

新能源与器件专业 2018 版 教学大纲

材料科学与工程学院

2019 年 3 月

目录

《半导体器件物理》课程教学大纲.....	1
《材料分析测试技术》课程教学大纲.....	6
《材料工程基础》课程教学大纲.....	11
《超级电容器材料与器件》课程教学大纲.....	14
《材料科学基础》课程教学大纲.....	18
《材料合成与制备技术》课程教学大纲.....	23
《储能材料与技术》课程教学大纲.....	26
《导电材料》课程教学大纲.....	30
《风力发电》课程教学大纲.....	33
《高分子科学导论》课程教学大纲.....	37
《固体物理》课程教学大纲.....	42
《核能与核技术》课程教学大纲.....	57
《化工原理》课程教学大纲.....	60
《化工原理课程设计》课程教学大纲.....	64
《锂电池材料与器件》课程教学大纲.....	68
《企业绿色管理》课程教学大纲.....	71
《气敏材料与器件》课程教学大纲.....	75
《燃料电池材料与器件》课程教学大纲.....	78
《热电材料与器件》课程教学大纲.....	81
《生物能源》课程教学大纲.....	84
《太阳能电池原理及技术》课程教学大纲.....	88
《碳材料科学与工程》课程教学大纲.....	92
《文献检索与科技写作（双语）》课程教学大纲.....	95
《先进陶瓷材料》课程教学大纲.....	98
《新能源材料》课程教学大纲.....	101
《新能源材料与器件课程设计》课程教学大纲.....	104
《新能源材料与器件前沿 1》课程教学大纲.....	108
《新能源材料与器件前沿 2》课程教学大纲.....	111

《应用电化学》课程教学大纲.....	114
《有机光电功能材料》课程教学大纲.....	118
《资源与可持续发展》课程教学大纲.....	122
《新能源材料与器件创新实验》课程教学大纲.....	126
《复合材料工艺学》课程教学大纲.....	129
《认识实习》课程教学大纲.....	133
《生产实习》课程教学大纲.....	137
《毕业实习》课程教学大纲.....	140
《毕业设计(论文)》课程教学大纲.....	143

《半导体器件物理》课程教学大纲

课程英文名称: Semiconductor Device Physics

课程编号: 061061240

总学时及其分配: 32 学时, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0, 线上学时: 0, 实践周数: 无。

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李涛

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

课程性质: **选修**

课程类别: **专业课程**

课程在专业人才培养中的地位和作用: 该课程是新能源材料与器件专业一门重要的专业基础课, 本课程的教学目的和要求是使学生掌握半导体器件的基本结构、物理原理和特性, 熟悉半导体器件的主要工艺技术及其对器件性能的影响, 了解现代半导体器件的发展过程和发展趋势, 对典型的新器件和新的工艺技术有所了解, 为进一步学习相关的专业课打下坚实的理论基础。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 使学生对与二极管、双极型晶体管和场效应晶体管相关的半导体物理有更好的更深入的理解, 同时提高学生分析半导体电学特性和工作原理的能力和方法。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 半导体特性（授课 8 学时）

第一节： 半导体的晶体结构，晶体的空间点阵结构、晶体的特征、布拉菲空间点阵学说、空间点阵的数学描述、几种典型的空间晶格结构、晶体取向晶体的结合等，授课 2 学时

第二节： 半导体中的电子状态和能带、原子的能级和晶体的能带、本征半导体的导电结构、空穴、回旋共振、硅和锗的能带结构，授课 2 学时。

第三节： 杂质和缺陷、浅能级杂质能级和杂质电离、浅能级杂质电离能的计算、杂质补偿作用、深能级杂质的特点和作用。授课 1 学时。

第四节： 热平衡载流子、热平衡、热平衡时非简并半导体载流子浓度的计算、本征半导体载流子浓度的计算、杂质半导体载流子浓度的计算、简并半导体载流子浓度的计算。授课 1 学时。

第五节： 非平衡载流子的产生与复合、非平衡载流子的寿命、准费米能级 。授课 1 学时。

第六节、 载流子的运动、漂移与扩散、扩散与扩散电流、半导体的电学性质。授课 1 学时。

第二章 PN 结（6 学时）

第一节： 平衡 PN 结，平衡 PN 结的制备工艺、PN 结的形成机理、接触电势、空间电荷区的电场宽度、平衡 PN 结的载流子分布。授课 2 学时。

第二节： PN 结的直流特性、载流子注入、反向抽提、准费米能级和载流子浓度、直流电流电压方程。授课 2 学时。

第三节： PN 结电容的种类、势垒电容、扩散电容、突变结势垒电容、突变结的势垒宽度。、突变结势垒电容，线性缓变节的势垒电容。授课 1 学时。

第四节： PN 结的击穿特性、雪崩击穿、影响雪崩击穿电压的因素、其他击穿类型。授课 1 学时。

第三章 半导体的表面特性（8 学时）

第一节： 半导体表面的基本定义、表面态的分类、Si-SiO₂ 系统中的表面态、SiO₂ 层中的固定表面电荷、SiO₂ 界面处的界面态、表面处理。授课 2 学时。

第二节： 表面空间电荷区与表面势： 结构与原理、半导体表面空间电荷区、载流子的积累、耗尽和反型、反型和强反型的条件。授课 2 学时。

第三节： MOS 结构的阈值电压定义、MOS 电容的阈值电压、MOSFET 与 MOS 电容的不同、MOSFET 的表面势、影响电压的因素。授课 2 学时。

第四节： MOS 结构的 C-V 特性、MOS 电容结构的能带图、理想 MOS 电容的 C-V 特性、实际 MOS 电容的 C-V 特性。授课 2 学时。

第四章 双极型晶体管及其特性（6 学时）

第一节：晶体管结构与符号、合金管、平面管、晶体管的电流传输、晶体管的直流电流放大系数、晶体管结构与工作原理。授课 2 学时。

第二节：共发射极晶体管特性曲线、晶体管的反向电流、晶体管的击穿电压、晶体管的穿通电压。授课 1 学时。

第三节：晶体管的频率特性和频率参数、共基极高频等效电路、高频时晶体管电流放大系数下降的原因、发射结扩散电容充放电效应对电流放大系数的影响、集电结势垒区渡越过程对电流放大系数的影响。授课 1 学时。

第四节：晶体管的功率特性、大电流工作时产生的三个效应、晶体的最大耗散功率和热阻、功率晶体管的安全工作区。授课 1 学时。

第五节：晶体管的开关特性、开关晶体管的工作状态、晶体管的图形结构、晶体管的版图和工艺流程。授课 1 学时。

第六章 其他常用半导体器件简介（4 学时）

第一节：达林顿晶体管的典型应用、分类检测及常用参数、达林顿管的四种接法。授课 2 学时。

第二节：功率 MOS 晶体管、电力场效应晶体管的结构和工作原理、电力场效应晶体管的基本特性、电力场效应晶体管的漏极伏安特性、开关速度、主要参数。授课 2 学时。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有《无机化学》、《大学物理》等，本课程是《光电功能材料》等其他课程的基础课。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] (美)施敏(S. M. Sze), (美)伍国珏(Kwok K. Ng). 《半导体器件物理》. 西安交通大学出版社, 2008.

[2] 刘树林. 《半导体器件物理》. 电子工业出版社, 2015.

[3] 孟庆巨. 《半导体器件物理》. 科学出版社, 2016.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂教学

重点和难点：

一、半导体器件简介

半导体的四种基础结构，主要的半导体器件，微电子学历史、现状和发展趋势。热平衡时的能带和载流子浓度；载流子输运现象。

二、热平衡时的能带和载流子浓度

主要半导体材料，掌握硅、锗、砷化镓晶体结构；基本晶体生长技术；半导体、绝缘体、金属的能带理论；本征载流子、施主、受主的概念。

三、载流子输运现象

半导体中两个散射机制；掌握迁移率与浓度、温度的关系；霍尔效应；电流密度方程式、爱因斯坦关系式；非平衡状态概念；了解直接复合、间接复合过程；连续性方程式。

四、p-n 结

氧化、图形曝光、扩散和离子注入和金属化等概念，热平衡态、空间电荷区的概念；突变结和线性缓变结的耗尽区的电场和电势分布、势垒电容计算；理想 p-n 结的电流-电压方程的推导过程；电荷储存与暂态响应、扩散电容的概念；p-n 结的三种击穿机制。

五、双极型晶体管及相关器件

晶体管的工作原理：四种工作模式、电流增益、发射效率、基区输运系数；双极型晶体管的静态特性：各区域的载流子分布；放大模式下的理想晶体管的电流-电压方程；掌握基区宽度调制效应；双极型晶体管的频率响应与开关特性：跨导、截止频率、特征频率、最高振荡频率；异质结双极型晶体管 HBT 的结构及电流增益；可控硅器件基本特性及相关器件。

后续自主学习建议：多读文献、多做功课。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式：闭卷考试形式考核，卷面成绩占 70%；平时成绩（签到，作业）占 30%，其中签到及平时课堂成绩占 10%，作业占 20%。

成绩评定方式：教师批改，根据平时表现给分。

《材料分析测试技术》课程教学大纲

课程英文名称: Material analysis and testing technology

课程编号: 060061010

总学时: 48, 其中授课学时: 36, 实验学时: 12

学分数: 3

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李海艳

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

本课程是材料科学与工程专业的理论必修课程,与材料科学基础、材料工程基础、材料物理性能、材料工艺学等课程构成专业基础课程平台。本课程的目的在于提供一个完整的材料分析方法的知识体系,以无机非金属材料常用的 x 射线衍射分析、电子显微分析和热分析等基本测试方法为主要内容,辅以红外光谱分析和核磁共振分析及用于表面分析的光电子能谱分析,主要讲授基本原理、基本分析方法,结合综合实验练习,在专业培养计划中,起到由基础理论课程向专业课程过渡的承上启下的作用。

二、课程教学的目标

使学生掌握常用的材料分析测试技术的基本理论,明确各种测试技术的应用领域,了解材料研究过程的一般性思维与方法,培养学生综合应用材料基本知识和分析方法进行分析研究的能力。同时使学生对材料近代测试技术的常用术语外文能够熟练掌握,对英语相关技术资料能够准确理解。为后续专业课程的学习、毕业论文以及毕业后从事材料科学研究和生产开发打下基础,提高学生的综合素质和创新能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第 1 章 X 射线衍射（6 学时）

知识要点: X 射线的本质; X 射线产生条件; X 射线谱, 连续谱、特征谱产生机理; X 射线与物质的相互作用, 相干散射, 非相干散射, X 射线的吸收, 吸收系数, 吸收限, X 射线衰减规律及其在实际中的应用, 多晶研究方法, 衍射仪法, 物相分析, 晶胞参数测定。

目标要求: 了解 X 射线的性质、X 射线的吸收、劳厄方程、X 射线衍射束的强度、转动晶体法、粉末衍射仪的构造及衍射几何以及衍射峰位的确定方法, 深入理解 X 射线的特点与衍射原理, 牢固掌握 X 射线在材料研究工作中的广泛应用, 熟练分析 X 射线衍射图。掌握 X 射线的特点, 衍射的条件, 测试内容和分析方法。

第 2 章 扫描电子显微镜（4 学时）

知识要点: 电子与物质的作用、扫描电镜的结构、工作原理、扫描电镜试样制备、扫描电镜的应用、电子探针显微分析。

目标要求: 掌握电子束与固体样品作用时产生的信号种类（二次电子、背散射电子、俄歇电子、特征 X 射线）、扫描电镜的结构、工作原理、扫描电镜衬度像（二次电子像、背散射像）、扫描电镜的制样方法。

第 3 章 透射电子显微镜（6 学时）

知识要点: 电子衍射及显微分析;透射电镜的工作原理, 透射电镜的结构, 电子衍射的基本公式及衍射花样的标定方法, 透射电镜样品的制备方法。

目标要求: 掌握透射电镜的工作原理, 透射电镜的结构, 掌握电子衍射的基本公式及衍射花样的标定方法。

第 4 章 热分析方法（4 学时）

知识要点: 热分析的定义、热分析方法的起源与历史; 差热分析、差示扫描量热分析和热重法的实验仪器、分析原理、试验方法及用途。

目标要求: 理解热分析的术语定义、差热曲线的特征、差热分析的影响因素、差热分析定量原理、热重分析的应用等内容; 掌握差热分析的基本原理、差热分析的应用、热重分析基本原理。

第 5 章 红外吸收光谱分析（2 学时）

知识内容：分子结构分析的基本原理；聚合物红外光谱的特征，傅里叶变换红外光谱的差减光谱、定量分析基本原理，傅里叶变换红外光谱在聚合物中的应用，聚合物的取向结构与红外二向色性，聚合物红外光谱表面分析技术。拉曼光谱与红外光谱的区别。

目标要求：了解振动光谱的基本原理，掌握振动光谱的谱图解析方法。

第6章 核磁共振波谱法（2学时）

知识内容：核磁共振的基本原理、核磁共振技术的基本参数、化学位移、屏蔽效应、诱导效应、各向异性效应、自旋耦合、原子核的自旋与磁矩、核磁共振弛豫过程、核磁共振的谱线宽度、图谱解析、核磁共振波谱仪简介。

目标要求：了解核磁共振的基本原理、核磁共振的定义、发生核磁共振的必要条件；掌握化学位移的定义、影响化学位移的各种因素、屏蔽效应、诱导效应、各向异性效应等；了解核与核之间的自旋-自旋偶合及自旋-自旋偶合干扰而产生的裂分。要求在学习核磁共振基本知识后，会辨认和计算裂分图象类型，能利用化学位移、偶合常数、积分面积来确定分子结构。

实验教学环节（8学时）：X射线衍射技术及物相分析、电子显微分析、综合热分析、红外光谱和拉曼光谱分析、核磁共振分析。从中选作3个实验，其中X射线衍射技术及物相分析必做。

具体实验安排表如下。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	X射线衍射物相鉴定	X射线衍射仪的认识和样品制备，X射线衍射物相鉴定	4	专业基础	验证	10	必做	已开		材料科学与工程
2	扫描电子显微镜的认识	扫描电镜的结构、工作原理、操作方法；样品制备；图像观察、记录和数据分析。	2	专业基础	演示	10	选做	已开	选做实验任选3个	材料科学与工程
3	透射电镜的认识	透射电镜的结构、工作原理、操作方法；样品制备。	2	专业基础	演示	6	选做	未开		材料科学与工程

4	综合热分析	综合热分析仪的结构、工作原理、操作方法；样品制备。DTA-TG曲线的分析。	2	专业基础	验证	10	选做	已开		材料科学与工程
5	傅里叶变换红外光谱分析	傅立叶变换红外光谱仪的结构、工作原理、操作方法；样品制备；谱图的分析方法。	2	专业基础	验证	10	选做	已开		材料科学与工程
6	核磁共振波谱分析	核磁共振波谱仪的结构、工作原理、操作方法；样品制备；谱图的分析方法。	2	专业基础	验证	10	选做	已开		材料科学与工程

注：“实验类别”为基础、技术（专业）基础、专业、科研、生产、毕业设计（论文）或其它；“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性；“每组人数”为基础或专业基础课实验一般1人或2人一组，专业课实验一般不超过5人，有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限，但最多不超过15人一组。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程为：大学物理、无机化学和化学分析、物理化学、有机化学、材料科学基础。

本课程将为后续的专业课程学习及毕业设计的顺利进行打下良好基础。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

管学茂主编，《现代材料分析测试技术》，中国矿业大学出版社，2013。

参考书：

李润卿主编，《有机结构波谱分析》，天津大学出版社，2002。

刘文西等，《材料结构电子显微分析》，天津大学出版社，1989。

左演声，陈文哲，梁伟主编《材料现代分析方法》北京工业大学出版社，2000。

周玉，武高挥主编《材料分析测试技术》哈尔滨工业大学出版社，1998。

范雄.《金属X射线学》机械工业出版社，1992。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

教学方法：采用多媒体辅助教学、课后自学、习题课、实验课等教学方式。

课堂教学

以基本理论——工作原理——应用及结果分析为主线，对课程中的重点、难点问题着重讲解。对重点、难点章节安排习题课，例题的选择以培养学生消化和巩固所学知识，用以解决实际问题为目的。

课后自学

为了培养学生综合分析、整理归纳的能力，要求学生课后进行自学，对讲授过的重点进行归纳整理，对了解部分的内容进行自学加深。

课外作业

课外作业题的选择基于对基本理论的理解和巩固，培养综合分析问题的能力。每章布置 2-3 题。

实验课

由于本课程既具有理论性又具有实践性，因此在教学过程中要注意理论联系实际，通过实验将各种分析方法的实际应用纳入教学过程，培养学生思考问题、分析问题和解决问题的能力。通过实验，要求学生做到：学会根据需要选择分析检测手段；能够预习实验，自行设计实验方案并撰写实验报告；能够独立分析实验结果。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

考试采取闭卷考试方式，内容以基本概念、基本理论为主。题型采用填空、选择、分析、计算、综合题等。考试成绩占 70%，平时成绩占 10%，实验成绩占 20%。

《材料工程基础》课程教学大纲

课程英文名称: Foundation of Materials Engineering

课程编号: 061061000

总学时及其分配: 总学时: 32, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0,

线上学时: 0, 实践周数: 无

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 夏启勋

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 必修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 《材料工程基础》是新能源材料与器件专业的一门重要的学科基础课。阐述了材料科学与工程的基础理论及其在材料加工工程中的应用, 介绍了材料的成分、加工工艺、组织结构和性能之间的关系。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 学生应达到下列要求:

1. 系统掌握材料工程的基本概念、基本知识和基本理论;
2. 掌握本课程的研究思路和方法; 掌握材料加工的一般步骤和方法。
3. 初步掌握材料的加工、制备、合成与改性的基本工艺原理、技术方法和质量控制等;
4. 了解新型材料的开发应用现状、发展趋势;

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论（5 学时）

第一节 材料的发展概要，非金属材料的发展，复合材料及新材料技术的发展，授课 1 学时

第二节 材料的应用现状，新材料的发展趋势，授课 1 学时

第三节 材料科学与工程简介，材料科学与工程学科的形成、内容、特点，授课 1 学时

第四节 材料的分类，金属材料，高分子材料，陶瓷材料，复合材料，授课 1 学时

第五节 材料加工工程简介，材料加工工艺，新一代材料加工技术，材料加工过程的计算机建模与仿真，材料加工对结构和性能的影响，授课 1 学时

第二章 原子结构与原子间结合键（3 学时）

第一节 原子结构，原子序数，原子质量，授课 1 学时

第二节 原子层结构，原子结合键，授课 2 学时

第三章 晶体结构（10 学时）

第一节 晶体特征，空间点阵，晶格，晶胞，晶系与布拉菲点阵，授课 2 学时

第二节 晶向与晶向指数，包括立方晶系的晶向指数和六方晶系的晶向指数，授课 2 学时

第三节 晶带和晶面间距，典型的金属晶体结构包括体心立方晶胞、面心立方晶胞、密排六方晶胞以及三种典型晶体结构的比较，授课 2 学时

第四节 多晶型性与同素异构转变，单晶与多晶，离子晶体结构与共价晶体结构，微晶、准晶、与液晶，授课 2 学时

第五节 晶体缺陷，点缺陷，线缺陷，面缺陷，非晶体合金，用 XRD 方法分析晶体结构，授课 2 学时

第四章 固体中的扩散（8 学时）

第一节 概述，扩散的机制，扩散的驱动力和固态扩散的分类，扩散定律，稳态扩散与扩散第一定律，非稳态扩散与扩散第二定律，授课 2 学时

第二节 影响扩散的因素，温度的影响，晶体结构的影响，基体金属的性质，固溶体类型对扩散的影响，固溶体浓度对扩散的影响，晶体缺陷的影响，授课 2

学时

第三节 反应扩散，反应扩散的过程及特点，反应扩散的实例，离子晶体和共价晶体中的扩散，纳米晶体材料的扩散，非晶体中的扩散，授课 2 学时

第四节 扩散与材料加工，扩散与晶粒长大，钢的气体渗碳表面硬化，硅晶片的掺杂扩散，扩散焊，扩散与烧结和粉末冶金，授课 2 学时

第五章 陶瓷的结构与性能（6 学时）

第一节 陶瓷材料概述，陶瓷的概念，陶瓷的分类，陶瓷的生产，授课 2 学时

第二节 陶瓷的组织与结构，陶瓷的组织，陶瓷的结构，授课 2 学时

第三节 陶瓷材料的性能，陶瓷的机械性能，陶瓷的物理和化学性能，陶瓷材料加工，陶瓷表面金属化与封接(焊接)，陶瓷表面涂层，陶瓷的加工，授课 2 学时

四、本课程与其他课程的联系

先修课程：《材料科学导论》、《材料科学基础》、《有机化学》和《大学物理》。

后修课程：《材料化学》、《材料分析测试技术》、《纳米材料学》、《复合材料工艺学》和《先进陶瓷材料》。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 《材料工程基础》王昆林编 清华大学出版社

[2] 《材料科学基础》潘金生主编 清华大学出版社

六、教学方法与学习建议

授课方式：讲授

重点和难点：重点是固体中的扩散，难点是晶体结构

后续自主学习建议：建议学习高分子材料的结构与性能、金属材料的结构与性能

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%。

《超级电容器材料与器件》课程教学大纲

课程英文名称: Materials and Devices of Supercapacitor

课程编号: 060061130

总学时及其分配: 总学时: 32, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0,

线上学时: 0, 实践周数: 无

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 夏启勋

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 必修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 《超级电容器材料与器件》是新能源材料与器件专业的一门重要的专业必修课。本课程在介绍超级电容器的基本概念和研究进展的基础上, 着重对超级电容器的电极材料及电解质的种类、特点、制备方法和发展应用等进行讲解。电极材料涉及碳基电极材料、金属氧化物、导电聚合物等; 电解质包括水系电解液、有机电解液、离子液体电解质、固态电解质等。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 学生应达到下列要求:

1. 掌握超级电容器的工作原理、结构组成及超级电容器电极材料的结构、组成及其制备工艺。
2. 掌握法拉第电容器、双电层、复合电容器等电容器器件的工作原理、结

构组成、电极材料及发展前景。

3. 系统掌握常用超级电容器电极材料的性质、用途及制备方法。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 超级电容器简介(4 学时)

第一节 电容器的历史发展，超级电容器的定义及特性，超级电容器的组成包括电极材料、电解液，授课 2 学时

第二节 电容器的分类，电容器应用主要包括：电子行业、电动汽车、混合动力汽车、军事、航空航天、及太阳能、风能发电装置辅助电源等领域，授课 2 学时

第二章 碳基电极材料(10 学时)

第一节 活性炭，主要掌握活性炭的结构，活性炭的性能特点，活性炭的制备，活性炭改性，活性炭在超级电容器中的应用，授课 2 学时

第二节 活性炭纤维，主要掌握活性炭纤维的结构，活性炭纤维的性能及特点，活性炭纤维的制备，活性炭纤维的功能化，活性炭纤维在超级电容器中的应用，授课 2 学时

第三节 碳气凝胶，主要掌握碳气凝胶的结构，碳气凝胶的性能，碳气凝胶的制备，碳气凝胶在超级电容器中的应用，授课 2 学时

第四节 碳纳米管，主要掌握碳纳米管的结构，碳纳米管的性能，碳纳米管的制备，碳纳米管在超级电容器中的应用，授课 2 学时

第五节 石墨烯，主要掌握石墨烯的结构，石墨烯的种类及定义，石墨烯的性质，石墨烯的制备，石墨烯在超级电容器中的应用，授课 2 学时

第三章 金属氧化物(6 学时)

第一节 贵金属氧化物，主要了解晶态氧化钌电极材料和无定形水合氧化钌电极材料，二氧化钌/碳复合电极材料，二氧化钌/导电聚合物复合电极材料，二氧化钌/其他氧化物复合电极材料，授课 2 学时

第二节 过渡金属氧化物/氢氧化物，掌握氧化镍，氧化钴和氢氧化钴，氧化锰，氧化铁等电极材料制备方法、特点及性能，授课 2 学时

第三节 金属氧化物复合材料，了解不同金属氧化物复合材料，碳/金属氧化物复合材料，授课 2 学时

第四章 导电聚合物(4 学时)

第一节 导电聚合物电极材料，掌握导电聚合物电极材料的储能机理，导电聚合物电极材料的种类，授课 2 学时

第二节 导电聚合物电极材料的合成方法，掌握化学合成法、电化学合成法、光化学法、复分解法、浓缩乳液法、等离子体聚合法、导电聚合物在超级电容器中的应用，授课 2 学时

第五章 水系电解液(4 学时)

第一节 酸性水系电解液，主要了解酸性水系电解液在电化学双电层电容器、赝电容电容器和混合型电容器中的应用，授课 1 学时

第二节 碱性水系电解液，碱性水系电解液在双电层电容器、赝电容电容器和混合型电容器中的应用，授课 1 学时

第三节 中性水系电解液，中性水系电解液在双电层电容器、赝电容电容器和混合型电容器中的应用，授课 1 学时

第四节 水系电解液的添加剂，水系电解液的添加剂氧化还原添加剂-液体电解质和氧化还原活性液体电解质方面的应用，授课 1 学时

第六章 有机电解液(2 学时)

第一节 有机电解液，主要了解双电层超级电容器有机电解液中电解质盐、有机溶剂、添加剂的特点，授课 1 学时

第二节 了解赝电容超级电容器有机电解液和混合型超级电容器有机电解液，授课 1 学时

第七章 固态电解质(2 学时)

第一节 无机固态电解质主要了解无机固态电解质，固态聚合物电解质（聚环氧乙烷(PEO)、

聚丙烯腈(PAN)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚偏氟乙烯(PVDF)、聚离子液体，授课 1 学时

第二节 凝胶电解质，复合固态聚合物电解质，添加无机材料型固态聚合物电解质（添加增塑剂型复合聚合物电解质和聚合型复合聚合物电解质），授课 1 学时

四、本课程与其他课程的联系

先修课程：《新能源材料》、《材料分析测试技术》、《材料合成与制备技术》和《物理化学》。

后修课程：《储能材料与技术》、《新能源材料与器件创新实验》和《新能源材料与器件课程设计》。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 魏颖 张光菊, 郎笑石等著,《超级电容器关键材料制备及应用》, 化学工业出版社,2018

[2] 约翰 M. 米勒 著, 韩晓娟 译,《超级电容器》, 机械出版社,2018

六、教学方法与学习建议

授课方式: 讲授

重点和难点: 重点是超级电容器电极材料合成及特点, 难点是超级电容器工作原理

后续自主学习建议: 建议学习微型超级电容器器件及柔性超级电容器器件

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式: 闭卷考试

成绩评定方式: 卷面成绩占 70%, 平时成绩 30%。

《材料科学基础》课程教学大纲

课程英文名称: Fundamentals of Materials Science

课程编号: 060061000

总学时: 48, 其中授课学时: 40 学时, 实验 8 学时

学分数: 3

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 张文艳

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

本课程是材料科学与工程专业的的主要专业技术基础课, 它所包含的内容组成了一个以固体的结构、化学反应、物理性能和材料为顶点的四面体, 是具有立体性质的一个科学领域。把物理化学、结构化学、结晶化学、固体物理中的基本理论, 具体应用到无机非金属材料的制备和性能研究上, 成为介于基础科学和专业技术之间的一门重要的专业基础课。主要介绍材料科学中的共性规律, 即材料的组成-形成(工艺)条件-结构-性能-材料用途之间相互关系及制约规律。内容主要包括: 材料种类, 晶体结构、非晶体结构, 缺陷化学、表面结构等基础知识。学生在学习本课程后能够做到: (1) 了解材料的化学组成-结构-性能之间的相互关系及其规律性; (2) 了解理想晶体和实际晶体的结构, 能够应用晶体结构模型分析无机材料的结构与组成和性能的关系; (3) 掌握熔体与非晶态固体以及材料表面和界面等与材料性能相关的知识。

二、课程教学的目标

本课程是材料科学与工程专业的专业基础课, 理论性强, 比较抽象, 内容头绪多、原理规律多(涉及原理、规律几十个)、概念定义多(名词、定义近 300 个), 由于该课程具有上述特点, 加之有些微观结构看不见、摸不到, 而且课程

内容枯燥、乏味，学生感到难学。因此，在教学方法上应采用多媒体辅助教学、课后自学、适当采用课堂讨论与习题课等教学方式。

本课程目标、知识单元与培养环节见表 1

表 1 课程目标、知识单元与培养环节

课程目标	知识单元	培养环节		
		授课	实验	讨论
课程目标 1: 掌握扩散、固相反应、相变和烧结过程的基本原理、动力学方程和影响因素。能对现有的材料制备的加工工艺、产品质量进行评价与分析，并提出改进措施。	材料概论 晶体结构 晶体结构缺陷 非晶态结构与性质 表面结构与性质	√		√
课程目标 2: 了解结晶学基础知识，掌握典型晶体结构和晶体结构缺陷、熔体和玻璃体、表面和界面、浆体与胶体等组成、结构与性能之间的关系。	晶体结构 晶体结构缺陷 非晶态结构与性质 表面结构与性质	√	√	
课程目标 3: 具备运用材料科学的基础知识对有关材料的性能、材料制备实验现象和实验结果进行综合分析的能力。了解国内外无机非金属材料研究及发展趋势。	材料概论 晶体结构 晶体结构缺陷 非晶态结构与性质 表面结构与性质	√	√	√
课程目标 4: 基本掌握无机材料物理化学过程研究的实验原理、方法和技能；掌握相平衡基本原理、分析无机材料系统相图的方法。	材料概论 晶体结构 晶体结构缺陷 非晶态结构与性质 表面结构与性质	√	√	
课程目标 5: 能合理地设计新材料的配方，并准确的选择新材料的制备工艺。	晶体结构 晶体结构缺陷 非晶态结构与性质 表面结构与性质	√	√	

1. 布置课下作业

在晶体结构、晶体结构缺陷、非晶态结构与性质、表面结构与性质等重点章节中布置一定量的习题，加强对知识点的掌握。

三、课程教学的基本内容及教学安排

该课程是材料科学与工程专业的重要的学科基础课之一，主要介绍材料科学中的共性规律，即材料的组成-形成（工艺）条件-结构-性能-材料用途之间相互关系及制约规律。内容主要包括：材料种类，晶体结构、非晶体结构，缺陷化学、表面结构等基础知识。

知识单元、知识点与学时分配见表 2。

表 2 知识单元、知识点与学时分配

知识单元		知识点		理论学时	实验学时	课程目标
序号	描述	序号	描述			
1	材料概论	1	材料分类	2	0	1、3、4
		2	不同材料的特点			
		3	材料的组成、结构、性能、工艺及其与环境的			
		4	各种材料的地位与作用			
		5	材料科学的发展方向			
2	晶体结构	1	结晶学基础	16	0	1、2、3、4、5
		2	晶体化学基本原理			
		3	非金属单质晶体结构			
		4	无机化合物晶体结构			
		5	硅酸盐晶体结构			
3	晶体结构缺陷	1	晶体结构缺陷的类型	8	0	1、2、3、4、5
		2	点缺陷			
		3	固溶体			
		4	非化学计量化合物			
		5	线缺陷			
		6	面缺陷			
4	非晶态结构与性质	1	熔体结构	8	0	1、2、3、4、5
		2	熔体性质			
		3	玻璃形成			
		4	玻璃结构			
5	表面结构与性质	1	固体表面及其结构	6	0	1、2、3、4、5
		2	固体表面及其结构			
		3	界面行为			
		4	黏土—水系统			

实验教学环节（8学时）：

具体实验安排表如下。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	金相显微镜的构造	了解显微镜的原理和构造，学习显微镜的使用方法	4	技术基础	验证	10	必做	已开		材料科学与工程
2	材料试样的制备	学习材料试样的制备过程，在教师的指导下每人制备一块合格的材料试样	4	专业基础	验证	10	必做	已开		材料科学与工程

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

先修课程：高等数学、大学物理、无机化学、物理化学、固体物理、理论力学、材料力学等。

五、建议使用教材与教学参考书

1.推荐教材：

[1]宋晓岚, 黄学辉. 无机材料科学基础. 北京: 化学工业出版社, 2006

2.参考书：

[1] 潘金生. 材料科学基础. 北京: 清华大学出版社, 1998.

[2] 赵品. 材料科学基础. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1999.

[3]冯端. 材料科学导论. 北京: 化学工业出版社, 2002.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂讲授、小组讨论等。

重点：本课程的有关基本理论和基本概念。

难点：晶体结构。

自主学习建议：查阅材料科学最新发展动向，引导学生热爱所学专业，巩固学生的专业意识。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

基于《材料科学基础》教学内容与毕业要求指标点的关联性，制定本课程质量评价方法。课程考试考核总成绩由平时学习表现、过程考核成绩和结课考试。

成绩考核形式：闭卷

成绩评定方式：平时成绩占 10%，过程成绩占 20%，期末理论考试成绩占 70%。

《材料合成与制备技术》课程教学大纲

课程英文名称: Preparation Technology of Materials

课程编号: 061061080

总学时及其分配: 总学时: 32, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0,

线上学时: 0, 实践周数: 无

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 夏启勋

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 材料制备技术是高等工科院校新能源材料与器件专业重要的专业选修课。本书包含材料合成与制备技术基本原理的介绍, 同时又突出了材料的先进性和应用的前沿性, 反映了材料合成与制备技术中的一些研究进展, 是理论与实际应用的有机结合。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 学生应达到下列要求:

1. 掌握各类材料合成与制备原理、常用方法、加工工艺及特点;
2. 初步掌握一些新材料的制备技术;
3. 初步具有对一般材料进行选定合理的制备方法、成形工艺的能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论（3 学时）

第一节 材料的发展历史，材料的分类，授课 1 学时

第二节 先进材料及其重要性，航空发动机材料，超导材料，隐身材料，微电子材料，新能源材料，授课 1 学时

第三节 先进材料的合成与制备技术，纳米材料合成，膜材料合成，授课 1 学时

第二章 溶胶-凝胶法（6 学时）

第一节 溶胶-凝胶法概论，溶胶-凝胶法发展历程，溶胶-凝胶法特点，授课 2 学时

第二节 溶胶-凝胶法制备薄膜，溶胶-凝胶过程，干燥的方法及原理，授课 2 学时

第三节 溶胶-凝胶法制备纳米晶，授课 2 学时

第三章 水热和溶剂热法（6 学时）

第一节 水热和溶剂热法概述，水热和溶剂热法原理，水热和溶剂热法发展历程，水热和溶剂热法优缺点，授课 2 学时

第二节 水热和溶剂热法应用进展，授课 2 学时

第三节 水热和溶剂热法在材料合成中的应用展望，授课 2 学时

第四章 微波合成（6 学时）

第一节 微波与物质的相互作用，微波的定义，微波合成材料的选取，微波合成材料与介电常数之间的关系，授课 2 学时

第二节 液相微波合成，液相微波合成在燃料电池方面的应用，授课 2 学时

第三节 固相微波合成，固相微波合成甲醇燃料电池材料，制备氮掺杂石墨烯，微波合成光催化还原 CO₂ 材料，授课 2 学时

第六章 化学气相沉积（4 学时）

第一节 引言，CVD 发展史，应用领域，授课 1 学时

第二节 化学气相沉积原理，CVD 中的化学反应，CVD 分类，授课 1 学时

第三节 化学气相沉积前驱体和材料，前驱体的特征，授课 1 学时

第四节 化学气相沉积与新材料，新型无水金属硝酸盐 CVD 合成、表征及应用，授课 1 学时

第七章 原子层沉积（7 学时）

第一节 原子层沉积原理和特点，ALD 系统构成，工艺过程，ALD 分类，授课 2 学时

第二节 原子层沉积前驱体和材料，ALD 常用前驱体，授课 1 学时

第三节 等离子体增强原子层沉积，等离子体增强原子层沉积原理，等离子体增强原子层沉积特点，授课 2 学时

第四节 原子层沉积的应用，ALD 在集成电路上的应用，高密度存储器方面的应用，生物相容性涂层，授课 2 学时

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程：《材料科学导论》、《无机化学》、《有机化学》和《物理化学》。

后修课程：《材料化学》、《材料分析测试技术》、《纳米材料学》、《复合材料》。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 《先进材料合成与制备技术》李爱东、刘建国等编 科学出版社

[2] 《材料制备新技术》吴建生、张春柏主编 上海交通大学出版社

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：讲授

重点和难点：重点是原子层沉积，难点是化学气相沉积反应

后续自主学习建议：建议学习磁控溅射、分子束外延和纳米压印技术

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%。

《储能材料与技术》课程教学大纲

课程英文名称: Energy Storage Materials and Energy Storage
Technology

课程编号: 061061070

总学时及其分配: 总学时: 32, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0,

线上学时: 0, 实践周数: 无

学分数: 1.5

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 夏启勋

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 《储能材料与技术》是新能源材料与器件专业学生的一门专业选修课, 本课程的任务是使学生获得有关储能技术的基本理论和基本知识; 掌握储能材料的开发与利用, 使学生获得较全面的储能材料及技术相关知识。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 学生应达到下列要求:

1. 通过对该门课程的学习, 使学生了解世界和中国储能的发展现状, 掌握储能的基本原理及形式。

2. 了解储能机理、新能源材料和金属氢化物镍(Ni / MH)电池材料, 熟悉锂离子电池和超级电容器的基本原理, 深化理解太阳能电池和燃料电池的原理和材

料，加深对储能材料应用的认识。

3. 重点把握各种储能技术的特点和适用范围。在此基础上掌握大规模储能的基本原理和应用现状。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 概述（4 学时）

第一节 能源，新能源及其利用技术，新能源材料，授课 2 学时

第二节 新能源材料发展方向，新能源材料的关键技术，授课 2 学时

第二章 金属氢化物镍(Ni / MH)电池材料（4 学时）

第一节 金属氢化物镍电池简介，金属氢化物镍电池工作原理，储氢合金的基本特征，储氢合金电极材料的主要特征原子结构，授课 1 学时

第二节 储氢合金负极材料，AB₅ 型混合稀土系统储氢电极合金，AB₂ 型 Laves 相储氢电极合金，其他新型高容量储氢合金电极材料，授课 1 学时

第三节 镍正极材料，氢氧化镍电极的充放电机理，氢氧化镍在充放电过程中的晶型转换，球形 Ni(OH)₂ 正极材料的基本性质与制备方法，影响高密度球形 Ni(OH)₂ 电化学性能的因素，Ni(OH)₂ 正极材料的研究动向，授课 1 学时

第四节 Ni/MH 电池的设计与制造，Ni/MH 电池的设计基础，Ni/MH 电池的设计步骤，Ni/MH 电池的制造，Ni/MH 电池材料的再生利用，Ni/MH 电池的生产 and 回收概况，Ni/MH 电池材料的再生利用技术，授课 1 学时

第三章 锂离子电池材料（4 学时）

第一节 概述，锂离子电池的工作原理，工作原理，特点，结构组成，与电池相关的基本概念，授课 1 学时

第二节 锂离子电池负极材料，金属锂负极材料，锂合金与合金类氧化物负极材料，石墨与石墨层间化合物，石墨化中间相碳微珠，热解碳负极材料，过渡金属氧化物负极材料，Li₄Ti₅O₁₂ 负极材料，Si 基负极材料，石墨烯基负极材料，硫化物负极材料，授课 1 学时

第三节 锂离子电池正极材料，正极材料的选择要求，LiCoO₂ 正极材料，LiNiO₂ 正极材料，LiMnO₂ 正极材料，LiMn₂O₄ 正极材料，授课 1 学时

第四节 电解质材料，非水有机液体电解质，聚合物电解质，离子液体电解质，隔膜材料，锂离子电池主要应用和发展趋势，授课 1 学时

第四章 燃料电池材料（4 学时）

第一节 概述，燃料电池工作原理，燃料电池的分类，燃料电池的研究现状，前景与挑战，授课 1 学时

第二节 质子交换膜型燃料电池(PEMFC)，PEMFC 简介，电催化剂，气体扩散电极及制备工艺， 质子交换膜，双极板材料与流场，电池组技术，授课 1 学时

第三节 熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)，MCFC 简介，MCFC 电极材料，电池结构与性能，MCFC 需解决的关键技术，授课 1 学时

第四节 固体氧化物燃料电池(SOFC)，SOFC 简介，SOFC 关键材料，SOFC 结构设计，碱性燃料电池(AFC)，AFC 简介，电催化剂与电极，AFC 性能影响因素，磷酸盐燃料电池(PAFC)，PAFC 简介，PAFC 结构材料，PAFC 性能，授课 1 学时

第五章 太阳能电池材料（4 学时）

第一节 太阳能电池发展概况，授课 1 学时

第二节 太阳能电池的工作原理，半导体的结构，太阳能电池的结构与特性，授课 1 学时

第三节 标准硅太阳能电池制备工艺，硅材料的基本性质，碳热还原法制备冶金硅，高纯多晶硅制备，太阳能电池单晶硅与多晶硅的制备，硅太阳能电池片的制备，太阳能电池组件制备，标准太阳能电池制备工业，授课 1 学时

第四节 薄膜太阳能电池，非晶硅太阳能电池，III—V 族化合物太阳能电池，II-VI 族化合物太阳能电池，多元系化合物太阳能电池，其他太阳能电池，授课 1 学时

第六章 太阳能电池材料（4 学时）

第一节 超级电容器概况，超级电容器的基本介绍，超级电容器的一般结构，超级电容器的应用，超级电容器使用注意事项，授课 1 学时

第二节 超级电容器的工作原理，双电层电容存储机理，法拉第准(赝)电容存储机理，超级电容器的特点，授课 1 学时

第三节 超级电容器电极材料，碳材料，金属化合物，导电聚合物，复合电极材料，授课 1 学时

第四节 超级电容器电解液，水系电解质，有机电解质体系，离子液体体系电解质，聚合物电解质，超级电容器的展望，授课 1 学时

四、本课程与其他课程的联系

先修课程：《材料化学》、《物理化学》和《应用电化学》。

后修课程：《新能源材料与制备》《绿色化学》。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 《新能源材料》，吴其胜、张霞、戴振华等 编著，华东理工大学出版社，2017.6

[2] 《储能材料与技术》，樊栓狮、梁德青、杨向阳等 编著，化学工业出版社，2004.10

[3] 《热能存储技术与应用》，郭茶秀、魏新利 编著，化学工业出版社，2005.5

[4] 《蓄热技术及其应用》，崔海亭、杨锋 编著，化学工业出版社，2004.8

[5] 《大规模储能技术》（美）巴恩斯 等著，肖曦 等译，机械工业出版社，2013.7

[6] 《薄膜太阳能电池及光伏电站》第十三章，段光复，段伦 编著，北京：机械工业出版社，2013.6

[7] 能量储存技术概论，周国兵，华北电力大学课件，2011

[8] 《储能技术》（法）Yvest Bruet 等著，唐西圣 等译，储能技术，北京：机械工业出版社，2013.4

六、教学方法与学习建议

授课方式：讲授

重点和难点：重点是超级电容器电极材料，难点是燃料电池的储能原理

后续自主学习建议：建议学习相变储能材料、超导储能材料及非锂金属离子电池材料

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%。

《导电材料》课程教学大纲

课程英文名称： Conductive Material

课程编号： 061061300

总学时及其分配： 16 学时，其中授课学时： 16，实验学时： 0，线上学时： 0，实践周数： 无。

学分数： 1

适用专业： 新能源材料与器件

任课学院、系部： 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人： 李涛

编制日期： 2019 年 3 月

一、课程简介

课程性质： 选修

课程类别： 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用：该课程是新能源材料与器件专业一门重要的专业基础课，本课程的教学目的和要求是使学生掌握导电材料的基本结构、物理原理和特性，熟悉半导体材料的主要工艺技术及其对器件性能的影响，了解现代导电材料的发展过程和发展趋势，对典型的新器件和新的工艺技术有所了解，为进一步学习相关的专业课打下坚实的理论基础。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，使学生对导电材料的基本概念、制备与性能应用、超导材料和半导体材料的发展有更好的更深入的理解，同时提高学生分析导电材料电学特性和工作原理的能力和方法。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 导电材料概论（授课 2 学时）

第一节：导电材料的结构，导电材料的类型，导电材料的机理，导电材料的应用等，授课 2 学时

第二章 超导材料及应用（6 学时）

第一节：超导体的基本知识，包括研究历史、三个基本物理特性、BCS 理论等。授课 1 学时。

第二节：I 型和 II 型超导体-按照磁化特性分类，低温和高温超导体，按照工作温度分类。授课 2 学时。

第三节：低温超导体，元素超导体，合金及化合物超导体，其他类型超导体。授课 1 学时。

第四节：高温超导体，第一代超导体-镧系，第二代超导体-钇系，第三代超导体-铋系，铊系，汞系。授课 1 学时

第五节：超导材料的应用，磁悬浮列车，SQUID 量子干涉传感器。授课 1 学时。

第三章 半导体材料（8 学时）

第一节：半导体与基本晶体结构，半导体材料的基本特性，半导体的晶体结构，晶面及其表示方法，半导体材料的简介。授课 2 学时

第二节：半导体的能带，孤立原子中电子能级，晶体中电子能带，硅晶体能带的形成，能带图的意义及简化表示。授课 2 学时。

第三节：本征半导体与本征载流子浓度，本征半导体的导电结构，热平衡状态与热平衡载流子浓度，本征载流子浓度，费米能级与载流子浓度的关系。授课 2 学时。

第四节：N 型半导体与 P 型半导体，施主与受主杂质能级，杂质半导体的载流子浓度，非平衡载流子。授课 2 学时。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有《无机化学》、《材料科学基础》等，本课程是《光电功能材料》等其他课程的基础课。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 中科院物理研究所《超导电材料》编写组，《超导电材料》. 科学出版社，1973.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂教学。

重点和难点：BCS 理论、半导体的物理基础。

后续自主学习建议：多读文献、多做功课。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：闭卷考试形式考核，卷面成绩占 70%；平时成绩（签到，作业）占 30%，其中签到及平时课堂成绩占 10%，作业占 20%。

成绩评定方式：教师批改，根据平时表现给分。

《风力发电》课程教学大纲

课程英文名称：Wind Power Generation

课程编号：061061290

总学时：16，其中授课学时：16

学分数：1

适用专业：新能源材料与器件

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人：张文艳

编制日期：2019年3月

一、课程简介

《风力发电》是材料学院新能源材料与器件专业一门专业选修课。通过课堂学习和实践，掌握风轮机的基本工作原理、工程设计方法和风轮机优化设计；对风轮机的结构、空气动力学特性、安全运行、风力机发电系统及风轮机材料等，进行了说明和分析；同时了解风力机设计要求、大型风力机设计和特殊用途风力机（海上风力机、低温风力机、高原风力机和直接驱动式风力机）等。

二、课程教学的目标

本课程的内容注重理论与实践的密切结合，在讲述基本理论的同时，也讲述大量的应用实例。通过学习本课程，使学生了解了解风能发电的发展概况、基本性能；掌握掌握风轮机的基本工作原理和风力机发电系统等方面的系统知识，是今后从事复杂的技术工作和开发新能源材料的重要基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第1章风与风能（2学时）

1.1 风

1.2 风能

- 1.3 风电场选址
- 1.4 风电场风能资源评估
- 第 2 章 风能发电（2 学时）
 - 2.1 风力机的型式
 - 2.2 风能发电
 - 2.3 并网风力发电的价值分析
 - 2.4 风力发电装置
 - 2.5 大中型风电场设计
 - 2.6 风力发电设备的优化分析
 - 2.7 风力机安全运行
- 第 3 章 风力发电技术（2 学时）
 - 3.1 功率调节
 - 3.2 变转速运行
 - 3.3 发电机变转速/恒频技术
 - 3.4 风轮机迎风技术
 - 3.5 风电品质
 - 3.6 风力机结构和空气动力学
 - 3.7 风力机控制技术
- 第 4 章 风力机设计规范（2 学时）
 - 4.1 风力机整机设计规范
 - 4.2 风轮机叶片、轮毂设计规范
 - 4.3 风轮机叶片设计
 - 4.4 风轮机叶片试验、验收规范
- 第 5 章 风轮机设计（2 学时）
 - 5.1 风轮机的基本理论
 - 5.2 风力机设计要求
 - 5.3 风轮机工程设计
 - 5.4 风轮机优化设计
 - 5.5 风轮机模化设计

- 5.6 风轮机工程设计图例
- 5.7 风轮机的设计与制造
- 5.8 风轮机材料
- 5.9 风力机设计风速问题
- 第 6 章风轮机和风电场数值计算（2 学时）
- 6.1 风电场数值模型
- 6.2 风轮机设计软件
- 6.3 风电场数值计算软件包
- 6.4 风力机设计软件包的开发
- 6.5 风力机可靠性数值研究
- 第 7 章大型风力机设计（2 学时）
- 7.1250~1200kW 风力机系列
- 7.21000kW 级风力机设计
- 7.31500kW 级风力机设计
- 第 8 章风力机发电系统（2 学时）
- 8.1 风力机对发电系统的一般要求
- 8.2 恒速/恒频发电机系统
- 8.3 变速/恒频发电机系统
- 8.4 小型直流发电系统

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

该课程是一门承上启下的关键课程之一。学习本课程前应先修《新能源材料》等课程的知识，同时该课程对本专业其他后续课程《资源与可持续发展》等的学习具有重要的基础作用。

五、建议使用教材与教学参考书

- 1、《风能与风力发电技术(第 3 版)》，刘万琨主编，化学工业出版社
- 2、《风力发电技术与风电场工程》，杨校生主编，化学工业出版社

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

上课方式：课堂讲授、小组讨论等，两周一次定期与学生展开讨论，帮助学生解决疑难问题并听取学生的意见建议，进一步提高授课质量。

重点：本课程的有关基本理论和基本概念。

难点：风力发电设备的优化分析。

自主学习建议：要求学生独立完成作业，查阅风力发电最新发展动向。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

成绩考核形式：闭卷，计分的比例为：平时成绩占 10%，过程成绩占 20%，期末理论考试成绩占 70%。

《高分子科学导论》课程教学大纲

课程英文名称: Introduction to Polymer Science

课程编号: 061061210

总学时 32, 理论学时 32

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李涛

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

高分子材料是材料科学与工程科学的一个重要组成部分,课程以聚合物材料为研究对象,从材料学基本知识为基础,结合高分子材料自身的特点,结合高分子材料的各类助剂,主要讲述了各类高分子材料的特征、物理性质及应用领域;此外,也介绍了各类功能高分子材料的制备及主要品种,应用范围及其加工工艺。

二、课程教学的目标

通过对本课程的学习,使学生掌握高分子材料结构,合成和性能三者之间的关系,了解主要高分子材料及其应用,并进一步掌握当今高分子材料的发展沿革,研究特点及其在发展过程中与其他学科相互交叉渗透的特色。从而能够独立研究和解决本学科中涉及高分子的科学问题,为学生奠定进一步学习和研究高分子科学的基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第 1 章 绪论: 高分子的基本概念 (2 学时)

1.1 高分子的定义与基本概念

1.2 高分子的命名与分类

- 1.3 高分子的特性
- 1.4 高分子科学技术简史
- 1.5 高分子在国民经济和社会发展中的应用
- 第 2 章 高分子的合成与化学反应 (4 学时)
- 2.1 聚合反应
- 2.2 高分子的分子设计
- 2.3 高分子的化学反应
- 第 3 章 高分子的结构与性能 (4 学时)
- 3.1 引言
- 3.2 高分子的链结构
- 3.3 高分子的聚集态结构
- 3.4 高分子的溶解与熔融
- 第 4 章 高分子的表征与分析 (2 学时)
- 4.1 测试标准
- 4.2 高分子的相对分子量及其测试方法
- 4.3 高分子的分子结构分析
- 4.4 高分子的力学性能
- 4.5 高分子的热性能
- 4.6 高分子的流变性能
- 4.7 高分子的形变研究
- 第 5 章 热塑性高分子 (2 学时)
- 5.1 引言
- 5.2 通用塑料
- 5.3 工程塑料
- 5.4 其他重要的热塑性高分子
- 5.5 热塑性高分子的加工
- 第 6 章 热固性树脂 (2 学时)
- 6.1 引言
- 6.2 酚醛树脂

- 6.3 脲醛树脂
- 6.4 蜜胺树脂
- 6.5 醇酸-聚酯树脂
- 6.6 环氧树脂
- 6.7 硅树脂
- 6.8 聚氨酯
- 第 7 章 纤维 (2 学时)
- 7.1 纤维基础
- 7.2 纤维的生产工艺
- 7.3 天然纤维与人造纤维
- 7.4 合成纤维
- 第 8 章 橡胶 (弹性体) (2 学时)
- 8.1 引言
- 8.2 橡胶的基本性质
- 8.3 天然橡胶
- 8.4 通用合成橡胶
- 8.5 特种合成橡胶
- 8.6 热塑性弹性体
- 8.7 橡胶的加工
- 第 9 章 涂料与粘合剂 (2 学时)
- 9.1 涂料的历史
- 9.2 涂料基础
- 9.3 涂料的种类
- 9.4 涂料的用途
- 9.5 粘合剂
- 第 10 章 功能高分子 (2 学时)
- 10.1 导电高分子
- 10.2 吸附分离功能高分子
- 10.3 高吸水性聚合物

- 10.4 生物医用高分子
- 10.5 高分子液晶
- 10.6 离子键聚合物
- 第 11 章 高分子复合材料（2 学时）
 - 11.1 引言
 - 11.2 高分子结构复合材料
 - 11.3 纳米复合材料
 - 11.4 高分子共混物
- 第 12 章 天然高分子（2 学时）
 - 12.1 引言
 - 12.2 聚多糖
 - 12.3 蛋白质与多肽
 - 12.4 核酸
- 第 13 章 超分子聚合物（2 学时）
 - 13.1 引言
 - 13.2 基本概念
 - 13.3 结合单元与超分子聚合物
 - 13.4 超分子聚合物的特性与表征
 - 13.5 超分子聚合物的应用
- 第 14 章 高分子材料的添加剂（2 学时）
 - 14.1 引言
 - 14.2 填料
 - 14.3 偶联剂
 - 14.4 抗氧化、热稳定剂与光稳定剂
 - 14.5 阻燃剂
 - 14.6 增塑剂
 - 14.7 其他常用的添加剂

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有《有机化学》《材料科学基础》《材料分析测试技术》《材

料化学》等。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《高分子科学导论》，王玉忠等主编，科学出版社 2010

主要参考书目：

- 1.《高分子材料导论》张留成主编，化学工业出版社，1997；
2. 何天白、胡汉杰，功能高分子与新技术，化学工业出版社，2001；
- 3.《高分子材料》第二版，贾红兵，宋晔，杭祖圣，南京大学出版社，2013
- 4.《高聚物结构、性能与测试》 主编：焦剑、雷渭媛 化学工业出版社 2003
- 5.《高分子化学》 主编：潘祖仁 化学工业出版社 第四版
6. Hall C. Polymer Materials. The Macmillan press LTD. 1981.
7. Fred W. Billmeyer, Jr., Textbook of Polymer Science, 3rd Ed., John Wiley & Sons, 1984;
8. George Odian, Principles of Polymerization, 4nd Ed., John Willey & Sons, 2004

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式为课堂教学。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

考核采用闭卷笔试的方式。

成绩评定：期末成绩 70%，平时成绩 10%，作业成绩 20%。

《固体物理》课程教学大纲

课程英文名称: Solid Physics

课程编号: 061061220

总学时及其分配: 总学时: 48, 其中授课学时: 36, 实验学时: 12,

线上学时: 0, 实践周数: 无

学分数: 3

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李海艳

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 《固体物理》是材料化学等材料类专业学生的一门选修课程。主要研究固体的物理性质、微观结构、固体中各种粒子运动形态和规律及它们相互关系的学科。课程的主要任务是对物质微观结构及基本理论有正确的认识, 能够理解结构与性能的相互关系及其某些实验方法的基本原理。进行必要的教学与训练, 是培养具有较好的理论素养的材料类人才的保证, 并且为后续课的学习和科学研究及从事中学教学工作打下坚实的基础, 提高运用物质结构原理和方法来分析问题和解决问题的能力。

二、课程教学的目标

本课程的学习目的是掌握固体物理学的基本内容, 了解固体物理学的基本理论和方法并为后续相关课程的学习作铺垫。通过本课程的教学让学生掌握晶体结构、晶体结合、晶格振动与晶体的热学性质、能带理论、晶体的缺陷等, 提高学

生分析解决问题的能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

理论部分（36 学时）

第一章 晶体的结构（6 学时）

1. 教学内容：

晶体的共性；密堆积；布喇菲空间点阵原胞、晶胞；晶列晶面指数；倒格空间；晶体的对称性；晶格结构的分类。

2. 教学基本要求：

（1）理解单晶、准晶和非晶材料原子排列在结构上的差别；

（2）掌握原胞、基矢的概念，清楚晶面和晶向的表示，了解对称性和点阵的基本类型；

（3）了解简单的晶体结构；

（4）掌握倒易点阵和布里渊区的概念，能够熟练地求出倒格子矢量和布里渊区。

3. 重点、难点：

重点：原胞、基矢的概念、晶面和晶向的表示、对称性和点阵的基本类型；

难点：倒易点阵和布里渊区的概念、倒格子矢量和布里渊区的求解。

第二章 晶体的结合（4 学时）

1. 教学内容：

原子的电负性；晶体的结合类型；结合力及结合能；分子力结合；共价结合；离子结合。

2. 教学基本要求：

（1）了解固体结合的几种基本形式；

（2）理解离子性结合、共价结合、金属性结合、范德瓦尔斯结合等概念。

3. 重点、难点：

重点：离子性结合、共价结合、金属性结合、范德瓦尔斯结合等概念，离子晶体的结合能的计算；

难点：离子晶体的结合能的计算方法。

第三章 晶体振动和晶体热学性质（6 学时）

1.教学内容:

一维晶格的振动; 三维晶格的振动; 简正振动声子; 振动谱的实验测定方法; 长波近似; 晶格振动热容理论。

2. 教学基本要求:

(1) 掌握一维链的振动(单原子链、双原子链)、声学支、光学支、色散关系; (2) 掌握格波、简正坐标、声子、声子振动态密度、长波近似等概念;

(3) 熟练掌握固体热容: 爱因斯坦模型、德拜模型的推导过程及其物理涵义;

(4) 了解测量晶格振动谱的实验方法。

3. 重点、难点:

重点: 一维链的振动(单原子链、双原子链); 格波、简正坐标、声子、声子振动态密度、长波近似等概念; 晶格振动谱的实验方法;

难点: 爱因斯坦模型、德拜模型的物理意义。

第四章 晶体的缺陷(7学时)

1.教学内容: 晶体缺陷的基本类型; 位错缺陷的性质; 热缺陷的统计理论; 缺陷的扩散。

2.教学基本要求:

(1) 掌握线缺陷、面缺陷、点缺陷的概念和基本的缺陷类型;

(2) 了解扩散及微观机理。

3.重点、难点:

重点: 线缺陷、面缺陷、点缺陷的概念和基本的缺陷类型;

难点: 扩散的微观机制。

第五章 晶体中电子能带理论(7学时)

1.教学内容:

布洛赫波函数; 一维晶格中的近自由电子; 一维晶格中电子的布拉格反射; 平面波方法; 布里渊区; 紧束缚方法; 电子的平均速度平均加速度和有效质量; 等能面能态密度; 导体、半导体和绝缘体。

2. 教学基本要求:

(1) 掌握布洛赫定理的推导过程及其涵义

- (2) 熟练掌握近自由电子模型及其物理意义；
- (3) 熟练掌握紧束缚近似模型及其物理意义；
- (4) 理解费密面、能态密度和能带的特点。

3.重点、难点：

重点：布洛赫波函数；一维晶格中的近自由电子；紧束缚方法；导体、半导体和绝缘体区别；

难点：掌握近自由电子模型和紧束缚近似模型；理解费密面、能态密度和能带的特点。

第六章 自由电子论和电子的输运性质（6 学时）

1.教学内容：

电子气的费米能、热容量费米统计和电子热容量；接触电势差和热电子发射。

2. 教学基本要求：

- (1) 了解金属的经典电子气理论；
- (2) 了解电子气的基态性质；
- (3) 理解电子气的费米能量和热容量的概念；
- (4) 理解功函数和接触电势差的概念。

3. 重点、难点：

重点：电子气的费米能、热容量费米统计和电子热容量；接触电势差和热电子发射；

难点：热容量费米统计和电子热容量。

实验部分（12 学时）

实验一 激光测定硅单晶的晶向（6 学时）

（一）、引言

同一单晶不同晶面上的原子密度不同，因此在各个不同方向上所表现出的物理性质也不一样。例如，单晶硅（111）面上原子密度最大，在扩散中杂质沿[111]方向扩散最慢，因而便于控制、容易获得均匀平整的结面，在硅器件生产中因此也常常要求取向为[111]的单晶。也有些器件，如 MOS 器件目前大多采用（100）晶面，因为该晶面氧化成的 SiO₂ 所具有的表面态比（111）、（110）晶向都小，

利于开启电压的降低；同时，(100)面载流子迁移率较大，利于条跨导、增加速度。可见，在科研和生产中测定半导体单晶的晶向是必不可少的。

(二)、实验原理

1、结晶面与结晶方向

晶体中原子是无限周期性排列的，因此任意一种平面都不止一个，而是有许多个相互平行的平面，成为晶面族。我们可以选择一个坐标系来描写它：以已知晶体的空间格子中三个方向作为坐标轴，这三个轴之间的夹角可以是任意的，

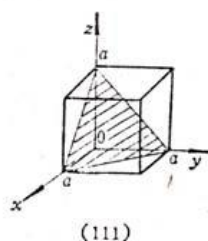


图 1.1

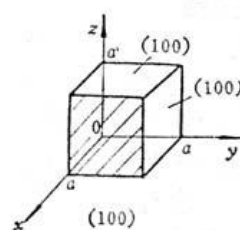


图 1.2

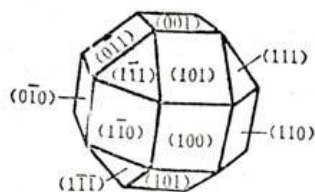


图 1.3

每个圆子的坐标与坐标轴上的周期都成整数关系。对单晶硅而言，由于它属于立方晶系，所以可以取三个结晶轴互相垂直，三轴上的单位周期也相等。一个平面的空间位置在结晶学上通常用密勒指数来描写，它定义为晶面与三个轴截距的倒数。若用 (hkl) 表示晶面，用 $\{hkl\}$ 表示晶面族， h 、 k 、 l 的倒数就是晶面族 $\{hkl\}$ 中距原点最近的晶面在坐标轴上的截距，通族的其他晶面的截距为这组最小截距的整数倍。如我们常见的 (111) 面，就是只该平面与坐标系的三个轴（假设为 x 、 y 、 z 轴）的截距均为一个周期，所以截距的倒数为 (111) ，如图 1.1 所示。若某一个平面在 X 轴上的截距为一个周期，并且平行于 y 轴的截距为一个周期，而平行于 x 轴和 z 轴，则该晶面为 (010) 面，其他可以类推。图 1.3 是金刚石

结果各晶面的空间位置。晶面的方向以垂直于该面的发现方向表示，如(111)晶面方向以[111]表示。通常讲结晶方向就是指的这个发现方向，也就是晶体沿相应的平面族生长的方向。

2、光点定向原理

判别晶体的生长方向有很多方法。最简单的晶体的外形来判别：[111]方向生长的单晶，外表面有明显对称三条棱；[100]方向生长的单晶有对称的四条棱；[110]方向生长的单晶有六条分布不对称的棱。也可以通过观察复试坑的图形确定晶向，但 these 方法只能大体上指出晶体生长方向，而不能精确测量晶向与生长方向之间的夹角。最可靠的确定晶向的方法是 x 射线衍射法，但由于设备庞大、过程复杂而不适于大规模工业生产。在科研和生产中现在大多数采用快速简便的激光测定单晶晶向。选用适当的预处理工艺，首先使待测单晶端面上暴露出某种与晶体结果有关的表面结构。再用氦氛激光器产生的红色激光照到该端面上，反射回来的光束排列和分布具有一定的规则。若用一个光屏拦住这些反射光束，就可以在屏上清楚的看到规则的对称图形。调整测量仪器，使反射图形的中心与光屏的中心重合，则此时单晶晶向与光线轴平行。测量角度后，就可以确定该晶向与所要求的晶面之间的夹角，从而确定晶体的晶向。这种规则的图形一般有图 1.4 所示三种形状。

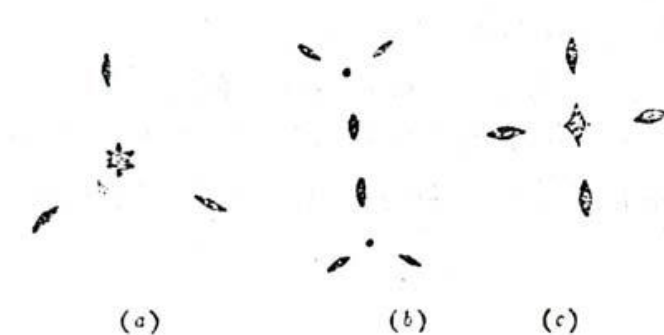


图 1.4

为什么会得到以上图形呢？实际上，密勒指数简单的晶面族面间距大，所以这种晶面容易理解。对于一定的晶格，结点所占的体积时一定的，因此，在面间距大的晶面上，格点的面密度必然大。这样的晶面，单位表面能量小，容易在晶体生长过程中显露在外表，并且可以用腐蚀法或解理法在单晶端面上获得相关的

表面结果而得到上述特征光图。

(1) 腐蚀法

在进行腐蚀之前应先将晶体端面用 80# 金刚沙或用氧化铝粉在平板玻璃上湿磨，湿端面均匀打毛，洗净后按指定的工艺条件进行腐蚀。经过腐蚀后的硅单晶， $\{111\}$ 或 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 截面上会出现许多腐蚀坑，腐蚀坑底面平行于这些截面，而其侧面则湿另一些具有特定结晶学指数的晶面族，按轴对称的规律微绕着腐蚀坑的底面，构成各种具有特殊对称性的构造。腐蚀坑的限度约为 10 μm 的数量级，而激光束的直径约为 1mm，因而同意束激光可以照射到许多腐蚀坑。腐蚀坑的形状不尽完整，在表面上的分布也不规则，但光反射到相同的方向。图 1.5 是 $\{111\}$ 面的典型腐蚀坑，有三个 $\{221\}$ 侧面和一个 $\{111\}$ 底面构成。当一束平行激光束照射在该腐蚀坑上时，即发生四个方向的反射。如将该晶体置于图 1.6 所示的测量系统中，调整其方位，使被测晶轴的方向与入射激光轴相平行，则在光屏上就会显示出如图 1.4 (c) 所示的反映荆州对称性的特征光图。

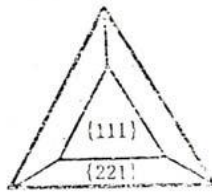


图 1.5

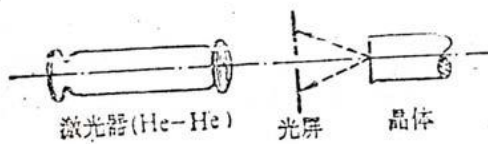


图 1.6

(2) 解理法

将待测晶锭的一端先磨成锥形，在盛有 80# 金刚沙的研钵中研磨，使锥形对面上解理出微小的解理面。这些解理面都是按特定的晶向解理出来，因而包含着结晶学构造中的各种方向特征。在图 1.3 所示的单晶硅一类的金刚石结构中，

其一级解理面为 $\{111\}$ ，这使因为此晶面族之间原子间距最大，键合最小，最容易在外力作用下发生解理。从图 1.3 可以看出， $[110]$ 是一根二次轴，其周围有两个对称的解理面 (111) 和 $(\bar{1}\bar{1}1)$ ，如果 $[110]$ 晶轴与激光束平行，则从 (111) 、 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 解理面上反射得到的特征光图呈二次轴对称。而 $[100]$ 是一根四次轴，其周围有四个解理面， (111) 、 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 、 $(11\bar{1})$ 、 $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ ，因而特征光图具有四次轴对称性。由于研磨不能保证全部得到由理想的解理面组成的由规则小坑，而往往是杂乱无章的，因此反射出来的特征光图就显的比较暗淡，降低了定向精度。在硅单晶定向中主要采用腐蚀法。两种不同的预处理工艺所产生的特征光图的区别是：(1) 由于小坑内暴露出来的晶面不同，反射光束的方位和角度也不用；(2) 解理法产生的光图，其光斑呈点状，这是因为其反射面为镜状解理面，这是由于腐蚀坑的侧面和底面的相交处的边缘呈圆钝状。

(三)、实验步骤

1.预检：一根硅单晶锭的晶向通常可以从其外部形状来粗略判断。在直拉硅单晶的柱面上通常显露处具有轴对称性的棱线，不仅可以从棱线的对称性判断他们围绕着什么晶轴，而且可以工具棱线间的相对位置来估计其他晶轴的大致取向。图 1.8 是 $[111]$ 和 $[100]$ 晶轴方向直拉硅单晶的端面，可以看出在 $[111]$ 晶向硅单晶的横断面上，相邻量晶棱的连线指向为 $[110]$ ，与此垂直的方向为 $[11\bar{2}]$ 。在 $[100]$ 晶向硅单晶的横断面上，通过两个棱的直径方向为 $[110]$ ，两个 $[110]$ 之间为 $[100]$ 。晶棱截面边缘上分布的对称程度反映了截面和晶轴的垂直程度。在识别了这些晶轴方向的基础上还可以推断处另外一些晶轴方向。通过这样的预检，可以大致估计出晶锭的空间位置，使被测晶轴近似与激光轴平行。

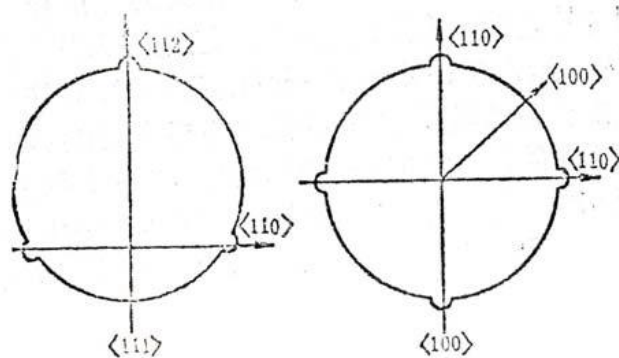


图 1.8

2. 将切好的样品端面用 80# 金刚沙湿磨后，用水冲洗干净。

3. 对于 (111) 晶面的硅单晶用 5% 的 NaOH 水溶液煮沸 7min，并用水冲洗干净即可准备定向。对于 (100) 晶面的硅单晶，可以采用同样的腐蚀液。实验发现硅单晶对于腐蚀液浓度和时间要求并不十分严格。

4. 调节光学系统，将玻璃镜面与样品架上的标准面贴平，使平行光束入射到镜面上，反射光的中心点与光屏的中心孔重合，这时认为光使垂直入射到镜面。

实验二 硅单晶中晶体缺陷的腐蚀显示 (6 学时)

(一)、实验目的

硅单晶中的各种缺陷对器件的性能有很大的影响，它会造成扩散结面不平整，使晶体管中出现管道，引起 p-n 结的反向漏电增大等。各种缺陷的产生和数量的多少与晶体制备工艺和器件工艺有关。晶体缺陷的实验观察方法有许多种，如透射电子显微镜、X 光貌相技术、红外显微镜及金相腐蚀显示等方法。对表面缺陷也可以用扫描电子显微镜来观察。由于金相腐蚀显示技术设备简单，操作易掌握，又较直观，是观察研究晶体缺陷的最常用的方法之一。金相腐蚀显示可以揭示缺陷的数量和分布情况，找出缺陷形成、增殖和晶体制备工艺及器件工艺的关系，为改进工艺，减少缺陷、提高器件合格率和改善器件性能提供线索。

(二)、原理

硅单晶属金刚石结构，在实际的硅单晶中不可能整块晶体中原子完全按金刚石结构整齐排列，总又某些局部区域点阵排列的规律性被破坏，则该区域就称为晶体缺陷。硅单晶中的缺陷主要有点缺陷、线缺陷和面缺陷等三类。晶体缺陷可以在晶体生长过程中产生，也可以在热处理、晶体加工和受放射性辐射时产生。在硅单晶中缺陷区不仅是高应力区，而且极易富集一些杂质，这样缺陷区就比晶格完整区化学活泼性强，对化学腐蚀剂的作用灵敏，因此容易被腐蚀而形成蚀坑，在有高度对称性的低指数面上蚀坑形状通常呈现相应的对称性，如位错在 (111)、(100)、(110) 面上分别呈三角形、方形和菱形蚀坑。

用作腐蚀显示的腐蚀剂按不同作用大体可分为两类，一类是非择优腐蚀剂，它主要用于晶体表面的化学抛光，目的在于达到清洁处理，去除机械损伤层和获得一个光亮的表面；另一类是择优腐蚀剂，用来揭示缺陷。一般腐蚀速度越快择优性越差，而对择优腐蚀剂则要求缺陷蚀坑的出现率高、特征性强、再现性好和腐

蚀时间短。

通常用的非择优腐蚀剂的配方为： $\text{HF}(40-42\%):\text{HNO}_3(65\%) = 1:2.5$ ，它们的化学反应过程为： $\text{Si}+4\text{HNO}_3+6\text{HF}=\text{H}_2\text{SiF}_6+4\text{NO}_2+4\text{H}_2\text{O}$ 。通常用的择优腐蚀剂主要有以下二种：

(1) 希尔腐蚀液（铬酸腐蚀液）

先用 CrO_3 与去离子水配成标准液：标准液 = $50\text{g CrO}_3+100\text{g H}_2\text{O}$

然后配成下列几种腐蚀液：

- A. 标准液： $\text{HF}(40-42\%)=2:1$ (慢速液)
- B. 标准液： $\text{HF}(40-42\%)=3:2$ (中速液)
- C. 标准液： $\text{HF}(40-42\%)=1:1$ (快速液)
- D. 标准液： $\text{HF}(40-42\%)=1:2$ (快速液)

一般常用的为配方 C 液，它们的化学反应过程为：



(2) 达希腐蚀液

达希 (Dash) 腐蚀液的配方为： $\text{HF}(40-42%):\text{HNO}_3(65%):\text{CH}_3\text{COOH}$ (99% 以上) = $1:2.5:10$ ，硅单晶中不同种类的缺陷需选用上述不同的配方，采用不同的腐蚀工艺。下面对硅单晶中三类缺陷的性质和腐蚀显示分别作介绍。

1. 点缺陷

硅单晶中的点缺陷是指三维（长、宽、高）都很小的缺陷。例如空位、间隙原子和微缺陷等。硅单晶中某些热运动能量大的原子可以离开格点位置到达晶体表面。从而在晶体内部留下一个空格点，称为“空位”，这种缺陷称为肖特基缺陷，或者脱离格点的原子进入晶体内部的间隙位置，那么在晶体内部会同时出现空位和间隙原子，间隙原子—空位对组成的缺陷称为弗兰克缺陷。单晶中空位和间隙原子在热平衡时的浓度与温度有关。温度愈高，平衡浓度愈大。高温生长的硅单晶，在冷却过程中过饱和的间隙原子和空位要消失，其消失的途径是：空位和间隙原子相遇使复合消失；扩散到晶体表面消失；或扩散到位错区消失并引起位错攀移；也可以和碳、氧及金属杂质凝聚成沉积团，这种沉积团叫做微缺陷。如果晶体生长过程中冷却速度较快，那些过饱和的间隙原子和空位就来不及通过上述途径消失，那么它们在以后的热处理过程中将按热处理的具体条件变化其状态。

间隙原子和空位目前尚无法观察，但微缺陷可用腐蚀金相法显示。

2. 线缺陷

硅单晶中的线缺陷是二维上很小，一维上不很小的缺陷，如位错等。晶体生长过程中，晶体受到热应力引起塑性形变，在某些晶面族间产生滑移。如果在晶面上有局部区域发生滑移，则在滑移区和未滑移区之间就存在一条位错线。位错一般可分为刃位错和螺位错。若一条位错线处处都是刃位错（螺位错），则称为纯刃位错（或纯螺位错），否则就称为混合位错。位错线具有封闭性，它可以自成封闭回路，也可终止在晶体表面或晶粒间界上，但不能终止在晶体的内部。

对于(111)晶面的硅单晶用希尔腐蚀液腐蚀后，位错蚀坑呈黑三角形。处于[111]晶向的晶面上，刃位错可以明显地看出是台阶式正三角形，螺位错能看到螺线。如果晶向略微偏离[111]晶向，则对称性被破坏，于是腐蚀图形也会发生变形。

在高温条件下，如果位错在滑移过程中遇到障碍物，则它会在障碍物前被阻止前进，后边那些接连而来的滑移位错也就依次停下来，从而排成一整齐之列队形式，这种一系列位错称为位错排。在(111)面上可以发现位错排中所有三角形位错蚀坑的底边都在一直线上，它沿[110]晶向。大量的位错排可以构成星形结构，在[111]晶向的晶体中，它的特定形状可以是三角星形结构。

3. 面缺陷

面缺陷是硅单晶中一维上很小，两维上不很小的缺陷，它是晶体中某一晶面的晶格不完整所形成的一种缺陷，如晶界、小角度晶界、层错和孪晶等。

(1) 小角度晶界

在硅单晶体内当某一“晶界”的两边晶体取向略有偏离，而偏离角度小于 10 度时，就称此“晶界”为“小角度晶粒间界”，简称为“小角度晶界”。偏离角度大于 10 度就成了孪晶。在[111]方向生长的硅单晶中，小角度晶界由三角形的位错蚀坑所构成，它的图形特征是蚀坑以角底相顶的形式整齐排列，可长可短。

(2) 层错

在晶体生长过程中，特别是在外延生长过程中，由于生长条件的扰乱（如外延衬底质量较差；在生长过程中有小的颗粒杂质引入等），使硅原子的生长排列出现新的核化位置，导致局部区域原子密排面的层序发生位错，这种缺陷称为“层错”。

层错的腐蚀金相蚀坑由一条倾斜面槽构成，这些倾斜面槽在（111）密排面上的层错多数呈现等边三角形，也有成为一条直线或自成 120 度角或相互交成 60 度、120 度角，其方向通常沿[110]晶向，层错可以贯穿到晶体表面，也可以终止于晶体内的半位错或晶粒间界处。

（三）、实验方法

本实验是使用不同的腐蚀液核腐蚀方法显示硅单晶中各种不同的缺陷蚀坑，然后用金相显微镜来观察、区分和研究各种蚀坑的形态，定量计数比较缺陷密度大小，并用金相显微摄影仪拍摄各种缺陷的典型照片。

（四）、实验步骤

1. 晶体的化学腐蚀显示

（1）样品的预处理

要正确地判断分析各种缺陷的蚀坑图形，晶体背景干扰必须小，所以切割下的晶体表面必须经过预处理，使晶体表面清洁且光亮如镜。

①沿硅单晶棒的[111]（或[100]、[110]）晶向垂直切下薄圆片（偏角必须小于 7 度，越小越好）依次用 300#、600#、302#、303# 金刚砂细磨其表面。

②把样品放入 10%的“海鸥水”中加热至沸腾约 10-20 分钟去除油污，然后用去离子水冲洗干净。

③把样品放入化学抛光液中腐蚀去除研磨损伤层，化学抛光液即前述的非择优腐蚀液。必须将样品浸没在腐蚀液中，而且要不停地搅拌以增强抛光的均匀性，抛光结束后用去离子水将样品冲洗干净。

④把样品放入 HF 溶液中漂洗，除去残存的氧化层，再用去离子水冲洗干净，经上述处理后即可得到一个清洁的、光亮如镜的表面。

外延片本身是平整的镜面，可不必作任何预处理。

（2）样品的化学腐蚀显示

①腐蚀剂的配制

对于（111）面的样品希尔腐蚀液是一种十分有效的显示液，它的配方如前所述，可针对缺陷（如位错）密度高低而分别选用 A-D 液，一般常用的为 C 液。还可以用增减 HF 来调整腐蚀速率，HF 增加，腐蚀速率增大；反之则减小。此种腐蚀剂对（110）面的样品也是一种很好的显示液。

对于（100）面的样品通常用达希腐蚀液，它的配方如前所述，应该注意的是腐蚀液配方力求严格，对 HF 更应精确计量。

②样品的腐蚀

将（111）面样品放入希尔腐蚀液中，根据不同样品所要显示的不同缺陷，选用不同的腐蚀时间和腐蚀温度。通常显示层错在室温下腐蚀时间是 10—30 秒左右，显示位错在室温下腐蚀 5—10 分钟，对微缺陷显示要求在沸腾的腐蚀液中腐蚀 2—3 分钟，若在室温下往往需要腐蚀 20—30 分钟。对（110）面的缺陷腐蚀条件类似。腐蚀结束后用去离子水冲洗干净。

将抛光好的（100）样品放入达希腐蚀液中，在 35 度的恒温条件下，腐蚀 3—4 小时后可显示位错。腐蚀结束后用去离子水冲洗干净，然后检查表面是否有氧化膜而影响观察，可将样品放入用过的希尔液中浸泡 15—20 分钟以去除氧化膜，同时还可扩大腐蚀图形便于进行观察。

2. 金相显微镜观察

（1）将照明灯泡电线与变压器相接，然后接上变压器电源，开亮照明灯泡，选择适当的亮度。

（2）在物镜转换器上装一个八倍物镜并转到工作位置，在目镜管上装上 15 倍目镜，并把被测样品放在载物台上；

（3）缓慢转动粗调焦手轮，观察到图像后，再进一步使用细调焦手轮，调到图像清晰为止。

（4）调节孔径光栅，使整个视场获得最明亮而均匀的照明；

（5）转动载物台位置，选择所需观察的位置并且仔细地观察各种物象的图形，记下位置和视场中缺陷（如位错）的数量。根据不同的情况和要求可转动物镜转换器或调换目镜来获得各种放大倍数；

（6）用石英标准微米尺标定显微镜视场直径，并计算视场面积。如果换用物、目镜则需重新进行标定。

3. 金相显微摄影

将观察到的缺陷图形通过与显微镜相连的计算机数据采集卡读入计算机，并保存起来；

4. 缺陷计数

位错、层错和微缺陷常常用单位面积上的缺陷数目来表示： $N=n/S$ ，式中 n 表示视场中观测到的缺陷数目， S 为视场面积。为了正确反映晶体内缺陷的密度情况，一般取几个点的读数进行平均。

(五)、实验要求

- 1.对几块有位错、位错排、小角度晶界和微缺陷的单晶及有层错的外延片进行腐蚀显示后，用金相显微镜仔细地观察其蚀坑形态，并区分各种不同额缺陷；
2. 用金相显微摄影仪拍摄所观察到的各种缺陷的典型照片；
3. 对一块单晶样品的位错密度（或者微缺陷密度）作定量计数，求出缺陷密度。

(六)、实验结论

给出不同条件下实验所显示缺陷图像。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有物理化学、无机化学、理论力学，量子力学，统计力学，数理方法等。

五、建议使用教材与教学参考书

课程教材：

王矜奉编著.固体物理教程.济南：山东大学出版社, 2003 年

参考书目：

[1]黄昆原著韩汝琦改编.固体物理学.北京：高等教育出版社, 1988 年.

[2]陈长乐编.固体物理学.西安：西北工业大学出版社出版, 2000 年.

[3]方俊鑫编.固体物理学（上、下册）.上海：上海科学技术出版社, 1981 年.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式:讲授

重点和难点：原胞、基矢的概念、晶面和晶向的表示、对称性和点阵的基本类型；扩散的微观机制。

后续自主学习建议：培养学生建立物理模型，解决实际问题的能力。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，

并有具体细则与记录)

课程考核方式:闭卷

成绩评定方式:课程总成绩由课堂出勤成绩、平时作业和期末考试成绩构成,其中:课堂出勤成绩占总成绩的 10%,平时作业占总成绩的 20%,期末考试占总成绩 70% 。

《核能与核技术》课程教学大纲

课程英文名称: Nuclear Energy and Nuclear Technology

课程编号: 061061260

总学时: 总学时 16, 其中授课学时: 16

学分数: 1

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 张文艳

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

本课程要求学生从理论上掌握核能与核技术的基本知识,是新能源材料与器件专业的一门专业选修课。主要介绍了核能的发现、原子弹横空出世、核技术及辐射防护原理、核能开发与核资源、全球重大核事故、核科学家小史等内容。着重核材料的应用和创新,注重提高同学分析问题和解决问题的能力,力求达到较好的教学效果。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习,使学生能在国家规范、法律、行业标准的范围内,了解核能与核辐射的基本知识,掌握辐射防护原则与方法。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第 1 章 核物理与核辐射基础 (4 学时)

1.1 原子模型

1.2 卢瑟福散射实验

1.3 核子与核力

1.4 核反应与化学反应

- 1.5 质量亏损与核能
- 1.6 裂变、衰变和聚变
- 1.7 核燃料与核能
- 1.8 放射线
- 1.9 放射线的危害
- 1.10 吸收剂量与当量剂量
- 1.11 放射线的屏蔽与防护
- 第 2 章 核能基础（4 学时）
- 2.1 反应堆是利用核能的有效手段
- 2.2 如何实现可控链式反应
- 2.3 核燃料及核燃料再循环
- 2.4 反应堆类型（1）
- 2.5 反应堆类型（2）
- 2.6 反应堆的调节和控制
- 2.7 核事故
- 第 3 章 核能利用中的核材料（4 学时）
- 3.1 核爆炸和核反应堆的原理
- 3.2 铀浓缩
- 3.3 核反应堆的种类及其结构
- 3.4 热中子堆中钚的使用
- 3.5 快中子增殖堆
- 3.6 核反应堆用材料
- 第 4 章 核电厂主要设备及核材料（4 学时）
- 4.1 世界核电发展历史和现状
- 4.2 中国核电发展后来者居上（1）
- 4.3 中国核电发展后来者居上（2）
- 4.4 不同堆型各有所长（1）
- 4.5 不同堆型各有所长（2）
- 4.6 压水堆电厂的结构和原理

4.7 各类核材料的选材原则

4.8 核压力容器用钢的选材及演化历史

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

先修课程：无

五、建议使用教材与教学参考书

教材：核能利用与核材料，周明胜、田民波、俞冀阳主编，清华大学出版社

参考书：核能，《核能》编写组，世界图书出版公司

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂讲授、小组讨论等。

重点：第1章核物理与核辐射基础，从原子模型和卢瑟福散射实验谈起，讨论核子与核力，核反应与化学反应的区别，质量亏损与核能，裂变、衰变和聚变，核燃料与核能，放射线，放射线的危害，吸收剂量与当量剂量，放射线的屏蔽与防护；第2章核能基础，介绍可控链式反应和反应堆，核燃料及核燃料再循环，反应堆类型，反应堆的调节和控制，核事故和核安全，放射性废物处理；第3章核能利用和核材料，讲述了核爆炸和核反应堆的原理，讨论铀浓缩，核反应堆的种类及其结构，热中子堆中钚的使用，快中子增殖堆，核反应堆用材料，核聚变和聚变能的应用；第4章核电厂主要设备及核材料，介绍中外核电发展历史和现状，核岛和常规岛，反应堆材料辐照损伤，核压力容器及压力容器用钢，核反应堆的四道安全屏蔽，核电厂的主要设备。

难点：核爆炸和核反应堆的原理。

自主学习建议：查阅核技术最新发展动向。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

成绩考核形式：闭卷

成绩评定方式：平时成绩占10%，过程成绩占20%，期末理论考试成绩占70%。

《化工原理》课程教学大纲

课程英文名称: Principle of chemical Engineering

课程编号: 060061020

总学时及其分配: 32 学时, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0, 线上学时: 0, 实践周数: 无。

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李涛

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

课程性质: 必修

课程类别: 专业课程

《化工原理》是材料化学专业、新能源材料与器件专业一门重要的专业基础课, 它的内容是讲述化工单元操作的基本原理、典型设备的结构原理、操作性能和设计计算。化工单元操作是组成各种化工生产过程、完成一定加工目的的基本过程, 其特点是化工生产过程中以物理为主的操作过程, 包括流体流动过程、传热过程和传质过程。以了解材料行业中工业生产的化工基本知识和基本原理。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 培养学生有分析和解决单元操作中各种问题的能力, 即在科学研究和生产实践中对设备应具有操作管理、设计、强化与过程开发的本领。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 流体流动 (授课 12 学时)

第一节: 连续性假定, 流线与轨线, 流体流动的考察方法, 流体流动中的作

用力，牛顿粘性定律，流体流动中的机械能等。授课 1 学时

第二节：流体静力学，静力学方程，压强的表示方法，压强的静力学测量方法，U 型压差计。授课 2 学时。

第三节：流体流动中的守恒原理，质量守恒及方程，机械能守恒方程，伯努利方程。授课 2 学时。

第四节：流体流动的内部结构，层流与湍流，雷诺数，湍流的基本特征，边界层及边界层脱体，圆管内流体运动的数学描述，层流、湍流的平均运动速度。授课 2 学时

第五节：两种阻力损失，层流直管阻力损失，湍流直观阻力损失，统一表达式，局部阻力损失。授课 2 学时。

第六节：简单管路分析，分支管路分析，简单管路的数学描述，简单管路的设计型计算、操作型计算，分支管路的计算。授课 2 学时。

第七节：毕托管，孔板流量计，文丘里流量计，转子流量计。授课 1 学时

第二章 流体输送机械（6 学时）

第一节：流通输送机械的能量，管路特性方程，流体输送机械的主要技术指标，流体输送机械的分类。授课 1 学时。

第二节：离心泵的工作原理，主要构件-涡轮与蜗壳，液体在叶片之间的运动，等角速度旋转运动的考察方法，离心场中的机械能关系，离心泵的理论压头，流量对理论压头的影响，气缚现象，离心泵的特性曲线。授课 3 学时。

第三节：离心泵的有效功率和效率，流体黏度对特性曲线的影响，比例定律，离心泵的工作点，流量调节，合成特性曲线，组合方式，汽蚀现象，离心泵的安装高度，离心泵的种类。授课 2 学时。

第四章 流体通过颗粒层的流动（4 学时）

第一节：颗粒床层的特性，单颗粒的特性，颗粒群的特性，分布函数和频率函数，颗粒群的平均直径，床层的孔隙率，比表面积。授课 1 学时

第二节：流体床层的简化模型，流体压降的数学模型，量纲分析法和数学模型法，过滤原理，过滤方式，物料衡算，过滤方程，间歇过滤，恒压过滤方程，恒速过滤方程。授课 2 学时。

第三节：过滤设备，叶滤机，板框压滤机，厢式压滤机，回转真空过滤机。

授课 1 学时

第五章 颗粒的沉降和流态化 (4 学时)

第一节: 颗粒的沉降运动, 表面曳力和形体曳力, 曳力系数, 沉降的加速阶段, 等速阶段, 沉降速度, 斯托克斯方程。授课 2 学时。

第二节: 重力沉降设备, 降尘室, 增稠器, 分级器, 离心沉降设备, 旋风分离器, 转鼓式离心机, 碟式分离机, 管式高速离心机。授课 2 学时。

第六章 传热 (6 学时)

第一节: 传热过程中冷热流体的接触方式, 载流体及其选择, 传热速率, 换热器的热流量, 非定态传热过程, 传热机理, 傅里叶定律、热导率, 平壁的温度分布, 热流量, 圆筒内的温度分布, 热流量。授课 2 学时。

第二节: 通过多层壁的定态导热过程, 推动力和阻力的加和性, 各层的温差, 接触热阻, 流动对传热的贡献, 对流给热过程分类, 强制对流与自然对流, 牛顿冷却定律与给热系数, 给热系数的影响因素及无量纲化, 各无量纲群的物理意义, 圆形直管内强制湍流的给热系数。授课 2 学时。

第三节: 热量衡算微分方程, 传热速率方程式, 传热系数和热阻, 污垢热阻, 壁温计算, 传热过程的积分表达式, 操作线与推动力的变化规律, 传热基本方程, 对数平均推动力, 换热器的设计型计算、操作型计算。授课 2 学时。

四、本课程与其他课程的联系 (先修后续关系)

本课程在《高等数学》、《普通物理》和《物理化学》三门先修课的基础上进行教学。对先修课程的要求如下:

高等数学: 熟悉微积分及微分方程等内容。

普通物理: 对力学、热学、电学、物态和光学等概念清楚, 内容熟悉。

物理化学: 对热力学、相平衡、溶液理论、分子运动理论等章节的概念清楚, 内容熟悉。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 陈敏恒、丛德滋. 《化工原理》(第 4 版)(上). 化学工业出版社, 2015.

[2] 大连理工大学化工原理教研室. 《化工原理》(第 2 版)(上、下). 高等教育出版社, 2009.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂教学

重点和难点：

流体的密度和粘度的定义、单位、影响因素及数据获取、流体静力学方程、连续性方程、柏努利方程及其应用。流体的流动类型及其判断、雷诺准数的物理意义、计算；流体阻力产生的原因、流体在管内流动的机械能损失计算。管路的分类、简单管路计算及输送能力核算。离心泵的组合操作及选择组合形式的原则；影响离心泵性能的主要因素，离心泵特性曲线测定；管路特性曲线，离心泵的工作点及流量调节；往复泵的结构、工作原理。颗粒特性与表征、颗粒群的性质；重力沉降速度的计算与应用；过滤基本方程式及应用；过滤机等的基本结构、洗涤速率及生产能力计算；流态化的定义、分类，流化床的特征；离心沉降速度的特点、计算。对流传热基本原理，牛顿冷却定律；无相变管内强制对流的 α 关联式及应用；热速率方程与热负荷的计算、平均温差推动力、壁温计算、传热面积、加热程度和冷却程度计算。

后续自主学习建议：多复习、多做功试题。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：平时成绩的考核包括课堂提问、出勤情况，实践成绩包括课堂、课下作业等方面的内容。

成绩评定方式：平时成绩加实验成绩以及卷面成绩的办法。其中平时成绩占10%，实践成绩占20%，卷面成绩占70%。

《化工原理课程设计》课程教学大纲

课程英文名称： Design for Principles of Chemical Engineering

课程编号： 060061050

总学时及其分配： 2 周，其中授课学时： 0，实验学时： 0，线上学时： 0，实践周数： 2。

学分数： 2

适用专业： 新能源材料与器件

任课学院、系部： 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人： 李涛

编制日期： 2019 年 3 月

一、课程简介

课程性质： 必修

课程类别： 专业课程

化工原理课程设计是一门专业实践课程，是综合运用《化工原理》课程和有关先修课程所学知识，完成以化工单元操作为主的一次设计实践，从而对学生进行一次设计技能的基本训练，培养学生综合运用所学的书本知识解决实际问题的能力，也为毕业设计打下基础。因此，化工原理课程设计是提高学生实际工作能力的重要教学环节。

二、课程教学的目标

化工原理课程设计以“化工原理课程教学基本要求”为依据，通过课程设计达到以下目的：

- 1、使学生掌握化工设计的基本程序与方法；

- 2、结合设计课题培养学生查阅有关技术资料及物性参数的能力；
- 3、通过查阅技术资料，选用设计计算公式，搜集数据，分析工艺参数与结构尺寸间的相互影响，增强学生分析问题、解决问题的能力；
- 4、对学生进行化工工程设计的基本训练，使学生了解一般化工工程设计的基本内容与要求；
- 5、通过编写设计说明书，提高学生文字表达能力，掌握撰写技术文件的有关要求；
- 6、了解一般化工设备图基本要求，对学生进行绘图基本技能训练。

三、课程教学的基本内容及教学安排

化工原理课程设计应以化工单元操作的典型设备为对象，课程设计的题目尽量从科研和生产实际中选题。

化工原理课程设计内容包括：

- 1、设计方案简介：包括对给定或选定的工艺流程、主要设备的型式进行简要的论述。（2学时）
- 2、主要设备的工艺设计计算：包括工艺参数的选定、物料衡算、热量衡算、设备的工艺尺寸计算及结构设计。（2学时）
- 3、典型辅助设备的选型和计算：包括典型辅助设备的主要工艺尺寸计算和设备型号规格的选定。
- 4、工艺流程图：以单线图的形式绘制，标出主要设备和辅助设备的物料流向、物流量、能流量和主要化工参数测量点。（2学时）
- 5、主要设备工艺条件图：包括设备的主要工艺尺寸。（2学时）
- 6、编写设计说明书：掌握设计说明书的编写方法和格式。包括设计任务书、目录、设计方案简介与评述、工艺设计及计算、主要设备设计、工艺流程示意图（Visio 或 AutoCAD），电算程序及符号说明，设计结果总汇，设计结果的自我评价和结束语、参考文献等，要求整个设计内容全部用计算机打字排版、打印（其参见打印文本格式）。设计结果汇总表、参考文献等内容，并附工艺流程图和主要设备结构图。（2学时）
- 7、关于计算机的应用：掌握计算机编程计算。特别是优化设计计算，要求学生自编程序，自己上机操作，在说明书中附上计算框图，计算机程序及符号说

明以及设计（2学时）

课程设计的题目类型及选题要求：题目一般为塔设备设计、换热器设计、干燥器设计、蒸发器设计等，具体设计时，一般只选择一个课题，设计的题目应尽量联系生产实际。（16学时）

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程是《化工原理》。

五、建议使用教材与教学参考书

- 1.陈英南.《常用化工单元设备的设计》，上海，华东理工大学出版社，1996
- 2.梅慈云.《化工原理课程设计》，广州，华南理工大学出版社，1990
- 3.化学工程手册编辑委员会.《化学工程手册》，北京，化学工业出版社，1982
- 4.上海医药设计院.《化工工艺设计手册》，北京，化学工业出版社，1986
- 5.[日]尾花英朗.《热交换器设计手册》，北京，石油工业出版社，1980

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：少量课堂教学，大部分由学生独立完成

化工原理课程设计是培养和提高学生独立工作能力的实践课程，由学生在教师的指导下独立完成一个课题的设计。课程设计的主要计算内容已在《化工原理》课中讲过，因此设计过程中课堂讲授的时间不宜过多，教师可根据设计课题的具体内容选择一些难点进行课堂讲解，大部分设计内容应由学生独立完成。具体教学安排如下：

1、设计启动阶段：由指导教师下达设计任务，简要介绍设计内容、设计方法和设计要求，布置学生借阅设计参考书。

2、设计阶段：学生在教师的指导下，独立完成查阅技术资料 and 物性参数、选择设计方案、进行设计计算与优化、绘制工艺流程图与设备工艺条件图、编写设计说明书等设计任务。

3、设计答辩阶段：学生设计完成后，进行课程设计答辩，通过答辩，使学生对设计的方法和技能有进一步的认识和提高。应按照课程设计教学大纲规定及设计任务要求，用精练的语言、简洁的文字、清晰的图表来表达自己的设计思想

和计算结果，做到设计内容完整，设计合理，计算正确，叙述层次分明，条理清楚。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程设计报告形式考核，报告成绩占 70%，平时成绩（签到，作业，实践等）占 30%。

《锂电池材料与器件》课程教学大纲

课程英文名称: Materials and Devices of Lithium Battery

课程编号: 060061140

总学时及其分配:

总学时: 32, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0, 线上学时: 0

实践周数: 无

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 杨政鹏

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 必修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 该课程是新能源材料与器件专业学生必修的一门重要的专业核心课程。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 使学生了解锂电池的基本特点, 初步掌握锂电池基础知识、原理和技术, 具有初步的锂电池研究和设计能力, 为将来学生进行锂电池的利用与开发奠定理论基础, 同时也为学生以后从事锂电池领域的相关工作提供必备的工程基础知识

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论 (2 学时)

1.1 锂电池的基本特征

1.2 锂电池的基本应用和在国民经济中的地位

主要知识点：锂电池的基本特征，锂电池的基本应用和研究主要进展。

第二章 锂电池的工作原理（6 学时）

2.1 锂金属电池工作原理

2.2 锂离子电池工作原理

主要知识点：锂金属电池的结构及充放电反应原理，几种常见锂离子电池的结构及充放电工作原理。

第三章 锂电池负极材料（8 学时）

3.1 锂电池负极材料研究进展

3.2 锂电池负极材料制备方法

3.3 锂电池负极材料结构及性能表征

主要知识点：锂电池负极材料概述、种类，几种基本锂电池中负极材料的基本特征、基本要求和制备技术，常见锂电池负极材料的结构表征及其与性能的关系。

第四章 锂电池正极材料（8 学时）

4.1 锂电池正极材料研究进展

4.2 锂电池正极材料制备方法

4.3 锂电池正极材料结构及性能表征

主要知识点：锂电池正极材料概述、种类，几种基本锂电池中正极材料的基本特征、基本要求和制备技术，常见锂电池正极材料的结构表征及其与性能的关系。

第五章 锂电池电解质材料（8 学时）

5.1 锂电池电解质材料研究进展

5.2 锂电池电解质材料制备方法

5.3 锂电池电解质材料结构及性能表征

主要知识点：锂电池电解质材料概述、种类，电解质材料的基本特征、基本要求和制备技术，常见锂电池电解质材料的结构表征及其与性能的关系。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《锂电池材料与器件》是在学生已学习《应用电化学》、《材料科学基础》、《电工与电子技术》等学科基础上为学生学习后继基础课及从事生产实习而开设的一门技术基础课程。

五、建议使用教材与教学参考书

- [1] 黄可龙.《锂离子电池原理与关键技术》. 化学工业出版社, 2008 年.
- [2] 吴宇平.《锂离子电池—应用与实践》. 化学工业出版社, 2004 年.
- [3] 童忠良.《新能源材料与应用》. 国防工业出版社, 2008 年.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂讲授、小组讨论等。

重点：本课程的有关基本理论和基本概念，常用电池中关键材料的基本性能要求和制备方法。

难点：锂电池的基本结构和工作原理，提高关键材料性能的主要途径和制备方法。

自主学习建议：新型锂电池最新发展动向

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：期末成绩（闭卷考试）（70%）+平时成绩（作业、课堂讨论等）（30%）

成绩评定方式：采用百分制，60 分为及格

《企业绿色管理》课程教学大纲

课程英文名称: Green Management in Enterprises

课程编号: 061100010

总学时及其分配: 说明总学时及授课、实验、线上学时或实践周数等

总学时: 16, 其中授课学时: 16, 实验学时: 0, 线上学时: 0

实践周数: 无

学分数: 1

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 关意佳

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

不重视生态的政府是不清醒的政府,不重视生态的领导是不称职的领导,不重视生态的企业是没有希望的企业,不重视生态的公民不能算是具备现代文明意识的公民。既要金山银山又要绿水青山,是当前经济发展新常态的具体要求。可持续发展,绿色低碳环保的理念逐步成为人们的共识,作为经济增长的细胞-企业的绿色管理将成为实现低碳经济发展的至关重要的因素。课程采用前沿讲座的方式,对企业绿色管理以及绿色人力资源管理、绿色会计、绿色供应链管理、绿色营销等企业绿色管理资源要素和核心业务流程进行讲解,并对企业绿色管理的系统应用-绿色饭店进行阐述,使受众对低碳时代的企业管理发展趋势有一个正确的认识,启发对企业管理创新实践的进一步追求。

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用:

该课程是材料专业学生的一门拓展知识课程。

二、课程教学的目标

对企业绿色管理以及绿色人力资源管理、绿色会计、绿色供应链管理、绿色营销等企业绿色管理资源要素和核心业务流程进行讲解,并对企业绿色管理的系统应用-绿色饭店进行阐述,使同学们对低碳时代的企业管理发展趋势有一个正确的认识,启发对企业管理创新实践的进一步追求。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 低碳大趋势：企业绿色管理（授课 2 学时）

第一节 什么是绿色管理（绿色管理的含义，授课 0.5 学时）

第二节 绿色管理缘何而起（绿色管理的起源，授课 0.5 学时）

第三节 企业如何进行绿色管理（介绍企业的绿色管理，授课 0.5 学时）

第四节 名著导读：《寂静的春天》（拓展阅读面，授课 0.5 学时）

第二章 人与自然和谐：绿色人力资源管理（3 学时）

第一节 绿色人力资源管理是如何产生的（绿色人力资源管理的产生，授课 1 学时）

第二节 什么是绿色人力资源管理（绿色人力资源管理的含义，授课 1 学时）

第三节 企业如何实施绿色人力资源管理（介绍企业的绿色人力资源管理，授课 0.5 学时）

第四节 名著导读：《瓦尔登湖》（拓展阅读面，授课 0.5 学时）

第三章 可持续发展：绿色会计（3 学时）

第一节 绿色会计的意义（绿色会计的意义，授课 0.5 学时）

第二节 国外绿色会计的产生和发展（国外绿色会计的产生和发展，授课 1 学时）

第三节 我国绿色会计事业的状况（我国绿色会计事业的状况，授课 0.5 学时）

第四节 绿色会计核算问题探讨（绿色会计核算问题探讨，授课 0.5 学时）

第五节 名著导读：《沙乡年鉴》（拓展阅读面，授课 0.5 学时）

第四章 节能与减排：绿色供应链管理（3 学时）

第一节 为什么要倡导绿色供应链管理（绿色供应链管理的意义，授课 1 学

时)

第二节 什么是绿色供应链管理(什么是绿色供应链管理的含义,授课 1 学时)

第三节 绿色供应链管理体系与实践(绿色供应链管理体系与实践,授课 0.5 学时)

第四节 名著导读:《濒临失衡的地球》(拓展阅读面,授课 0.5 学时)

第五章 环保与生态:绿色营销(3 学时)

第一节 什么是绿色营销(绿色营销的含义,授课 1 学时)

第二节 绿色需求是如何产生的(绿色需求的产生,授课 1 学时)

第三节 企业如何实施绿色营销 4P 策略(绿色营销 4P 策略的实施过程,授课 1 学时)

第六章 环保健康安全:绿色饭店(2 学时)

第一节 什么是绿色饭店(绿色饭店的含义,授课 1 学时)

第二节 为什么要建设和管理绿色饭店(建设和管理绿色饭店的意义,授课 0.5 学时)

第三节 怎样建设和管理绿色饭店(建设和管理绿色饭店的实施过程,授课 0.5 学时)

四、本课程与其他课程的联系(先修后续关系)

本课程的先修课程有《高等数学》等。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 高广阔.《跨国公司绿色管理》.经济管理出版社,2007.

[2] 王能民,孙林岩,汪应洛编著.《绿色供应链管理》.清华大学出版社,2005.

[3] 王建明.《企业绿色会计理论》.河海大学出版社,2007.

[4] 马士华,林勇编著.《供应链管理》.高等教育出版社,2006.

[5] 万后芬.《绿色营销》.高等教育出版社,2006.

六、教学方法与学习建议(授课方式、重点、难点及后续自主学习建议)

授课方式:讲授法、谈论法、读书指导法

重点和难点：理解企业推行绿色管理的意义，并掌握企业绿色管理与传统管理的联系和区别，以及企业绿色管理的原则。

后续自主学习建议：

- (1) 上课认真听讲，要求学生在课堂上能够消化教学内容
- (2) 上课记课堂笔记，对课堂笔记要经常检查
- (3) 要求学生独立完成作业
- (4) 课下及时复习并解决疑难问题，每周有固定的答疑时间
- (5) 两周一次定期与学生展开讨论，帮助学生解决疑难问题并听取学生的意见建议，进一步提高授课质量

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%

《气敏材料与器件》课程教学大纲

课程英文名称: Gas Sensing Material and Device

课程编号: 061061230

总学时及其分配: 总学时 32, 理论学时 32

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

《气敏材料与器件》是新能源材料与器件专业的一门专业选修课。主要培养学生掌握一门传感技术、信号检测方法。为新能源材料及器件的开发起到辅助作用。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 是学生了解气敏材料及器件的基础知识及应用技术, 理解各种气敏材料与器件的致敏机理和传感技术, 能够进行气敏材料的开发和气敏传感器的应用研究。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第 1 章 纳米薄膜气敏技术与展望 (4 学时)

1.1 纳米薄膜气敏技术与展望

1.2 按材料分类的纳米薄膜气敏传感器

1.3 气敏传感器中的非线性信号处理

第 2 章 薄膜制备技术 (6 学时)

2.1 溶胶-凝胶 (sol-gel) 法

2.2 气敏传感纳米薄膜制备溅射技术

2.3 溅射过程中薄膜的形成及其气敏机理

2.4 太阳能电池的 ZnO 透明导电膜陷光电极的制备

第 3 章 检测技术 (6 学时)

3.1 气敏特性测试

3.2 X 射线技术在传感器纳米薄膜晶体结构及晶粒尺寸分析中的应用

3.3 扫描电子显微镜分析

3.4 利用原子力显微镜观测薄膜的平整度

3.5 利用椭圆偏振光测定介电薄膜的厚度

第 4 章 掺杂理论与元件的功率计算 (6 学时)

4.1 金属氧化物掺杂对 TiO₂ 气敏特性的影响

4.2 氧化物导电薄膜的*佳掺杂含量理论计算

4.3 二氧化锡薄膜的*佳掺杂含量理论表达式

4.4 气敏传感器元件的功率计算

第 5 章 气敏传感器信号的处理与融合 (6 学时)

5.1 气敏传感器中的非线性信号及其反演

5.2 经典非线性信号 (函数) 拟合法

5.3 近代非线性信号 (函数) 拟合法

5.4 传感器非线性信号的补偿与融合

第 6 章 实际应用 (4 学时)

6.1 矿井瓦斯检测

6.2 一种智能气敏传感器及其无线数据传输系统

6.3 油库漏气的检测

6.4 基于无线传输的多探头湿度控制仪

6.5 车辆驾驶人员呼气酒精含量检测

四、本课程与其他课程的联系 (先修后续关系)

先修课程包括: 物理化学, 应用电化学等

后续课程包括: 电工电子技术训练等

五、建议使用教材与教学参考书

教材: 《气敏传感器的制备与应用》高振斌、汪鹏、田丰著, 化学工业出版社

社，2015。

参考书：

1.《氧化物半导体气敏材料制备与性能》，孙广主编，化学工业出版社，2018。

2.《同济博士论丛——新型纳米结构气敏材料吸附机理与实验研究》，高国华，吴广明 著，同济大学出版社，2018。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

教学方法：采用多媒体辅助教学、课后自学、习题课等教学方式。

课堂教学

以基本理论——工作原理——应用及结果分析为主线，对课程中的重点、难点问题着重讲解。对重点、难点章节安排习题课，例题的选择以培养学生消化和巩固所学知识，用以解决实际问题为目的。

课后自学

为了培养学生综合分析、整理归纳的能力，要求学生课后进行自学，对讲授过的重点进行归纳整理，对了解部分的内容进行自学加深。

课外作业

课外作业题的选择基于对基本理论的理解和巩固，培养综合分析问题的能力。每章布置 2-3 题。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

考试采取闭卷考试方式，内容以基本概念、基本理论为主。考试成绩占 70%，平时成绩占 10%，作业成绩占 20%。

《燃料电池材料与器件》课程教学大纲

课程英文名称: Materials and Devices of Fuel Cell

课程编号: 061061350

总学时及其分配: 总学时: 24, 其中授课学时: 24, 实验学时: 0,

线上学时: 0, 实践周数: 无

学分数: 1.5

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 夏启勋

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 《燃料电池材料与器件》是新能源材料与器件专业的一门重要的专业选修课。本课程介绍了质子交换膜燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池及可再生燃料电池的基本原理、关键材料和技术、性能特点及应用前景。同时介绍了上述几种燃料电池中的关键材料(如电催化剂、质子交换膜、膜电极、极板等)的研究进展和发展趋势。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 学生应达到下列要求:

1. 掌握燃料电池的工作原理、结构组成及燃料电池电极材料的结构、组成及其制备工艺。2. 质子交换膜燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池材料和技术、再生燃料电池等。

3. 系统掌握常用燃料电池电极材料的性质、用途及制备方法。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 质子交换膜燃料电池(6 学时)

第一节 质子交换膜燃料电池原理及概述，质子交换膜燃料电池电催化机理及催化剂研究进展，授课 2 学时

第二节 质子交换膜，膜电极的制备，授课 2 学时

第三节 燃料电池双极板材料和技术，单电池和电堆技术，直接甲醇燃料电池催化剂，授课 2 学时

第二章 熔融碳酸盐燃料电池(6 学时)

第一节 概述，熔融碳酸盐燃料电池发展历程，目前的研究现状，面临的问题及解决问题的方法，授课 2 学时

第二节 熔融碳酸盐燃料电池的工作原理简介，熔融碳酸盐燃料电池隔膜，熔融碳酸盐燃料电池电极材料，授课 2 学时

第三节 熔融碳酸盐燃料电池电池结构和性能，熔融碳酸盐燃料电池的制备和运行，熔融碳酸盐燃料电池电站，影响熔融碳酸盐燃料电池性能和寿命的主要因素分析，授课 2 学时

第三章 固体氧化物燃料电池材料和技术(6 学时)

第一节 固体氧化物燃料电池材料概述，固体氧化物燃料电池材料发展历程，目前的研究现状，面临的问题及解决问题的方法，授课 2 学时

第二节 电解质材料，阳极和阴极材料，授课 2 学时

第三节 连接体材料，密封材料，展望，授课 2 学时

第四章 再生燃料电池(6 学时)

第一节 再生燃料电池概述，再生燃料电池发展历程，目前的研究现状，面临的问题及解决问题的方法，授课 2 学时

第二节 再生燃料电池原理和分类，可再生燃料电池关键材料和技术，授课 2 学时

第三节 再生燃料电池应用，再生燃料电池未来展望，授课 2 学时

四、本课程与其他课程的联系

先修课程：《新能源材料》、《材料分析测试技术》、《材料合成与制备技术》和《物理化学》。

后修课程：《储能材料与技术》、《新能源材料与器件创新实验》和《新能源材料与器件课程设计》。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 章俊良, 蒋峰景编著,《燃料电池：原理 关键材料和技术》，上海交通大学出版社,2014

[2] 韩敏芳, 彭苏萍著,《固体氧化物燃料电池材料及制备》，科学出版社,2004

六、教学方法与学习建议

授课方式：讲授

重点和难点：重点是固体氧化物燃料电池材料和技术，难点是质子交换膜燃料电池

后续自主学习建议：建议学习燃料电池催化剂材料

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%。

《热电材料与器件》课程教学大纲

课程英文名称: Thermoelectric Materials and Devices

课程编号: 061061360

总学时及其分配: 24 学时, 其中授课学时: 24, 实验学时: 0, 线上学时: 0, 实践周数: 无。

学分数: 1.5

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李涛

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

课程性质: 选修

课程类别: 专业课程

《热电材料与器件》是新能源材料与器件专业一门重要的专业基础课, 本课程比较全面地梳理和总结了热电材料与器件研究领域的基础理论和新的发现, 并结合国内外该领域的研究进展和相关理论, 系统阐述了热电材料的多尺度结构与性能调控策略, 总结了器件设计集成与应用技术的研究成果。课程特别注重基本物理效应与高性能热电材料设计合成的融合, 并且对该领域的未来发展和挑战提出了基本思考, 为进一步学习相关的专业课打下坚实的理论基础。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 使学生对热电材料的基本转换机理、性能转化策略、典型热点体系及材料有所了解及掌握, 同时提高学生设计与合成热电材料的见解与能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 热电转换基本原理（授课 6 学时）

第一节：温差电动势材料，热电导材料，热释电材料，塞贝克效应，塞贝克电动势，温差电热效应，伯尔贴热效应，汤姆逊热效应，接点-介质温差效应，温差电动势材料的种类，温差电动势材料的应用。授课 2 学时

第二节：热电导效应，热电导材料的特征值，电导率的温度系数，耗散系数 H ，功率灵敏度，灵敏阈值，热电导材料的种类，热电导材料的应用。授课 2 学时。

第三节：热释电效应，热释电材料的特征值，热释电材料的种类，热释电材料的应用，热释电材料的种类，有机高聚物晶体，热释电材料的应用。授课 2 学时

第二章 热电材料性能优化策略（6 学时）

第一节：热电运输基础理论，载流子运输的能带模型，载流子的散射，固体材料中的热传导与声子散射，因子与优异热电材料的基本特征。授课 2 学时。

第二节：热电材料性能优化典型策略，多能带简并，电子共振态，合金固溶，声子共振散射，类液态效应。授课 2 学时。

第三节：纳米结构热电运输理论与纳米热电材料，纳米尺度的电运输，纳米尺度的热运输，纳米晶与纳米复合热电材料。授课 2 学时。

第三章 热电运输性能的测量（6 学时）

第一节：引言，块体材料热电性能测量，电导率，泽贝克系数，热导率。授课 2 学时

第二节：薄膜材料热电性能测量，薄膜材料热导率测量，薄膜材料电阻率测量。授课 2 学时。

第三节：薄膜材料泽贝克系数测量，纳米线电导率和泽贝克系数测量，纳米线热导率测量。授课 1 学时。

第四章 典型热电材料体系及其性能优化（6 学时）

第一节： Bi_2Te_3 基合金， PbX ($\text{X}=\text{S},\text{Se},\text{Te}$) 化合物，硅基热电材料， SiGe 合金， Mg_2X ($\text{X}=\text{Si},\text{Ge},\text{Sn}$)，高锰硅化合物， FeSi_2 。授课 2 学时。

第二节：笼状结构化合物，方钴矿与填充方钴矿，笼合物，快离子导体热电材料，氧化物热电材料。授课 2 学时。

第三节：其他新兴热电材料体系，半 Heusler 合金，类金刚石结构化合物。
授课 2 学时。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程在《无机化学》、《材料科学基础》和《固体物理》三门先修课的基础上进行教学。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 陈立东. 《热电材料与器件》. 科学出版社, 2008.

[2] 高敏, 张景韶. 《温差电转换及应用》. 兵器工业出版社, 1996.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂教学

重点和难点：塞贝克效应，塞贝克电动势，温差电热效应，伯尔贴热效应，汤姆逊热效应，多能带简并，电子共振态，合金固溶，声子共振散射，类液态效应等

后续自主学习建议：

1、上课认真听讲，要求学生在课堂上能够消化教学内容

2、上课记课堂笔记，对课堂笔记要经常检查

3、要求学生独立完成作业

4、课下及时复习并解决疑难问题,每周有固定的答疑时间

5、两周一次定期与学生展开讨论，帮助学生解决疑难问题并听取学生的意见建议，进一步提高授课质量。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：平时成绩的考核包括课堂提问、出勤情况，实践成绩包括课堂、课下作业等方面的内容。

成绩评定方式：平时成绩加实验成绩以及卷面成绩的办法。其中平时成绩占 10%，实践成绩占 10%，卷面成绩占 70%。

《生物能源》课程教学大纲

课程英文名称: Bioresource Energy

课程编号: 061061270

总学时: 32, 其中授课学时: 32, 实验学时: 0, 线上学时: 0

实践周数: 无

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 关意佳

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

生物能源主要介绍生物质能转换技术定义及类型、生物能源植物的经济性能及生物能源原料选择、主要能源植物遗传育种、主要能源植物高效生产、生物质的直接燃烧技术、生物柴油技术、染料乙醇技术、生物质裂解机理及工艺、生物质气化技术、生物质压缩成型技术。

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用:

该课程是新能源材料与器件专业学生选修的一门知识拓展的课程。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习,使同学们了解生物能源生产、科研全貌,初步掌握主要能源植物遗传育种、主要生物能源原料高效生产和主要生物质能源转换、利用方式技术及其存在的主要问题和发展方向。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 可再生能源与生物质能源（4 学时）

第一节 可再生能源与生物质能源概况（可再生能源与生物质能源概况，授课 1 学时）

第二节 世界能源的趋势及政策（世界能源的趋势及政策，授课 1 学时）

第三节 能源相关概念及单位（能源相关概念及单位，授课 1 学时）

第四节 生物质资源与能源利用特点（生物质资源与能源利用特点，授课 1 学时）

第二章 沼气工程技术与实例分析（4 学时）

第一节 沼气相关法律及发展沼气的重要性（沼气相关法律及发展沼气的重要性，授课 0.5 学时）

第二节 沼气发展简史（沼气发展简史，授课 0.5 学时）

第三节 沼气发酵原理（沼气发酵原理，授课 1 学时）

第四节 沼气发酵基本工艺方法（沼气发酵基本工艺方法，授课 0.5 学时）

第五节 户用沼气池技术与池型介绍（户用沼气池技术与池型介绍，授课 1 学时）

第六节 大中型沼气工程技术与项目设计（大中型沼气工程技术与项目设计，授课 0.5 学时）

第三章 燃料乙醇工程技术与应用实例分析（6 学时）

第一节 燃料乙醇的“十二五”规划（燃料乙醇的规划，授课 0.5 学时）

第二节 燃料乙醇的技术发展（燃料乙醇的技术发展，授课 0.5 学时）

第三节 燃料乙醇生产的原辅材料（燃料乙醇生产的原辅材料，授课 0.5 学时）

第四节 乙醇发酵机理（乙醇发酵机理，授课 1 学时）

第五节 乙醇蒸馏脱水的原理及工艺流程（乙醇蒸馏脱水的原理及工艺流程，授课 1 学时）

第六节 糖类原料乙醇发酵工艺与实例（糖类原料乙醇发酵工艺与实例，授课 0.5 学时）

第七节 淀粉类原料乙醇发酵工艺及实例（淀粉类原料乙醇发酵工艺及实例，

授课 1 学时)

第八节 酒母的制备 (酒母的制备, 授课 0.5 学时)

第九节 纤维素类原料发酵工艺解析 (纤维素类原料发酵工艺解析, 授课 0.5 学时)

第四章 生物柴油工程技术与应用分析 (4 学时)

第一节 生物柴油相关概念 (生物柴油相关概念, 授课 0.5 学时)

第二节 生物柴油国内外发展现状 (生物柴油国内外发展现状, 授课 0.5 学时)

第三节 生物柴油特性及优缺点 (生物柴油特性及优缺点, 授课 1 学时)

第四节 生物柴油标准与测试方法 (生物柴油标准与测试方法, 授课 1 学时)

第五节 生物柴油生产工艺与工程实例分析 (生物柴油生产工艺与工程实例分析, 授课 1 学时)

第五章 生物质燃烧、气化、液化及致密成型技术与工程应用 (6 学时)

第一节 生物质特性、燃烧机理与方式 (生物质特性、燃烧机理与方式, 授课 2 学时)

第二节 生物质热裂解机理、工艺类型及影响因素分析 (生物质热裂解机理、工艺类型及影响因素分析, 授课 2 学时)

第三节 生物质气化技术分类及原理与技术应用 (生物质气化技术分类及原理与技术应用, 授课 1 学时)

第四节 生物质致密成型原理及影响因素分析 (生物质致密成型原理及影响因素分析, 授课 1 学时)

第六章 生物质制氢技术 (4 学时)

第一节 生物质制氢技术概述 (生物质制氢技术概述, 授课 1 学时)

第二节 氢的制取途径 (氢的制取途径, 授课 2 学时)

第三节 氢的储存和利用方式 (氢的储存和利用方式, 授课 1 学时)

第七章 能源生态模式与生物质能项目工程技术经济分析 (4 学时)

第一节 能源生态模式及其特点 (能源生态模式及其特点, 授课 2 学时)

第二节 技术经济评价指标 (技术经济评价指标, 授课 1 学时)

第三节 生态模式工程实例分析（生态模式工程实例分析，授课 1 学时）

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

例如：本课程的先修课程有《无机化学》、《有机化学》、《物理化学》等。

五、建议使用教材与教学参考书

例如：[1] 孙传伯.《生物质能源工程》.合肥工业大学出版社, 2015.

[2] 刘灿.《生物质能源》. 电子工业出版社, 2016.

[3] 张建安.《生物质能源利用技术》. 化学工业出版社, 2009.

[4] 刘广青,董仁杰,李秀金.《生物质能源转化技术》. 化学工业出版社, 2009.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：讲授法、谈论法

重点和难点：掌握可再生能源与生物质能源、沼气工程、燃料乙醇工程、生物柴油工程、生物质气化、液化和致密成型、生物制氢及能源生态等的基本特点，了解生物能源发酵技术的基本原理、技术方法和工程实践，以及一些较新的前沿动态。可再生能源与生物质能源的关系，生物能源发酵技术的基本原理和技术方法。

后续自主学习建议：

（1）上课认真听讲，要求学生在课堂上能够消化教学内容

（2）上课记课堂笔记，对课堂笔记要经常检查

（3）要求学生独立完成作业

（4）课下及时复习并解决疑难问题，每周有固定的答疑时间

（5）两周一次定期与学生展开讨论，帮助学生解决疑难问题并听取学生的意见建议，进一步提高授课质量

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%

《太阳能电池原理及技术》课程教学大纲

课程英文名称: Principles and Technology of Solar Cell

课程编号: 060061150

总学时: 32, 其中授课学时: 32

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

太阳能电池原理及技术是本专业的必修课,在课程中,要向学生介绍太阳能电池的基本工作原理和设计,结合目前采用的电池制造工艺和即将实施的改进工艺,以及在应用这些电池的系统设计中的重要考虑,使学生对太阳能电池有个全面的了解。本课程不但要给学生介绍阳光的性质、构成电池半导体材料的有关性质以及这两者之间的相互作用,还要简要论述太阳能电池设计中的重要因素、现行的电池制造工艺以及未来可能的工艺。

二、课程教学的目标

通过教学,应使学生系统掌握太阳能电池的基本知识,基本了解太阳能电池的工作原理,并能够进行简单的应用。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 太阳能电池和太阳光(授课4学时)

第一节 引言

第二节 太阳能电池工作原理及发展概况(主要知识点:太阳能电池工作原理。授课1学时)

第三节 太阳光的物理来源

第四节 太阳常数（主要知识点：太阳光的相关参数和知识。授课 1 学时）

第五节 地球表面的日照强度（主要知识点：日照强度。授课 1 学时）

第六节 太阳的视运动（主要知识点：太阳的视运动。授课 1 学时）

第二章 半导体与 P-N 结（授课 6 学时）

第一节 简介

第二节 基本原理（主要知识点：晶体的结构和取向；禁带宽度的概念。
授课 2 学时）

第三节 载流子的产生（主要知识点：电子和空穴的相关知识。授课 1 学时）

第四节 载流子的复合（主要知识点：载流子浓度等半导体相关的参数和性能。授课 1 学时）

第五节 载流子的运动（主要知识点：电子和空穴的动力学。授课 1 学时）

第六节 P-N 结（主要知识点：p-n 结的静电学。授课 1 学时）

第三章 太阳能电池的特性（授课 4 学时）

第一节 理想太阳能电池（主要知识点：理想太阳能电池。授课 1 学时）

第二节 太阳能电池的参数（主要知识点：开路电压；短路电流；填充因子；
能量转化效率。授课 1 学时）

第三节 电阻效应（主要知识点：串联电阻；并联电阻。授课 1 学时）

第四节 其他效应

第五节 对太阳能电池的测量（主要知识点：对太阳能电池的测量方法。授
课 1 学时）

第四章 硅太阳能电池的设计与制造技术（授课 8 学时）

第一节 基础太阳能电池设计（主要知识点：太阳能电池设计方法。授课 1
学时）

第二节 光学设计（主要知识点：光学设计方法。授课 1 学时）

第三节 复合效应的降低（主要知识点：复合效应的降低方法。授课 1 学时）

第四节 电阻损耗（主要知识点：降低电阻损耗的方法。授课 1 学时）

第五节 太阳能电池的结构（主要知识点：太阳能电池封装成太阳能电池组
件的方法。授课 1 学时）

第六节 第一个光伏器件

第七节 早期硅太阳能电池（主要知识点：早期硅太阳能电池的结构。授课 1 学时）

第八节 硅晶片和衬底（主要知识点：硅提纯的方法。授课 1 学时）

第九节 硅太阳能电池制造技术（主要知识点：硅太阳能电池的生产工艺。授课 1 学时）

第五章 其他器件结构（授课 4 学时）

第一节 引言

第二节 同质结（主要知识点：常见器件的结构。授课 1 学时）

第三节 半导体异质结（主要知识点：半导体异质结基本工作原理。授课 1 学时）

第四节 金属-半导体异质结（主要知识点：金属-半导体异质结结构。授课 1 学时）

第五节 实用的低电阻接触（主要知识点：低电阻接触。授课 1 学时）

第六章 其他半导体（授课 6 学时）

第一节 引言

第二节 多晶硅（主要知识点：多晶硅原理、构造和性能。授课 1 学时）

第三节 非晶硅（主要知识点：非晶硅原理、构造和性能。授课 1 学时）

第四节 砷化镓太阳能电池（主要知识点：砷化镓太阳能电池原理、构造和性能。授课 1 学时）

第五节 有机太阳能电池（主要知识点：有机太阳能电池原理、构造和性能。授课 1 学时）

第六节 钙钛矿太阳能电池（主要知识点：钙钛矿太阳能电池原理、构造和性能。授课 1 学时）

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《太阳能电池原理及技术》是在学生已学习《固体物理》、《应用电化学》学科基础上为学生学习后继基础课而开设的一门技术基础课程。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《太阳能电池工作原理、技术和系统应用》，Martin A.Green, 上海交通大学出版社，2010。

参考书：

- 1.《太阳能电池基础与应用》，熊绍珍、朱美芳，科学出版社，2009。
- 2.《太阳能光伏电池及其应用》，滨川圭弘，科学出版社，2008。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

本课程是一门专业课，在教学过程中应精讲多练，讲练结合；突出基本概念、基本理论和基本方法；充分利用现代教学手段，倡导传统与现代结合的教学模式，师生互动，启发诱导，激活思维，鼓励创新。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

考试方法：闭卷，计分的比例为：平时成绩占 10%，实验成绩占 20%，期末理论考试成绩占 70%。

《碳材料科学与工程》课程教学大纲

课程英文名称：Carbon Material Science and Engineering

课程编号：061061110

总学时及其分配：

总学时：32，其中授课学时：32，实验学时：0，线上学时：0

实践周数：无

学分数：1

适用专业：新能源材料与器件

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人：赵瑞奇

编制日期：2019年3月

一、课程简介

《碳材料科学与工程》是材料科学与工程专业本科开设的一门专业课程，是在学习了材料相关课程、高分子化学、高分子物理与聚合物加工原理等课程的基础上，为了使学生更好的掌握材料科学与工程的基本概念与基本原理、了解功能高分子材料而开设的一门课程。通过本课程的学习，使学生在专业理论知识的基础上，了解碳材料的基本概念、制备方法、表征分析方法以及碳材料的分类和应用领域，加深和拓展对高分子材料物理化学性质和结构与性能的认识。

课程的性质：必修或选修

课程的类别：通识课程、专业课程、实践教学三类选其一

课程在专业人才培养中的地位和作用：

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，使学生掌握碳的基本定义、制备方法、分类，了解各种

碳的基本性质与结构的关系，了解碳材料的应用领域，能够更深层次的理解材料化学、功能材料的基本概念与基本原理。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程内容涉及到碳材料的基本概论、分类、制备方法、表征分析方法、碳材料的同素异形体、碳材料的应用等内容，使学生对碳材料有一个全面的了解，具体的章节如下：

第一讲 碳材料发展历程；(2 学时)

第二讲 碳材料科学基础；(6 学时)

第三讲 富勒烯；(4 学时)

第四讲 碳纳米管；(6 学时)

第五讲 石墨烯；(6 学时)

第六讲 金刚石；(2 学时)

第七讲 石墨；(2 学时)

第八讲 碳纤维；(2 学时)

第九讲 多孔碳；(2 学时)

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是在学生学习了高分子化学与高分子物理的课程之后开设的高分子材料专业选修课程，通过本课程的学习，拓展学生对高分子材料的认识、加深对高分子科学的基本概念和原理的认识和理解。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 《碳材料科学与工程基础》 稻垣道夫等 清华大学出版社 (第二版)。

[2] 《介孔碳材料的合成与应用》， 刘玉荣，国防工业出版社。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

本课程主要是课堂讲授，辅以习题课，通过习题讲解，加强概念的理解和理论的应用。每章布置一定量的课后思考题，以加深本章节重点内容的理解和巩固。

授课方式：以多媒体教学为主，辅以板书讲解。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，

并有具体细则与记录)

课程考核方式: 闭卷考试。

成绩评定方式: 本课程的成绩分为卷面成绩和平时成绩, 其中卷面成绩占
70%, 平时成绩 30%。

《文献检索与科技写作（双语）》课程教学大纲

课程英文名称：Retrieval and Scientific Writing

课程编号：061061050

总学时及其分配：

总学时：32，其中授课学时：32，实验学时：0，线上学时：0

实践周数：无

学分数：2

适用专业：新能源材料与器件

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人：赵瑞奇

编制日期：2019年3月

一、课程简介

本课程是一门融理论、方法、实践于一体，能激发大学生创新意识和培养创新能力的专业选修课。其目的是使学生获得一定的文献信息收集、整理、加工与利用能力，以利其课程论文或毕业论文的顺利完成；同时，促进大学生的信息意识、信息价值、信息道德与信息安全等信息素质观念的形成与发展，提高学生学习、研究和创新能力，以便更好地适应当今知识经济时代，满足信息社会的需要。本课程以全新的视角，将一些检索工具与传统的和现代的有段有机的融为一体，具体内容涉及各种文献特点与分布，传统文献检索工具的编排组织规则和使用方法，电子文献检索技术，国内外著名的题录、文摘或索引数据库、引文数据库、全文数据库的特点及使用方法，文献的合理使用，学术论文的写作规范、撰写方法及投稿技巧等。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，学生能够掌握文献信息检索的基础知识，信息处理技能，较为熟练地利用图书馆馆藏传统文献检索工具和网络学术数据库来查检、获取学

习与研究中所需的文献信息，并对我国有关的信息安全与知识产权方面的法律法规和常识有一定的了解，初步形成负责地使用文献资源的意识和观念。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 文献信息检索概论（2 学时）

- 1.1 信息、知识、文献
- 1.2 文献信息检索基础知识
- 1.3 文献信息检索的途径、方法与步骤

第二章 网络信息资源检索（6 学时）

- 2.1 网络信息资源概述
- 2.2 网络信息资源分类
- 2.3 网络信息资源检索基本方法
- 2.4 网络信息资源检索基本技术
- 2.5 网络信息资源检索策略
- 2.6 网络信息检索工具--搜索引擎

第三章 国外全文数据库检索（4 学时）

- 3.1 RSC 外文期刊网
- 3.2 Springer Link 电子期刊全文库
- 3.3 Elsevier Science 电子期刊
- 3.4.ACS 期刊全文库

第四章 中文全文数据库检索（4 学时）

- 4.1 CNKI 中国期刊全文数据库
- 4.2 中文科技期刊数据库
- 4.3 万方数据库资源系统

第五章 科技论文写作（16 学时）

- 5.1 科技论文的结构与分类
- 5.2 纲要、题目、摘要的写法
- 5.3 引言的写作
- 5.4 实验与方法
- 5.5 结果与讨论、致谢

5.6 参考文献写作、Endnote 管理文献及其在论文写作中的使用

5.7 Cover Letter 的写作、回复审稿意见

5.8 经典文章鉴赏与分析、点评学生的论文

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

使学生获得一定的文献信息收集、整理、加工与利用能力，以利其课程论文或毕业论文的顺利完成。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 孙平、伊雪峰主编，《科技写作与文献检索》，清华大学出版社，2013 年.

[2] 黄军左主编，《文献检索与科技论文写作》，中国石化出版社，2010 年.

[3] 罗伯特戴、巴巴拉 盖斯特尔著，《如何撰写和发表科技论文》（影印版），北京大学出版社，2011 年.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

学生应掌握的基本知识：文献信息检索的途径、方法与步骤，国内外全文数据库检索，科技论文的结构、规范与写作

学习建议：

1、上课认真听讲，要求学生在课堂上能够消化教学内容

2、上课记课堂笔记，对课堂笔记要经常检查

3、要求学生独立完成作业

4、课下及时复习并解决疑难问题,每周有固定的答疑时间

5、两周一次定期与学生展开讨论，帮助学生解决疑难问题并听取学生的意见建议，进一步提高授课质量

授课方式：以多媒体教学为主，辅以板书讲解。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：闭卷考试。

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%。

《先进陶瓷材料》课程教学大纲

课程英文名称: Advanced Ceramics

课程编号: 061061150

总学时及其分配: 总学时: 16, 其中授课学时: 16, 实验学时: 0

学分数: 1

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 夏启勋

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 《先进陶瓷材料》课程从无机材料晶体结构出发,系统介绍陶瓷材料的结构与性能之间的关系,主要包括: 无机材料晶体结构、显微组织,陶瓷相变与相图,氧化物、碳化物、氮化物与玻璃陶瓷典型材料及陶瓷基复合材料,并结合其应用,对其力学性能进行详细介绍。同时对特种陶瓷在各方面的应用与发展做了介绍。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 学生应达到下列要求:

1. 通过对该门课程的学习, 使学生了解世界和中国储能的发展现状, 掌握储能的基本原理及形式。

2. 了解储能机理、新能源材料和金属氢化物镍(Ni / MH)电池材料, 熟悉锂离子电池和超级电容器的基本原理, 深化理解太阳能电池和燃料电池的原理和材料, 加深对储能材料应用的认识。

3. 重点把握各种储能技术的特点和适用范围。在此基础上掌握大规模储能的基本原理和应用现状。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 概述 (2 学时)

第一节 从传统陶瓷到特种陶瓷，特种陶瓷和粉末冶金，特种陶瓷的特性和应用领域，研究特种陶瓷的意义和特种陶瓷的发展前景，授课 2 学时

第二章 特种陶瓷的化学键和晶体结构 (2 学时)

第一节 特种陶瓷的化学键，特种陶瓷的典型晶体结构，球体密堆原理和鲍林规则，由面心立方点阵构成的典型陶瓷结构，由密排六方点阵构成的典型陶瓷结构，其他特种陶瓷晶体结构，授课 1 学时

第二节 硅酸盐晶体结构，固溶体和间隙相，玻璃相，授课 1 学时

第三章 特种陶瓷的基本制备工艺 (2 学时)

第一节 特种陶瓷粉末制备，熟悉原料和原料粉末的一般制备方法，超细粉的特性，制取特种陶瓷粉末的固相法、气相法、液相法、机械法和溶剂蒸发法，授课 2 学时

第二节 特种陶瓷的成形方法，主要掌握成形前的原料处理、主要的成形方法、粉料成形方法、浆料成形方法、可塑成形方法等，特种陶瓷的烧结，授课 2 学时

第四章 结构陶瓷 (3 学时)

第一节 概述,特种陶瓷的力学性能包括陶瓷材料的变形特征、联合强度理论、脆性材料的优化使用、断裂韧性和陶瓷的韧化处理，授课 1 学时

第二节 高熔点氧化物陶瓷，氧化铝陶瓷，氧化铅陶瓷，熔融石英陶瓷，透明氧化物陶瓷，氧化铍和氧化镁陶瓷，授课 1 学时

第三节 高温碳化物陶瓷，碳化硅陶瓷，碳化硼陶瓷，碳化钛陶瓷，氮化物耐热陶瓷及其他结构陶瓷，授课 1 学时

第五章 功能陶瓷 (5 学时)

第一节 电磁理论基础，电解质的极化、介电常数、介电常数的温度系数及介电损耗，授课 1 学时

第二节 装置陶瓷，高铝瓷和镁质瓷，电容器陶瓷和压电陶瓷，理解压电陶

瓷的结构与原理，压电陶瓷的性能参数，压电陶瓷材料和压电陶瓷的应用，授课 2 学时

第三节 磁性陶瓷，铁氧体的晶体结构，铁氧体的一般生产工艺，软磁铁氧体，其他铁氧体材料，导电陶瓷和超导陶瓷，导电陶瓷，超导陶瓷，其他功能陶瓷，热学功能陶瓷，化学功能陶瓷，生物功能陶瓷等，授课 2 学时

第六章 半导体陶瓷（2 学时）

第一节 掌握半导体陶瓷的物理基础，负温系数热敏陶瓷，压敏半导体陶瓷，气敏半导体陶瓷，湿敏半导体陶瓷，光敏半导体陶瓷，授课 1 学时

第二节 金属陶瓷，金属陶瓷的定义和一般原理，金属陶瓷材料的制造方法，氧化物基金属陶瓷和碳化物基金属陶瓷，授课 1 学时

四、本课程与其他课程的联系

先修课程：《材料科学基础》、《材料力学性能》和《物理化学》。

后修课程：《新能源材料与制备》、《材料合成与制备技术》和《功能材料与器件》。

五、建议使用教材与教学参考书

- [1] 王零森，《特种陶瓷》，中南大学出版社,2009
- [2] 金志浩,高积强,乔冠军，《工程陶瓷材料》，西安交通大学出版社,2000
- [3] 周玉，《陶瓷材料学》哈尔滨工业大学出版社,1995
- [4] Salmang H.，《陶瓷学》，北京轻工出版社,1989

六、教学方法与学习建议

授课方式：讲授

重点和难点：重点是传统粉末冶金、传统陶瓷和特种陶瓷各自的特点和联系，难点是半导体陶瓷的物理基础、典型半导体陶瓷（包括热敏、压敏、气敏、敏半导体陶瓷）

后续自主学习建议：建议学习陶瓷纤维和纤维强化陶瓷基复合材料

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式：闭卷考试

成绩评定方式：卷面成绩占 70%，平时成绩 30%。

《新能源材料》课程教学大纲

课程英文名称：New Energy Materials

课程编号：061061250

总学时及其分配：

总学时：32，其中授课学时：32，实验学时：0，线上学时：0

实践周数：无

学分数：2

适用专业：新能源材料与器件

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人：赵瑞奇

编制日期：2019年3月

一、课程简介

《新能源材料》是新能源材料与器件专业本科开设的一门专业课程，通过本课程的学习，使学生了解当今能源利用的现状、存在问题、未来解决办法、激发学生对新能源材料的兴趣，引导其在新能源方向的发展。

课程的性质：选修

课程的类别：专业课程

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，使学生理解各类新能源电池工作原理、电池性能的影响因素及其未来发展趋势，掌握各类新能源材料的结构及特性、在电池中的应用及技术关键，掌握各类新能源材料的制备方法。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论（4学时）

第一节 能源、新能源、新能源技术

- 第二节 新能源材料及其关键技术
- 第二章 金属氢化物镍电池材料（4 学时）
 - 第一节 金属氢化物镍电池简介
 - 第二节 储氢合金负极材料
 - 第三节 镍正极材料
- 第三章 锂离子电池材料（6 学时）
 - 第一节 锂离子电池的工作原理
 - 第二节 锂离子电池负极材料
 - 第三节 锂离子电池正极材料
 - 第四节 锂离子电池电解质材料
- 第四章 燃料电池材料（6 学时）
 - 第一节 燃料电池基本类型、工作原理与特点
 - 第二节 质子交换膜型燃料电池
 - 第三节 熔融碳酸盐型燃料电池
 - 第四节 固体氧化物型燃料电池
- 第五章 太阳能电池材料（6 学时）
 - 第一节 太阳能电池发展状况
 - 第二节 太阳能电池原理
 - 第三节 太阳能电池的结构与特性
 - 第四节 太阳能发电系统及其应用
 - 第五节 各种太阳能电池工作原理及特点
- 第六章 半导体照明发光材料（6 学时）
 - 第一节 半导体 LED 照明发展概述、LED 结构与工作原理、LED 特点
 - 第二节 各类半导体发光材料
 - 第三节 荧光材料工作原理及其制备方法、白光 LED 实现方法

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是在学生学习了高分子化学与高分子物理的课程之后开设的高分子材料专业选修课程，通过本课程的学习，拓展学生对高分子材料的认识、加深对高分子科学的基本概念和原理的认识和理解。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 《新能源材料》，吴其胜等，华东理工大学出版社，2012年。

[2] 《新能源材料-基础应用》，艾德生，化学工业出版社，2010年。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

本课程主要是课堂讲授，辅以习题课，通过习题讲解，加强概念的理解和理论的应用。每章布置一定量的课后思考题，以加深本章节重点内容的理解和巩固。

授课方式：以多媒体教学为主，辅以板书讲解。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：闭卷考试。

成绩评定方式：本课程的成绩分为卷面成绩和平时成绩，其中卷面成绩占70%，平时成绩30%。

《新能源材料与器件课程设计》课程教学大纲

课程英文名称：Course Design for Design and Preparation of New Energy Materials

课程编号：060061170

实践周数：2周

学分数：2

适用专业：新能源材料与器件

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人：杨政鹏

编制日期：2019年3月

一、课程简介

课程的性质：必修

课程的类别：实践教学

课程在专业人才培养中的地位和作用：该课程是新能源材料与器件专业学生必修的一门重要的专业核心课程。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，使学生了解锂离子动力电池发展状况，初步掌握电动汽车用锂离子动力方形电池设计原理和技术，具有初步的电池研究和设计能力，为将来学生进行电池的利用与开发奠定技术基础，同时也为学生以后从事新能源领域的相关工作提供必备的工程基础知识。

三、课程教学的基本内容及教学安排

课程设计内容：

- (1) 锂离子动力电池发展状况综述报告。

(2) 18Ah、144V、243A 电动汽车用锂离子动力方形电池设计，要求电池组容量要按过量 10% 设计，通过计算画出正、负极片示意图和单体电池示意图。可以有 2-3 种设计方案。

(3) 12Ah、21.6V、电流密度为 18mA/cm² 电动自行车用锂离子动力方形电池设计，要求电池组容量要过量 16% 设计，通过计算画出正、负极片示意图和单体电池示意图。可以有 2-3 种设计方案。

(4) 课程设计总结

课程设计任务：

1. 锂离子动力电池发展状况综述报告；
2. 计算正、负极片活性物质质量；
3. 计算正、负极片物质总量；
4. 根据正、负极片物质的密度大小计算正、负极片物质体积；
5. 根据正、负极片总厚度计算正、负极片的面积；
6. 计算正、负极片的涂敷量；
7. 根据正、负极片的宽度计算正、负极片的长度；
8. 计算正、负极片的电流密度；
9. 画出正、负极片示意图；
10. 画出单体电池示意图；
11. 课程设计总结。

课程设计进度安排：

1. 锂离子动力电池发展状况综述报告（第 1 周）
2. 18Ah、144V、243A 电动汽车用锂离子动力方形电池设计（第 1 周）

(1) 计算正、负极片活性物质质量、物质总量；

根据正、负极片物质的密度大小计算正负极片物质体积；

(2) 根据正、负极片总厚度计算正、负极片的面积、涂敷量；

根据正、负极片的宽度计算正、负极片的长度；

(3) 计算正、负极片电流密度；

画出正、负极片示意图和单体电池示意图。

3. 12Ah、21.6V、电流密度为 18mA/cm² 电动自行车用锂离子动力方形电

池设计（第2周）

(1)计算正、负极片活性物质质量、物质总量；

根据正、负极片物质的密度大小计算正、负极片物质体积；

(2)根据正、负极片总厚度计算正、负极片的面积、涂敷量；

根据正、负极片的宽度计算正、负极片的长度；

(3)计算正、负极片电流密度；

画出正、负极片示意图和单体电池示意图。

4. 课程设计总结。（第2周）

四、本课程与其他课程的关系（先修后续关系）

《功能材料与器件课程设计》是在学生已学习《应用电化学》、《材料化学》等学科基础上为学生学习后继基础课及从事生产实习而开设的一门技术基础课程。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 谢凯.《新一代锂二次电池技术》. 国防工业出版社, 2013年.

[2] 郭炳焜.《化学电源-电池原理及制造技术》. 中南工业大学出版社, 2004年.

[3] 翟秀静.《新型二次电池》. 东北大学出版社, 2003年.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂讲授、小组讨论等。

重点：不同容量锂离子动力电池设计方法及有关电极、电解液等的计算。

难点：电池设计相关计算。

自主学习建议：其他二次电池的设计

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式:考查

成绩评定方式:

- (1) 论文综述报告占 10%
- (2) 课程设计论文占 80%
- (3) 课程设计过程中的工作态度（考勤）占 10%

《新能源材料与器件前沿 1》课程教学大纲

课程英文名称: Frontier Seminar of New Energy Material and Devices 1

课程编号: 061061280

总学时: 16, 其中授课学时: 16, 实验学时: 0, 线上学时: 0

实践周数: 无

学分数: 1

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 关意佳

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

《新能源材料与器件前沿 1》是材料化学专业的一门专业选修课。本课程介绍电池隔膜、电解液等新能源材料以及锂离子电池、钠离子电池、铝电池等。

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用:

《新能源材料与器件前沿 1》是在学生已学习《新能源材料设计与制备》、《新能源材料设计与制备课程设计》等学科基础上为学生学习后继基础课及从事生产实习而开设的一门技术基础课程。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习,使学生了解新能源材料与器件前沿的发展趋势及发展方向、了解科学或专门技术上发展中的最新成果和新技术,拓宽知识面,把握本研究领域国内外研究现状、发展动态,扩充本科生的基础理论和专业知识。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程的基本内容分为三大专题，具体内容安排如下：

第一章 锂离子电池（授课 8 学时）

第一节 锂离子电池电解液及隔膜材料（锂离子电池电解液及隔膜材料，授课 2 学时）

第二节 聚合物锂离子电池（聚合物锂离子电池的结构及作用机理，授课 2 学时）

第三节 锂-空气电池（锂-空气电池的结构及作用机理，授课 2 学时）

第四节 锂-硫电池（锂-硫电池的结构及作用机理，授课 2 学时）

第二章 钠离子电池（授课 4 学时）

第一节 钠离子电池电极及电解质材料（钠离子电池电极及电解质材料，授课 2 学时）

第二节 钠硫电池（钠硫电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三节 钠-空气电池（钠-空气电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三章 铝电池（授课 4 学时）

第一节 铝电池电极及电解液材料（铝电池电极及电解液材料，授课 2 学时）

第二节 铝空气电池（铝空气电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三节 铝水电池（铝水电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有《新能源材料设计与制备》、《新能源材料设计与制备课程设计》等。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 程新群.《化学电源》. 化学工业出版社, 2008.

[2] 吴宇平.《锂离子电池：应用与实践》. 化学工业出版社, 2012.

[3] 马松艳.《二次电池的原理与制造技术》. 黑龙江教育出版社, 2006.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂讲授、小组讨论等

重点和难点：本课程的有关基本理论和基本概念，电池的组装方法。

后续自主学习建议：二次化学电源的最新发展动向

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式：考查

成绩评定方式：课程论文占 80%，平时成绩（考勤）20%

《新能源材料与器件前沿 2》课程教学大纲

课程英文名称：Frontier Seminar of New Energy Material and Devices 2

课程编号：061061320

总学时：16，其中授课学时：16，实验学时：0，线上学时：0

实践周数：无

学分数：1

适用专业：新能源材料与器件

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人：关意佳

编制日期：2019年3月

一、课程简介

《新能源材料与器件前沿 2》是材料化学专业的一门专业选修课。本课程介绍新型光敏材料、纳米碳材料等新能源材料以及燃料电池、太阳能电池、柔性能源器件等。

课程的性质：选修

课程的类别：专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用：

《新能源材料与器件前沿专题讲座 2》是在学生已学习《新能源材料设计与制备》、《新能源材料设计与制备课程设计》等学科基础上为学生学习后继基础课及从事生产实习而开设的一门技术基础课程。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，使学生了解新能源材料与器件前沿的发展趋势及发展方向、了解科学或专门技术上发展中的最新成果和新技术，拓宽知识面，把握本研究领域国内外研究现状、发展动态，扩充本科生的基础理论和专业知识

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程的基本内容分为四大专题，具体内容安排如下：

第一章 纳米碳材料（授课 4 学时）

第一节 活性炭（活性炭的结构、性质及应用，授课 2 学时）

第二节 碳纳米管（碳纳米管的结构、性质及应用，授课 1 学时）

第三节 石墨烯（石墨烯的结构、性质及应用，授课 1 学时）

第二章 燃料电池（授课 4 学时）

第一节 氢燃料电池（氢燃料电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第二节 甲烷燃料电池（甲烷燃料电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三节 甲醇燃料电池（甲醇燃料电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第四节 乙醇燃料电池（乙醇燃料电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三章 太阳能电池（授课 4 学时）

第一节 新型光敏材料（新型光敏材料的种类及特性，授课 2 学时）

第二节 染料敏化太阳能电池（染料敏化太阳能电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三节 钙钛矿太阳能电池（钙钛矿太阳能电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第四章 柔性能源器件（授课 4 学时）

第一节 柔性电容器（柔性电容器的结构及作用机理，授课 2 学时）

第二节 柔性电池（柔性电池的结构及作用机理，授课 1 学时）

第三节 可拉伸能源器件（可拉伸能源器件的种类及应用，授课 1 学时）

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有《新能源材料设计与制备》、《新能源材料设计与制备课程设计》等。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 程新群.《化学电源》. 化学工业出版社, 2008.

[2] 郑经堂.《新型炭材料》. 化学工业出版社, 2015.

[3] 马松艳.《二次电池的原理与制造技术》. 黑龙江教育出版社, 2006.

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建

议)

授课方式：课堂讲授、小组讨论等

重点和难点：本课程的有关基本理论和基本概念，电池的组装方法。

后续自主学习建议：二次化学电源的最新发展动向

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式：考查

成绩评定方式：课程论文占 80%，平时成绩（考勤）20%

《应用电化学》课程教学大纲

课程英文名称: Applied Electrochemistry

课程编号: 061061020

总学时: 32, 其中授课学时: 32

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

《应用电化学》是材料化学专业的一门专业选修课。它是利用电化学基本原理,解决科学研究和生产实际中涉及电化学应用领域内有关金属腐蚀、金属电沉积及化学电源等方面的实际问题的课程。

二、课程教学的目标

通过本课程的教学,使学生掌握应用电化学的基本知识和基本原理,了解化学电源、金属表面处理等知识;掌握无机物的电解合成、有机物的电解合成、电化学腐蚀等知识;重点掌握电解池的设计、电化学过程热力学、金属的阳极氧化等知识,为学生将来从事电化学工业领域工作、科学研究及开拓新技术打下坚实基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论 (授课 2 学时)

第一节 电化学的发展简史

第二节 基本概念 (主要知识点: 电化学体系中第一类导体、第二类导体。
授课 1 学时)

第三节 电化学反应的主要特点

第四节 电化学的应用

第五节 电化学的发展趋势

第二章 电化学理论基础（授课 10 学时）

第一节 电化学体系的基本单元（主要知识点：电化学体系基本单元；电极、隔膜、电解质溶液；电解池的设计与安装。授课 2 学时）

第二节 电化学过程热力学（主要知识点：可逆过程热力学；不可逆过程热力学。授课 2 学时）

第三节 非法拉第过程及电极/溶液界面的性能（主要知识点：电极的电容和电荷；双电层理论概要；零电荷电势与表面吸附。授课 2 学时）

第四节 法拉第过程和影响电极反应速度的因素（主要知识点：电极反应种类和机理；电化学实验及电化学电池的变量；影响电极反应速度的因素，电极的极化；电极反应动力学。授课 2 学时）

第五节 物质传递控制反应绪论（主要知识点：物质传递的形式。授课 1 学时）

第六节 电化学研究方法介绍（主要知识点：稳态和暂态；电位扫描技术—循环伏安法；控制电位技术—单电位阶跃法；控制电流技术—恒电流电解；光谱电化学方法。授课 1 学时）

第三章 电催化过程（授课 4 学时）

第一节 电催化原理（主要知识点：电催化的类型及一般原理；影响电催化性能的因素；评价电催化性能的方法。授课 1 学时）

第二节 氢电极反应的电催化（主要知识点：氢气析出的电催化；氢氧化反应的电催化。授课 1 学时）

第三节 氧电极反应的电催化（主要知识点：氧气的电催化还原；氧析出反应的电催化。授课 1 学时）

第四节 有机小分子的电催化氧化（主要知识点：有机小分子在单金属电催化剂上的氧化、在二元或多元金属电催化剂上的氧化、在金属及金属氧化物催化剂上的氧化、有机小分子氧化电催化剂的制备、有机小分子氧化催化剂的表征及反应机理探讨。授课 1 学时）

第四章 化学电源（授课 10 学时）

第一节 概述（主要知识点：化学电源的主要性能；化学电源的选择和应用。授课 2 学时）

第二节 一次电池（主要知识点：一次电池的通性和应用；碱性锌锰电池；锂电池。授课 3 学时）

第三节 二次电池（主要知识点：二次电池；铅蓄电池；锂离子二次电池；镍氢电池。授课 3 学时）

第四节 3.4 燃料电池（主要知识点：燃料电池的特点、分类及研究现状；质子交换膜燃料电池。授课 2 学时）

第五章 电化学腐蚀与防护（授课 6 学时）

第一节 金属腐蚀与防护的意义（主要知识点：金属的腐蚀现状；金属腐蚀的定义。授课 1 学时）

第二节 金属的电化学腐蚀（主要知识点：金属的电化学腐蚀；电化学腐蚀的电极过程。授课 2 学时）

第三节 腐蚀电池（主要知识点：腐蚀原电池。授课 2 学时）

第四节 电势-pH 图及其在金属防护中的应用（主要知识点：Fe-H₂O 体系的 ϕ -pH 图的构作及在金属防护上的应用；金属镀层；电化学保护；缓蚀剂保护。授课 1 学时）

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《应用电化学》是在学生已学习《无机化学》、《物理化学》、《有机化学》等学科基础上为学生学习后继基础课及从事生产实习而开设的一门技术基础课程。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《应用电化学》，杨辉、卢庆文，科学出版社，2001。

参考书：

1. 《应用电化学》，贾梦秋，高等教育出版社，2004。

2. 《应用电化学》，杨绮琴，中山大学出版社，2005。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建

议)

授课方式：课堂讲授、小组讨论等。

重点：本课程的有关基本理论和基本概念，常用化学电源的种类及充放电原理，金属的表面修饰和金属的腐蚀及防腐。

难点：电化学的基本原理，金属防腐。

自主学习建议：查阅化学储能材料最新发展动向。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

成绩考核形式：闭卷

成绩评定方式：平时成绩占 10%，过程成绩占 20%，期末理论考试成绩占 70%。

《有机光电功能材料》课程教学大纲

课程英文名称: Organic photoelectric functional materials

课程编号: 061061310

总学时及其分配: 32 学时, 其中授课学时: 24, 实验学时: 8, 线上学时: 0, 实践周数: 无。

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李涛

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

课程性质: 必修

课程类别: 专业课程

《有机光电功能材料》是新能源材料与器件专业一门新兴交叉和前沿学科, 是将电子科学与有机材料科学紧密结合在一起的一门尖端学科。它凭借着有机光电材料及半导体材料独特的分子特性、软物质行为和超分子结构, 已成为继真空电子、固体电子、光电子之后的国际研究热点。当前有机光电功能材料研究已经从基础研究走向产业化开发, 并渗透到许多领域而迅猛发展, 为人类文明与科学技术的进步做出日益突出的贡献。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 掌握有机材料及器件的基本理论、器件原理, 了解该领域的最新成就和应用前景, 进一步拓宽专业口径, 扩大知识面, 为学生将来进入有机电子、信息科学领域打下基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论（授课 4 学时）

第一节：有机光电材料的基本概念与类别，有机光电材料功能材料的研究历程，液晶的发展历史，静电复印技术发展历史，电致发光技术历史，有机太阳能电池发展历史。授课 2 学时。

第二节：有机光电功能材料的一般研究方法，合成方法，生产特点，经济特点，商业特点，组成与结构分析，物理性能表征，材料的形貌、价态和表面分析方法、器件性能测试、有机光电功能材料的研究趋势。授课 2 学时。

第二章 液晶材料（4 学时）

第一节：液晶的基本概念，液晶的发现与发展历程，液晶的分类，液晶的织构，按照分子类型和有序性分类，按照分子大小分类，液晶分子的次序性，液晶分子的电响应性。授课 2 学时。

第二节：自然界中的液晶、合成液晶、典型液晶材料的合成、含氟液晶、液晶态的表征、液晶在显示技术中的应用。授课 2 学时。

第三章 有机电致发光材料（4 学时）

第一节：发光材料，小分子有机电致发光材料，聚合物发光材料，金属配合物发光材料，电荷传输材料，电子传输材料，空穴传输材料。授课 2 学时

第二节：电荷注入材料，电子注入材料，空穴注入材料，电极材料，阴极材料，阳极材料。授课 2 学时。

第四章 有机光伏材料（4 学时）

第一节：概述，太阳能电池的发展，太阳能电池的评价参数，有机太阳能电池材料，有机小分子化合物，有机聚合物电池材料。授课 2 学时。

第二节：有机太阳能电池材料，D-A 二元体系材料，有机-无机杂化体系，染料敏化太阳能电池材料，DSSC 的结构和运行原理。授课 2 学时。

第三节：纳米多孔半导体电极，染料敏化剂，电解质，对电极。授课 2 学时。

第五章 有机光导材料（2 学时）

第一节：静电复印技术，静电复印机的结构与原理，有机光导材料简介。授课 1 学时。

第二节：载流子产生材料，载流子传输材料，电子传输材料，空穴传输材料。

授课 1 学时。

第六章 有机场效应材料（4 学时）

第一节：有机薄膜晶体管，场效应晶体管，OTFTs 的结构和运行模式，半导体材料，绝缘层材料，电极材料。授课 2 学时。

第二节：有机薄膜晶体管的制备技术，场效应晶体的性能表征，有机薄膜晶体管应用。授课 2 学时。

第三节：有机半导体，沟道有机半导体，n 型半导体，双极性半导体，应用展望。授课 2 学时。

第七章 光致变色材料（2 学时）

第一节：光致变色概述，有机光致变色材料的基本概念，主要的有机光致变色体系简介，有机固态光致变色化合物。授课 1 学时

第二节：螺环类有机光致变色材料，吡喃类有机光致变色材料，二芳基乙烯类有机光致变色材料。授课 1 学时。

第三节：8-羟基喹啉量子产率的测定。实验 4 学时。

具体实验安排表如下：

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	8-羟基喹啉量子产率的测定	了解测定荧光量子产率的方法；掌握用参比法测量荧光产率量子的方法	8	专业	验证	2-4	必做	未开		实验中心

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程涵盖多学科领域，其中主要的学科是光学、光电材料学，同时还需要具备有机化学和有机电子学的基本知识，并且还要应用半导体平面工艺技术等，因此本课程需要先修的课程包括：《大学物理》、《有机化学》、《有机电子学》、《半导体器件及半导体工艺》等。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 李祥高、王世荣. 《有机光电功能材料》. 化学工业出版社, 2012.

[2] 李文连. 《有机无机光电功能材料及其应用》. 科学出版社, 2005.

[3], 叶常青、王筱梅. 《有机光电材料与器件实验》. 化学工业出版社, 2018.

六、教学方法与学习建议(授课方式、重点、难点及后续自主学习建议)

教学方法: 课堂讲授、小组讨论等。

重点: 本课程的有关基本理论和基本概念, 有机光电材料的一般研究方法; 液晶材料、有机电致发光材料、有机光伏材料、有机光导材料、有机场效应材料和有机电致变色材料的分类、研究历程与现状、合成方法、基本性质、应用原理、产业领域以及重点产品。

难点: 有机电致发光材料的合成、发光原理; 电荷传输材料; 染料敏化太阳能电池材料。

自主学习建议: 查阅有机光电材料最新发展动向

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合, 并有具体细则与记录)

课程考核方式: 平时成绩的考核包括课堂提问、出勤情况, 实践成绩包括课堂、课下作业、实验等方面的内容。

成绩评定方式: 闭卷考试形式考核, 卷面成绩占 70%; 平时成绩(签到, 作业, 实验)占 30%, 其中签到及平时课堂成绩占 10%, 作业占 10%, 实验占 10%。

《资源与可持续发展》课程教学大纲

课程英文名称: Resource and Sustainable Development

课程编号: 061031070

总学时及其分配: 总学时: 16, 其中授课学时: 16, 实验学时: 0

学分数: 1

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 李海艳

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

课程的性质: 选修

课程的类别: 专业课程

课程在专业人才培养中的地位和作用: 它的任务是使学生了解环境科学的产生背景及其要解决的人类当前的重大资源环境问题。

二、课程教学的目标

本课程的学习目的是明确环境保护和经济可持续发展的协调关系以及可持续发展思想的发展由来和目前在环境科学领域中的应用; 掌握环境科学的基础知识; 了解环境污染控制和管理各种手段和方法; 掌握清洁生产审核和评价的基本步骤和方法; 了解环境科学专业的知识框架; 为后续专业课程的学习打下必要的专业基础, 有利于学生系统掌握专业知识和今后形成合理的环境科学知识结构。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一篇 地球环境与生态系统 (4学时)

主要介绍地球环境的基本特征及人类与地球各圈层的关系, 生态系统的基本

概念，当前人口发展状况及与自然资源之间的关系。

第一章 地球环境的基本特征

第1节 地球环境的圈层构造

第2节 人类与地球各圈层的关系

第二章 生态系统

第1节 生态系统的基本概念

第2节 生态平衡及其破坏

第三章 人口与资源

第1节 世界人口发展情况

第2节 中国人口发展情况

第3节 人口增长对自然资源的压力

第二篇 当代资源与环境问题（8学时）

资源与环境问题是当前世界上人类面临的重要问题之一，这些问题是多方面的。本篇讨论的资源与环境问题主要是由于人类利用资源和环境不当，以及人类社会发展与自然不相协调所致。本篇主要针对现代已经存在的矛盾，着重介绍在资源短缺、环境污染和生态破坏方面的主要问题。

第四章 资源短缺

第1节 水资源

第2节 土地资源

第3节 能源

第4节 矿产资源

第五章 环境污染

第1节 水污染

第2节 大气污染

第3节 土壤污染

第4节 固体废物及化学品危害

第5节 噪声与其他物理性污染

第六章 生态破坏

第1节 植被破坏

第 2 节 水土流失

第 3 节 荒漠化

第七章 全球环境问题

第 1 节 气候变化

第 2 节 臭氧层破坏

第 3 节 生物多样性锐减

第 4 节 海洋污染

第三篇 可持续发展战略的理论与实施（4 学时）

本篇介绍了可持续发展战略的基本理论和可持续发展战略实施途径的基本内容。前者主要包括可持续发展战略的由来、内涵、特征，以及可持续发展战略对传统发展理论的创新；后者主要包括可持续发展指标体系和国内外实施可持续发展战略的一些做法。

第八章 可持续发展的基本理论

第 1 节 可持续发展战略的由来

第 2 节 可持续发展战略的内涵与特征

第 3 节 可持续发展对传统发展理论的反思和创新

第 4 节 自然资源——可持续发展的物质基础

第九章 可持续发展战略的实施途径

第 1 节 可持续发展指标体系

第 2 节 有关改进衡量发展指标的新思路

第 3 节 全球《21 世纪议程》

第 4 节 《中国 21 世纪议程》

第 5 节 中国可持续发展战略的实施

第 6 节 实施可持续发展战略的世界动向

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程应在大四年级课程开设，用于拓展学生的视野。

五、建议使用教材与教学参考书

根据专业特点和教学经验及参考我校教学基本要求。

选教材为：《环境保护与可持续发展》，钱易、唐孝炎主编，北京：高等教育

出版社

主要参考书:

- 1 《环境学导论》，何强、井文涌、王翊亭编著，清华大学出版社
- 2 《环境学》，左玉辉编著，高等教育出版社
- 3 中国可持续发展战略报告，中科院可持续发展战略研究组，科学出版社

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式:课堂教学为主，辅以一定数量的作业练习

重点和难点：当代资源与环境问题

后续自主学习建议：为了提高教学效果，可充分利用电化教学方式（录像或幻灯），同时也可利用挂图或教具予以辅助。

本课程的基本要求：

1. 要求了解地球环境的基本特征及人类与地球各圈层的关系，了解生态系统的基本概念。了解当前人口发展状况及与自然资源之间的关系。
2. 要求了解当前人类所面临的各种环境问题和资源短缺问题。
3. 了解可持续发展战略的由来、内涵、特征，以及可持续发展战略对传统发展理论的创新；掌握可持续发展指标体系，了解国内外实施可持续发展战略的一些做法。
4. 要求了解环境伦理学的基本观念和主张。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式:闭卷

成绩评定方式:课程总成绩由课堂出勤成绩、平时作业和期末考试成绩构成，其中：课堂出勤成绩占总成绩的 10%，平时作业占总成绩的 20%，期末考试占总成绩 70%

《新能源材料与器件创新实验》课程教学大纲

课程英文名称: Innovative Experiment for Design and Preparation of New energy Materials

课程编号: 060061160

总学时及其分配: 总学时: 60, 其中授课学时: 0, 实验学时: 60

学分数: 3

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 杨政鹏

编制日期: 2019年3月

一、课程简介

《新能源材料与器件创新实验》是新能源材料与器件专业的一门专业必修课。本课程主要介绍石墨烯、柔性二维材料以及锂离子电池、超级电容器、太阳能电池等能源器件组装及测试,并介绍了电化学及电极表面物质作用过程测试方法。通过器件制作和性能测试,了解新能源材料应用领域、激发学习兴趣、提高实践能力。

二、课程教学的目标

通过实验教学,使学生具备以下几方面能力:

(1) 学习新能源材料与器件研究领域中的材料制备及器件组装技术,掌握有关仪器的性能和使用。

(2) 学习各种新能源材料与器件性能检测的方法,培养创新思想与创新能力,培养在实验过程中发现问题、分析问题和解决问题的能力。

(3) 通过学习某些前沿领域中的新能源材料与器件性能检测实验,开阔眼界,激发创新意识,培养使用新设备,新仪器及采用新技术的能力。

(4) 提高综合素质，培养实事求是、踏实细致、严肃认真的科学态度和克服困难的坚韧不拔的工作作风。

三、课程教学的基本内容及教学安排

实验项目的设置及学时分配

序号	实验项目名称	内容简介	实验学时	实验要求	实验类型	实验类别	每组人数
1	电极表面物质的作用过程	在镀金石英晶体表面修饰 TiO ₂ 涂层，采用 QCM 技术实时监测电极表面物质的作用过程。	4	必修	创新	专业	4
2	电化学测试实验	CV、DPV、SWV、EIS 的测试方法	4	必修	综合	专业	4
3	电极表面处理实验	配制镀铜电解液，观察镀铜工艺过程，检查铜镀层质量，分析工艺参数对镀层质量的影响。	4	必修	创新	专业	4
4	氧化石墨烯制备方法	以鳞片状可膨胀石墨为主要原料，采用高温热处理和氧化剥离技术制备大片层、高浓度单层 GO。	10	必修	综合	专业	4
5	锂离子电池封装与性能测试	固相法制备 LiCoO ₂ 电极材料，锂离子电池的组装及电化学性能测试。	8	必修	综合	专业	4
6	超级电容器器件组装及其电化学性能测试	水热法制备氢氧化镍，电极片的制备，电容器的组装，超级电容器的电化学性能测试。	8	必修	综合	专业	4
7	柔性全固态电容器制备及测试	以高浓度液晶相氧化石墨烯为主要原料，采用湿法纺丝技术制备柔性石墨烯纤维，组装全固态纤维状石墨烯电容器并测试其性能。	10	必修	创新	专业	4
8	薄膜太阳能电池的制备	FTO 导电玻璃的清洗，电子传输层 TiO ₂ 的制备，光敏层钙钛矿层的制备，空穴传输层 Spiro 层的制备，电极的制备。	6	必修	验证	专业	4
9	太阳能电池光伏性能的测试	太阳能电池暗特性测试，太阳能电池光照特性测试。	6	必修	验证	专业	4

注：“实验类别”为基础、技术（专业）基础、专业、科研、生产、毕业设计（论文）或其它；“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性；“每组人数”为基础或专业基础课实验一般 1 人或 2 人一组，专业课实验一般不超过 5 人，有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限，但最多不超过 15 人一组。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《新能源材料与器件创新实验》是在学生已学习《超级电容器材料与器件》、《锂电池材料与器件》、《太阳能电池原理及技术》等学科基础上为学生学习后继基础课及从事生产实习而开设的一门课程。

五、建议使用教材与教学参考书

1. 《新能源材料科学基础实验》 主编：陈新 出版社：华东理工大学出版社
2. 《能源材料与化学电源综合实验教程》 主编：钟洪彬 出版社：西南交通大学出版社

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：实验教学

重点和难点：器件的组装及性能测试方法

自主学习建议：新型能源材料及器件最新发展动向

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

成绩考核形式：实验报告（70%）+平时成绩（30%）。成绩评定采用百分制，60分为及格。

《复合材料工艺学》课程教学大纲

课程英文名称: Composite Materials Technology

课程编号: 061061140

总学时: 总学时 32, 其中授课学时: 32

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件专业

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 张文艳

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

《复合材料工艺学》是材料学院材料化学专业一门专业选修课。本方向的学生是未来的材料研究与制备的工程技术人员,掌握各种复合材料的成型方法、工艺原理、生产设备等方面的系统知识。通过课堂学习和实践,掌握各种复合材料工艺的原理及技术关键,要求能合理地选择设计成型工艺,并能组织生产,是今后从事复杂的技术工作和开发新材料的重要基础。

二、课程教学的目标

本课程的内容注重理论与实践的密切结合,在讲述基本理论的同时,也讲述大量的应用实例。通过学习本课程,使学生了解复合材料的发展概况、基本性能;掌握复合材料研究与生产中的材料选用,各种成型方法的工艺原理、工艺过程及优缺点等方面的系统知识;能应用课堂上学到的知识为日常的生活、工作和学习服务。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论 (2 学时)

1.1 复合材料发展概况

- 1.2 复合材料的基本性能
- 1.3 复合材料的成型工艺
- 1.4 选择成型工艺方法的原则
- 第二章 手糊成型工艺（4 学时）
 - 2.1 原材料选择
 - 2.2 手糊成型模具与脱模剂
 - 2.3 手糊工艺过程
 - 2.4 喷射成型工艺
 - 2.5 树脂传递模塑与反应注射模塑
- 第三章 夹层结构成型工艺（2 学时）
 - 3.1 概述
 - 3.2 蜂窝夹层结构制造工艺
 - 3.3 泡沫塑料夹层结构制造工艺
- 第四章 模压成型工艺（2 学时）
 - 4.1 概述
 - 4.2 模压料
 - 4.3 SMC 成型工艺
 - 4.4 模压工艺
- 第五章 层压工艺（4 学时）
 - 5.1 概述
 - 5.2 胶布制备工艺
 - 5.3 层压工艺
 - 5.4 玻璃钢卷管工艺
- 第六章 缠绕成型工艺（2 学时）
 - 6.1 概述
 - 6.2 芯模
 - 6.3 缠绕规律
 - 6.4 缠绕工艺设计
 - 6.5 定长管非测地线稳定缠绕

6.6 锥体缠绕

第七章 其它成型工艺 (2 学时)

7.1 概述

7.2 连续制管工艺

7.3 拉挤成型工艺

7.4 连续制板工艺

7.5 离心法制管工艺

第八章 热塑性复合材料及其工艺理论基础 (4 学时)

8.1 热塑性复合材料的发展概况

8.2 热塑性复合材料成型工艺理论基础

第九章 挤出成型工艺 (2 学时)

9.1 热塑性复合材料粒料生产工艺

9.2 影响热塑性复合材料性能的因素

9.3 FRTP 挤出成型工艺

9.4 FRTP 管挤出成型工艺

第十章 注射成型工艺 (2 学时)

10.1 概述

10.2 注射成型工艺

第十一章 热塑性片状模塑料及其制品冲压成型工艺 (2 学时)

11.1 概述

11.2 热塑性片状模塑料的生产工艺

11.3 热塑性复合材料制品冲压成型工艺

第十二章 无机非金属基复合材料成型工艺 (4 学时)

12.1 概述

12.2 水泥基复合材料

12.3 陶瓷基复合材料

四、本课程与其他课程的联系 (先修后续关系)

该课程是一门承上启下的关键课程之一。学习本课程前应先修《有机化学》、《物理化学》等课程的知识,同时该课程对本专业其他后续课程《材料分析测试

技术》《导电材料》《仿生材料》等的学习具有重要的基础作用。

五、建议使用教材与教学参考书

- 1、《复合材料工艺及设备》，刘雄亚 谢怀勤，武汉工业大学出版社
- 2、赵玉庭 姚希曾 主编，《复合材料聚合物基体》，武汉理工大学出版社；
- 3、欧阳国恩 欧国荣 主编，《复合材料测试技术》，武汉工业大学出版社；
- 4、闻荻江主编，《复合材料原理》，武汉工业大学出版社；
- 5、黄丽 主编，《聚合物复合材料》，中国轻工业出版社；
- 6、周祖福 主编，《复合材料学》，武汉理工大学出版社；
- 7、鲁云 朱世杰 马鸣图 潘复生 主编，《先进复合材料》，机械工业出版社；
- 8、张佐光 主编，《功能复合材料》，化学工业出版社。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：课堂讲授、小组讨论等。

重点：本课程的有关基本理论和基本概念，常用复合材料的合成工艺。

难点：几种复合材料的特性。

自主学习建议：查阅复合材料的最新发展动向。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

成绩考核形式：闭卷

成绩评定方式：平时成绩占 10%，过程成绩占 20%，期末理论考试成绩占 70%。

《认识实习》课程教学大纲

课程英文名称: Acquaintanceship Practice

课程编号: 060061040

总学时: 2 周

学分数: 2

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

认识实习是材料化学专业学生基本的实践教学环节, 实习目的是: 1. 让学生全面充分了解本专业所涉及的有关材料领域的基本情况, 充分认识材料化学行业在整个国民经济中的重要地位和作用。2. 比较全面地了解材料化学行业的原料特点、生产过程、生产方法及产品的应用范围。3. 了解国内外材料化学行业的现状及发展前景。4. 巩固所学基本知识、基本理论, 为后续课程的学习打下良好的基础。5. 学会查阅文献、收集资料的基本方法。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习, 使学生熟悉和了解材料化学行业产业背景、应用领域, 不同部门对原材料的基本要求和特殊要求; 熟悉材料化学的生产工艺、主要设备的性能及参数, 产品的性能; 了解原料的类型及测试方法, 充分认识原料性质对产品性能的影响; 了解当前材料化学行业先进的生产技术、生产工艺、新的原料品种及新的产品类型; 了解材料化学制品的检测技术、制样、选样的过程, 充分认识检测对材料开发利用的重要性。

三、课程教学的基本内容及教学安排

认识实习的基本内容：

(一) 实习动员，准备阶段

1. 每一名学生充分认识到实习的重要性，提高实习过程中的自觉性，特别强调实习中的组织纪律、安全、仔细观察、详细记录等注意事项，以保证实习任务的顺利完成。 2. 据带队教师的要求，借阅有关资料，仔细阅读，熟悉材料化学行业的基本情况。 3. 根据需要，准备好所需的所有物品。

(二) 现场实习阶段

1. 水泥 了解水泥厂的基本情况，包括人员、设备、产品结构、生产工艺、生产规模。(1).水泥原料的种类及配比、破碎粉磨、烧成等工序。(2).观察水泥原料、生料及熟料的特征。(3).认识水泥生产过程中的主要设备，了解其型号、性能参数、应用范围及工作状况，特别注意立窑与回转窑的区别。(4).生产经营状况。

2. 玻璃（平板玻璃、浮法玻璃）(1).玻璃原料的种类，原料性质对玻璃制品的影响，玻璃行业对各种原料的要求。(2).玻璃的生产工艺，包括原料破碎、配料、熔融、成型。(3).玻璃窑炉的结构、性能、工作原理、生产状况。(4).影响玻璃质量的主要因素，产品质量检测的方法，产品的规格及用途。(5).浮法玻璃与平板玻璃在生产工艺上的区别 (6).企业的生产经营及管理状况。

3. 耐火材料 (1).耐火材料原料的种类、产地、主要化学成份、矿物成分，原料的性能及其与耐火材料性能之间的关系。(2).不同类型的耐火材料的性能、应用范围。(3).耐火材料的生产工艺过程。(4).耐火材料生产的主要设备，其结构、工作原理及应用，窑炉的类型、结构、性能、产量、烧成制度。(5).耐火材料制品的用途，行业标准及检测项目。

4. 纸面石膏板：(1).生产纸面石膏板的重要原料及辅助原料的种类及指标要求。(2).纸面石膏板的生产工艺及主要设备。(3).纸面石膏板种类、规格及性能指标。(4).纸面石膏板的生产应用现状及发展前景。 5. 玻璃纤维：(1).玻璃纤维的原料种类、生产工艺、主要设备。(2).玻璃纤维的性能及用途。(3).用于保温隔热材料的纤维特点及保温隔热材料的生产工艺。

6. 高分子材料及聚合物基复合材料：(1) 高分子材料及聚合物基复合材料的原料种类、生产工艺及主要设备。(2) 高分子材料及聚合物基复合材料的性能

及用途。(3) 高分子材料及聚合物基复合材料的生产应用现状及发展前景。

7. 非金属原材料及制品的测试，原料的深加工。

(三) 室内整理资料，编写实习报告

根据实习所获得的资料，结合查阅的相关资料，对实习内容进行整理和归纳总结，按要求、按时独立完成实习报告的编写（可附图说明）。同时，要求每一位同学针对某一种材料设计出简单的生产工艺流程（方框图或设备联系图），编写出简单的设计说明书。实习报告力求全面，层次清楚，简明扼要。

教学安排：

第一周一、二、 实习动员、准备、讲课、看录像

第一周三至第二周三 现场实习

第二周四、五 编写实习报告

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《认识实习》是在学生已学习《有机化学》、《物理化学》等学科基础上为学生学习后继课程和课程设计、毕业设计打下必不可少的基础，同时本课程又有助于学生材料化学知识能力、分析问题能力的提高。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《材料化学》，曾兆华，化学工业出版社，2013。

参考书：

1. 《复合材料大全》，沃丁柱，化学工业出版社，2002。

2. 《无机非金属材料概论》，戴金辉，哈尔滨工业大学出版社，1999。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：参观讲解、小组讨论等。

重点：材料的工艺流程、制备方法。

难点：物料的生产过程及原理。

自主学习建议：其它材料的生产技术。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，

并有具体细则与记录)

课程考核方式：考查

成绩评分办法：(1) 实习报告占 80%；(2) 实习的工作态度（考勤）占 20%。

《生产实习》课程教学大纲

课程英文名称: Manufacturing Practice

课程编号: 060061100

总学时: 4 周

学分数: 4

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

生产实习是材料化学专业学生重要的实践教学环节,实习目的是通过对某一特定的生产车间或特定的生产装置的全面了解和参加实际生产,掌握该车间或装置的生产工艺和流程,获得该生产工艺的生产实践知识,培养学生理论联系实际分析和解决生产实践问题的能力,提高学生的动手能力,为毕业后的实际工作奠定良好的基础。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习,使学生了解实习工厂主要产品的名称、成分、产量、性质、用途、价格、经济效益等;了解生产产品的原料规格、制造方法、工艺流程、反应机理等;了解设备类型、材质、体积、结构及特殊要求(如防腐,防爆,保温,散热,高压真空等)以及生产安全等;了解产品生产过程质量控制体系的软硬件结构及运作模式。

三、课程教学的基本内容及教学安排

生产实习的基本内容:

1、全厂部分

- (1) 工厂发展概况，主要产品的生产方法和工厂的组织管理；
- (2) 原料及产品的规格、供应、运输和储存情况；
- (3) 厂内水、电、蒸汽、燃料的供应情况；
- (4) 工厂的技术保护制度；
- (5) 工厂的发展前景。

2、重点车间

- (1) 原料、产品规格、来源、用途及储存方法；
- (2) 生产方法及生产过程的反应原理；
- (3) 生产工艺流程、工艺条件及其对工厂生产的影响；
- (4) 设备的形式、结构、作用、材质及操作方法；
- (5) 生产中分析控制方法及控制仪表；
- (6) 车间的布置、生产设备的平面布置图；
- (7) 各种物料的输送装置；
- (8) 以往的生产工艺的改革及在生产中的作用；
- (9) 国内外该产品的生产概况及发展趋势。

3、非重点车间及外厂参观

了解所参观车间及工厂的主要工艺流程、主要设备及产品的主要用途。

教学安排：

- 1、入场教育参观 2 天；
- 2、第一车间实习 12 天；
- 3、第二车间实习 12 天；
- 4、专题讲座 2 天。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《生产实习》是在学生已学习《材料化学》、《功能材料与器件》等学科基础上为学生学习后继课程和毕业设计打下必不可少的基础，同时本课程又有助于学生材料化学知识能力、分析问题能力的提高。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《材料化学》，曾兆华，化学工业出版社，2013。

参考书：

1. 《复合材料大全》，沃丁柱，化学工业出版社，2002。
2. 《无机非金属材料概论》，戴金辉，哈尔滨工业大学出版社，1999。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：参观讲解、小组讨论等。

重点：材料的工艺流程、制备方法。

难点：物料的生产过程及原理。

自主学习建议：其它材料的生产技术。

七、课程考核及成绩评定方式（要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录）

课程考核方式：考查

成绩评分办法：（1）实习报告占 80%；（2）实习的工作态度（考勤）占 20%。

《毕业实习》课程教学大纲

课程英文名称: Graduation Practice

课程编号: 060061110

总学时: 4 周

学分数: 4

适用专业: 新能源材料与器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

毕业实习是学生完成全部学习任务所必需的最后一个教学环节,是理论学习和实践锻炼相结合的重要方式,是在学完必修和选修课程后,进行过校内外实习和课程设计的基础上进行的、对学生掌握从事本专业工作所必需的基础理论、基本知识和基本技能的全面检验,也是对学生提高政治思想水平与业务素质、综合运用所学知识解决生产实际问题的一次全面培养和训练,是学生走向工作岗位的前奏,为学生就业打下坚实基础。

二、课程教学的目标

1、通过毕业实习,使学生走进企业,加深对企业的认识,了解一线的相关生产和管理的知识。进一步加深对专业课程教学内容的理解、消化,巩固,在应用中获得一定的生产实践经验,培养学生运用所学习的理论知识去分析和解决生产实际问题的能力,为毕业后从事本专业工作打下基础。

2、通过毕业实习,使学生了解工厂的生产设备的类别、结构、使用,提高对企业的认识,开阔视野,了解相关设备及技术资料,熟悉产品的生产工艺。

3、通过毕业实习,培养学生应用理论知识解决实际问题 and 独立工作的能力,

培养实事求是、严肃认真、细致踏实的工作作风，良好的职业道德、爱岗敬业精神，有责任意识和创新意识，为将来从事相关工作打下必要的基础。

4、通过毕业实习接触认识社会，提高社会交往能力，学习工人师傅和工程技术人员的优秀品质和敬业精神，培养学生的专业素质，明确自己的社会责任。

三、课程教学的基本内容及教学安排

毕业实习的基本内容：

- 1、了解并适应企业生产环境；
- 2、熟悉企业的生产流程；
- 3、熟悉产品检验和质量管理；
- 4、熟悉产品的销售和管理；
- 5、与专业相近的其他工作。

教学安排：

- 1、入场教育参观 3 天；
- 2、第一车间实习 12 天；
- 3、第二车间实习 12 天；
- 4、专题讲座 1 天。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《毕业实习》是在学生已学习《材料化学》、《功能材料与器件》等学科基础上为学生毕业设计打下必不可少的基础，同时本课程又有助于学生材料化学知识能力、分析问题能力的提高。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《材料化学》，曾兆华，化学工业出版社，2013。

参考书：

1. 《复合材料大全》，沃丁柱，化学工业出版社，2002。
2. 《无机非金属材料概论》，戴金辉，哈尔滨工业大学出版社，1999。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：参观讲解、小组讨论等。

重点：高分子、无机非金属材料的工艺流程、制备方法。

难点：物料的生产过程及原理。

自主学习建议：其它高分子、无机非金属材料的生产技术。

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式：考查

成绩评分办法：(1) 实习报告占 80%；(2) 实习的工作态度(考勤)占 20%。

《毕业设计(论文)》课程教学大纲

课程英文名称: Graduation Design(Thesis)

课程编号: 060061120

总学时: 10 周

学分数: 10

适用专业: 新能源材料及器件

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料化学系

课程负责人: 王彬彬

编制日期: 2019 年 3 月

一、课程简介

毕业设计(论文)是本科培养计划中的最后一个教学环节,是对学生的一次系统的综合训练,也是在学生毕业前对教学质量作一次全面的检查,因此是落实本科培养目标的重要组成部分。毕业设计(论文)的目的旨在培养学生综合运用所学知识和技能,独立分析与解决实际问题的工程实践能力、理论研究能力和创新意识。

二、课程教学的目标

通过本课程学习,要求学生能综合、灵活地应用所学的基础知识和专业理论知识,掌握中外文献查阅的方法和计算机的应用技术,能对文献资料进行归纳总结并提出自己的看法,拟定研究方案,完成任务书中规定的实验内容,对实验结果进行详细记录,对实验数据进行分析处理,撰写出毕业论文,并在答辩中清晰、正确地表达。

三、课程教学的基本内容及教学安排

毕业设计(论文)的基本内容:

1. 选题;

2. 查阅、归纳总结中外文献资料；
3. 拟定研究方案；
4. 完成实验内容，并对实验结果进行分析处理；
5. 撰写毕业论文；
6. 答辩。

教学安排：

1. 与指导教师见面、交流，确定毕业论文的题目，2 天；
2. 阅读、综合文献资料，与指导教师交流，进一步查阅文献资料，1 周；
3. 与指导教师交流，确定研究方案，3 天；
4. 进行实验工作，及时分析处理实验结果，并与指导教师交流，7 周；
5. 撰写毕业论文，1 周；
6. 答辩，1 天。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《毕业设计（论文）》是学生本科培养阶段的最后一门课程，本课程有助于学生材料化学知识能力、分析问题能力的提高。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《材料化学》 主编：曾兆华 出版社：化学工业出版社 出版时间：2013 年。

参考书：

1. 《复合材料大全》 主编：沃丁柱 出版社：化学工业出版社，出版时间：2002 年。
2. 《无机非金属材料概论》 主编：戴金辉 出版社：哈尔滨工业大学出版社 出版时间：1999 年。

六、教学方法与学习建议（授课方式、重点、难点及后续自主学习建议）

授课方式：实验（设计）讲解、小组讨论等。

重点：资料查阅、研究方案制定、实验及数据处理、论文写作。

难点： 研究方案制定及实验数据分析处理

自主学习建议： 提早参加科研锻炼

七、课程考核及成绩评定方式(要求过程考核与终结性评价有机结合，并有具体细则与记录)

课程考核方式： 考查

成绩评分办法：（1）毕业论文占 80%；（2）答辩占 10%；（3）平时表现占 10%