采用多媒体播放胶体材料（如陶器）的制备方法，制陶过程是先利用筛网将天然黏土经固相及液相分离得到合适粒度的陶土，再经胶凝、塑形以及煅烧反应制得各种陶器，涉及到胶体化学中凝胶形成、胶凝和晶粒形成及生长，循序介绍溶胶的相关知识，熟悉胶体分散体系的性质，掌握胶体、凝胶及纳米材料的制备原理、方法及应用。

**教学方法与手段：**用多媒体教学，注重理论联系实际

#### 第1节 胶体的制备和净化

一、胶体的制备条件及方法。

二、凝聚法原理。

三、溶胶的净化。

四、单分散溶胶。

五、超细颗粒。

#### 第2节 溶胶的运动性质

一、扩散。

二、Brown 运动。

三、沉降。

#### 第3节 溶胶的光学性质

一、光的散射。

二、超显微镜的工作原理。

三、粒子大小及形状的测定。

#### 第4节 溶胶的电学性质和胶团结构

一、电动现象及其应用。

二、表面电荷的来源。

三、双电层结构模型。

四、电动电势。

#### 第5节 胶体稳定性

- 一、溶胶的稳定性。
- 二、溶胶的聚沉。
- 三、高聚物稳定胶体体系的理论。

#### 第6节 流变性质

- 一、流变的基本概念和术语。
- 二、胶体稀溶液的粘度。
- 三、浓分散体系的流变性质。

#### 第7节 胶体粒子的大小与形貌

- 一、胶体的形状、大小及分散度。
- 二、分形理论。

### 第三章 凝胶

**重点与难点：**凝胶的性质与结构的关系及应用

**课程思政：**采用多媒体播放并描述豆腐制作场面，清晰地展现出浸豆、磨浆(机械分散法制备大豆蛋白溶胶)、点浆(电解质对溶胶聚沉形成凝胶)、压制(凝胶离浆)等豆腐制作工艺，循序介绍凝胶的相关知识，熟悉胶体分散体系的性质，掌握凝胶的制备原理、方法及应用。

**教学方法与手段：**采用课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具(图片、动画、视频)使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。

#### 第1节 概述

- 一、凝胶的概念及其通性。
- 二、凝胶的分类。

#### 第2节 凝胶的形成

- 一、凝胶的形成条件。
- 二、凝胶的形成方法。

#### 第3节 凝胶的结构

- 一、质点形状。
- 二、质点的柔性和刚性。

三、质点间联结力。

#### 第4节 胶凝作用及其影响因素

一、凝胶现象。

二、影响凝胶作用的因素。

#### 第5节 凝胶的性质

一、触变作用。

二、离浆作用。

三、膨胀作用。

四、吸附。

#### 第6节 凝胶中的扩散和化学反应

一、扩散作用。

二、化学反应。

#### 第7节 几种主要的凝胶

一、硅酸铝凝胶。

二、高吸水性聚合物。

三、凝胶色谱。

四、凝胶薄膜。

### 第四章 界面现象和吸附

**重点与难点：**表面能及测定方法，吸附理论及应用

**课程思政：**以古诗词描述的场景为切入点，如“湖光秋月两相和，潭面无风镜未磨。”（《望洞庭》，唐 刘禹锡）。这些诗句形象地展现出风平浪静（水平液面，平衡态）、无风不起浪（弯曲液面，需要引入非体积功）的自然现象，让学生在感受古诗词的意境的同时很容易理解和掌握弯曲液面附加压力的相关教学内容。讲述微小液滴饱和蒸气压及开尔文公式时，以“春雨细如尘，楼外柳丝黄湿”（《好事近·春雨细如尘》，宋 朱敦儒），让学生对液滴大小与饱和蒸气压的对应关系印象深刻，形象地展现出接触角与润湿性能的对应关系。由此可见，将中华诗词恰如其分地穿插入课堂教学中，不仅能调节课堂气氛，带给学生美的享受，还能让学生体会中华民族的人文精髓，增强文化自信。

**教学方法与手段：**启发性讲解与讨论式教学相结合，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。

#### 第1节 表面张力和表面能

一、净吸力和表面张力的概念。

二、影响表面张力的因素。

三、液体表面张力和固体表面张力的测定方法。

## 第2节 弯曲界面的一些现象

一、曲界面两侧的压力差及与曲率半径的关系。

二、毛细管上升或下降现象。

三、弯曲液面上的饱和蒸气压。

## 第3节 润湿和铺展

一、润湿现象和润湿角。

二、铺展。

三、润湿热。

## 第4节 固体表面和吸附作用

一、固体表面的特点。

二、吸附作用和吸附热。

三、吸附曲线。

四、吸附量测定的实验方法。

## 第5节 吸附等温方程式

一、Freundlich 吸附等温式。

二、Langmuir 吸附等温式—单分子层吸附理论。

三、BET 吸附等温式—多分子层吸附理论。

## 第6节 固-气界面吸附的影响因素

一、温度的影响。

二、压力的影响。

三、吸附剂和吸附质性质的影响。

## 第7节 固体-溶液界面吸附

一、吸附量及影响因素。

二、混合吸附。



三、多分子层吸附。

#### 第 8 节 吸附作用的一些应用

一、对高分子的吸附。

二、对表面活性剂的吸附。

三、对电解质的吸附。

四、二元液体混合物中的吸附

### 第五章 常用吸附剂的结构、性能和改性

**重点与难点：**常用吸附剂的性能及表征，表面改性及应用

**课程思政：**引入我国胶体与界面化学的主要奠基人、物理化学家傅鹰立志科学救国的故事。1928 年傅鹰在美国留学谢绝美国某化学公司的高薪聘请回国执教，满腔热忱地投身到祖国的科学和教育事业中，在表面化学吸附理论方面取得突出成就，让傅鹰忠贞不渝的爱国精神和求真务实的科学精神激励学生努力学习报效祖国。

**教学方法与手段：**采用课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。

#### 第 1 节 多孔性物质物理结构的测定方法

一、密度。

二、比表面积。

三、孔面积。

四、平均孔半径。

五、粒度及测定方法。

#### 第 2 节 常用吸附剂的结构和性能

一、硅胶、活性氧化铝、活性炭、吸附树脂、黏土、分子筛等吸附剂的结构和性能。

#### 第 3 节 固体的表面改性及其应用

一、表面改性效果的评定。

二、表面改性方法和机理。

三、表面改性及应用。

### 第六章 表面活性剂

**重点与难点：**表面活性剂的性能及应用

**课程思政：**以一瓶黄河水静置后的情景形象地引入粗分散系统、胶体、溶液的概念，提到黄河水中的泥沙源自自然环境破坏引起的水土流失，进而向学生讲述习近平同志“绿水青山就是金山银山”的绿色发展理念，倡导从自身做起、从节约用水、杜绝浪费、“光盘行动”、不乱丢废物等小事做起，将绿色发展理念落实到实际行动中。

**教学方法与手段：**采用课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。

## 第 1 节 表面活性剂概述

### 一、表面活性剂的定义及结构特点

## 第 2 节 表面活性剂的分类、结构特点和应用

### 一、表面活性剂的分类方法。

### 二、表面活性剂的结构特征。

### 三、表面活性剂的应用。

## 第 3 节 表面活性剂在界面上的吸附

### 一、Gibbs 吸附公式及含义。

### 二、吸附层结构。

### 三、单分子膜及应用。

## 第 4 节 表面活性剂溶液的体相性质

### 一、各种性质对浓度的转折点。

### 二、表面活性剂的浓度。

## 第 5 节 胶束理论

### 一、胶束与临界胶束浓度。

### 二、胶束的结构。

## 第 6 节 表面活性剂的亲水亲油平衡问题

### 一、HLB 值的定义。

### 二、HLB 值的计算方法。

### 三、HLB 值的影响因素。

## 第 7 节 表面活性剂的作用及应用

### 一、增溶作用。

二、润湿和渗透。

三、分散和絮凝。

四、起泡和消泡。

五、去污作用。

六、胶束催化。

## 第七章 乳状液

**重点与难点：**乳状液的稳定性及乳化剂的选择，微乳状液

**课程思政：**采用多媒体引出乳状液（如化妆品）的制备过程，通过小组讨论模式展开教学，以小组为单位查阅文献，讲述目前油水界面领域的发展进程，介绍目前该领域生产中的仍需解决的许多实际问题，引导学生学会多视角观察、分析和思考问题，同时注意透过现象看本质，进而提高发现问题和解决问题的能力。

**教学方法与手段：**采用课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。

### 第1节 概述

一、乳状液的定义。

二、乳状液的类型。

### 第2节 乳状液的制备和物理性质

一、乳状液的制备方法。

二、乳状剂的加入方法。

三、影响分散度的因素。

四、乳状液的物理性质。

### 第3节 乳状液类型的鉴别和影响类型的因素

一、稀释法。

二、染色法。

三、电导法。

### 第4节 影响乳状液稳定性的因素

一、乳状液的热力学稳定性。

二、油水界面的形成。

三、界面电荷。

四、乳状液的粘度。

五、液滴大小及其分布。

六、粉末乳化剂的稳定作用。

#### 第5节 乳化剂的分类与选择

一、乳化剂的分类。

二、乳化剂的 HLB 值及其应用。

三、转向温度 PIT。

#### 第6节 乳状液的变型和破乳

一、乳状液的变型及影响因素。

二、乳状液的破坏。

#### 第7节 微乳状液

一、微乳状液的微观结构。

二、助表面活性剂的作用。

三、微乳状液的形成机理。

四、微乳状液的制备。

五、微乳状液的相图。

六、微乳状液的性质及应用前景。

#### 第8节 乳状液的应用

控制反应、农药乳剂、沥青乳状液、稠油的乳化降粘、纺织行业、制革工业、乳化食品及医药用乳液。

#### 第9节 多重乳状液和液膜分离

一、多重乳状液的概念及应用。

二、液膜分离机理及应用。

### 第八章 高分子溶液

**重点与难点：**高分子溶液的性质及应用

**课程思政：**引入多种具有功能（如抗菌、防冰、可降解等）高分子材料，并向学生们介绍目前中国科技的发展进程，循序介绍聚合物高分子的相关知识，让学生们在掌握课堂知识的同时，感受我国材料和化学领域的高速发展，鼓励学生刻苦学习，增强本领，勇敢肩负起时代赋予的重任。

**教学方法与手段：**采用课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。

### 第1节 聚合物的分子量和分子分布

- 一、聚合物的数均分子量。
- 二、聚合物的质均分子量。
- 三、聚合物的粘均分子量。
- 四、聚合物的z均分子量。
- 五、聚合物的分子量分布宽度指数。

### 第2节 高聚物的溶解、溶胀及其在溶液中的形态

- 一、高聚物的溶胀。
- 二、高聚物的溶解。
- 三、高分子在溶液中的形态。

### 第3节 溶液中高分子大小的表征

- 一、均方末端距。
- 二、均方回转半径。

### 第4节 高分子溶液的运动性质

- 一、高分子溶液的渗透压。
- 二、高分子溶液的光散射。
- 三、高分子溶液的粘度。
- 四、高分子溶液的超离心沉降。

### 第5节 聚电解质

- 一、解离平衡。
- 二、聚电解质的粘度。
- 三、聚电解质的应用。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		

1	胶体概念及类型,与胶体及表面化学研究内容及方法	2						2		
2	胶体的制备原理及方法,胶体的性质与稳定性	6						6		
3	凝胶的性质与结构的关系及应用	4						4		
4	表面能及测定方法,吸附理论及应用	5					1	6		
5	常用吸附剂的性能及表征,表面改性及应用	3						3		
6	表面活性剂的性能及应用	3				1		4		
7	乳状液的稳定性及乳化剂的选择,微乳状液	3				1		4		
8	高分子溶液的性质及应用	3						3		
合计								32		

#### 七、课程教材及主要参考资料

列出采用的教材及相应的主要参考书目,并按如下罗列:[序号]作者(多个作者以逗号隔开).书名.出版社所在地:出版社名称.出版年月。

[1] 《胶体与表面化学》(第二版),沈钟 王果庭编著,化学工业出版社,1997.

[2] 《胶体化学》,蒋以超 黄天栋主编,北京农业大学出版社,1993.

#### 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项,如习题或作业的内容和要求等。

课程在重点章节布置适量的作业题,供学生巩固知识。

# 《化工原理》课程教学大纲

## (Principle of Chemical Engineering)

执笔者：赵凯

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	大学物理、物理化学		
后续课程	材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

化工原理是一门关于材料化学加工过程的技术基础课，它为工业过程（包括化工、轻工、医药、食品、环境、材料、冶金等工业部门）提供科学基础，对化工及相近学科的发展起支撑作用。化工原理课程以单元操作为内容，以传递过程原理和研究方法论为主线，研究各个物理加工过程的基本规律，典型设备的设计方法，过程的操作和调节原理。

化工原理是一门实践性很强的技术基础课，具有理论与实践并重的特点，反映科技进步对化工技术发展的影响，在培养学生的创造能力和实践能力中起着重要作用，是化学、材料化学等理科专业开设的主要专业基础课程之一。本课程主要介绍流体流动、传热和传质的基本原理及主要单元操作的典型设备的构造、操作原理、计算、选型及实验研究方法，培养学生运用基础理论分析化工单元操作中的各种工程实际问题的能力。本课程注重理论与实际结合，提高学生分析问题、解决问题的能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

#### (一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1: 工程知识: 具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	指标点 1-1: 能够将材料化学的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	M
毕业要求 3: 设计/开发解决方案: 针对材料化学领域的复杂工程问题, 设计满足实践需求的解决方案。	指标点 3-1: 能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。	L
	指标点 3-3: 能够在社会、安全、环境等现实因素的约束下对研发方案的可行性进行评价。	H
毕业要求 4: 研究: 能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题, 能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	指标点 4-4 能够分析实验结果以获得合理有效的结论。	M

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

采用现代化教学手段, 将化工过程动画、视频与传统板书授课相结合, 讲解复杂的化工工艺过程, 帮助学生理解化工基本原理, 激发学生学习兴趣。对于内容比较简单的章节, 采用提问式, 引导式教学, 提高学生学习主动性; 对于较难的章节, 采用实例教学方法, 从化工生产实例中引出化工问题, 分析问题涉及的化工原理, 由浅入深, 培养学生利用化工知识解决实际科研、生产中化工问题的能力。

为了适应改革发展中社会对人才的需求, 在教学中, 不断更新教学观念、教育思想和教学内容, 引入思政元素, 将最新科研成果融入课堂案例教学中, 不断实践, 深入探索, 总结经验, 积极进行改革和教学实践, 广泛吸收先进的教学经验, 不断提高教学质量。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

本课程旨在介绍与生产相关的单元的原理, 通过本课程的学习:

- 1、使学生初步掌握材料、环保、能源、化工等生产环节所用的单元的原理。
- 2、通过该课程学习, 使学生掌握物料衡算、传热、流体输送的基本思想、原理以及基本应用。



(二) 考核方式

闭卷。

(三) 成绩评定

考试成绩占 70%，平时成绩占 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

第一章 流体流动

**重点：**

1. 液体流动的基本方程：物料衡算—连续性方程及其应用；机械能衡算—柏努利方程（理想流体的、非理想流体的、可压缩流体的以及不可压缩流体的）；柏努利方程的应用。
2. 流体阻力：阻力损失的物理概念；边界层对流体阻力的影响；粘性阻力与惯性阻力；湍流粘度系数；沿程阻力的计算；滞流时圆管直管中沿程阻力计算式；局部阻力的计算。
3. 管路计算：简单管路的计算。

**难点：**柏努利方程的应用。

**课程思政：**揭示流动过程各物理量之间的内在本质联系，展现马克思唯物主义科学观。

**教学方法与手段：**讲解。

一、流体静力学

(一) 液体的性质

- 1、连续介质的假定
- 2、密度、重度、比重、比容
- 3、牛顿粘性定律与粘度

(二) 流体静力学的基本方程式

- 1、静压强及其特性
- 2、压强的单位及其换算，压强的表达方式
- 3、流体的静力平衡
- 4、流体静力学基本方程式及其应用

二、管内流体流动基本方程

(一) 流体流动现象

(二) 稳定流动与不稳定流动；

(三) 物料衡算---连续性方程

(四) 柏努利方程式：

(五) 实际流体机械能衡算式

三、流体阻力

(一) 阻力损失的物理概念；

(二) 沿程阻力的计算；

- 1.滞流时圆管直管中沿程阻力计算式；

2.滞流时的摩擦系数;

3.粗糙度对摩擦系数的影响;

(三) 局部阻力的计算

四、管路计算

(一) 管径的选择;

(二) 简单管路的计算

五、流量与速度的测量

测速管、孔板、文丘里流量计及转子流量计的构造、原理及应用。

## 第二章 流体输送机械

**重点:** 离心泵的特性曲线及其应用; 离心泵的工作点与理论调节; 离心泵的类型与选择。

**难点:** 离心泵的选择。

**课程思政:** 通过经典实例介绍我国在流体输送机械方面的成果。

**教学方法与手段:** 讲解。

一、概述

(一) 流体输送问题的重要性

(二) 流体输送机械的类别

(三) 泵的主要性能参数(扬程、流量、效率与功率)。

二、离心泵

(一) 离心泵的基本构造与作用原理(包括轴向推力的平衡方法及气缚现象);

(二) 离心泵的理论分析

1.离心泵基本方程,

2.从基本方程分析离心泵的结构和性能,

3.离心泵内各种损失);

(三) 离心泵的特性曲线及其应用;

(四) 不同条件下离心泵特性曲线的换算;

(五) 离心泵的气蚀现象与允许安装高度;

(六) 离心泵的工作点与理论调节;

(七) 离心泵的类型与选择。

三、其它类型泵

(一) 往复泵的基本构造、作用原理及理论调节方法;

(二) 齿轮泵、螺杆泵及旋涡泵的作用原理及理论调节方法;

(三) 各种泵的适用场合。

### 第三章 传热

#### 重点:

1. 热传导: 导热系数; 圆筒壁(单层与多层)的稳定热传导;
2. 对流传热: 流体无相变时的对流传热系数(采用准数关联式综合实验数据的好处, 使用公式时的注意事项);
3. 两流体间壁传热过程的计算: 传热速率方程、传热速率或热负荷的计算、平均温度差的计算、传热系数计算式的推导、总热阻与分热阻。传热的强化与削弱。

**难点:** 两流体间壁传热过程的计算。

**课程思政:** 述将思政教育融入“传热学”授课中的实践探索, 实现专业课与思政教育的协同。

**教学方法与手段:** 讲解。

#### 一、概述

##### (一) 概述:

1. 化工生产中常见的传热过程; 实
2. 现传热过程的三类设备(直接混合式、间壁式及蓄热式);
3. 加热和冷却方法;
4. 载热体和冷却剂的选择;
5. 传热的三种基本方式及其特点;
6. 稳定传热与不稳定传热。

#### 二、热传导:

##### (一) 热传导的基本概念;

##### (二) 傅立叶定律;

##### (三) 导热系数;

##### (四) 平壁(单层与多层)的稳定热传导;

##### (五) 圆筒壁(单层与多层)的稳定热传导;

#### 三、对流传热:

##### (一) 对流传热的分析;

##### (二) 传热边界层;

##### (三) 对流传热速率方程;

##### (四) 对流传热系数及其影响因素;

#### 四、两流体间壁传热过程的计算:

(一) 传热速率方程、传热速率或热负荷的计算、平均温度差的计算、传热系数计算式的推导、总热阻与分热阻、主要热阻与非主要热阻的概念、污垢热阻。

(二) 传热的强化与削弱。

#### 五、换热器:

(一) 换热器的型式(夹套式、蛇管式、列管式、板式、板翅式、螺旋板式与翅片管式)

(二) 列管式换热器(结构)。

## 第四章 吸收

### 重点：

1. 吸收的基本理论：吸收过程的相平衡关系（相组成的各种表示方法与相互换算；气体在液体中的溶解度与亨利定律、影响吸收相平衡的因素）。
2. 双膜理论。
3. 吸收速率方程（以不同浓度表示推动力的吸收速率方程）。
4. 吸收塔的计算：吸收剂的选择；物料衡算与操作线方程；液气比及吸收剂用量。

**难点：**双膜理论；吸收塔的计算。

**课程思政：**述将思政教育融入吸收过程的讲解中,实现专业课与思政教育的协同。

**教学方法与手段：**讲解。

### 一、概述

- (一)吸收在化工中的应用；
- (二)吸收剂、吸收质与惰性气体；
- (三)填料吸收塔的基本构造；
- (四)吸收过程的主要问题。

### 二、吸收的基本理论：

#### (一)吸收过程的相平衡关系

- 1.相组成的各种表示方法与相互换算；
- 2.气体在液体中的溶解度与亨利定律、影响吸收相平衡的因素；
- 3.吸收过程进行的调节。

#### (二)单相流体中的传质机理

- 1.分子扩散与费克定律，
- (三)两相流体间的传质机理；

#### (四)双膜理论；

(五)吸收速率方程（以不同浓度表示推动力的吸收速率方程）。

### 三、吸收塔的计算：

- (一)吸收剂的选择；
- (二)物料衡算与操作线方程；
- (三)液气比及吸收剂用量。

### 四、填料塔：

- (一)填料、填料塔的其他构件。
- (二)解吸过程与吸收过程的对比。

## 第五章 蒸馏

### 重点:

1. 精馏原理: 双组分溶液的气液相平衡 (理想溶液与非理想溶液, 拉乌尔定律, 气液平衡图,  $t-x(y)$  图与  $x-y$  图, 总压对  $x-y$  图的影响, 恒沸点概念, 挥发度与相对挥发度); 平衡蒸馏、简单蒸馏及精馏的区别; 利用  $t-x(y)$  图说明精馏原理。
2. 双组分连续精馏的计算: 全塔物料衡算; 理论塔板的概念; 求取理论塔板数的途径; 精馏段操作线方程; 提馏段操作线方程; 两操作线交点的轨迹—— $q$  线方程; 逐板法及图解法求理论塔板数; 不同进料状态的比较; 回流比的确定 (最小回流比, 全回流与操作回流比)。
3. 填料塔与板式塔的特点。

难点: 双组分连续精馏的计算。

课程思政: 根据中国传统酿酒工艺中的蒸馏原理进行爱国主义教育。

教学方法与手段: 讲解。

### 一、概述:

- (一)蒸馏在化工中的应用;
- (二)蒸馏与精馏的简单概念;
- (三)精馏操作的基本流程;
- (四)精馏过程的主要问题。

### 二、精馏原理:

- (一)双组分溶液的气液相平衡
  - 1.理想溶液与非理想溶液,
  - 2.拉乌尔定律,
  - 3.气液平衡图,
  4. $t-x(y)$  图与  $x-y$  图, 总压对  $x-y$  图的影响,
  - 5.恒沸点概念,
  - 6.挥发度与相对挥发度);
- (二)平衡蒸馏、简单蒸馏及精馏的区别;
- (三)利用  $t-x(y)$  图说明精馏原理。

### 三、双组分连续精馏的计算:

- (一)全塔物料衡算;
- (二)理论塔板的概念;
- (三)求取理论塔板数的途径;
- (四)精馏段操作线方程;
- (五)提馏段操作线方程;
- (六)两操作线交点的轨迹—— $q$  线方程;
- (七)逐板法及图解法求理论塔板数;
- (八)不同进料状态的比较;
- (九)回流比的确定 (最小回流比, 全回流与操作回流比)。

#### 四、蒸馏的设备：

##### (一)概述：

- 1.塔设备的一般要求；
- 2.塔设备的分类；
- 3.填料塔与板式塔的特点。

##### (二)板式塔的基本结构：

- 1.有降液管式（塔板流动形式，降液管及溢流堰，板型—泡罩塔、筛板塔、浮阀塔、舌形和浮舌形塔、浮动喷射塔等）；

### 第六章 干燥

#### 重点：

1. 湿空气的状态参数与湿度图：湿空气的状态参数（湿含量、相对湿度、焓、比热、比容、干球温度、湿球温度、绝热饱和温度、露点）；湿空气的湿度图的作法与应用。
2. 干燥过程的物料衡算与热量衡算：湿物料中水分含量的表示法；物料衡算；热量衡算；空气通过干燥器时的状态变化；利用湿度图求空气状态变化的方法。

**难点：**干燥过程的物料衡算与热量衡算。

**课程思政：**通过讨论惰氛干燥具体流程，提出“安全化工”观点，引导学生思考化工安全。

**教学方法与手段：**讲解。

#### 一、概述：

##### (一)干燥过程的应用；

##### (二)干燥方法

- 1.对流加热干燥、
- 2.接触加热干燥、
- 3.辐射加热干燥、
- 4.介电加热干燥、
- 5.冷冻干燥；

##### (三)对流干燥的流程；

##### (四)干燥过程的实质。

#### 二、湿空气的状态参数与湿度图：

##### (一)湿空气的状态参数

- 1.湿含量、相对湿度、
- 2.焓、比热、比容、
- 3.干球温度、湿球温度、
- 4.绝热饱和温度、露点)；

##### (二)湿空气的湿度图的作法与应用。

- 1.干燥过程的物料衡算与热量衡算；

2.湿物料中水分含量的表示法；  
 3.物料衡算；热量衡算；  
 4.空气通过干燥器时的状态变化；  
 5.利用湿度图求空气状态变化的方法。

三、固体物料的干燥机理：  
 (一)物料中所含水分的性质  
 1.平衡水分与自由水分、  
 2.结合水分与非结合水分

四、干燥设备：  
 (一)厢式干燥器、气流干燥器、沸腾床干燥器、喷雾干燥器、转筒干燥器

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
一	绪论、流体流动	5					1	6		
二	流体输送机械	4					0	4		
三	传热	5					1	6		
四	吸收	4					1	5		
五	蒸馏	5					1	6		
六	干燥	4					1	5		
合计		27					5	32		

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一)教材

王志魁.《化工原理》第五版.北京:化学工业出版社,2019.

### (二)教学参考书

[1] 陈敏恒、丛德滋、齐鸣斋、潘鹤林、黄婕.《化工原理》第五版.北京:化学工业出版社,2020.

[2] 夏清、贾绍义.《化工原理》第2版.天津:天津大学出版社,2021.

## 八、其他说明

无

# 《材料科学基础》课程教学大纲

## (Basics of Materials Science)

执笔者：樊婷

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料科学与工程		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	4 分		
学时数	总学时 64，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	大学物理、大学化学、物理化学、无机化学		
后续课程	材料化学、复合材料学、薄膜技术与材料、新能源材料、无机功能材料、材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

本课程将简要介绍材料基础理论知识，包括：材料的分类、性能，材料的组成与微观结构、亚观结构、晶体结构；详细讲述金属材料、陶瓷材料、高分子材料、复合材料和新型材料等各种材料的共性规律及个性特征；还将讲述材料的各项性能、材料的制备原理、方法与成型加工。本课程着眼于材料科学和工程基本问题、从材料的基本理论出发，将各种材料等结合在一起，使学生能把握材料科学和工程的共性，熟悉材料的个性，让学生建立组成、结构、性能和加工、功能的系统思维。通过理论教学与实践结合教学，使学生不仅能掌握基本理论，善于分析和解决问题，同时也培养学生的动手能力、验证理论、探索新知识的能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求（本条适用于认证专业）

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	指标点 3-2 能够根据目标选取适当的原材料与基础工艺并确定研发方案。	M



<b>毕业要求 4. 研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。</b>	指标点 4-3 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据。	<b>H</b>
<b>毕业要求 6.工程与社会：能够在工程实践中考虑社会、健康、安全、法律、文化等因素，遵守工程职业道德和规范，履行社会责任。</b>	指标点 6-2 能够考虑社会、健康、安全、法律及文化的影响选择适当的材料和工艺流程。	<b>L</b>

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

在学习材料结构、材料组成与结构内容时，涉及数学、自然科学、工程基础和专业知识，能表述材料的工程问题；理解本课程核心内容的基本原理，要求学生针对材料制备与应用中的具体工程问题查阅文献，掌握解决方案，并分析其合理性；通过学习材料组成、结构和性能理论知识，分析材料设计、制备和改性的基础工艺，确定原材料和研发方案；在材料的制备工艺设计过程中，多考虑环境和社会可持续发展原则，并评价和制订优化了的材料制备工艺流程。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

主要考核学生的材料科学基础基本理论与相关技能。

##### (二) 考核方式

期末采用闭卷考试，平时考核（包括课堂笔记、讨论和课堂作业）记为平时成绩。

##### (三) 成绩评定

期末考试占 70%，平时成绩占 30%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 导论

**重点：**了解什么是材料，了解材料的发展历史和选择原则。

**难点：**材料的使用性能与选择原则。

**课程思政：**爱祖国大好河山、爱祖国灿烂文化、爱祖国繁荣昌盛。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第一节 什么是材料

第二节 材料的使用性能

第三节 材料的发展历史

第四节 材料的选择原则

##### 第二章 材料结构的基本知识

**重点：**掌握原子结构的特点以及原子结合键的分类，理解原子的排列方式。

**难点：**原子结合键的分类和排列方式。

**课程思政：**科学思维、科学伦理、探索未知、追求真理、勇攀高峰。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授

完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第一节 原子结构

第二节 原子结合键

第三节 原子排列方式

### 第三章 材料中的晶体结构

**重点：**掌握晶体学基础知识，了解金属、离子晶体和共价晶体的晶体结构和特点。

**难点：**掌握晶格点阵、晶向、晶面的基础知识。

**课程思政：**精益求精、自主创新、使命担当、锤炼意志、迎难而上。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成。对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，补充习题以巩固知识点。

第一节 晶体学基础

第二节 纯金属的晶体结构

第三节 离子晶体的结构

第四节 共价晶体的结构

### 第四章 高分子材料的结构

**重点：**掌握高分子链的结构与构象，了解高分子的聚集态结构和高分子材料的性能结构。

**难点：**理解高分子材料的性能与结构。

**课程思政：**健康中国、生态文明、环境保护、振兴家乡。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

第一节 高分子材料概述

第二节 高分子链的结构与构象

第三节 高分子的聚集态结构

第四节 高分子材料的性能与结构

### 第五章 晶体缺陷

**重点：**掌握点缺陷和位错的基本概念，了解位错的能量及交互作用。了解晶体中的界面结构和晶界能的概念，掌握表面吸附于境界内吸附原理。

**难点：**理解位错的能量及交互作用。

**课程思政：**工程伦理、实践能力、安全意识、创造意识。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成。对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，补充习题以巩固知识点。

第一节 点缺陷

第二节 位错的基本概念

第三节 位错的能量及交互作用

第四节 晶体中的界面

### 第六章 固体材料中的原子扩散

**重点：**了解扩散的基本概念，掌握扩散第一定律、扩散第二定律，理解影响扩散的因素。

**难点：**掌握扩散的第一和第二定律。

**课程思政：**世界物质性、相互联系、量变质变、个性共性、对立统一。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

- 第一节 扩散定律
- 第二节 扩散机制
- 第三节 反应扩散
- 第四节 影响扩散的因素

### 第七章 相平衡与相图原理

**重点：**掌握相、相平衡与相律的基本概念，理解二元、三元相图的构建，并可根据二元相图绘制步冷冷却线。

**难点：**构建二元、三元相图，根据二元相图绘制步冷冷却线，掌握铁碳相图的构建。

**课程思政：**现象本质、实践检验、物质运动、相互制约。

**教学方法与手段：**本章内容是本课程重点内容之一，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成。对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，补充习题以巩固知识点。

- 第一节 相、相平衡与相律
- 第二节 二元相图
- 第三节 铁碳相图
- 第四节 三元相图

### 第八章 材料的凝固

**重点：**了解金属凝固、结晶、共晶、共析等基本概念。

**难点：**掌握固溶体、共晶的凝固过程。

**课程思政：**坚忍不拔、自强不息，锐意进取、敢于创新。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，结合线上慕课视频，采用启发式和参与式学习方式。

- 第一节 纯金属的结晶
- 第二节 固溶体合金的凝固
- 第三节 共晶合金的凝固

### 第九章 材料的变形与回复再结晶

**重点：**了解金属的弹性变形、塑性变形、固态相变等基本概念，熟练掌握塑性变形的影响因素，了解钢铁的热处理技术、调幅分解及其应用。

**难点：**掌握冷塑性变形后金属的组织与性能变化。

**课程思政：**应变能力、工匠精神、科技报国、责任意识。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，结合线上慕课视频，采用启发式和参与式学习方式。

- 第一节 金属的弹性变形
- 第二节 金属的塑形变形
- 第三节 冷塑性变形后金属的组织与性能变化
- 第四节 冷塑性变形金属的回复再结晶

## 六、学时分配

教学内容	各教学环节学时分配	作业题量	备注
------	-----------	------	----

章节	主要内容	讲授	实验	讨论	习题	课外	其他	小计		
1	导论	2						2	2	
2	材料结构的基本知识	6						6	4	
3	材料中的晶体结构	10						10	6	
4	高分子材料的结构	4						4	4	
5	晶体缺陷	10						10	6	
6	固体材料中的原子扩散	8						8	4	
7	相平衡与相图原理	12						12	6	
8	材料的凝固	6						6	4	
9	材料的变形与回复再结晶	6						6	4	
合计		64						64	40	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

胡赓祥 等主编. 《材料科学基础》(第3版).上海: 上海交通大学出版社, 2017年。

### (二) 教学参考书

[1] 石德珂主编. 《材料科学基础》(第3版).北京: 机械工业出版社, 2020年。

[2] 张联盟 等主编. 《材料科学基础》(第2版).武汉: 武汉理工大学出版社, 2008年。

## 八、其他说明

无。

# 《材料分析测试方法 1 》课程教学大纲

## (Methods for Materials Analysis and Test I)

执笔者：叶秀芳、罗杰

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	3.5 学分		
学时数	总学时 64，其中：实验（实训）学时 20；课外学时 0		
先修课程	无机化学、分析化学、分析化学实验、物理化学		
后续课程	材料分析测试方法 2、材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

《材料分析测试方法 1》是材料化学专业学生的一门重要的专业必修课，具有很强的实用性，其主要内容包括：原子发射光谱分析、原子吸收光谱分析、电位分析法、伏安分析法、库仑分析法、气相色谱法及紫外/红外光谱、核磁共振和质谱等分析方法的原理和应用。通过本课程的学习，要使学生掌握常用的基础仪器分析方法的基本原理，了解常用分析仪器的基本构造、特点和应用范围，掌握常用分析仪器的使用方法和相应的数据处理方法，并能应用相应的分析方法进行简单的定性、定量和结构分析，逐步培养和提高学生理论联系实际进行科学实验的能力，培养学生严谨的科学态度和实事求是的作风，使学生初步具备科学研究综合素质并具有较强的创新能力。为后续的现代材料分析方法、材料结构与性能测试等课程的学习，以及今后从事教学、工业生产和科学研究打下坚实的基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
------	-----	-----

毕业要求 1	1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中。	H
毕业要求 4	4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	H
	4-3 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据	H
	4-4 能够分析实验结果以获得合理有效的结论	H
毕业要求 5	5-1 能够选择、使用或开发恰当的技术、资源和工具	M
毕业要求 6	6-2 能够考虑社会、健康、安全、法律及文化的影响选择适当的材料和工艺流程	M
毕业要求 10	10-1 能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达	H
毕业要求 12	12-1 具有自主学习和终身学习的意识。	L

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

过《材料分析测试方法 1》课程学习，使学生能掌握原子发射光谱分析、原子吸收光谱分析、电位分析法、伏安分析法、库仑分析法、气相色谱法及紫外/红外光谱、核磁共振和质谱等分析方法的原理并理解其适用范围，能够针对材料测试的特定需求，选用合适的仪器安全开展测试实验并正确采集数据、合理的分析和总结实验结果，探索材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系。同时理解并遵守工程职业道德规范，具有工程伦理意识和社会责任感，具有自主学习和终身学习的意识。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标一、掌握常用材料分析测试方法的基本原理、使用方法和相应的数据处理，具备化合物结构检测的基本理论及工程技术水平。

目标二、熟悉材料领域的现代分析测试表征技术专业理论知识。

目标三、具有材料、化学、能源等相关领域从事工艺设计、科技开发、工程技术、科学

研究及相关管理等方面的工作能力。

## (二) 考核方式

闭卷考试和实验考核相结合。

## (三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 50%，平时成绩（包括平时上课考勤情况，听课情况，作业完成情况等）占总评成绩 20%，实验成绩占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第 1 章 原子发射光谱分析

**重点：**发射光谱定量分析和定性分析原理及方法，罗马金公式，内标法，三标准试样法

**难点：**发射光谱定量分析和定性分析原理及方法。

**课程思政：**科学精神、环保理念、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

#### 第 1 节 光学分析法概要

一、电磁辐射、电磁波谱、原子光谱、分子光谱

二、光谱分析法的特点

#### 第 2 节 光学分析法概要

一、基态、激发态、电离

二、发射光谱产生原理

#### 第 3 节 光谱分析仪器

一、光源

二、光谱仪

三、观测设备

#### 第 4 节 光谱定性分析

一、试样处理

二、摄谱

三、检查谱线

#### 第 5 节 光谱定量分析

一、乳剂特性曲线

## 二、光谱定量分析方法——三标准试样法

### 第6节 光谱半定量分析

#### 一、谱线呈现法

#### 二、谱线强度比较法

#### 三、均称线对法

### 第7节 光电直读等离子体发射光谱仪

### 第8节 原子发射光谱分析的特点和应用

## 第2章 原子吸收光谱分析

**重点：**原子吸收光谱分析基本原理，标准曲线法、标准加入法的原理和相关计算方法，原子吸收分光光度法样品分析步骤。

**难点：**标准加入法的原理和相关计算方法，原子吸收分光光度法干扰及其抑制方法，原子吸收分光光度法样品分析步骤。

**课程思政：**科学精神、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

### 第1节 原子吸收光谱分析概述

### 第2节 原子吸收光谱分析基本原理

#### 一、共振线与吸收线

#### 二、谱线轮廓与谱线变宽

### 第3节 原子吸收分光光度计

#### 一、光源

#### 二、原子化系统

##### 1、火焰原子化装置

##### 2、无火焰原子化装置

#### 三、分光系统

#### 四、检测系统

### 第4节 定量分析方法

#### 一、标准曲线法

#### 二、标准加入法



## 第5节 干扰及其抑制

## 第6节 测定条件的选择

### 一、分析线的选择

### 二、空心阴极灯电流

### 三、火焰

### 四、燃烧器高度

### 五、狭缝宽度

## 第7节 灵敏度、特征浓度及检出限

## 第8节 原子吸收光谱分析法的特点和应用

## 第9节 原子吸收分光光度法的分析步骤

## 第3章 电位分析法

**重点：**能斯特公式，膜电位、离子选择性电极工作原理，离子选择性电极定量测试方法，滴定终点指示方法，直接电位法和间接电位法。

**难点：**离子选择性电极工作原理，电位滴定法终点指示方法。

**课程思政：**科学精神、环保理念、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

## 第1节 电分析化学法基础

### 一、定义，分类

### 二、电池、电极电位和电动势

## 第2节 电位分析法原理

## 第3节 电位法测定溶液的 pH

## 第4节 离子选择性电极与膜电位

### 一、膜电位

### 二、离子选择性电极工作原理

## 第5节 离子选择性电极的选择性

### 一、离子选择性电极的选择性系数

### 二、离子选择性电极的选择性系数对测试的影响

## 第6节 测定离子活度的方法

一、标准曲线法

二、标准加入法

#### 第7节 影响测定的因素

一、温度

二、电动势测定

三、干扰离子

四、溶液的 pH

五、被测离子的浓度

六、响应时间

七、迟滞效应

#### 第8节 电位滴定法

一、绘 E-V 曲线法

二、绘  $(\Delta E / \Delta V) - V$  曲线法

三、二级微商法

### 第4章 伏安分析法

**重点：**极限扩散电流，半波电位，干扰电流的产生及其消除方法，极谱定量测试方法。

**难点：**极限扩散电流，半波电位，极谱定量测试方法。

**课程思政：**科学精神、环保理念、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

#### 第1节 极谱分析的基本原理

一、伏安法

二、极谱法

三、极谱定量测试原理——极限扩散电流

#### 第2节 扩散电流方程式——极谱定量分析基础

一、直接比较法

二、标准曲线法

三、标准加入法

第3节 半波电位——极谱定性分析原理

第4节 干扰电流及其消除方法

第5节 极谱分析的特点及其存在的问题

第6节 单扫描极谱法

第7节 方波极谱

第8节 脉冲极谱

第9节 溶出伏安法

第10节 极谱滴定

一、单指示电极法

二、确定终点的方法

## 第5章 气相色谱法

**重点：**色谱分离理论，气相色谱法定性、定量分析原理，色谱仪的构造。

**难点：**色谱分离理论，气相色谱法定性、定量分析原理。

**课程思政：**科学精神、环保理念、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用启发式教学，鼓励学生自学，增加案例讨论、任务驱动等教学环节的设计，调动学生学习的主观能动性。

第1节 色谱法概述

第2节 气相色谱分析理论基础

第3节 色谱分离条件的选择

第4节 固定相及其选择

第6节 气相色谱检测器

第7节 气相色谱定性分析方法

第8节 气相色谱定量分析方法

## 第6章 紫外及可见吸收光谱分析

**重点：**有机化合物的紫外及可见光谱，紫外及可见光谱的应用

**难点：**无机化合物的紫外及可见光谱

**课程思政：**紫外光谱在环境监测中的应用，检测废水中有机染料的含量，环境污染中一大污染源——有机化合物。提醒大家注意环境保护，尤其是实验室中产生的危废排放。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

第一节 分子吸收光谱

主要内容：紫外可见吸收光谱的原理、发色团和助色团等概念。

#### 第二节 有机化合物的紫外吸收光谱

主要内容：有机化合物的共轭效应及其对能级分布的影响、最大吸收波长计算。

#### 第三节 无机化合物的紫外及可见吸收光谱

主要内容：无机配位体的能级分布、结构对最大吸收波长的影响

#### 第四节 溶剂对紫外及可见吸收光谱的影响（溶剂效应）

主要内容：从能级再分布原理降解

#### 第五节 紫外及可见分光光度计

主要内容：仪器种类、仪器原理和结构，数据分析等

#### 第六节 紫外及可见吸收光谱的应用

主要内容：以学院老师实际实验数据为例进行讲解。

### 第7章 红外吸收光谱与拉曼光谱分析

**重点：**红外吸收光谱原理，红外吸收光谱的应用及解析

**难点：**红外振动吸收频率的影响因素

**课程思政：**红外研究的是物质的成分和分子结构，是影响材料宏观性能的决定性因素。掌握这些基础理论知识才可以更容易在实际工业生产中找到问题的解决方法。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

#### 第一节 红外吸收光谱产生条件

主要内容：分子振动方程和形式、红外吸收光谱原理。

#### 第二节 影响基团红外吸收频率的影响因素

主要内容：化学键本征结构因素、电子效应、空间位移、溶剂效应等。

#### 第三节 红外光谱的特征性和基团频率

主要内容：化学基团的特征振动吸收峰。

#### 第四节 红外光谱定性分析

主要内容：红外光谱图分析、典型化合物的特征吸收峰及标准谱图库、谱图解析。

#### 第五节 红外光谱定量分析

主要内容：红外光谱的吸收强度、定量分析原则和方法

#### 第六节 红外光谱仪及傅里叶变换红外光谱仪

主要内容：红外光谱仪的发展、结构和原理。

#### 第七节 试样制备

主要内容：样品制备注意事项、压片法和全反射法的原理。

#### 第八节 激光拉曼光谱分析

主要内容：拉曼光谱与红外光谱的关系、拉曼光谱原理、拉曼光谱应用。

## 第 8 章 核磁共振波谱分析

**重点：**核磁共振碳谱和氢谱的谱图解析

**难点：**核磁共振位移的影响因素

**课程思政：**制约核磁共振仪分辨率的因素是可以提供高磁场强度的电磁铁，现在发展方向朝着高温超导电磁铁，提供高磁场强度的同时，可以提高能量转化率，降低电热效应。如何有效利用能源在现代及将来都是至关重要。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

### 第一节 核磁共振基本原理

主要内容：物质的磁性能、基本原理、核磁共振仪的结构及其发展。

### 第二节 核磁共振谱图信号分析

主要内容：谱图四种信号及其影响因素：化学位移、自旋分裂。

### 第三节 谱图简化方法

主要内容：双共振法。

### 第四节 氢谱谱图分析

主要内容：氢谱中质子化学位移的影响因素。

### 第五节 碳谱谱图分析

主要内容：碳谱在判断分子骨架方面的应用

## 第 9 章 质谱分析

**重点：**质谱谱图解析

**难点：**由质谱峰判断分子结构

**课程思政：**质谱是基于离子源或辐射源撞击分子，以使分子失去电子，形成分子离子峰，再然后由于不稳定，继续分裂形成各种碎片。这就是伽马射线和 X 射线对人体造成上海的原因，尤其核泄漏造成的辐射，可以使 DNA 分子裂成碎片。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

### 第一节 质谱基本原理

主要内容：质谱仪器原理、仪器结构。

### 第二节 质谱中离子峰的类型

主要内容：分子离子峰和碎片峰、典型化合物离子峰的特点。

### 第三节 质谱谱图解析

主要内容：定性分析和定量分析，案例分析。

### 第四节 常用的质谱联用技术

主要内容：气相色谱-质谱联用、液相色谱-质谱联用

## 第 10 章 四大谱图综合解析

**重点：**四大谱图的综合应用及分析

**难点：**如何综合各种信号得到分子结构

**课程思政：**一种技术很难得到准确的结构，综合几种技术更容易。很多行业融合了各种学科，每一种学科不能单独存在。需要学会综合分析问题的同时，还要学会跟不同学科方向、不同技术领域的人员合作。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

#### 第一节 质谱基本原理

主要内容：质谱仪器原理、仪器结构。

#### 第二节 质谱中离子峰的类型

主要内容：分子离子峰和碎片峰、典型化合物离子峰的特点。

#### 第三节 质谱谱图解析

主要内容：定性分析和定量分析，案例分析。

#### 第四节 常用的质谱联用技术

主要内容：气相色谱-质谱联用、液相色谱-质谱联用

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
1	原子发射光谱分析	5					1	6		
2	原子吸收光谱分析	5				1		6		
3	电位分析法							4		
4	伏安分析法	3				1		4		
5	气相色谱法	4	8					12		
6	紫外及可见吸收光谱	2	4					6		
7	红外吸收光谱及拉曼光谱	6	8					14		
8	核磁共振波谱	4						4		
9	质谱	4						4		
10	有机综合谱图解析	4						4		
合计		41	20			2	1	64		

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

[1]朱明华. 仪器分析. 北京: 高等教育出版社, 2011, 第四版.

### （二）教学参考书

[1]董慧茹. 仪器分析. 北京: 化工出版社, 2016, 第三版.

[2]高向阳. 新编仪器分析. 北京: 科学出版社, 2016, 第四版.

[3]方惠群等. 仪器分析学习指导. 北京: 科学出版社, 2004, 第一版.

[4]J.K. 福尔曼, P.B. 斯托克韦尔. 自动化学分析. 北京: 原子能出版社, 1985, 第一版.

## 八、其他说明

无。

# 《材料分析测试方法 2》课程教学大纲

## (Methods for Materials Analysis and Test II)

执笔者：张玉媛

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	1.5 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）12 学时；课外 0 学时		
先修课程	大学物理、材料科学基础		
后续课程	科研训练、毕业设计		

### 二、课程简述

《材料分析测试方法 2》是材料化学专业的一门专业必修课，是一门理论和实践性都很强的课程，目的在于培养学生掌握分析检测材料成分与结构的分析测试方法所必需的基本理论、基本技能。本课程教学内容是后继材料类专业课程和进行材料科学研究和工程技术开发的理论和实验基础，是了解材料微观结构和改进性能的不可缺少的课程。该课程覆盖各类材料及其成形领域，主要涉及材料专业主要分析测试仪器的原理与使用、数据处理与分析等重要内容。本课程主要介绍光学显微分析、X 射线衍射、透射电子显微镜、扫描电子显微镜、热分析等方法，是材料科学研究的重要工具。本课程的开设为学生以后开展科研训练、毕业设计、科学研究和就业等各方面打下坚实的理论基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

#### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中。	H



毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	H
	4-3 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据。	H
	4-4 能够分析实验结果以获得合理有效的结论。	H
毕业要求 5.使用现代工具：选择、使用恰当的技术、资源、信息技术和现代工程工具进行研究、生产，并能够理解其局限性。	5-1 能够选择、使用或开发恰当的技术、资源和工具。	M
毕业要求 6.工程与社会：能够在工程实践中考虑社会、健康、安全、法律、文化等因素，遵守工程职业道德和规范，履行社会责任。	6-2 能够考虑社会、健康、安全、法律及文化的影响选择适当的材料和工艺流程。	M
毕业要求 10.沟通：能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告、陈述发言和回应指令；具备一定的国际化视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	10-1 能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达。	H
毕业要求 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。	12-1 具有自主学习和终身学习的意识。	L

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

1、了解光学显微分析、X 射线衍射、电子衍射、电子显微分析、热分析等方法在材料科学领域中所能解决的问题、基本原理、方法、装备、样品的制备和应用等基本知识。

2、初步具有根据分析的目的，结合各种材料分析测试方法的特点和应用范围，正确选择分析测试方法的能力。

3、能读懂一般中英文专业文献中有关 X 射线衍射、电子显微分析、热分析一般（典型、较简单）的测试图谱和结论（图谱与图像等）的能力。

4、具有与分析测试专业人员共同商讨有关材料分析研究的实验方案和分析较复杂的测试结果的能力；具备专业从事材料分析测试工作的初步基础，具备通过继续学习掌握材料分析新方法、新技术的自学能力。

5、由“以仪器为中心”转化到“以材料为中心”，由“技能培训”转化到“思维能力培养”，以期真正实现学生知识、能力、素质三者的协调发展。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

使学生了解各种仪器的结构、工作原理，掌握测试试样的制备方法、设备使用方法、实验结果的影响因素及数据分析处理等内容，以期使学生打下一定的科学研究实验基础。同时，培养学生具备通过继续学习掌握材料分析新方法、新技术的自学能力，培养学生正确选用现代分析技术开展材料组成、结构与性能关系的科学研究能力。

## （二）考核方式

闭卷考试和实验考核相结合

## （三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 60%，平时成绩占总评成绩 10%，主要包括平时上课考勤、听课情况和完成作业情况，实验成绩占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 绪论

**重点：**了解有哪些材料分析研究的方法及其分析目的

**难点：**材料结构与其对应的研究方法

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，结合启发式教学、主客体互动式教学、参与式教学等多种方法。

#### 第一节 材料研究的意义和内容

#### 第二节 材料结构和研究方法的分类

### 第二章 光学显微分析

**重点：**光学显微分析方法

**难点：**光学显微分析方法、光学显微分析样品的制备

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学。

#### 第一节 光学显微镜的发展历程

#### 第二节 光学显微镜的成像原理

#### 第三节 光学显微镜的构造和光路图

#### 第四节 显微镜的重要光学技术参数

#### 第五节 光学显微分析样品的制备

##### 一、取样

##### 二、镶嵌

##### 三、磨光

##### 四、抛光

## 五、浸蚀

### 第三章 X射线衍射分析

**重点：**X射线衍射原理及定性分析、X射线衍射图谱中衍射峰的标定（衍射角度与对应晶面间的关系）

**难点：**X射线衍射图谱的基本分析方法

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重X射线图谱分析解析。

#### 第一节 X射线的物理基础

##### 一、X射线的性质

##### 二、X射线的产生

##### 三、X射线谱

##### 四、特征X射线

##### 五、X射线与物质的作用

#### 第二节 X射线衍射原理

##### 一、X射线的衍射

##### 二、劳厄方程和布拉格方程

#### 第三节 X射线衍射束的强度

#### 第四节 实验方法及样品制备

##### 一、粉末照相法

##### 二、粉末衍射仪

#### 第五节 X射线粉末衍射物相定性分析

#### 第六节 X射线粉末衍射物相定量分析

#### 第七节 晶体结构分析

### 第四章 电子显微分析

**重点：**SEM与TEM的适用范围、测试目的；SEM与TEM测试结果的基本分析

**难点：**SEM与TEM的原理及应用，测试结果的分析处理（电镜图片与图谱、衍射花样）

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重图谱分析解析。

#### 第一节 概述

#### 第二节 透射电镜

##### 一、透射电镜的工作原理和特点

##### 二、透射电镜的结构及其作用原理

##### 三、透射电镜样品制备原理

四、透射电镜像衬形成原理

五、透射电镜中的电子衍射

第三节 扫描电镜

一、扫描电镜的特点和工作原理

二、扫描电镜成像的物理信号

三、扫描电镜的构造

四、扫描电镜的主要性能

五、扫描电镜的样品制备

六、扫描电镜的像衬度

第四节 电子探针仪

一、电子探针仪的特点和工作原理

二、特征 X 射线的检测

三、电子探针仪的实验方法

第五节 电镜的近期发展

## 第五章 热分析

**重点：**几种热分析方法的原理及应用范围，热分析结果的基本分析方法

**难点：**DTA、DSC、TG 的测试方法与测试结果曲线的初步分析

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，穿插典型案例教学，注重图谱分析解析。

第一节 概述

第二节 热分析技术的分类

第三节 差热分析

一、差热分析原理

二、差热曲线的影响因素

第四节 差示扫描量热分析法

一、差示扫描量热分析的原理

二、差示扫描量热曲线

三、差示扫描量热法的影响因素

第五节 热重分析

一、热重分析仪

二、热重曲线

三、影响热重曲线的因素

第六节 热膨胀和热机械分析

一、热膨胀分析法

二、静态热机械分析法

三、动态热机械分析

### 第六章 材料测试方法的综合应用

**重点：**结构测试、样品制备方法的选择

**难点：**材料剖析

**课程思政：**培养尊重事实、严谨认真的科学精神及素养，培养创新精神、综合分析问题、解决问题的能力以及严谨的科学态度。

**教学方法与手段：**利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式。

第一节 材料结构的测试

第二节 材料显微术及其样品制备方法的选择

第三节 材料形成过程研究

第四节 材料剖析

#### (二) 教学方法与手段

以课堂教学为主，并主要采用多媒体的教学手段，辅以板书，结合启发式教学与参与式教学，并穿插典型案例教学，注重图谱分析与解析。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
1	绪论	1						1	1-2	
2	光学显微分析	3	6					3	1-2	
3	X射线衍射分析	5	6					5	2-4	
4	电子显微分析	5	6					5	2-3	
5	热分析	4	6					4	2-3	
6	材料测试方法的综合应用	2						2		
合计		20	12					32	8-14	每学期开设两个实验，共12学时

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

王培铭，许乾慰. 材料研究方法. 北京：科学出版社. 2015年12月。

### (二) 教学参考书

[1] 杜希文，原续波. 材料分析方法. 天津：天津大学出版社. 2014年8月。

- [2] 周玉. 材料分析方法. 北京: 机械工业出版社. 2011 年 6 月。
- [3] 常铁军, 刘喜军. 材料近代分析测试方法. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社. 2010 年 3 月。
- [4] 左演声, 陈文哲, 梁伟. 材料现代分析方法. 北京: 北京工业大学出版社. 2000 年 12 月。

#### 八、其他说明

- 1、本课程分课堂讲授和实验两部分，课时量分别是 20 学时和 12 学时。
- 2、本课程分作业主要采用课堂练习和实验报告相结合形式为主。作业内容为：各章节重点内容所涉及理论知识及图形与数据分析与相关计算。
- 3、考试着重于基本概念和基本方法，考试范围和要求为本教学大纲对各章教学内容的基本要求，同时，考试命题会覆盖各章，并适当突出重点章节，体现本课程的内容重点。

# 《材料化学》课程教学大纲

## (Material Chemistry)

执笔者：陈旻，陈东初，叶秀芳

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	3 学分		
学时数	总学时 48 ，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机化学、有机化学、物理化学		
后续课程	新能源材料，无机功能材料，材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

本课程属于材料化学专业学生的专业教育类的专业必修课，包括七大主要内容：材料高温化学（冶炼与提纯、高温氧化）；金属的相变和析出（相变和析出动力学、金属氢化物）；材料电化学（电极电位和极化、法拉第方程、能斯特方程、B-V 方程、电池与能源材料）；材料表面化学（固体材料表面吸附热力学、固体材料表面吸附动力学、表面分析方法）；材料激发化学（等离子体化学、光化学）；硅酸盐材料化学（硅酸盐热力学、硅酸盐固相反应、硅酸盐固相烧结、硅酸盐材料的化学腐蚀和辐射损伤）；高分子化学（高分子的基本概念、高分子的合成、聚合物的化学反应、高分子材料）。课程的教学目的和任务是使学生系统掌握材料化学的基本理论，了解材料化学领域出现的新材料、新理论、新方法。培养学生理论联系实际进行科学研究的能力，开阔眼界，提高学习、掌握、开发新材料的兴趣。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1	1-1 能够将材料化学的基本概念运用到工程问题的恰当表述中	M

毕业要求 2	2-1 能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数	H
毕业要求 3	3-4 能够针对研发方案提出优化的措施	L
毕业要求 10	10-2 了解材料学科发展趋势并能与业界同行及社会公众进行有效沟通	M
毕业要求 12	12-2 具有终身持续学习和发展的能力	M

## (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过对本课程的学习,要求学生系统掌握金属冶炼过程工艺原理、相变和析出动力学;、电化学的基本理论以及电化学在 E-pH 图的应用、表面热力学函数、表面偏析及偏析的相平衡理论、光化学基本理论以及光化学蚀刻原理、硅酸盐固相烧结机理、聚合反应原理等材料化学的基本理论,培养学生理论联系实际进行科学研究的能力,使得学生能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数;并能在此基础上,针对一些具体材料应用时的特定需求,提出合理的材料设计和制备方案,根据材料性能测试结果优化材料的配方设计和制备工艺。

## 四、考核方式及成绩评定

### (一) 考核目标

通过本课程的学习,要使学生系统掌握材料化学的基本理论(金属冶炼过程工艺原理;相变和析出动力学;电化学的基本理论以及电化学在 E-pH 图的应用;表面热力学函数、表面偏析及偏析的相平衡理论;光化学基本理论以及光化学蚀刻原理;硅酸盐固相烧结机理;)聚合反应原理等),了解材料化学领域出现的新材料、新理论、新方法。

### (二) 考核方式

期末闭卷笔试考试。

### (三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%,平时成绩(包括平时上课考勤情况,听课情况,作业完成情况等)占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段



## （一）课程内容、重点和难点

### 第1章 绪论

**重点：**材料科学发展历程以及材料化学研究对象以及课程所包含的内容、和其他课程的关系

**难点：**材料学科体系建构

**课程思政：**以材料学界大师为例，大力弘扬科学家精神

**教学方法与手段：**课堂讲授

一、了解材料科学的研究内容与发展历程以及材料学科体系建构

二、了解材料化学课程所包含的内容以及和其他课程的关系，通晓材料化学在材料科学中所处的地位

### 第2章 材料高温化学

**重点：**纯物质热力学、高温氧化、自蔓燃合成工艺及其在新材料制备中的应用

**难点：**高温氧化平衡分压、自蔓燃合成热力学

**课程思政：**介绍了我国著名的金属学及材料科学家-师昌绪院士，发展了中国第一个铁基高温合金，领导开发了我国第一代空心气冷铸造镍基高温合金涡轮叶片。

**教学方法与手段：**课堂讲授

#### 第1节 冶炼与提纯

一、金属的冶炼过程

二、金属冶炼工艺原理

#### 第2节 高温氧化

一、化学平衡热力学

二、纯金属高温氧化中的热力学

三、合金的氧化

#### 第3节 自蔓燃合成

一、自蔓燃合成的定义、过程、热力学关系

二、自蔓燃合成的应用

### 第3章 金属的相变和析出

**重点：**氢在金属中的固溶和氢化物的形成以及金属氢化物的应用

**难点：**相变和析出动力学

**课程思政：**介绍了目前制约佛山氢能发展中的储氢问题，讲述国家计划解决此问题的战略和策略。

**教学方法与手段：**课堂讲授

## 第1节 相变和析出动力学

- 一、相变和析出动力学
- 二、二元系的晶核扩散长大理论
- 三、三元系的晶核扩散长大理论

## 第2节 金属氢化物

- 一、金属氢化物形成与分类
- 二、氢化金属及合金的变化
- 三、金属氢化物的应用

## 第4章 材料电化学

**重点：**电化学热力学、动力学理论、电池材料

**难点：**电化学热力学

**课程思政：**介绍了佛山燃料电池的发展现状，讲述过去5年佛山燃料电池的奋斗历程

**教学方法与手段：**课堂讲授

### 第1节 电极电位和极化

- 一、电化学的基本理论
- 二、电极电位
- 三、电极极化

### 第2节 电位-pH图、金属腐蚀理论以及相关电化学应用技术与理论

- 一、电位-pH图及其应用
- 二、金属腐蚀理论

### 第3节 电池与能源材料

- 一、铅酸二次电池
- 二、锂离子一次电池
- 三、燃料电池
- 四、其他常见的其他一次、二次电池特点以及研究进展

## 第5章 材料表面化学

**重点：**表面热力学理论等物理化学基础、表面化学处理技术、分析方法概论与XPS、AES技术

**难点：**表面分析方法：XPS、AES

**课程思政：**介绍了我国目前在精密仪器领域为了摆脱外国垄断所采取的措施

**教学方法与手段：**课堂讲授

### 第1节 表面热力学

一、表面相定义与模型

二、表面热力学函数

### 第2节 材料表面化学处理技术

一、表面偏析及偏析的相平衡理论

二、表面相定义与模型

三、薄膜相平衡理论。

四、薄膜统计热力学

### 第3节 表面分析方法

一、XPS 表面分析技术的特点与原理

二、AES 表面分析技术的特点与原理。

三、其他常见的表面分析方法。

## 第6章 材料激发化学

**重点：**等离子体概念及其在材料制备与表面改性中的应用，光化学理论及其在新材料合成的应用

**课程思政：**结合刻蚀技术，介绍了目前制约我国芯片发展的关键技术

**难点：**等离子体在材料制备与表面改性中的应用（等离子体高分子聚合、材料表面改性等）

**教学方法与手段：**课堂讲授

### 第1节 等离子体化学

一、等离子体化学的原理、发生

二、等离子体化学的特征

三、等离子体蚀刻的应用原理

四、低温等离子体的各种应用技术

### 第2节 光化学

一、光化学基本理论

二、光化学反应的特征

三、光化学蚀刻原理

四、光化学的各种应用技术

### 第7章 硅酸盐材料化学

**重点：**硅酸盐材料热力学、硅酸盐固相反应影响因素、硅酸盐烧结动力学以及制备过程影响因素

**难点：**硅酸盐烧结动力学以及制备过程影响因素

**课程思政：**介绍了佛山建筑陶瓷的发展史和发展现状，突出佛山制造的精神

**教学方法与手段：**课堂讲授

#### 第1节 硅酸盐热力学

一、硅酸盐热力学反应特点

二、硅酸盐热力学影响因素

#### 第2节 硅酸盐固相反应

一、硅酸盐固相反应特点

二、固相烧结过程、机理、影响因素

三、理解固相反应动力学

#### 第3节 硅酸盐固相烧结

一、硅酸盐固相烧结机理及过程

二、硅酸盐固相烧结的影响因素

#### 第4节 硅酸盐材料的化学腐蚀和辐射损伤

一、玻璃、水泥的化学腐蚀

二、耐火材料的腐蚀

三、固体的辐射损伤。

### 第8章 高分子化学反应与合成

**重点：**高分子化合物的特点以及自由基聚合反应原理与概念；聚合物反应特性、聚合物反应在高分子聚合物制备改性及防止高分子化合物老化与降解的应用；高分子复合材料的组成与制备，常见的高强度高分子复合材料；功能性高分子材料的种类以及发展状况，导电以及感光高分子材料的特点；涂料组成与应用

**课程思政：**介绍佛山高分子涂料和材料领域的龙头企业发展现状

**难点：**聚合物分子量统计与分子量分布；自由基聚合机理；高分子化合物老化与降解机理；导电高分子导电机理

**教学方法与手段：**课堂讲授

## 第1节 高分子化合物的合成

### 一、高分子化合物的基本概念

### 二、高分子化合物的合成

### 三、高分子聚合反应

## 第2节 聚合物的化学反应

### 一、聚合物化学反应特性

### 二、聚合物侧基的化学反应

### 三、接枝聚合与嵌段聚合

### 四、聚合物的化学交联

### 五、聚合物降解

### 六、高聚物的老化与防老化

## 第3节 典型高分子材料简介

### 一、通用塑料

### 二、常用工程塑料

### 三、高分子复合材料

### 四、功能高分子材料

### 五、其它高分子材料

## (二) 教学方法与手段

本课程以课堂讲授为主。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
1	绪论	1						1		
2	材料高温化学	6						6	2	
3	金属的相变和析出	3						3	2	
4	材料电化学	5					1	6	2	
5	材料表面化学	6						6	2	
6	材料激发化学	5				2	1	8	2	

7	硅酸盐材料化学	6						6	2	
8	高分子化学反应与合成	9				2	1	12	4	
合计		41				4	3	48	16	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

席慧智. 材料化学导论. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2010

### (二) 教学参考书

[1]赵品. 材料科学基础. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2009

[2]杨辉. 应用电化学. 北京: 科学出版社, 2016

[3]潘祖仁. 高分子化学 (第五版), 北京: 化学工业出版社, 2014

[4]洪啸吟. 涂料化学 (第二版), 北京: 科学出版社, 2017

[5]尹洪峰. 复合材料. 北京: 冶金工业出版社, 2010

[6]钱苗根. 现代表面技术 (第二版), 北京: 机械工业出版社, 2016

[7]孙秋霞. 材料腐蚀与防护. 北京: 冶金工业出版社, 2005

## 八、其他说明

无。

# 《高分子化学》课程教学大纲

## (Polymer Chemistry)

执笔者：叶秀芳

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	必修课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）学时 0；课外学时 0。		
先修课程	材料科学基础，有机化学，有机化学实验		
后续课程	高分子物理，复合材料学，材料化学		

### 二、课程简述

高分子化学是材料化学专业大学本科的一门必修专业课，秉承“立德树人、因材施教”的教育理念，课程以连锁聚合和逐步聚合两大类聚合机理为主线，着重介绍自由基聚合、自由基共聚合和缩聚聚合的聚合机理、聚合动力学、聚合物相对分子质量及其控制、聚合方法及工业化实例等，概括介绍离子聚合、配位聚合及高分子的化学反应。通过课程学习，掌握高分子聚合原理及高分子的化学反应特征的基本知识，并能够运用有关理论，探索高分子合成实验方案的设计能力，培养学生独立分析和解决高分子合成问题的能力，培养学生严谨的科学态度和创新精神，为以后从事高分子方向的学习和工作奠定专业理论基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1	指标点 1-1:能够将材料化学的基本概念运用到工程问题的恰当表述中	H

	指标点 1-3:了解材料的成分、结构(组成)、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中	H
毕业要求 3	指标点 3-2:能够根据目标选取适当的原材料与基础工艺并确定研发方案	M
毕业要求 9	指标点 9-2:能够在从事材料生产、研究和开发的团队中承担相应角色	L
毕业要求 10	指标点 10-2:了解材料学科发展趋势并能与业界同行及社会公众进行有效沟通	L

## (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过对本课程的学习,要求学生掌握高分子化学的基本概念、基本原理,能够运用高分子基本原理,识别和判断高分子化合物合成领域复杂工程问题的关键环节;掌握高分子的聚合原理及高分子的化学反应特征等基本知识,具备理解并正确表述高分子合成领域复杂工程问题的能力;掌握聚合反应的特点及聚合实施方法,能够针对聚合实施方法等工程问题,提出并优化解决方案;能独立阅读高分子化学相关的文献资料,并能理解其主要内容,加深学生对高分子聚合机理和各种聚合方法及其控制因素的理解,培养学生自主学习、适应发展的能力;掌握高分子化合物的来源和制备方法的有关理论,使学生能够根据高分子材料的特点,自主选择研究路线和设计实验方案的能力。

## 四、考核方式及成绩评定

### (一) 考核目标

目标一、掌握高分子化学相关基础知识和基本技能,具备高分子聚合反应的基本理论及工程技术水平。

目标二、熟悉能源材料、功能性材料等新材料领域的高分子化学聚合反应、聚合方法与高分子材料性能等技术专业理论知识。

目标三、具有材料、化学、化工、能源等相关领域从事工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究及相关管理等方面的工作能力。

### (二) 考核方式

闭卷考试。

### (三) 成绩评定

本课程为考试课,期末考试成绩占 50%、平时成绩占 50%。

平时成绩包括:在线教学资源的学习情况和学习质量、课堂考勤、课堂教学活动表现、



作业完成情况、作业质量、线上小测验成绩等。

期末考试主要采取闭卷考试形式，题型主要包括：填空、判断、选择、简单、计算和综合分析题等。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第 1 章 绪论

**重点：**高分子的命名规则, 高分子的结构特征, 平均分子量的计算。

**难点：**高分子的多分散性。

**课程思政：**科学精神、环保理念。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第 1.1 节 高分子科学的建立和发展

#### 第 1.2 节 高分子化合物的基本概念

##### 一、高分子化合物与聚合物

##### 二、聚合物的分子量及多分散性

#### 第 1.3 节 高分子的分类和命名

#### 第 1.4 节 高分子合成反应的分类

#### 第 1.5 节 高分子的结构、物理状态及其性能特点

##### 一、高分子的结构特点

##### 二、高分子的结构层次

##### 三、高分子的物理状态

### 第 2 章 缩聚及其他逐步聚合反应

**重点：**线型缩聚反应机理、动力学与连锁聚合反应的不同；线型缩聚分子量的控制；体型缩聚凝胶点的控制及其应用。

**难点：**体型缩聚凝胶点的预测及其应用。

**课程思政：**科学精神、环保理念、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

#### 第 2.1 节 概述

一、聚合反应的类型及特点

二、逐步聚合反应的单体和类型

### 第 2.2 节 缩聚反应

一、缩聚反应的单体和类型

二、官能团、官能度及等活性理论

三、缩聚反应的逐步性和可逆性

### 第 2.3 节 线形缩聚反应

一、线形缩聚物的形成条件

二、反应程度和聚合度

三、线形缩聚反应动力学

四、影响缩聚平衡的因素、平衡常数和聚合度

### 第 2.4 节 线形缩聚的分子量控制及分子量分布

### 第 2.5 节 体型缩聚反应

一、体型缩聚的特点

二、凝胶点及其预测

### 第 2.6 节 逐步聚合反应实施方法

## 第 3 章 自由基聚合反应

**重点：**自由基链式聚合基元反应，聚合反应动力学，平均聚合度的影响因素，聚合反应速率方程，自动加速效应及其控制办法。

**难点：**聚合反应动力学，自动加速效应及其控制办法。

**课程思政：**科学精神、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

### 第 3.1 节 自由基聚合单体

一、聚合热力学

二、聚合动力学

### 第 3.2 节 自由基聚合反应机理

一、自由基聚合基元反应

二、自由基聚合反应特征

### 第 3.3 节 链引发反应

一、引发剂的类型及反应

二、引发剂分解动力学

三、引发效率

四、引发剂的选择

第 3.4 节 自由基聚合反应动力学

第 3.5 节 自动加速现象

第 3.6 节 自由基聚合的分子量与聚合度

一、链转移反应的类型

二、链转移反应与聚合度

三、各种类型的链转移反应

第 3.7 节 阻聚原理和阻聚剂

第 3.8 节 自由基聚合实施方法

一、本体聚合

二、溶液聚合

三、悬浮聚合

四、乳液聚合

#### 第 4 章 共聚合反应

**重点：**共聚物组成，二元共聚物组成方程，Q-e 概念。

**难点：**二元共聚物组成方程，Q-e 概念。

**课程思政：**科学精神、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

第 4.1 节 共聚合反应与共聚物

一、共聚合反应

二、共聚物类型和命名

第 4.2 节 共聚合方程

一、自由基共聚合反应机理

二、自由基共聚合共聚合方程

第 4.3 节 共聚物组成及竞聚率测定

一、竞聚率

二、共聚曲线

三、共聚物组分的控制

第 4.4 节 单体和自由基的活性、Q-e 概念

一、单体和自由基的活性

## 二、Q-e 概念

### 第 5 章 离子聚合

**重点：**离子聚合单体的结构特征，离子聚合机理。

**难点：**阴离子活性聚合离子聚合机理及其应用。

**课程思政：**科学精神、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

#### 第 5.1 节 阴离子聚合

一、阴离子聚合单体

二、阴离子聚合引发剂

三、阴离子聚合基元反应

四、活性聚合

#### 第 5.2 节 阳离子聚合

一、阳离子聚合的单体

二、阴离子聚合引发剂

三、阳离子聚合的机理

#### 第 5.3 节 离子共聚

一、阳离子型共聚

二、阴离子型共聚

### 第 6 章 配位聚合

**重点：**配位聚合引发体系，配位聚合机理。

**难点：**配位聚合机理。

**课程思政：**科学精神、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

#### 第 6.1 节 聚合物的立体异构现象

一、聚合物的立构规整性

二、立构规整性的测定

#### 第 6.2 节 Ziegler-Natta 引发剂

#### 第 6.3 节 丙烯的配位聚合

一、丙烯配位聚合反应历程

二、丙烯配位聚合动力学

### 三、 丙烯配位聚合的定向机理

#### 第7章 聚合方法

**重点：**悬浮聚合，熔融缩聚，乳液聚合

**难点：**乳液聚合

**课程思政：**科学精神、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

##### 第1节 本体聚合

##### 第2节 溶液聚合

##### 第3节 悬浮聚合

##### 第4节 乳液聚合

##### 第5节 熔融缩聚

##### 第6节 溶液缩聚

##### 第7节 界面缩聚

##### 第8节 固相缩聚

#### 第8章 聚合物的化学反应

**重点：**聚合物反应的特点、类型及其应用。

**难点：**无。

**课程思政：**环保理念、辩证思维。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、课堂讲授和课后练习；课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、案例导入等教学方法讲授。

##### 第8.1节 聚合物化学反应的特征及影响因素

###### 一、聚合物化学反应特征

###### 二、影响大分子链上官能团反应能力的物理因素

###### 三、影响聚合物反应的化学因素

##### 第8.2节 聚合物的官能团反应

###### 一、纤维素的反应

###### 二、芳环取代反应

###### 三、聚乙酸乙烯酯的反应

###### 四、氯化反应

##### 第8.3节 聚合物的交联和接枝

<p>一、橡胶的硫化</p> <p>二、聚烯烃交联</p> <p>三、辐射交联</p> <p>四、低聚物树脂的交联固化</p> <p>五、接枝反应</p> <p>第 8.4 节 大分子的扩链反应</p> <p>一、环氧类端基聚合物</p> <p>二、异睛酸酯类端基聚合物</p> <p>三、羧基类端基聚合物</p> <p>四、羟基类端基聚合物</p> <p>第 8.5 节 大分子的降解和老化</p>
--

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
1	绪论	2						2	2	
2	逐步聚合反应	5				1	1	7	4	
3	自由基聚合	5				1	1	7	4	
4	自由基共聚合	6				1		7	2	
5	离子聚合	3						3	2	
6	配位聚合	2						2	2	
7	聚合方法	2						2	2	
8	聚合物的化学反应	2						2	2	
合计		29				3	1	32	20	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

潘祖仁.《高分子化学》(第五版).北京:化学工业出版社.2011.

### (二) 参考教材

[1] 张兴英.《高分子化学》.北京:中国轻工业出版社.2013.

[2] P.Flory.《Principles of Polymer Chemistry》.北京:世界图书出版公司.2003.

## 八、其他说明

无

# 《应用电化学》课程教学大纲

## (Applied Electrochemistry)

执笔者：马信洲

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	2.5 学分		
学时数	总学时 48, 其中: 实验(实训) 16 学时; 课外 0 学时		
先修课程	《高等数学》和《物理化学》		
后续课程	《新能源材料》		

### 二、课程简述

本课程将详细介绍电化学的基本原理、电化学测试技术以及应用电化学实验三大部分。电化学原理部分主要讲授电化学热力学与电极过程动力学。电化学测试技术包括了计时安培法, 循环伏安法、电化学交流阻抗法和光谱电化学等重要的电化学测试方法。在应用电化学部分, 将从化学电源, 电催化与电化学合成等方面讲授。在电化学实验方面, 本课程安排 4 个重要的电化学实验, 包括使用循环伏安法研究反应的动力学, 利用计时安培法测量电极的真实面积和通过极化与电化学交流阻抗法研究碳钢的腐蚀行为。课程教学目标: (1) 掌握电化学的基本原理与理论, 培养学生具有一定的计算能力, 具备电化学理论分析能力; (2) 掌握电化学测试技术, 具备数据分析能力; (3) 具备利用电化学合成新能源材料及性能测试分析能力。(4) 具备抽象思维能力和解决生产问题的能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	权重
------	-----------------	----

毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	M
毕业要求 2.问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	2-1 能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。	H
毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	3-4 能够针对研发方案提出优化的措施。	H
毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	M
	4-3 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据。	L
毕业要求 7.环境和可持续发展：能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和可持续发展的影响。	L
课程达成度要求		6

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要电化学知识与理论与实验技能。主要电化学体系包含的基本单元：电极、电解质溶液、隔膜以及电解池的设计的选择依据与原则。掌握可逆过程和非可逆过程热力学，溶液界面双电层的结构模型、零电荷电位的定义与测定方法以及电极表面吸附行为。掌握影响电极反应速度的因素及其中的速度决定步骤，及电极极化的定义与类型。掌握描述电流与电势关系的 Butler-Volmer 方程。掌握如循环伏安法、计时电流法、单电势阶跃法、光谱电化学法等研究方法。了解电催化的类型与影响电催化性能的因素。掌握评价电催化性能的测试方法。掌握氢电极反应、氧电极反应和有机小分子电极反应的电催化机理。掌握各类型化学电源的结构、电极材料组成以及正负电极反应。了解评价化学电源性能的技术指标。了解各个类型金属电沉积原理。了解电镀、阳极氧化和电泳涂装等表面处理工程的应用。掌握表面活性剂和添加剂对镀层质量的影响机制。了解无机物的电解合成、有机物的电合成。了解电化学传感器的类型。掌握离子选择电极的结构与膜电位产生的原因。



了解电流传感器在气体检测中的应用。了解金属腐蚀与防护的意义，掌握电位-pH 图的够作与应用。针对材料行业实践所出现的问题，提出电化学在上述工业领域复杂工程问题的解决方案，设计满足企业生产实践的工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究的需求，并能够在设计环节中体现创新意识。改革教学方法，积极调动学生主观能动性，培养学生自主学习和终身学习的能力和意识。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

目标一、掌握电化学相关基础知识和基本技能，具备从事电化学实验的基本理论及工程技术水平。

目标二、掌握多种电化学测试技术方法的基本原理和使用电化学测试技术从事表征和开展研究的基本技能。

目标三、具有从事材料、电化学合成、化工、化学电源、金属表面处理、金属腐蚀与防护等相关领域从事工艺设计、科技开发、工程技术、科学研究及相关管理等方面的工作能力。

##### (二) 考核方式

闭卷考试

##### (三) 成绩评定

期末考试，平时成绩和实验操作的考核方式。期末考试成绩占该门课程的 50%，平时成绩包括：平时作业、出勤率、课堂回答问题，平时成绩占该门课程的 20%；实验成绩占课程成绩 30%，包括：实验操作与实验报告，三项合并既为该门课程的成绩。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点、课程思政，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

##### 第一章 电解质溶液

**重点：电解质，活度与活度系数，电导和电导率**

**难点：电导和电导率**

**课程思政：引导学生从多角度分析问题，了解科学发展的规律。**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

##### 1.1 电解与水合

##### 1.2 电解质溶液的活度与活度系数

##### 1.3 粒子在化学势梯度作用下的运动---扩散

离子在电场作用下的运动---电迁移

##### 第二章 电化学热力学

**重点：原电池；电化学体系；电极电势；**

**难点：电化学体系；电极电势；原电池**

**课程思政：引导学生科学地看待电化学学科的发展与关键科学家的思想。**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

2.1 相间电势与电极电势

2.2 电化学体系

2.3 电化学过程热力学

第三章 电极/溶液界面的基本性质

**重点：电毛细曲线；微分电容；双电层模型；零电荷电势；吸附**

**难点：微分电容；双电层模型；零电荷电势**

**课程思政：通过双电层模型的发展，让学生认识科学发展的规律与科学体系的完善的长期性**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

3.1 概述

3.2 电毛细现象

3.3 微分电容法

3.4 双电层的结构

3.5 零电荷电势

3.6 电极/溶液界面的吸附现象

第四章 电极过程

**重点：极化；液相传质过程；电化学步骤动力学过程**

**难点：Tafel 方程；BV 方程**

**课程思政：引导学生科学地看待电化学学科的发展与关键科学家的思维方式与抱负。**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

4.1 电极过程概述

4.2 液相传质过程动力学

4.3 电化学步骤的动力学

4.4 金属电极过程

第五章 若干重要电极过程的反应机理与电化学催化

**重点：氢电极反应的电催化；氧电极反应的电催化**

**难点：氧电极反应的电催化**

**课程思政：引导学生利用电化学知识，投身工业发展的抱负。**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

5.1 概述

5.2 氢电极反应的电催化

5.3 氧电极反应的电催化

5.4 甲醇的电化学氧化

第六章 化学电源

**重点：化学电源的基本概念；二次电池**

**难点：锂离子电池**

**课程思政：引导学生投入新能源领域的发展**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式**

**式等手段。**

- 6.1 化学电源的基本概念
- 6.2 一次电池
- 6.3 二次电池
- 6.4 燃料电池

第七章 电化学传感器

**重点：电化学传感器；离子传感器；电化学气体传感器**

**难点：离子传感器；电化学气体传感器**

**课程思政：培养具有解决工业生产问题能力的思想**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

- 7.1 电化学传感器概述
- 7.2 离子传感器
- 7.3 电化学气体传感器
- 7.4 电化学生物传感器

第八章 无机化学品及材料的电解制备

**重点：无机物电解合成**

**难点：电解中的电化学基础**

**课程思政：培养具有解决工业生产问题能力的思想**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

- 8.1 电解过程概述
- 8.2 无机物电解合成
- 8.3 电解冶金
- 8.4 纳米材料的电化学合成

第九章 金属的电化学腐蚀与防护

**重点：析氢腐蚀；吸氧腐蚀**

**难点：析氢腐蚀；吸氧腐蚀**

**课程思政：理解腐蚀的危害，引导学生从事防腐领域的研究**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

- 9.1 金属腐蚀与防护的意义
- 9.2 电化学腐蚀与腐蚀原电池模型
- 9.3 电化学腐蚀的分类
- 9.4 析氢腐蚀
- 9.5 吸氧腐蚀
- 9.6 金属的电化学防腐蚀

第十章 电化学测试方法

**重点：电化学测试体系；交流阻抗法；光谱电化学方法**

**难点：电化学测试体系；交流阻抗法；**

**课程思政：建立电化学测试技术，成为能解决实际生产问题的专家**

**教学方法与手段：以多媒体课堂教学为主，结合启发式教学，主客体互动，参与式的教学方式等手段。**

- 10.1 电化学测试体系

10.2 测量电化学步骤动力学参数的稳态和暂态方法

10.3 交流阻抗法

10.4 光谱电化学方法

10.5 旋转圆环-圆盘电极

第十一章 应用电化学实验

**重点：循环伏安法；交流阻抗法；动电位扫描法**

**难点：循环伏安法；交流阻抗法；动电位扫描法**

**课程思政：成为能解决实际生产问题的专家，为工业发展提供帮助**

**教学方法与手段：以实验为主，结合实验操作与实验报告撰写，提高对电化学理论知识的认识。**

11.1 氢超电势的测定

11.2 循环伏安法研究  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  的电极反应动力学

11.3 碳钢极化曲线的测定

11.4 交流阻抗法分析碳钢在 3.5% NaCl 溶液中的腐蚀行为

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
1	电解质溶液	2	0	0	0	0	0	2	2	
2	电化学热力学	4	0	0	0	0	0	4	4	
3	电极/溶液界面的基本性质	2	0	0	0	0	0	2	2	
4	电极过程	6	0	0	0	0	0	6	6	
5	若干重要电极过程的反应机理与电化学催化	4	0	0	0	0	0	4	4	
6	化学电源	4	0	0	0	0	0	4	2	
7	电化学传感器	2	0	0	0	0	0	2	2	
8	无机化学品及材料的电解制备	2	0	0	0	0	0	2	2	
9	金属的电化学腐蚀与防护	4	0	0	0	0	0	4	4	
10	电化学测试方法	2	0	0	0	0	0	2	2	
11	应用电化学实验	0	16	0	0	0	0	16	4	
合计		32	16	0	0	0	0	48	34	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

贾梦秋、杨文胜. 应用电化学. 北京: 高等社出版, 2020年, 第八次印刷

## (二) 教学参考书

- [1] 巴德、福克纳著, 邵元华译. 电化学方法, 原理与应用, 北京: 化学工业出版社, 2005 年
- [2] 辛西娅 施罗尔, 史蒂芬 科恩著, 张学元, 王凤平, 吕佳等编译, 实验电化学, 北京, 化学化工出版社, 2022
- [3] 查全性. 电极过程动力学. 北京: 科学出版社, 1990 年
- [4] 古列维奇, 波利斯科夫著. 半导体光电化学. 北京: 科学出版社, 1989 年
- [5] 邝生鲁. 应用电化学. 北京: 华中理工大学出版社, 1994 年
- [6] 吕鸣祥. 化学电源. 天津: 天津大学出版社, 1992 年

## 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项, 如习题或作业的内容和要求等。

# 《高分子物理》课程教学大纲

## (Polymer Physics)

执笔者：许泳行 张敏

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	2		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训） 0 学时；课外 0 学时		
先修课程	有机化学、大学物理、物理化学、高分子化学		
后续课程	精细化学品化学、薄膜技术与材料、新能源材料		

### 二、课程简述

高分子物理是研究高分子结构、性能及其相互关系的一门学科，课程的学习对象是材料化学专业学生，该课程是材料化学专业高分子材料方向的专业课程。其主要任务是使学生掌握聚合物的多层次结构、分子运动及主要物理、机械性能的基本概念、基本理论和基本研究方法，为从事高分子设计、改性、加工，应用奠定基础。

通过高分子物理课程的学习，使学生掌握和运用所学的有关基础理论、基本知识与有关公式，加深对基本内容的理解，培养分析与解决实际问题的能力，指导进行大分子设计、聚合物的加工、改性及应用等工作，培养学生严谨的科学态度和创新精神，为以后从事高分子研究、教学、生产的能力打下理论基础。

在学习过程中，除了要牢固掌握本学科成熟的基础理论，同时需要更多的了解学科前沿，一方面通过课堂教学了解高分子物理的基本内容，另一方面，要重视参考书和参考资料的阅读，扩大知识面。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 2. 问题分析:能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	指标 2-1 能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断材料工程问题的关键环节和参数。	H
毕业要求 3. 设计/开发解决方案:针对材料化学领域的复杂工程问题,设计满足实践需求的解决方案。	指标 3-2 能够根据目标选取适当的原材料与基础工艺并确定研发方案。	M
毕业要求 4. 研究:能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题,能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	指标 4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	H
	指标 4-4 能够分析实验结果以获得合理有效的结论。	L
毕业要求 5. 使用现代工具:选择、使用恰当的技术、资源、信息技术和现代工程工具进行研究、生产,并能够理解其局限性。	指标 5-1 能够选择、使用或开发恰当的技术、资源和工具。	M

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

对应毕业要求 2、3、4、5: 通过课程学习,使学生掌握基础理论、基本知识,加深对基本内容的理解,培养分析与解决实际问题的能力,指导进行大分子设计、聚合物的加工、改性及应用等工作,培养学生严谨的科学态度和创新精神,为以后从事高分子研究、教学、生产的能力打下理论基础。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

目标 1: 掌握高分子物理基础理论,

目标 2: 运用高分子物理知识分析与解决实际问题的能力,为从事高分子研究、教学、生产的能力打下理论基础。

##### (二) 考核方式

本课程采用闭卷考试进行考核,主要考核学生的高分子物理的基础知识与一般技能,形式丰富多样,力求做到科学化、标准化、系统化。

##### (三) 成绩评定

期末考试占 70%,平时成绩(含测验、作业、课堂讨论等成绩)占 30%,成绩及格者获 2 学分。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章绪论

**重点：**高分子的分子量和分子量分布

**难点：**高分子测试方法的原理

**课程思政：**引导学生了解高分子学科发展历史，认识科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 高分子科学和高分子物理的建立、发展和现状

第 2 节 聚合物分子量和分子量分布的概念及其测试方法

2.1 各种平均分子量的定义

2.2 分子量分布的表示方法

2.3 测试方法

2.4 高分子物质的类型

具体要求：了解高分子学科的与高分子物理的发展历史，掌握聚合物分子量和分子量分布的基本概念及其测试方法。

### 第二章高分子的链结构

**重点：**高分子链的链接方式、空间构型，链的柔顺性

**难点：**高分子近程与远程结构所包含的内容，高分子链柔顺性

**课程思政：**揭示高分子链结构的形式，展现马克思主义唯物辩证法科学观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 高分子链的构型

1.1 结构单元的链接方式

1.2 结构单元的空间构型

1.3 高分子共聚物

1.4 高分子链的支化

1.5 高分子链的交联

第 2 节 高分子链的构象

2.1 高分子链的内旋转构象和链的柔顺性

2.2 理想柔性链的均方末端距



### 2.3 线型高分子的均方回转半径

### 2.4 用光散射法测定高分子链的均方回转半径

### 2.5 蠕虫状链

具体要求：掌握高分子结构特点，熟悉高分子结构的内容。掌握高分子近程与远程结构所包含的内容，及高分子链柔顺性的影响因素。理解高分子链的构象统计计算方法和高分子柔顺性的表征方法。

## 第三章高分子的溶液性质

**重点：**高分子溶解过程的特点、溶剂选择，高分子溶液热力学性质

**难点：**高分子理想溶液、亚浓溶液

**课程思政：**通过高分子溶液模型的发展，让学生认识科学发展的规律与科学体系的完善的长期性

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第 1 节 聚合物的溶解过程和溶剂选择

#### 1.1 聚合物溶解过程的特点

#### 1.2 聚合物溶剂的选择

### 第 2 节 Flory-Huggins 高分子溶液理论

#### 2.1 高分子溶液的混合熵

#### 2.2 高分子溶液的混合热

#### 2.3 高分子溶液的化学位

### 第 3 节 高分子的“理想溶液”

### 第 4 节 Flory-Krigbaum 稀溶液理论

### 第 5 节 高分子溶液的相平衡和相分离

### 第 6 节 高分子的标度概念和标度定律

### 第 7 节 高分子的亚浓溶液

#### 7.1 稀溶液向亚浓溶液的过渡

#### 7.2 亚浓溶液中高分子链的尺寸

#### 7.3 亚浓溶液的串滴模型

#### 7.4 亚浓溶液的渗透压

第 8 节 温度和浓度对溶液中高分子链尺寸的影响

第 9 节 高分子冻胶和凝胶

第 10 节 聚电解质溶液

第 11 节 高分子在溶液中的扩散

第 12 节 柔性高分子在稀溶液中的黏性流动

具体要求：掌握高分子溶液的聚合物溶解理论、高分子溶液的相平衡、共混聚合物的相分离热力学。理解柔性链高分子溶液的热力学性质。了解平均场理论、Flory-Krigbaum 稀溶液理论、相分离动力学、聚合物亚浓溶液。

#### 第四章高分子的多组分体系

**重点：**聚合物多元聚集态结构及组分的相容性、相容条件

**难点：**高分子相界面

**课程思政：**引导学生从多角度分析问题，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 高分子共混物的相容性

第 2 节 多组分高分子的界面性质

第 3 节 高分子嵌段共聚物熔体与嵌段共聚物溶液

3.1 嵌段共聚物的微相分离

3.2 嵌段共聚物的溶液性质

具体要求：掌握聚合物多元聚集态结构及组分的相容性、相容条件，相界面性质等。

#### 第五章聚合物的非晶态

**重点：**聚合物非晶态结构模型、玻璃化转变及其影响因素、高分子的取向

**难点：**玻璃化转变理论、黏性流动

**课程思政：**揭示非晶态高分子结构与性能的关系，展现马克思主义科学观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

第 1 节 非晶态聚合物的结构模型

第 2 节 非晶态聚合物的力学状态和热转变

第 3 节 非晶态聚合物的玻璃化转变

3.1 玻璃化温度的测量

### 3.2 玻璃化转变理论

### 3.3 影响玻璃化温度的因素

## 第4节 非晶态聚合物的黏性流动

### 4.1 聚合物黏性流动时高分子链的运动

### 4.2 黏流态中高分子链的蛇行和管道模型

### 4.3 影响黏流温度的因素

### 4.4 聚合物熔体的黏度和各种影响因素

## 第5节 聚合物的取向态

### 5.1 非晶聚合物的取向和解取向

### 5.2 取向度及其测定方法

### 5.3 高分子链高度取向、局部链段无规取向的非晶聚合物

具体要求：掌握聚合物非晶态结构模型、热转变现象、玻璃化转变及影响玻璃化温度的因素，理解玻璃化转变理论和非晶聚合物的粘性流动性质，理解高分子取向性质及其应用。

## 第六章聚合物的结晶态

**重点：**聚合物结晶的形态和结构，结晶速度和影响因素，结晶对聚合物性能影响

**难点：**结晶热力学，液晶态高分子

**课程思政：**揭示结晶性高分子结构与性能的关系，展现马克思唯物主义科学观。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第1节 常见结晶性聚合物中晶体的晶胞

### 第2节 结晶性聚合物的球晶和单晶

### 第3节 结晶聚合物的结构模型

## 第4节 聚合物的结晶过程

### 4.1 结晶速度及其测定方法

### 4.2 Avrami 方程用于聚合物的结晶过程

### 4.3 温度对结晶速度的影响

### 4.4 其他因素对结晶速度的影响

## 第5节 结晶聚合物的熔融和熔点

- 5.1 结晶温度对熔点的影响
- 5.2 晶片厚度对熔点的影响
- 5.3 拉伸对聚合物熔点的影响
- 5.4 高分子链结构对熔点的影响
- 5.5 共聚物的熔点
- 5.6 杂质对聚合物熔点的影响

#### 第6节 结晶度对聚合物物理和机械性能的影响

- 6.1 结晶度概念及其测定方法
- 6.2 结晶度大小对聚合物性能的影响
- 6.3 分子量等因素对结晶聚合物性能的影响

#### 第7节 聚合物的液晶态

- 7.1 高分子液晶的结构
- 7.2 向列型高分子液晶的流动特性
- 7.3 高分子液晶的应用

具体要求：了解聚合物结晶的形态和结构，理解聚合物的结晶过程，掌握结晶速度的特点和影响因素。掌握结晶对聚合物物理机械性能的影响，了解聚合物结晶热力学、聚合物液晶态结构特点。

### 第七章聚合物的屈服与断裂

**重点：**常用力学性能指标，聚合物的拉伸、屈服、断裂，影响聚合物实际强度的因素。

**难点：**聚合物的断裂理论

**课程思政：**通过对聚合物的屈服与断裂行为的认识，让学生认识科学发展的规律与科学体系的完善的长期性

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

#### 第1节 聚合物的拉伸行为

- 1.1 玻璃态聚合物的拉伸
- 1.2 玻璃态聚合物的强迫高弹形变
- 1.3 结晶聚合物的拉伸
- 1.4 硬弹性材料的拉伸

### 1.5 应变诱发塑料—橡胶转变

## 第2节 聚合物的屈服行为

### 2.1 聚合物单轴拉伸的应力分析

### 2.2 真应力—应变曲线及 Considere 作图法

## 第3节 聚合物的断裂理论和理论强度

### 3.1 断裂的分子理论

### 3.2 非线性断裂理论

### 3.3 微裂纹

### 3.4 聚合物的理论强度

## 第4节 影响聚合物实际强度的因素

### 4.1 高分子本身结构的影响

### 4.2 结晶和取向的影响

### 4.3 应力集中物的影响

### 4.4 增塑剂的影响

### 4.5 填料的影响

### 4.6 共聚和共混的影响

### 4.7 外力作用速度和温度的影响

具体要求：掌握描述力学性质的基本物理量和几种常用的力学性能指标。掌握常见的聚合物拉伸行为，了解聚合物的屈服现象和聚合物的破坏，掌握影响聚合物实际强度的因素。

## 第八章聚合物的高弹性与黏弹性

**重点：**聚合物高弹性、黏弹性的特点，热力学分析，交联网络结构

**难点：**高弹性的分子理论，黏弹性的力学模型

**课程思政：**引导学生从多角度分析问题，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第1节 高弹性的热力学分析

## 第2节 高弹性的分子理论

### 2.1 仿射网络模型

## 2.2 虚拟网络模型

## 2.3 联结点受约束的模型

## 2.4 滑动一环节模型

### 第3节 交联网络的溶胀

### 第4节 聚合物的力学松弛——黏弹性

### 第5节 黏弹性的力学模型

#### 5.1 Maxwell 模型

#### 5.2 Voigt (或 Kelvin) 模型

#### 5.3 四元件模型

#### 5.4 多元件模型和松弛时间谱

### 第6节 黏弹性与时间、温度的关系——时温等效原理

### 第7节 聚合物黏弹性的实验研究方法

### 第8节 聚合物的松弛转变及其分子机理

具体要求：掌握高弹性的特点和橡胶弹性与交联网络结构的关系，理解橡胶弹性的热力学分析及统计理论。掌握聚合物的力学松弛现象，理解粘弹性的力学模型及分析方法。

## 第九章聚合物的其他性质

**重点：**聚合物介电常数与结构的关系，聚合物导电性与分子结构的关系，了解影响聚合物导电性的因素。了解聚合物光学、透气、表面和界面等性质。

**难点：**聚合物的极化现象和介电常数与分子极化率的关系，高分子的表面和界面性质

**课程思政：**引导学生从多角度分析问题，了解科学发展的规律。

**教学方法与手段：**采用 PPT 课件授课，结合课堂讨论

### 第1节 聚合物的电学性质

#### 1.1 聚合物的介电性质

#### 1.2 聚合物的介电松弛与介电损耗

#### 1.3 聚合物的导电性质

#### 1.4 聚合物的电致发光性质

#### 1.5 聚合物的介电击穿

#### 1.6 聚合物的静电现象

## 第2节 聚合物的光学性质

## 第3节 聚合物的透气性

### 3.1 渗透物质（气体）的分子尺寸对渗透系数的影响

### 3.2 共混聚合物的透气性

### 3.3 通过扩散实现药物的控制释放

## 第4节 高分子的表面和界面性质

### 4.1 界面的黏结性能

### 4.2 高分子胶黏剂的性能

### 4.3 表面改性

### 4.4 黏合能与 Drago 常数

### 4.5 高分子材料的生物相容性

具体要求：理解聚合物的极化现象和介电常数与分子极化率的关系，掌握聚合物介电常数与结构的关系，理解聚合物介电损耗产生的原因及意义。掌握聚合物导电性的特点，及其与分子结构的关系，了解影响聚合物导电性的因素。了解聚合物光学、透气、表面和界面等性质。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
一	绪论	2						2		
二	高分子的链结构	4						4	2	
三	高分子的溶液性质	4					1	5	4	
四	高分子的多组分体系	3						3	2	
五	聚合物的非晶态	4						4	4	
六	聚合物的结晶态	4					1	5	4	
七	聚合物的屈服和断裂	4						4	3	
八	聚合物的高弹性与黏弹性	3						3	3	
九	聚合物的其他性质	2						2		
合计		30					2	32	22	

## 七、课程教材及主要参考资料

(一) 教材

何曼君等,《高分子物理》第三版 复旦大学出版社, 2007

(二) 教学参考书:

[1] 华幼卿, 金日光. 高分子物理 (第四版). 化学工业出版社, 2013

[2] 符若文, 李谷, 冯开才. 高分子物理. 化学工业出版社, 2005

[3] 焦剑, 雷渭媛. 高聚物结构性能与测试. 北京: 化学工业出版社, 2003

八、其他说明

无。



# 《复合材料学》课程教学大纲

## (Composite Materials)

执笔者：司利平

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	限选课	是否为双语	否
学分数	2		
学时数	总学时 32 ，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机及分析化学，有机化学		
后续课程	物理化学，材料物理化学等		

### 二、课程简述

《复合材料学》是材料化学专业限选课。复合材料是材料类学科中最具活力的领域之一，由于现代科学技术的迅速发展，对材料的各种性能提出了更高的要求，即力求性能全优的新型材料，而只有采取将各种材料的优越性能集于一体即复合材料技术才能满足这种要求。因此本课程在介绍复合材料学的发展简史、复合材料学的研究内容、复合材料工艺及设备、复合材料应用等知识的基础上，重点对纤维增强复合材料进行详细介绍。本课程旨在拓宽学生的知识面，增强思维能力，为毕业后从事科研或其它相关工作打下坚实基础。本课程的教学目的是使学生掌握复合材料方面的基本知识，培养学生对复合材料实际问题的分析能力，激发学生的创新意识。理解复合材料的基本知识，能初步学会运用复合材料的基本知识来分析复合材料设计、制备和加工实践中遇到的实际问题。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1. 工程知识: 具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	H
毕业要求 3.设计/开发解决方案: 针对材料化学领域的复杂工程问题, 设计满足实践需求的解决方案。	指标点 3-1:能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。	M
毕业要求 7. 环境和可持续发展: 能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	指标点 7-1: 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。	L

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过材料学的发展简史、复合材料学的研究内容、复合材料工艺及设备、复合材料应用等知识的学习, 让同学们熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。并根据各种材料的优缺点, 能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。根据具体的制备工艺流程, 能够了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

目标一: 了解复合材料的定义与命名, 材料的分类以及复合材料的特性;

目标二: 掌握水泥、镁质凝胶材料、石膏等无机胶凝材料基体的成分、性能特点; 掌握聚合物材料的种类、结构与性能的关系, 流变行为以及选用原则;

目标三: 掌握玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维等的结构与组成、性能、制品及表面处理方法, 了解特种玻璃纤维; 掌握常用填料的种类、化学组成、特性及作用;

目标四: 掌握各种复合材料的分类与结构形式、制造技术、基本性能和应用。

##### (二) 考核方式

闭卷考试。

##### (三) 成绩评定

期终考试和平时成绩的考核方式。期终考试成绩占该门课程的 70%, 平时成绩包括: 平时作业、出勤率、课堂回答问题, 平时成绩占该门课程的 30%, 两项合并既为该门课程的成绩。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

(一) 课程内容、重点和难点

第1章 总论

**重点：**复合材料的分类、特性

**难点：**复合材料的特性

**课程思政：**通过材料的复合可以得到单一的材料所不具备的性能，由此启发学生团队合作精神。

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

1.1 复合材料的发展概况

1.2 复合材料的命名和分类

1.3 复合材料的基本性能

1.4 复合材料结构设计基础

第2章 复合材料的基体材料

**重点：**金属材料、聚合物材料

**难点：**复合材料选用聚合物的原则

**课程思政：**不同的材料均有各自的优缺点，扬长避短才能立于不败之地。

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

2.1 金属材料

2.2 无机胶凝材料

2.3 陶瓷材料

2.4 聚合物材料

第3章 复合材料的增强材料

**重点：**玻璃纤维及其制品；碳纤维

**难点：**玻璃纤维的结构与组成，碳纤维的结构与性能

**课程思政：**碳纤维最初因为生产成本低、技术难度大、国外技术的垄断、供需两侧失衡等问题的存在，造成国内碳纤维的成本远高于国外，并且国内碳纤维的品质也难以和国外相比。经过科研工作者的努力，我国在中低端碳纤维方面有了突破性的进展。但是在高端碳纤维生产技术环节，我国和国外仍有不少差距。培养学生的自豪感与危机感

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

3.1 玻璃纤维及其制品

3.2 碳纤维

3.3 芳纶纤维（有机纤维）

3.4 其他无机纤维增强材料

第4章 复合材料的界面

**重点：**界面的组成

**难点：**如何调控复合材料的界面

**课程思政：**界面的好坏，直接影响到复合材料的性能，引导学生树立一丝不苟的科研态度。

**教学方法与手段：**课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

#### 4.1 概述

#### 4.2 复合材料的界面

#### 4.3 增强材料的表面处理

### 第5章 聚合物基复合材料

**重点：** 聚合物基复合材料的种类和性能

**难点：** 热塑性和热固性树脂基体的特点及复合材料制备工艺的选择

**课程思政：** 高分子聚合物的出现极大的便利了大家的生活，但是也给生态环境带来了不可忽视的负面影响。引导同学们要从多方面看问题。

**教学方法与手段：** 课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

#### 5.1 聚合物基复合材料的种类和性能

#### 5.2 聚合物基复合材料结构设计

#### 5.3 聚合物基复合材料成型加工技术

#### 5.4 聚合物基复合材料的应用

### 第6章 金属基复合材料

**重点：** 金属基复合材料的种类

**难点：** 几种常见金属基体的应用领域

**课程思政：** 范景莲教授团队提出“用超高温陶瓷增强难熔金属基体，表面形成多相多组元涂层，以实现高温强韧和长时间抗烧蚀”的设计理念，制备出能耐 3000℃ 的超高温轻质材料。可以满足我国某型高超声速飞行器在大气层内以 5 到 20 倍音速飞行数小时的苛刻要求。以此引导同学们建立学好专业知识，服务祖国科研的高尚志趣。

**教学方法与手段：** 课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

#### 6.1 金属基复合材料的种类和基本性能

#### 6.2 铝基复合材料

#### 6.3 镍基复合材料

#### 6.4 钛基复合材料

#### 6.5 石墨纤维增强金属基复合材料

### 第7章 陶瓷基复合材料

**重点：** 陶瓷基复合材料的增韧

**难点：** 陶瓷基复合材料的增韧原理

**课程思政：** 我国自古以来是陶瓷大国，但是这仅限于普通日用陶瓷，先进陶瓷材料日美等国家遥遥领先，由此培养学生的民族自豪感与危机感。

**教学方法与手段：** 课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

#### 7.1 陶瓷基复合材料的种类

#### 7.2 陶瓷基复合材料的成型加工技术

#### 7.3 陶瓷基复合材料的应用

## 第8章 水泥基复合材料

**重点：** 水泥基复合材料的种类

**难点：** 水泥的制造过程、水泥基复合材料主要的增韧方式

**课程思政：** 水泥毯的发明大大减少了工程工期，鼓励同学们立志科研，服务祖国。

**教学方法与手段：** 课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

### 8.1 水泥基复合材料的种类和基本性能

### 8.2 水泥基复合材料的成型工艺

### 8.3 水泥基复合材料的应用

## 第9章 碳/碳复合材料

**重点：** 碳/碳复合材料的加工工艺

**难点：** 基体碳和树脂碳的制备方式

**课程思政：** 碳/碳复合材料源于1958年，美国 Chance—Vought 公司由于实验室事故，在碳纤维树脂基复合材料固化时超过规定的温度，导致树脂碳化，却形成 C/C 复合材料。让同学们认识到，实验过程中一些不符合常规的现象，可能带来意想不到的收获。不能因为实验不符合当初的推测直接就丢弃产物。

**教学方法与手段：** 课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

### 9.1 碳/碳复合材料的发展

### 9.2 碳/碳复合材料的成型加工技术

### 9.3 碳/碳复合材料的应用

## 第10章 混杂纤维复合材料

**重点：** 混杂纤维复合材料的种类

**难点：** 混杂效应的理解

**课程思政：** 混在纤维复合材料在航空航天、汽车、造船、建筑、体育和生物工程材料等领域得到广泛的应用，让同学们认识到材料研究的重要性，淡化“四大天坑”在同学们脑中的影响。

**教学方法与手段：** 课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学

### 10.1 混杂纤维复合材料的种类和基本性能

### 10.2 混杂纤维复合材料的结构设计

### 10.3 混杂纤维复合材料的应用

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	讨论	习题	课外	其它	小计		
1	绪论	2						2	1-2	
2	复合材料的基本材料	4						4	1-2	
3	复合材料的增强材料	8						8	1-2	

4	复合材料的界面	2						2	1	
5	聚合物基复合材料	6						6	1	
6	金属基复合材料	4						4	1	
7	陶瓷基复合材料	3						3	1	
8	水泥基复合材料	1						1	1	
9	碳/碳复合材料	1						1	1	
10	混杂纤维复合材料	1						1	1	
合计		32						32	10-16	

## 七、课程教材及主要参考资料

### （一）教材

[1] 王荣国, 武卫莉, 谷万里. 《复合材料概论》. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2015年2月。

### （二）教学参考书

[1] 周祖福. 《复合材料学》. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1995年6月

[2] 周曦亚. 《复合材料》. 北京: 化学工业出版社. 2015年1月

[3] 刘雄亚. 《复合材料新进展》. 北京: 化学工业出版社. 2007年3月

## 八、其他说明

无

# 《催化化学》课程教学大纲

## (Catalytic Chemistry)

执笔者：王晓文

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	学分 2		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	材料化学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学		
后续课程	无机功能材料、材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

在《催化化学》课程的教学过程中，以培养材料化学相关专业的学生学习了解催化化学的相关科技知识为目的，通过讲授、提问、考试等教学环节逐步培养学生科技文献检索能力、自学能力及逻辑推理能力，并注意培养学生的综合能力，和用所学知识分析和解决实际应用问题的能力。

要求学生熟悉并掌握以下课程主要内容：1) 催化化学原理、历史发展及相关材料的反应机理；2) 催化剂的基本概念、催化作用的本质以及不同催化反应的模型和过程；3) 常用的催化材料及其应用；4) 光催化化学，掌握其光催化机理、制备方法、评价指标及相关应用。通过举例阐述相关催化剂的实际应用，同时引入相关作用机理，让学生更生动更深刻的了解催化化学。另外，在经典催化理论的基础上，通过引入催化化学相关科技类论文，引领学生回顾催化领域的新思想及研究成果。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系 矩阵	支撑度
------	---------------------	-----

毕业要求 2. 问题分析：能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知分析材料化学领域的工程问题。	2-2 能够通过文献研究寻求工程问题的解决方案及其可替代方案。	L
毕业要求 7. 环境和可持续发展：能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-2 能根据环境和社会可持续发展原则评价制订材料的制备工艺流程。	H
毕业要求 10. 沟通：能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告、陈述发言和回应指令；具备一定的国际化视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	10-1 能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达。	M

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

在讲授催化化学发展及基本原理时，结合材料、化学前言问题，要求学生针对催化反应的特定需求，学会检索文献查阅资料，通过检索国际研究前沿资讯，培养学生检索能力，在教授和学习过程中充分理解各种催化化学的基本原理及相关催化材料的基本结构与性质、制备技术及表征方法等。使学生掌握催化化学的原理及与时俱进了解相关最新研究进展。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

通过本门课程的学习，考生应达到：

- 1、了解并清楚相关催化化学反应的机理。
- 2、了解国内外当前所关注催化剂的研究现状和发展前景。
- 3、尤其了解光催化化学及相关催化剂的作用机理、制备方法、性能表征和应用特点。
- 4、通过检索国际研究前沿资讯，及时掌握催化化学最新研究进展。

#### (二) 考核方式

课程论文，通过检索近 5-10 年与催化化学相关的科技类文章，撰写涉及某种类别催化剂及催化反应的科研类或综述性文章，要求写一篇不少于 3000 字论文，格式按照毕业论文要求：封面，要有中英文摘要和关键词，参考文献等等。

#### (三) 成绩评定

课程论文将占总成绩的 70%，其余 30%为课堂出勤情况和平时上课问答及作业完成情况。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

<p>第 1 章 催化化学概述</p> <p><b>重点：</b>催化化学及理论的发展及催化剂概述</p> <p><b>难点：</b>催化剂的制备</p>
---



**课程思政：**让学生认识催化化学的国内外发展，了解我国在此领域的优势及不足，引导学生工业强国、技术强国的志向和抱负

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点

### 第一节 催化化学发展简史

1. 催化反应的发展
2. 催化理论的发展
3. 催化作用的发展趋势

### 第二节 催化剂概述

1. 若干领域里常用催化剂
2. 主催化剂的选择
3. 助催化剂的选择
4. 载体的选择
5. 总体设计

### 第三节 催化剂的制备

1. 沉淀法
2. 浸渍法
3. 机械混合
4. 离子交换法
5. 热熔融
6. 催化剂的煅烧和活化
7. 催化剂的成型

### 第四节 催化剂的评价

1. 活性和选择性
2. 寿命

具体要求：了解催化剂的发展简史、若干领域里常用催化剂、以及催化体系的设计。掌握催化剂的不同制备方法。熟练掌握催化剂性能的评价内容和指标。

## 第2章 金属氧化物催化剂

**重点：**几种典型的氧化物催化剂、复合金属氧化物催化剂、半导体的导电率及脱出功对催化性能的影响、

**难点：**半导体的导电率及脱出功对催化性能的影响

**课程思政：**让学生了解在此领域的材料、原理及发展趋势，引导学生对新材料的开发兴趣，集思广益，为我国的相关领域应用献谋献策

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点

### 第一节 概论

#### 第二节 半导体的类型及导电性质

1. 半导体的能带结构
2. 半导体的类型
3. 费米统计概率分布及半导体的导电性
4. 吸附气体对半导体导电性质的影响

#### 第三节 半导体的导电率及脱出功对催化性能的影响

1. 半导体的导电性质对催化活性的影响
2. 半导体催化剂的脱出功对选择性的影响

#### 第四节 几种典型的氧化物催化剂

1.  $V_2O_5$  催化剂
2.  $MoO_3$  催化剂

#### 第五节 复合金属氧化物催化剂

1. 钙钛矿型复合氧化物
2. 尖晶石型复合氧化物

**具体要求：**了解半导体的基本概念。理解半导体的类型及导电性质、以及半导体的导电率及脱出功对催化性能的影响。掌握几种典型的氧化物催化剂和复合金属氧化物催化剂。

## 第 3 章 纳米催化与光催化

**重点：**纳米材料的概念、 $TiO_2$ 光催化剂的改性及其在废水降解中的应用

**难点：** $TiO_2$ 光催化剂的改性及其在废水降解中的应用

**课程思政：**让学生了解在此领域的材料、原理及发展趋势，引导学生对新材料的开发兴趣，集思广益，为我国的相关领域应用献谋献策

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以实际应用案例形式讲授知识要点

### 第一节 纳米催化

1. 概述
2. 纳米催化剂的制备
3. 纳米催化剂的应用

#### 4. 目前纳米技术在实际应用中面临的问题

### 第二节 光催化

1. 光催化发展
2. 光催化的机理
3. 光催化的技术特征
4. 新能源与光催化技术

具体要求：了解纳米催化和光催化的概念。理解纳米催化和光催化原理、光催化技术特征及光催化技术在新能源方面的应用。

## 第4章 纳米 TiO<sub>2</sub>光催化

**重点：**纳米 TiO<sub>2</sub>光催化机理及制备

**难点：**TiO<sub>2</sub>光催化活性的光催化的影响因素

**课程思政：**让学生了解在此领域的材料、原理及发展趋势，引导学生对新材料的开发兴趣，集思广益，为我国的相关领域应用献谋献策

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点

### 第一节 纳米 TiO<sub>2</sub>光催化简介

1. TiO<sub>2</sub>结构
2. TiO<sub>2</sub>光催化剂的光催化机理
3. TiO<sub>2</sub>光催化活性的影响因素

### 第二节 纳米 TiO<sub>2</sub>光催化材料的制备

1. 纳米 TiO<sub>2</sub>的制备
2. 掺杂型纳米 TiO<sub>2</sub>的制备

### 第三节 纳米 TiO<sub>2</sub>光催化材料的改性

1. 贵金属沉积
2. 复合半导体
3. 离子掺杂修饰
4. 有机染料光敏化

### 第四节 纳米 TiO<sub>2</sub>光催化材料的表征和性能测试

### 第五节 纳米 TiO<sub>2</sub>光催化材料的应用

1. 环境与能源问题的严峻性
2. 光催化技术的应用原理
3. 光催化技术的应用领域

具体要求：了解纳米 TiO<sub>2</sub>光催化材料的光催化机理及制备、改性方法，了解影响纳米 TiO<sub>2</sub>光催化活性的因素，掌握纳米 TiO<sub>2</sub>光催化材料的表征及分析，了解光催化剂技术的应用原理及领

域。

## 第5章 TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的制备

**重点：**TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的制备方法的优缺点

**难点：**TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的制备方法

**课程思政：**让学生了解在此领域的材料、原理及发展趋势，引导学生对新材料的开发兴趣，集思广益，为我国的相关领域应用献谋献策

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授要点

### 第一节 概述

1. TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的特点
2. TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的应用

### 第三节 TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的制备方法

1. 化学气相沉积法
2. 电化学法
3. 化学氧化法
4. 溅射法
5. 溶胶凝胶法
6. 水热法

### 第三节 优缺点分析

**具体要求：**掌握 TiO<sub>2</sub>光催化薄膜的制备方法,了解不同方法的优缺点。

## 第6章 光催化在环境污染治理与新能源领域中的应用研究

**重点：**了解光催化材料种类及其在新能源领域中的应用

**难点：**分析光催化降解技术优势与不足及改进空间

**课程思政：**让学生了解在此领域的材料、原理及发展趋势，引导学生对新材料的开发兴趣，集思广益，为我国的相关领域应用献谋献策

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点

### 第一节 能源和环境问题

1. 目前的能源结构与现状
2. 环境问题
3. 出路与对策

### 第二节 光催化材料

1. 光催化剂概述
2. 光催化材料种类

### 第三节 光催化降解污染物

1. 污染物的处理方法
2. 光催化降解应用实例
3. 光催化降解技术优势与不足

### 第四节 光催化材料在新能源领域中的应用研究

具体要求：了解目前环境与能源现状，了解光催化材料在改善环境污染和新能源领域的应用。

### 第7章 催化化学中英文文献讲解与讨论

**重点：**文献的检索，关键词的使用

**难点：**先从中文文献着手认识了解，再从英文文献中找突破创新

**课程思政：**让学生了解在此领域的材料、原理及发展趋势，引导学生对新材料的开发兴趣，集思广益，为我国的相关领域应用献谋献策

**教学方法与手段：**基于多媒体课件，启发性教学，以文献案例形式讲授知识要点

具体要求：了解文献的检索方法，从文献中获取催化化学相关的制备、原理及应用的相关知识。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
第1章	催化化学概述	3				1		4		
第2章	金属氧化物催化剂	3				1		4		
第3章	纳米催化与光催化	4						4		
第4章	纳米 TiO <sub>2</sub> 光催化材料	5				1		6		
第5章	TiO <sub>2</sub> 光催化薄膜的制备	4						4		
第6章	光催化在环境污染治理与新能源领域中的应用研究	4						4		
第7章	催化化学中英文文献讲解与讨论	3				3		6		
合计		26				6		32		

## 七、课程教材及主要参考资料

课程教材：

[1]张金龙. 光催化. 华东理工大学出版社. 2012-08。

[2]韩巧凤, 卑凤利. 催化材料导论. 北京：化学工业出版社. 2013-03。

#### 八、其他说明

无

# 《精细化学品化学》课程教学大纲

## (Fine Chemical Chemistry)

执笔者：陈婷

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	物理化学、无机化学、有机化学等		
后续课程	材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

精细化学品化学包括绪论、表面活性剂、日用化学品、造纸化学品、皮革化学品、食品添加剂、染料化学品、香料香精、胶黏剂、涂料、油田化学品、农药化学品等 12 个章节。每章均从组成、结构、性质、制备、应用等方面进行介绍，还介绍了各类精细化学品典型实例的制备工艺、制备条件和应用效果，对新领域的精细化学品如造纸化学品、皮革化学品、食品添加剂进行了着重介绍。

精细化率已成为衡量一个国家化学工业技术水平高低的重要指标，我国的精细化工业发展亟需大批高素质的化学化工人才，开设这门课有助于学生学习和积累从事精细化工科研工作所需的知识和技能，拓宽知识面，增强就业竞争力。本课程同时要求同学了解现代精细化工领域中所采用的新技术，通过本课程的学习能使学生对精细化工行业有个较为全面的认识。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	H

毕业要求 3.设计/开发解决方案:针对材料化学领域的复杂工程问题,设计满足实践需求的解决方案。	3-1 能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。	M
毕业要求 7.环境和可持续发展:能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。	L

## (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

(1) 基本掌握精细化工的范畴、特点和发展方向,了解精细化学品的种类,特别是对染料、表面活性剂等具体的化学品的结构和性质、制备和工艺、用途和环境问题都有详细的认识。充分了解现代精细化工领域所采用的新技术,同时能够提高团体合作意识,提升自主学习和终身学习的意识,形成不断学习和适应发展的素质,以达到毕业要求指标点 1.4 的要求。

(2) 对于精细化学品,如染料、涂料,食品添加剂和表面活性剂等具体的化学品的结构和性质、制备和工艺、用途和环境问题有详细的认识,能够利用基本理论知识分析实际问题,设计实验、分析与解释数据,获得有效结论,并能将专业知识用于解决实际问题,能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标,以达到毕业要求指标点 3.1 的要求。

(3) 学习不同精细化学品具体的分子结构和性质、制备和工艺、用途和环境问题,了解现代精细化工领域所采用的新技术,同时能够提高团体合作意识,提升自主学习和终身学习的意识,形成不断学习和适应发展的素质,了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响,以达到毕业要求指标点 7.1 的要求。

## 四、考核方式及成绩评定

### (一) 考核目标

让学生了解精细化学品的种类,特别是对染料、表面活性剂等具体的化学品的结构和性质、制备和工艺、用途和环境问题有详细的认识。掌握精细化学的范畴、特点和发展方向,培养学生良好的科学素养、提高抽象思维能力和分析解决实际问题能力以及创新能力。

### (二) 考核方式

说明考核方式,如考试或考查、闭卷、开卷、课程论文或设计、操作等。

本课程期末集中考核采用课程论文考试。其中,平时成绩采用课堂考勤、作业测评、课堂提问、课内讨论等方式考核,占总成绩比例为 60%,期末课程论文成绩占总成绩比例为 40%。

### (三) 成绩评定

说明成绩的构成办法等。

具体考核方式如下:

考核方式	考核内容	成绩比例 (%)	备注
考勤	基本知识、学习主动性	20%	



作业	课堂内容及文献自学能力	20%	
课内讨论	课堂讨论、互动及交流表达能力	20%	
期末课程论文	课程知识和分析能力	40%	

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点、课程思政，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

### 第一章 绪论

**重点与难点：**精细化学品的特点及分类

**课程思政：**采用多媒体展示工业生产和生活中多种精细化学品的图片，引发学生对于本门课程的兴趣，通过小组讨论模式展开教学，以小组为单位查阅文献，讲述不同种类化学品的特点，培养学生查阅文献的能力。

**教学方法与手段：**启发式教学，引导学生对精细化学品化学感兴趣

- 一、精细化学品的定义
- 二、精细化学品的分类
- 三、精细化学品的特点
- 四、精细化学品的发展及前景

### 第二章 表面活性剂

**重点与难点：**不同种类表面活性剂的结构与性质，表面活性剂的应用。

**课程思政：**采用多媒体介绍不同种类表面活性剂实例（如洗发水、去油剂等），并选择2-3个代表性产品具体介绍合成方法和生产工艺，并简要介绍该大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

#### 第1节 概述

- 一、表面活性剂的定义及分类。
- 二、表面活性剂的结构与性质。
- 三、表面活性剂的发展及前景。

#### 第2节 阴离子表面活性剂

- 一、阴离子表面活性剂的结构与性质。
- 二、常用的几种阴离子表面活性剂。

#### 第3节 阳离子表面活性剂

- 一、阳离子表面活性剂的结构与性质。

二、常用的几种阳离子表面活性剂。

#### 第4节 非离子表面活性剂

一、非离子表面活性剂的结构与性质。

二、常用的几种非离子表面活性剂。

#### 第5节 两性表面活性剂

一、两性表面活性剂的结构与性质。

二、常用的几种两性表面活性剂。

#### 第6节 其他表面活性剂

一、含氟表面活性剂。

二、含硅表面活性剂。

三、含硼表面活性剂。

四、木质素磺酸盐。

五、冠醚类表面活性剂。

六、高分子表面活性剂。

七、生物表面活性剂。

### 第三章 日用化学品

**重点与难点：**日用化学品的分类及应用

**课程思政：**采用多媒体介绍生活中常见的日用化学品，引发学生学习兴趣，并选择 2-3 个代表性产品具体介绍合成方法和生产工艺，并简要介绍该大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

#### 第1节 概述

一、日用化学品及其分类。

二、日用化学品在化学工业中的地位。

三、日用化学品的发展及前景。

#### 第2节 化妆品

一、护肤用化妆品。

二、美容用化妆品。

三、香水类化妆品。

四、毛发用化妆品。

### 第3节 洗涤用化学品

一、合成洗涤剂。

二、体用香皂。

三、专用清洁剂。

四、沐浴用化学品。

## 第四章 造纸化学品

**重点与难点：**造纸工艺及造纸化学品的分类，造纸化学品的原理及应用

**课程思政：**采用多媒体播放造纸术的历史，引发学生学习兴趣。介绍纸从古至今的制备方法，如东汉元兴元年蔡伦提出了以树皮、麻头、敝布及鱼网等植物纤维为原料的一套完整造纸工艺。对比如今的造纸工艺，世界各国的造纸设备及技术在不断改进，但造纸基本工艺原理至今基本没变，引发学生的民族自豪感。同时熟悉造纸技术，掌握造纸原理及方法。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

### 第1节 概述

一、造纸过程中的主要工序。

二、造纸化学品的定义及分类。

三、造纸化学品的发展趋势与前景。

### 第2节 制浆用化学品

一、蒸煮化学助剂。

二、漂白助剂。

三、废纸脱墨剂。

四、消泡剂。

五、废液治理剂。

### 第3节 抄纸用化学品

一、施胶剂。

二、增强剂。

三、助留剂、助滤剂。

#### 第4节 涂布加工用化学品

- 一、涂布胶黏剂。
- 二、涂布颜料分散剂。
- 三、涂布消泡剂、阻泡剂。
- 四、涂布防腐剂、防霉剂。
- 五、涂布憎水剂、防水剂。

#### 第5节 其他造纸用化学品

- 一、荧光增白剂。
- 二、阻燃剂。
- 三、毛毯清洗剂。
- 四、分散松香乳化剂。
- 五、抗静电剂。
- 六、柔软剂。
- 七、再湿剂、渗透剂。
- 八、微胶囊。
- 九、感光纸用化学品。

### 第五章 皮革化学品

**重点与难点：**皮革制备工艺及分类，皮革化学品的原理及应用

**课程思政：**采用多媒体介绍皮革的制造方法，引发学生学习兴趣，并具体介绍其生产工艺及大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

#### 第1节 概述

- 一、皮革加工过程中的主要工序。
- 二、皮革化学品及其分类。
- 三、皮革化学品的发展及前景。

#### 第2节 皮革鞣制剂

- 一、铬鞣剂。

二、合成鞣剂。

三、皮革助鞣剂。

### 第3节 皮革加脂剂

一、改性天然产物加脂剂。

二、合成加脂剂。

三、复合型加脂剂。

### 第4节 皮革涂饰剂。

一、概述。

二、几种常用的涂饰剂。

### 第5节 其他皮革助剂

## 第六章 食品添加剂

**重点与难点：**食品添加剂的分类及提取方法，食品添加剂的检验方法及应用；了解食品添加剂的要求、管理和使用标准。

**课程思政：**采用多媒体播放目前市场上常见的食品添加剂，引发学生学习兴趣并分组讨论食品添加剂使用的优缺点。简要介绍该大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

### 第1节 概述

一、食品添加剂的定义及分类。

二、食品添加剂的要求和标准。

三、食品添加剂的发展及前景。

### 第2节 食用色素

一、食用天然色素。

二、食用天然色素的特性及提取方法。

三、食用天然色素的发展及前景。

四、几种常见的天然色素。

五、食用合成色素。

### 第3节 营养强化剂

- 一、概述。
- 二、使用营养强化剂应注意的事项。
- 三、常用的营养强化剂。

#### 第4节 防腐剂

- 一、概述。
- 二、常用的防腐剂。
- 三、影响防腐剂作用的因素。

#### 第5节 抗氧化剂

- 一、概述。
- 二、常用的抗氧化剂。
- 三、抗氧化剂的作用机理。

#### 第6节 酸味剂

- 一、概述。
- 二、酸味剂的作用原理及使用中应注意的事项。
- 三、常用的酸味剂。

#### 第7节 其他食品添加剂

- 一、乳化剂。
- 二、增稠剂。
- 三、调味剂。
- 四、发色剂和漂白剂。
- 五、品质改良剂。
- 六、膨松剂。

### 第七章 染料化学品

**重点与难点：**染料的分类及应用，掌握重氮化与偶合反应

**课程思政：**采用多媒体播放染料的制备方法，了解制备原理及工艺。采用多媒体介绍生活中常见的染料化学品，并选择2-3个代表性产品具体介绍合成方法和生产工艺，并简要介绍该大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动

画、视频)使课堂教学形象直观生动,增加信息量、提高教学效率。)

### 第1节 染料概述

- 一、染料的概念。
- 二、染料的分类。
- 三、染料的命名。
- 四、染料索引。
- 五、染料的发展及前景。
- 六、染料的颜色。

### 第2节 重氮化及偶合反应

- 一、重氮化。
- 二、偶合反应。

### 第3节 酸性染料

- 一、强酸性染料。
- 二、弱酸性染料。
- 三、酸性媒介染料与金属络合染料。

### 第4节 活性染料

- 一、活性染料的概念。
- 二、活性染料的分类。
- 三、活性染料的染色机理。
- 四、几种主要类型的活性染料的合成。

### 第5节 分散染料

- 一、偶氮型分散染料。
- 二、蒽醌型分散染料。

### 第6节 还原染料

- 一、靛类还原染料。
- 二、蒽醌类还原染料。

### 第7节 冰染染料

一、色酚。

二、色基。

#### 第8节 其他类型的染料

一、直接染料。

二、阳离子染料。

三、硫化染料。

#### 第9节 功能染料

一、红外吸收染料。

二、激光染料。

三、压热敏染料。

四、液晶显示染料。

### 第八章 香料香精

**重点与难点：**香料香精的种类及分子结构。

**课程思政：**采用多媒体播放介绍市场上常见的香料香精，引发学生学习兴趣并分组讨论不同香精种类的检验方法及标准。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

#### 第1节 概述

一、香料香精的基本概念。

二、香料香精的作用及评价。

三、分子结构对香味的影响。

四、香料香精的发展及前景。

#### 第2节 天然香料

一、概述。

二、常用的天然香料。

#### 第3节 合成香料

一、概述

二、常用的合成香料。



#### 第4节 香精

- 一、概述。
- 二、常用香精。
- 三、香精的评价及检验。

#### 第九章 胶黏剂

**重点与难点：**胶黏剂的分类，组成及应用；胶黏剂的粘结理论和使用原则；高分子胶黏剂合成原理及工艺。

**课程思政：**采用多媒体播放介绍市场上不同用途的胶黏剂，介绍胶黏剂的分类及粘结机理。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

##### 第1节 概述

- 一、胶黏剂的定义和分类。
- 二、胶黏剂的黏结机理。
- 三、胶黏剂的发展及前景。

##### 第2节 环氧树脂胶黏剂

- 一、环氧树脂概述。
- 二、环氧树脂的合成与改性。
- 三、环氧树脂胶黏剂的组成与固化。
- 四、环氧树脂胶黏剂的品种与应用。

##### 第3节 聚氨酯胶黏剂

- 一、聚氨酯胶黏剂概述。
- 二、聚氨酯的合成与改性。
- 三、聚氨酯胶黏剂的组成与固化。
- 四、聚氨酯胶黏剂的品种与应用。

##### 第4节 丙烯酸酯胶黏剂

- 一、丙烯酸酯概述。
- 二、丙烯酸酯胶黏剂的组成与固化。
- 三、丙烯酸酯胶黏剂的品种与应用。

## 第5节 醋酸乙烯酯胶黏剂

- 一、聚醋酸乙烯酯的合成。
- 二、聚醋酸乙烯酯胶黏剂的组成与应用。

## 第6节 氯丁橡胶系列胶黏剂

- 一、氯丁橡胶概述。
- 二、氯丁橡胶的合成与固化。
- 三、氯丁橡胶胶黏剂的品种与应用。

## 第7节 其他类型胶黏剂

- 一、酚醛树脂胶黏剂。
- 二、氨基树脂胶黏剂。
- 三、有机硅胶黏剂。

## 第十章 涂料

**重点与难点：**涂料作用及组成、分类；涂料的粘结力和内聚力，涂膜形成机理；涂料中的流变学。

**课程思政：**采用多媒体介绍生产生活中常见的涂料种类，引发学生学习兴趣，并选择2-3个代表性产品具体介绍合成方法和生产工艺，并简要介绍该大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

### 第1节 概述

- 一、涂料及其作用。
- 二、涂料的分类和命名。
- 三、涂料的生产。
- 四、涂料的发展趋势。

### 第2节 油性漆类

- 一、油脂的化学组成和分类。
- 二、油性漆的分类。

### 第3节 醇酸树脂漆

- 一、醇酸树脂的原料。

二、醇酸树脂的分类。

三、醇酸树脂的配方设计。

四、醇酸树脂漆的品种。

#### 第4节 氨基树脂漆

一、氨基树脂漆的主要原料。

二、氨基树脂漆的分类。

三、氨基树脂漆的性能与应用。

#### 第5节 环氧树脂漆

一、环氧树脂漆的性能与用途。

二、环氧树脂漆的分类。

#### 第6节 聚氨酯漆

一、聚氨酯漆的主要原料。

二、聚氨酯漆的分类、性能与用途。

#### 第7节 丙烯酸漆

一、丙烯酸漆的性能与用途。

二、热塑性丙烯酸漆。

三、热固性丙烯酸漆。

#### 第8节 聚酯漆

一、聚酯树脂的组成和种类。

二、聚酯漆的品种和应用。

#### 第9节 水性漆

一、水溶性漆。

二、水分散性漆。

#### 第10节 涂料的性能测试及施工

一、涂料的主要质量指标及性能检测。

二、涂料的施工方法。

## 第十一章 石油用化学品

**重点与难点：**熟悉常见的石油化学品，染料油添加剂、润滑油添加剂。

**课程思政：**采用多媒体播放原油开采过程，引发学生学习兴趣，介绍采用石油化学品提高原油采收率的原理及工艺方法，进而向学生讲述目前石油资源的缺乏及石油在国家战略发展中的重要性，将绿色发展理念落实到实际行动中，引发学生的民族责任感。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

### 第1节 概述

- 一、石油用化学品及其分类。
- 二、石油用化学品的发展及前景。

### 第2节 原油开采及处理化学品

- 一、钻井的化学品。
- 二、采油化学品。
- 三、集输化学品。

### 第3节 燃料油添加剂

- 一、抗震剂。
- 二、清净分散剂。
- 三、抗氧剂。
- 四、金属钝化剂。
- 五、抗冰剂。

### 第4节 润滑油添加剂

- 一、黏度指数改进剂。
- 二、清净剂和分散剂。
- 三、抗氧剂。
- 四、抗磨损剂。

## 第十二章 农药化学品

**重点与难点：**了解农药的发展前景、农药使用与环境保护；理解植物激素与生长调节剂、农药的作用形式与农药剂型。

**课程思政：**采用多媒体介绍农药的分类及发展，并选择 2-3 个代表性产品具体介绍合成方法和生产工艺，并简要介绍该大产品的国内外现状和发展趋势。课后分组布置课题题目，要求学生查阅一定数量文献，培养学生查阅和交流表达能力。

**教学方法与手段：**教学方法为课堂教学结合小组讨论的方式，运用多媒体工具（图片、动画、视频）使课堂教学形象直观生动，增加信息量、提高教学效率。）

## 第 1 节 概述

- 一、农药化学品的定义及分类。
- 二、农药的毒性与药效。
- 三、农药化学品的发展及前景。

## 第 2 节 杀虫剂

- 一、概述。
- 二、有机氯类杀虫剂。
- 三、氨基甲酸酯类杀虫剂。
- 四、除虫菊酯类杀虫剂。
- 五、其他类杀虫剂。

## 第 3 节 杀菌剂

- 一、概述。
- 二、杀菌剂的结构与分类。
- 三、常用的几种杀菌剂。

## 第 4 节 除草剂

- 一、概述。
- 二、除草剂的结构与分类。
- 三、常用的几种除草剂。

## 第 5 节 植物生长调节剂

- 一、概述。
- 二、植物生长促进剂。
- 三、植物生长延缓剂和植物生长抑制剂。

## 第6节 其他农药化学品

- 一、杀鼠剂。
- 二、杀线虫剂。
- 三、杀软体动物剂。
- 四、杀螨剂。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
1	绪论	1				1		2		
2	表面活性剂	4						4		
3	日用化学品	3						3		
4	造纸化学品	2						2		
5	皮革化学品	2						2		
6	食品添加剂	3						3		
7	染料化学品	4						4		
8	香料香精	2						2		
9	胶黏剂	3						3		
10	涂料	3						3		
11	石油用化学品	2						2		
12	农药化学品	2						2		
合计								32		

## 七、课程教材及主要参考资料

列出采用的教材及相应的主要参考书目，并按如下罗列：[序号]作者（多个作者以逗号隔开），书名，出版社所在地：出版社名称，出版年月。

[1] 《精细化学品化学》(第三版)，周立国 段洪东 刘伟主编，化学工业出版社，2007。

[2] 《精细化学品合成化学与应用》，赵德丰 程侣柏 姚蒙正 编著，化学工业出版社，2001。

## 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项，如习题或作业的内容和要求等。

课程在重点章节布置适量的作业题，供学生巩固知识。

# 《薄膜技术与材料》课程教学大纲

## (Thin-film Technology & Materials)

执笔者：何海英

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32		
先修课程	大学物理、材料科学基础、半导体材料与器件		
后续课程	无		

### 二、课程简述

《薄膜技术与材料》是材料类专业本科学生的一门专业基础任选课程，本课程旨在培养学生了解各种薄膜材料及其制备方法。薄膜在基片上的形成涉及原子或分子在基片表面上的凝结、形成、长大和随后的薄膜生长过程。薄膜生长过程中在基片表面上或者发生化学反应，或者发生物理变化，薄膜生长涉及材料学、化学、物理等多个学科领域。课程的主要内容包括：真空技术基础；薄膜制备的化学、物理方法；薄膜的形成及生长；薄膜性能表征；新型薄膜材料等。薄膜技术与薄膜材料已经渗透到现代科技和国民经济的各个重要领域，在新材料研究中占有举足轻重的地位。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1. 工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	H

毕业要求 3. 设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	3-1 能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。	M
7. 环境和可持续发展：能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。	L

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本门课程学习，掌握的主要知识与理论：真空技术基础，薄膜制备的化学方法，薄膜制备的物理方法，薄膜的生长过程，薄膜技术在新能源材料及器件领域的应用。通过基本知识点及理论的学习，使学生能够对目前广泛研究和应用的几种主要薄膜材料进行了解和展望，从而培养学生对工程问题的分析能力及解决问题的能力。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### (一) 考核目标

目标一：掌握本课程的主要知识与理论。

目标二：熟悉能源和其他功能性薄膜材料及其制备技术。

##### (二) 考核方式

采用闭卷考试形式。

##### (三) 成绩评定

期末成绩占 70%，平时成绩占 30%（作业成绩占 20%；考勤成绩占 10%，缺勤一次扣 2%，迟到一次扣 1%）。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

##### 第一章 真空技术基础

**重点：**掌握真空的基本知识，掌握获取一定程度真空状态的方法和测量手段

**难点：**掌握获取一定程度真空状态的方法和测量手段

**课程思政：**工欲善其事，必先利其器

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，在此基础上实行翻转课堂教学。

##### 第一节 真空的基本知识

##### 第二节 真空的获得

##### 第三节 真空的测量

##### 第二章 薄膜制备的化学方法

**重点：**各种化学制镀膜方法的特点

**难点：**薄膜的化学制备方法的原理



课程思政：注重环境保护、绿色化学

教学方法与手段：本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第一节 热生长

第二节 溶胶-凝胶

第三节 化学气相沉积

第四节 电镀

第五节 化学镀

### 第三章 薄膜制备的物理方法

重点：了解物理方法镀膜的基本原理，镀膜特性

难点：真空镀膜的基本原理

课程思政：我国半导体行业

教学方法与手段：本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第一节 真空蒸发

一、真空蒸发原理

二、蒸发源的蒸发特性及膜厚分布

三、蒸发源的类型

第二节 溅射

一、溅射镀膜的特点

二、溅射镀膜的基本原理

三、溅射镀膜的类型

第三节 离子镀

一、离子镀原理

二、离子镀的特点

三、离子轰击的作用

### 第四章 薄膜的形成与生长

重点：薄膜的形成及生长机理、生长过程、模式

难点：薄膜的形成及生长机理

课程思政：透过现象看本质

教学方法与手段：本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第一节 形核

第二节 生长过程

### 第三节 薄膜生长模式

## 第五章 薄膜表征

**重点：**薄膜基本结构及性质的分析方法

**难点：**功能薄膜的性质表征

**课程思政：**电子衍射的发展史

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

### 第一节 薄膜的厚度检测

### 第二节 薄膜结构分析

### 第三节 薄膜成分分析

### 第四节 先进薄膜性能表征技术

## 第六章 薄膜材料及其应用

**重点：**薄膜材料的应用

**难点：**薄膜材料的应用

**课程思政：**佛山氢能汽车、国家在新能源方面的布局

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

### 第一节 平板显示中的薄膜技术与薄膜材料

### 第二节 太阳能电池中的薄膜技术与薄膜材料

### 第三节 其他新型薄膜材料及其应用

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
1	真空技术基础	4						4	作业为项目型：学生根据所学选定一种薄膜，详细分析其制备方法、性能表征及应用	
2	薄膜制备的化学方法	4						4		
3	薄膜制备的物理方法	8						8		
4	薄膜的形成与生长	4						4		
5	薄膜表征	4						4		
6	薄膜材料及其应用	4				4		8		
合计		28				4		32		

## 七、课程教材及主要参考资料

(一) 教材

郑伟涛. 薄膜材料与薄膜技术. 北京: 化学工业出版社, 2008。

(二) 教学参考书

[1] 田民波. 薄膜技术与薄膜材料.北京: 清华大学出版社, 2011。

[2] 唐伟忠. 薄膜材料制备原理、技术及应用. 北京: 冶金工业出版社, 2005。

八、其他说明

无

# 《新能源材料》课程教学大纲

## (New Energy Materials)

执笔者：张玉媛

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机化学、有机化学、物理化学、大学物理、材料科学基础		
后续课程	科研训练、毕业论文		

### 二、课程简述

《新能源材料》是一门理论性和实用性较强的课程，课程的内容涵盖范围广，是涉及到材料科学、化学、物理、能源技术科学等多学科知识交叉的综合课程。本课程的开设要求学生具有扎实的理论基础，前期应开设无机化学、有机化学、物理化学、大学物理、材料科学与工程基础、半导体物理等基础课和专业课。作为一门认知、基础课程，目的在于引导学生对新能源材料有初步的了解，比如新能源材料包括镍氢电池材料、储氢材料、太阳能电池材料、锂离子电池材料、燃料电池材料、半导体照明发光材料等先进能源材料。

《新能源材料》所涉及基础理论描述清晰而精炼，突出新能源材料领域涉及的方方面面，有助于推动新能源学科的发展，促进新能源技术与工程的研究。通过本课程的学习，拓宽学生的知识面，培养实践技能与创新能力，激发学生对新能源行业的兴趣，培养新能源科学与技术发展所需的合格和创新性人才，同时通过“双碳”政策背景下的课程思政设计，增强学生的使命感和责任感。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 2.问题分析:能够运用数学及基础科学、化学、材料科学基础等知识分析材料化学领域的工程问题。	2-2 能够通过文献研究寻求工程问题的解决方案及其可替代方案。	M
毕业要求 3.设计/开发解决方案:针对材料化学领域的复杂工程问题,设计满足实践需求的解决方案。	3-2 能够根据目标选取适当的原材料与基础工艺并确定研发方案。	H
毕业要求 10.沟通:能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告、陈述发言和回应指令;具备一定的国际化视野,能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	10-3 具有一定的外语应用能力。	L

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

- 1、充分了解“碳达峰碳中和”的紧迫性和艰巨性，了解世界及我国的能源利用及气候环境现状，增强能源危机和气候环境危机意识；同时增强学生对我国应对气候变化工作、绿色低碳发展和生态文明建设、加速低碳转型、实现绿色发展各项政策和行动方案的深度理解。
- 2、理解各类新能源电池及相关器件的工作原理、电池性能的影响因素及其未来发展趋势；
- 3、掌握各类新能源材料的结构及特性，在新能源中的应用及技术关键；
- 4、掌握各类新能源材料的制备方法及其改进工艺；
- 5、培养学生具有良好的工程实践能力和严谨的科学研究态度，引导学生树立正确的世界观和人生观，激发他们的学习热情，培养学生独立分析问题和解决问题的能力，熟悉新能源材料的成分、性能、制备方法及其器件的工作原理，并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。
- 6、通过“双碳”政策背景下课程思政设计，培养学生的职业道德和社会责任感。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

要求学生比较全面系统地掌握新能源材料的成分、组织结构与性能、制备方法及其改进工艺，了解材料在新能源领域应用的现状及其所发挥的重要作用。通过本课程的学习，为研究

开发新能源领域应用的新材料和新技术奠定良好的理论基础,使学生基本掌握新能源应用研究的技术手段。

## (二) 考核方式

平时采用撰写调查报告,分组制作 PPT 总结或课堂讨论等方式考核;期末采用撰写课程论文或闭卷考试方式。

## (三) 成绩评定

闭卷考试成绩或课程论文成绩占总评成绩 60%,平时成绩占总评成绩 40%(其中包括平时上课考勤情况占 10%,听课情况、课堂讨论情况、作业完成情况占 30%)。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第一章 概述

**重点:** 能源的划分方式与种类; 新能源主要种类及储量、分布; 新能源材料的概念

**难点:** 各种新能源所需核心材料及关键技术等

**课程思政:** “碳达峰碳中和”目标下, 加快绿色低碳和生态文明建设, 节能降碳, 推进能源革命, 优化能源结构, 大力发展新能源, 提高能源利用效率。科学精神, 人文素养, 使命担当。

**教学方法与手段:** 采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行, 利用多媒体教学手段, 采用启发式和参与式教学方式, 课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

#### 第一节 能源

#### 第二节 新能源

#### 第三节 新能源技术

#### 第四节 新能源材料

#### 第五节 新能源材料的关键技术

### 第二章 金属氢化物镍电池材料

**重点:** 金属氢化物镍电池工作原理、储氢合金的基本特征、储氢合金负极材料、镍正极材料

**难点:** 氢氧化镍电极的充放电机理、储氢合金储氢放氢机制

**课程思政:** “碳达峰碳中和”目标下, 加快绿色低碳和生态文明建设, 节能降碳, 推进能源革命, 优化能源结构, 大力发展新能源, 提高能源利用效率。科学精神, 人文素养, 使命担当。

**教学方法与手段:** 采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行, 利用多媒体教学手段, 采用启发式和参与式教学方式, 课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

#### 第一节 金属氢化物镍电池简介

##### 一、金属氢化物镍电池工作原理

##### 二、储氢合金的基本特征

### 三、储氢合金电极材料的主要特征

#### 第二节 储氢合金负极材料

##### 一、AB<sub>5</sub>型混合稀土系统储氢电极合金

##### 二、AB<sub>2</sub>型 Laves 相储氢电极合金

##### 三、其他新型高容量储氢合金电极材料

#### 第三节 镍正极材料

##### 一、氢氧化镍电极的充放电机理

##### 二、氢氧化镍在充放电过程中的晶型转换

##### 三、球形氢氧化镍正极材料的基本性质与制备方法

##### 四、影响高密度球形氢氧化镍电化学性能的因素

#### 第四节 Ni/MH 电池材料的再生利用

### 第三章 锂离子电池材料

**重点：**锂电池工作原理、锂离子电池负极材料、锂离子电池正极材料、电解质材料

**难点：**锂离子电池的工作原理、特点、结构组成

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

#### 第一节 概述

#### 第二节 锂离子电池工作原理

##### 一、工作原理

##### 二、特点

##### 三、结构组成

##### 四、与电池相关的基本概念

#### 第三节 锂离子电池负极材料

##### 一、石墨与石墨层间化合物

##### 二、其他类型负极材料

#### 第四节 锂离子电池正极材料

##### 一、正极材料的选择要求

##### 二、LiCoO<sub>2</sub> 正极材料

##### 三、其他类型正极材料

#### 第五节 电解质材料

##### 一、非水有机液体电解质

##### 二、聚合物电解质

### 三、无机固体电解质

#### 第六节 隔膜材料

### 第四章 燃料电池材料

**重点：**各种类型燃料电池的运行原理、燃料电池对电极材料的技术要求、燃料电池材料的制备方法等

**难点：**各种类型燃料电池的关键技术

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

#### 第一节 概述

##### 一、燃料电池的概念及分类

##### 二、几种燃料电池的研究现状

#### 第二节 质子交换膜型燃料电池

##### 一、质子交换膜燃料电池简介

##### 二、电催化剂

##### 三、多孔气体扩散电极

##### 四、质子交换膜

##### 五、双极板材料与流场

##### 六、电池组技术

#### 第三节 熔融碳酸盐燃料电池

##### 一、熔融碳酸盐燃料电池材料

##### 二、电池结构与性能

##### 三、MCFC 需解决的关键技术

#### 第四节 固体氧化物燃料电池

##### 一、固体氧化物燃料电池简介

##### 二、固体氧化物燃料电池材料

##### 三、电池结构与性能

### 第五章 太阳能电池材料

**重点：**太阳能电池光电转换的工作原理；硅太阳能电池的制备工艺；多元化合物薄膜太阳能电池的基本结构和特点。

**难点：**半导体的结构、太阳能电池的工作原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教



学手段,采用启发式和参与式教学方式,课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

### 第一节 太阳能电池发展概况

一、太阳能电池的种类

二、太阳能电池的特点

三、太阳能发电的方式

### 第二节 太阳能电池工作原理

一、半导体的结构

二、太阳能电池的工作原理

### 第三节 太阳能电池的结构与特性

一、太阳能电池的结构

二、太阳能电池的特性

三、太阳能电池的等效电路

### 第四节 标准硅太阳电池制备工艺

一、硅材料的基本性质

二、冶金硅制备

三、高纯多晶硅制备

四、太阳能电池单晶硅和多晶硅的制备

五、硅太阳能电池片的制备

六、太阳能电池组件制备

### 第六节 各种太阳能电池

一、硅太阳能电池

二、钙钛矿太阳能电池

三、染料敏化太阳能电池

四、其他类型太阳能电池

## 第六章 半导体照明发光材料

**重点:** LED的基本结构、工作原理、类型,各种不同半导体发光材料的特点

**难点:** Ce离子掺杂钇铝石榴石荧光材料的光致发光原理与特点等

**课程思政:**“碳达峰碳中和”目标下,加快绿色低碳和生态文明建设,节能降碳,推进能源革命,优化能源结构,大力发展新能源,提高能源利用效率。科学精神,人文素养,使命担当。

**教学方法与手段:**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行,利用多媒体教学手段,采用启发式和参与式教学方式,课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

### 第一节 发光与发光材料

一、光致发光与电致发光

二、发光材料的主要性能表征

## 第二节 LED 发光材料

- 一、LED 的发展概况
- 二、LED 的结构及工作原理
- 三、LED 光源特点
- 四、照明用 LED 特性
- 五、LED 产业链构成

## 第三节 半导体发光材料

- 一、砷化镓 (GaAs)
- 二、氮化镓 (GaN)
- 三、其他类型半导体发光材料

## 第四节 LED 用荧光粉

- 一、铈掺杂钇铝石榴石
- 二、白光 LED 用发光材料的深入研究与新体系探索

## 第五节 OLED 发光材料

- 一、有机半导体
- 二、OLED 的发光原理与结构
- 三、OLED 照明

## 第七章 相变储能材料

**重点：**各种新型储能材料及其在建筑节能和太阳能中的应用

**难点：**相变储能基本原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

### 第一节 相变储能的基本原理

### 第二节 相变材料的分类

- 一、固-液相变储能材料
- 二、固-固相变储能材料
- 三、相变储能材料的筛选原则

### 第三节 几种相变储能材料

- 一、无机水合盐
- 二、有机相变材料
- 三、金属及合金

### 第四节 相变储能材料的工程应用

- 一、相变储能材料在建筑节能中的应用
- 二、相变储能材料在太阳能中的应用
- 三、相变储能材料在其他方面的应用

## 第八章 超级电容器材料

**重点：**超级电容器的一般结构和工作原理

**难点：**双电层电容存储原理和法拉第赝电容存储机理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

### 第一节 超级电容器的概述

- 一、超级电容器的基本介绍
- 二、超级电容器的一般结构
- 三、超级电容器的应用

### 第二节 超级电容器的工作原理

- 一、双电层电容存储机理
- 二、法拉第准（赝）电容存储机理
- 三、超级电容器的特点

### 第三节 超级电容器电极材料

- 一、碳材料
- 二、金属化合物

### 第四节 超级电容器电解液

- 一、水系电解质
- 二、有机/离子系电解质

## 第九章 非锂离子金属离子电池材料

**重点：**非锂离子电池的工作原理和种类

**难点：**非锂离子电池的工作原理

**课程思政：**“碳达峰碳中和”目标下，加快绿色低碳和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构，大力发展新能源，提高能源利用效率。科学精神，人文素养，使命担当。

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与线上自学相结合的混合式教学模式进行，利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，课堂教学部分对主要知识点采用启发式、讨论式、前沿案例解读等教学方法讲授。

### 第一节 引言

- 一、非锂离子金属离子电池的工作原理
- 二、非锂离子金属离子电池的种类

## 第二节 钠离子电池材料

### 一、发展概况

### 二、钠离子电池工作原理

### 三、钠离子电池负极材料、正极材料、电解质材料、隔膜材料

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业题量	备注
章节	主要内容	讲授	实验	实训	课外	讨论	习题	小计		
1	概述	2						2		
2	金属氢化物镍电池材料	4						4		
3	锂离子电池材料	5				1		6	1	
4	燃料电池材料	4						4		
5	太阳能电池材料	5				1		6	1	
6	半导体照明发光材料	4						4		
7	相变储能材料	2						2		
8	超级电容器材料	2						2		
9	非锂金属离子电池材料	2						2		
合计		30				2		32	2	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

吴其胜. 新能源材料. 上海: 华东理工大学出版社. 2017年6月。

### (二) 教学参考书

[1] 艾德生, 高喆. 新能源材料——基础及应用. 北京: 化学工业出版社. 2010年1月。

[2] 朱继平. 新能源材料技术. 北京: 化学工业出版社. 2015年1月。

[3] 王革华. 新能源概论. 北京: 化学工业出版社. 2012年1月。

## 八、其他说明

本课程教学大纲尚需说明的事项, 如习题或作业的内容和要求等。

1) 作业内容为: 课堂讨论, 学生分组调研文献、讨论整理的 PPT 汇报文档。

2) 开卷考试课程论文题目设计将结合当前国内外研究热点。

# 《无机功能材料》课程教学大纲

## (Inorganic Functional Materials)

执笔者：熊帮云

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机化学，材料科学基础		
后续课程	半导体材料与器件、薄膜材料与技术		

### 二、课程简述（300 字左右）

《无机功能材料》是为材料化学专业本科生开设的一门专业任选课程。本课程涉及的知识面广且多学科交叉，内容涉及无机功能材料结构、表征方法及应用、无机功能材料的主要制备方法；重点介绍超细功能粉体、催化功能材料、发光功能材料、半导体材料、高性能导电材料及功能矿物材料的制备、表征及性能，包括相关基础理论、制备技术、结构性能关系等，并结合实例介绍了无机功能材料在现代许多领域的应用。

通过本课程的学习，主要使学生了解功能材料的概况，掌握几类主要功能材料的特征和制备方法，为从事相关领域工作打下基础和激发研究兴趣。通过课堂讲授、课堂讨论和课后作业等环节的教学，重点培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	权重
------	-----------------	----

毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	H
毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	M
毕业要求 8.职业规范：具有人文社会科学素养和社会责任感，遵守职业道德和规范。	8-2 能够在材料生产过程中遵守工程职业道德规范并履行责任。	L
毕业要求 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。	12-1 具有自主学习和终身学习的意识。	L

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

本课程采用现代化教学手段，授课全部采用多媒体电子课件，突出了教学的重点和难点，增大了课堂容量，能有效激发学生学习兴趣，有强烈的感染力和丰富的表现力。同时，辅助于黑板图示或补充解释难点问题。为了适应改革发展中社会对人才的需求，在教学中，不断更新教学观念、教育思想和教学内容，及时将课程思政元素和本课程相关科研成果注入教学中，不断实践，深入探索，总结经验，积极进行改革和教学实践，广泛吸收先进的教学经验，及时交流学习、改进课堂教学。课程思政建设已经成为高校实现“三全育人”重要举措和构建“大思政”教育工作格局的重要组成部分。课程思政是新时代立德树人的必要途径和客观要求，是培养德才兼备的高素质人才的重要举措。在高校专业课中实施课程思政尤为重要。不同的教学模式可以与专业课程思政建设相互融合，达到“三全育人”的效果。

以各类无机功能材料的制备与性能为例，教师先讲解基础知识，使学生了解和掌握对应的基本知识点；接着借助故事、图片和视频等再现材料制备的情景，实施情景再现教学，使学生产生身临其境的感受，从而主动学习无机功能材料的制备过程；然后循序渐进地引入课程思政元素，让学生在潜移默化中感受民族自豪感、工匠精神、团队分工合作的魅力和创新精神；最后让学生思考、分析所学课堂教学内容，建立知识框架图。这样的教学过程不仅能够使学生轻而易举地理解和掌握相关知识，还可以有效提高学生的学习兴趣，促进他们对传统文化、工匠精神、团队精神和创新精神的传承与发展，使思政教育更加深入。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

本课程旨在介绍多种典型的无机功能材料的制备、表征及性能，并介绍多类无机功能材

料的新理论、新技术和新工艺，通过本课程的学习，使学生：

目标一：初步掌握功能材料的合成与制备的基本化学原理与方法，基本了解功能材料合成与制备过程的化学现象、化学反应特征、物理化学性质和结构。

目标二：较深入地了解近代材料化学研究领域的一些新理论、新方法以及新材料，基本掌握主要功能材料的种类、性能特点及应用。

目标三：了解如何从化学角度去开发材料的功能特性，并具备运用所学的知识开发与设计新的功能元器件的基本素质。

## （二）考核方式

课程考核以撰写课程论文的方式，以无机功能材料为主题，可撰写某种类别的无机功能材料的综述性文章，也可写制备某种特定无机功能材料的总结性论文。课程论文字数不少于3000字，格式按照毕业论文要求，包含封面、中英文摘要和关键词、参考文献等。

## （三）成绩评定

总评成绩包括课程论文（占70%）和平时成绩（占30%），平时成绩包括上课出勤率、课堂表现和作业完成情况等。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 第1章 绪论

**重点：**无机功能材料的表征、无机功能材料的应用

**难点：**无机功能材料的表征、无机功能材料的应用

**课程思政：理论自信和文化自信。**绪论课的基本目标是使学生了解无机功能材料的概况、课程的授课目标、学习方法和考核形式。绪论课是思政教育最好最恰当的起点，本部分的思政教育目标是坚定学生的理论自信和文化自信。通过对我国材料和当代先进技术的讲解，如讲解人类的发展史就是材料的发展史，具体讲解我国无机功能材料的制备、表征和应用，加强学生对专业和课程的理解，增强文化自信。通过讲解材料发展卡脖子的关键技术难题，国际紧张的材料竞争环境，中国制造2025的具体内容，提高学生学习专业的紧迫感、责任感和使命感。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第1.1节 功能材料

一、功能材料概述

二、光学材料

三、电学材料

四、磁性材料

五、声学材料

六、热性能材料

## 第 1.2 节 无机功能材料概述

- 一、无机功能材料的现状
- 二、无机功能材料的结构
- 三、无机功能材料的性能

## 第 1.3 节 无机功能材料的表征

- 一、材料结构表征
- 二、物理性能表征
- 三、化学性能表征

## 第 1.4 节 无机功能材料的应用

- 一、航空航天应用
- 二、光电子信息材料
- 三、能源材料
- 四、智能材料
- 五、交通运输产业
- 六、生物医用材料工程
- 七、功能陶瓷材料
- 八、环境保护材料

## 第 2 章 无机功能材料合成方法

**重点：**溶胶-凝胶法、水热法、溶剂热法、电化学法

**难点：**溶剂热法、电化学法

**课程思政：绿色材料与绿色化学。**人们的生产生活离不开形形色色的材料。然而，材料学科发展至今，人们对于生产、制备、使用材料过程中的绿色环保理念还没有引起足够的重视。在材料的设计、开发或者加工生产的过程中，人们往往使用了很多有毒有害，或者排放对地球环境造成污染的物质。有些产品被利用后无法被降解，或者在降解过程中释放对人类健康或者环境不利的物质，这些都需要工程师在研发过程中进行综合考量，从设计和制备的源头利用绿色化学手段生产和制备绿色材料。在进行材料的化学合成时，人们选用的技术和方法将直接导致生产过程和生产产品或副产品是否对人体健康、社会安全或者是生态环境产生危害。因此，在教学相关知识时，教师应从原料、催化剂、溶剂或者其他化学试剂入手，引导学生在制备材料的过程中正确分析和选择生产技术和方法，在考量环境保护、健康保护的同时，考虑能源资源的节省，并有意识减少废弃物的排放。这样才能使学生明确防止污染应优于处理污染，将原料到产品的转换率尽量提升至 100%，设计和制备材料的过程中也应考虑生成物毒性对人类和社会的影响。因此，我们应尽量避免毒性。助剂如果不能循环使用，我们就应尽量减少对助剂的使用。在整个制备过程中，能量应遵循最小原则，合成方法尽量在常温常压下完成，节约原料，避免衍生，生产的材料最后应可降解为无害物质。如果有有害物质产生，那么我们就应在物质生成前就开始进行控制，同时要注意化学操作的安全性，将化学事故发生率减少到最小。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。



## 第 2.1 节 溶胶-凝胶法

- 一、基本原理和特点
- 二、反应过程
- 三、Sol-Gel 法的应用现状

## 第 2.2 节 沉淀法

- 一、直接沉淀法
- 二、共沉淀
- 三、均匀沉淀法
- 四、水解沉淀法

## 第 2.3 节 水热法

- 一、基本原理
- 二、反应介质水的性质
- 三、水热合成设备
- 四、主要工艺流程
- 五、水热法制备无机粉体

## 第 2.4 节 溶剂热法

- 一、基本原理
- 二、有机溶剂的性质
- 三、溶剂热合成纳米材料
- 四、水热合成的特点
- 五、水热反应的基本类型

## 第 2.5 节 电化学法

- 一、模板电化学法
- 二、超声电化学法
- 三、稳定剂保护下的电化学法
- 四、电化学法的应用

## 第 2.6 节 微波法

- 一、微波及其特性
- 二、微波加热机理
- 三、微波促进反应的机理
- 四、微波在材料合成中的应用

## 第 2.7 节 浸渍法

- 一、基本原理及特点
- 二、浸渍法在材料制备中的应用

## 第 2.8 节 冷冻干燥法

- 一、冷冻干燥法的原理
- 二、冷冻干燥法在材料合成中的应用

## 第 3 章 超细功能粉体材料的制备

**重点：**超细功能粉体的特性、超细功能粉体的制备技术、超细粉体的制备工艺

**难点：**超细粉体的制备工艺

**课程思政：大国工匠精神。**材料的制备工艺根据材料的结构、分类不同而不同，但又有相通之处。通过这一部分的学习，让学生们了解材料制备和测试性能的诸多方法，以及相关仪器设备。在介绍和讲解各种制备方法和仪器设备的过程中，适时引入国内外的重要科学进展，让同学们感触到科技兴则民族兴，少年强则国家强。为实现技术的核心掌控，离不开刻苦钻研，扎实肯干的工匠精神。工匠精神的教育意义，在于学生们职业理想的教育，也在于学生们职业素养的教育。大学的学习，是为国家培养杰出的人才，而这样的人才不仅仅具备扎实的理论基础，熟练的技术能力，卓越的创新精神，更要有踏实劳作的工匠精神。每个人都应对国家的兴衰负责，努力丰富自己的知识，为国家的发展贡献自己的力量。让学生明白，真正掌握核心技术，离不开勤奋的研究和扎实的工匠精神，以此来增加学生们学习的动力。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 3.1 节 超细功能粉体的特性

- 一、引言
- 二、超细粉体的特性
- 三、超细粉体的应用

### 第 3.2 节 超细功能粉体的制备技术

- 一、超细粉碎技术进展
- 二、搅拌磨超细粉碎技术
- 三、搅拌磨的新进展

### 第 3.3 节 超细粉体的制备工艺

- 一、引言
- 二、实验过程
- 三、实验结果与分析

### 第 3.4 节 搅拌磨超细粉碎的产品特性

- 一、产品的平均粒径
- 二、产品的 TEM 形貌
- 三、产品的白度

### 第 3.5 节 助磨剂作用机理的讨论

- 一、助磨剂对超细粉碎行为的影响
- 二、助磨剂对粉体表面的作用

三、助磨剂的吸附特性

四、助磨剂的吸附模型

### 第 3.6 节 搅拌磨超细粉碎行为的研究

一、基础方程

二、搅拌磨超细粉碎方程的建立

### 第 3.7 节 小结

## 第 4 章 超细功能粉体用于高性能陶瓷

**重点：**几种陶瓷材料的制备

**难点：**几种陶瓷材料的制备

**课程思政：文化自信和工匠精神。**中国是瓷器的发源地，最早的瓷器产生于东汉时期，到唐宋时期制瓷技术已经高度完善。在江西昌江之南的昌南镇（现名景德镇）有一个高岭村，产高岭土，是一种以高岭石为主要原料的黏土，具有良好的可塑性和黏结性，以及高耐火度和稳定性的化学性能。选用高岭土制成的瓷器具有“白如玉、明如镜、薄如纸、声如磬”的特点，与陶器有明显的区别。该地从宋代开始因瓷器发展逐渐强大，到元代已经成为制瓷中心。通过丝绸之路，瓷器传到了欧洲各地，其精美神奇令欧洲人大为惊叹。1717 年欧洲的萨克森王国国王奥古斯都二世用 600 名全副武装的萨克森骑兵换取了普鲁士王国威廉一世的 127 件中国瓷器，震惊了整个欧洲。全欧洲都知道这是来自“昌南镇”的瓷器。于是，南方方言的“Changnan”传到欧洲，就变成了“China”。虽然昌南镇在北宋景德年间改名为景德镇，但是“China”这个单词一直流传并使用至今。在当时的欧洲，瓷器的价值与黄金不相上下，瓷器被称为“白色的黄金”，成为欧洲的奢侈品代表，是大家梦寐以求的对象。1698 年，法国传教士昂特柯莱（中文名殷弘绪）来到中国，在景德镇研究陶瓷的制作技艺，终于发现了中国瓷器的“秘密”。1712 年，他在《中国瓷器的制造》一书中正式向欧洲介绍了高岭土，于是拉丁文“Kaoling”传遍了整个欧洲。从此，欧洲各国的制瓷技术开始发展起来，对全世界的瓷器生产带来了巨大的影响。19 世纪中叶，德国地质学家李希霍芬来高岭村考察后，将“Kaoling”修改为“Kaolin”，这个名字成为目前世界通用的制瓷原料专用矿物名称。文化自信是一个民族、一个国家以及一个政党对自身文化价值的充分肯定和积极践行，是对文化生命力持有的坚定信心。陶瓷的制备过程体现着中国古代人民的智慧，通过丝绸之路，中国的陶瓷传播到了欧洲各地，这为中国打开了通往西方的贸易大门，促进了社会经济、科技文化的发展和东西方人民的友好往来。如今，得益于我国经济的快速发展，“一带一路”沿线的六十多个国家和地区已经成为全球经济增长最快的地区。“一带一路”倡议已经成为国际合作中赫赫有名的“中国方案”，不仅体现了我国坚持改革开放的信心和决心，而且顺应了全球治理体系变革的需求，促进了沿线国家的经济发展和融合。由此可见，无论是古代的丝绸之路，还是现代的“一带一路”，都体现了我国有信心、有能力走向世界和融入世界。以上分析有利于激发学生的民族自豪感、历史使命感和社会责任感。西汉时期中国的工匠发明了水碓，该工具被应用在景德镇陶瓷制备过程中的原料粉碎环节，代替人工劳动完成生产作业。这是陶瓷制备工艺中用来提高劳动生产效率、减轻体力劳动的重要工具，也可以说是工业化的雏形。水碓体现了工匠精神，是中国传统文化的宝贵财富。凭着工匠精神，中国古代人民在工程领域发明和创造了许多新鲜事物，如青铜弩机、齿轮、活塞式风箱、翻车、龙骨水车、风扇车、独轮车、水排等，这些发明创造是今天许多领域的技术基础。如今，工匠精神在长期实践中进一步具化为“执着专注、精益求精、一丝不苟、追求卓越的工匠精神”。工匠精神的传承为社会培养更多高技能人才和大国工匠奠定了基础。工匠精神是创新创业的重要精神源泉，大力弘扬工匠

精神有利于培养学生成为懂技术、守信念、敢担当、讲奉献的高技能人才和大国工匠。  
**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第 4.1 节 概述

- 一、陶瓷材料的发展要求
- 二、超细粉体与新型陶瓷材料

#### 第 4.2 节 实验方法

#### 第 4.3 节 陶瓷粉末原料的制备

#### 第 4.4 节 高强滑石瓷的制备

#### 第 4.5 节 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 陶瓷材料的制备

- 一、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  陶瓷材料的性能
- 二、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  陶瓷材料的显微结构

#### 第 4.6 节 Talc/SiC 陶瓷材料的制备

- 一、Talc/SiC 陶瓷材料的性能
- 二、Talc/SiC 陶瓷材料的显微结构

#### 第 4.7 节 Mullite/SiC 陶瓷材料的制备

- 一、Mullite/SiC 陶瓷材料的性能
- 二、Mullite/SiC 陶瓷材料的显微结构

#### 第 4.8 节 超细粉体与陶瓷材料性能关系的讨论

- 一、粉末原料与陶瓷性能
- 二、有关陶瓷增韧的讨论

#### 第 4.9 节 小结

### 第 5 章 催化功能材料的合成与性能

**重点：**催化功能材料简介、几种催化功能材料的合成与性能

**难点：**几种催化功能材料的合成与性能

**课程思政：科技创新精神和科学家品质。**催化功能材料是无机功能材料的重要组成部分之一。主要介绍几种催化功能材料的制备、表征和应用等。在课堂的讲解过程中，可以从 2007 年石油化工催化剂专家闵恩泽院士获国家最高科技奖，引出与本门课程相关的 7 位国家最高科技奖得主：闵恩泽、徐光宪、师昌绪、张存浩、赵忠贤、屠呦呦、王泽山，并分享七位科学大师的故事。从诺贝尔化学奖得主 Richard Smalley 提出的“未来五十年人类面临的十大问题”中最重要 的贫穷和环境问题，引出中国减贫的伟大成就和全球增绿的中国贡献，以及习近平总书记提出的碳达峰、碳中和目标，彰显中国负责任的大国担当。可以从纳米光催化材料在生活中的应用引入，这对于学生们明白学以致用，自主创新的道理和精神非常有帮助。介绍各种催化功能材料的过程中，可以结合自身及其他教师的科研课题，在课堂上多多展示纳米催化功能材料实物，也可以在课堂上演示一些比较简单易操作的材料制备过程，引起更多同学的学习热情和探究热情。让同学们不仅眼睛看，耳朵听，甚至可以双手操作。这样的感官刺激可以使他们对材料的认识从感性上升到理性，学习知识从被动到主动。在这样的教学氛围下，以及教师正确的引导下，既调动了课堂上的学习积极性，

又激发了他们思考探索、实践创新的科学热情。对于培养学生们科技创新的思路与能力，体会理论联系实际的重要意义，增强学习科学理论知识的兴趣都具有非常重要的意义。  
**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第 5.1 节 催化功能材料简介

- 一、催化材料的发展
- 二、催化材料的分类
- 三、催化材料的特性

#### 第 5.2 节 纳米氧化钛结构与制备

- 一、TiO<sub>2</sub> 的结构与性质
- 二、TiO<sub>2</sub> 的光催化原理
- 三、TiO<sub>2</sub> 的溶胶-凝胶法制备及表征
- 四、TiO<sub>2</sub> 的冷冻法制备及表征

#### 第 5.3 节 纳米氧化钛复合材料的制备及表征

- 一、CeO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> 的制备与表征
- 二、WO<sub>3</sub>/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub> 的制备与表征
- 三、SnO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> 的制备与表征

#### 第 5.4 节 TiO<sub>2</sub> 基功能材料用于污染物治理

- 一、工业有机污染物
- 二、工业污染物的治理
- 三、掺杂纳米 TiO<sub>2</sub> 用于催化降解有机污染物

#### 第 5.5 节 纳米 CdS 的合成与性能

- 一、CdS 的合成
- 二、纳米 CdS 的光催化性能

#### 第 5.6 节 纳米 Cu<sub>2</sub>O 的合成与性能

- 一、Cu<sub>2</sub>O 简介
- 二、纳米 Cu<sub>2</sub>O 的电化学法合成及其光催化性能研究
- 三、纳米 Cu<sub>2</sub>O 的化学还原法制备及其光催化性能研究

#### 第 5.7 节 纳米 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的合成

- 一、纳米 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的合成
- 二、纳米 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的表征

### 第 6 章 发光功能材料的合成与性能

**重点：**发光材料概述、几种发光功能材料的合成与性能

**难点：**几种发光功能材料的合成与性能

**课程思政：科学家精神。**科研工作者通过坚持不懈的努力为自然科学的发展做出了杰出贡

献，推动了科学事业的发展，改善了人类生存环境，加快了人类社会文明进步的脚步。科学家们推动科学发展、人类文明进步的过程中，形成了一系列伟大的科学家精神，值得我们学习。比如“光纤之父”高锟先生的勇攀高峰、敢为人先的创新精神，这些科学家精神是激励大学生努力学习、不懈奋斗的动力，课程教学过程中，我们以这些科学家为榜样，不断鼓励青年学子们努力奋进，不断进取，最终实现个人梦与中国梦的结合，在实现中国梦的过程中放飞青春梦想，实现个人价值。在自然科学发展过程中，我国取得了一系列辉煌成就，完成了许多超级工程。在光纤光缆制造领域中，我国亨通光电集团积极创新，自主研发的“高可靠海洋光纤光缆关键技术与成套装备”项目打破国外技术垄断，解决了我国海洋信息高速公路的自主可控安全性。我国在自然科学不同领域取得的许多成就能够增强大学生对祖国的认同感，激发他们的爱国情怀。虽然我国在一些自然科学领域取得了不少成绩，但相对于世界高科技的发展，在部分领域仍存在差距与不足，比如，在制造领域中 130 多种关键基础材料 32%在中国是空白，52%靠进口，如光纤预制棒制造用主要材料目前仍需进口。课程教学中引入这些思政元素能够增强大学生的忧患意识，激发他们的学习热情，提高责任意识。当今的中国是世界制造大国，正在向制造强国迈进。光纤光缆制造不单单是自然科学技术的应用，还关涉道德、人文、生态和社会等诸多维度的问题，这使得工程师面临特别的义务或责任。优秀工程师应具有高尚的职业道德、良好的职业精神和必备的工程伦理，缺少这些素质的工程师是不合格的。本课程将会把工程师的工程伦理和职业精神培养贯穿于课前、课中、课后等教学全过程中。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

#### 第 6.1 节 发光材料概述

##### 一、发光材料定义

##### 二、基本概念

##### 三、发光材料的分类

##### 四、光致发光材料

#### 第 6.2 节 纳米 CdS 的发光性能

#### 第 6.3 节 纳米 ZnS 的合成与性能

##### 一、纳米 ZnS 的合成与表征

##### 二、纳米 ZnS 的发光性能

##### 三、纳米 ZnS 的发光机理探讨

##### 四、掺杂纳米 ZnS 的合成与性能

#### 第 6.4 节 掺杂 $ZrO_2$ 纳米材料的制备与性能

##### 一、氧化锆的性质

##### 二、 $Sm^{3+}$ 掺杂纳米 $ZrO_2$ 的合成与表征

##### 三、 $Y^{3+}$ 掺杂纳米 $ZrO_2$ 的合成与表征

##### 四、掺杂纳米 $ZrO_2$ 的发光性能及其机理

### 第 7 章 半导体材料的合成与性能

**重点：**半导体材料简介、几种半导体材料的合成与性能

**难点：**几种半导体材料的合成与性能

**课程思政：科学家事迹和家国情怀。**中国半导体物理的奠基人黄昆先生在英国留学期间已经是一名出色的物理学家，可以在英国获得很好的生活条件，但他在学成后毅然归国，将全部身心都投入到祖国的半导体建设中。利用黄昆先生立志求学经历、回国后为我国半导体奉献毕生心血等事迹，展现我国半导体物理的诞生历史。在这样的教学过程中，能够润物细无声地培养学生的爱国主义精神，帮助其树立家国情怀，引导青年学生树立正确的人生观，将个人发展与国家发展相联系，实现自我人生价值。通过讲述中国半导体领域的一些突破性技术，如林兰英的材料制备技术、王守武的器件应用等，均能给学生们提供鲜活的思政素材。如授课内容中加入我国第一个晶体管的诞生、第一个激光器的制备等中国科学家的事迹和贡献，增加趣味性真实性，增强学生的民族自信和文化自信、提高学生分析解决物理相关问题的能力、培养学生吃苦耐劳、勇于创新的工匠精神，引导学生学习前辈们的精神，立志为祖国的半导体事业奋斗。在教学中，可以结合中国国情，让学生了解国内的半导体产业现状和差距。结合具体事例介绍我国和国际上半导体行业的发展现状，让学生深刻了解到我国的核心技术、制造设备跟美国、日本等国家还存在一定差距。国家要强大，必须有强大的科技力量作为支撑。目前，我国的“卡脖子”技术主要聚焦在半导体技术上，教师要注重培养学生的爱国主义精神，国家好个人才能好，进而激发学生为祖国的半导体事业奋斗的志向。在半导体技术应用方面，让学生了解我国的一些科技企业，例如通过华为等业企为器件研发、芯片研发付出的坚持和努力的具体事例，引导学生将科学知识学习同社会主义核心价值观、科学精神同向同行，最终达到协同效应的教学效果。在教学过程中，为了更好地让同学们树立家国情怀，有必要讲述历史上的特殊年代，比如：中国科技先驱“摸石头过河”制备微电子芯片的过程，在极其困难的环境下，是他们的努力使得国内的很多半导体技术实现了重大突破等。特殊时期，科技先驱们强烈的民族责任心、高度的国家使命感无疑是驱使他们敢于开拓、勇于创新、不惧困难、勇于担当、不辱使命的巨大动力，这些重大历史事件激励着青年学生自觉把国家和民族的事业作为崇高的理想追求，立志成为勇担使命、勇于创新、勇于开拓、勇做时代的弄潮儿。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 7.1 节 半导体材料简介

- 一、半导体材料简史
- 二、半导体导电的基本原理
- 三、半导体的主要性质
- 四、半导体材料的分类
- 五、半导体材料应用及其发展趋势

### 第 7.2 节 纳米 CoO 的合成

- 一、CoO 的性质
- 二、实验部分
- 三、结果与讨论

### 第 7.3 节 纳米 NiO 的合成与结构分析

- 一、NiO 的性质
- 二、纳米 NiO 的合成与结构分析

### 第 7.4 节 纳米 Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub> 的合成与性能

- 一、Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub> 的性质

- 二、纳米  $\text{Co}_3\text{S}_4$  的合成与表征
- 三、纳米  $\text{Co}_3\text{S}_4$  的性能
- 第 7.5 节 纳米  $\text{SnS}_2$  的合成与表征
- 一、简介
- 二、纳米  $\text{SnS}_2$  的合成
- 三、纳米  $\text{SnS}_2$  的表征
- 第 7.6 节 纳米  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  的合成与性能
- 一、 $\text{Sb}_2\text{S}_3$  的性质
- 二、纳米  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  的合成与表征
- 三、纳米  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  的电化学性能

## 第 8 章 导电粉末的制备与性能

**重点：**导电粉末简介、超细基体材料的制备、几种导电粉末的制备与性能

**难点：**几种导电粉末的制备与性能

**课程思政：文化自信。**从古至今，中国科学家和华裔科学家在人类科学、技术发展史上做出的卓越贡献，以及新中国成立以来我国在科技和产业发展领域所取得的伟大成就。文化自信是一个国家、一个民族发展中更基本、更深沉、更持久的力量。没有高度的文化自信，没有文化的繁荣兴盛，就没有中华民族伟大复兴。我国科研工作者在超导领域做出的卓越贡献有：中国科学家吴茂坤、赵忠贤等制备出 Y-Ba-Cu-O 超导体；薛其坤等研发的铁基超导材料；天才少年曹原发现的石墨烯超导材料。通过本章课程，在给同学们讲授科学和技术发展中专业知识的同时，与同学们分享不同历史时期中国科学家胸怀祖国，为中华民族救亡图存，伟大复兴，百折不挠，科学和产业报国的故事，启迪同学们的精神追求和人生追求，形成为中华民族伟大复兴奋勇前进的精神力量。鼓励同学们坚守中华文化立场，立足当代中国现实，结合当今时代条件，发展面向现代化、面向世界、面向未来的科学技术。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

### 第 8.1 节 导电粉末简介

- 一、导电粉末现状与发展
- 二、导电粉末的分类
- 三、导电粉末的应用

### 第 8.2 节 超细基体材料的制备

- 一、基体材料的性能和要求
- 二、原料及实验过程
- 三、结果及分析
- 四、结论

### 第 8.3 节 铋锡复合导电氧化物

- 一、铋锡氧化物概述
- 二、 $\text{SnO}_2$  纳米晶的合成



三、Sb 掺杂 SnO<sub>2</sub> 的合成

四、纳米 Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的合成与性能

第 8.4 节 复合导电粉末的制备

一、复合导电粉末的制备原理

二、Sb 掺杂 SnO<sub>2</sub>/BaSO<sub>4</sub> 导电粉末的制备

三、铋掺杂氧化锡的缺陷与能级效应

第 8.5 节 导电粉末用于高性能材料

一、SSB 粉末在涂层中的导电机理

二、导电粉末的应用特性

三、导电涂层的制备

第 9 章 功能矿物材料的制备与应用

**重点：**功能矿物材料简介、几种功能矿物材料的制备与应用

**难点：**几种功能矿物材料的制备与应用

**课程思政：实事求是与杜绝学术造假。**在人生中，挫折总是存在的，正如在科学研究中实验的失败是常有的事情。我们不能因为实验的失败而杜撰实验数据，也不能因人生中遇到的挫折和失败放弃生命。小小的一份抄袭的实验报告或者作业，可能就是学术造假或者剽窃的开始。因此，对待所有的作业和实验，我们都要秉承实事求是的科学理念，从小处对自身的言行进行约束，培养实事求是、坚持真理的科学价值观。这一点在绝大多数的科学家身上都有体现。科学研究的是建立在事实的基础之上的，它不像艺术可以展开丰富的想象，用饱满的感情去描绘艺术景象。这就注定了理工科学生要通过实验、论证、推理、佐证一步步接近科学中的“真相”。因此，在实验和论证的过程中，我们必须以理性客观的态度来对待，绝不能弄虚作假或者马虎大意。严谨求实是作为科学家的基本素养。无数个成功的科学实验都是建立在一次次失败的实验基础上的。在失败的实验中，如何学会分析失败的原因，改进实验的条件才是我们应该注重的。如果没有千百次失败的实验，就不会有电灯的诞生、666 农药的研制成功。只有真实客观的实验数据，才能帮助总结失败的实验经验，最终寻找到成功的实验道路。同时，在进行学术和科学研究的过程中，严谨和认真的态度是获得真实实验结果的必要保障，在实验数据中因为“马虎”而导致的错误实验信息，将会直接导致实验失败，甚至在生产或生活中造成巨大的财产乃至生命的损失。因此，正确引导学生在求学过程中培养严谨的实事求是精神也是不可或缺的。

**教学方法与手段：**本章作为一般性的概念和基础知识，要求学生进行课前预习，课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第 9.1 节 功能矿物材料简介

一、矿物资源制备功能材料

二、功能矿物材料结构与性能的关系

三、功能矿物材料的加工技

第 9.2 节 超微细 SiO<sub>2</sub> 的制备与应用

一、SiO<sub>2</sub> 概述

二、超微细 SiO<sub>2</sub> 的制备

三、高纯 $\text{SiO}_2$ 的制备 四、超微细 $\text{SiO}_2$ 的表面改性 五、高纯超微细 $\text{SiO}_2$ 的应用 第 9.3 节 高纯 $\text{FeS}_2$ 粉体制备与应用 一、 $\text{FeS}_2$ 的发展现状 二、高纯 $\text{FeS}_2$ 的制备与结构表征 三、高纯 $\text{FeS}_2$ 在热电池中的应用 第 9.4 节 矿物粉体的提纯与应用 一、矿物粉体提纯的物理化学基础 二、萤石的提纯与应用 三、锆英砂的提纯与应用
---

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
1	绪论	2						2		
2	无机功能材料合成方法	4						4	1	
3	超细功能粉体材料的制备	4						4		
4	超细功能粉体用于高性能陶瓷	5						5	1	
5	催化功能材料的合成与性能	4						4	1	
6	发光功能材料的合成与性能	3						3		
7	半导体材料的合成与性能	4						4	1	
8	导电粉末的制备与性能	3						3		
9	功能矿物材料的制备与应用	3						3		
合计		32						32	4	

## 七、课程教材及主要参考资料

### 1) 教材

[1] 杨华明.《无机功能材料》. 北京: 化学工业出版社, 2007 年。

## 2) 主要参考书目

[1] 殷景华.《功能材料概论》. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2009 年。

[2] 陈玉安.《现代功能材料》. 重庆: 重庆大学出版社, 2011 年。

[3] 李延希.《功能材料导论》. 长沙: 中南大学出版社, 2011 年。

## 八、其他说明

无。

# 《陶瓷工艺原理》课程教学大纲

## (Principles of Ceramic Technology)

执笔者：张翼

审核人：许泳行

编写日期：2022年5月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无机化学、物理化学		
后续课程	材料化学专业综合实验		

### 二、课程简述

《陶瓷工艺原理》是材料化学专业一门重要的专业课程，内容以陶瓷材料的性质-结构-工艺之间的关系为纲，阐明材料的组成，键性，结构与性能的内在联系，讨论工艺方法对产品性能的影响，强调应用性。

《陶瓷工艺原理》是结合当地经济建设而开设的。目的在于让学生熟悉陶瓷生产中共性的工艺过程及过程中发生的物理-化学变化，能够从技术与经济的角度分析陶瓷生产中的问题和提出改进生产工艺技术方案。它的任务要求学生掌握课程所讲授的陶瓷理论知识，学会用理论知识来阐释陶瓷工艺原理，全面掌握陶瓷原理和陶瓷生产实际的联系。它的地位与作用集成学生的专业综合能力，使之更加符合市场需要。通过课程设计，以工作任务为依据，建立基于工艺过程的教育思想，在典型工艺上明确各项任务的要求等，突出了应用性培养的目标。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
毕业要求 1：工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决能源材料和功能性材料在化学合成与制备，科学研究，产业技术等方面的复杂工程问题。	指标点 1-3 了解材料的成分、结构（组成）、性能之间的关系并能够应用于材料工程问题的分析中。	L

毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实践需求的解决方案。	指标点 3-1 能够分析材料应用的特定需求确定具体的研发目标。	M
毕业要求 4.研究：能够基于材料科学、化学基本原理研究复杂工程问题，能够设计实验、创造实验条件、并整理和分析实验结果。	指标点 4-1 掌握材料性能测试分析的方法并理解其适用范围。	H

## （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本课程学习能够系统地掌握传统陶瓷基本的生产工艺过程和制备原理，理解制备过程中材料发生的物理-化学变化，掌握陶瓷原料、坯料、釉料的工艺特性及其与材料微观结构的关系，支撑指标点 1-3。通过了解陶瓷所具备的工艺性能及其对应的成型、烧结制备工艺，掌握材料应用性能与制备工艺之间的关系，支撑指标点 3-1。通过学习陶瓷原料、坯料、釉料的工艺性能及其性能测试分析方法，掌握其各项性能对于材料应用的影响，并能够初步评价材料性能的优劣，支撑指标点 4-1。

## 四、考核方式及成绩评定

### （一）考核目标

目标 1：掌握传统陶瓷材料的组成，键性，结构与性能的内在联系；

目标 2：掌握传统陶瓷的基本生产过程、重要工艺因素；

目标 3：掌握中国传统陶瓷悠久灿烂的历史文化；

目标 4：掌握工艺方法对陶瓷产品性能影响的分析能力。

### （二）考核方式

1) 以闭卷考试或撰写小论文的形式考察。

2) 本课程的命题考试将根据本大纲所规定的考试内容和考试目标来确定考试范围和考核要求。考试命题会覆盖各章，并适当突出重点章节，体现本课程的内容重点。

3) 小论文考察要求学生至少阅读五篇的相关专业文献，并进行归纳总结，写出不少于一千五百字的综述、技术或市场调研文章。

### （三）成绩评定

考试或小论文考察成绩占总评成绩 70%，平时成绩（包括平时上课考勤情况、听课情况、作业完成情况等）占总评成绩 30%。

## 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

### 绪论

**重点：**陶与瓷的区别，陶器到瓷器发展三阶段，三个飞跃，五大名窑。

**难点：**成瓷的三个条件。

**课程思政：**通过了解中国陶瓷技术的发展历程和辉煌成就，激发学生对于陶瓷传统文化的学习兴趣，建立民族自豪感及责任感。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短片、在线答疑、在线作业等。

第一节 陶瓷的概念与分类

第二节 我国陶瓷技术发展概述

一陶器起源与精品欣赏

二瓷器的起源和发展

三我国历代瓷器的成就

四制瓷技术的外传及其对世界陶瓷的影响

第三节 陶瓷在现代化建设的作用

第四节 陶瓷工业的现状与发展趋势

## 第一章 原料

**重点：**石英，长石，锆英石， $\text{TiO}_2$ ， $\text{PbO}$ ， $\text{ZnO}$  等氧化物类原料的晶型，特点及其转化。三大矿物组成，每种组成的晶型结构特点，使用特性。长石类原料的种类、特点等。陶瓷常用的其他辅助原料等。

**难点：**一些天然矿物的理论化学式，晶体结构及其高温下的转化规律，对陶瓷生产过程的影响等。

**课程思政：**通过了解中国陶瓷原料分布及储藏情况，分析我国历史上各种陶瓷名窑的原料来源于产品特点之间的关系，了解我国陶瓷原料来源丰富的优势。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短片、实物展示、在线答疑、在线作业、案例分析等。

### 第一节 原料分类

一概述；

二 原料分类；

#### 第二节 粘土类原料

一粘土的成因与分类；

二粘土的组成

三粘土的工艺性质

四粘土的加热变化

五粘土在陶瓷中的作用

六我国的粘土原料

#### 第三节 石英类原料

一石英种类和性质

二石英晶型转化

三石英在陶瓷生产中的作用

#### 第四节 长石类原料

- 一长石种类和性质
- 二长石的熔融特性
- 三长石在陶瓷生产中的作用
- 第五节 其它矿物原料
  - 一含碱硅酸铝类
  - 二碱土硅酸盐类
  - 三碳酸盐类
  - 四钙的磷酸盐类
  - 五高铝质矿物原料
  - 六锆英石
  - 七工业废渣
- 第六节 陶瓷原料标准化

## 第二章 坯料

**重点：**配方计算包括由化学组成计算配方，由实验公式计算配方，由矿物组成计算配方，由分子式计算配方，以及更换原料时的重配计算；坯料的成型性能及影普通陶瓷坯体形成过程的物理化学变化。

**难点：**配方计算包括由化学组成计算配方，由实验公式计算配方，由矿物组成计算配方，由分子式计算配方，以及更换原料时的重配计算。可塑泥团的流变特性，陶瓷泥浆的流变特性及影响因素。矿物煅烧时的变化。

**课程思政：**通过了解中国陶瓷坯料配方与国外配方的区别，分析我国陶瓷配方与产品特点之间的关系。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短片、实物展示、在线答疑、在线作业、案例分析等。

### 第一节 坯料的类型

- 一瓷器的坯料
- 二精陶的坯料
- 三其它陶瓷器

### 第二节 配料的依据

### 第三节 配料的计算

- 一坯料组成的表示方法
- 二配料的计算

### 第四节 坯料的成形性能

- 一可塑泥团的成形性能
- 二泥浆的成形性能
- 三压制用粉料的成形性能

## 第五节 调节坯料性能的添加剂

一 添加剂的种类

二 解凝剂的作用

三 塑化剂的构成

四 有机粘合剂的性能

## 第三章 釉料

**重点：**铅釉，石灰釉，长石釉的主要特性，釉料成分的种类，确定釉料组成的依据。

**难点：**配方计算包括由化学组成计算配方，由实验公式计算配方，由矿物组成计算配方，由分子式计算配方，熔块釉的计算以及更换原料时的重配计算。

**课程思政：**通过了解中国陶瓷釉料配方与国外配方的区别，分析我国陶瓷釉料的发展与古代工匠高纯的釉料制备工艺。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短片、实物展示、在线答疑、在线作业、案例分析等。

### 第一节 釉的作用及特点

一 釉的作用

二 釉的特点

### 第二节 釉的分类、制釉氧化物

一 釉的种类

二 制釉氧化物

### 第三节 确定釉配方的依据

一 釉配方的物理化学基础

二 釉料配方的配制原则

三 釉料配方的确定

### 第四节 釉料配方的计算

一 釉料的表示方法

二 釉式的计算

三 釉料配方的计算

## 第四章 显微结构与性质

**重点：**釉料冷却过程的变化，釉的熔融温度范围，釉的粘度与表面张力，釉的化学稳定性，坯釉适应性，釉熔体的析晶过程，影响釉熔体析晶的因素，析晶对釉面光学性质的影响。

**难点：**釉料加热过程的变化，釉层中气泡的产生，釉料与坯体的作用，长石质透明釉，乳浊釉的显微结构，釉的热膨胀性，釉的弹性，釉的硬度，釉的介电性质。

**课程思政：**通过介绍陶瓷显微结构特性与性能间的关系，让学生理解材料外在性能表现与内在结构的关系，同时通过坯釉适应性的例子分析个人与集体的关系。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短



片、实物展示、在线答疑、在线作业、案例分析等。

### 第一节 陶瓷坯体的显微结构

一显微结构的形成

二工艺因素对显微结构的影响

### 第二节 釉层的显微结构

一透明釉

二乳浊釉

三高温颜色釉

四半导体釉

### 第三节 釉层的形成过程

一釉料在加热过程中的变化

二釉层冷却时的变化

三釉层内的气泡

### 第四节 釉的析晶

一釉熔体的析晶过程

二影响釉熔体析晶的因素

三析晶对釉面光学性质的影响

### 第五节 坯釉适应性

一膨胀系数对坯釉适应性的影响

二中间层对坯釉适应性的影响

三釉的弹性、抗张强度对坯釉适应性的影响

四釉层厚度对坯釉适应性的影响

### 第六节 釉层的物理化学性能

一釉的熔融温度范围

二粘度与表面张力

三热膨胀与弹性

四白度、光泽度与透光度

五力学强度与表面硬度

六化学稳定性

### 第七节 陶瓷性能的控制

一陶瓷强度的控制

二陶瓷光学性能的控制

三热膨胀与弹性

## 第五章 烧成与窑具

**重点：**烧成制度的制订、窑具材质的类型、窑具的性质要求。

**难点：**烧成制度与产品性能的关系，窑具材质的类型及损坏情况分析。

**课程思政：**通过介绍古代中国窑炉发展历史，突出古代劳动人民的智慧。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短片、实物展示、在线答疑、在线作业、案例分析等。

### 第一节 烧成制度

一烧成制度与产品性能的关系

二制定烧成制度的依据

三烧成制度示例和说明

### 第二节 快速烧成

一快速烧成的意义

二 快速烧成的工艺措施

### 第三节 装窑

一装窑要求

二装窑方法

### 第四节 窑具

一窑具的种类

二窑具的性能要求

三窑具材质的类型及损坏情况分析

四窑具的制造

## 第六章 陶瓷装饰

**重点：**烧成制度的制订、窑具材质的类型、窑具的性质要求。

**难点：**烧成制度与产品性能的关系，窑具材质的类型及损坏情况分析。

**课程思政：**通过介绍陶瓷墨水从过去全部依赖进口到现在国产陶瓷墨水大量出口，大大降低了成本的例子，突出科技创新在中国未来经济社会发展中起到的重大作用，引导学生投身科技创新领域。

**教学方法与手段：**本课程主要采用了多种现代教育技术手段，课堂 PPT 演示教学，教学短片、实物展示、在线答疑、在线作业、案例分析等。

### 第一节 烧成制度

一烧成制度与产品性能的关系

二制定烧成制度的依据

三烧成制度示例和说明

### 第二节 快速烧成

一快速烧成的意义

<p>二 快速烧成的工艺措施</p> <p>第三节 装窑</p> <p>一装窑要求</p> <p>二装窑方法</p> <p>第四节 窑具</p> <p>一窑具的种类</p> <p>二窑具的性能要求</p> <p>三窑具材质的类型及损坏情况分析</p> <p>四窑具的制造</p>
---

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
零	绪论	2						2	5	
一	原料	6						6	4	
二	坯料	11			1			12	5	
三	釉料	3			1			4	3	
四	显微结构与性质	4						4	2	
五	烧成与窑具	2						2	2	
六	陶瓷装饰	1						1	1	
七	复习						1	1		
合计		29			2		1	32	22	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材:

马铁成主编. 陶瓷工艺学. 9787501978229. 北京: 中国轻工业出版社, 2013 年. 第二版。

### (二) 教学参考书:

- [1] 黄励知主编. 普通陶瓷. 7562303479. 广东广州: 华南理工大学出版社, 1992 年。
- [2] 陶瓷墙地砖生产编写组. 陶瓷墙地砖生产. 150404376. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980 年。
- [3] 素木洋一著. 釉及色料. 150403600. 北京: 中国建筑工业出版社, 1979 年。
- [4] 理查德 J 布鲁克主编. 7030071360. 材料科学与技术丛书 17 卷陶瓷工艺. 北京: 科学出版社, 1999 年。
- [5] 张锐等主编. 陶瓷工艺学. 9787122174369 北京: 化学工业出版社, 2013 年. 第二版。

## 八、其他说明

本课程以课堂教学为主, 其中内容讲授 29 学时, 尽量采用多媒体教学方式将工厂生产过程的实景拍摄下来, 进行边放影边讲解的方式以增加学生的学习兴趣, 以达到加强对学生理论与实际和结合能力的培养。习题、讨论课 2 学时, 复习 1 学时, 合计共 32 学时。

课外作业, 能熟练运用基本的原理解决课本的练习题。目的是培养学生解决问题的能

力，解决问题的思维方式，以及逻辑思维能力，加强对知识的记忆。围绕以下内容完成课外作业：

- (1) 陶瓷常用原料的名称，化学组成，矿物组成，结构，基本特性等
- (2) 三大成型原料的成型性能，烧结变化等，化学组成计算坯釉式，由化学组成计算矿物组成，由化学组成计算配方，及由实验公式，分子式计算配方等。
- (3) 釉层的基本性质，釉层的组成，形成等。
- (4) 陶瓷生产的烧成工艺过程，窑炉的组成等。本课程教学大纲尚需说明的事项，如习题或作业的内容和要求等。

# 《科技论文写作》课程教学大纲

## (Scientific Writing)

执笔者：户华文

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	学分 2		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）学时 0；课外学时 0		
先修课程	《材料科学基础》、《专业英语》		
后续课程	《毕业论文》《材料化学专业综合实验》、		

### 二、课程简述

《科技论文写作》是系统讲授科技论文各个方面，包括如科技论文特点、类别、组织结构和写作要点及注意事项等，它能针对当前三年级本科生对科技论文概念模糊、写作规范性差、难于完成高质量的科技论文等现状而开展的一个重要课程，也为四年级本科生能够更好地完成本科毕业（设计）论文起到了铺垫作用，因而在人才培养中扮演核心角色，是本科生培养不可缺少的一门重要课程。该课程将重点讲解如何写好一篇科技论文各个组成部分，例如如何写好引言（Introduction）部分，通过案例分析，具体传授写作技巧和思想，例如如何通过讲“故事”的形式来呈现科技论文的不同部分，如何写出惊心动魄的科研故事，如何创造引人入胜和拥有强逻辑性的作品。针对本科生对科技论文格式不够重视，将系统讲解科技论文的格式要求，并将“见公之作，知公之志”理念和思想传递给学生，致力于培养能够理解科技论文的外在格式和内在逻辑关系的优秀人才。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

（一）本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	支撑度
毕业要求 5.使用现代工具：选择、使用恰当的技术、资源、信息技术和现代工程工具进行研究、生产，并能够理解其局限性。	5-1 能够选择、使用或开发恰当的技术、资源和工具。	H
毕业要求 10.沟通：能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告、陈述发言和回应指令；具备一定的国际化视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	10-1 能够就材料制备与研究中出现的问题做出书面和口头的清晰表达。	H
	10-2 了解材料学科发展趋势并能与业界同行及社会公众进行有效沟通。	M
	10-3 具有一定的外语应用能力。	H

#### （二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

对应毕业要求 5 和 10：本课程将提高学生通过阅读中英文文献来获取创新思路和科研假说的能力，帮助学生如何在大量的所在研究领域文献中找到研究突破点，引导学生如何通过讲故事的形式完成具有高吸引力和强逻辑性的中英文科技论文写作，提高学生对中文和英文科技语言规范性和组织结构的认识，传授学生科技论文各组成部分的写作技巧（如题目、摘要、关键词、引言、结果与讨论等），以增强学生整体科技论文写作能力，并提升学生通过高质量的科技论文来突破现状和完成阶段飞跃的意识。

#### 四、考核方式及成绩评定

##### （一）考核目标

让学生在课堂上所学习和理解的内容运用到实际的科技论文写作当中。

##### （二）考核方式

课程论文

##### （三）成绩评定

期末课程论文部分占 70%，出勤部分占 15%，课堂讨论部分占 15%。

#### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

以“章”为单位说明本教学单元的教学内容、教学基本要求、教学安排、重点、难点、课

程思政，以及为达成教学目标或核心能力培养所采取的教学方法与手段等，格式如下：

### 第一章 科技论文的特征、类型及基本结构

**重点：**科技论文语言的规范性表达

**难点：**怎样写好高质量的引言部分

**课程思政：**科研道德规范（以科技论文写作为例）

**教学方法与手段：**讲授

#### 第1节 科技论文的定义

#### 第2节 科技论文的基本特征

#### 第3节 科技论文的类型

#### 第4节 科技论文的基本结构

#### 第5节 如何通过讲故事的形式写好科技论文的引言（Introduction）部分

#### 第6节 科技论文语言规范性的说明

### 第二章 文题与关键词的选定

**重点：**撰写科技论文题目和关键词的规范性

**难点：**高质量科技论文文题的构思和表达

**课程思政：**科研道德规范（以科技论文写作为例）

**教学方法与手段：**讲授与课题讨论相结合

#### 第1节 科技论文文题的写作技巧

#### 第2节 科技论文关键词的写作技巧

课堂讨论题目：科研假说是什么，大家有什么样的科研假说？

### 第三章 英文摘要的写法

**重点：**撰写科技论文摘要的格式及内容要求

**难点：**高质量科技论文摘要的构思和表达

**课程思政：**科研道德规范（以科技论文写作为例）

**教学方法与手段：**讲授与课题讨论相结合

#### 第1节 英文摘要的分类

#### 第2节 英文摘要的内容

#### 第3节 撰写英文摘要的注意事项

课堂讨论题目：什么是摘要的四要素及其所指与如何撰写？

### 第四章 标点符号（科技论文常用标点较为特殊的形式）以及数字用法

**重点：**各种中英文标点符号在科技论文写作中的运用

**难点：**倍数及数的增减在英语科技论文中的表达

课程思政：科研道德规范（以科技论文写作为例）

教学方法与手段：讲授

第1节 中文连接号

第2节 中英文标点符号用法的区别

第3节 关于序数词

第4节 概数、数的多少、倍数及数的增减在英语科技论文中的表述

第五章 量和单位

重点：各种量和单位在科技论文中的规范性表达

难点：正确使用物理量的名称

课程思政：科研道德规范（以科技论文写作为例）

教学方法与手段：讲授

第1节 单位符号

第2节 图坐标与表栏头

第3节 多元系组元间的数量关系

第4节 图表中物理量单位的倍数

第5节 正确使用物理量名称

第6节 使用法定计量单位

第六章 科技英语论文写作中的若干表达问题

重点：科技论文写作几个重要特点

难点：科技论文表达的灵活变换

课程思政：科研道德规范（以科技论文写作为例）

教学方法与手段：讲授

第1节 简明

第2节 富于变换

第3节 辨析近义词

第4节 其他

第七章 科技英语的基本句型、结构及其他

重点：科技论文基本句型、句子结构和常用的时态

难点：英语科技论文虚拟语气的运用

课程思政：科研道德规范（以科技论文写作为例）



**教学方法与手段：讲授**

- 第1节 基本句型
- 第2节 句子结构
- 第3节 段落
- 第4节 英语科技论文表述中常用的时态
- 第5节 英语科技论文表述中常用的语态
- 第6节 虚拟语气
- 第7节 句子主语常用的人称代词
- 第8节 英语常见介词的用法
- 第9节 冠词在科技英语中的若干用法

## 第八章 科技汉语语言文字

**重点：科技语言与口语的差异****难点：英译汉的语言处理——英译汉技巧举例****课程思政：科研道德规范（以科技论文写作为例）****教学方法与手段：讲授**

- 第1节 语言应简明、准确、雅致
- 第2节 注意区分近义词
- 第3节 表示数量增减汉语的习惯用法
- 第4节 避免“的”和“在……中”的过多使用
- 第5节 科技语言与口语的差异
- 第6节 英译汉的语言处理——英译汉技巧举例

**六、学时分配**

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
第一 章	科技论文语言的规范性表达	4	0	0	0	0	0	4	0	无
第二	撰写科技论文题目和	2	0	0	0	2	0	4	0	无

章	关键词的规范性									
第三章	撰写科技论文摘要的格式及内容要求	2	0	0	0	2	0	4	0	无
第四章	各种中英文标点符号在科技论文写作中的运用	4	0	0	0	0	0	4	0	无
第五章	各种量和单位在科技论文中的规范性表达	4	0	0	0	0	0	4	0	无
第六章	科技论文写作几个重要特点	4	0	0	0	0	0	4	0	无
第七章	科技论文基本句型、句子结构和常用的时态	4	0	0	0	0	0	4	0	无
第八章	科技语言与口语的差异	4	0	0	0	0	0	4	0	无
合计		28	0	0	0	4	0	32	0	无

#### 七、课程教材及主要参考资料

[1] 刘振海等编. 中英文科技论文写作教程. 北京: 高等教育出版社, 2012 年.

#### 八、其他说明

无

# 《物理化学选论》课程教学大纲

## (Physical Chemistry Theory)

执笔者：常萌蕾

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	《高等数学》、《物理化学》、《物理化学实验》		
后续课程	科研训练、毕业论文		

### 二、课程简述

《物理化学选论》是材料化学专业的一门选修课。本课程是在已学过的物理化学课程的基础上，介绍物理化学在新材料、新能源领域新的学术成就、方法和应用，引用新的材料和实例，了解近代物理化学发展的趋势和特点，增强学术分析问题、解决问题和创新的能力。选择性地介绍和论述物理化学领域的最新发展方向、各研究领域的最新研究动向以及物理化学知识在生产实践中的应用技术，既开拓学生的思维、激发学生的科学研究热情，又在物化知识与生产实践的结合中进一步学习和巩固物化知识的新发展、新应用，并学习和了解物化理论知识在生产实践中具体应用的各种实例。帮助有志于进一步深造读研究生的学生提高和加强理论水平。物理化学选论课以分专题的讲授为主，适当结合研究式、探索讨论式教学。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

### 本课程所支撑(达成)的毕业要求

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 3. 设计/开发解决方案: 针对材料化学领域的复杂工程问题, 设计满足实践需求的解决方案。	指标点 3-3: 3-3 能够在社会、安全、环境等现实因素的约束下对研发方案的可行性进行评价。	H
毕业要求 6. 工程与社会: 能够在工程实践中考虑社会、健康、安全、法律、文化等因素, 遵守工程职业道德和规范, 履行社会责任。	指标点 6-1: 了解与材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识。	M
	指标点 6-2: 能够考虑社会、健康、安全、法律及文化的影响选择适当的材料和工艺流程。	L

#### (二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

毕业要求指标点 3. 设计/开发解决方案: 通过材料化学、材料科学与工程、能源工程中的物理化学学习能够针对材料在制备与合成的复杂工程问题提出解决方案, 了解物理化学在现代技术领域中的应用, 设计满足企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求, 并能够在设计环节中体现科学创新意识, 提出研发方案的可行性。

毕业要求 6. 工程与社会: 通过介绍物理化学在新材料及新能源领域的应用, 了解与材料生产有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识, 通过电化学、表面活性剂的应用学习, 选择有利于社会健康、安全的材料和工艺流程。

### 四、考核方式及成绩评定

#### (一) 考核目标

在考核学生对物理化学基本知识、基本原理和方法的基础上, 重点考核学生的分析能力以及对知识的综合应用能力。

#### (二) 考核方式

采用闭卷考试。考试内容以所授课内容为主。

#### (三) 成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%, 平时成绩(包括平时上课考勤情况, 课堂讨论情况, 作业完成情况、随堂小测成绩等) 占总评成绩 30%。

### 五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

#### 第一章 绪论

**重点:** 物理化学的组成部分及其应用

**难点:** 物理化学某一部分最新研究动向的收集

**课程思政:** 培养学习兴趣和科学热情

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 物理化学各主要组成部分及其应用领域简介

第二节 物理化学的作用和任务

第三节 物理化学选论的内容简要介绍

第四节 物理化学最新研究方向的发展信息收集与展望

课程思政设计：介绍物理化学发展史上科学家的巨大贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 第二章 材料科学与能源工程中的物理化学

**重点：**热力学第二定律的发展及应用

**难点：**化学反应动力学基础

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 热力学第一定律及其应用

第二节 热力学第二定律的发展及应用

第三节 化学平衡在能源工程中的应用

第四节 化学反应动力学基础

课程思政设计：通过探讨材料科学与能源工程领域中物理化学热力学、化学平衡、动力学的影响，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

## 第三章 材料科学物理化学中相平衡

**重点：**低熔点的简单二元系统、一致熔化合物、不一致熔化合物的二元系统相图的结晶路程、三元系统中组成表示方法及相关规则与原理

**难点：**二元系统、三元系统相图的特点

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 凝聚态系统相平衡特点

第二节 凝聚态系统相律

第三节 一元系统

第四节 二元系统

第五节 三元系统

课程思政设计：通过探讨相平衡学在材料科学研究或工业生产上的应用，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

#### 第四章 电化学物理化学专题

**重点：**电化学原理的具体应用

**难点：**各种应用模式的解析

**课程思政：**科学文化修养 科学的世界观和方法论 自主学习能力

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

##### 第一节 引言：电化学

##### 第二节 阳极过程

##### 第三节 阴极过程

##### 第四节 电化学原理

##### 第五节 电化学在环境领域的应用

##### 第六节 电化学在金属材料中的应用

##### 第七节 电化学在新能源中的应用

课程思政设计：通过探讨稀电化学在化学、新材料、新能源科学研究或工业生产上的应用，培养学生科学文化修养、科学的世界观和方法论及自主学习能力。

#### 第五章 表面活性剂的应用

**重点：**乳化原理与减少有机溶剂的使用

**难点：**配伍原理与有效提高表面活性剂的效率

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

##### 第一节 表面活性剂的配伍原理

##### 第二节 洗涤剂原理及其对环境的危害，新型洗涤剂的发展

##### 第三节 表面活性剂在工业生产中的应用(矿物浮选、活性剂采油、化学清洗、水基油漆和涂料)

##### 第四节 表面活性剂在材料工艺生产中的应用。

课程思政设计：介绍表面活性剂在工业生产活动中的应用，培养学生的学习兴趣和科学热情。

#### 第六章 物理化学与现代技术

**重点：**物理化学模型应用于各种现代技术领域的变化

**难点：**用物理化学原理辨别虚伪的高新科技

**课程思政：**培养学生学习兴趣和科学精神

**教学方法与手段：**采用课堂讲授与在线学习相结合的混合式教学模式进行，教学过程包含课前预习、翻转课堂互动和课后练习。

第一节 晶体表面与界面

第二节 物理化学原理与尖端分析仪器的研究

第三节 膜科学在新材料科学中的应用

第四节 化学动力学原理与新型材料研制

第五节 光化学、电池原理与新能源、节能环保的紧密联系

课程思政设计：介绍物理化学与现代技术领域物理化学家的巨大贡献，培养学生的学习兴趣和科学热情。

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
一	绪论	1						1	0	
二	材料科学与能源工程 中的物理化学	7				1		8	4-8	
三	材料科学物理化学中 相平衡	6				1		7	4-8	
四	电化学物理化学专题	6				1		7	4-8	
五	表面活性剂的应用	3				1		4	2	
六	物理化学与现代技术	4				1		5	2	
合计		27				5		32	16-28	

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

自编《物理化学选论》教材

傅献彩等编. 物理化学(上). ISBN: 9787040167696. 北京: 高等教育出版社, 2006, 第五版.

傅献彩等编. 物理化学(下). ISBN: 9787040177961. 北京: 高等教育出版社, 2006, 第五版.

### (二) 教学参考书

[1] 冯霞, 陈丽, 朱荣娇, 等编. 物理化学解题指南(第三版). ISBN: 9787040496321. 北京: 高等教育出版社, 2018, 第三版.

[2] 天津大学物理化学教研室. 物理化学(上). ISBN: 9787040479614. 北京: 高等教育出版社, 2017, 第六版.

[3] 天津大学物理化学教研室. 物理化学(下). ISBN: 9787040479621. 北京: 高等教育出版社, 2017, 第六版.

[4] 印永嘉等编. 物理化学简明教程. ISBN: 9787040219357. 北京: 高等教育出版社, 2011, 第四版.

#### 八、其他说明

本课题为专业任选课, 是对物理化学的深度学习, 需要课堂教学与平时习题训练相结合, 提高学生分析计算能力。

本课程研究对象与内容为物理化学在材料与能源工程领域学前沿科学研究及实际应用, 课程教学体现工程实践特色, 重点培养学生解决工程实践问题的能力。



# 《半导体材料与器件》课程教学大纲

## (Semiconductor Materials and Devices)

执笔者：何海英

审核人：许泳行

编写日期：2022 年 5 月

### 一、课程基本信息

适用专业	材料化学		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课程		
课程性质	任选课	是否为双语	否
学分数	2 学分		
学时数	总学时 32		
先修课程	大学物理、材料科学基础		
后续课程	无		

### 二、课程简述

半导体材料与器件是半导体科学与技术发展的基础。课程首先系统介绍各种半导体材料的制备原理、工艺和物理特性，主要涉及元素半导体、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体等领域的相关内容。然后系统介绍各种半导体器件的工作原理和应用场合，主要涉及二极管、晶体管、光电子器件等。通过本课程的学习，学生将掌握半导体材料与器件的基本原理和工艺特性，为学生在半导体行业或继续深造奠定良好基础。

### 三、本课程所支撑的毕业要求

(一) 本课程内容与毕业要求指标点的对应关系

毕业要求	指标点	支撑度
毕业要求 1.工程知识：具备数学及基础科学、化学、材料学、工程基础专业知识及技能。	1-4 熟悉材料的制备与改性流程并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。	H
毕业要求 3.设计/开发解决方案：针对材料化学领域的复杂工程问题，设计满足实	3-1 能够分析材料应用的特定需求确定具体	M

践需求的解决方案。	的研发目标。	
毕业要求 7.环境和可持续发展：能够正确认识并充分考虑材料化学领域工程实践活动对环境保护和可持续发展的影响。	7-1 了解材料制备工艺流程中原料选取、“三废”排放及工艺环节对环境和社会可持续发展的影响。	L

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过本课程的学习，学生将掌握半导体材料与器件的基本原理和工艺特性。培养学生发现、分析和解决问题的能力，并熟练运用各种手段获取最新科学技术信息。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标一：掌握本课程的主要知识与理论。

目标二：熟悉半导体材料及器件的特性与应用。

(二) 考核方式

采用闭卷考试形式。

(三) 成绩评定

期末成绩占 70%，平时成绩占 30%（专题讨论占 20%；考勤成绩占 10%，缺勤一次扣 2%，迟到一次扣 1%）

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

第一章 绪论

**重点：**了解半导体材料是现代高科技的基础材料，对国家现代化进程有重要作用

**难点：**掌握半导体材料的特征和发展趋势。

**课程思政：**我国半导体产业的发展情况

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第四节 半导体材料综述

了解人类对半导体材料的使用和研究历史、了解半导体材料的发展历史和基本特性、分类

第二章 半导体物理基础

**重点：**了解并掌握半导体中电子状态、能级、载流子分布及半导体的导电性。

**难点：**掌握半导体电子状态及能级。

**课程思政：**不积跬步无以至千里

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。

在此基础上实行翻转课堂教学。

第一节 半导体中的电子状态

第二节 半导体中杂质和缺陷能级

第三节 半导体中载流子的统计分布

第四节 半导体的导电性

第三章 元素半导体硅

**重点：**了解并掌握半导体硅的基本性质，制备方法。

**难点：**掌握半导体硅的制备技术及掺杂性能。

**课程思政：**硅在半导体行业的重要地位

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第六节 硅的基本性质

第七节 硅的制备与提纯

第八节 单晶硅的掺杂和缺陷

第九节 硅薄膜材料

第四章 化合物半导体

**重点：**了解不同的化合物半导体的基本特别和性质。

**难点：**掌握各种化合物半导体的性能及应用。

**课程思政：**化合物半导体材料行业的重要地位

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

第四节 III-V族化合物半导体

第五节 II-VI族化合物半导体

第六节 氧化物半导体材料

第七节 新型半导体材料

第五章 半导体器件

**重点：**了解并掌握半导体器件的基本结构单元。

**难点：**掌握半导体器件的工作原理。

**课程思政：**碳中和、碳达峰

**教学方法与手段：**学生课前预习，教师课堂讲授结合；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。典型案例采用讨论方式与学生直接交流，引导学生分析问题、解决问题。在此基础上实行翻转课堂教学。

- 第四节 半导体器件基本结构单元：pn 结  
 第五节 半导体器件基本结构单元：金半接触  
 第六节 半导体器件基本结构单元：异质结  
 第七节 半导体器件基本结构单元：MIS 结构  
 第八节 常见半导体器件及其工作原理  
         发光二极管和半导体激光器等  
 第九节 太阳能电池

## 六、学时分配

教学内容		各教学环节学时分配							作业 题量	备注
章节	主要内容	讲 授	实 验	实 训	课 外	讨 论	习 题	小 计		
1	绪论	2						2	2-4	
2	半导体物理基础	6						6	2-4	
3	元素半导体硅	6						6	2-4	
4	化合物半导体	6						6	2-4	
5	半导体器件	10				2			2-4	
合计		30				2		32		

## 七、课程教材及主要参考资料

### (一) 教材

杨树人. 半导体材料. 北京: 化学工业出版社, 2008.

### (二) 教学参考书:

[1] 刘恩科主编. 半导体物理学 (第七版). 北京: 电子工业出版社, 2011.

[2] 孟庆巨主编. 半导体器件物理 (第二版). 北京: 科学出版社, 2009.

## 八、其他说明

无。