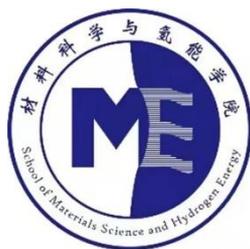




佛山科学技术学院

新能源材料与专业 理论课程

教学大纲



材料科学与氢能学院

二〇二二年三月

目录

《电工与电子技术》课程教学大纲	1
《专业英语》课程教学大纲	5
《材料力学》课程教学大纲	11
《工程伦理学》课程教学大纲	17
《普通化学》课程教学大纲	28
《有机化学》课程教学大纲	35
《物理化学》课程教学大纲	44
《材料物理》课程教学大纲	58
《高分子化学与物理》课程教学大纲	73
《新能源技术概论》课程教学大纲	82
《材料科学基础》课程教学大纲	92
《电化学基础》课程教学大纲	97
《燃料电池材料与器件》课程教学大纲	103
《材料研究与测试方法》课程教学大纲	112
《锂离子电池原理》课程教学大纲	120
《储能材料与器件》课程教学大纲	127
《催化化学》课程教学大纲	134
《氢能开发利用技术》课程教学大纲	149
《燃料电池技术》课程教学大纲	157
《功能陶瓷材料与器件》课程教学大纲	162

《太阳能材料与器件》课程教学大纲.....	171
《光电功能材料》课程教学大纲.....	176
《薄膜技术与材料》课程教学大纲.....	180
《生物质复合材料》课程教学大纲.....	185
《碳基储能材料》课程教学大纲.....	197
《物理化学选论》课程教学大纲.....	203
《生物质能源转化与利用》课程教学大纲.....	209
《碳达峰与碳中和》课程教学大纲.....	217
《机械设计基础》课程教学大纲.....	225

《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：常萌蕾

编写日期：2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业基础课		
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

《电子与电工技术》是高等工科学校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	权重
毕业要求 1-工程知识：将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决材料设计、制备、加工、生产等方面的复杂工程问题。	指标点 1-2：能够运用相关的工程基础和专业基础知识辨别材料生产中出现的技术、工艺、质量等问题。	M
毕业要求 2-问题分析：应用数学、自然科	指标点 2-3：能够正确表述一个工程问	H

学和工程科学的基本原理，分析高分子材料、无机非金属材料、金属材料的设计、制备、加工、生产等方面的复杂工程问题，以获得有效结论。	题并分析其可能性。	
毕业要求 3-设计/开发解决方案：针对高分子材料、无机非金属材料、金属材料的设计、制备、加工、生产等方面的复杂问题，设计满足实际应用需求的解决方案并能评估方案的合理性。	指标点 3-2： 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。	L
课程达成度要求		3

(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

<p>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</p> <p>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。</p> <p>教学方法与手段：课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学</p> <p>5.1 磁路的概念和基本定律</p> <p>5.2 直流和交流磁路</p> <p>5.3 变压器</p> <p>5.4 三相异步电动机</p> <p>5.5 电器控制电路</p> <p>第6章半导体二极管及其应用</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>教学方法与手段：课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学</p> <p>6.1 半导体基本特性</p> <p>6.2 半导体二极管</p> <p>6.3 二极管应用电动</p> <p>第7章半导体三极管放大电路基础</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>教学方法与手段：课堂教学为主，以多媒体加板书方式教学</p> <p>7.1 半导体三极管及其放大电路</p> <p>7.2 共发射极放大电路的静态分析</p> <p>7.3 共发射极放大电路的动态分析</p> <p>7.4 共集电极放大电路-射极输出器</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	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。

《专业英语》课程教学大纲

(Professional English)

执笔者: 许泳行

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件专业		
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。	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和交流。	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。

《材料力学》课程教学大纲

(Mechanics of Materials)

执笔者：聂宝华

审核人：常萌蕾

编写日期：2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课		
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	数学、物理、理论力学		
后续课程	材料力学性能、失效分析		

二、课程简述

材料力学是材料、机械、土建等工程基础课，主要培养学生对工程设计中的强度、刚度、稳定性问题有明确的概念，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。在数学、物理、力学等课程基础上，学生通过本课程的学习，进一步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，为后续相关课程提供理论及计算方法。

课程教学的基本要求为：

- （一）掌握构件的强度、刚度及稳定性设计技术方法。
- （二）掌握使用材料的力学性能，为构件的设计提供理论基础和计算方法。
- （三）培养学生具有一定的计算能力、理论分析和实验分析能力。
- （四）加强学生的抽象思维能力和工程解决问题的能力。

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

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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件	指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂	H

专业知识结合,用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	新能源材料与器件工程问题。	
毕业要求 2.问题分析:能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理,并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题,采取有效的实验技术,以获得有效的结论。	指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学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 3.设计/开发解决方案:能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案,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创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-1.能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题提出解决方案。	L

(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,围绕构件在力的作用下,内力、应力、变形、强度、刚度及稳定性等问题,学生掌握工程设计中的强度、刚度、稳定性问题及分析计算能力,为解决工程技术问题打好基础。具体学习目标包括:(1)掌握构件的强度、刚度及稳定性设计技术方法;(2)掌握使用材料的力学性能,为构件的设计提供理论基础和计算方法;(3)具有一定的计算能力、理论分析和实验分析能力;(4)加强学生的抽象思维能力和解决工程问题的能力。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

考核课程学习情况

(二) 考核方式

闭卷考试

(三) 成绩评定

考试成绩(70%)+平时成绩(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: 内力、应力与应变

难点: 变形固体假设与截面法

课程思政: 学习古代建筑的力学稳定性,树立中华民族自信心

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 外力及其分类

- 一、外力概念.
- 二、集中力.分布力的概念.

第四节 内力.截面法和应力的概念.

- 一、内力.附加内力的概念.
- 二、截面法及其步骤.

第五节 变形与应变

- 一、变形的概念.
- 二、应变的概念

第六节 杆件变形的基本形式

- 一、杆件种类,直杆等
- 二、基本变形: 轴向拉伸与压缩. 剪切. 扭转和弯曲.

第二章 拉伸.压缩与剪切

重点: 轴向拉伸与压缩时横截面上的内力和应力、应变, 胡克定律

难点: 静不定问题及其求解思路和方法.

课程思政: 学习材料拉伸、剪切强度理论, 强化工匠精神, 树立科技报国之志向

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、内力: 轴力及轴力图.
- 二、应力的概念及其计算方法.

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.铸铁的拉伸时的力学性能.
- 三、低碳钢.铸铁的压缩时的力学性能.

第四节 失效.安全系数和强度计算

- 一、失效.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、变形. 应变的概念.
- 二、轴向与横向变形的计算.
- 三、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、剪切的概念 .

二、挤压的概念.

三、实用计算.

四、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、扭转角的计算

难点: 扭转静不定问题及其求解思路和方法.

课程思政: 学习材料扭转强度理论, 强化工匠精神, 树立科技报国志向

教学方法与手段: 课堂教学

第一节 外力偶矩的计算 扭矩和扭矩图

一、外力偶矩的计算.

二、扭转的内力: 扭矩.

三、内力图: 扭矩图.

第二节 纯剪切

一、薄壁圆筒扭转.

二、纯剪切的概念.

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.

三、扭转静不定问题及其求解.

第四章 弯曲内力

重点: 1)弯曲的内力: 剪力和弯矩. 2) 梁和刚架的剪力图和弯矩图的绘制

难点: 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.

课程思政: 学习弯曲力与弯矩理论, 强化工匠精神, 树立工业报国志向

教学方法与手段: 课堂教学

第一节 平面弯曲的概念和实例

一、弯曲的概念.

二、平面弯曲的概念

第二节 受弯杆件的简化

一、梁的概念.

二、静定梁的概念.

第三节 剪力和弯矩

一、弯曲的内力: 剪力和弯矩.

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.

第五章 弯曲应力

重点: 1) 纯弯曲时的正应力计算公式; 2) 弯曲时的正应力强度条件; 3) 几种常见提高弯曲强度的措施.

难点: 弯曲剪应力计算公式与强度条件

课程思政: 学习材料弯曲应力理论, 强化工匠精神, 树立科技报国志向

教学方法与手段: 课堂教学

第一节 纯弯曲

一、纯弯曲的概念.

二、纯弯曲和横力弯曲的概念.

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 横力弯曲时的正应力

一、纯弯曲时的正应力计算公式的推广.

二、弯曲时的正应力强度条件.

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.

第五节 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 应力和应变分析、强度理论

重点: 1) 二向应力状态分析——解析法; 2) 莫尔圆的绘制及其应用; 3) 四种常用强度理论

难点: 莫尔圆的绘制及其应用

课程思政: 学习材料结构强度理论, 强化航空航天结构安全观, 树立科技报国志向

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.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	讨论	习题	课外	其它	小计		
一	绪论	2						2		
二	拉伸.压缩与剪切	4		1				5	2	
三	扭转	4		1				5	2	
四	弯曲内力	4		1				5	2	
五	弯曲应力	4		1				5	2	
六	应力和应变分析、强度理论	8		2				10	2	
合计		26		6				32	10	

七、课程教材及主要参考资料

(一) 教材

刘鸿文等.简明材料力学(第3版).ISBN(9787040444964). 北京: 高等教育出版社, 2016.

(二) 教学参考书

孙训方.材料力学(第5版). ISBN(9787040264739). 北京: 高等教育出版社, 2009.

马红艳.材料力学解题指导. ISBN(9787030400543). 北京: 科学出版社, 2014.

《工程伦理学》课程教学大纲

(Engineering Ethics)

执笔者：赵春旺

审核人：常萌蕾

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	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	权重
3. 设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足企业生产实践中工艺设计、	3-4. 能够针对研发方案提出优化的措施。能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素，并得出可接受的指标。	L

科技开发、工程技术的需求，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。		
6. 工程与社会：能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	M
	6-3. 能正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。	M
7. 环境和可持续发展：能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。	M
	7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	M
8. 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在新能源材料与器件领域工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	8-2. 具有健康的体魄和良好的心理素质，承担建设祖国与保卫祖国的光荣任务，理解个人对于社会的责任。	M
	8-3. 具有较高的思想觉悟和人文修养和道德水平，树立正确的人生观和世界观。具有科学、严谨、公正的职业道德。	H
	8-4. 在新能源材料与器件领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。	H
9. 个人和团队：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。	9-2. 能够理解个人在团队中所处的角色、所应发挥的作用、所应担当的责任，以及个体对团队及团队其他成员的影响。	M
	9-3. 具有团队合作和在多学科背景环境中发挥作用的能力，理解个体、团队成员以及负责人的角色。	L
课程达成度要求		10

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

3-4. 能够针对研发方案提出优化的措施。能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素，并得出可接受的指标：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环境、安全、健康、伦理等制约因素，因而能够针对研发方案提出优化的措施。

6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任：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，学生能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全的影响，并理解应承担的责任。

6-3. 能正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响：通过对新能源材料工程伦理问题的讲述和研讨，学生能够正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。

7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规：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，学生能够了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。

7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于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，以及对新能源材料工程伦理问题的讲述和研讨，学生能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。

8-2. 具有健康的体魄和良好的心理素质，承担建设祖国与保卫祖国的光荣任务，理解个人对于社会的责任：通过讲授工程师的职业道德、工程师责任的种类、社会责任与揭发、工程师的生态责任意识等知识点，学生能够理解个人对于社会的责任。

8-3. 具有较高的思想觉悟和人文修养和道德水平，树立正确的人生观和世界观。具有科学、严谨、公正的职业道德：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，学生能够树立正确的人生观和世界观、具有科学、严谨、公正的职业道德。

8-4. 在新能源材料与器件领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任：通过讲授工程师的职业道德、工程师责任的种类、社会责任与揭发、工程师的生态责任意识等知识点，以及对新能源材料工程伦理问题的讲述和研讨，学生能够在新能源材料与器件领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。

9-2. 能够理解个人在团队中所处的角色、所应发挥的作用、所应担当的责任，以及个体对团队及团队其他成员的影响：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，能够使学生理解个人在团队中所处的角色、所应发挥的作用、所应担当的责任。

9-3. 具有团队合作和在多学科背景环境中发挥作用的能力，理解个体、团队成员以及负责

人的角色：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，学生能够具有团队合作和在多学科背景环境中发挥作用的能力，理解个体、团队成员以及负责人的角色。

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、课堂讨论情况）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，对典型案例开展课堂讨论。

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，天人和諧。

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，对典型案例开展课堂讨论。

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，对典型案例开展课堂讨论。

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，对典型案例开展课堂讨论。

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，对典型案例开展课堂讨论。

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，新能源材料工程的伦理问题。

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，对典型案例开展课堂讨论。

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 基因工程的伦理问题

- 一、基因工程
- 二、基因工程的伦理问题
- 三、基因工程伦理问题的解决策略

<p>第三节 信息工程的伦理问题</p> <p>一、信息工程</p> <p>二、信息工程的伦理问题</p> <p>三、信息工程伦理问题的解决策略</p> <p>第四节 土木工程的伦理问题</p> <p>一、土木工程</p> <p>二、土木工程的伦理问题</p> <p>三、土木工程伦理问题的解决策略</p> <p>第五节 新能源材料工程的伦理问题</p> <p>一、新能源材料工程</p> <p>二、新能源材料工程的伦理问题</p> <p>三、新能源材料工程伦理问题的解决策略</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		
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		4	2-4	
四	工程中的利益相关者与社会责任	2				2		4	2-4	
五	工程中的诚信与道德问题	2				2		4	2-4	
六	工程利益相关方的博弈	2				2		4	2-4	
七	工程与生态责任	2				2		4	2-4	
八	工程伦理的应用	4				4		8	4-8	
合计		18				14		32		

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, 从杭青、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

课程报告选取新能源材料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。

《普通化学》课程教学大纲

(General Chemistry)

执笔者: 何海英

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	5 学分		
学时数	总学时 80, 其中: 实验 (实训) 学时 0; 课外学时 0		
先修课程	无		
后续课程	物理化学、材料科学基础等		

二、课程简述

《普通化学》是新能源材料与器件专业的一门主干必修基础课程, 在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	权重
毕业要求 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-3.具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	M
毕业要求 2.问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等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 8.职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在新能源材料与器件领域工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	指标点 8-4. 在新能源材料与器件领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。	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。	指标点 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) 教会学生初步掌握普通化学基本原理，并将其与能源材料学相关领域建立联系；
- (2) 培养学生运用上述原理去解决基础化学问题的能力，培养学生对于基础化学问题进行简单分析计算的能力；
- (3) 帮助学生树立初步的材料学研究思维，使学生在知识实践及理论应用上得到重点提升。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

要求学生初步掌握普通化学基本原理；要求学生对于基础化学问题能够进行简单分析计算；要求学生能够在基础化学原理在能源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%（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 绪论

重点：了解和掌握化学在材料学中的发展及社会地位。

难点：掌握化学的特征和发展趋势。

课程思政：我国在新能源技术方面的发展情况

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1节 化学在材料科学中的重要作用；本课程的教学内容、教学要求及学习方法。

第二章 物质的状态

重点：了解和掌握气体和溶液的基本性质。

难点：气体的基本定律和溶液的依数性。

课程思政：气体定律发现的历史

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1节 理想气体定律，气体的分压定律。

第2节 气体的液化（临界现象），液体的蒸发（蒸气压），液体的凝固（固体的熔化），水的相图。

第3节 溶液的浓度和溶解度，溶液的依数性。

第三章 化学热力学基础

重点：理解四个状态函数概念

难点：反应焓和反应自由能的计算

课程思政：我国原子弹、氢弹爆炸试验的圆满成功

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1节 体系和环境，过程和途径

第2节 状态函数，热、功和热力学能

第3节 热力学第一定律，热力学第二定律，反应热与反应焓变，热化学方程式，化学反应热的计算（盖斯定律，标准摩尔生成焓及用标准摩尔生成焓计算化学反应热，热力学分解温度）。

第四章 化学平衡

重点：浓度、分压、总压和温度对化学平衡的影响

难点：化学平衡的计算

课程思政：满招损、谦得益

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1节 可逆反应、化学平衡的建立及特征

第2节 化学平衡常数、影响化学平衡的因素

第五章 化学动力学基础

重点：反应速率概念

难点：化学反应速率理论

课程思政：透过现象看本质

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1节 化学反应速率理论，活化分子与活化能

第2节 有效碰撞与活化分子，反应的活化能

第3节 浓度对反应速率的影响（质量作用定律，基元反应与非基元反应，反应速率方程）

第4节 温度对反应速率的影响、催化剂对反应速率的影响

第六章 酸碱平衡

重点：弱电解质溶液中的电离平衡

难点：弱电解质溶液中的电离平衡的计算、缓冲液 pH 的计算

课程思政：酸碱平衡与人体健康

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1节 弱电解质溶液中的电离平衡特点

第2节 溶液中的电离平衡计算

第3节 水的电离平衡和水的离子积、溶液的酸碱性和 pH 值

第4节 缓冲溶液的产生及缓冲溶液 pH 值的计算、缓冲溶液的选择和配制、缓冲溶液的重要性

第七章 沉淀溶解平衡

重点：沉淀溶解平衡的计算及应用

难点：难溶物的溶解平衡计算、溶度积规则

课程思政：我国著名的喀斯特地貌，保护祖国河山

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1节 难溶电解质的溶解度和溶度积

第2节 溶解度和溶度积计算

第3节 溶度积规则及其应用

第4节 沉淀反应的某些应用

第八章 氧化还原反应与电化学

重点：氧化还原反应方程式的配平和能斯特方程式的有关计算

难点：能斯特方程式的应用

课程思政：佛山市氢能汽车，国家发展新能源产业

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1节 氧化值、氧化态、还原态、氧化、还原、氧化剂、还原剂、氧化还原反应方程式的配平

第2节 原电池的组成和符号、电极反应与电池反应的关系

第3节 电极电势的产生、标准电极电势、影响电极电势的因素，能斯特方程式及其有关计算

第4节 电极电势的应用，比较氧化剂还原剂对强弱，判断氧化还原反应进行的方向，判断原电池的正负极，计算电池的电动势，元素电势图判断歧化反应进行的方向及计算电极电对的标准电极电势

第九章 原子结构

重点：确定基态原子电子组态的构造原理，建立元素周期律、周期系、周期表、周期性的基本概念。

难点：原子轨道和电子云

课程思政：认识事物的本质

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1节 经典核原子模型的建立与量子概念的提出。

第2节 原子光谱与原子能级、电子运动的波粒二象性，电子运动的统计性几率密度，电子云的概念和图像，核外电子的运动状态的描述，原子轨道的角度分布图像。

第3节 四个量子数的物理意义和取值规则。

第4节 多电子原子的能级，核外电子排布的原理和一般规律，常见元素的原子和简单离子电子排布式的书写

第5节 用轨道图和四个量子数表示某些原子或离子的电子层结构、原子的电子层结构与元素周期系（周期律周期表中周期、族、区的划分），原子结构与元素性质的关系

第十章 化学键与分子结构

重点：共价键理论和分子间力

难点：价层电子对互斥模型和分子轨道模型

课程思政：我国原子弹、氢弹的研发过程，增强学生国家荣誉感与民族自信

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1节 化学键的含义及基本类型

第2节 共价键理论要点，共价键的键参数，共价键的方向性、饱和性。 σ 键、 π 键概念的含义

第3节 杂化轨道理论要点， sp 、 sp^2 和 sp^3 杂化轨道成键，共轭大 Π 键的表示方法，分子的几何构型，分子轨道理论的要点和分子轨道模型。

第4节 分子的极性和偶极矩、分子间力及其对物质某些性质的影响、氢键及其对物质某些性质的影响

第十一章 晶体与晶体结构

重点：晶体的结构与物质性质的关系

难点：晶体基本类型、结构及特点

课程思政：科学的研究要求探索精神

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1节 晶体概述、晶体的基本类型及其性质特点、从分子或晶体的结构分析物质的结构与性质的关系

第2节 金属晶体，金属键能带理论，金属晶体的密堆积结构，离子极化及其对离子化合物的结构和性质变化的解释

第十二章 配位化合物

重点：配合物的价键理论和配位平衡的移动及其有关计算

难点：晶体场理论

课程思政：保护我国稀土资源

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1节 配位化合物的组成、配位化合物的命名

第2节 配位化合物中的配位键

第3节 杂化轨道与配位物的空间构性及磁性，外轨型和内轨型配位物

第4节 配位平衡常数及其有关计算、配位平衡的移动

第十三章 元素化学

重点：元素性质及变化规律

难点：常见元素的特有性质及性质和结构的关系

课程思政：我国在半导体领域的发展与技术突破

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1节 s区元素

第2节 p区元素

第3节 d区元素

第4节 f区元素

第十四章 化学与社会发展

重点：化学与新材料、能源、环境之间的关系

难点：新能源材料及其他新材料的发展

课程思政：化学与社会的发展

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1节 能源的综合运用，功能非凡的材料，环境与可持续发展

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					0	1	0	
2	物质的状态	5					0	5	2-4	
3	化学热力学基础	4					1	5	2-4	
4	化学平衡	4					1	5	2-4	
5	化学动力学基础	4					1	5	2-4	
6	酸碱平衡	4					1	5	2-4	
7	沉淀溶解平衡	4					1	5	2-4	
8	氧化还原反应与电化学	8					1	9	2-4	
9	原子结构	11					1	12	2-4	
10	化学键与分子结构	12					1	13	2-4	
11	晶体与晶体结构	2					0	2	2-4	
12	配位化合物	6					1	7	0	
13	元素化学	4					0	4	2-4	
14	化学与社会发展	1					1	2	0	
合计		70					10	80	22-44	

七、课程教材及主要参考资料

(一) 大纲教材:

华彤文, 王颖霞, 卞江, 陈景祖. 普通化学原理 (第4版). 北京: 北京大学出版社, 2013.

(二) 教学参考书:

[1] 宋天佑主编. 无机化学 (第四版). 北京: 高等教育出版社, 2019年。

[2] 傅献彩主编. 大学化学 (第二版). 北京: 高等教育出版社, 2019年。

八、其他说明

无。

《有机化学》课程教学大纲 (Organic Chemistry)

执笔者: 陈宛涓

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022年5月5日

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	学科基础课程 (专业学科基础课)		
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	普通化学		
后续课程	高分子化学与物理		

二、课程简述 (300 字左右)

《有机化学》课程是材料科学与氢能学院新能源材料与器件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。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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合,用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	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技术、工艺、质量等问题。	H
毕业要求 2.问题分析:能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理,并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题,采取有效的实验技术,以获得有效的结论。	指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学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:能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案,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创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	M
毕业要求 4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到合理有效的结论。	M
毕业要求 6.工程与社会:能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。	指标点 6-2.能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。	M
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。	指标点 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: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_N1 和 $E1$ 反应历程中的分子重排。从 $p-\pi$ 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； α -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：以中国人名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羰基还原知识点时，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：

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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：能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-1: 能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
	指标点 1-3: 具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力, 并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	H
	指标点 1-4: 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。	L

毕业要求 2. 问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	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，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	M
毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2：能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	L
毕业要求 4. 研究：能够基于化学合成与制备技术及现代分析测试表征技术的科学原理并采用科学方法对能源材料和功能性材料行业等领域的复杂工程问题进行研究，能够设计实验，创造实验条件，归纳、整理、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、工程科学和新能源材料与器件专业知识结合，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，掌握电池的电化学性质及材料之间的储能机理，了解电化学能量存储器件对当下能源应用起着至关重要的作用，并能够根据具体的工程实践做出适当的选择。

毕业要求 2. 问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术等科学的基本原理，掌握中英文资料查询、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，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题；掌握新能源材料与器件相关材料制备（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 3 设计/开发解决方案：通过相平衡学习能够针对金属材料在制备与合成的复杂工程问题提出解决方案，通过电化学部分学习，设计满足电池等新能源企业生产实践中工艺设计、科技开发、工程技术的需求，确定具体的研发目标。

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 ΔU 、 ΔH 、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 ΔG 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 ΔG 的计算示例

一、等温物理变化中的 ΔG

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 ΔG 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 ΔS 、 ΔH 和 ΔG 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，让学生了解到电化学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。

《材料物理》课程教学大纲

(Materials Physics)

执笔者：熊帮云

审核人：樊婷

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	材料科学基础，物理化学		
后续课程	功能陶瓷材料与器件，薄膜技术与材料		

二、课程简述

《材料物理》课程的主要内容是材料中的物理现象及其本质机理和应用，旨在利用物理中的一些学科成果来阐明材料中的各种规律和转变过程，其目的是解决材料中的物理问题。

本课程介绍现代材料物理的研究内容、材料物理基础及方法、新材料与技术，内容涉及材料的晶态结构、晶体缺陷、材料的固态相变、材料的固态扩散、材料的电子理论、材料的电学性能、材料的磁学性能和材料的光学性能，从物理学的一些基本概念、基本原理、基本定律出发，并建立相应的物理模型，从半定量上弄清楚材料宏观性能与其微结构的关系。

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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	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：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等学科学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 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	M
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。	指标点 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

材料物理的目是解决材料中的物理问题，它旨在利用物理中的一些学科成果来阐明材料中的各种规律和转变过程。通过学习本课程，使学生理解材料物理研究的主要内容和重要知识，学习现代材料物理思考和探索问题的方法；掌握功能材料的重要物理性质以及研究方法，并能运用材料物理学的基本概念和原理去思考和解决问题。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

目标一：掌握材料物理研究的主要内容和重要知识。

目标二：掌握功能材料的重要物理性质以及研究方法。

目标三：能够运用材料物理学的基本概念和原理去思考和解决问题。

（二）考核方式

1) 本课程考核采用闭卷考试的形式。

2) 考试着重于基本概念和原理，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

（三）成绩评定

总评成绩包括期末考试（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 0 章 绪论

重点：材料物理的研究内容和课程目的。

难点：无。

课程思政：爱国主义教育。“绪者，丝之头”。绪论课作为一门课程的导入课，不仅对该门课程所学内容进行了综合性的介绍，同时也为接下来学生们顺利进入新课程的学习打下良好的基础。对于《材料物理》这门课程来说，由于其具有独特的学科交叉性，所以在绪论课堂上，要让学生们认识到，本课程不仅仅局限在复杂的物理知识学习，更注重课程知识与实际的科研项目，与电子、信息等多领域密切联系。在绪论课的讲解过程中，可以将材料的发展过程所反映出来的自然规律与辩证唯物主义思想结合，这样不仅可以培养学生正确的世界观和方法论，而且还可以让学生学会通过事物所具有的普遍联系性理解材料，理解科学的发展规律，提高辩证思维能力。同时，如果绪论课从历年的诺贝尔奖中与新材料发现相关的科学家及其科研故事介绍出发，不仅有利于提高学生的学习兴趣，而且进一步引出“钱学森之问：为什么我们的学校总是培养不出杰出的人才”，留给學生思考与讨论，激发学生的爱国热情与学习热情。在介绍材料的应用时，可以引入我国的 FAST 工程，四千多块反射板拼接而成的大型球面镜，实现与宇宙中繁星的对话。这样伟大工程的介绍不仅可以提升学生们的民族自豪感，而且更加可以激励学生为中华民族的伟大复兴而继续努力奋斗。作为面向本科生的专业基础课，材料物理课程不但要讲好专业知识，也肩负着立德树人的重任。材料物理课程的教学对象为本科生，他们正处于养成习惯、培养价值观的重要时期。相应地，思政教育也应超脱于传统概念上的道德品质和家国情怀，有意识地引导学生树立起正确的科学精神和勤奋刻苦的学习习惯，为未来的学习和工作打下良好的基础。

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。

介绍材料物理、材料学和物理学之间的关系，明确现代材料物理的研究内容、材料物理基础及方法、新材料与技术，从物理学的一些基本概念、基本原理、基本定律出发，阐明材料中的各种规律和转变过程，解决材料中物理问题。

第 1 章 材料的晶态结构

重点：晶体学基础、金属材料的结构、陶瓷材料的结构。

难点：晶体学基础、陶瓷材料的结构。

课程思政：大国工匠精神。由于材料的结构不同，它们的制备方法也不同，但它们也有许多相似之处。通过本课程的学习，使学生们能够在了解材料制备工艺和性能测试方法以及相关大型设备的使用等方面，恰当地引入目前国内最先进的科研进展，使得同学们感触颇深。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。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。不论是实现了光纤千米传输的“光纤之父”高锟，还是因蓝光 LED 获得诺贝尔奖的日本科学家

中村修二，都是通过夜以继日的潜心研究，破釜沉舟不惧挑战，最终获得了成功，也为全人类的带来了“光明”。又如位于我国研究前沿的“FAST工程”，其500 m口径球面射电望远镜（FAST）是目前世界上最大、最灵敏的单口径射电望远镜，未来将会应用中性氢巡视、脉冲星搜索、国际VLBI网联测及地外生命搜寻等重要前沿领域。引入这样一个伟大的工程，不仅可以增加学生的自豪感和爱国主义情怀，也可以激励学生为中华民族的伟大复兴继续努力奋斗。另一个是胡双钱的案例。35年来，他亲自处理了数十万件精密零件，并创造了100%经认证的磨料零件的惊人纪录。中国新一代大型飞机C919的首架原型机中有许多由胡双钱亲自打磨的新零部件。这种精益求精、踏实肯干的大国工匠精神，在材料制备、测试表征和设备研发中同样至关重要，非常值得学生们用心学习。工匠精神是当代学生必须具备的一种职业素养和观念，在教授学生们理论知识的同时合理地渗透大国工匠精神，能够促使学生更加全面地发展。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。

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 晶体学基础

一、点阵和晶胞

二、晶向指数和晶面指数

三、晶面间距

四、非晶态材料的结构

五、准晶体的结构

第1.2节 金属材料的结构

一、纯金属的典型晶体结构

二、合金相结构

第1.3节 陶瓷材料的结构

一、特种陶瓷的结构

二、硅酸盐的晶体结构

三、玻璃的结构

第1.4节 低维材料的结构

一、薄膜的形成过程

二、薄膜的结构

第2章 晶体缺陷

重点：点缺陷、位错、面缺陷。

难点：点缺陷、位错、面缺陷。

课程思政：“质量互变”哲学思想。首先进行课程知识点的充分关联，如位错缺陷与晶体塑性变形的关系，本课程和先修课程、后续课程之间的关联。在梳理课程知识点的基础上，充分挖掘各知识点及内容蕴含的思想政治元素，将马克思主义哲学和方法论融入教学。哲学是科学之科学，自然科学中许多理论蕴含着哲学道理，如由于晶体缺陷的产生、运动导

致材料内部裂纹的产生、扩展及破坏，包含在“质量互变”哲学思想中。总之，要站在马克思主义哲学的高度，运用“润物细无声”的方法体现情感和价值引领，通过专业课程的学习，引导学生用正确的立场观点和方法看待事物，分析问题，认识社会。

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 晶体缺陷概述

第 2.2 节 点缺陷

一、肖特基缺陷和弗兰克尔缺陷

二、点缺陷的特点

三、点缺陷的平衡浓度

四、空位形成能

五、点缺陷对性能的影响

六、过饱和点缺陷

第 2.3 节 位错

一、位错的发现

二、位错的概念和柏氏矢量

三、位错的运动

四、位错对晶体性能的影响

第 2.4 节 面缺陷

一、晶界

二、堆垛层错

三、孪晶界

四、外表面

五、相界面

第 3 章 材料的固态相变

重点：多晶型性转变、马氏体转变、贝氏体转变、玻璃态转变。

难点：多晶型性转变、玻璃态转变。

课程思政：公共安全意识。工程学的本旨是将科学技术应用于发展国民经济，改善国民衣食住行等实际问题，因此公共安全、健康及福利的保障应放在工程道德教育的首位。工程师应将确保公共安全作为自己最重要的责任，这一点在材料工程中尤为重要。金属材料的热处理是通过控制金属的温度、时间及冷却方式等要素来实现金属组织的改变、改善及性能的提升的技术。而热处理中组织的状态是确保金属材料的性能及寿命的关键因素，因此材料工程中，热处理后组织状态的准确对于工程应用，特别是涉及到民生的大型工程的结构安全，是至关重要的，这是一个公共安全的问题。在“材料的固态相变”这章课程中，最重要的部分就是各类固态相变过程的学习。在授课过程中，说明这些专业知识的学习与公共安全的关系，引导学生意识到学好、做好热处理并不是私德的问题，而是公德，是职业道德。在这个问题上，没有利益与质量的权衡，有的只是对公众安全负责的道德底线。这部分的教学中，提出一些因热处理不合格造成危害到公共安全的历史案例，来进行课堂

讨论，这些案例说明了严谨、技术精确以及诚实的重要性，而当这些底线无法保障时，后果有多严重。当这样的例子贯穿整个课程时，它们会让学生深刻认识到公共安全意识与专业知识的联系。这些案例往往是触动人心的，生动的，在情感上能吸引人，并且令人难忘，这对工程道德的培养是至关重要的。讲好中国故事，充分介绍中国材料领域著名领军人物的先进事迹，如马氏体相变研究的奠基人徐祖耀先生等，从而树立文化自信，将正确的价值追求和理想信念传承给学生。

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 固态相变的概念及分类

- 一、相变的基本概念
- 二、固态相变的一般特点
- 三、固态相变的分类

第 3.2 节 多晶型性转变

- 一、多晶型性转变的相变驱动力
- 二、多晶型性转变的相变过程

第 3.3 节 共析转变

- 一、共析转变的热力学
- 二、共析转变的过程
- 三、共析转变的动力学

第 3.4 节 马氏体转变

- 一、马氏体的概念
- 二、马氏体转变的特点
- 三、马氏体转变的动力学
- 四、马氏体转变的热力学
- 五、马氏体的组织形态
- 六、马氏体的转变机制
- 七、热弹性马氏体与形状记忆效应

第 3.5 节 贝氏体转变

- 一、贝氏体的组织形态
- 二、贝氏体转变的动力学
- 三、贝氏体转变的特点
- 四、贝氏体转变的机制
- 五、贝氏体的定义

第 3.6 节 玻璃态转变和非晶态合金

- 一、非晶态转变和玻璃化温度
- 二、非晶态合金的形成

第4章 材料的固态扩散

重点：扩散动力学、扩散机制、影响扩散的因素。

难点：扩散动力学、扩散机制。

课程思政：职业道德和敢于质疑的勇气。材料的固态扩散讲解扩散的宏观和微观机制、利用菲克第二定律解决渗碳渗氮等化学热处理实际问题。在讲解渗碳工艺中，分析渗碳过程的化学变化和时间的关系，溶入的碳量和材料力学性能和组织的变化过程，让学生理解量变到质变的本质，如何降低温度缩短时间，讲解节能的手段和意义，培养学生的工程思维，形成绿色发展的理念。李鹤林院士在他的本科论文期间已经敏锐地认识到：“现实迫不及待地要求金属材料工作者千方百计地寻求符合我国资源情况，又能大大提高钻头使用寿命的中国式的钻头材料。”，并对苏联规定的钻头强韧性指标和渗碳钢含量提出质疑。当时一个仅23岁的大学生，对苏联权威提出挑战，他的勇气和胆识可见一斑。他提出了延长钻头使用寿命的新材料和新工艺，在实验上，先解决渗碳工艺问题，再将代用材料做不同处理，通过全面分析苏联规定的工艺规范和性能指标，建立一套新的、适合我国情况的实验方法和性能指标。

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 扩散动力学

一、扩散第一定律

一、扩散第二定律

第4.2节 扩散机制

一、间隙扩散

二、置换扩散

三、晶界扩散和位错扩散

第4.3节 上坡扩散

第4.4节 影响扩散的因素

一、温度

二、固溶体类型

三、晶体结构

四、溶质浓度

五、第三组元

六、晶体缺陷

第5章 材料的电子理论

重点：波函数和薛定谔方程、能带理论。

难点：能带理论。

课程思政：辩证法的对立统一规律。单电子波粒二象性的Sommerfeld模型符合唯物辩证法的对立统一规律，即自由电子的粒子性和波动性同时存在。从波动方面来描述粒子的运动需要用到波动方程，这就是薛定谔方程的由来。Sommerfeld模型能够利用能级的不连续

性和费米-狄拉克统计的结果来证实“费米面附近少量电子才是真正自由的电子”。费米能级亦存在着对立统一规律，其揭示了事物普遍联系的根本内容和变化发展的内在动力。凡事没有绝对的好与坏，在人们日常生活中好与坏是相对存在，具备一体两面性。随着社会的进步与发展，人们在不同历史时期、不同情况下对待事物发展的评价也会各不相同。正如《老子·五十八章》中的“祸兮福之所倚，福兮祸之所伏”，意思是祸与福互相依存，可以互相转化。祸事的背后也会孕育新的希望，善事的另一面也会存在风险。这体现了辩证法的思想——矛盾的对立统一与相互转化。又如人们所熟知的那则“塞翁失马”的故事，塞翁丢失了一匹强壮的马，邻居们得知消息后过来安慰他，但他不以为意地说道：“这或许也是一种好的结果。”过了一段时间，马儿自己回到了家中并一同返回了多匹骏马，邻居们都来祝贺他，这时他对大家说道：“这并不一定带来好的结果。”果然在他的儿子骑马时跌跌撞撞地摔断了腿。邻居们又来安慰他不要难过，塞翁说道：“怎么知道这不是一种好的结果呢？”一年后，国家来强制招募青壮年征兵入伍，参军的许多年轻人都因此丧生，只有他的儿子因伤无法入伍，保住了一条性命。所以，人们在生活中遇到的每一个问题，都要学会一分为二地分析，不仅要看到事物好的一面，也要看到事物不好的一面，了解事物的内在含义，不要因眼前的得失而改变心境，用平常心来面对生活中的各种问题。

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 波函数和薛定谔方程

一、微观粒子的波粒二象性

二、波函数和薛定谔方程

第 5.2 节 经典统计和量子统计

第 5.3 节 自由电子假设

一、经典自由电子理论

二、量子自由电子理论

第 5.4 节 能带理论

一、近（准）自由电子近似和能带

二、布里渊区

三、近自由电子近似下的状态密度

四、能带理论对材料导电性的解释

第 6 章 材料的电学性能

重点：金属导体的导电性、半导体的导电性、离子晶体的导电性、材料的介电性能。

难点：材料的介电性能。

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 6.1 节 金属导体的导电性

- 一、自由电子近似下的导电性
- 二、能带理论下的导电性
- 三、导电性与温度的关系
- 四、电导功能材料

第 6.2 节 半导体的导电性

- 一、本征半导体
- 二、杂质半导体
- 三、霍尔效应

第 6.3 节 离子晶体的导电性

- 一、离子导电的理论
- 二、离子导电的影响因素
- 三、快离子导体

第 6.4 节 超导电性

- 一、超导现象
- 二、超导理论
- 三、超导研究的进展及其应用

第 6.5 节 热电效应

- 一、热电势
- 二、塞贝克效应
- 三、珀耳帖效应

第 6.6 节 材料的介电性能

- 一、电介质的极化
- 二、介电损耗
- 三、介电体击穿

第 7 章 材料的磁学性能

重点：材料磁性能表征参量、孤立原子的磁矩、抗磁性和顺磁性、铁磁性。

难点：抗磁性和顺磁性、铁磁性。

课程思政：家国情怀和社会责任。在介绍物质的磁化特性和磁性材料方面，就可以结合当前中美之间的贸易战等相关时事信息，融入爱国情怀教育。永磁元件在现代工业、国防等领域中有极其重要的作用，而永磁元件是依靠稀土材料制造的。我国不仅是稀土材料最大储量国，还是最大开采量国，最大出口国，而且开采和提纯技术也是世界一流水平。在充

分肯定这些重要成就的同时，还要同时注意到，稀土开采发展过程中存在的问题，特别是考虑到环境保护、国家安全与发展利益等方面的相关因素，按计划有序开采稀土资源就具有必要性和现实性。此外，也要看到，虽然我国在稀土开发领域具有领先的技术水平，但在磁性原材料制造方面还存在很大的短板，很多尖端磁性材料还依赖于国外进口。在本章课程中，在给同学介绍枯燥的磁化过程和磁化特性时，适时引入这些内容，不但将爱国主义教育寓在其中，还可以活跃课堂气氛，提高学生学习的积极性。

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 材料磁性能的表征参量和材料磁化的分类

一、材料磁性能的表征参量

二、材料磁化的分类

第 7.2 节 孤立原子的磁矩

一、电子和原子核的磁矩

二、原子的磁矩

第 7.3 节 抗磁性和顺磁性

一、抗磁性

二、顺磁性

第 7.4 节 铁磁性

一、铁磁体磁化的现象

二、铁磁体的自发磁化

三、铁磁体的技术磁化

第 7.5 节 强磁材料

一、软磁材料

二、硬磁材料

三、磁记录材料

第 8 章 材料的发光性能

重点：光与材料的作用、光学材料。

难点：光与材料的作用。

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及成套装备”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 8.1 节 光与材料的作用

- 一、光的物理本质
- 二、光与材料作用的一般规律
- 三、金属材料对光的吸收和反射
- 四、非金属材料对光的反应

第 8.2 节 材料的发光和激光

- 一、发光和热辐射
- 二、激光的产生

第 8.3 节 光学材料

- 一、发光材料
- 二、固体激光工作物质
- 三、光导纤维

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		
0	绪论	2						2		
1	材料的晶态结构	8						8	1	
2	晶体缺陷	4						4	1	
3	材料的固态相变	3						3	1	
4	材料的固态扩散	3						3	1	
5	材料的电子理论	3						3	1	
6	材料的电学性能	4						4	1	
7	材料的磁学性能	3						3	1	
8	材料的发光性能	2						2		
合计		32						32	7	

七、课程教材及主要参考资料

1) 教材

[1] 李志林.《材料物理(第二版)》.北京:化学工业出版社,2020年。

2) 主要参考书目

[1] 王国梅,万发荣.《材料物理(第2版)》.武汉:武汉理工大学出版社,2015年。

[2] 杨尚林.《材料物理学》.哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004年。

[3] 黄昆,韩汝琦.《半导体物理基础》.北京:科学出版社,2010年。

八、其他说明

无。

《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:樊婷

编写日期:2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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		
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	权重
毕业要求 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合,用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-1.能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
毕业要求 4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-2.能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。	M
毕业要求 8.职业规范:具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在新能源材料与器件领域工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任。	指标点 8-1. 了解我国的基本国情、社会体系和所选择的发展道路,热爱祖国。	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。	指标点 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

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。

第一节 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。

第一节 硅的基本性质

第二节 硅的制备与提纯

第三节 单晶硅的掺杂和缺陷

第四节 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。

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 III-V 族化合物半导体

第二节 II-VI 族化合物半导体

第三节 氧化物半导体材料

第四节 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。

第一节 半导体器件基本结构单元：pn 结

第二节 半导体器件基本结构单元：金半接触

第三节 半导体器件基本结构单元：异质结

第四节 半导体器件基本结构单元：MIS 结构

第五节 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

第六节 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。

《高分子化学与物理》课程教学大纲

(Polymer Chemistry & Physics)

执笔者: 叶秀芳

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业学科基础课程		
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	普通化学; 有机化学; 物理化学; 有机化学实验		
后续课程	材料研究与测试方法; 材料科学基础		

二、课程简述 (300 字左右)

秉承“立德树人、因材施教”的教育理念, 高分子化学与物理以高分子化学和高分子物理为两条教学主线, 高分子化学着重介绍高分子的基本概念、高分子化合物合成的基本原理及控制聚合物反应速率和分子量的方法、高分子化学反应的特征以及聚合方法的选择; 高分

子物理着重阐述聚合物的结构与性能之间的关系；通过本课程的学习，使学生具有高分子科学领域的基本知识，掌握基本的高分子化学与物理的基本概念、合成原理、聚合方法、结构与性能之间的规律性等方面的基本知识和基本理论，并能够运用有关理论，设计并制备具有一定功能的高分子材料，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 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业基础知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。	M
毕业要求 3	指标点 3-3.能够设计满足特定需求的新能源材料、器件和工艺流程，并能够体现创新意识。	H
毕业要求 4	指标点 4-2.能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。	M
毕业要求 8	指标点 8-4. 在新能源材料与器件领域复杂工程问题实践中，具有人文社会科学素养、社会责任感，能理解工程师的职业道德和责任。	L
毕业要求 12	指标点 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

通过本门课程学习，掌握高分子化学与物理的主要知识与理论：掌握高分子化学的基本概念和化学反应特征、合成反应原理及控制方法，培养学生初步具有控制聚合反应及选择聚合方法的能力；掌握高分子的链结构，高分子的聚集态结构，高分子溶液，聚合物的转变与松弛，聚合物的粘弹性，聚合物的力学性能等知识，基本掌握高分子微观结构与宏观性能之间的内在联系和规律，并能够应用于材料工程问题的分析中；能独立阅读其它的高分子物理、高分子化学教材、参考书及与高分子化学与物理相关的文献资料，并能理解其主要内容；强化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；基于学生对高分子结构与性能之间的关系的理解，培养学生的创新意识，为高聚物材料的成型加工、选材提供一定的理论依据，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。通过合理的课程思政设计，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

目标一：掌握本课程的主要知识与理论。

目标二：能够应用高分子化学与物理的基础知识，用于指导聚合物的设计、加工、改性的实践。

目标三：具有持续学习和创新的能力与素质。

(二) 考核方式

(1) 本课程考核采用闭卷考试形式。

(2) 考试着重于考核学生对高分子化学与物理的基础知识的掌握和知识应用能力的情况，形式可多种多样。

(三) 成绩评定

综评成绩包括期末考试成绩（占 60%）、学习过程成绩（占 40%）。平时成绩包括：课堂考勤、课堂教学活动表现、作业完成情况、作业质量等。

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、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、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 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

第 4 章 离子聚合和配位聚合

重点：离子聚合单体的结构特征，离子聚合机理，配位聚合引发体系，配位聚合机理。

难点：离子聚合机理，配位聚合机理。

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 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 4.2 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 4.3 节 配位聚合

一、聚合物的立构规整性

二、立构规整性的测定

三、单体和引发剂

四、配位聚合反应机理

第 4.4 节 不同聚合方法的比较

第 5 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、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 5.1 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 5.2 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 5.3 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 5.4 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 5.5 节 离子共聚合

一、阳离子型共聚

二、阴离子型共聚

第 6 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：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 6.1 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 6.2 节 聚合物的官能团反应

第 6.3 节 聚合物的交联和接枝

第 6.4 节 大分子的扩链反应

第 6.5 节 大分子的降解和老化

第 7 章 高分子的结构

重点：构型、构象、均方末端距等基本概念，高聚物链结构、温度、外力等因素对高聚物柔性的影响，均方末端距的计算，经典聚合物结构模型。

难点：均方末端距的计算。

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 7.1 节 高分子的近程结构

一、分子链的化学组成

二、结构单元的键接方式

三、高分子的构造

四、高分子链的构型

第 7.2 节 高分子的远程结构

一、小分子链的内旋转构象

二、高分子链的内旋转构象

三、高分子链的链柔性

四、影响链柔性的因素

第 7.3 节 高分子链的均方末端距

第 7.4 节 聚合物分子间作用力

第 7.5 节 高分子的晶态结构

第 7.6 节 聚合物的结晶度与物理性能

第 7.7 节 聚合物的结晶行为和结晶动力学

第 7.8 节 高分子的非晶态结构

第 7.9 节 高分子液晶态结构

第 7.10 节 高分子的取向态结构

第 7.11 节 高分子共混物的形态结构

第 8 章 大分子的热运动、力学状态及其转变

重点： T_g 转变的自由体积理论，聚合物的粘流转变和流动行为，聚合物的温度-形变曲线及其影响因素。

难点： T_g 转变的自由体积理论。

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 8.1 节 聚合物分子运动的特点

- 一、运动单元的多重性
- 二、分子运动的时间、温度依赖性

第 8.2 节 聚合物的力学状态和热转变

- 一、非晶态聚合物的温度-形变曲线
- 二、分子运动的时间、温度依赖性

第 8.3 节 聚合物的玻璃化转变

- 一、玻璃化转变现象
- 二、玻璃化转变温度的测定
- 三、玻璃化转变理论
- 四、影响玻璃化转变温度的因素

第 8.4 节 结晶聚合物的熔融——结晶热力学

- 一、熔融过程与熔点
- 二、影响熔点的因素

第 8.5 节 聚合物的粘流转变和流动行为

- 一、聚合物粘性流动的机理
- 二、粘流温度
- 三、聚合物的流动曲线

第 8.6 节 聚合物熔体粘度的测定

- 一、聚合物熔体粘度的测定
- 二、聚合物熔体粘度的影响因素

第 8.7 节 聚合物熔体的弹性效应

- 一、法向应力效应
- 二、挤出物膨大
- 三、不稳定流动和熔体破裂现象

第 8.1 节 拉伸粘度和动态粘度

- 一、拉伸流动和拉伸粘度
- 二、动态粘度

第 9 章 高分子固体的力学性质

重点：应力-应变曲线图，屈服判据，粘弹现象及其数学模型，时温等效原理。

难点：粘弹性数学模型，时温等效原理。

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 9.1 节 玻璃态和晶态高分子的力学性质

- 一、描述力学性质的基本物理量
- 二、高分子材料的应力-应变及其曲线图

第 9.2 节 高分子材料的屈服及判据

- 一、屈服判据
- 二、剪切带的结构形态

第 9.3 节 高分子材料的破坏和理论强度

- 一、脆性断裂和韧性断裂
- 二、聚合物的强度
- 三、断裂理论
- 四、影响聚合物强度的因素和增强

第 9.4 节 高弹体的力学性质

- 一、高弹性的分子结构特点
- 二、高弹形变的热力学分析
- 三、橡胶弹性的统计理论
- 四、影响弹性体性能的因素

第 9.5 节 高分子的粘弹性

- 一、粘弹性现象

二、粘弹性的数学描述

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		
1	绪论	2						2		
2	缩聚及其他逐步聚合反应	4					1	5		
3	自由基聚合反应	4				1		5		
4	离子型聚合和配位聚合	2						2		
5	共聚合反应	2						2		
6	聚合物的化学反应	2						2		
7	高分子的结构	4						4		
8	大分子的热运动、力学状态及其转变	5				1		6		
9	高分子固体的力学性质	3				1		4		
合计		28				3	1	32		

七、课程教材及主要参考资料

(一) 教材

魏无际、俞强、崔益华等.《高分子化学与物理基础》.北京:化学工业出版社,2011。

(二) 教学参考书:

[3] 潘祖仁.《高分子化学》.北京:化学工业出版社.2011年9月;

[2] 林尚安.《高分子化学》.北京:科学出版社,1984年;

[3] 金日光、华幼卿. 高分子物理(第四版).北京:化学工业出版社,2013;

[4] 马德柱等. 聚合物结构与性能.北京:科学出版社有限责任公司,2013。

八、其他说明

无。

《新能源技术概论》课程教学大纲

(Introduction to New Energy Technology)

执笔者：张玉媛

审核人：常萌蕾

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	无		
后续课程	材料科学基础、燃料电池材料与器件、太阳能材料与器件、锂离子电池原理、储能材料与器件、半导体材料与器件等		

二、课程简述

新能源材料与器件是实现新能源的转化和利用以及发展新能源技术的关键能源和材料，是社会发展的物质基础。《新能源技术概论》作为一门重要的导论性专业必修课程，基于“双碳”目标和生态文明建设，节能降碳，推进能源革命，优化能源结构的时代背景下，在介绍专业发展和培养目标的同时，系统地介绍有关新能源科学的基本理论、技术进展、新能源经济与政策，以新能源科学的基础知识、新技术前沿等方面的内容为对象，基础知识与发展前沿相结合，内容涉及当前的新能源热点问题，如“碳达峰和碳中和”、新能源和新能源技术，包括太阳能、氢能与燃料电池、风能、生物质能、锂离子电池、超级电容器和新能源材料等的基础与前沿等。通过本课程的学习，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 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合,用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-3.具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力,并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	H
	指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。	M
毕业要求 2.问题分析:能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理,并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题,采取有效的实验技术,以获得有效的结论。	指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等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 7.环境和可持续发展:能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。	L
	指标点 7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	L
毕业要求 8.职业规范:具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在新能源材料与器件领域工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任。	指标点 8-4. 在新能源材料与器件领域复杂工程问题实践中,具有人文社会科学素养、社会责任感,能理解工程师的职业道德和责任。	M
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

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、通过本课程的学习，学生将了解能源的定义、内涵、特点、分类与评价及能源在社会文明进步过程中的作用；认识能源利用对地球环境的影响，思考能源的未来发展方向；掌握和了解能源技术相关的概念，了解我国新能源资源储量状况，新能源资源开发的技术现状；掌握太阳能热利用和光伏发电系统的原理和技术现状；掌握和了解储能电池的工作原理，锂离子电池和超级电容器技术的发展方向；掌握和了解生物质转换利用技术，生物质气化、热解、直接液化的工艺及产物的利用，燃料乙醇、生物柴油的制备技术及应用；掌握风能的利用原理及途径；了解和认识氢能制取、存储、利用技术；掌握和了解燃料电池的工作原理和技术发展方向；掌握和了解地热能、海洋能和可燃冰的特点和开发利用技术；了解节能技术及能量的综合利用方法，思考节能减排对建立能源节约型社会的重要意义。正确认识国际能源形势，国家能源安全，了解我国能源相关的政策法规，实现能源、社会、经济、环境的协调发展。

3、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

目标一：考核学生对有关能源/新能源的基本理论和基本知识的掌握程度，对二次能源及新能源的开发、转换与利用技术手段的掌握程度，使学生获得较宽广的能源科学技术知识。

目标二：考核学生对可再生能源/新能源的生成、特点及综合利用方法的了解程度，使学生基本掌握新能源应用研究的技术手段，培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

（二）考核方式

平时以团队小组形式根据选题开展课堂 PPT 演讲汇报或论文调研，并进行讨论，以培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

期末采用闭卷考试方式，考试着重于基本概念、基本方法和基本应用，考试内容覆盖课程教学大纲的全部内容。

（三）成绩评定

期末闭卷考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩占总评成绩 30%（其中上课考勤情况和听课情况占总评成绩 10%，课堂 PPT 演讲汇报和讨论情况占总评成绩 20%）。

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： 能源的概念及分类、新能源概念、各种新能源技术

难点： 能源的划分、各种新能源技术现状

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：利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际应用问题。

第 1.1 节 能源的概念及分类

一、能量与能源

二、能源的分类

三、能源的评价

四、能源的开发利用

第 1.2 节 新能源及其在能源供应中的作用

一、新能源的概念

二、新能源在能源供应中的作用

三、新能源的未来

第 1.3 节 新能源技术的发展

一、太阳能

二、风能

三、生物质能

四、氢能与燃料电池

五、储能电池

六、其他新能源

第 2 章 太阳能

重点：太阳能热利用和光伏工作原理、太阳能电池构造

难点：太阳光伏基本原理

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：利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际应用问题。

第 2.1 节 概述

一、太阳和太阳辐射能

二、到达地球的太阳辐射能

三、太阳能的利用

第 2.2 节 太阳能光电转换技术

第 2.3 节 太阳能电池基础

一、半导体材料

二、PN 结

三、太阳能电池的工作原理

第 2.4 节 硅基太阳能电池

第 2.5 节 染料敏化太阳能电池

第 2.6 节 钙钛矿太阳能电池

第 3 章 生物质能

重点： 生物质能的概念、组成和结构、各种生物质转化利用技术

难点： 不同生物质转化利用技术的原理

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：利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 3.1 节 概述

一、生物质

二、生物质能

三、生物质的组成与结构

四、生物质转化利用技术

第 3.2 节 生物质燃烧

第 3.3 节 生物质气化

第 3.4 节 生物质热解技术

第 3.5 节 生物质直接液化

第 3.6 节 生物燃料乙醇

第 3.7 节 生物柴油

第 3.8 节 沼气

第 4 章 风能

重点： 风能资源和风力发电系统

难点： 风力发电系统组成和运行方式

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：利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 4.1 节 风能资源

一、风能资源的表征

二、中国风能资源

第 4.2 节 风力发电系统

一、系统组成

二、运行方式

第 4.3 节 我国风能发展概况及展望

第 5 章 氢能与燃料电池

重点：各种制氢方法和储氢方法，燃料电池工作原理和关键材料

难点：燃料电池工作原理和关键材料

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：利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 5.1 节 概述

第 5.2 节 氢的制取

- 一、天然气制氢
- 二、煤制氢
- 三、水电解制氢
- 四、生物质制氢
- 五、太阳能制氢
- 六、核能制氢

第 5.3 节 氢的储存

- 一、高压气态储氢
- 二、液化储氢
- 三、金属氢化物储氢
- 四、吸附储氢
- 五、有机化合物储氢

第 5.4 节 氢能安全

- 一、燃料电池汽车的安全
- 二、加氢站的安全

第 5.5 节 燃料电池的关键材料和技术

- 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 5.6 节 氢气在其他领域的应用

第 6 章 锂离子电池

重点：锂离子电池工作原理、锂离子电池电极材料

难点：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 6.1 节 锂离子电池概述

一、引言

二、锂离子电池的发展

三、锂离子电池的工作原理

第 6.2 节 商用锂离子电池的种类

一、圆柱电池

二、方形电池

三、软包电池

四、纽扣电池

第 6.3 节 锂离子电池电极材料

一、石墨负极

二、钛酸锂

三、硅碳负极

四、钴酸锂正极

五、三元正极

六、锰酸锂正极

七、磷酸铁锂正极

第 6.4 节 动力锂离子电池的设计

一、设计的基本原则

二、设计要求

三、设计工艺步骤

第 6.5 节 锂离子电池的电动车应用

第 6.6 节 后锂离子电池时代的电池发展

第 7 章 超级电容器

重点：超级电容器的储能机理和关键材料

难点：超级电容器的储能机理

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 7.1 节 引言

第 7.2 节 超级电容器的结构组成及分类

一、超级电容器的组成

二、超级电容器的分类

第 7.3 节 超级电容器的工作原理

第 7.4 节 电解液

一、水系电解液

二、有机电解液

三、离子液体电解液

四、固态和准固态电解质

第 7.5 节 EDLC 的电极材料

一、多孔碳材料

二、活性炭

三、碳纳米管

四、石墨烯

五、其他结构碳材料

第 7.6 节 赝电容电极材料

一、贵金属氧化物

二、过渡金属氧化物/氢氧化物

三、导电聚合物

第 7.7 节 超级电容器的性能指标

第 7.8 节 超级电容器的应用

第 8 章 其他新能源

重点：地热能、海洋能、可燃冰的资源特点和开发利用

难点：地热能、海洋能、可燃冰的开发利用

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：利用多媒体教学手段，采用启发式和参与式教学方式，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 8.1 节 地热能

第 8.2 节 海洋能

第 8.3 节 可燃冰

第9章 新能源发展政策

重点：新能源的发展障碍及我国新能源政策

难点：新能源的发展障碍

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第9.1节 新能源的发展障碍

第9.2节 国外促进新能源发展的政策措施

第9.3节 我国《可再生能源法》及新能源政策

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	作业采用团队小组根据选题进行PPT演讲汇报或调研论文
2	太阳能	4				2		6		
3	生物质能	4						4		
4	风能	2						2		
5	氢能与燃料电池	4				2		6		
6	锂离子电池	4						4		
7	超级电容器	4						4		
8	其他新能源	2						2		
9	新能源发展政策	2						2		
合计		28				4		32	2	

七、课程教材及主要参考资料

(1) 教材

自编。

(2) 教学参考书

- [1] 王革华, 艾德生, 新能源概论, 第二版, 化学工业出版社, 2012
- [2] 左然, 施明恒, 王希麟, 可再生能源概论, 机械工业出版社, 2012
- [3] 吴其胜, 戴振华, 张霞, 新能源材料, 华东理工大学出版社, 2012
- [4] 杨天华. 新能源概论, 北京: 化学工业出版社, 2020.

八、其他说明

PPT演讲汇报或者调研论文选题内容:

浅谈“碳达峰、碳中和”目标下, 中国的氢能源利用现状及发展趋势。

针对诸多类型太阳能电池中某一中具体的太阳能电池进行讲解。

- (3) 简述新能源汽车的类型(选择一种或几种均可)、结构与原理和未来展望。

《材料科学基础》课程教学大纲

Fundamentals of Materials Science

执笔者：樊婷

审核人：常萌蕾

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	专业基础课		
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、材料结构与性能测试		

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

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	专业任选课程
毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2. 够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	M

<p>毕业要求 4. 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。</p>	<p>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。</p>	<p>H</p>
<p>毕业要求 6.工程与社会：能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。</p>	<p>指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。</p>	<p>L</p>

（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。

《电化学基础》课程教学大纲

(Fundamental of Electrochemistry)

执笔者：马信洲

审核人：常萌蕾

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业课		
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》和《物理化学》		
后续课程	《燃料电池技术》、《储能材料与器件》		

二、课程简述

包括主要内容简述，课程在人才培养中的目的、任务、地位及作用，以及所体现的教育思想和培养目标等。

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。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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-3.具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力,并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	M
毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-1.能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题提出解决方案。	H
毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-1.能够对新能源材料与器件相关的各类材料特性进行研究和实验验证。	H
	指标点 4-2.能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求进制定研发的可行实验方案。	M
毕业要求 5.使用现代工具：能够针对新能源材料与器件工程等领域的复杂工程问题，开发与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息工具，包括对材料结构设计、生产工艺、实验结果等的预测与模拟，并能够理解其局限性	指标点 5-3. 掌握新能源材料与器件重要文献资料的来源和获取方法。	L
毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	指标点 7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	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，掌握的主要知识与理论：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

期末考试和平时成绩的考核方式。期末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

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

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	4	
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	2	0	0	0	2	0	4	4	
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	0	2	
9	金属的电化学腐蚀与防护	4	0	0	0	0	0	0	4	
10	电化学测试方法	2	0	0	0	0	0	0	2	
合计		30	0	0	0	2	0	0	32	

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] 查全性. 电极过程动力学. 北京：科学出版社，1990年

[3] 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

[4] 邝生鲁. 应用电化学. 北京: 华中理工大学出版社, 1994 年

[5] 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。

《燃料电池材料与器件》课程教学大纲

(Fuel Cell Materials and Devices)

执笔者: 陈旻

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料化学系		
课程类型	专业课		
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 学时, 其中: 实验 (实训) 0 学时; 课外 0 学时		
先修课程	物理化学; 新能源概论; 专业导学; 材料研究与测试方法		
后续课程	氢能开发利用技术; 燃料电池技术		

二、课程简述 (300 字左右)

燃料电池是一种将储存在燃料中 (特别是氢气) 的化学能转化成电能的发电装置, 具有能量转化效率高 (不受卡诺循环限制)、污染排放低等优点。《燃料电池材料与器件》作为新能源材料与器件专业学生的一门重要的专业基础必修课程, 不仅为学生提供专业课程的基础理论知识分析, 也为从事相关技术开发工作、科学研究工作及管理工作提供重要的分析和解决问题的能力。通过介绍燃料电池反应热力学和动力学、燃料电池电荷转移和物质转移、燃料电池表征方法、燃料电池分类、质子交换膜燃料电池和固体氧化物燃料电池材料、燃料电池热管理、燃料电池系统设计的知识, 使学生掌握燃料电池技术的背景科学基本细节, 树立关于燃料电池技术方面的正确概念, 了解其应用场景、发展前景, 同时培养学生科学抽象、

逻辑思维能力，进一步强化实践综合分析和解决问题能力，为今后从事燃料电池材料与器件专业的学习和工作打下必备的基础。在课程教学过程中，基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的四种精神：(1)白手起家的谋划精神；(2)不疯魔不成活的坚守精神；(3) 没有最好，只有更好"的超越精神；(4) "独行快，众行远"的包容精神。

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 1	1-3. 具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	H
毕业要求 4	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

知识要求：通过本课程的学习，使学生们学习和掌握目前燃料电池的种类及其关键材料的特性，学习和掌握各种类型燃料电池的工作原理，学习和掌握燃料电池器件的器件组成和制作方法。

能力和素质要求：通过该课程的学习，使学生能够利用新燃料电池基本原理分析一般新能源材料及器件所涉及的工程问题，设计实验、分析与解释数据，以获得有效结论，并能够将专业知识用于解决一般有关燃料电池材料及器件的工程问题，具备一定的设计解决方案以解决一般工程问题的能力。通过该过程的学习，建立燃料电池开发—材料—器件制作一体的观念，通过课程中的分析讨论辩论培养分析沟通交流素质，形成燃料电池材料及器件开发应用思维模式，提升理解工程管理与经济决策的基本素质。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标一：考核学生对燃料电池电化学反应原理和过程特征的了解程度。

目标二：考核学生对燃料电池关键材料和器件的特征，及其制备和表征技术的了解程度和应用能力。

目标三：考核学生运用燃料电池材料与器件专业知识解决材料合成、应用工程问题和项目管理的能力。

(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 1 章 燃料电池简介

重点：燃料电池工作原理概、优缺点和分类。

难点：无。

课程思政：基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的四种精神之第一：白手起家的谋划精神

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 燃料电池工作原理简介

第 1.2 节 燃料电池的优点

第 1.3 节 燃料电池的缺点

第 1.4 节 燃料电池的类型

第 1.5 节 燃料电池的基本工作条件

第 1.6 节 燃料电池的性能指标

第 1.7 节 燃料电池的表征和建模方法

第 1.8 节 燃料电池和环境

第 2 章 燃料电池的热力学特性

重点：吉布斯自由能与电势之间的关系

难点：影响燃料电池的可逆电压的主要因素。

课程思政：基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的四种精神之第二：不疯魔不成活的坚守精神。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 2.1 节 热力学综述

- 一、什么是热力学？
- 二、内能
- 三、法拉第第一定律
- 四、法拉第第二定律
- 五、热力学电位
- 六、摩尔量
- 七、标准状态
- 八、可逆性

第 2.2 节 燃料的反应焓

- 一、燃料反应焓的计算
- 二、焓的温度依赖性

第 2.3 节 燃料的工作势能：吉布斯自由能

- 一、吉布斯自由能的计算
- 二、吉布斯自由能与电功之间的关系
- 三、吉布斯自由能与反应自发性之间的关系
- 四、吉布斯自由能和电压之间的关系
- 五、标准电极电位：可逆电压的计算

第 2.4 节 预测非标准状态条件下燃料电池的可逆电压

- 一、可逆电压随温度的变化
- 二、可逆电压随压力的变化
- 三、随浓度变化的可逆电压变化：能斯特方程
- 四、浓差电池
- 五、总结

第 2.5 节 燃料电池效率

- 一、理想的可逆燃料电池效率
- 二、实际燃料电池效率

第 2.6 节 燃料电池中的热平衡和气态平衡

第 3 章 燃料电池反应动力学

重点：交换电流密度的物理意义。

难点：Butler-Volmer 方程的推导和应用

课程思政：基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的四种精神之第三：“没有最好，只有更好”的超越精神

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 3.1 节 电极动力学简介

- 一、电化学反应和化学反应的不同点
- 二、电化学过程的复杂性
- 三、电流就是反应速率
- 四、电荷就是反应的质量
- 五、电流密度比电流密度更本征
- 六、电势能够控制电子能量
- 七、反应速率的有限性
- 第 3.2 节 为什么电荷转移反应具有活化能
- 第 3.3 节 活化能决定反应速率
- 第 3.4 节 反应速率的计算
- 第 3.5 节 平衡时的反应速率：交换电流密度
- 第 3.6 节 平衡时的反应势：Galvani 电位
- 第 3.7 节 电势和速率：Butler-Volmer 方程
- 第 3.8 节 交换电流与电催化：如何提高电极动力学性能
 - 一、增加反应物浓度
 - 二、降低激活阻碍
 - 三、升高温度
 - 四、增加反应活性位点
- 第 3.9 节 电极动力学过程的简化：Tafel 方程
- 第 3.10 节 不同类型燃料电池的电极反应动力学
- 第 3.11 节 催化剂电极材料的设计

第 4 章 燃料电池中的电荷转移

重点：影响材料电导率的主要因数。

难点：离子扩散系数和电导率的关系

课程思政：基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的四种精神之第四：“独行快，众行远”的包容精神。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

- 第 4.1 节 电荷传输会导致电压损失
- 第 4.2 节 燃料电池电荷转移电阻的特征
 - 一、电阻随着电极面积的变化
 - 二、电阻随着电极厚度的变化
 - 三、燃料电池电阻的附加特性
 - 四、离子（电解质）电阻通常占主导地位
- 第 4.3 节 电导率的物理意义
 - 一、电子与离子导体
 - 二、金属中的电子电导率
 - 三、晶体固体电解质中的离子电导率

第 4.4 节 燃料电池电解质综述

- 一、水电解液/离子液体中的离子传导
- 二、聚合物电解液中的离子传导
- 三、陶瓷电解质中的离子电导
- 四、混合离子-电子导体

第 4.5 节 离子扩散系数和电导率

- 一、扩散系数的原子起源学说
- 二、电导率与扩散系数的关系 (1)
- 三、电导率与扩散系数的关系 (2)

第 5 章 燃料电池中的物质转移

重点: 浓差极化的定义

难点: 如何在 j - V 曲线上获得浓差极化损失

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, 引导学生采用正确的思维进行分析。

第 5.1 节 电极上的物质传递和流动模式之间的关系

第 5.2 节 电极内的扩散传输

- 一、电化学反应驱动扩散
- 二、极限电流密度
- 三、浓度对能斯特电压的影响
- 四、浓度对反应速率的影响
- 五、如何在 j - V 曲线上获得浓差极化损失
- 六、燃料电池浓差极化损失总结

第 5.3 节 流体结构中的运输: 对流运输

- 一、流体力学介绍
- 二、流动通道中的质量传输
- 三、流动结构设计

第 6 章 燃料电池的性能表征

重点: 燃料电池的性能指标

难点: 电化学交流阻抗谱的应用

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, 引导学生采用正确的思维进行分析。

第 6.1 节 燃料电池表征技术概述

第 6.2 节 原位电化学表征技术

- 一、基础电化学变量: 电压、稳定性和时间

二、燃料电池测试对于电化学站的基本要求

三、电流-电压测试

四、电化学交流阻抗谱

五、在电流阻断测试法

六、循环伏安法

第 6.3 节 非原位表征技术

一、孔隙度的测定

二、BET 表面面积测定

三、气体渗透性

四、结构测试方法

五、化学组成测试方法

第 7 章 燃料电池的类型

重点：燃料电池的分类标准

难点：无

课程思政：介绍固体氧化燃料电池自主创新的过程

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 7.1 节 简介

第 7.2 节 磷酸盐燃料电池

第 7.3 节 聚合物电解质膜燃料电池

第 7.4 节 碱性燃料电池

第 7.5 节 熔碳酸盐燃料电池

第 7.6 节 固体氧化物燃料电池

第 7.7 节 其他燃料电池

一、直接液体燃料的燃料电池

二、生物燃料电池

三、无电解质膜的燃料电池

四、金属空气燃料电池

五、单室 SOFC

第 7.8 节 总结比较

第 8 章 质子交换膜燃料电池（PEMFC）和固体氧化物燃料电池（SOFC）

重点：电池材料的特性

难点：影响电池材料的稳定性和耐久性的主要因素

课程思政：介绍质子交换膜燃料电池自主创新的过程

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 8.1 节 PEMFC 电解质材料

- 一、氟化聚合物（如：全氟磺酸）
- 二、磺化烃碳聚合物（
- 三、掺杂磷酸的聚苯并咪唑
- 四、无机/复合膜聚合物
- 五、固体酸膜

第 8.2 节 PEMFC 电极/催化剂材料

- 一、双层（气体扩散层/催化剂层）的研究方法
- 二、GDL 电极材料
- 三、PEMFC 阳极催化剂
- 四、PEMFC 阴极催化剂

第 8.3 节 SOFC 电解质材料

- 一、锆掺杂硫酸钇(YSZ)
- 二、掺杂二氧化铈
- 三、氧化铈
- 四、基于 $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ 的材料(LAMOX 系列)
- 五、氧化离子传导钙钛矿氧化物
- 六、质子传导钙钛矿

第 8.4 节 SOFC 电极/催化剂材料

- 一、SOFC 的双层构型
- 二、Ni-YSZ 陶瓷阳极材料
- 三、基于二氧化铈的阳极材料
- 四、钙钛矿阳极材料
- 五、其他阳极材料；
- 六、阴极材料
- 七、SOFC 连接体材料
- 八、SOFC 密封材料

第 8.5 节 材料的稳定性、耐久性和使用寿命

- 一、PEMFC 材料的耐久性和使用寿命问题
- 二、SOFC 材料的耐久性和使用寿命问题

第 9 章 燃料电池系统概述

重点：燃料电池系统的组成

难点：无

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 9.1 节 燃料电池堆（燃料电池子系统）

第 9.2 节 热管理子系统

第 9.3 节 燃料输送/处理子系统

- 一、H₂ 存储
- 二、H₂ 运输
- 三、燃料输送/处理子系统总结

第 9.4 节 电力电子设备子系统

- 一、功率调节系统
- 二、功率变换
- 三、监控和控制系统
- 四、电源管理

第 9.5 节 燃料电池系统设计案例研究：固定联合热和电力系统

- 一、燃油处理器子系统
- 二、燃料电池子系统
- 三、电力电子设备子系统
- 四、热管理子系统
- 五、净电气和热回收效率

第 9.6 节 燃料电池系统设计的案例研究：一个便携式燃料电池的尺寸

第 10 章 燃料电池系统的设计

重点：燃料电池系统中的热量传递与平衡。

难点：无。

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：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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 10.1 节 通过计算流体动力学方法进行的燃料电池设计

- 一、流体力学公式
- 二、构建一个燃料电池模型的几何结构
- 三、边界和体积条件
- 四、解决方案的过程和结果分析

第 10.2 节 燃料电池系统设计：一个案例研究

- 一、一种便携式固体氧化物燃料电池系统的设计
- 二、热平衡和质量平衡
- 三、指定系统组件
- 四、设计综述

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		
1	简介	4						4	1	作业采用报 告形式完
2	燃料电池的热力学特	4						4		

	性									成。
3	燃料电池反应动力学	4						4		
4	燃料电池中的电荷转移	4						4		
5	燃料电池中的物质转移	4						4		
6	燃料电池的性能表征	8						8		
7	燃料电池的类型	4						4		
8	质子交换膜燃料电池（PEMFC）和固体氧化物燃料电池（SOFC）	8						8		
9	燃料电池系统概述	4						4		
10	燃料电池系统的设计	4						4		
合计		48						48	1	

七、课程教材及主要参考资料

[1] Ryan P. O'Hayre 《Fuel cell Fundamentals（第3版）》. John Wiley & Sons, 2016年。

[2] 衣宝廉. 《燃料电池——原理技术应用》. 北京: 化学工业出版社, 2003年。

[3] 肖钢. 《燃料电池技术》. 北京: 电子工业出版社, 2010年。

[4] 毛宗强. 《燃料电池》. 北京: 化学工业出版社, 2005年。

八、其他说明

《材料研究与测试方法》课程教学大纲

(Material Research and Testing Methods)

执笔者: 张玉媛

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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）0 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（300 字左右）

《材料研究与测试方法》是新能源材料与器件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材料成分与结构的研究与测试所必需的基本理论、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、原子力显微镜分析、X 射线衍射、X 射线光电子能谱分析、电子显微镜、热分析、光谱分析等方法，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。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。

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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合,用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	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技术、工艺、质量等问题。	M
毕业要求 4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-1.能够对新能源材料与器件相关的各类材料特性进行研究和实验验证。	H
	指标点 4-2.能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求进制定研发的可行实验方案。	M
	指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释,并通过信	H

	息综合得到合理有效的结论。	
毕业要求 10.沟通：能够就新能源材料与器件等领域的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	指标点 10-1. 掌握技术文件写作方法，理解和撰写效果良好的报告和设计文件。	L
课程达成度要求		5

（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、原子力显微分析、X 射线衍射、X 射线衍射光电子能谱分析、电子显微分析、热分析、光谱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、光谱分析一般（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。

（三）成绩评定

考试成绩占总评成绩 70%，平时成绩占总评成绩 30%，其中平时上课考勤和听课情况占 15%，完成作业情况占 15%。

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 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

第三章 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

第四章 X 射线光电子能谱分析

重点：X 射线光电子能谱分析的基本原理，X 射线光电子能谱数据的处理方法。

难点：X 射线光电子能谱数据的处理方法。

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：主要利用多媒体课件进行课堂讲授，结合启发式、探究式、研讨式教学方式，注重 X 射线光电子能谱数据的处理方法。

第一节 X 射线光电子能谱分析的基本原理

第二节 X 射线光电子能谱仪的工作原理

第三节 X 射线光电子能谱在材料分析中的应用

第四节 X 射线光电子能谱数据的处理方法

第五章 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

第六章 原子力显微镜分析

重点：原子力显微镜的工作原理。

难点：原子力显微镜的工作原理。

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：主要利用多媒体课件进行课堂讲授，结合启发式、探究式、研讨式教学方式。

第一节 原子力显微镜的工作原理和特点

第二节 原子力显微镜的组成及成像模式

第三节 原子力显微镜测试的关键技术

第四节 原子力显微镜在材料分析中应用

第七章 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

第八章 光谱分析

重点：紫外和红外吸收光谱、拉曼光谱的基本原理，样品制样的方法

难点：各种光谱测试谱图的分析

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 吸收光谱分类及基本原理

第二节 紫外光谱

一、概述

二、紫外光谱的产生

三、发色基团、助色团和吸收带

四、谱图解析

五、紫外光谱仪

六、紫外光谱的应用

第三节 红外吸收光谱分析

一、概述

二、红外吸收光谱的产生条件

三、分子振动方程式

- 四、分子振动的形式
- 五、红外光谱的吸收强度和表示方法
- 六、红外光谱的特征性，基团频率
- 七、红外光谱定性分析
- 八、傅里叶变换红外光谱仪
- 九、试样的制备
- 十、红外光谱在材料分析中的应用

第四节 激光拉曼散射光谱法

- 一、拉曼散射光谱的基本概念
- 二、试验设备和实验技术
- 三、拉曼光谱在材料研究中的应用

第九章 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	2						2	1-2	
2	X 射线衍射分析	5					1	6	2-4	
3	电子显微分析	6						6	2-3	
4	X 射线光电子能谱分 析	2						2	1-2	
5	光学显微分析	3						3	1-2	
6	原子力显微镜分析	2						2	1-2	

7	热分析	4					4	2-3	
8	光谱分析	5				1	6	2-4	
9	材料测试方法的综合应用	1					1		
合计		30				2	32	12-22	

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。

《锂离子电池原理》课程教学大纲

(Principle of lithium-ion batteries)

执笔者: 赵红

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	材料科学		
开课单位	材料化学系		
课程类型	专业课		
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 学时，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时
先修课程	物理化学、电化学基础、储能材料与器件
后续课程	

二、课程简述（300 字左右）

锂离子电池原理是一门理论和实践结合较为紧密的课程。本课程重点介绍锂离子电池的电化学原理，电池的组成结构，正、负极材料和电解液的种类与特征，电池的安全问题等。同时，也将具体介绍电极材料的制备工艺，电池的制备工艺及电池回收等与生产相关的知识。

本课程不仅系统阐述了锂离子电池的基本理论、电极材料制备方法和电池工艺，并且吸纳和反映了近年来锂离子电池领域中的一些最新发展，同时结合分析新型电极材料大规模制备及电动车电池安全问题等具体案例分析，突出本课程的知识性与应用性相结合的特点。

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	专业任选课程
毕业要求 1: 能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-1. 能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。 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技术、工艺、质量等问题。 指标点 1-3. 具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	M
毕业要求 2: 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	指标点 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 3: 能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2. 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	M
课程达成度要求		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，掌握离子电池（二次电池）的电化学原理，电池的组成结构，正、

负极材料的种类与特征，电池的安全防护等知识。并在此基础上，掌握判断锂离子电池电化学生能的表征方法和分析方法，及电池材料制备工艺。最终，能够综合运用锂离子电池基本原理，材料及电池的表征的方法，具体分析锂离子电池的性能与本质的关系。本课程对于学生在锂离子行业从业，抑或进一步科研创新都具有重要的作用。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标一：掌握锂离子电池的工作原理。

目标二：掌握锂离子电池正、负极材料及电解液的种类和特征。

目标三：掌握电极材料及电池性能的表征与分析方法。

(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 1 章 锂离子电池概述

重点：锂离子电池概念、特点和分类。

难点：无。

课程思政：科技兴国，服务社会，建设国家。

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 电池的历史与技术发展

一、电池的历史

二、电池的种类

三、电池的技术发展

第 1.2 节 锂离子电池的概述

一、锂离子电池的种类

二、锂离子电池的发展现状

三、后锂离子电池时代的特征

第 2 章 电化学基础知识

重点：锂离子电池的组成与特征。

难点：锂离子电池的组成。

课程思政：科学思维、探索未知、追求真理。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 2.1 节 锂离子电池的组成

- 一、电池组件和电极
- 二、半电池和全电池
- 三、电化学反应和电势

第 2.2 节 锂离子电池电压和电流

- 一、电压
- 二、电流
- 三、极化

第 2.3 节 锂离子电池性能

- 一、容量
- 二、能量密度
- 三、功率
- 四、循环寿命
- 五、充放电曲线

第 3 章 锂离子电池材料

重点：锂离子电池的正极、负极材料及电解液的种类。

难点：新型正负极材料。

课程思政：温故知新、循序渐进、科学推演。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 3.1 节 正极材料

- 一、正极材料概述
- 二、正极材料结构与电化学性质
- 三、正极材料的制备方法

第 3.2 节 负极材料

- 一、负极材料概述
- 二、负极材料结构与电化学性质
- 三、负极材料的制备方法

第 3.3 节 电解液

- 一、电解液概述

- 二、电解液的组成
- 三、电解液添加剂
- 第 3.4 节 新型正负极材料
- 一、硅碳负极
- 二、无钴正极
- 三、固态电解质

第 4 章电化学分析与材料性能分析

重点：电化学分析原理及材料性能表征方法。

难点：电化学分析。

课程思政：实事求是、探求真理、技术革命。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 4.1 节 电化学分析

- 一、线性扫描伏安法
- 二、恒电流法
- 三、恒电压法
- 四、交流阻抗

第 4.2 节 材料性能表征方法

- 一、X 射线衍射分析
- 二、红外线光谱和拉曼光谱
- 三、固态核磁共振光谱
- 四、透射电镜
- 五、扫描电镜
- 六、气相色谱-质谱
- 七、比表面积测试

第 5 章锂离子电池设计与制造

重点：电池组成。

难点：正极/负极容量比的设计。

课程思政：尊重科学、精益求精、勇于创新。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 5.1 节 电池设计

- 一、电池容量
- 二、电极电势与电池电压的设计
- 三、正极/负极容量比的设计
- 四、电池设计的实际应用
- 第 5.2 节 电池的制造工艺
- 一、电极的制造工艺
- 二、装配工艺
- 三、化成工艺

第 6 章 锂离子电池的电动车应用

重点：锂离子电池在电动车的应用。

难点：无。

课程思政：自主创新、使命担当、迎难而上。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 6.1 节 新能源汽车市场发展概述

- 一、电气化驱动时代来临
- 二、新能源汽车发展路线之争
- 三、动力电池中日韩三足鼎立

第 6.2 节 动力电池系统概述

- 一、动力电池系统概述
- 二、动力电池技术介绍

第 7 章 锂离子电池的化学安全设计

重点：锂离子电池的安全问题。

难点：无。

课程思政：安全意识、责任意识、尊重生命。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 7.1 节 离子电池安全性分析

- 一、突发事件或滥用原因
- 二、锂离子电池的自身原因

第 7.2 节 锂离子电池的安全设计

- 一、选用热稳定高的电极材料
- 二、选用安全型锂离子电解液
- 三、采用热失控阻断添加剂
- 四、采用高稳定性粘合剂
- 五、采用热稳定性隔膜

第 8 章 锂离子电池的回收

重点：锂离子电池的回收

难点：锂离子电池的回收技术

课程思政：环保意识、全球视野、可持续发展。

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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第 8.1 节 废旧锂离子电池回收利用现状

- 一、废旧锂离子电池梯次利用
- 二、废旧锂离子电池放电过程
- 三、电解液回收利用

第 8.2 节 废旧锂离子电池回收再利用工艺

- 一、物理回收再利用技术
- 二、化学回收再利用技术
- 三、化学物理联合技术
- 四、生物处理技术
- 五、回收再利用后的物料用于其他领域

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	锂离子电池概述	2						2	1 作业采用报 告形式完 成。	
2	电化学基础知识	2						2		
3	锂离子电池材料	8						8		
4	电化学分析与 材料性能分析	4						4		
5	锂离子电池设计 与制造	4						4		

6	锂离子电池的电动车应用	4						4		
7	锂离子电池的化学安全设计	4						4		
8	锂离子电池的回收	4						4		
合计		32						32	1	

七、课程教材及主要参考资料

[1] Jung-Ki (韩). 《锂二次电池原理与应用》. 北京: 机械工业出版社, 2014 年。

[2] 夫义正树 (日) 等. 《锂离子电池-科学与技术》. 北京: 化学工业出版社, 2014 年。

[3] 何向明等 《锂离子电池正极材料规模化生产技术》. 北京: 清华大学出版社, 2017 年

[4] 王芳等 《电动汽车动力电池系统》. 北京: 科学出版社, 2016 年

八、其他说明

无。

《储能材料与器件》课程教学大纲 (Energy Storage Materials and Devices)

执 笔 者: 洪晓东, 陈永

审 核 人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业类课程		
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	电化学基础; 新能源概论		
后续课程			

二、课程简述

能源问题是当前人类社会发展面临的主要挑战之一。大力发展新能源产业是实现可持续发展的重要举措，而储能材料与器件对于新能源产业的进一步发展具有重要影响。通过本课程的学习，使学生掌握基本的化学储能方式及原理，了解当前储能材料的分类、器件结构和特点，逐步培养学生的兴趣与专业素养，从而提高学生理论联系实际进行科学研究的能力，为今后从事新能源储能产业和相关研究建立良好的基础。课程首先介绍能量转换、存储与利用方面的基础知识，包括化学储能材料，新能源技术中的储能技术等。继而转入锂离子电池，铅酸电池，金属空气电池，超级电容器及液流电池等储能器件及其材料方面的介绍。概括了上述常见储能器件的特点及实时应用情况，其中重点对当前应用相对广泛的锂离子电池和铅酸电池进行了较为详细的阐述。

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、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-1. 能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
毕业要求 2.问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，掌握文献检索方法，研究分析复杂的新能源材料与器件问题，采取有效的实验技术，通过识别、表达、以获得有效的结论。	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，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	L
毕业要求 3：设计/开发解决方案：能够针对新材料领域在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，满足社会、健康、安全、法律、文化以及环境等方面的要求。	指标点 3-1. 能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题提出解决方案。	M

毕业要求6. 环境和可持续发展：了解新能源材料与器件的理论前沿、应用前景和最新发展动态；了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策、法规，能正确认识工程对于环境、社会可持续发展的影响。	指标点 6-1. 了解与新能源材料与器件相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规	M
	指标点 6-3. 能正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。	H

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过对常见新能源储能材料与器件的讲授，使学生掌握化学储能的基本原理，了解常见新能源储能器件类型、基本构造、特点和应用范围，继而深入把握储能材料及器件的制备技术。教学过程突出电化学基础方面与新能源储能器件方面的知识，培养学生开发设计储能材料与器件的基础知识。通过视频演示和名师教案结合，形象深入地讲解储能器件的科学问题和科技动态，培养学生创新意识和责任感。通过讨论环节，培养学生沟通交流的能力，形成有效地资源共享、学术共进的良好局面。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- (1) 总体了解新能源储能材料及器件的发展现状及趋势；
- (2) 掌握新能源储能材料的基本组成、组织结构与性能等关系规律，掌握相关器件的技术原理和基本理论知识；
- (3) 培养新能源储能材料与器件行业的创新意识和可持续发展观念

(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，讨论积极性及课后作业等）占总评成绩 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

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，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：能量转换与储存的定义及特点；储能的原理

难点：化学储能；新能源技术中的储能技术

课程思政：储能在国民经济发展中的地位，对经济发展的影响。

教学方法与手段：课堂讲授结合视频演示

第一节 能量转换、存储与利用

一、能量转换、存储与利用的基础理论

二、能量转换、存储与利用的发展

第二节 化学储能

一、化学储能发展与现状

二、化学储能应用领域

第三节 新能源技术中的储能技术

一、新能源储能技术原理

二、新能源储能技术现状

三、新能源储能技术发展趋势

第二章 锂离子电池

重点：锂离子电池的特点；锂离子电池的分类；锂离子电池的设计与制造；锂离子电池测试技术；

难点：锂离子电池工作原理；锂离子电池的关键材料

课程思政：锂离子电池在国民经济发展中的地位，对“双碳”的影响。

教学方法与手段：课堂讲授为主，辅以视频演示；增加课堂讨论，改善课堂气氛

第一节 锂离子电池的发展历史

一、锂电池

二、锂离子电池

第二节 锂离子电池工作原理

一、锂离子电池的基本结构

二、锂离子电池的关键部件

第三节 锂离子电池的基本概念

第四节 锂离子电池的特点

第五节 锂离子电池的分类

第六节 锂离子电池材料

一、正极材料

二、负极材料

三、隔膜

四、电解液

五、辅料

六、外壳

第七节 锂离子电池的设计与制造

一、锂离子电池的设计思路

二、锂离子电池的生产工艺流程

第八节 锂离子电池的测试技术

一、电化学性能测试

二、安全性能测试

第三章 铅酸电池

重点：铅酸电池的特点；铅酸电池的电极材料；铅酸电池测试技术；

难点：铅酸电池工作原理；铅酸电池的设计与制造；

课程思政：铅酸电池在国民经济发展中的地位，对现有新能源行业的贡献。

教学方法与手段：课堂讲授为主，辅以视频演示；增加课堂讨论，提高学生课堂参与度

第一节 铅酸电池的发展历史

一、发展现状

二、未来趋势

第二节 铅酸电池的基本概念

第三节 铅酸电池的工作原理

一、铅酸电池的基本结构

二、铅酸电池的关键部件

第四节 铅酸电池的特点

第五节 铅酸电池的分类

第六节 铅酸电池的材料

一、极板

二、隔板

三、壳体

四、电解液

第七节 铅酸电池的设计与制造

一、铅酸电池的设计思路

二、铅酸电池的生产工艺流程

第八节 铅酸电池的测试技术与应用

一、电化学性能测试

二、安全性能测试

三、应用领域

第四章 液流电池

重点：液流电池储能技术的原理；液流电池的特点；液流电池的分类

难点：液流电池单体电池；液流电池电堆；液流电池单元储能系统模块

课程思政：液流电池在国民经济发展中的地位，新型储能器件的未来意义。

教学方法与手段：课堂讲授为主，以名师教学短片案例加深学生对基础知识的理解

第一节 液流电池储能技术的原理

第二节 液流电池的结构与组成

一、液流电池单体电池

二、液流电池电堆

三、液流电池单元储能系统模块

第三节 液流电池的特点与分类

一、液流电池的特点

二、液流电池的分类

第四节 常见液流电池

一、全钒液流电池

二、锌/溴液流电池

三、锌/镍液流电池

四、铁/铬液流电池

第五章 新型超级电容器

重点：超级电容器的工作原理；超级电容器的分类

难点：双电层超级电容器及电极材料；赝电容超级电容器及电极材料

课程思政：超级电容器在国民经济和社会发展中的地位。

教学方法与手段：课堂讲授，辅以视频演示

第一节 概述

一、发展历史

二、工作原理及分类

第二节 双电层超级电容器电极材料

一、活性炭

二、碳纳米管

三、石墨烯

四、炭气凝胶

第三节 赝电容超级电容器电极材料

一、过渡金属氧化物

二、过渡金属硫、磷、硒化物

三、过渡金属碳（氮）化物

四、导电聚合物

第四节 其他新型电极材料

一、金属有机骨架材料

二、共价有机骨架材料

三、黑磷

第六章 金属-空气电池

重点：不同类型金属-空气电池的电化学反应；催化剂种类及作用机制；

难点：金属-空气电池的基本组成、工作原理及其特点；

课程思政：新型二次电池对“双碳”的影响，节能减排。

教学方法与手段：课堂讲授，辅以名师教学短片案例

第一节 概论

第二节 不同类型的金属-空气电池及其电化学反应

一、水系体系

二、无水质子体系

三、杂化体系和固态体系

第三节 电催化剂

一、贵金属催化剂

二、过渡金属氧化物和氮化物

三、碳酸酯材料

四、金属-氮化物材料

五、导电聚合物

第四节 其他材料

一、隔膜

二、阳极

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	4						4		
2	锂离子电池	6				2		8		
3	铅酸电池	6						6		
4	液流电池	4						4		
5	超级电容器	4				2		6		

6	金属-空气电池	4					4		
合计		28				4	32		

七、课程教材及主要参考资料

1. 课程教材

[1] 黄志高. 储能原理与技术. ISBN: 9787517065425. 北京: 中国水利水电出版社. 2018年6月.

[2] 张华民. 液流电池技术. ISBN: 9787122216489. 北京: 化学工业出版社. 2015年1月.

[3] 曾蓉. 新型电化学能源材料. ISBN: 9787122355232. 北京: 化学工业出版社. 2019年12月.

2. 参考资料

[1] 饶中浩, 汪双凤. 储能技术概论. ISBN: 9787564633844. 徐州: 中国矿业大学出版社. 2017年1月.

[2] 王新东, 王萌. 新能源材料与器件. ISBN: 9787122335494. 北京: 化学工业出版社. 2019年2月.

[3] 程新群. 化学电源. ISBN: 9787122033611. 北京: 化学工业出版社. 2008年9月

[4] 连芳. 电化学储能器件及关键材料. ISBN: 9787502481414. 北京: 冶金工业出版社. 2019年7月.

八、其他说明

学生需按时提交课堂布置的课后作业或进展报告, 才能获得平时成绩。

《催化化学》课程教学大纲

(Catalytic Chemistry)

执笔者: 王晓文

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件
开课单位	材料科学与氢能学院
课程类型	专业基础课

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、材料制备与合成实验、材料结构与性能测试、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、波谱解析、现代材料分析方法		

二、课程简述

本课程《催化化学》介绍了当前所知催化剂及其催化作用机理。要求学生熟悉催化剂的种类及反应机理；掌握多相催化、均相催化、活性中心等基本概念以及催化作用的本质；了解多相催化反应模型和过程；了解几种常用的酸碱催化剂，例如分子筛催化剂、层柱状催化剂及杂多酸催化剂；理解氧化还原催化剂，例如金属催化剂和金属氧化物催化剂；熟悉新型催化材料以及掌握常用的催化剂制备方法。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 1. 能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-3. 具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	M
毕业要求 2: 问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，掌握文献检索方法，研究分析复杂的材料化学问题，采取有效的实验技术，通过识别、表达、以获得有效的结论。	指标点 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。	H
毕业要求 7. 环境和可持续发展：能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	指标点 7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	L
支撑指标点个数		3

（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

第 1 章 催化化学概述及酸碱催化剂

重点：固体酸碱中心的形成、酸碱性对催化活性与选择性的影响

难点：酸碱性对催化活性与选择性的影响

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，以文献案例形式巩固知识要点

第一节 催化化学的发展

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 酸碱催化剂概述

1. 电离学说
2. 酸碱溶剂理论
3. 酸碱质子理论
4. 酸碱电子理论
5. 酸碱正负理论
6. 氧离子理论
7. 软硬酸碱理论

第四节 固体酸碱催化剂分类

1. 固体酸催化剂
 - a) 黏土矿物
 - b) 固型化酸
 - c) 阳离子交换树脂
 - d) 无机化合物
 - e) 混合氧化物
 - f) 杂多酸
2. 固体碱催化剂
 - a) 固型化碱

- b) 阴离子交换树脂
- c) 无机化合物
- d) 混合氧化物
- e) 木炭

第五节 固体酸碱中心的形成

- 1. 简单氧化物
 - a) 水对酸碱中心的影响
 - b) 氧化物酸碱性的决定因素
- 2. 二元氧化物酸中心的形成
 - a) TiO_2 - SiO_2 体系
 - b) SiO_2 - Al_2O_3 体系

第六节 固体酸中心的标定

- 1. 酸强度
- 2. 酸种类
- 3. 酸量
 - a) 非水溶剂中碱滴定法
 - b) 碱蒸汽滴定法
 - c) 水溶液中滴定
 - d) 程序升温脱附法

第七节 固体碱中心的标定

- 1. 碱强度
- 2. 酸量
 - a) 滴定法

b) 离子交换法

e) 酸吸附法

f) 量热法

第八节 酸碱催化剂在石油化工中的应用

1. 异构化反应
2. 烷基化反应
3. 裂解反应
4. 水合和脱水反应

第九节 酸碱催化剂在有机合成中的应用

1. 烯烃水合
2. 醇脱水
3. 烯烃异构化
4. 苯甲醛的 Cannizzaro 反应
5. 烷基化反应
6. 酯化反应

第十节 酸碱性对催化活性与选择性的影响

1. 酸量与催化剂活性的关系
2. 酸强度和催化活性的关系
3. 酸种类与催化活性的关系
4. 固体酸催化剂的选择性

第十一节 超强酸与超强碱

1. 超强酸的基本概念
2. 超强酸的性质和结构

3. $\text{SO}_4^{2-}/\text{M}_x\text{O}_y$ 型固体超强酸

4. 超强酸的催化作用

5. 超强碱

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。了解酸碱的定义和固体酸碱催化剂分类。理解固体酸碱中心的形成、以及固体酸、碱中心的标定。熟悉酸碱催化剂在石油化工和有机合成中的应用。掌握固体酸碱中心的形成过程。熟练掌握酸碱性对催化活性与选择性的影响

第2章 分子筛催化剂

重点：分子筛催化剂的表征、分子筛的特征与改性、分子筛的催化性能

难点：分子筛的特征与改性、分子筛的催化性能

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，以文献案例形式巩固知识要点

第一节 分子筛概述

第二节 分子筛的合成

1. 合成方法

2. 影响合成的因素

a) 原料

b) pH 的影响

c) 温度

d) 晶种

e) 晶化时间

f) 阳离子类型

g) 焙烧条件的影响

3. 模板剂在分子筛合成中的应用

a) 模板作用

b) 结构导向作用

c) 空间填充作用

d) 平衡骨架电荷

第三节 分子筛的结构

1. 基本概念

2. 几种典型沸石分子筛的结构

第四节 分子筛的特性与改性

1. 分子筛的特征

a) 分子筛的骨架结构、组成和性能

b) 同晶交换

c) 结构缺陷

2. 分子筛的改性概述

a) 分子筛孔径的精密调节

b) 表面性质的调节

c) 骨架元素的同晶交换

3. 分子筛的改性

a) 原位合成

b) 离子交换法

c) 浸渍法

第五节 分子筛的吸附性能

1. 概论

2. 分子筛的吸附的特点

a) 分子筛的选择吸附性

b) 分子筛的高效吸附特性

3. 分子筛在吸附分离领域的应用

a) 干燥

b) 净化与分离

第六节 分子筛的催化性能

1. 基本概念
2. 沸石分子筛在催化中的应用举例
3. 分子筛的催化性能
4. 磷铝系列分子筛的性能
5. 介孔分子筛的发展

第七节 分子筛催化剂的表征

1. X-射线衍射
2. 红外光谱
3. 固体核磁共振
4. 晶貌
5. 孔径及比表面积测定
6. X-射线光电子能谱

具体要求：了解分子筛催化剂的定义、分类及合成方法。理解分子筛的结构和吸附性能。掌握分子筛催化剂的表征方法。熟练掌握分子筛的特性、改性、以及催化性能。

第3章 层柱状及杂多酸催化剂

重点：层柱状催化剂的结构与催化性质、杂多酸催化剂的组成、结构、制备与性质

难点：层柱状及杂多酸催化剂的结构与催化性质

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，以文献案例形式巩固知识要点

第一节 层柱状催化剂

1. 层状硅酸盐的结构
2. 蒙脱土的改性
 - a) 钠化改性
 - b) 酸改性
 - c) 柱撑
3. 层状黏土的稳定性
4. 催化性质
 - a) 典型的催化反应
 - b) 负载型蒙脱土催化剂
5. 高分子/层状硅酸盐复合材料
 - a) 插层聚合法
 - b) 聚合物溶液直接插入法
 - c) 聚合物熔融插层法

第二节 杂多酸催化剂

1. 杂多酸的组成
2. 杂多酸的制备
3. 杂多酸的结构
4. 杂多酸的性质

- a) 物理性质
- b) 准液相性质
- c) 杂多酸的酸性及其催化作用
- d) 氧化还原性及其催化作用

5. 负载型杂多酸

具体要求：理解层柱状催化剂和杂多酸催化剂的概念。掌握典型层柱状催化剂和杂多酸催化剂的结构和催化性能。

第4章 金属催化剂

重点：金属催化剂上的重要反应、金属的电子结构与催化活性、金属的空间因数与催化活性、负载型金属催化剂、

难点：金属的电子结构与催化活性、金属的空间因数与催化活性

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，以文献案例形式巩固知识要点

第一节 概论

第二节 金属催化剂上的重要反应

1. F-T 合成

- a) 铁基催化剂
- b) 钴基催化剂

2. 重整反应

- a) 直链烷烃异构
- b) 直链烷烃脱氢环化
- c) 烃的氢解
- d) 环烷烃脱氢异构

3. 氧化反应

4. 雷尼镍催化剂

5. Pd 催化剂

a) Heck 反应

b) Negishi 反应

c) Suzuki 反应

6. 汽车尾气净化催化剂

第三节 吸附性能与催化活性

1. 估计吸附性能强弱的方法

第四节 金属的电子结构与催化活性

1. 能带理论

a) 能带的形成

b) 金属、半导体、绝缘体的能带

c) 用能带理论解释金属催化剂的电子结构对催化活性的影响

2. 鲍林 (Pauling) 理论 (杂化轨道理论)

第五节 金属的空间因数与催化活性

1. 几何因数

2. 结构缺陷

3. 晶粒尺寸

第六节 负载型金属催化剂

1. 载体的种类

2. 几种常用载体

3. 载体的选择

4. 金属-载体间的强相互作用

5. 双金属负载型催化剂

第七节 金属催化剂的稳定性

1. 耐热稳定性

2. 抗毒稳定性

3. 机械稳定性

4. 抗积炭稳定性

具体要求：了解金属催化剂的种类及其表面所能发生的重要的催化反应。理解金属催化剂的吸附性能、催化活性、以及稳定性。理解金属的空间因数与催化活性的关系，以及电子结构与催化活性的关系。掌握典型金属催化剂和负载型金属催化剂的结构和催化性能。

第5章 纳米催化与光催化

重点：纳米材料的概念、TiO₂光催化剂的改性及其在废水降解中的应用

难点：TiO₂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6章 纳米 TiO₂光催化

重点：纳米 TiO₂光催化机理及制备

难点：TiO₂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 TiO₂光催化简介

1. TiO₂结构
2. TiO₂光催化剂的光催化机理
3. TiO₂光催化活性的影响因素

第二节 纳米 TiO₂光催化材料的制备

1. 纳米 TiO₂的制备
2. 掺杂型纳米 TiO₂的制备

第三节 纳米 TiO₂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 TiO₂光催化材料的表征和性能测试

第五节 纳米 TiO₂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 TiO₂ 光催化材料的光催化机理及制备、改性方法，了解影响纳米 TiO₂ 光催化活性的因素，掌握纳米 TiO₂ 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。

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	催化化学概述及酸碱催化剂	6				2		8		
第 2 章	分子筛催化剂	3				1		4		
第 3 章	层柱状及杂多酸催化剂	3				1		4		
第 4 章	金属催化剂	5				1		6		
第 5 章	纳米催化与光催化	4				1		5		
第 6 章	纳米 TiO ₂ 光催化	4				1		5		
合计		25				7		32		

七、课程教材及主要参考资料

课程教材参考：

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

[2] 吴越. 应用催化基础. 北京: 化学工业出版社, 2009.

八、其他说明

无

《氢能开发利用技术》课程教学大纲

(Hydrogen energy development and utilization technology)

执笔者：李燕

审核人：常萌蕾

编写日期：2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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 学分		
学时数	总学时 32 学时，其中：实验（实训）0 学时；课外 0 学时		
先修课程	大学物理；普通化学；电化学基础		
后续课程	无		

二、课程简述（300 字左右）

本课程是一门理论和实践结合非常紧密的课程，集技术、经济分析与管理为一体的综合性课程，是扩大学生视野、构建氢能产业发展认知体系框架的专业选修课。本课程的目标在于带领学生扩大视野，了解氢能开发利用发展沿革，熟悉氢能领域涵盖的关键技术范围；在此基础上掌握氢气制备、储存和运输、氢安全等关键技术原理、特点及应用现状；培养学生具有一定的理论计算和工程经济分析能力；加强学生对氢能开发利用技术的理解和评判能力。

本课程主要介绍氢能利用的发展沿革及最新进展，阐述氢能开发利用中氢气制备、储存和运输、氢安全等关键技术，为深入研究及解决氢能开发与利用相关技术问题打好基础。

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	课程名称与指标点的对应关系矩阵	专业任选课程
毕业要求 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-3.具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿	M

	发展现状和趋势。	
毕业要求 2: 问题分析: 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理, 掌握文献检索方法, 研究分析复杂的材料化学问题, 采取有效的实验技术, 通过识别、表达、以获得有效的结论。	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	M
毕业要求 3.设计/开发解决方案: 能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案, 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创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	M
毕业要求 9.个人和团队: 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。	指标点 9-2. 能够理解个人在团队中所处的角色、所应发挥的作用、所应担当的责任, 以及个体对团队及团队其他成员的影响。	M
毕业要求 10.沟通: 能够就新能源材料与器件等领域的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	指标点 10-2. 能够通过口头及书面方式表达自己的想法, 能够进行有效的陈述发言。	M
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。	指标点 12-1.具有自主学习和终身学习的意识。	M
支撑指标点个数		6

(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了解氢能开发利用技术的发展沿革,通过对氢能开发利用过程中涉及到的技术、成果、产品及理论的学习,加深学生对氢能领域的认识,培养学生构建氢能知识体系的能力,结合对现有技术案例的经济性分析,培养学生分析问题、解决问题的能力,在此基础上,锻炼学生全局视野、团队合作以及沟通表达能力与素质,进而提升学生自主学习的能力。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标一: 了解氢能开发利用技术的发展沿革;

目标二: 掌握氢气制备、储存和运输、氢安全等关键技术原理、特点及应用现状。

目标三: 具备一定的理论计算和工程经济分析能力。

(二) 考核方式

本课程考核采用闭卷考试形式。

(三) 成绩评定

综评成绩包括期末考试成绩占 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 30%。

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 1 章 绪论

重点：氢的基本性质，利用氢能的意义

难点：氢的物理化学性质，氢作为能量载体

教学方法与手段：课堂教学

第 1.1 节 氢的基本性质

一、氢能的定义

二、氢元素

三、氢的物理化学性质

第 1.2 节 氢作为能量载体

第 1.3 节 利用氢能的意义

第 1.4 节 氢能技术发展沿革

第 2 章 氢的制取

重点：煤制氢技术，天然气制氢技术，水电解制氢技术，可再生能源制氢技术，甲醇制氢技术，液氢，副产氢气的回收与净化

难点：煤制氢原理及工艺，天然气制氢原理及工艺，水电解制氢原理及工艺，煤制氢技术经济性，天然气制氢技术经济性，水电解制氢技术经济性，液氢技术经济性

教学方法与手段：课堂教学

第 2.1 节 煤制氢技术

一、煤制氢原理及工艺

二、煤气化技术

三、煤制氢技术经济性

第 2.2 节 天然气制氢技术

一、天然气制氢原理及工艺

二、天然气制氢设备

三、天然气制氢技术经济性

第 2.3 节 水电解制氢技术

一、水电解制氢原理及工艺

二、水电解制氢设备

- 三、水电解制氢技术经济性
- 第 2.4 节 可再生能源制氢技术
 - 一、太阳能制氢技术
 - 二、生物质能制氢技术
 - 三、风能制氢技术
 - 四、其他制氢技术
- 第 2.5 节 甲醇制氢技术
 - 一、甲醇制氢原理及工艺
 - 二、甲醇制氢设备
 - 三、甲醇制氢技术经济性
- 第 2.6 节 液氢
 - 一、液氢性质及用途
 - 二、液氢生产工艺
 - 三、液氢技术经济性
- 第 2.7 节 副产氢气的回收与净化
 - 一、变压吸附法
 - 二、膜分离法
 - 三、深冷分离法

第 3 章 氢的储存及输送

重点：氢气高压储存技术，基于储氢材料的储氢技术，基于储氢材料的储氢技术，氢气输送体系

难点：高压储存关键技术，氢气液化储存关键技术，氢气输送体系

教学方法与手段：课堂教学

- 第 3.1 节 氢的物性及概述
- 第 3.2 节 氢气高压储存技术
 - 一、氢气高压储存原理
 - 二、高压储存关键技术
 - 三、高压储存应用前景
- 第 3.3 节 氢气液化储存技术
 - 一、氢气液化原理
 - 二、氢气液化储存关键技术
 - 三、氢气液化储存应用前景
- 第 3.4 节 基于储氢材料的储氢技术
 - 一、储氢材料的特性及分类

- 二、材料吸附储氢技术
- 三、金属氢化物储氢技术
- 四、复杂氢化物储氢技术
- 五、储氢与产氢一体化技术
- 第 3.5 节 氢气输送体系
- 一、氢气车船运输
- 二、氢气管网输送
- 三、氢气储运测评方法

第 4 章 氢的利用

重点：燃料电池车辆，固定式燃料电池发电，电解水储能
难点：燃料电池车辆，固定式燃料电池发电，电解水储能
教学方法与手段：课堂教学

- 第 4.1 节 燃料电池车辆
- 一、燃料电池乘用车
- 二、燃料电池城市客车
- 三、燃料电池叉车
- 第 4.2 节 固定式燃料电池发电
- 一、移动通信基站用燃料电池发电
- 二、家庭用燃料电池发电
- 三、其他用途固定式燃料电池发电
- 第 4.3 节 移动式燃料电池电源
- 第 4.4 节 电解水储能
- 第 4.5 节 氢内燃机
- 第 4.6 节 燃料电池电动船舶
- 第 4.7 节 加氢站
- 第 4.8 节 金属氢化物氢压缩机

第 5 章 加氢站

重点：加氢站基本系统与工艺流程，加氢站设备及技术，氢基础设施构建
难点：加氢站设备及技术
教学方法与手段：课堂教学

- 第 5.1 节 加氢站基本系统与工艺流程
- 一、基本系统
- 二、工艺流程
- 第 5.2 节 加氢站设备及技术

- 一、加氢站类型
- 二、加氢站高压设备装置
- 三、加氢站设备供氢能力
- 四、加氢站发展趋势

第 5.3 节 氢基础设施构建

- 一、汽车用氢基础设施构建
- 二、大规模氢基础设施构建

第 6 章 氢气安全保障技术

重点：氢安全基础，氢气生产安全，氢储运安全，氢燃料电池及系统安全，氢燃料电池车安全，加氢站安全，氢安全监测，氢安全标准法规

难点：氢安全通则，氢风险评估，氢燃料电池及系统安全，氢燃料电池车安全，加氢站安全

教学方法与手段：课堂教学

第 6.1 节 氢安全基础

- 一、氢安全原理
- 二、氢安全通则
- 三、氢事故种类
- 四、氢脆
- 五、氢风险评估
- 六、浓度测量

第 6.2 节 氢气生产安全

- 一、水电解制氢安全
- 二、重整制氢安全
- 三、氢气提纯安全
- 四、液氢生产安全

第 6.3 节 氢储运安全

- 一、氢压力容器安全
- 二、氢输送系统安全
- 三、氢储运设备风险评价

第 6.4 节 氢燃料电池及系统安全

- 一、燃料电池汽车氢系统安全性
- 二、燃料电池车载系统安全性
- 三、燃料电池堆安全性
- 四、电安全

- 五、直接甲醇燃料电池安全
- 第 6.5 节 氢燃料电池车安全
 - 一、氢气安全
 - 二、车辆设计安全
 - 三、生产阶段安全管理
 - 四、车辆运输安全
 - 五、使用阶段的安全措施
 - 六、多种使用场景下的事故与危害
 - 七、社会安全管理体系的建立
- 第 6.6 节 氢其他应用安全
 - 一、氢燃料电池船舶安全
 - 二、氢氧混合发生器安全
 - 三、氢锅炉安全
 - 四、氢燃气轮机安全
- 第 6.7 节 加氢站安全
 - 一、加氢站安全设计
 - 二、加氢站安全运行与事故防范
 - 三、加氢站风险评价
 - 四、加氢站风险评估案例分析
- 第 6.8 节 氢安全监测
- 第 6.9 节 氢安全标准法规
 - 一、国际情况
 - 二、国内情况

第 7 章 氢能发展展望

重点：各国氢能发展规划

难点：规划思路

教学方法与手段：课堂教学

第 7.1 节 各国氢能发展规划

第 7.2 节 氢经济展望

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	氢的制取	4						4	1	
3	氢的储存及输送	4				2		6	1	
4	氢的利用	4				2		6	1	
5	加氢站	4				2		6	1	
6	氢气安全保障技术	4						4	1	
7	氢能发展展望	2				2		4		
	合计							32	5	

七、课程教材及主要参考资料

(一) 自编《氢能开发利用技术》教材。

(二) 教学参考书

[1] 吴朝玲等编. 氢气储存和运输. ISBN:9787122374578. 北京: 化学工业出版社. 2021.

[2] 毛宗强等编著. 氢安全. ISBN:9787122374653. 北京: 化学工业出版社. 2020.

[3] 衣宝廉等著. 氢燃料电池. ISBN:9787122237880. 北京: 化学工业出版社. 2021.

[4] 蔡颖等编著. 储氢技术与材料. ISBN:9787122327932. 北京: 化学工业出版社. 2018.

[5] 毛宗强等编著. 制氢工艺与技术. ISBN:9787122317070. 北京: 化学工业出版社. 2020.

[6] 刘宝忠著. 低成本储氢合金制备与性能.

[7] 王艳艳等编著. 氢气储能与发电开发. ISBN:9787122292889. 北京: 化学工业出版社. 2017.

八、其他说明

课程中间要求学生就某种技术检索文献, 进行 ppt 讲解。

《燃料电池技术》课程教学大纲

(Fuel Cell Technology)

执笔者：赵凯

审核人：常萌蕾

编写日期：2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件科专业		
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	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	大学物理、普通化学、电化学基础、材料科学基础、材料研究与测试方法		
后续课程			

二、课程简述

本课程的教学目标

本课程基于佛山科学技术学院广东省氢能技术重点实验室在氢能燃料电池技术及器件的重要地位及未来新能源发展的大趋势而开设的。本课程的目标如下：

- (1) 通过本课程学习未来重要的清洁能源转换技术—燃料电池技术；
- (2) 提高对所学大学物理、普通化学、电化学基础、材料学等基础知识的运用能力；
- (3) 了解关键材料及器件的制备和表征方法；
- (4) 提高综合运用所学知识分析和解决问题的能力。

本课程的主要内容

《燃料电池技术》主要讲授燃料电池的基本原理、燃料电池类型及发展现状、燃料电池的构成、燃料电池关键材料、燃料电池器件及燃料电池应用等方面的内容，其目的是立足于未来的氢能经济社会，普及燃料电池基础知识，使新能源材料专业的本科生更好地了解燃料电池关键材料及器件的作用及特点。本课程以用途最广的质子交换膜燃料电池和固体氧化物燃料电池为核心，介绍燃料电池基础、燃料电池技术及关键材料和器件相关知识，内容涉及

新能源材料、物理化学、电化学、电学、热力学等相关科学。本课程采用从简单到复杂，由易到难的循序渐进的方式，让学生认识和掌握燃料电池器件的相关知识。

在课程教学过程中，老师向学生讲述佛山氢能燃料电池的发展故事，介绍学校氢能燃料电池研究团队的最新成果，激励同学们学习新能源（氢能）的热情，帮助学生树立正确的人生观和价值观，发挥《燃料电池技术》课程的思政育人功能。

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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-1.能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。 指标点 1-3.具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	H
毕业要求 2.问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	指标点 2-1.能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等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 3.设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-1.能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题提出解决方案。	M
毕业要求 6.工程与社会：能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	指标点 6-3. 能正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。	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：燃料电池的原理、分类和发展现状；燃料电池的构成、关键材料与器件以及燃料电池的应用。通过本课程的学习，可以使本科生更好地了解新能源燃料电池材料与器件的作用及特点；基于燃料电池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；通过本课程的学习，为研究开发燃料电池领域应用的新材料和新技术奠定良好的理论基础。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标一 全面系统地掌握燃料电池材料的成分、结构（组成）和性能之间的关系。

目标二 了解燃料电池关键材料与器件的制备和表征方法。

目标三 了解新能源材料与器件的理论前沿、应用前景和最新发展动态。

(二) 考核方式

闭卷考试。

(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，课堂讨论情况）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 燃料电池概述

重点：燃料电池分类的主要依据；不同类型燃料电池的优缺点及主要用途，其中重点掌握质子交换膜燃料电池的特点及用途。

难点：固态电解质的概念。

课程思政：通过新能源的开发使用，低碳发展，勉励学生爱护环境、节约能源，为建设美丽中国而努力。

教学方法与手段：以课堂讲授为主，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，引导学生采用正确的思维分析问题。

第 1.1 节 燃料电池发展背景

第 1.2 节 燃料电池发展历程

第 1.3 节 燃料电池的分类

第 1.4 节 燃料电池的应用

第二章 燃料电池基础

重点：燃料电池热力学问题，如理论电压、开路电压，能量转换效率和三相界面反应的重要性。

难点：三相界面反应的概念，需要学生具备一定的电化学知识。

课程思政：提出“习近平新时代中国特色社会主义思想”指导下新能源及可再生能源的应用。

教学方法与手段：以课堂讲授为主，对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授，引导学生采用正确的思维分析电化学问题。

第 2.1 节 燃料电池热力学基础

第 2.2 节 电化学基础

第 2.3 节 电荷、质量和热量传输过程

第 2.4 节 三相界面反应

第三章 质子交换膜燃料电池关键材料

重点：常见的质子交换膜及工作原理；常见的Pt等贵金属催化剂材料及催化原理；碳纸等多孔气体扩散层材料及其作用；碳双极板及金属双极板的优缺点；密封材料的选择。
难点：质子在质子交换膜中的传递机理；催化剂的氧还原反应过程；水、气在多孔气体扩散层材料中的二相流动问题。
课程思政：重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的精神：白手起家的谋划精神。
教学方法与手段：以课堂讲授为主，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，引导学生采用正确的思维分析传质问题。

第3.1节 固体电解质膜

第3.2节 催化剂

第3.3节 多孔碳材料

第3.4节 金属双极板、碳复合双极板材料

第3.5节 其他材料

第四章 固体氧化物燃料电池关键材料

重点：高温离子导体材料的工作原理；高温电极电化学反应原理；电子-离子混合导体材料的特点。
难点：高温电化学反应机理；电池性能衰退机理。
课程思政：重点讲述佛山推动氢能产业率先发展的精神：没有最好，只有更好的超越精神。
教学方法与手段：以课堂讲授为主，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，引导学生分析高温电化学反应机理。

第4.1节 固体氧化物燃料电池概述

第4.2节 氧离子导体材料

第4.3节 燃料电池阳极关键材料与电化学性能

第4.4节 燃料电池阴极反应机理及关键材料

第五章 燃料电池材料表征技术

重点：透射电镜（TEM）、扫描电镜（SEM）、X射线光电子能谱（XPS）、激光拉曼光谱、X射线衍射（XRD）、能谱分析（EDS）、红外光谱（IR）等现代测试手段的用途。
难点：各种测试方法的原理。
课程思政：采用启发式、研讨式和目标激励式教学方式，使学生全面掌握世界前沿的材料表征技术，建立在其科学研究或社会生产中的重要性意识。
教学方法与手段：以课堂讲授为主，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 材料形貌及结构表征

第5.2节 材料物相分析

第5.3节 化学成分及化学价态表征

第5.4节 功能基团分析

第六章 燃料电池性能表征技术

重点：掌握简单的电动力学分析方法，掌握电极极化的概念，了解燃料电池工作过程中常见的三种类型的极化；能简单地分析燃料电池极化曲线。

难点：电极极化的概念以及极化产生的机制，区分电池三种类型的极化。

课程思政：介绍我国 20 多年来质子交换膜燃料电池表征技术方面取得了巨大的进步，鼓励学生打好基础，为新能源行业发展做贡献。

教学方法与手段：以课堂讲授为主，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，引导学生理解电化学测试原理。

第 6.1 节 极化曲线的测试方法

第 6.2 节 极化曲线的分析方法

第 6.3 节 电化学阻抗谱测试技术

第七章 燃料与燃料处理

重点：燃料重整技术（包括水蒸气重整、部分氧化重整和自热重整）；电池阳极在不同燃料中的电化学性能以及性能稳定性。

难点：不同重整技术的区别和优缺点，以及影响电池运行稳定性的关键因素。

课程思政：通过实例介绍我国在大规模甲烷二氧化碳重整技术的完全自主知识产权，鼓励学生学好基础催化知识。

教学方法与手段：以课堂讲授为主，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 燃料的种类

第 7.2 节 直接和间接内部重整

第 7.3 节 碳氢燃料重整技术

第 7.4 节 燃料电池阳极催化剂

第八章 燃料电池材料及器件的发展前沿

重点：燃料电池材料存在的问题和解决的途径，基于新型电池材料开展的电池结构设计。

难点：建立合理的模型，开展电池结构设计。

课程思政：基于佛山氢能过去 5 年的快速发展历程，重点讲述佛山推动新能源产业率先发展的精神“独行快，众行远”的包容精神。

教学方法与手段：以课堂讲授为主，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，引导学生理解燃料电池模型分析方法。

第 8.1 节 燃料电池催化剂材料的研究现状

第 8.2 节 新型电解质材料的研究进展

第 8.3 节 燃料电池膜电极的设计

第 8.4 节 电池系统设计

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	燃料电池概述	4						4		
2	燃料电池基础	6						6		
3	质子交换膜燃料电池 关键材料	5						5		
4	固体氧化物燃料电池 关键材料	5						5		
5	燃料电池材料表征技术	4						4		
6	燃料电池性能表征技术	4						4		
7	燃料与燃料处理	2						2		
8	燃料电池材料及器件 的发展前沿	2						2		
合计		32						32		

七、课程教材及主要参考资料

- [1] 曹殿学.《燃料电池系统》. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2019年。
- [2] 章俊良.《燃料电池—原理关键材料和技术》. 上海: 上海交通大学出版社, 2014年。
- [3] 辛格哈尔 (译者:韩敏芳).《高温固体氧化物燃料电池—原理设计 and 应用》. 北京: 科学出版社, 2007年。

八、其他说明

无。

《功能陶瓷材料与器件》课程教学大纲 (Functional Ceramic Materials and Devices)

执笔者: 王修才

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	材料科学基础、半导体材料与器件、材料物理化学		
后续课程	无		

二、课程简述（300 字左右）

《功能陶瓷材料与器件》课程是新能源材料与器件专业学生的一门重要的专业选修课程，通过本课程的学习使学生对功能陶瓷的相关基础理论、典型电子陶瓷材料的组成、结构、制备和应用及其相互之间的关系，功能陶瓷的研究现状和发展前景等有较全面的了解，为从事功能陶瓷研究和生产奠定良好的基础。课程内容主要包括陶瓷材料与器件的基础知识、陶瓷的制备、微波陶瓷、电介质陶瓷、压电陶瓷、多层陶瓷电容器、低温共烧陶瓷和敏感陶瓷及其元件等等。

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	毕业要求指标点	权重
毕业要求 2.问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	指标点 2-1 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等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。 指标点 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：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证	L

毕业要求 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-2 能够基于专业理论设计针对材料、器件、系统特定需求制定研发的可行实验方案。	H
课程达成度要求		4

(二) 毕业要求指标点在本课程中的实现路径

本课程通过设立若干课程目标实现对毕业要求指标点的支撑，具体课程目标及其与毕业要求指标点的对应关系如下：

课程目标 1：通过课堂讲授，使学生初步掌握功能陶瓷材料与器件的基本概念、原理和方法，了解测绘新技术。

课程目标 2：通过课堂讲授，掌握微波介质陶瓷及其器件、敏感陶瓷及其元件、电容器陶瓷及 MLCC、压电陶瓷及其器件、低温共烧陶瓷、器件及模块等常见功能陶瓷器件的制备方法、功能、应用场景及发展趋势。

课程目标 3：针对功能陶瓷材料与器件的发展趋势和设计优化问题，能够合理地提出解决方案，解决相关的问题。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

目标 1：掌握功能陶瓷的地位、种类和关键应用；

目标 2：掌握功能陶瓷的类别、形态、基本生产工艺；

目标 3：掌握几种重要功能陶瓷材料的设计、制备过程和机理。

(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

第 1 章 概论

重点：功能陶瓷的界定、特性和应用

难点：功能陶瓷的性能特点

课程思政：了解我国功能陶瓷发展史以及老一辈科研工作者的奋斗史，牢记科学无国界、

科学家有祖国。

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 功能陶瓷材料的界定

（一）了解功能陶瓷材料内涵

第2节 功能陶瓷材料的发展历程

（一）了解功能陶瓷的由来和发展历程，我国功能陶瓷发展史，以及老一辈考研工作者奋斗史。

第3节 功能陶瓷材料分类，品种范围及性能特点

（一）掌握功能陶瓷材料分类

（二）掌握功能陶瓷结构特点及特性

第4节 功能陶瓷材料发展前景展望

（一）掌握功能陶瓷的应用价值

（二）掌握功能陶瓷的发展前景，牢固树立自力更生意识，关键科学技术是买不来的。

第2章 微波介质陶瓷及其器件

重点：微波介质陶瓷的性能指标及优化。

难点：准确理解微波介质陶瓷的结构特点、器件特点、性能指标之间的指标联系。

课程思政：熟悉我国微波事业发展以及卡脖子技术案例，增强爱国情感。

教学方法与手段：教学方法为课堂教学，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 微波介质陶瓷的概念

（一）微波及其特点

（二）微波介质陶瓷的应用

第2节 微波介质陶瓷的性能指标及优化

（一）介电常数

（二）品质因数

（三）频率温度系数

（四）微波介质陶瓷的性能优化

第3节 微波介质陶瓷材料的国内外研究现状

（一）微波介质陶瓷的发展历史，了解我国微波事业发展，进行爱国主义教育。

（二）微波介质陶瓷的研究概况

（三）微波介质陶瓷的主要体系

（四）纳米微波介质陶瓷粉体的制备与应用

第4节 微波介质陶瓷器

- (一) 微波谐振器件
- (二) 微波介质滤波器
- (三) 微带天线
- (四) 微波介质陶瓷器件制备工艺
- (五) 微波介质陶瓷器件研究现状

第 5 节 微波介质陶瓷器件应用实例及市场前景

- (一) 移动通信微波介质陶瓷器件
- (二) 卫星电视接收机高频头

第 6 节 微波介质陶瓷及器件的发展趋势

第 3 章 敏感陶瓷及其元件

重点：敏感陶瓷的特点。

难点：热敏陶瓷、压敏陶瓷、气敏陶瓷的基本性能及机理。

课程思政：特种陶瓷领域受限于国外技术封锁，增强学生的爱国意识，立志为国家科研事业做出应有贡献。

教学方法与手段：教学方法为课堂教学，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 热敏陶瓷

- (一) 基本参数
- (二) 正温度系数热敏电阻 PTC 效应及模型
- (三) PTC 热敏电阻的主要特性
- (四) 热敏陶瓷及元件的研究现状及前景

第 2 节 压敏陶瓷

- (一) 压敏陶瓷的基本性能
- (二) 压敏电阻导电机理
- (三) 压敏电阻的研究现状

第 3 节 气敏陶瓷

- (一) SnO_2 气敏陶瓷
- (二) ZrO_2 气敏陶瓷
- (三) TiO_2 气敏陶瓷
- (四) 国内外气敏陶瓷传感器发展
- (五) 国内外气敏陶瓷材料进展和发展趋势

第 4 章 电容器陶瓷及 MLCC

重点：掌握电容器陶瓷及 MLCC 的制备和应用前景。

难点：掌握介质材料的极化、击穿、老化以及陶瓷复合等相关机理和工艺。

课程思政：高端多层陶瓷电容器被国外技术垄断，并受到国外技术打压，潮州三环和风华高科为代表的中国企业正在努力提升自己的技术，建立学生的自信心，文化自信。

教学方法与手段：教学方法为课堂教学，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 电容器陶瓷的概念

第2节 电容器陶瓷的国内外研究概况

（一）电容器陶瓷的发展历史

（二）电容器陶瓷相关研究的文献计量

第3节 陶瓷介质材料介电性能

（一）介质的极化及介电常数

（二）介电损耗

（三）介电强度

（四）绝缘电阻

（五）电容温度系数

第4节 非铁电电容器陶瓷

（一）高频温度补偿型电容器陶瓷

（二）高频温度稳定型介电陶瓷

第5节 铁电电容器陶瓷

（一）铁电相变与自发极化

（二）铁电晶体的电畴结构

（三）电致伸缩和电滞回线

（四）铁电陶瓷的温度特性

（五）铁电陶瓷的击穿

（六）铁电陶瓷的非线性

（七）铁电陶瓷的老化

第6节 反铁电电容器介质陶瓷

（一）反铁电体的自发极化状态

（二）反铁电体的电畴结构

（三）反铁电体的主要性质

（四）反铁电介质陶瓷的应用

第7节 半导体电容器介质陶瓷

（一）基本概念

（二）陶瓷的半导化

（三）半导体陶瓷电容器的分类及性能

第8节 巨介电常数陶瓷

第9节 其他特殊陶瓷电容器材料

第10节 陶瓷/聚合物复合材料

- (一) 复合材料介电性能的理论模型
- (二) 陶瓷/有机复合材料常用制备方法

陶瓷/有机复合材料的研究现状

第11节 片式多层陶瓷电容器(MLCC)

- (一) 片式多层陶瓷电容器概述
- (二) 片式多层陶瓷电容器内电极基本结构
- (三) 片式多层陶瓷电容器制造工艺与产业发展前景

第5章 压电陶瓷及其器件

重点: 掌握压电陶瓷的极化、参数,压电器件、无铅压电陶瓷和纳米压电陶瓷的应用。

难点: 压电效应、极化和压电换能的机理。

课程思政: 压电陶瓷电容器被国外技术垄断,但国内已经处于技术前端,高端粉体仍然受限,但已经不惧国外封锁,建立学生的自信心,文化自信。

教学方法与手段: 教学方法为课堂教学,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 压电效应

第2节 压电陶瓷材料极化

第3节 压电陶瓷材料主要特性参数

第4节 压电陶瓷研究进展…

- (一) 压电陶瓷相关研究的文献计量
- (二) 压电陶瓷材料发展现状

第5节 压电陶瓷器件及发展现状

- (一) 压电振子与压电陶瓷频率控制器件
- (二) 压电变压器
- (三) 压电换能器
- (四) 压电超声马达

第6节 压电陶瓷的发展趋势

- (一) 无铅压电陶瓷
- (二) 压电复合材料
- (三) 纳米压电陶瓷
- (四) 高居里温度压电陶瓷

第6章 低温共烧陶瓷、器件及模块

重点: 掌握 LTCC 材料要求、性能指标、工艺流程和应用、研究进展。

难点: 掌握低温共烧陶瓷的工艺技术。

课程思政：低温共烧陶瓷、器件及模块被国外技术垄断，属于集成式技术难题，需要多个领域突破技术难点，要深刻领会中国社会主义制度的优越性，集中力量办大事的优势，相信能很快解决系列难题。

教学方法与手段：教学方法为课堂教学，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 LTCC 技术概述

（一）LTCC 技术工艺过程

（二）LTCC 技术特点

第2节 低温共烧陶瓷材料的要求

（一）烧结温度

（二）介电性能

（三）热膨胀系数

（四）机械强度

（五）共烧材料的匹配性

第3节 低温共烧陶瓷的种类

（一）微晶玻璃

（二）陶瓷+助剂

（三）单相陶瓷

第4节 低温共烧陶瓷相关研究的文献计量

第5节 低温共烧陶瓷材料进展

第6节 LTCC 器件及模块设计方法与实例

第7节 LTCC 技术重点工艺技术的发展

（一）LTCC 膜片成型技术

（二）平面零收缩基板制作工艺

（三）精密细线条制作工艺

（四）空腔基板制作工艺

第8节 低温共烧陶瓷技术的应用

第9节 低温共烧陶瓷器件及模块研究进展

第10节 低温共烧陶瓷的产业概况

第11节 低温共烧陶瓷技术发展趋势

第7章 国内功能陶瓷材料产业发展现状、趋势及主要任务

重点：掌握国内功能陶瓷及器件的发展机遇及存在的问题。

难点：掌握功能材料产业发展的瓶颈及解决办法、应对策略。

课程思政：中国科技从一穷二白到现在多个领域处于世界领先，展示了我们自力更生，艰苦奋斗的精神，体现了中国社会主义制度的优越性、表明了中国共产党领导下的科技创新

体系的有效性，应当认识到差距，但也应做到文化自信。

教学方法与手段：教学方法为课堂教学，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 国内外发展概况及总体趋势

第2节 我国功能陶瓷材料及器件发展机遇及存在的问题

第3节 发展我国功能陶瓷材料产业的主要任务及应对策略

第4节 典型企业

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	概述	2						2		
第二章	微波介质陶瓷及其器件	4				1		5	2	
第三章	敏感陶瓷及其元件	4				1		5	3	
第四章	电 容 器 陶 瓷 及 MLCC	6						6	3	
第五章	压电陶瓷及其器件	6						6	3	
第六章	低温共烧陶瓷、器件及模块	6						6	3	
第七章	国内功能陶瓷材料产业发展现状、趋势及主要任务	2						2		
合计		30				2		32	14	

七、课程教材及主要参考资料

（一）教材

张启龙、杨辉等编著：中国战略性新兴产业—新材料：功能陶瓷材料与器件. 北京：中国铁道出版社，2017.

（二）教学参考书

[1]段继光.《工程陶瓷》. 长沙：湖南科学技术出版社，1994.

[2]李世普.《特种陶瓷工艺学》. 武汉：武汉理工大学出版社，2007.

[3] 谢志鹏. 结构陶瓷. 北京：清华大学出版社，2010

八、其他说明

无

《太阳能材料与器件》课程教学大纲

(Solar Energy Materials and Solar Cells)

执笔者：李景灵

审核人：樊婷

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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 学分		
学时数	总学时，其中：实验（实训）学时；课外学时		
先修课程	新能源概论；半导体材料与器件		
后续课程			

二、课程简述（300 字左右）

可再生能源是未来发展的重要战略方向。由于具有广泛性、清洁性和永久性等优点，太阳能在可再生能源中占有重要地位。通过本课程的学习，使学生掌握基本的太阳能利用方式及原理，了解太阳能电池材料分类、器件结构和特点，逐步培养和提高学生理论联系实际进行科学实验的能力，为未来从事新能源生产和科学研究打下坚实的基础。课程首先介绍太阳能及利用方式相关的基础知识，包括太阳能特点、太阳光谱以及太阳辐射能计算、太阳能的主要利用方式。继而深入到太阳能电池的物理基础，对太阳能电池性能参数的定义及其测试进行介绍，概述对决定太阳能电池性能参数的关键因素——太阳能电池材料。其次，重点对太阳能电池用硅材料（单晶硅、多晶硅及薄膜、非晶硅薄膜）、GaAs、CdTe 等 III-V 化合物半导体以及 CIS 系和 CIGS 系多元化合物、有机太阳能电池相关材料及染料敏化太阳能电池材料的基本性质和制备技术进行详细阐述。

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.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点1-1.能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
毕业要求2.问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	指标点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6.工程与社会：能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	指标点6-1. 了解与新能源材料与器件相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规。	L
毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	指标点 7-1. 了解国家的环境可持续发展战略及相关的政策和法律、法规。	L
	指标点 7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	H

（二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

通过对太阳能电池材料与器件的讲授，使学生掌握电池的基本原理，了解常见太阳能电池类型、基本构造、特点和应用范围，继而深入把握太阳能材料与器件的制备技术。教学过程突出固体物理学和工程学知识，培养学生开发设计太阳能材料与器件的基础知识。通过视频演示和名师教案结合，形象深入地讲解太阳能电池器件的科学问题和科技动态，培养学生创新意识和责任感。通过讨论环节，培养学生沟通交流的能力，形成有效地资源共享、学术共进的良好局面。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- （1）夯实太阳能材料与器件材料的物理基础
- （2）掌握太阳能材料的技术要点和器件设计思路

(3) 培养太阳能电池行业的创新意识和可持续发展观念

(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，讨论积极性及效果等）占总评成绩 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

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：可再生能源定义及特点；太阳能的利用方式

难点：太阳能光谱；大气质量及计算；光电转换

课程思政：太阳能与碳中和，碳达峰的关系；发展太阳能对国家能源安全战略的重要性

教学方法与手段：课堂讲授结合视频演示

第一节 能源危机

第二节 可再生能源与太阳能

第三节 太阳光谱

第四节 太阳能利用

第二章 太阳能电池物理基础

重点：能带结构；载流子的形成与输运过程；太阳能电池的 I-V 曲线特性；太阳能电池性能评价参数；太阳能电池材料分类

难点：漂移与扩散过程；非平衡载流子；MIS 结构

课程思政：碳中和，碳达峰及建设目标

教学方法与手段：课堂讲授为主，以名师教学短片案例加深学生对基础知识的理解

第一节 半导体物理基础

第二节 太阳能电池基础

第三节 太阳能电池性能参数

第四节 太阳能电池材料的分类

第三章 硅基太阳能电池材料及制备技术

重点：单晶硅的制备技术；杂质与缺陷对硅材料性能的影响；非晶硅薄膜的制备技术；硅基薄膜电池

难点：光致衰退；非晶硅合金化与晶化；

课程思政：中国制造到中国智造；绿色低碳工业技术

教学方法与手段：课堂讲授为主，辅以视频演示；增加课堂讨论，提高学生课堂参与度

第一节 单晶硅太阳能电池

第二节 多晶硅太阳能电池

第三节 非晶硅薄膜太阳能电池

第四章 化合物半导体太阳能电池材料及制备技术

重点： GaAs 材料的性质； GaAs 太阳能电池； CdTe 材料的制备技术； CdTe 太阳能电池； CIS(CIGS)材料的基本性质； CIS(CIGS)太阳能电池

难点： GaAs 材料的杂质与缺陷； 真空沉积技术； 化合物组分、杂质与缺陷对材料性质的影响

课程思政： 星链计划离不开 III-V 族半导体材料； 我国航天事业取得的伟大成就

教学方法与手段： 课堂讲授为主，辅以视频演示； 增加课堂讨论，改善课堂气氛

第一节 概述

第二节 GaAs 太阳能电池

第三节 CdTe 太阳能电池材料及其制备

第四节 CIS 及 CIGS 系太阳能电池材料及其制备

第五章 有机太阳能电池材料及其应用

重点： 有机太阳能电池的物理工作原理； 常用有机太阳能材料； 有机太阳能电池的结构特征； 有机太阳能电池制备工艺

难点： 有机半导体电荷输运机制； 提高有机太阳能电池效率的方法

课程思政： 中国可穿戴储能设备的发展历程与历史机遇

教学方法与手段： 课堂讲授，辅以视频演示

第一节 概述

第二节 有机半导体材料物理基础及太阳能电池原理

第三节 有机太阳能电池材料与器件

第四节 有机太阳能电池制备工艺

第六章 染料敏化太阳能电池材料及其应用

重点： 染料敏化电池的结构与工作原理； TiO₂ 光阳极材料； 染料种类； 染料的吸附； 对电极； 电解质的分类

难点： 光阳极的制备技术； 染料吸附的模式； 电解质的基本组成、工作原理及其特点

课程思政： 一带一路与光伏行业的未来前景

教学方法与手段： 课堂讲授，辅以名师教学短片案例

第一节 染料敏化太阳能电池

第二节 光阳极材料

第三节 染料

第四节 其他材料

一、对电极

二、电解质

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		
1	绪论	4						4		
2	太阳能电池物理基础	8						8		
3	硅基太阳能电池材料及制备技术	4				2		6		
4	化合物半导体太阳能电池材料及制备技术	4				2		6		
5	有机太阳能电池材料及其应用	4						4		
6	染料敏化太阳能电池材料及其应用	4						4		
合计		28				4		32		

七、课程教材及主要参考资料

1. 课程教材

李伟, 顾得恩, 龙剑平. 太阳能电池材料及其应用. ISBN: 9787564713393. 成都: 电子科技大学出版社. 2014年1月.

2. 参考资料

[1] 靳瑞敏. 太阳能电池原理与应用. ISBN: 9787301186725. 北京: 北京大学出版社. 2011年05月.

[2] 林明献. 太阳能电池新技术. ISBN: 9787030337719. 北京: 科学出版社. 2012年5月.

[3] Jenny Nelson. 太阳能电池物理. ISBN: 9787313191892. 上海: 上海交通大学出版社. 2018年05月

[4] 李玲, 张文明. 新型太阳能电池技术与应用. ISBN: 9787030667496. 北京: 科学出版社. 2020年11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。

《光电功能材料》课程教学大纲

(Photoelectric Functional Materials)

执笔者：樊婷

审核人：常萌蕾

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		
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）学时 0；课外学时 0		
先修课程	无机化学，有机化学，高分子化学，物理化学		
后续课程	创新思维训练，毕业论文		

二、课程简述

本课程是一门专业任选课，适合于材料化学、材料科学与工程、光信息科学与技术等专业。本课程的目的是通过课程学习，加强学生对光电相关技术领域所涉及材料的感性认识，拓展学生的视野。本课程根据目前国内外重要、前沿的光电功能领域，主要介绍光源器件材料、光电信息显示材料、太阳能电池材料、光电传感与探测材料和集成光电材料等，掌握常用光电功能材料的工作原理、性能及一般应用，让学生对光电子材料的现状及发展趋势有较为全面的了解，为后续课程的学习和光电领域的应用奠定理论基础。

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

毕业要求	课程名称与指标点的对应关系矩阵	专业任选课程
毕业要求 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-3.具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力，并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	M

<p>毕业要求 3. 设计/开发解决方案:能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案,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创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。</p>	<p>指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。</p>	<p>M</p>
<p>毕业要求 4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。</p>	<p>指标点 4-4.能够对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到合理有效的结论。</p>	<p>M</p>

(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:1、了解和掌握光电功能材料的分类和特点;2、掌握光电功能材料的成分、结构和性能;3、掌握光电功能材料的设计制备和加工生产流程;4、了解光电功能材料的社会发展趋势和对环境、健康等的影响。最终,加强学生对光电相关技术领域所涉及材料的感性认识,拓展学生的视野,提高分析与解决问题的能力,并增强科技创新意识。

四、考核方式及成绩评定

(一) 考核目标

通过本课程的学习,加强学生对光电相关技术领域所涉及材料的感性认识,拓展学生的知识视野。

(二) 考核方式

采用撰写课程小论文或者闭卷考试形式。

(三) 成绩评定

平时成绩占 30%, 期末考试成绩占 70%。

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,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:

<p>第一章 光电功能材料概述</p> <p>重点:了解和掌握材料的种类和制备方法。 难点:掌握材料的各种外延方法。 课程思政:中国特色社会主义共同理想、共产主义远大理想。 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。</p> <p>第 1 节 光电功能材料基础 第 2 节 光电功能材料的生长及制备技术 一、材料种类</p>
--

二、材料制备的方法分类

三、各种外延方法介绍

第3节 光电功能材料发展趋势

第二章 光源器件及材料

重点：了解和掌握光的产生过程、各种照明器件的结构和发光过程。

难点：掌握激光器和发光二极管的发光过程。

课程思政：突破陈观、大胆创新、不甘落后、奋勇争先。

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 光的产生

第2节 照明器件及材料

第3节 激光器，半导体激光器

第4节 发光二极管

第三章 光电显示材料与应用

重点：了解和掌握发光显示材料的种类和发光机理。

难点：掌握有机电致发光材料的发光机理。

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：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 发光显示材料

一、等离子体显示材料

二、电致发光材料

第2节 液晶显示材料

第3节 有机电致发光材料

一、发光机理

二、有机电致发光常用材料

三、OLED 的应用展望

第四章 太阳能电池材料及应用

重点：了解和掌握体光伏材料、薄膜和第三代光伏材料的种类和应用。

难点：掌握太阳能电池材料的基本要求和光电性质。

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，采用启发式和参与式教学方式。

第1节 体光伏电池材料

第2节 薄膜光伏电池材料

第3节 第三代光伏电池材料

第五章 传感器、探测器材料及应用

重点：了解和掌握传感器材料的性质和应用。

难点：掌握探测器材料的性质和应用。

课程思政：世界物质性、相互联系、量变质变、个性共性。

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 传感器材料

第2节 探测器材料

第六章 集成光学材料及应用

重点：了解和掌握集成光学材料的种类和性质。

难点：了解光波导材料的种类和性质。

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：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 集成光学材料概述

第2节 光波导材料

第七章 新兴光电材料

重点：了解和掌握有机、微纳米光电材料的种类和应用。

难点：了解新型光子学材料及人工介质光电材料的设计与性质。

课程思政：勇攀高峰、精益求精、自主创新、使命担当、锤炼意志。

教学方法与手段：以课堂讲授为主，再辅以课堂讨论。

第1节 有机光电材料及其应用

第2节 微纳米光电材料及其应用

第3节 新型光子学材料及人工介质光电材料

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		
一	光电功能材料概述	4						4	2	
二	光源器件及材料	4						4	2	
三	光电显示材料与应用	5						5	3	
四	太阳能电池材料及应用	5						5	3	
五	传感器、探测器材料及应用	4						4	2	
六	集成光学材料及应用	4						4	2	
七	新兴光电材料	4				2		6	3	
合计		30				2		32	17	

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。

（一）教材

朱建国，孙小松，李卫.《电子与光电子材料》(第1版). 7118052442(ISBN).北京：国防工业出版社，2007年9月.

（二）教学参考书

[1]周馨我.《功能材料学》(第1版). 9787810458856(ISBN).北京：北京理工大学出版社，2011年9月.

[2]林健.《信息材料概论》(第1版). 9787122006127(ISBN).北京：化学工业出版社，2013年10月.

[3]侯宏录.《光电子材料与器件》(第1版). 7118079146(ISBN).北京：国防工业出版社，2012年10月.

八、其他说明

无。

《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：樊婷

编写日期：2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	权重
毕业要求 3. 设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-3. 能够设计满足特定需求的新能源材料、器件和工艺流程，并能够体现创新意识。	H
毕业要求 4. 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件工程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的结论。	指标点 4-1. 能够对新能源材料与器件相关的各类材料特性进行研究和实验验证。	M
毕业要求 5. 使用现代工具：能够针对新能源材料与器件工程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，包括对材料结构设计、生产工艺、实验结果等的预测与模拟，并能够理解其局限性。	指标点 5-1. 了解新能源材料学科发展现状，能够在实践中初步掌握并使用现代工程技术、方法和工具。	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。	指标点 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

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

学生选定一种薄膜材料,总结分析其制备方法、性能表征及应用,形成一篇完整的课程论文。

(三) 成绩评定

期末成绩占 70%,平时成绩占 30%(作业成绩 20%;考勤成绩占 10%)。

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。

第二节 真空的基本知识

第三节 真空的获得

第四节 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。

第五节 热生长

第六节 溶胶-凝胶

第七节 化学气相沉积

第八节 电镀

第九节 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。

第五节 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

第六节 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

第七节 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。

第七节 形核

第八节 生长过程

第九节 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
- 第四节 课堂展示：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

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

《生物质复合材料》课程教学大纲

(Biomass Composites)

执笔者：常萌蕾、张玉媛

审核人：常萌蕾

编写日期：2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	普通化学、有机化学、物理化学、机械设计基础、文献检索等		
后续课程	科研训练、毕业设计		

二、课程简述（300 字左右。）

本课程是新能源材料与器件专业任选课之一，它是基于生物质的结构及理化性质，应用生物质复合材料的观点和方法来研究生物质能源的利用与开发、尤其是农林废弃物的资源化技术。主要介绍了生物质复合材料与生物质资源、生物质的结构及理化性质，以及生物质-聚合物、功能化木塑、木质-橡胶、生物质-金属、生物质-无机质复合材料，特别是采用纳米技术等制成的复合材料的组成、结构、性能、制法和应用，并介绍了生物质复合材料的耐久性。本课程既注重基本概念、基础理论的介绍，又紧密结合了本学科的前沿进展和应用前景，以日常生活中典型的生物质复合材料为案例，引导学生认识生物质复合材料的结构与性能，掌握生物质复合材料的成型或制造工艺与主要应用，并且使学生认识到生物质复合材料在实际应用中的局限性，为解决相关技术领域的复杂工程问题提供知识支撑。同时使学生树立资源可持续利用的观念，为从事生物质资源利用方面的科学研究和技术开发打下基础。

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	课程名称与指标点的对应关系矩阵	专业任选课程
毕业要求 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合,用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。	M
毕业要求 3.设计/开发解决方案:能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案,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创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-3.能够设计满足特定需求的新能源材料、器件和工艺流程,并能够体现创新意识。	H
毕业要求 6.工程与社会:能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。	指标点 6-3.能正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。	M
毕业要求 7.环境和可持续发展:能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	指标点 7-2.能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	L
课程达成度要求		4

(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,使学生了解课程的结构框架和编排体系,了解生物质复合材料与生物质资源的概况,掌握生物质复合材料的几种典型复合方式;掌握各类生物质的宏观和微观构造学特征、物理力学和化学性质;了解制造生物质-聚合物复合材料的各类生物质原料的特点,掌握生物质-聚合物复合材料的热压成型制造工艺和产品性能检测的相关知识;了解制备生物质-聚合物复合材料所用原料;生物质材料的预处理和聚合物废物的再生与改性,掌握生物质-聚合物复合材料的挤出成型技术和注射成型技术以及产品性能;了解几种典型功能化木塑复合材料的应用领域,掌握功能化木塑复合材料的制备方法;了解木质-橡胶复合材料所用原料和研究现状,掌握其热压成型技术和混炼硫化成型技术;了解生物质-金属复合材料的原料资源和预处理,掌握典型生物质-金属复合材料的成型和制备工艺及应用方向;了解生物质-无机质复合材料所用无机质原料和化学助剂的类型,掌握生物质-水泥复合材料、生物质-石膏复合材料、生物质-氯氧镁水泥复合材料的成型和制备工艺;了解纳米技术在木材-无机质复合材料中的应用,掌握溶胶-凝胶法制备木材-无机质复合材料的工艺学原理;了解自然界和仿生现象和两种典型的生物质表面多尺度结构的形成及其仿生功能;掌握生物质复合材料的耐候性和水分/低温/生物降解对生物质复合材料性能的影响。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

目标一：考核学生对生物质复合材料的基础理论知识的掌握程度，考核学生对生物质复合材料制备工艺和利用途径的认识，根据生物质材料特点和复合材料应用方向选择合适的复合工艺的掌握程度。

目标二：使学生理解并正确评价生物质复合材料的工程实践对环境和社会可持续发展影响，充分认识发展和研究生物质复合材料的重要性，培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

（二）考核方式

平时采用分组制作 PPT 演讲汇报等方式考核；期末采用撰写课程论文方式考核。

（三）成绩评定

期末课程论文成绩占总评成绩 70%，平时成绩占总评成绩 30%（包括平时上课考勤情况、听课情况等占总评成绩 10%，PPT 演讲汇报或总结论文占总评成绩的 20%）。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

第 1 章 生物质复合材料与生物质资源概述

重点：生物质复合材料与生物质资源概述，生物质复合材料概述、生物质资源

难点：生物质复合材料的几种典型复合方式

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

1 生物质复合材料与生物质资源概述

1.1 生物质复合材料概述

1.1.1 层积复合

1.1.2 混合复合

1.1.3 渗透复合

1.1.4 构建多尺度结构的纳米界面

1.1.5 运用增材制造技术

1.2 生物质资源要览

1.2.1 林木资源概况

1.2.2 低碳环保，绿色保障

1.3 木材的生态学属性与环境效应

1.3.1 木材的生态学属性与人居环境

1.3.2 木材的碳素储存与环境效应

第2章 生物质的结构及理化性质

重点： 生物质的宏观构造学特征、微观构造学特征、物理力学性质和化学性质

难点： 生物质物理力学性质和化学性质

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

2.1 生物质的宏观构造学特征

2.1.1 木材的宏观构造

2.1.2 竹材的宏观构造

2.1.3 农作物秸秆的宏观构造

2.2 生物质的微观构造学特征

2.2.1 木材的微观构造

2.2.2 竹材的微观构造

2.2.3 农作物秸秆的微观构造

2.3 生物质的物理力学性质

2.3.1 木材的物理力学性质

2.3.2 竹材的物理力学性质

2.3.3 农作物秸秆的物理力学性质

2.4 生物质的化学性质

2.4.1 木材的化学性质

2.4.2 竹材的化学性质

2.4.3 农作物秸秆的化学性质

第3章 生物质-聚合物复合材料的热压成型技术

重点： 生物质-聚合物复合材料热压成型工艺、生物质纤维-聚合物复合材料制造工艺、生物质碎料-聚合物复合材料制造工艺、生物质-聚合物复合材料的无纺编织与模压成型工艺

难点： 不同生物质材料根据其特点选择不同生物质-聚合物复合材料制造工艺

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

3.1 生物质-聚合物复合材料概述

3.1.1 生物质-聚合物复合材料

3.1.2 生物质-聚合物复合材料热压成型工艺

- 3.2 生物质纤维-聚合物复合材料制造工艺
 - 3.2.1 原材料预处理
 - 3.2.2 生物质-聚合物复合材料的生产特点
 - 3.2.3 纤维形态与复合材料强度的关系
- 3.3 生物质碎料-聚合物复合材料制造工艺
 - 3.3.1 生物质原料及其性质
 - 3.3.2 生物质碎料形态对复合材料性能的影响
- 3.4 生物质-聚合物复合材料的无纺编织与模压成型工艺
 - 3.4.1 生物质纤维的无纺编织制品
 - 3.4.2 复合材料的模压成型工艺
- 3.5 热压成型产品的检测及性能
 - 3.5.1 热压成型产品的检测
 - 3.5.2 热压成型产品的性能
- 3.6 应用
 - 3.6.1 木质人造板的应用
 - 3.6.2 无纺布-聚合物复合材料的应用

第4章 生物质-聚合物复合材料的挤出与注射成型技术

重点：生物质-聚合物复合材料的挤出成型技术和注射成型技术

难点：生物质-聚合物复合材料的挤出成型工艺原理、生物质-聚合物复合材料的注射成型原理

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际应用问题。

- 4.1 生物质材料的预处理
 - 4.1.1 生物质材料的加工
 - 4.1.2 生物质材料的干燥
 - 4.1.3 生物质材料的表面改性
- 4.2 聚合物废弃物的再生与改性
 - 4.2.1 聚合物废弃物的回收
 - 4.2.2 聚合物废弃物的预处理
 - 4.2.3 聚合物废弃物的改性
- 4.3 生物质-聚合物复合材料的挤出成型技术
 - 4.3.1 挤出成型工艺原理
 - 4.3.2 挤出成型设备

- 4.3.3 挤出机的工作原理
- 4.3.4 挤出成型工艺
- 4.3.5 单螺杆挤出机加工的工艺特点
- 4.3.6 双螺杆挤出机加工的工艺特点
- 4.3.7 串联双阶挤出机组加工的工艺特点
- 4.4 生物质-聚合物复合材料的注射成型技术
 - 4.4.1 注射成型原理
 - 4.4.2 注射成型设备
 - 4.4.3 注射成型工艺
- 4.5 秸秆-热塑性塑料复合材料
 - 4.5.1 秸秆的特性及预处理
 - 4.5.2 热塑性树脂
 - 4.5.3 秸秆-热塑性塑料复合材料的制备
 - 4.5.4 秸秆-热塑性塑料复合材料的性能
- 4.6 生物质-聚合物复合材料的性能
 - 4.6.1 物理力学性能
 - 4.6.2 蠕变性能
 - 4.6.3 其他性能
 - 4.6.4 力学性能测试方法
- 4.7 生物质-聚合物复合材料挤出与注射成型产品的应用
 - 4.7.1 建筑业
 - 4.7.2 包装和运输业
 - 4.7.3 家具业
 - 4.7.4 其他方面的应用

第5章 功能化木塑复合材料

重点： 几种典型功能化木塑复合材料的制备和应用

难点： 热致可逆变色木塑复合材料的制备、荧光可逆变色木塑复合材料的制备

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

- 5.1 热致可逆变色木塑复合材料的研究
 - 5.1.1 热致可逆变色木塑复合材料的制备
 - 5.1.2 热致可逆变色木塑复合材料的热响应特性
- 5.2 荧光可逆变色木塑复合材料的研究

5.2.1 荧光可逆变色木塑复合材料的制备

5.2.2 荧光变色木塑复合材料的表观颜色

5.2.3 荧光与发射光光谱分析

5.3 变色木塑复合材料的应用探讨

5.3.1 可逆热致变色木塑复合材料的应用

5.3.2 可逆光致变色木塑复合材料的应用

5.4 防霉木塑复合材料

5.4.1 木塑霉变的影响因素

5.4.2 木塑防霉方法

5.4.3 防霉木塑复合材料的应用

第6章 木质-橡胶复合材料

重点：木质-橡胶复合材料的概述、木质-橡胶复合材料的热压成型技术和混炼硫化成型技术

难点：木质-橡胶复合材料的热压成型技术及性能测试

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

6.1 木质-橡胶复合材料概述

6.1.1 原料资源

6.1.2 木质-橡胶复合材料研究现状

6.1.3 木质-橡胶复合材料应用领域

6.2 木质-橡胶复合材料的热压成型技术

6.2.1 实验材料

6.2.2 实验设备

6.2.3 实验方法

6.3 木质-橡胶热压复合材料性能测试

6.3.1 木刨花-废旧胶粉复合材料主要影响因子数值确定

6.3.2 木刨花-废旧胶粉复合材料性能影响因子统计分析

6.3.3 影响因子对木刨花-废旧胶粉复合材料性能影响分析

6.3.4 木刨花-废旧胶粉复合材料热压工艺优化

6.4 木质-橡胶复合材料的混炼硫化成型技术

6.4.1 实验材料

6.4.2 实验设备及主要仪器

6.4.3 实验方法

6.4.4 试样制备

6.5 木材纤维-橡胶复合材料性能测试

6.6 木质-橡胶复合材料挥发性有机化合物的研究

第7章 生物质-金属复合材料

重点：生物质-金属复合材料的基本方法、原料预处理和几种典型生物质-金属复合材料的成型和制备工艺

难点：几种典型生物质-金属复合材料的成型和制备工艺

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

7.1 生物质-金属复合材料概述

7.1.1 原料资源

7.1.2 基本方法

7.2 原料的预处理技术

7.2.1 木材纤维的制备

7.2.2 纤维施胶

7.2.3 纤维干燥

7.2.4 金属材料的表面处理

7.3 生物质纤维-金属复合材料

7.3.1 木材-金属复合材料的成型

7.3.2 预压和热压

7.3.3 后期加工

7.3.4 木材纤维-金属网复合材料工艺及材料性能

7.4 化学镀法制造生物质-金属复合材料

7.4.1 木材表面化学镀铜

7.4.2 木材表面化学镀镍

7.4.3 化学镀法制造木材-金属复合材料

7.4.4 木材表面化学镀 Ni-Cu-P 三元合金

7.5 生物质-金属复合材料的性能检测

7.5.1 镀层结合强度

7.5.2 导电性能

7.5.3 电磁屏蔽性能

7.6 生物质-金属复合材料的应用

7.6.1 抗静电领域

7.6.2 电磁屏蔽领域

第8章 生物质-无机质复合材料

重点：生物质-无机质复合材料的化学助剂、生物质-无机质复合材料的成型和制备工艺
难点：生物质-水泥复合材料、生物质-石膏复合材料、生物质-氯氧镁水泥复合材料的成型和制备工艺
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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。
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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际应用问题。

8.1 无机质原料

8.1.1 水泥

8.1.2 石膏

8.1.3 氯氧镁水泥

8.2 生物质-无机质复合材料的化学助剂

8.2.1 水泥混凝土外加剂简介

8.2.2 生物质-无机质复合材料常用的化学助剂

8.2.3 生物质-无机质复合材料中常用的高聚物助剂

8.2.4 生物质与水泥相容性实验方法与评定指标

8.3 生物质-水泥复合材料

8.3.1 生物质原料的预处理

8.3.2 影响生物质-水泥复合材料性能的因素

8.3.3 生物质纤维-水泥复合材料生产工艺

8.3.4 生物质-水泥复合材料一般工艺设备简介

8.3.5 生物质-水泥复合材料的性能测试

8.4 生物质-石膏复合材料

8.4.1 缓凝剂

8.4.2 生物质-石膏复合材料成型工艺

8.4.3 生物质-石膏复合材料的制备

8.5 生物质-氯氧镁水泥复合材料

8.5.1 生物质-氯氧镁水泥复合材料概述

8.5.2 生物质-氯氧镁水泥复合材料的生产工艺

8.5.3 生物质-氯氧镁水泥复合材料制品性能的影响因素

8.6 生物质-无机质复合材料的应用

8.6.1 生物质-无机质复合材料国内外应用进展

8.6.2 生物质-无机质复合材料一般施工方法

8.6.3 几种常见生物质-无机质复合材料的应用

第9章 纳米技术在生物质-无机质复合材料中的应用

重点：木材-无机质复合材料的基本内涵和研究概况、纳米技术在木材-无机质复合材料中的应用

难点：溶胶-凝胶法制备木材-无机质复合材料的工艺学原理

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

9.1 木材-无机质复合材料的基本内涵

9.1.1 木材-无机质复合材料

9.1.2 木材-无机纳米复合材料

9.1.3 木材生物矿化

9.2 木材-无机质复合材料的研究概况

9.2.1 双重扩散法制备木材-无机质复合材料

9.2.2 溶胶-凝胶法制备木材-无机质复合材料

9.2.3 溶胶-凝胶法制备木材-无机质复合材料存在的问题

9.3 无机纳米材料在木材科学中的应用

9.3.1 纳米科技与木质复合材料

9.3.2 无机纳米材料与木材的复合

9.3.3 无机纳米材料的应用前景

9.4 溶胶-凝胶法制备木材-无机质复合材料的工艺学原理

9.4.1 溶胶-凝胶合成的工艺学原理

9.4.2 溶胶-凝胶合成的化学原理

9.4.3 气凝胶的概念及特性

9.4.4 木材-SiO₂气凝胶纳米复合材料制备工艺

9.4.5 SiO₂气凝胶干燥原理与超临界流体特性

9.4.6 超临界流体干燥制备 SiO₂气凝胶的工艺设备

9.5 木材-SiO₂气凝胶纳米复合材料制备典型实例

9.6 木材-SiO₂气溶胶纳米复合材料的性能

第10章 生物质表面多尺度结构的形成及其仿生功能

重点：自然界的仿生现象、木材表面多尺度 TiO₂结构的形成及其仿生功能、竹材表面多尺度结构的形成及其仿生功能

难点：木材表面多尺度 TiO₂结构的形成及其仿生功能、竹材表面多尺度结构的形成及其仿生功能

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。

科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

10.1 引言

10.2 自然界的仿生现象

10.2.1 荷叶的滴水不沾特性

10.2.2 棉花的轻柔飘逸特性

10.2.3 海鞘的环境响应特性

10.2.4 扇贝的层级结构

10.2.5 候鸟海龟的“千里迁徙”和“万里洄游”特性

10.2.6 树根的自我修复特性

10.3 木材表面多尺度 TiO_2 结构的形成及其仿生功能

10.3.1 仿生荷叶“滴水不沾”超疏水 TiO_2 结构薄膜的制备方法

10.3.2 木材表面多尺度无机 TiO_2 纳米结构的形成及其仿生功能

10.4 竹材表面多尺度结构的形成及其仿生功能

10.4.1 实验方法

10.4.2 竹材表面多尺度 ZnO 结构形成工艺

10.4.3 竹材表面多尺度 ZnO 结构的仿生功能

10.5 结论与展望

第 11 章 生物质复合材料的耐久性

重点：生物质复合材料的耐候性、水分/低温/生物降解对生物质复合材料性能的影响

难点：水分/低温/生物降解对生物质复合材料性能的影响

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。农林废弃物资源化、能源化可持续利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

11.1 生物质复合材料的耐候性

11.1.1 紫外线辐射对生物质-聚合物复合材料制品颜色的影响

11.1.2 生物质-聚合物复合材料光降解的机理

11.1.3 紫外线辐射对生物质-聚合物复合材料力学性能的影响

11.2 水分对生物质复合材料性能的影响

11.2.1 生物质-聚合物的吸水特性及其对力学性能的影响

11.2.2 水分对生物质-水泥复合材料性能的影响

11.3 低温对生物质复合材料性能的影响

11.3.1 生物质-聚合物复合材料的冻融稳定性

11.3.2 水泥刨花板的抗冻性

11.4 生物降解对生物质复合材料性能的影响
11.4.1 生物质-聚合物复合材料腐朽的可能性
11.4.2 生物质-聚合物复合材料生物降解的防治
11.4.3 生物质-无机质复合材料腐朽的可能性
11.5 生物质-无机质复合材料耐久性的长期考证实例
11.6 DMA 技术在生物质复合材料耐久性研究中的应用
11.6.1 DMA 的基本原理
11.6.2 DMA 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	生物质复合材料与生物质资源概述	2						2	1	作业采用团队小组根据选题进行PPT演讲汇报或针对选题提交总结论文形式完成。
2	生物质的结构及理化性质	3						3		
3	生物质-聚合物复合材料的热压成型技术	3						3		
4	生物质-聚合物复合材料的挤出与注射成型技术	4						4		
5	功能化木塑复合材料	3						3		
6	木质-橡胶复合材料	3						3		
7	生物质-金属复合材料	3						3		
8	生物质-无机质复合材料	3						3		
9	纳米技术在生物质-无机质复合材料中的应用	2				2		4		
10	生物质表面多尺度结构的形成及其仿生功能	2						2		
11	生物质复合材料的耐久性	2						2		
合计		30				2		32	1	

七、课程教材及主要参考资料

(1) 教材

李坚. 生物质复合材料学 (第二版). 北京: 科学出版社. 2017 年 11 月.

(2) 教学参考书

[1] 高振华, 邸明伟. 生物质材料及应用. 北京: 化学工业出版社. 2008 年 5 月.

[2] 任学勇, 张扬, 贺亮. 生物质材料与能源加工技术. 北京: 中国水利水电出版社. 2016 年 12 月.

八、其他说明

PPT 演讲汇报或总结论文选题内容:

纳米技术在生物质-无机质复合材料中的应用和研究进展

《碳基储能材料》课程教学大纲

(Carbon Based Materials for Energy Storage)

执笔者: 陈永

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
开课单位	材料科学与氢能学院		
课程类型	专业类课程		
课程性质	选修课	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	电化学基础		
后续课程			

二、课程简述

本课程目标是培养学生比较全面系统地掌握炭材料的结构与电化学性能的关系; 了解炭材料在储能领域应用的现状及其所发挥的重要作用。为研究开发新型炭材料和新技术奠定良好的理论基础。

本课程主要围绕炭材料在储能领域中的应用展开，包括锂离子电池、超级电容器和燃料电池等储能领域。其中，在锂离子电池的负极材料主要是石墨、硬炭和硅炭材料；超级电容器（包括金属杂化电容器）的电极材料是多孔炭材料；燃料电池载体炭材料。此外，还包括新型低维炭材料，石墨烯、纳米碳管和富勒烯等。介绍这些炭材料的制备工艺和技术，物理化学性质、表征方法，以及在锂离子电池、超级电容器、燃料电池、锂-硫和锂-空气电池等新能源领域的应用技术与科学原理。

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、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点1-1. 能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
毕业要求2.问题分析：能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理，掌握文献检索方法，研究分析复杂的新能源材料与器件问题，采取有效的实验技术，通过识别、表达、以获得有效的结论。	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，采取有效的实验技术，以获得有效的结论。	L
毕业要求3：设计/开发解决方案：能够针对新材料领域在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，满足社会、健康、安全、法律、文化以及环境等方面的要求。	指标点3-1. 能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题提出解决方案。	M
毕业要求6. 环境和可持续发展：了解新能源材料与器件的理论前沿、应用前景和最新发展动态；了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策、法规，能正确认识工程对于环境、社会可持续发展的影响。	指标点6-1. 了解与新能源材料与器件相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规	M
	指标点6-3. 能正确认识新能源领域新产品、新技术、新工艺、新材料的开发和应用对于客观世界和社会的影响。	H

（二）毕业要求指标点在本课程中的实现路径

知识要求：通过本课程的学习，使学生们学习和掌握炭材料种类、结构、制备方法，在储能领域中的应用及其能量存储机理，学习和掌握在电池超级电容器中，在炭材料中电荷存

储的形式和电化学反应；学习和掌握在燃料电池中，作为载体的炭材料结构对催化剂结构和性能的影响，及能量转换过程，学习和掌握新关键炭材料及其器件组成、制作方法。

能力和素质要求：通过该课程的学习，使学生能够利用炭材料的结构和储能基本原理分析一般锂离子电池、超级电容器和燃料电池电极材料在电化学反应过程中所涉及的材料结构问题，界面问题，设计实验、分析与解释数据，以获得有效结论，并能够将专业知识用于解决一般有关储能材料及器件的工程问题，具备一定的设计解决方案以解决一般工程问题的能力。通过该过程的学习，建立炭材料设计—开发—材料—器件制作一体的观念，通过课程中的分析讨论辩论培养分析沟通交流素质，形成炭材料制备及器件开发应用思维模式，提升理解工程管理与经济决策的基本素质。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

通过本课程的学习，达到以下目标：

- （1）总体了解碳基储能材料与器件核心课程和前沿知识的了解程度；
- （2）掌握炭材料基本组成、组织结构与性能等关系规律，了解特定炭材料物化性质，制备和应用的能力；
- （3）培养炭材料在新能源储能材料与器件行业的创新意识和可持续发展观念

（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，讨论积极性及课后作业等）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：炭材料结构与性能关系；

难点：各种不同储能体系中炭材料的结构特点及关键技术等

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 碳的同素异形体

第二节 储能用碳基材料介绍

第三节 储能用碳基材料的特点

第二章 碳基材料在锂离子电池中的应用

重点：锂离子电池工作原理；

难点：锂离子电池石墨及硬炭结构特点及工作原理

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，以课堂讲授为主，辅以课堂讨论。

第一节 锂离子电池简介

第二节 锂离子电池中的碳负极材料

一、石墨材料

二、中间相炭微球

三、硬炭材料

四、硅炭材料

第三章 超级电容器

重点：超级电容器关键材料的结构和性能。

难点：两种不同类型超级电容器的优缺点和工作场景。

教学方法与手段：本章课堂讲授完成，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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第一节 碳/碳对称性超级电容器

一、双电层电容

二、超级电容器的原理

三、超级电容器用炭材料

第二节 碳/氧化物非对称超级电容器

一、法拉第准电容

二、金属氧化物材料

三、二氧化锰在超级电容器中的应用

四、基于自支撑电极材料的非对称电容器设计与研究

第三节 锂离子超级电容器

一、锂离子超级电容器分类

二、锂离子超级电容器用炭材料

三、石墨质多孔炭的制备与表征

四、石墨质多孔炭在锂离子超级电容器中的应用

第四章 炭材料在燃料电池中的应用

重点：催化剂材料的性能要求，炭材料的制备

难点：影响燃料电池催化剂载体性能的关键因素

教学方法与手段：本章课堂讲授完成；对主要知识点采用启发式、讨论式的教学方法讲授。

第一节 炭材料在燃料电池催化剂载体中的应用

一、多孔炭载体

二、碳纳米管载体

三、纳米碳纤维载体

四、石墨烯载体

第二节 碳基无金属/非贵金属燃料电池催化剂

- 一、碳基无金属催化剂
- 二、碳基非贵金属纳米催化剂

第三节 碳质扩散层

第四节 炭材料双极板

- 一、燃料电池双极板
- 二、柔性石墨双极板

第五章 炭材料在锂-硫电池中的应用

重点：锂-硫电池关键材料的结构和性能。

难点：锂-硫电池的工作原理和电化学反应。

教学方法与手段：本章课堂讲授为主；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，引导学生采用正确的思维进行分析。

第一节 锂-硫电池的基本特点

第二节 锂-硫电池的工作原理

第三节 锂-硫电池存在的主要问题

第四节 锂-硫电池碳/硫复合正极材料的研究进展

第五节 高性能锂-硫电池用碳/硫复合电极的设计

第六章 炭材料在锂-空气电池中的应用

重点：锂-空气电池关键材料的结构和性能。

难点：锂-空气电池的工作原理和电化学反应。

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 锂-空气电池

第二节 锂-空气电池的分

第三节 碳基空气电极

第四节 碳基空气电极结构与性能的关联

第五节 碳基空气电极发展前景

第七章 石墨烯和纳米碳管在储能中的应用

重点：石墨烯和纳米碳管的制备和结构特点。

难点：掌握石墨烯和纳米碳管的制备和结构特点。

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 石墨烯

- 一、石墨烯的发现历史
- 二、石墨烯的结构特点
- 三、石墨烯的制备工艺

四、石墨烯在电极中的应用

第二节 纳米碳管

一、纳米碳管的结构特点

二、纳米碳管的制备工艺

三、纳米碳管在电极中的应用

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		
一	绪论	2						2	1	
二	碳基材料在锂离子电池中的应用	6				2		8		作业采用PPT总结形式完成。
三	超级电容器	5				1		6	1	作业采用PPT总结形式完成。
四	炭材料在燃料电池中的应用	3				1		4		作业采用PPT总结形式完成。
五	炭材料在锂-硫电池中的应用	4						4		
六	炭材料在锂-空气电池中的应用	4						4		
七	石墨烯和纳米碳管在储能中的应用	4						4		
合计								32		

七、课程教材及主要参考资料

1. 课程教材

[1] 康飞宇, 储能用碳基纳米材料, 科学出版社, 2020年

[2] 吴明铂、邱介山、何孝军, 新型炭材料的制备及应用, 石化出版社, 2017年。

主要参考资料

2. 参考资料

[1] 郑经堂、黄振兴, 多孔炭材料, 化学工业出版社, 2015年。

[2] 李永锋, 石墨烯基纳米复合材料制备与应用, 化学工业出版社, 2021年

八、其他说明

学生需按时提交课堂布置的课后作业或进展报告, 才能获得平时成绩。

《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》是新能源材料与器件专业的一门选修课。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 1. 工程知识: 能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合, 用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-1: 能够将新能源材料与器件的基本概念运用到工程问题的恰当表述中。	H
	指标点 1-3: 具有新能源材料与器件专业基础知识及其应用能力, 并了解新能源行业的前沿发展现状和趋势。	H
	指标点 1-4: 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。	L
毕业要求 2. 问题分析: 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理, 并通过文献研究分析新能源材料与器件的复杂工程问题, 采取有效的实验技术, 以获得有效的结论。	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, 采取有效的实验技术, 以获得有效的结论。	M
毕业要求 3. 设计/开发解决方案: 能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案, 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创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2: 能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	L
毕业要求 4. 研究: 能够基于化学合成与制备技术及现代分析测试表征技术的科学原理并采用科学方法对能源材料和功能性材料行业等领域的复杂工程问题进行研究, 能够设计实验, 创造实验条件, 归纳、整理、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 12-2. 具有不断学习和适应发展的能力。	指标点 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

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。

《生物质能源转化与利用》课程教学大纲

(Biomass Energy Conversion and Utilization)

执笔者:常萌蕾、张玉媛

审核人:常萌蕾

编写日期:2022年5月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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	普通化学、有机化学、物理化学、机械设计基础、文献检索等		
后续课程	科研训练、毕业设计		

二、课程简述(300 字左右。)

本课程是新能源材料与器件专业课任选课之一,它是在学生完成普通化学、有机化学、物理化学等课程学习的基础上,应用化学工程的观点和方法来研究生物质能源的利用与开发、生物固体废弃物的资源化技术。本课程在介绍国内外生物质能源开发利用研究的基础上,结合当今世界生物质能领域的研究发展现状,概述了生物质、生物质能源及生物质能转化利用技术。主要内容包括生物质燃烧技术、生物质气化技术、生物质热解技术、生物质直接液化

技术、生物燃料乙醇技术、生物柴油制备技术、生物制氢技术、沼气技术、固体废物能源利用技术。本课程目的在于使学生了解能源形势和生物质能在能源供应中的地位，初步掌握生物质能资源的生产与再生产、生物质能转化的原理和技术、环境影响和经济评价知识，树立资源可持续利用的观念，为从事生物质资源利用方面的科学研究和技术开发打下基础。

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	课程名称与指标点的对应关系矩阵	专业任选课程
毕业要求 1.能够将数学、物理、工艺设计、工程科学、计算机科学和新能源材料与器件专业知识结合，用于解决新能源材料与器件复杂的问题。	指标点 1-4.能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决复杂新能源材料与器件工程问题。	M
毕业要求 3.设计/开发解决方案：能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案，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创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-1.能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题提出解决方案。	H
毕业要求 6.工程与社会：能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	M
毕业要求 7.环境和可持续发展：能够理解和评价针对新能源材料与器件等领域的复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	指标点 7-2. 能够正确认识新能源材料与器件工程实践对于环境和社会可持续发展的影响。	L
课程达成度要求		4

(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，使学生了解课程的结构框架和编排体系，了解能源的现状；掌握生物质能的分类及特点，掌握生物质能开发利用的问题；了解各类生物质废弃物的资源分布，掌握其资源量及其所含能量，掌握各种废弃物的分类及利用现状；了解生物质燃烧过程及特性，掌握影响燃烧的主要因素和技术特点，了解生物质直燃发电系统及其发展现状；了解生物质气化、生物质热解、直接液化的基本原理、工艺过程，掌握生物质热解油的原理及转化工艺；了解燃料乙醇的生产原理及乙醇发酵的生化过程，掌握淀粉类、纤维原料的乙醇生产技术及工艺；了解生物柴油的生产原理，掌握生物柴油的各种生产技术及工艺；了解沼气的理化性质，掌握沼气发酵的原理、工艺及装置，了解我国现有沼气的发展方向；了解生物质制氢的原料及工艺技术，熟悉产氢机理；了解固体废物资源的来源及分类，掌握处

理固体废弃物的方法。

课程 PPT 演讲汇报以我国能源体系为背景，结合我国生物质资源分布的特点和利用问题，针对特定区域的用能需求，提出因地制宜的生物质能利用方案和相应的政策支持，使学生不仅活学活用所学过的基本知识，而且养成全面系统地分析问题和解决问题的综合能力，以及创新思维能力。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

目标一：考核学生对生物质能源特点和分类的了解程度，对不同类型生物质能源，选择合适的能源转化基本原理和各种生物质能利用技术的掌握程度。

目标二：考核学生对生物质能源转化原理和利用途径的认识，培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

（二）考核方式

平时以团队小组形式根据选题开展课堂 PPT 演讲汇报，并进行讨论，每位学生针对选题内容撰写小论文，以培养学生的分析判断能力、知识综合利用能力、创新能力及团队合作能力。

期末采用开卷笔试考试方式，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

期末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，课堂讨论情）占总评成绩 20%，PPT 演讲汇报及论文占总评成绩的 30%。

五、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

第 1 章 概述

重点：生物质的基本概念，生物质分类及资源量，生物质的化学组成与特点，生物质能源的分类

难点：各种生物质能源简介、生物质化学转化和生物质生物转化

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。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 1.1 节 生物质

一、生物质的概述

二、生物质的资源量

三、生物质的的重要性

第 1.2 节 生物质能

- 一、生物质能的概述
- 二、生物质能的来源
- 三、生物质能源的地位
- 四、生物质能开发利用现状

第 1.3 节 生物质能转化利用技术

- 一、生物质物理转化
- 二、生物质化学转化
- 三、生物质生物转化

第 1.4 节 生物质能发展前景与国家政策生物质燃烧技术

第 2 章 生物质燃烧技术

重点： 各种生物质燃烧技术的优缺点

难点： 生物质燃烧发电

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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 2.1 节 生物质燃烧技术的特点

第 2.2 节 国内外生物质燃烧技术的研究

第 2.3 节 生物质燃烧技术

- 一、生物质直接燃烧
- 二、生物质和煤的混合燃烧
- 三、生物质的气化燃烧
- 四、城市垃圾的燃烧技术

第 2.4 节 生物质燃烧直接热发电技术

第 3 章 生物质气化技术

重点： 生物质气化技术的分类和影响因素

难点： 生物质气化过程或气化原理、比较生物质燃烧和气化的区别

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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 3.1 节 生物质气化技术的特点

第 3.2 节 生物质气化工艺

- 一、生物质气化过程
- 二、生物质气化分类

- 三、生物质气化工艺流程
- 四、生物质气化设备
- 五、生物质气化影响因素
- 六、生物质燃气的特性
- 七、生物质燃气的净化
- 第 3.3 节 生物质气化制备化学品技术
- 一、生物质气化合成甲醇和二甲醚
- 二、生物质气化制氢
- 第 3.4 节 生物质气化集中供气技术
- 第 3.5 节 生物质气化发电技术
- 第 4 章 生物质热解技术

重点：生物质热解的特点和影响因素
难点：比较生物质燃烧、气化和热解的不同之处，深刻理解三种转化方式的原理
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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。
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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

- 第 4.1 节 生物质热解的特点
- 第 4.2 节 生物质热解工艺类型及研究现状
- 一、生物质热解液化工艺流程
- 二、生物质热解液化技术研究及开发现状
- 第 4.3 节 生物质热解反应器
- 一、生物质热解反应器分类
- 二、典型的快速热解反应器
- 第 4.4 节 影响生物质热解的因素
- 第 4.5 节 生物质热解产物特性及应用技术
- 一、生物油组成及特性
- 二、生物油的应用
- 三、不可凝结气体及木炭的应用
- 第 5 章 生物质直接液化技术

重点：生物质直接液化的特点和种类
难点：生物质直接液化的原理
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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。
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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

- 第 5.1 节 生物质直接液化的特点
- 第 5.2 节 生物质高压直接液化
- 第 5.3 节 生物质低压（常压）直接液化
- 第 5.4 节 生物质直接液化产物分离及应用
- 第 5.5 节 生物质与其它反应物共液化技术
- 第 5.6 节 超临界流体在生物质液化中的应用
- 第 6 章 生物燃料乙醇技术

重点：燃料乙醇的概念，燃料乙醇的生产方法，乙醇发酵的生化过程，乙醇发酵的工艺类型

难点：淀粉类、纤维素原料的乙醇生产技术及工艺

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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

- 第 6.1 节 生物燃料乙醇及其特点
 - 一、燃料乙醇
 - 二、燃料乙醇的特点
- 第 6.2 节 淀粉质原料制备生物燃料乙醇技术
- 第 6.3 节 纤维质原料制备生物燃料乙醇技术
- 第 6.4 节 生物燃料乙醇的应用技术
- 第 7 章 生物柴油制备技术

重点：生物柴油的概念及特点、生物柴油的各种制备技术

难点：生物柴油生产所涉及的水解反应、酯化反应、酯交换反应

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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

- 第 7.1 节 生物柴油概述
- 第 7.2 节 国外生物柴油发展概况
- 第 7.3 节 国内生物柴油发展概况
- 第 7.4 节 生物柴油的特点及开发意义
- 第 7.5 节 生物柴油的制备技术
- 第 7.6 节 化学法转酯化制备生物柴油技术
- 第 7.7 节 生物酶法转酯化制备生物柴油技术
- 第 7.8 节 超临界流体转酯化制备生物柴油技术
- 第 7.9 节 制备生物柴油的油脂原料

一、国外制备生物柴油的油脂原料情况

二、国内生物柴油生产原料情况

第8章 生物制氢技术

重点：氢能和制氢技术的种类，产氢微生物和产氢机制

难点：产氢微生物和产氢机制

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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第8.1节 概述

第8.2节 氢能简介

第8.3节 制氢技术

一、裂解水制氢

二、有机质气化制氢

三、生物制氢

第8.4节 生物制氢微生物

一、产氢微生物

二、生物制氢机制

三、生物制氢相关酶

第8.5节 国内外氢能研究概况

第8.6节 生物制氢技术研究进展

第9章 沼气技术

重点：沼气的成分、性质及影响沼气发酵的主要因素

难点：沼气发酵原理和生产工艺及综合利用

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。生物质资源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第9.1节 沼气的成分和性质

一、沼气的定义

二、沼气的成分

三、沼气的性质

四、沼气的用途

第9.2节 影响沼气发酵的主要因素

一、温度

二、酸碱度

三、沼气池密闭状况

第 9.3 节 沼气生产工艺及综合利用

第 10 章 固体废物能源利用技术

重点：固体废弃物的特点、各种典型固体废弃物的处理

难点：固体废物处理技术

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。生物质能源化利用，助力“双碳”目标实现。科学精神，人文素养，使命担当。

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，注重学生能力的培养，强化学生理论与实际相结合，重在解决实际问题。

第 10.1 节 固体废物分类收集

第 10.2 节 固体废物的分选回收

一、固体废物的压实和破碎

二、固体废物的分选

三、固体废物的回收系统

第 10.3 节 固体废物处理技术

一、固体废物能源回收

二、固化处理

三、固体废物的最终处置

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	1	作业采用团队小组根据选题进行 PPT 演讲汇报，同时每位组员针对选题提交小论文形式完成。
2	生物质燃烧技术	4						4		
3	生物质气化技术	4						4		
4	生物质热解技术	4						4		
5	生物质直接液化技术	2						2		
6	生物燃料乙醇技术	4						4		
7	生物柴油制备技术	3						3		
8	生物制氢技术	3						3		
9	沼气技术	2						2		
10	固体废物能源利用技术	2				2		4		
合计		30				2		32	1	

七、课程教材及主要参考资料

(1) 教材

张建安, 刘德华. 生物质能源利用技术. 北京: 化学工业出版社. 2009 年 3 月.

(2) 教学参考书

[1] 袁振宏. 生物质能高效利用技术. 北京: 化学工业出版社. 2015 年 1 月.

[2] 崔宗均. 生物质能源与废弃物资源利用. 北京: 中国农业大学出版社. 2011 年 6 月.

八、其他说明

PPT 演讲汇报选题内容:

(1) 农业秸秆:

针对我国大量农业秸秆废弃物在田野焚烧的问题, 应用生物质能源转化的基本理论, 从系统应用, 管理体系和政策支持综合考虑, 提出解决方案。

(2) 城市生活垃圾:

针对城市生活垃圾焚烧处置产生二噁英污染环境的问题, 应用生物质热化学转化基本原理, 结合国内外发展趋势, 提出城市生活垃圾资源化清洁利用的综合解决方案。

(3) 生物燃料:

应用生物质能源转化与利用基本原理, 为促进生物燃料的应用, 针对我国生物质资源特征和社会发展现状, 提出开发利用生物燃料的路线图。

《碳达峰与碳中和》课程教学大纲

(Carbon peak and carbon neutralization)

执笔者: 李燕

审核人: 常萌蕾

编写日期: 2022 年 5 月

一、课程基本信息

适用专业	新能源材料与器件		
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 学分		
学时数	总学时 30 学时, 其中: 实验 (实训) 0 学时; 课外 0 学时		
先修课程	大学物理; 普通化学		
后续课程	无		

二、课程简述

本课程是一门理论和实践结合非常紧密的课程，集技术、分析与管理为一体的综合性课程，是扩大学生视野、构建低碳可持续发展认知体系框架的专业选修课。本课程的目标在于带领学生扩大视野，了解碳达峰碳中和的目标实现路径和我国低碳转型战略的基本内容，掌握碳达峰碳中和相关的政策和发展趋势，培养碳核算、碳资产管理等方面的分析计算能力与低碳意识。

本课程主要介绍碳达峰碳中和目标、国内外碳中和管理政策、碳排放现状和趋势、实现碳达峰碳中和目标的机遇与挑战等内容，并分别从交通、工业、农业、企业、公众角度讲解碳中和实践案例，从理论、路径和实践三个角度阐述碳达峰和碳中和的内涵和行动。

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	专业任选课程
毕业要求 2: 问题分析: 能够应用数学、物理、工艺设计、工程科学、信息技术、计算机等科学的基本原理, 掌握文献检索方法, 研究分析复杂的材料化学问题, 采取有效的实验技术, 通过识别、表达、以获得有效的结论。	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	M
毕业要求 3.设计/开发解决方案: 能够针对新能源材料与器件工程领域复杂工程问题的解决方案, 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创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-2.能够对解决方案的可行性进行初步分析与论证。	M
毕业要求 6.工程与社会: 能够基于新能源材料与器件工程背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任。	指标点 6-2. 能够评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任。	M
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。	指标点 12-1.具有自主学习和终身学习的意识。	M
支撑指标点个数		6

(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了解我国低碳转型战略布局, 通过介绍碳达峰碳中和目标、国内外碳中和管理政策、碳排放现状和趋势、实现碳达峰碳中和目标的机遇与挑战等内容, 培

培养学生构建低碳发展知识体系的能力，结合交通、工业、农业、企业、公众等领域碳中和实践案例，培养学生多元化分析问题、解决问题的能力，在此基础上，锻炼学生全局视野、团队合作以及沟通表达能力与素质，进而提升学生自主学习的能力。

四、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

目标一：了解碳达峰碳中和目标的内涵、政策措施和发展趋势；

目标二：掌握碳核算、碳资产管理等分析计算方法；

目标三：了解相关领域碳达峰碳中和目标实现的机遇、挑战和实施路径。

（二）考核方式

本课程考核采用闭卷考试形式。

（三）成绩评定

综评成绩包括期末考试成绩占 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 30%。

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 1 章 碳达峰与碳中和的认知

重点：碳达峰与碳中和基本概念，碳达峰与碳中和目标

难点：对碳达峰与碳中和的理解，实现碳达峰碳中和面临的挑战

课程思政：科学思维、科学伦理

教学方法与手段：课堂教学

第 1.1 节 气候变化与碳排放

一、气候变化的定义

二、造成气候变化的原因

三、气候变化带来的影响

四、气候变化的应对主张

第 1.2 节 碳达峰与碳中和基本概念

一、碳与二氧化碳

二、碳达峰与碳中和的概念

三、提出碳中和的原因

四、碳中和与碳达峰的关系

第 1.3 节 碳达峰与碳中和目标

一、中国碳达峰和碳中和的承诺

二、对碳达峰碳中和的理解

三、提出碳达峰碳中和目标的意义

四、实现碳中和的三个阶段

五、实现碳中和的原则

六、实现碳达峰碳中和面临的挑战

第2章 国内外碳中和管理政策

重点：国内外碳中和管理政策

难点：碳中和的法律政策、碳中和主要制度

课程思政：现象本质，创新意识

教学方法与手段：课堂教学

第2.1节 国外碳中和管理政策

一、国外碳中和的法律政策

二、国外碳中和主要制度

三、国外碳中和实施的路径

四、国外低碳发展的经验

第2.2节 国内碳中和管理政策

一、纳入生态文明建设体系

二、已出台的相关法规政策

三、公布“碳排放管理员”新职业

第2.3节 碳排放的现状和趋势

一、碳排放的主要领域

二、我国碳减排的成效

三、碳中和的战略规划

第3章 碳达峰、碳中和的路径

重点：能源替代，节能增效，增加生态碳汇，构建有效碳市场，碳捕集、利用与封存

难点：碳配额，碳定价，碳金融体系

课程思政：科学思维，创新意识

教学方法与手段：课堂教学

第3.1节 碳达峰、碳中和目标的路径选择

一、碳达峰与碳中和的路径选择

二、绿色能源体系建设

三、高效循环利用体系建设

四、负排放体系建设

第3.2节 能源替代

一、推进清洁能源发展

二、压控化石能源消费

三、建设能源互联网

第 3.3 节 节能增效

- 一、调整产业结构
- 二、推广节能技术
- 三、发展循环经济
- 四、提升能源利用效率
- 五、重点行业源头减排
- 六、加快能源系统脱碳

第 3.4 节 增加生态碳汇

- 一、开展植树造林
- 二、加强生态修复
- 三、构建生态城市
- 四、发展蓝色碳汇

第 3.5 节 构建有效碳市场

- 一、碳交易市场化
- 二、碳配额
- 三、碳定价
- 四、碳金融体系

第 3.6 节 碳捕集、利用与封存

- 一、碳捕集、利用与封存的概念
- 二、碳捕集、利用与封存的技术
- 三、碳捕集、利用与封存的应用
- 四、碳捕集、利用与封存的意义

第 4 章 碳中和实践

重点：交通运输业碳中和实践、电力行业碳中和实践、钢铁行业碳中和实践、房地产行业碳中和实践、农业农村碳中和实践、企业碳中和实践、公众碳中和实践

难点：各行业碳中和路径解析

课程思政：科学思维，实践检验，创新意识

教学方法与手段：课堂教学

第 4.1 节 交通运输业碳中和实践

- 一、交通运输业的认知
- 二、交通运输业碳排放现状
- 三、交通运输业碳中和路径
- 四、交通运输业碳中和案例

第 4.2 节 电力行业碳中和实践

- 一、电力行业的认知
- 二、电力行业碳排放现状
- 三、数字电网助力电力系统转型
- 四、电力行业碳中和实现的路径
- 五、电力行业碳中和案例
- 第 4.3 节 钢铁行业碳中和实践
- 一、钢铁行业的认知
- 二、钢铁行业碳排放现状
- 三、钢铁行业碳排放源探析
- 四、钢铁行业碳中和实现的路径
- 五、钢铁行业碳中和案例
- 第 4.4 节 房地产行业碳中和实践
- 一、房地产行业的认知
- 二、房地产行业碳排放现状
- 三、发展绿色建筑
- 四、实施建筑节能减碳
- 五、房地产行业碳中和实践案例
- 第 4.5 节 农业农村碳中和实践
- 一、农业碳排放的现状
- 二、农业碳中和实现的途径
- 三、农业实现碳中和的难点
- 四、发展绿色农业
- 五、发展生态农业
- 六、以“低碳”理念推进精准扶贫
- 七、农业碳中和实践案例
- 第 4.6 节 企业碳中和实践
- 一、环境权益在企业碳中和的作用
- 二、企业碳中和标准
- 三、企业绿色低碳转型的措施
- 四、企业碳中和实践案例
- 第 4.7 节 公众碳中和实践
- 一、用纸
- 二、出行
- 三、饮食

- 四、穿衣
- 五、省电
- 六、家居

第5章 绿色金融与绿色投资

重点：绿色金融制度及市场，绿色投资
难点：绿色金融市场交易机制，绿色投资技术
课程思政：科学思维，实践检验，对立统一
教学方法与手段：课堂教学

第5.1节 绿色金融制度及市场

- 一、绿色金融制度及分类
- 二、绿色金融市场交易机制
- 三、绿色金融法律制度及案例分析

第5.2节 绿色投资

- 一、绿色投资环境
- 二、绿色投资制度政策
- 三、绿色投资技术
- 四、绿色投资案例及评价

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	碳达峰与碳中和的认知	4						4		
2	国内外碳中和管理政策	6						6	1	
3	碳达峰、碳中和的路径	6				2		6	1	
4	碳中和实践	8				2		8	1	
5	绿色金融与绿色投资	6				2		6	1	
合计								30	4	

七、课程教材及主要参考资料

(一) 教材。

张燕龙等编著. 碳达峰与碳中和实施指南. ISBN:9787122396013. 北京: 化学工业出版社. 2021.

(二) 教学参考书

[1] 杨越等编著. 迈向碳达峰、碳中和. ISBN:9787208174214. 上海: 上海人民出版

社. 2021.

[2]中金公司研究部等著. 碳中和经济学. ISBN:9787521732788. 北京: 中信出版社. 2021.

[3]王大地等编著. ESG 理论与实践. ISBN:9787509679531. 北京: 经济管理出版社. 2021.

[4]陈诗一著. 绿色金融概论. ISBN:9787309146653. 上海: 复旦大学出版社. 2019.

八、其他说明

无。

《机械设计基础》课程教学大纲

(Basis of Mechanical Design)

执笔者：安军

审核人：常萌蕾

编写日期：2022. 8

一、课程基本信息

适用专业	材料科学与工程		
开课单位	机电工程与自动化学院		
课程类型	专业类课程（工程基础课）		
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 32 学时		
先修课程	机械制图		
后续课程			

二、课程简述

本课程是材料科学与工程专业的学科基础必修课，也是一种通识教育。课程主要研究机构设计、机械零部件设计中的共性问题，内容涵盖了材料力学、机械原理和机械设计的相关基本知识。通过本课程的学习，使学生初步掌握机械设计中的基本概念、基本理论和基本方法，为后续课程的学习和毕业后从事相关的技术工作打下基础。

三、考核方式及成绩评定

（一）考核目标

命题要按教学的基本要求，结合学生实际情况，即能考核学生掌握知识的程度，又能考核其能力发展水平；即能保证有效、可靠，又能有代表性和辨别力。注意要难度适宜，试题要测试出对该课程基本内容掌握程度。重点突出，覆盖面要广，题量适当，题型多样，答案要准确，评分要客观。

每次考试结束后，都要对考试进行分析，以掌握学生的实际学习情况及测试结果的有效性、实际性程度，是否达到了测试的目的，为今后更好的进行教学和命题积累经验。

（二）考核方式

根据期末考试和平时表现（包括出勤和作业）综合评定。期末考试采用闭卷考试方式。

（三）成绩评定

总评成绩=考试成绩×（50-70）%+ 平时成绩×（50-30）%。

平时成绩和期末考试成绩所占比例采用浮动方式,任课老师可根据实际的教学情况进行选取。平时成绩包括:考勤、作业、课程测试、课堂练习以及回答问题等多种方式。

四、课程内容、重点和难点及教学方法与手段

绪论

第一章 机械零件的常用材料和结构工艺性

（一）基本内容

- 1.机械零件的常用材料及其选用
- 2.机械零件的结构工艺性
- 3.机械设计中的标准化

（二）基本要求

了解常用的材料以及机械设计中的一些常识

第二章 机械零件工作能力计算的理论基础

重点: 强度、刚度及力学性能指标、几种基本变形的特点和基本的强度条件应用

难点: 变形特点内力计算和强度条件的应用

教学方法与手段: 讲授为主

（一）基本内容

- 1.机械零件的工作能力及其变形的基本形式
- 2.轴的拉伸和压缩
- 3.剪切和挤压
- 4.圆轴的扭转
- 5.弯曲
- 6.应力状态理论及强度理论概述
- 7.疲劳强度概述
- 8.接触强度概述

（二）基本要求

- 1.了解表征机械零件的工作能力的性能指标,常用的一些力学性能指标以及强度概念
- 2.了解杆件的基本变形形式及其基本的强度计算。

第三章 机构传动简图及平面机构自由度

重点: 运动副的概念、简单机构运动简图以及平面机构自由度计算

难点: 平面机构自由度计算

教学方法与手段: 讲授为主

（一）基本内容

- 1.机构的组成
- 2.机构平面运动简图
- 3.平面机构的自由度

（二）基本要求

- 1.理解平面运动副的特点以及常见的低副
- 2.初步理解一些简单的机构运动,基本会分析机构运动简图

3.初步理解平面机构的自由度的计算

第四章 平面连杆机构

重点：常见铰链四杆机构的基本形式以及特征

难点：铰链四杆机构的简单设计

教学方法与手段：讲授为主

(一) 基本内容：

- 1.概述
- 2.铰链四杆机构的基本形式及其演化
- 3.铰链四杆机构的几个特征
- 4.平面四杆机构的设计简介

(二) 基本要求：

- 1.了解铰链四杆机构的几种基本形式和特征
- 2.了解平面机构的基本设计方法

第五章 凸轮机构

重点：常见铰链四杆机构的基本形式以及特征

难点：铰链四杆机构的简单设计

教学方法与手段：讲授为主

(一) 基本内容：

- 1.凸轮机构的特点、应用和分类
- 2.推杆的常用运动规律
- 3.凸轮轮廓曲线的设计
- 4.凸轮机构的压力角和基圆半径

(二) 基本要求：

- 1.了解凸轮机构的特点及应用
- 2.了解凸轮轮廓曲线的反转法设计

第六章 齿轮传动

重点：渐开线齿轮的参数与传动特点，齿轮传动及渐开线齿轮的基本知识

难点：

教学方法与手段：讲授为主

(一) 基本内容：

- 1.齿轮传动的特点和类型
- 2.渐开线轮廓
- 3.渐开线标准齿轮各部分的名称和几何尺寸
- 4.渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动
- 5.渐开线齿轮的加工及变位齿轮的概念
- 6.齿轮的失效形式和齿轮材料
- 7.斜齿轮、锥齿轮介绍

(二) 基本要求：

基本掌握齿轮传动特点、应用场合以及传动比、渐开线齿轮传动的基本知识

第七章 轮系

(一) 基本内容：

- 1.轮系及分类
- 2.定轴轮系的传动比

3. 轮系的功用
4. 减速器和变速器

(二) 基本要求：

基本掌握定轴轮系传动比的计算。

第八章 带传动及链传动

(一) 基本内容：

1. 带传动的类型
2. 带传动的工作原理和工作能力分析
3. V 传动的标准及传动设计
4. 链传动

(二) 基本要求：

基本掌握带传动和链传动的特点以及适用场合。

第九章 间隙机构简介

(一) 基本内容：

常见的间隙机构——槽轮、棘轮机构的特点和应用

第十章 连接

(一) 基本内容：

1. 螺纹链接和传动
2. 键连接、销连接及型面连接
3. 铆接、焊接、胶接简介

(二) 基本要求：

了解常用的连接形式及适用范围；了解螺纹连接的常见类型、特点和应用。

第十一章 支承

重点：轴承的分类和选用原则

难点：滚动轴承的组合设计

教学方法与手段：讲授为主

(一) 基本内容：

1. 概述
2. 滑动轴承的结构和材料
3. 滚动轴承的结构、类型和代号
4. 滚动轴承的选择

(二) 基本要求：

掌握滚动轴承的分类和选用；基本掌握滚动轴承的组合设计。

第十二章 轴

(一) 基本内容：

1. 轴的分类和材料
2. 轴的结构设计
3. 轴的计算
4. 机械系统设计简介

(二) 基本要求：

基本了解轴的结构设计特点以及简单的设计

五、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	0.5						0.5	0	
二	机械零件的常用材料和结构工艺性	1.0						1.0	0	
三	机械零件工作能力计算的理论基础	4.5						4.5	3-5	
四	机构传动简图及平面机构自由度	3						3	1~3	
五	平面连杆机构	3						3	1~3	
六	凸轮机构	2						2	0~2	
七	齿轮传动	4						4	2-5	
八	轮系	2						2	1~3	
九	带传动及链传动	3						3	0-3	
十	间隙机构简介	1						1	0	
十一	连接	2						2	0-3	
十二	支承	2						2	0-3	
十四	轴	2						2	1-3	
	复习、机动							2		
	合计	30						32	9-36	

六、课程教材及主要参考资料

(一) 教材

李育锡等主编. 机械设计基础(第4版). ISBN 9787040495720. 北京: 高等教育出版社, 2020.

(二) 教学参考书

[1]陈立德. 机械设计基础. ISBN 9787040368345. 北京: 高等教育出版社, 2013, 4版.

[2]程光蕴. 机械设计基础学习指导. ISBN 9787040072785. 北京: 高等教育出版社, 2005, 3版.

[3]陈云飞, 卢玉明. 机械设计基础[M]. ISBN: 9787040236170. 北京: 高等教育出版社, 2008.5, 第7版.

[4]胥红, 同长红. 机械设计基础[M]. ISBN: 9787111246824. 北京: 机械工业出版社, 2008.9, 第1版.

[5]阮宝湘. 工业设计机械基础(第3版). ISBN 9787111541530. 北京: 机械工业出版社, 2017.

七、其他说明

根据设备和教学情况可适当安排 1-2 次现场教学。