

# 《光催化技术与应用》课程教学大纲

## 一、课程概况

课程名称	光催化技术与应用	课程号	1412035
课程英文名称	Introduction to Photocatalysis: From Basic Science to Applications	学时/学分	36/2
课程性质	选修	适用专业	材料化学
课程负责人	刘斌	教学团队	王希成
选用教材及参考书目	教材：《光催化：环境净化与绿色能源应用探索》，朱永法等著，化学工业出版社，2015年 主要参考书： 1.《光催化材料及其在环境净化中的应用》，张彭义等著，化学工业出版社，2016年 2.《新型纳米光催化材料：制备、表征、理论及应用》，潘春旭等著，科学出版社，2017年 3.《图解光催化技术大全》，（日）桥本和仁，藤岛昭 主编，邱建荣 朱从善 译，科学出版社，2007年 4.《Photocatalysis》，C. A. Bignozzi 主编，Springer, 2011 5.《Heterogeneous Photocatalysis Using Inorganic Semiconductor Solids》，Umar Ibrahim Gaya 著 Springer, 2013		
课程简介：	《光催化技术与应用》是材料化学专业的专业选修课程，课程以光催化技术的基础理论为主线，结合材料科学的前沿研究，探讨各种光催化材料的制备、性能及其应用。内容包括二氧化钛纳米材料的制备及其光催化性能提升技术，复合氧化物及其在环境净化、新能源领域中的应用，以及新型光催化材料的探索和表征方法。该课程的开设，有助于增强学生对光催化材料为代表的能源和环境材料相关研究进展的了解，加深学生对功能材料的结构设计、性能表征及其实际应用之间相辅相成关系的理解，激发学生的探索精神，为他们在后续材料领域的工作和研究中奠定基础。		
<b>课程目标 (Course Objectives, CO)</b>			
知识目标 (CO1)	理解光催化技术的基本原理和应用领域。		
	熟悉光催化材料的制备方法和性能调控技术。		
	了解光催化材料领域前沿议题和发展趋势。		
能力目标 (CO2)	能够分析和概括光催化材料制备中的基本问题，并根据具体的材料来选择合适的制备方法，并对其形貌、负载形式进行调控设计。		
	运用所学知识进行光催化材料性能提升策略的制定，并探索新型光催化材料开发设计。		
	具备独立分析和解决光催化相关科学问题的能力。		
素质、情感价值观目标 (CO3)	培养对以光催化材料为代表的能源与环境材料的兴趣和探索精神。认识光催化材料在现代材料科学中的重要性及其科学性和应用价值。		
	培养对能源与环境材料研究的热情和对未来发展的期待。		
	培养学生的团队合作精神和批判性思维，使其能够在团队中有效沟通和协作。		

<b>教学方式</b> (Pedagogical Methods,PM)	<input checked="" type="checkbox"/> PM1 讲授法教学	24 学时 67%	<input checked="" type="checkbox"/> PM2 研讨式学习	4 学时 11%			
	<input type="checkbox"/> PM3 案例教学	学时 %	<input checked="" type="checkbox"/> PM4 翻转课堂	8 学时 22%			
	<input type="checkbox"/> PM5 混合式教学	学时 %	<input type="checkbox"/> PM6 体验式学习	学时 %			
<b>考核方式</b> (Evaluation Methods,EM)	考试课 必选	<input type="checkbox"/> EM1 课程作业	%	<input type="checkbox"/> EM 2 单元测试	%	<input type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	%
		<input type="checkbox"/> EM4 期中考试	%	<input type="checkbox"/> EM5 期末考试	%	<input type="checkbox"/> EM6 撰写论文/ 实验报告	%
	考查课 必选	<input checked="" type="checkbox"/> EM1 课程作业	20%	<input type="checkbox"/> EM 2 单元测试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	10%
		<input type="checkbox"/> EM4 期末考试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM5 撰写论文/ 实验报告	40%	<input checked="" type="checkbox"/> EM6 翻转课堂	30%
	自选	<input type="checkbox"/> EM10 课堂互动	%	<input type="checkbox"/> EM11 实验	%	<input type="checkbox"/> EM12 实训	%
		<input type="checkbox"/> EM13 实践	%	<input type="checkbox"/> EM14 期末考试	%		

## 二、教学大纲的定位说明

### (一) 课程教学目标与任务

#### 课程教学目标:

##### 知识:

1. 学生能够理解光催化技术的基本原理和应用领域。
2. 学生能够熟悉光催化材料的制备方法和性能调控技术,并解释其关键技术和作用机理。
3. 学生能够归纳并整合所学光催化材料的相关知识,并能追踪前沿课题和发展趋势。

##### 能力:

1. 能够分析和概括光催化材料制备中的基本问题,并根据具体的材料来选择合适的制备方法,并对其形貌、负载形式进行调控设计。
2. 学生能够运用所学知识进行光催化材料性能提升策略的制定,并探索新型光催化材料开发设计。
3. 学生具备独立分析和解决光催化相关科学问题的能力。

##### 素质:

1. 学生能够理解并描述能源与环境材料的重要性和应用价值——培养对以光催化材料为代表的能源与环境材料的兴趣和探索精神。
2. 学生能够评估不同体系的光催化材料的优劣,对比其在实际应用中的效果——培养学生的理论与实践相结合的素养和批判性思维。
3. 学生能够概括和阐述能源与环境材料对社会和科技发展的意义,展望未来的发展方向,并提供相应的例证——培

养对能源与环境材料研究的热情和对未来发展的期待。

4.学生能够通过团队合作完成学习任务和小组项目展示——培养学生的团队合作精神，使其能够在团队中有效沟通和协作。

### 课程学习任务:

1.通过讲授、案例分析、翻转课堂、小组讨论，辨认并描述光催化材料的概念与常见的制备方法。

2.通过讲授、翻转课堂和小组讨论，解释和概述光催化材料活性提升的基本方法及其内在机理。

3.通过讲授、案例分析和小组讨论，整合所学内容，预测光催化材料的发展趋势。

4.通过讲授和互动问答，识别并阐述光催化材料在现代社会和科技中的价值。

5.通过讲授、案例分析、翻转课堂和小组讨论，评估不同光催化材料的活性表征方法和应用前景。

## (二) 课程教学目标与培养目标的关系

培养目标	课程教学目标	关系描述	支撑强度
目标 1	素质 1、素质 3	通过识别光催化材料为代表的能源与环境材料的重要性、兴趣培养和未来发展的展望，强化社会主义核心价值观和服务社会的能力。	中

目标 2	知识 1、知识 2、知识 3、 能力 1、能力 2、能力 3	通过光催化材料及技术的知识和能力培养,为解决材料与化学相关的复杂问题提供理论基础和实践技能。	强
目标 3	知识 1、知识 2、知识 3、 能力 1、能力 2、能力 3	通过对新型光催化材料的理论设计、合成和理论分析,培养学生具备科学和工程思维,并考虑经济、环境等多方面的因素。	中
目标 4	素质 4	通过团队合作完成学习任务,培养学生的沟通交流能力、国际视野、团队合作和组织管理能力。	弱
目标 5	知识 1、知识 2、知识 3、 能力 1、能力 2、能力 3、 素质 1、素质 2、素质 3	通过对光催化材料及技术的理解和应用、前沿课题的追踪,帮助学生不断更新和调整核心知识和能力,适应技术和社会的发展。	中

课程教学目标	毕业要求	支撑强度
知识 1、知识 2、知识 3、能力 1、能力 2、能力 3	要求 2 指标点 1、指标点 3	L
知识 1、知识 2、知识 3、能力 1、能力 2、能力 3	要求 4 指标点 2	H
知识 1、知识 2、知识 3、能力 1、能力 2、能力 3	要求 5 指标点 2	L
素质 1、素质 2、素质 3	要求 6 指标点 2	H
知识 1、知识 2、知识 3、能力 1、能力 2、能力 3	要求 7 指标点 1	H
知识 1、知识 2、知识 3、能力 1、能力 2、能力 3	要求 7 指标点 2	H

### (三) 支撑课程目标的教学内容与方法

## **教学内容:**

通过本课程的学习，学生将能够：

- 1.理解光催化技术的基本原理和应用领域。
- 2.掌握光催化材料的制备方法和性能调控技术。
- 3.掌握光催化材料的表征方法，并能够分析材料的光催化性能。
- 4.具备独立分析和解决光催化相关科学问题的能力。

## **教学方法:**

1.讲授：教师讲授，帮助学生辨认并理解光催化材料的基本问题和主要研究方法。

2.案例分析：通过实际应用场景，让学生深入学习光催化材料性能提升的关键途径。

3.翻转课堂、小组讨论：鼓励学生分类、筛选和评估不同的光催化材料的制备及改性工艺，提高批判性思考能力。让学生实践所学，制定材料合成与性能提升策略，预测和探索新材料的应用前景。培养学生的团队合作精神，使其能够在团队中有效沟通和协作。

4.学生论文：学生独立研究、整合所学并公开展示，有助于培养其评估、概括和阐述能力。

5.互动问答：及时解决学生的疑问，鼓励他们识别、评估并阐述材料科学的重要性。

通过结合多种教学内容和方法，本课程确保学生不仅仅是对光催化材料有深入的知识理解，而且能够培养他们的能力和素质，特别是解决实际问题的能力，从而支撑课程目标的达成。

#### **（四）先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接**

##### **先修课程要求：**

1.《固体化学》：为学生提供固体材料的基础知识，包括材料的、性质、结构和应用。

2.化学基础：确保学生理解化学反应、化学成分和化学性质的基本概念，为理解光催化材料的合成与制备打下基础。

3.物理基础：学生需要了解物质的基本性质和状态。

与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接：

##### **与先修课程的逻辑关系：**

1.《固体化学》为学生提供了对材料性质的基本了解，尤其是如何通过固体能带理论来预测或解释光催化材料的结构与其光催化性能的关联性。使学生能够明白为什么要制备特定结构的光催化材料，以及这些方法的背后原理。

2.化学基础和物理基础为学生提供了必要的科学背景，使他们能够理解和应用材料合成与制备的各种方法。

##### **与后续课程的内容衔接：**

1.《环境材料概论》：在学习了光催化材料的基础知识后，学生将进一步推而广之学习内核更为丰富的环境材料。

2.《材料科学实验》：学生将学习实践如何在实验室合成制备功能材料，达到理论与实践相结合。

总而言之，为确保学生能够充分理解和掌握本课程的内容，先修课程提供了必要的基础知识。而本课程为后续课程提供了扎实的基础，使学生能够在更高的层次上继续学习和应用材料科学的知识和技能。

## **(五) 检验课程目标达成度的考核方法和评分标准**

### **1.理论知识考核(20%)**

**课程作业(20%)**: 针对理论部分的知识, 包括光催化材料的基本概念、作用原理和评价方法等。

#### **评分标准:**

**优秀(85—100分)**: 能清晰解释和应用所学的基本概念和原理, 展示对知识的深入理解和综合运用。

**良好(70—84分)**: 能理解和解释基本概念和原理, 存在少量理解不足。

**及格(60—69分)**: 对基本概念和原理有基本了解, 存在一些明显的理解不足。

**不及格(<60分)**: 不能理解基本概念和原理。

### **2.能力考核(40%)**

#### **考核项目: 翻转课堂(30%)、课堂辩论(10%)**

**(1) 翻转课堂**: 学生需在课前研究和理解指定的材料, 课堂上将主要进行深入的讨论和问题解决。

#### **评分标准:**

**优秀(85—100分)**: 深入研究和理解了课前分配的材料。在课堂讨论中提供独到的见解和深入的问题。积极参与讨论, 与同学互动积极。

**良好(70—84分)**: 研究和理解了大部分课前材料。在课堂讨论中有所贡献, 提出了相关问题。适度参与课堂讨论。

**及格(60—69分)**: 对课前材料有基本的理解。在课堂讨论中偶尔发言, 但可能缺乏深度。参与度一般。

**不及格(<60分)**: 未能理解或未预先学习课前材料。在

课堂讨论中沉默或者发言与主题不符。

**(2)课堂辩论:** 学生将围绕光催化材料的主题进行辩论,展示他们的理解和分析能力。

**评分标准:**

**优秀 (85—100 分):** 清晰、有力地陈述自己的观点,有充分的事实和数据支持。对他人观点提出有建设性的批评,并能反驳对手的观点。在辩论中展示了深入的跨学科理解。

**良好 (70—84 分):** 能够清晰地表达自己的观点,有一定的事实支持。对他人观点有所反驳,但可能缺乏深度。在辩论中展现了对主题的基本理解。

**及格 (60—69 分):** 表达观点时可能存在些许不清晰或支持不足的地方。在辩论中有所发言,但反驳和论证能力较弱。

**不及格 (<60 分):** 观点表达不清晰或与主题不符。在辩论中缺乏发言或发言不具有建设性。

**3.论文考核 (40%)**

**论文分析与综述:** 学生需要提交一篇关于光催化技术与应用的论文 (WORD 格式) 或课程报告 (PPT 格式), 反映其对于所学知识的深入研究和实践应用。重点评估其对文献的解读能力、对研究的深度和广度的理解, 以及写作和表达能力。

**评分标准:**

**优秀 (85—100 分):** 深入分析了光催化材料与应用中的基本问题和前沿课题。文章结构严谨, 逻辑清晰, 论证有力。对材料的制备、表征、应用都有详尽的解释和探讨。文献引

用全面，表达清晰流畅。

良好 (70—84分)：分析了光催化材料与应用中的基本问题。文章大部分结构清晰，可能存在少量逻辑不连贯之处。对主要的制备与表征方法及应用有所解释和探讨。

及格 (60—69分)：基本描述了光催化技术与应用。文章结构和逻辑存在明显的不足，但主题仍可辨认。对部分光催化材料的研究方法有所了解。

不及格 (<60分)：未能清晰描述光催化技术与应用。文章缺乏结构和逻辑。对光催化材料的研究方法的理解存在明显的不足。

总分将综合以上各部分，达到 60 分及格，反映出课程目标的底线要求。评分标准能明晰学生能力达成的观测点，体现课程目标的要求，并与考核方式相匹配，展示学生能力达成的差异度。

### 三、课程内容与安排

#### 第一章 绪论 (2 学时)

- 1.光催化技术的定义和历史背景
- 2.光催化技术的应用领域和研究前景
- 3.课程概览和学习目标介绍

#### 学习目标:

知识：理解光催化技术的基本概念和发展历程。

能力：识别光催化技术在不同领域的应用潜力。

情感价值观：激发对光催化技术研究的兴趣。

**教学重点：**光催化技术的基本概念。

**教学难点：**无

**教学方法：** 讲授+案例分析、互动问答

## 第二章 光催化基础及其原理（5 学时）

- 1.光催化的基本概念和应用领域
- 2.光催化技术的发展前景
- 3.半导体能带理论与光催化反应的基元过程
- 4.光催化反应机理

### **学习目标：**

**知识：** 掌握光催化材料的概念，半导体能带理论。

**能力：** 熟悉光催化反应的基元过程和反应原理，并能够根据具体的光催化反应分析其反应机理。

**情感价值观：** 理解光催化反应的基元过程对催化反应热力学及动力学方面的关键影响。

**教学重点：** 光催化反应的原理和电荷迁移过程。

**教学难点：** 从基元过程探索高能效和高活性光催化剂的新思路。

**教学方法：** 讲授+案例分析、小组讨论

## 第三章 TiO<sub>2</sub> 光催化材料可控合成（6 学时）

- 1.TiO<sub>2</sub>的晶体结构和性能
- 2.TiO<sub>2</sub>材料的可控合成方法
- 3.可见光响应纳米 TiO<sub>2</sub>的合成技术

### **学习目标：**

**知识：** 掌握 TiO<sub>2</sub> 光催化材料的晶体结构及其与性能的联系。

**能力：** 熟悉各种形态的 TiO<sub>2</sub> 材料的可控合成与制备方法。

**情感价值观：** 对液相合成方法的科学性和应用价值有深

入地理解。

**教学重点：**利用水热反应合成可见光响应纳米 TiO<sub>2</sub> 的方法。

**教学难点：**模板法控制 TiO<sub>2</sub> 形貌的方法。

**教学方法：**讲授+案例分析、翻转课堂+小组讨论

#### 第四章 TiO<sub>2</sub> 光催化材料的活性及能效提高（8 学时）

1.影响光催化材料活性的因素

2.离子掺杂技术

3.半导体表面光敏化技术

4.异质结复合技术

**学习目标：**

知识：掌握影响光催化材料活性的基本因素。

能力：能够阐释提升光催化活性的技术手段（如离子掺杂、光敏化等）。

情感价值观：理解从“开源”和“节流”两个方面对新光催化材料进行活性提升的研究和应用的逻辑。

**教学重点：**离子掺杂改性、表面光敏化、半导体异质结。

**教学难点：**Z 型异质结机理的理解

**教学方法：**讲授+案例分析、翻转课堂+小组讨论

#### 第五章 新型光催化材料的探索（6 学时）

1.新型光催化材料探索的重要性

2.钽铌钙钛矿结构光催化材料

3.石墨结构 C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等新型聚合物光催化材料

**学习目标：**

知识：探讨 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等新型光催化材料的探索及其应用。

能力：掌握 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等新型光催化材料的特性，并能合理选取其合成方法。

情感价值观：理解现有 TiO<sub>2</sub> 光催化材料的局限性及新型光催化材料探索的必要性。

**教学重点：** g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等新型光催化材料的特性和合成方法。

**教学难点：** 新型光催化材料的探索和合成策略。

**教学方法：** 讲授+案例分析、翻转课堂+小组讨论

## 第六章 光催化材料的表征及评价研究方法（6 学时）

1.成分分析和物相结构表征方法

2.光催化机理研究

3.光催化材料性能评价方法

**学习目标：**

知识：掌握光催化材料的成分、结构、反应机理、性能评价的常用研究方法。

能力：能够综合应用所学知识进行光催化材料分析实验策略制定和光催化性能评价。

情感价值观：培养对能源与环境材料研究的热情和对未来发展的期待。

**教学重点：** 材料成分和结构表征方法，性能评价方法。

**教学难点：** 光催化机理的深入研究。

**教学方法：** 讲授+案例分析、小组讨论

## 第七章 光催化材料的应用及展望（3 学时）

1.光催化水分解制氢反应

2.太阳能光伏电池

### 3.二氧化碳的能源利用

#### 学习目标:

知识：了解光催化材料在新能源领域的应用。

能力：评估光催化技术在能源转换中的潜力和挑战。

情感价值观：认识到光催化技术对可持续发展的贡献。

**教学重点：**光催化水分解制氢反应。

**教学难点：**光催化材料在新能源领域内的最新应用。

**教学方法：**讲授+案例分析、小组讨论

制定人：刘斌

审定人：赵争妍

批准人：贺德行

日期：2024.10.10