



# 材料科学系 本科生学习手册 (2024 版)

# 目 录

<b>第一章 前言</b> .....	<b>5</b>
1.1 复旦大学材料科学系概况 .....	5
1.2 材料科学系本科生课程学习手册使用指南 .....	7
<b>第二章 材料科学系本科生培养体系</b> .....	<b>8</b>
2.1 培养目标 .....	8
2.2 材料科学系本科生培养模式 .....	8
2.3 本科生导师制 .....	10
2.4 实践与能力训练 .....	10
2.5 荣誉项目 .....	11
2.6 专业分流 .....	12
2.7 毕业设计与毕业论文 .....	12
<b>第三章 选课指导</b> .....	<b>13</b>
3.1 学分要求 .....	13
3.2 通识教育课程 .....	13
3.3 大类基础课程 .....	15
3.3.1 材料化学专业 .....	15
3.3.2 材料物理、电子科学与技术专业 .....	16
3.4 专业教育课程 .....	17
3.4.1 材料物理 .....	17
3.4.2 材料化学 .....	17
3.4.3 电子科学与技术 .....	17
3.5 多元化发展 .....	17
<b>第四章 材料科学系课程体系</b> .....	<b>18</b>
4.1 专业核心教育课程 .....	18
4.1.1 材料大类平台课 .....	18
4.1.2 专业基础课程 .....	19

4.1.2.1 材料物理.....	19
4.1.2.2 材料化学.....	20
4.1.2.3 电子科学与技术.....	20
4.2 专业进阶 I 课程.....	21
4.2.1 材料物理专业进阶 I.....	21
4.2.2 材料化学专业进阶 I.....	22
4.2.3 电子科学与技术专业进阶 I.....	22
4.3 专业进阶 II 课程.....	23
4.3.1 电子材料与器件.....	23
4.3.2 功能聚合物.....	24
4.3.3 信息材料.....	24
4.3.4 新能源材料.....	25
4.4 荣誉课程.....	25
4.5 专业学习路线图.....	27
4.5.1. 材料物理专业学习路线图.....	27
4.5.2. 材料化学专业学习路线图.....	28
4.5.3. 电子科学与技术专业学习路线图.....	29
<b>第五章 材料科学系专业课程大纲.....</b>	<b>30</b>
5.1 大类基础课课程大纲.....	30
5.2 材料类平台课课程大纲.....	61
5.3 专业基础教育课程大纲.....	76
5.3.1. 材料物理.....	76
5.3.2. 材料化学.....	102
5.3.3. 电子科学与技术.....	128
5.4 专业进阶 I 课程大纲.....	154
5.4.1 材料物理.....	154
5.4.2 材料化学.....	错误!未定义书签。
5.4.3 电子科学与技术.....	182

5.5 专业进阶 II 课程大纲.....	196
5.5.1. 电子材料与器件模块.....	196
5.5.2. 功能聚合物模块.....	238
5.5.3. 信息材料模块.....	271
5.5.4. 新能源材料模块.....	301
5.6 荣誉课程大纲.....	332
附录 A 材料科学系本科毕业论文（设计）工作管理办法 .....	360
附录 B 材料科学系本科生推免要求 .....	364
附录 C 材料科学系本科专业培养方案一览表 .....	373
附录 D 材料科学系本科专业指导性修读计划.....	388

# 第一章 前言

## 1.1 复旦大学材料科学系概况

复旦大学材料科学系前身是创办于 1982 年的复旦大学材料研究所，是国内综合性大学中最早设立具有工科性质的材料学科的几个单位之一，1986 年 3 月正式建立校直属的材料科学系。建系以来，一直根据国际产业、国家经济、国防与社会发展需求，特别是上海及长三角地区对高端制造业的产业需求，结合自身基础和特点，同时考虑与国内兄弟院校的分工互补，坚持走“少而精”发展路径，开展材料科学研究。经过 30 年的不懈努力，业绩斐然，享有很高的国际知名度。

材料科学系现有教职工 89 人，其中正高级职称 36 人、副高级职称 35 人。至 2022 年 4 月，41% 的专任教师拥有国家与省部级人才称号，其中中科院院士 1 人，国家杰出青年基金获得者 4 人，海外高层次人才 9 人，国家优秀青年基金获得者 4 人，双聘中科院院士 1 人，国家自然科学基金创新研究群体 1 个。

材料科学系目前拥有“材料科学与工程”一级学科博士点、“材料物理与化学”和“材料学”二级学科博士点、“材料与化工”专业学位博士点、“材料科学与工程”、“电子科学与技术（部分）”博士后流动站。其中，“材料物理与化学”是国家重点培育学科和上海市重点学科；“材料科学与工程”入选上海市一流学科建设计划。材料物理专业入选 2021 年度国家级一流本科专业建设点。拥有 5 个省部级科研基地：国家微电子材料与元器件分析中心，国家教育部先进涂料工程研究中心，专用材料与技术教育部重点实验室，上海市高校电子与光电子材料及器件分析技术工程研究中心；同时，也是 TFT-LCD 关键材料及技术国家工程实验室联合体成员之一。

材料科学系坚持学界业界融合、服务社会，成果丰硕。先后获得国家、省部级科技奖励 29 项，包括国家技术发明二等奖 1 项、国家科技进步二等奖 1 项、省部级技术发明一等奖和科技进步一等奖 12 项、二等奖 7 项。其中，2015-2020 期间获得省部级自然科学一等奖、技术发明一等奖和优秀发明金奖各 1 项，自然科学二等奖 1 项。承担或参加国家支撑计划、02 专项、“863”计划、“973”计划、基金委重点、面上、青年等国家与省 5 部级项目 185 项、企业项目 195 项、发表 SCI 论文 1530 篇、获得授权国家发明



专利 160 件。围绕国家发展战略和建设上海全球创新中心的目標，2015 年分別加入上海市重點支持的“材料科学与工程”高峰学科行列和“材料基因组工程”创新平台，为提升本学科实力起到了重要的推动作用。

利用自身基础和特点，复旦大学材料科学系以功能新材料为主要对象，以高技术应用为导向，开展科学研究。主要研究方向包括：功能聚合物材料及应用、先进光电与储能材料、材料失效与器件可靠性、光纤材料与器件技术等。

(1) 功能聚合物材料及应用 本方向主要围绕光功能液晶高分子薄膜、光响应智能界面薄膜材料、新型树脂及其功能聚合物涂层等，开展分子设计、聚合新方法与制备新技术、结构与性能相关性等应用基础研究；研发功能树脂及其涂层、水性树脂及其涂层、有机-无机纳米杂化涂层及涂装技术等应用技术，并实现了产业化。

(2) 先进光电与储能材料 本方向围绕光电探测、无机材料柔性塑造、光/电转换与储能材料，开展不同波段的半导体光电探测材料与器件、应力驱动半导体薄膜与器件、储氢材料、电池材料的研究。

(3) 材料失效与器件可靠性 本方向重点围绕电子材料与集成电路可靠性、工程材料的腐蚀防护与失效分析开展工作，包括先进电子封装材料与封装工艺、器件可靠性和失效分析；不锈钢系统评价方法与腐蚀数据库；核电、火电等重大设备的失效诊断等。

(4) 光纤材料与器件技术 本方向利用具有自主知识产权的新型光纤分布式振动传感技术，开展光纤周界安防、通信干线监控、油气管道监控、城市综合管廊监控、井下安全及辅助救援、路基沉降监测、光缆寻踪仪等方面的研发工作。

理论功底扎实、具备跨学科的知识基础、思辨和分析能力强、能独立从事学术研究是材料科学系人才培养的目标。通过“本科生进入实验室”，以及通识课程建设等具体举措，人才培养效果显著。3 篇论文入选中国百篇最具国际影响论文，14 篇入选 ESI 高被引用论文；获得上海市教学成果二等奖 1 项，上海市精品课程 2 门、上海市优秀博士论文 2 篇、优秀硕士论文 4 篇。人才培养总体质量优良，一批学生已在国内外学术界和工业界发挥着骨干和领军作用。目前材料科学系每年本科毕业生 80% 以上继续攻读国内外著名大学和科研院所的研究生。就业主要面向科研、企事业单位等部门从事材料、电子相关工作。

## 1.2 材料科学系本科生课程学习手册使用指南

根据《复旦大学关于实施 2020 一流本科教育提升行动计划的若干意见》要求，复旦大学教务处统一部署编撰“本科生课程学习手册”。通过编撰《复旦大学材料科学系本科生学习手册》（以下简称“本手册”），旨在帮助同学们全面了解复旦大学材料科学系本科生培养理念、培养目标、培养模式以及培养方式；帮助同学们熟悉材料科学系各专业 2+X 课程体系、2+X 选课指导、导师制、大类分流、转专业、本科荣誉项目等；并详细指导同学的制定合适的选课方案。

本手册总结了复旦大学材料科学系历年教学改革经验，给出了学科交叉融合的材料科学与工程本科生课程体系。针对不同基础和需求的学生，提供了不同的课程组合方案。

本手册第二章详细介绍了复旦大学材料科学系本科生培养体系，包括培养目标和本科生课程体系，以及本科生教育相关的导师制、实践实验教学以及大类招生配套专业分流方式方法。

第三章详细介绍了材料科学系本科生选课指导，包括各专业学分要求及构成，包括部分课程学分的可替换方案。

第四章详细介绍了材料科学系本科生课程体系，包括材料大类平台课以及材料物理、材料化学和电子科学与技术课程体系。提供了各专业详细的必修课年度修读路线图以及各专业选修建议。

第五章为材料科学系主要课程介绍，包括课程基本信息、教学目的和基本要求、课程基本内容，以及课程之间的相互联系等，帮助同学们熟悉课程内容。

本手册的成书得益于材料科学系全体教师的共同努力。

本手册是针对 2024 级材料科学系学生编写的，学生入校后在每个学期选课时应该仔细阅读本课程学习手册，以便制定合理的后续课程学习计划。

由于时间仓促，手册中难免存在错误，请同学们在使用过程中及时发现并反馈错误。

## 第二章 材料科学系本科生培养体系

### 2.1 培养目标

培养目标：培养具有扎实的专业知识、较高综合素质的创新性人才、未来的学术和行业精英。

教学特色：专业教育与通识教育相结合、物理与化学相结合、理论学习与实践相结合；鼓励学生积极参加“茗政学者”、“望道学者”、“创新性实验计划”和“挑战杯”等学生科研活动；鼓励本科生海外著名大学交流交往，培养“国际化视野”。

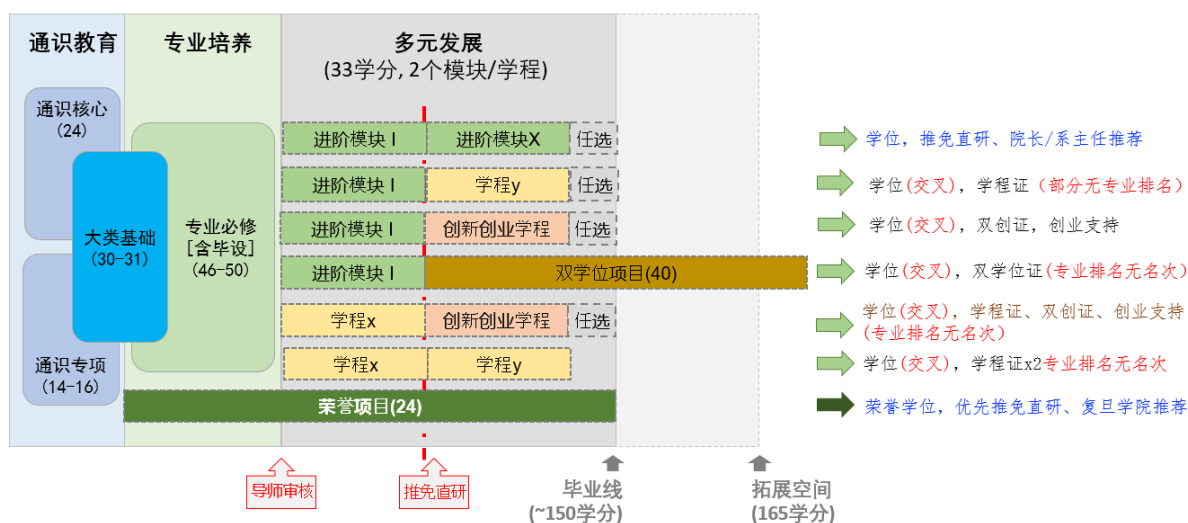
### 2.2 材料科学系本科生培养模式

2006 年，材料科学系开始着手制定新的本科生教学计划，打通 3 个专业课程，并多次修订培养计划。按照加强理化基础、突出材料基础，强化专业特色的要求，分模块化安排教学计划。按照复旦大学教务处的统一部署，课程分成四个层次：通识教育课程、大类基础课程、材料类平台课程和专业课程。

2020 年开始，依据复旦大学“大类招生、通识教育、专业培养、多元发展”原则，材料科学系着手构筑厚基础、高质量的多元人才培养体系，实行新的 2+X 培养方案。

“2”指的是从通识教育和材料专业培养两方面入手，夯实个人发展基础；“X”指的是基于个性化成长需求，在学分制前提下提供材料专业进阶、跨学科发展、双学位、创新创业等多种路径，更好的为学生创造专兼结合、融会贯通的多元发展空间，典型的 2+X 培养体系框图如下图所示。





按照复旦大学招生专业目录，2024 级材料科学系本科生一年级分属于技术科学试验班（交叉科学类）。一年级的学生着重通识教育及自然科学基础知识的培养。通识教育是复旦大学在本科生培养方面的一大特色，包括思政模块、培养人文情怀和科学精神的七大模块核心课程、英语以及人工智能等课程。自然科学基础知识的学习包括数学、物理、化学、生物和电子线路等基础课程。

二年级学生分流进入材料科学系后，除了继续学习通识教育课程外，将进入专业基础课程和专业课程的学习。专业课程分成四大类，首先是材料类平台课程，包括《材料科学导论》、《材料制备与加工》《材料结构与性能》、《材料分析》和《材料综合实验》，使得不同专业的学生都有很好的材料科学基础；其次是专业必修课程，每个专业都设置了体现专业特色的基础必修课程；三是专业进阶 I 课程，包括材料物理专业进阶课程、材料化学专业进阶课程和电子科学与技术专业进阶课程。四是专业进阶 II 课程，专业进阶 II 课程分 4 个模块组，分别是“电子材料与器件”、“新能源材料”、“信息材料”和“功能聚合物”，学生可以根据自己的兴趣选择某一领域内的深入进阶课程。

本科生培养过程中，能力培养是首要任务。材料科学系以课程教学、实验教学和科研实习为抓手，着重培养学生创新能力和实践能力。结合复旦大学科研实践项目，目前材料科学系本科生科研实习项目包括著政学者、望道计划、登辉计划、腾飞计划和曦源计划。鼓励学生大面积参与科研实习，提高独立思考和解决实际问题的能力。

分流进入材料科学系的学生根据自己的学习基础、兴趣志向明确 2+X 培养体系中的多元发展路径。毕业审核时将根据所选路径对应的修读要求进行审核。

## 2.3 本科生导师制

导师制是本科生培养系统中重要组成部分。材料科学系制定了《本科生导师职责和激励措施》，规范本科生导师工作，鼓励更多的优秀教师尤其是青年教师担任本科生导师。目前为每个班级安排 1-2 名专业导师（每名导师指导学生不超过 20 人）。导师的主要职责包括：关心学生德、智、体、美的全面发展，帮助学生树立崇高的人生观和价值观，按照学校的本科生人才培养理念，实现培养目标；熟悉本专业和相关专业的教学培养方案和学籍管理条例，根据每位学生的不同特点，帮助学生制定个性化的修读计划，确定每学期的修读课程；帮助新生尽快适应大学学习生活，引导学生建立正确的专业思想；关心并了解学生的学习、生活情况和心理状况，进行针对性的教育与引导，培养学生树立刻苦学习的精神和严谨的治学态度；建立导师与学生联系和沟通的有效渠道，及时向院系及教务处反馈学生对学校教学工作的意见和建议。

导师针对不同年级学生的特点和成长规律，给予专门的学业辅导和生活上的帮助。一年级，导师主要针对学生课程和专业选择进行辅导；二年级主要对学生进行专业选课指导，同时对部分需要课程辅导的同学进行专门指导；三年级以后导师制一方面包括年级导师，同时还有研究导师，通过设立各类本科生科研项目，给予大多数学生科研学术指导。

导师制自创建以来，对我系本科生培养工作起了极大的促进作用。由于全校一年级大类招生，学生分散在各个试验班，导师很好地起到了材料系和学生之间的沟通作用，一年级新生参加院系活动积极性明显增加，同时导师组织的各类专业相关学习活动大大增加了新生对材料专业的了解，近年来申请分流进入材料科学系的同学明显增加，二年级新生平均绩点稳步提升。对高年级同学而言，越来越多的本科生加入到实验室科创项目中来，以本科生为主的科研成果逐年增多。

## 2.4 实践与能力训练

实验实践教学是一流大学人才培养的重要环节，是适应创新型人才培养、提升教学质量、实现教学资源的优化配置与共享的需要。材料科学系以“理论教学与实践教学相结合，科研与实验教学相结合，课堂教学与课外指导相结合”为指导思想，大力加强本科生实践与能力训练。本科生实践与能力训练包括实验课程、科研科创活动和毕业论

文等。

在专业实验课程方面，目前开设有材料综合实验、材料物理实验、材料化学实验和电子物理实验 4 门。目前材料科学系正着力建设材料科学与工程实验教学中心，进一步加强实验实践教学。

为加强学生创新能力和实践能力，鼓励学有余力的优秀本科生参与科研工作，复旦大学开展了多个项目的“本科生科研基金”，包括“茗政计划”、“望道计划”、“曦源计划”等，材料科学系全体教师积极参与各类本科生科创计划，鼓励本科生尽早进入实验室参与科研实习，同时鼓励学生跨专业，跨学科申报科创计划。

同时，为进一步强化本科生科研能力，依托学科优势，结合教师科研项目，材料科学系各实验室自筹资金，招收二年级以上本科生进入实验室，利用实验室科研条件加强科研实践能力培训。



材料科学系能力示意图

## 2.5 荣誉项目

本科生“荣誉项目”的设立目标是汇聚能力卓越、志存高远的优秀本科生，激发其学术兴趣和潜能，使之既具备深厚的专业基础又具有前沿的学术视野和持久的学术竞争力，以培养各学科未来的领军人才。

材料科学系的荣誉课程在难度、深度与广度上均高于普通课程，因此其比相应的普通课程多一个学分，而且 A 类成绩的评定可以不受不得高于 30% 的限制。学生如修读

一定的荣誉课程，达到相应的成绩要求，并在课题研究方面开展了必要的科研工作之后可以在毕业时申请授予“荣誉学位证书”，毕业所需的总学分稍有增加。

## 2.6 专业分流

复旦大学高考招生实行大类招生，实验班培养模式，材料科学系本科招生对应高考专业目录为“自然科学试验班”和“技术科学试验班”。

每年计划分流进入材料系学生人数约 80 人。

材料科学系专业分流分两个阶段，第一阶段按照学校教务处统一部署展开，学生分流进入材料科学系。这阶段工作在大一下学期（每年 4 月份）进行，包括宣传、报名、录取。材料科学系努力为学生提供全面实用的信息，包括宣讲会、讲座、咨询答疑等，帮助学生了解材料科学系。学生根据教务处的安排网上填报分流志愿，7 月初完成录取，近几年分流进入材料科学系的同学都是第一志愿填报材料科学系。

进入材料科学系的同学暑假结束前进行第二阶段专业分流，遵循“志愿为主，计划为辅”的方针，尽量满足学生的兴趣志向分流进入专业。实际操作中，绝大部分同学专业分流能满足专业第一志愿。

## 2.7 毕业设计 with 毕业论文

本科毕业论文是一个重要的教学环节，是对学生科研能力、实践能力、论文写作能力以及论文答辩表述能力的综合培养。为提高本科生毕业论文水平，材料科学系对本科毕业论文提出了严格要求，制定了《材料科学系本科毕业论文（设计）工作管理办法》，详细规定了毕业论文选题、开题、进展检查、论文答辩各个环节的工作要求和内容（详见附件 A）。

材料科学系本科生毕业论文的主要特色有：

1. 选题均来自指导教师的科研项目，研究内容先进。
2. 全体本科生深入实验室参与实际科研工作，收到良好的科研训练，部分同学毕业论文是科创工作的延续，部分同学毕业论文与今后研究生工作有衔接。
3. 对本科生毕业论文要求严格，管理规范，全体导师和学生认真对待。

## 第三章 选课指导

材料科学系各专业细的培养方案和指导性修读计划见附录 D 和附录 E，各专业通识教育课程、大类基础课程、专业课程的具体选课指导和学分要求如下。

### 3.1 学分要求

专业	试验班	总学分	通识教育课程		专业教育		多元发展	
			通识教育核心课程	通识教育专项课程	大类基础课程	专业必修课程	专业进阶 I	专业进阶 II
材料物理	技术科学试验班 (交叉科学类)	146	27	16	30	50	14	9
材料化学	技术科学试验班 (交叉科学类)	144	27	16	31	46	15	9
电子科学与技术	技术科学试验班 (交叉科学类)	146	27	16	30	50	14	9

注：专业进阶 I、II 可用其他 X 课程代替。

### 3.2 通识教育课程

通识教育课程包括通识教育核心课程、通识教育专项课程，须修满 43 学分。

#### 1. 通识教育核心课程，必修 19 学分，选修 8 学分

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码
通识教育	27	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	

		思想政治理论课模块 B 组课程	2	2	选修	见思想政治理论课模块课程列表
		1 文史经典与文化遗产模块课程	2~3	2~3	必选 8 学分(每模块≤1 门)	见核心课程七大模块课程列表
		2 哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3		
		3 文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3		
		4 社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3		
		5 科学探索与技术创新模块课程	2~3	2~3		
		6 生态环境与生命关怀模块课程	2~3	2~3		
		7 艺术创作与审美体验模块课程	2~3	2~3		
专项教育	16	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/
		大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于 4 学分	见大学外语课程列表
		人工智能教学专项	至少 2 学分	至少 2 学时	必选	见人工智能教学专项课程列表
		体育课程	4	8	必选	见体育课程列表
		军事理论	2	2	必修	见军事理论
		军事技能	2	/	必修	见军事技能
		创新创业课程	/	/	选修	见专项教育课程创新创业部分
		心理健康教育	1~2	/	必选	见专项教育课程心理健康教育部分
实验室安全教育	/	/	必修	见专项教育课程实验室安全教育部分		

\*七大模块核心课程总选修 8 学分，每个模块最多选 3 学分，且规避第五模块。

## 2. 通识教育专项课程，须修满 16 学分

技术科学试验班专项教育课程包括大学外语、体育、军事理论、军事技能、创新创业、心理健康教育等课程。

- 大学外语：原则上不少于 4 学分，并通过“复旦大学英语水平测试”。
- 体育：须修满 4 学分，第一至第四学期各学期选修 1 门（课程清单以教务处



公布为准)。

- 军事理论：须修满 2 学分，学生须完成课堂教学内容。
- 军事技能：须修满 2 学分，学生须完成军训。
- 创新创业：选修。
- 心理健康教育：至少 1 学分心理健康教育课程，完成总学时不少于 32 学时。
- 实验室安全教育：累计不少于 16 学时。

### 3.3 大类基础课程

#### 3.3.1. 材料化学专业

材料化学专业基础课程包括数学、物理、化学和生物，须修满 31 学分。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程
高等数学 B (上)	MATH120003	5	6	0.4			秋季	高等数学 A (上、下)
高等数学 B (下)	MATH120004	5	6	0.4			春季	
线性代数 (理工类)	MATH120020	3	3				春秋	MATH120044 COMP120004

- 数学：须修满 13 学分
- 物理：须修满 10 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程
大学物理 B (上)	PHYS120013	4	5	0.8			春秋	大学物理 A: 力学、热学、电磁学
大学物理 B (下)	PHYS120014	4	5	0.8			春秋	
基础物理实验	PHYS120015	2	3				2	/

- 化学：须修满 5 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程
普通化学 A (上)	CHEM120005	2	2				1	/
普通化学 A (下)	CHEM120006	2	2				2	
普通化学实验 I	CHEM120009	1	1.5	1			1	/

● 生物：须修满 3 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程
现代生物科学导论 A	BIOL120002	3	3				春秋	

### 3.3.2. 材料物理、电子科学与技术专业

材料物理、电子科学与技术专业基础课程包括数学、物理和信息基础，须修满 30 学分。

● 数学：须修满 13 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程
高等数学 A (上)	MATH120021	5	6	0.4			秋季	数学分析 BI 和 BII
高等数学 A (下)	MATH120022	5	6	0.4			春季	
线性代数	MATH120020	3	3				春秋	MATH12004 4 COMP12000 4

● 物理：须修满 10 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程

大学物理 B (上)	PHYS120013	4	5	0.8			春秋	大学物理 A: 力学、热学、电磁学
大学物理 B (下)	PHYS120014	4	5	0.8		春秋		
基础物理实验	PHYS120015	2	3				2	/

● 信息基础：须修满 7 学分

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	可替换课程
程序设计	COMP120006	4	5	2			1	程序设计 A
电子系统导论	INFO120011	3	3	3			2	/

### 3.4 专业教育课程

#### 3.4.1. 材料物理

材料物理专业核心教育课程须修满 50 学分。

#### 3.4.2. 材料化学

材料化学专业核心教育课程须修满 46 学分。

#### 3.4.3. 电子科学与技术

电子科学与技术专业核心教育课程须修满 50 学分。

### 3.5 多元化发展

多元化发展包括专业进阶 I、专业进阶 II、荣誉项目、跨学科发展学程 X、跨学科发展学程 Y 和创新创业学程，学生可任意修读 2 个学程。学分要求分别是 15-17 学分。辅修学士学位学分要求以实际修读专业要求为准。

## 第四章 材料科学系课程体系

### 4.1 专业核心教育课程

#### 4.1.1 材料大类平台课

材料大类平台课包括“材料科学导论”、“材料结构与性能”、“材料制备与加工”、“材料分析”和“材料综合实验”，总共 14 个学分，是材料科学系本科生必修大类平台课程。

“材料科学导论”课程介绍现代材料科学的基本概念、学科特点和发展趋势。讲解金属、陶瓷、聚合物、复合材料和半导体等五大基础材料所共有的基础知识，即材料的组成、结构、组织与性质、性能的相互关系；概要叙述材料的原子结构、晶体结构、缺陷类型、热力学与相图、显微组织与性能、凝固与结晶、扩散与迁移等一些基本概念与原理；扼要阐述固体材料的基本性能，并且理论结合实际，安排了三个材料性能测试与分析的综合实验；最后简要陈述八类新材料的特点、特性及其在高科技领域中的应用。

“材料结构与性能”课程明确材料结构决定材料性能这一理念，认识到材料结构与性能的关系是材料科学中的核心内容之一；掌握相关的基本概念和基础知识，提升分析问题和解决问题的思路和能力；打通材料化学、材料物理以及电子科学技术三个专业的知识结构，培养既有扎实基础又有宽泛视野的复合型、综合型和开拓型的人才。

“材料制备与加工”课程通过学习，认识并掌握三大材料(金属材料、无机非金属材料、高分子材料)的制备科学原理、常规生产工艺和加工成型方法；了解薄膜材料的制备方法。获得当前不同种类材料制备与加工方面的基本知识，以帮助学生快速适应与材料有关的科研和工作岗位，或为其进一步在材料领域的深造打下专业基础。

“材料分析”课程通过学习，使得材料系材料物理、材料化学、电子科学与技术(物理电子学)三个专业的学生能够对材料科学的常见分析方法的基本理论和适用性有一定的了解，较系统的掌握常见无机和有机材料的通用分析技术。通过案例学习，深化学生对材料结构、性能和相应表征手段的认识，为将来从事材料科学与工程的相关研究和应用工作打下基础。

“材料综合实验”课程使材料专业的学生初步掌握某些无机材料、有机材料的一些

基本的表征和性能测试手段，加强基本技能的训练，培养学生的动手能力、观察分析问题的能力和严谨的科学态度，并且培养学生基本的材料科学研究能力，为毕业论文设计作准备。基本要求：了解测试仪器的结构、基本组成、工作原理和主要操作方法；熟悉分析测试对样品的要求，掌握一般的制样方法，了解特殊的制样方法；学会实验结果的数据处理与分析方法，掌握实验的分析测试技术的主要用途。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
材料科学导论	MATE130034	3	3	0.5			3	
材料制备与加工	MATE130061	3	3	0.5			5	
材料分析	MATE130062	3	3	0.5			6	
材料综合实验	MATE130064	2	4	2			6	
材料结构与性能	MATE130092	3	3	0.5			4	

## 4.1.2 专业基础课程

### 4.1.2.1 材料物理

针对专业培养要求，除了材料大类平台课程外，材料物理专业核心课程总共 36 学分。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
普通化学	MATE130091	2	2				3	
普通化学实验 I	CHEM120009	1	1.5	1			3	
近代物理 A	PHYS130055	4	4				3	
数学物理方法	MATE130050	4	5	1			3	
经典物理 A	PHYS130057	4	4				4	
材料力学	MATE130067	2	2	0.5			4	
材料物理	MATE130010	3	3	0.5			5	
近代物理实验 A	PHYS130056	3	3	3			5	
半导体物理 C	MATE130013	3	3	0.5			5	
材料物理实验	MATE130093	3	3	3			6	

生产实习	MATE130008	1		1		36	7	
毕业论文	MATE130009	6		6		108	8	

#### 4.1.2.2 材料化学

针对专业培养要求，除了材料大类平台课程外，材料化学专业必修基础课总共 32 学分。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
有机化学 A I	CHEM130067	4	4				3	
合成化学实验(上)	CHEM130010	2	3	2			4	
物理化学 A II	CHEM130013	3	3				4	
有机化学 A II	CHEM130068	2	2				4	
合成化学实验(下)	CHEM130011	2	3	2			5	
物理化学 A III	CHEM130014	3	3				5	
物理化学实验(上)	CHEM130104	2	3	2			5	
物理化学实验(下)	CHEM130105	2	3	2			6	
材料化学	MATE130005	2	2	0.5			7	
材料化学实验	MATE130070	3	4	3			7	
生产实习	MATE130008	1		1		36	7	
毕业论文	MATE130009	6		6		108	8	

#### 4.1.2.3 电子科学与技术

针对专业培养要求，除了材料大类平台课程外，电子科学与技术专业必修基础课程总共 36 学分。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
普通化学	MATE130091	2	2				3	限技术科学类
普通化学实验 I	CHEM120009	1	1.5	1			3	限技术科学类



数学物理方法	MATE130050	4	5	1			3	
近代物理 A	PHYS130055	4	4				3	
物理化学 B	MATE130059	4	4	0.5			4	
经典物理 A	PHYS130057	4	4				4	
模拟与数字电子线路	MATE130058	3	3	0.5			4	
固体物理导论	MATE130063	4	4	0.5			5	
近代物理实验 A	PHYS130056	3	3	3			5	
生产实习	MATE130008	1		1		36	7	
毕业论文	MATE130009	6		6		108	8	

## 4.2 专业进阶 I 课程

材料科学系专业进阶 I 课程包含三个模块，分别是材料物理、材料化学和电子科学与技术。材料科学系仅提供修读专业进阶 I 课程学生的专业排名，仅接受修读专业进阶 I 课程学生的推荐免试研究生申请。

### 4.2.1 材料物理专业进阶 I

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
模拟与数字电子线路	MATE130058	3	3	0.5			3	
电子材料分析	MATE130017	3	3	0.5			5	
专业英语(材料物理)	MATE130018	2	2	1.0			5	
器件与集成电路原理	MATE130014	4	4	0.5			6	
电子材料与器件工艺	MATE130015	2	2	0.5			6	

材料物理专业课程特色和优势：

(1) 材料物理专业是材料科学与物理学相结合的交叉学科，加强在电子材料、能源材料、计算材料、纳米材料、光电材料以及材料分析等方面学习和贯通。

(2) 材料物理专业课程突出材料科学及其分析技术在微电子和信息技术相关领域的融合，优化和区分了材料物理专业在上述领域的优势课程。

建议后续专业进阶 II 课程选修“电子材料与器件”、“新能源材料”或“信息材料”模块。

#### 4.2.2 材料化学专业进阶 I

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
无机化学和化学分析实验 I	CHEM130003	2	3	2			3	
材料分析化学（上）	MATE130068	2	2	0.5			3	
材料分析化学（下）	MATE130069	2	2	0.5			4	
仪器分析和物理化学实验 A 上	CHEM130005	2	3	2			4	
高分子材料化学	MATE130007	2	2	0.5			5	
专业英语（材料化学）	MATE130094	2	2	0.5			5	
高分子材料结构与性能	MATE130006	3	3	0.5			6	

材料化学专业课程特色和优势：

（1）化学与材料结合紧密；化学知识及实验技能方面的训练达到化学系学生同等水平；材料类平台课程系统全面，材料专业知识完善；

（2）交叉类课程资源丰富；与本专业互补性强的材料物理和电子科学与技术专业课程对本专业学生完全开放，课程资源可充分利用，拓展知识面，实现多学科交叉的高素质材化领军人才的培养。

建议后续专业进阶 II 课程选修“功能聚合物”或“新能源材料”模块。

#### 4.2.3 电子科学与技术专业进阶 I

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
真空物理与技术	MATE130019	3	3.0	1			5	
表面分析	MATE130021	3	3.0	1			6	
薄膜技术	MATE130022	3	3.0	0.5			6	
电子物理实验	MATE130023	3	3.0	2			7	
光电技术与器件	MATE130066	3	3.0	1			7	
专业英语(电子科学与技术)	MATE130045	2	2.0	0.5			5	

电子科学与技术专业课程特色和优势：

(1) 传承“真空科学与技术”；本专业课程突出真空电子技术及相关知识的学习，具有扎实的数学、物理基础知识，清晰的知识结构与方法结构。

(2) 融入“材料科学与工程”；本专业是国内少数几个归属材料科学系（院）的专业，从电子技术的发展史来看，新材料的研制与开发起了举足轻重的作用。

建议后续专业进阶 II 课程选修“信息材料”、“电子材料与器件”或“新能源材料”模块。

### 4.3 专业进阶 II 课程

材料科学系专业进阶 II 课程包括四个模块，分别是“电子材料与器件”、“功能聚合物”、“信息材料”和“新能源材料”。学生可选修其中一个模块。

#### 4.3.1 电子材料与器件

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
电子封装材料与工艺	MATE130001	2	2	0.5			春	
材料化学基础	MATE130011	3	3	0.5			春	
集成电路的分析与设计	MATE130016	3	3	0.5			7	
薄膜材料工艺学	MATE130032	2	2	0.5			春	
工程材料的电学性质	MATE130035	2	2	0.5			秋	
半导体材料	MATE130036	2	2	0.5			秋	
电子显微分析技术	MATE130041	2	2	0.5			春	
电子与信息材料	MATE130042	2	2	0.5			秋	
材料科学前沿讲座	MATE130052	2	2	0.5			春	
光子晶体导论	MATE130054	2	2	0.5			秋	
光电材料	MATE130077	2	2	0.5			春	
有机半导体材料与器件概论	MATE130080	2	2	0.5			春	
电子材料的化学处理	MATE130081	2	2	0.5			秋	
智能材料	MATE130087	2	2	0.5			秋	
有机光电材料与器件	MATE130098	2	2	0.5			春	

太阳能电池器件物理	MATE130099	2	2	0.5			春	
-----------	------------	---	---	-----	--	--	---	--

### 4.3.2 功能聚合物

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
材料失效分析	MATE130025	2	2	0.5			春	
功能高分子材料	MATE130049	2	2	0.5			春	
材料科学前沿讲座	MATE130052	2	2	0.5			春	
复合材料	MATE130082	2	2	0.5			春秋	
精细化工工艺学	MATE130083	2	2	0.5			秋	
聚合物材料研究方法	MATE130084	2	2	0.5			春秋	
智能材料	MATE130087	2	2	1			秋	
材料与环境保护	MATE130088	2	2	0.5			秋	
工程材料	MATE130089	2	2	0.5			秋	
有机光电材料与器件	MATE130098	2	2	0.5			春	
有机发光材料	MATE130100	2	2	0.5			秋	
有机功能材料微纳结构制备与应用	MATE130101	2	2	0.5			春秋	

### 4.3.3 信息材料

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
集成电路的分析与设计	MATE130016	3	3	0.5			7	
材料失效分析	MATE130025	2	2	0.5			春	
半导体材料	MATE130036	2	2	0.5			秋	
电子显微分析技术	MATE130041	2	2	0.5			秋	
电子与信息材料	MATE130042	3	3	0.5			秋	
有机化学与聚合物引论	MATE130044	3	3	0.5			秋	
纳米科技导论	MATE130046	2	2	0.5			秋	
液晶物理学	MATE130048	2	2	0.5			秋	

材料科学前沿讲座	MATE130052	2	2	0.5			秋	
扫描探针显微技术及其应用	MATE130057	2	2	0.5			秋	
薄膜材料与器件	MATE130065	2	2	0.5			春秋	
柔性光电子学	MATE130073	2	2	0.5			秋	
光电材料	MATE130077	2	2	0.5			秋	
计算物理	MATE130078	2	2	0.5			秋	全英语课程

#### 4.3.4 新能源材料

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
材料失效分析	MATE130025	2	2	0.5			春	
新型能源材料	MATE130037	2	2	1			春秋	
电子显微分析技术	MATE130041	2	2	0.5			秋	
无机功能材料	MATE130051	2	2	0.5			春	
材料科学前沿讲座	MATE130052	2	2	0.5			春	
纳米功能材料	MATE130075	2	2	0.5			秋	
光电材料	MATE130077	2	2	0.5			春	
智能材料	MATE130087	2	2	1			秋	
锂电池材料	MATE130095	2	2	0.5			春秋	
氢能材料与技术	MATE130096	2	2	1			春	
新能源转换材料及应用	MATE130097	2	2	0.5			春	
有机光电材料与器件	MATE130098	2	2	0.5			春	
太阳能电池器件物理	MATE130099	2	2	0.5			春	

#### 4.4 荣誉课程

材料科学系共设置 11 门荣誉课程（如下表所示），其中 2 门核心荣誉课程：材料制备与加工(H)、材料分析(H)为必修课程；9 门专业荣誉课程：高分子材料化学(H)、材料物理(H)、固体物理导论(H)、数学物理方法 A(H)、物理化学 AII(H)、物理化学 AIII(H)、大学物理 A：电磁学(H)、有机化学 AII(H)、材料综合实验(H)

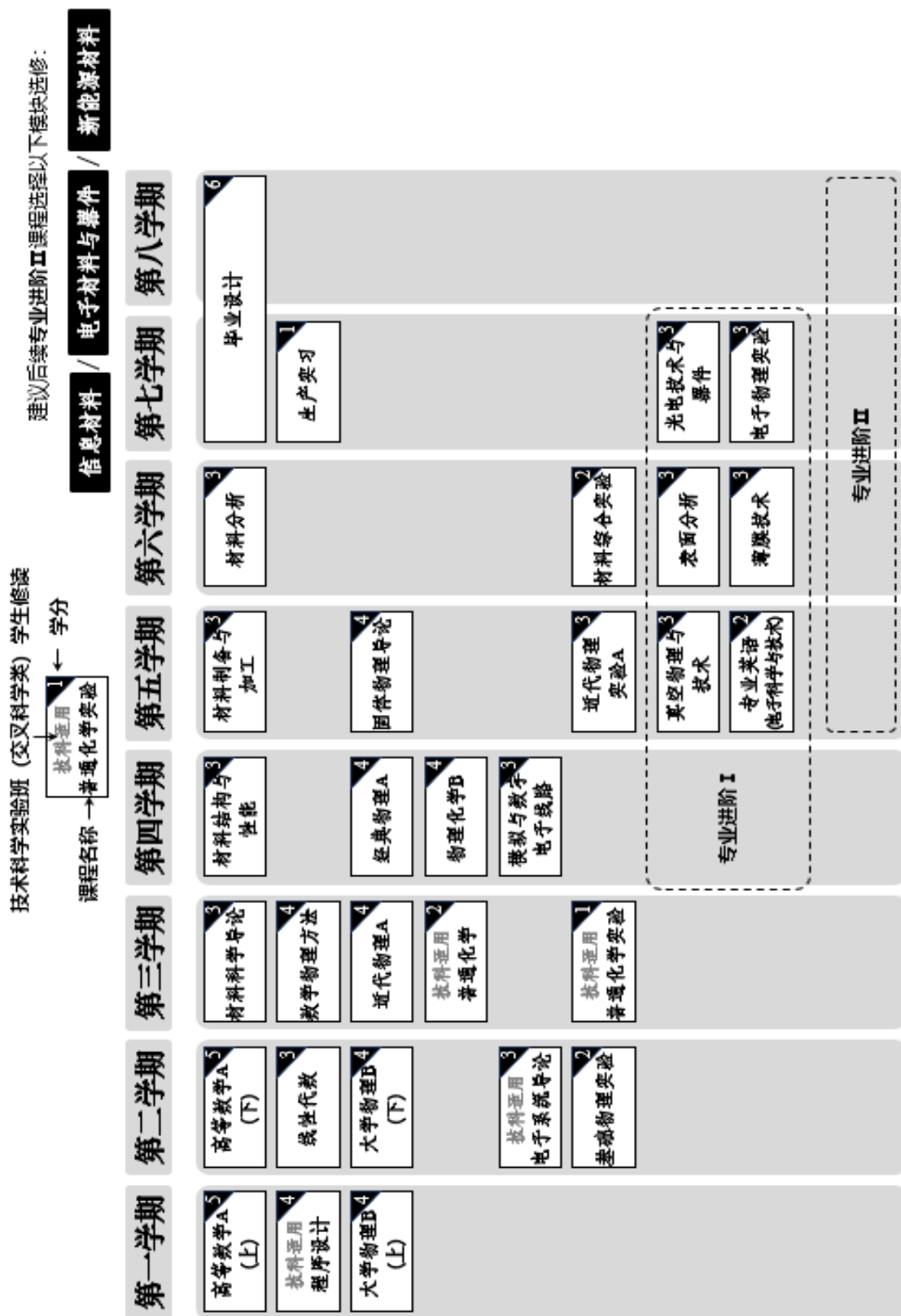
开课学期	一年级下学期	二年级上学期	二年级下学期	三年级上学期	三年级下学期
荣誉课程	大学物理 A: 电磁学(H)	数学物理方法 A(H)	有机化学 AII(H) 物理化学 AII(H)	材料制备与加工(H) 高分子材料化学(H) 材料物理(H) 固体物理导论(H) 物理化学 AIII(H)	材料分析(H) 材料综合实验(H)







### 4.5.3. 电子科学与技术专业学习路线图



## 第五章 材料科学系专业课程大纲

### 5.1 大类基础课课程大纲

#### 高等数学 A（上）

##### 一、基本信息

课程代码	MATH120021				学分	5	周学时	6
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Advanced Mathematics A I							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	高中数学				后续课程			
教学方式	课堂授课				考核方式	笔试		

##### 二、教学目的和基本要求

要求学生掌握一元和多元微积分的基本理论、方法和运算技能，掌握线性代数和空间解析几何的基本知识和方法，能用数学工具建立简单的数学模型及解决应用问题，并为后续的专业课程打下坚实的数学基础。高等数学的教学目标不仅在于使学生掌握数学工具，而且旨在培养学生理性思维能力，接受科学素质训练，启迪学生智慧和创新意识。

##### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

I 一元函数微积分

一、极限与连续

1. 函数 函数概念；函数的图像；函数的性质；复合函数；反函数；初等函数。
2. 数列的极限 无穷小量；无穷小量的运算；数列的极限；收敛数列的性质；单调有界数列；Cauchy 收敛准则。
3. 函数的极限 自变量趋于有限值时函数的极限；极限的性质；单侧极限；无穷远处的极限；曲线的渐近线。
4. 连续函数 函数在一点的连续性；函数的间断点；区间上的连续函数；闭区间上连续函数的性质；无穷小和无穷大的连续变量。

## 二、微分与导数

1. 微分与导数的概念 微分的概念；导数的概念；导数的意义；微分的几何意义。

2. 求导运算 初等函数的导数；四则运算的求导法则；复合函数求导的链式法则；反函数求导法则；对数求导法；高阶导数。

3. 微分运算 基本初等函数的微分公式；微分运算法则；一阶微分的形式不变性；隐函数求导法；参数方程确定的函数求导；微分的应用：近似计算、误差估计。

4. 微分学中值定理 局部极值与 Fermat 定理；Rolle 定理；微分学中值定理；Cauchy 中值定理。

5. L'Hospital 法则 型的极限； 型的极限；其它不定型的极限。

6. Taylor 公式 带 Peano 余项的 Taylor 公式；带 Lagrange 余项的 Taylor 公式；Machlaurin 公式。

7. 函数的单调性和凸性 函数的单调性；函数的极值；最大值和最小值；函数的凸性；曲线的拐点；函数图像的描绘。

8. 方程的近似求解

## 三、一元函数积分学

1. 定积分的概念、性质和微积分基本定理 面积问题；路程问题；定积分的定义；定积分的性质；原函数；微积分基本定理。

2. 不定积分的计算 不定积分；基本不定积分表；第一类换元积分法（凑微分法）；第二类换元积分法；分部积分法；有理函数的积分；某些无理函数的积分；三角函数有理式的积分。

3. 定积分的计算 分部积分法；换元积分法；数值积分：梯形公式、抛物线公式（Simpson 公式）。

4. 定积分的应用 微元法；面积问题：直角坐标下的区域、极坐标下的区域；已知平行截面面积求体积；旋转体的体积；曲线的弧长；旋转曲面的面积；由分布密度求分布总量：质量、引力、液体对垂直壁的压力；动态过程的累积效应：功。

5. 广义积分 无有限广义积分；比较判别法；无界函数的广义积分；Cauchy 主值积分； $\Gamma$  函数；B 函数。

## II 向量、矩阵与空间解析几何

### 四、向量、矩阵和行列式

1. 向量与矩阵 向量；矩阵；矩阵的运算；分块矩阵的运算。
2. 行列式  $n$  阶行列式的定义；行列式的性质。
3. 逆阵 逆阵的定义；用初等变换求逆阵；Cramer 法则。

### 五、空间解析几何

1. 内积、外积和混合积的性质及运算。
2. 直线和平面的各种常用方程。
3. 点到平面、直线的距离，直线与直线、直线与平面的交角。
4. 曲面方程的概念，常用二次曲面的方程及其图形，以坐标轴为旋转轴的旋转曲面方程、柱面和锥面方程。
5. 空间曲线的参数方程和一般方程。

# 高等数学 A (下)

## 一、基本信息

课程代码	MATH120022				学分	5	周学时	6
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Advanced Mathematics A II							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	高中数学				后续课程			
教学方式	课堂授课				考核方式	笔试		

## 二、教学目的和基本要求

要求学生掌握一元和多元微积分的基本理论、方法和运算技能，掌握线性代数和空间解析几何的基本知识和方法，能数学工具建立简单的数学模型及解决应用问题，并为后续的专业课程打下坚实的数学基础。高等数学的教学目标不仅在于使学生掌握数学工具，而且旨在培养学生理性思维能力，接受科学素质训练，启迪学生智慧和创新意识。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### III 多元函数微积分

#### 六、多元函数微分学

1. 多元函数的极限与连续  $\mathbf{R}^n$  中的点集；多元函数的概念；多元函数的连续性；有界闭区域上连续函数的性质。
2. 全微分与偏导数 全微分；偏导数；偏导数与全微分的计算；空间曲面的切平面（1）；高阶偏导数；可微映射；空间曲线的切线（1）。
3. 链式求导法则 多元函数求导的链式法则；全微分的形式不变性；复合映射的导数；坐标变换下的微分表达式。
4. 隐函数微分法及其应用 一元函数的隐函数存在定理；多元函数的隐函数存在定理；多元函数组的隐函数存在定理；空间曲面的切平面（2）；空间曲线的切线（2）。
5. 方向导数、梯度 方向导数；数量场的梯度；等值面的法向量；势量场。
6. Taylor 公式 二元函数的 Taylor 公式； $n$  元函数的 Taylor 公式。

7. 极值 多元函数的无条件极值；函数的最值；最小二乘法；条件极值。

## 七、多元函数积分学

1. 重积分的概念及其性质 积分概念的背景；重积分的概念；重积分的性质。

2. 二重积分的计算 直角坐标系下二重积分的计算；二重积分的变量代换法；极坐标系下二重积分的计算。

3. 三重积分的计算及应用 角坐标系下三重积分的计算；三重积分的变量代换；柱坐标变换和球坐标变换；重积分的应用：重心与转动惯量；引力。

4. 反常重积分 无界区域上的反常重积分；比较判别法；无界函数的反常重积分；反常重积分的计算。

5. 两类曲线积分 曲线的弧长；第一类曲线积分的概念及性质；第一类曲线积分的计算；第二类曲线积分的概念及性质；第二类曲线积分的计算；两类曲线积分的关系。

6. 第一类曲面积分 曲面的面积；第一类曲面积分的概念；第一类曲面积分的计算。

7. 第二类曲面积分 曲面的侧与有向曲面；第二类曲面积分的概念及性质；第二类曲面积分的计算。

8. Green 公式和 Stokes 公式 Green 公式；Stokes 公式。

9. 旋度和无旋场 环量和旋度；无旋场、保守场和矢量场；原函数。

10. Gauss 公式和散度 流场的流出量；Gauss 公式；散度；Hamilton 算符和 Laplace 算符。

## 八、级数

1. 数项级数 级数的概念；级数的基本性质；级数的 Cauchy 收敛原理；正项级数的比较判别法；正项级数的 Cauchy 判别法与 D'Alembert 判别法；Leibniz 级数；级数的乘法。

2. 幂级数 函数项级数；幂级数；幂级数的收敛半径；幂级数的性质；Taylor 级数与余项公式；初等函数的 Taylor 展开。



3. Fourier 级数 周期为  $2\pi$  的函数的 Fourier 展开；正弦级数和余弦级数；任意周期的函数的 Fourier 展开；Fourier 级数的收敛性。

4. Fourier 变换初步 Fourier 变换及其逆变换；Fourier 变换的性质；离散 Fourier 变换。

#### IV 常微分方程

##### 九、常微分方程

###### 1. 常微分方程的概念

2. 一阶常微分方程 变量可分离方程；齐次方程；全微分方程；线性方程；Bernoulli 方程。

3. 二阶线性微分方程 二阶线性微分方程；线性微分方程的解的结构；二阶常系数齐次方程的通解；二阶常系数非齐次方程；Euler 方程。

4. 可降阶的高阶微分方程 形式为  $F(x, y^{(n)}) = 0$  的方程；形式为  $F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0$  方程；形式为  $F(y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$  的方程。

5. 微分方程的幂级数解法。

6. 常系数线性微分方程组简介。

## 线性代数（理工类）

### 一、基本信息

课程代码	MATH120020				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Linear Algebra (for Students of Science and Engineering)							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	高中数学				后续课程			
教学方式	课堂授课				考核方式	笔试		

### 二、教学目的和基本要求

通过本课程的教学，帮助学生掌握并能运用线性代数这一数学工具，进一步培养学生逻辑推理等理性思维能力，促使学生全面素质的提高。本课程主要内容为线性代数，包括以下内容：行列式、矩阵、线性方程组、线性空间、内积空间、线性变换、特征值、二次型。通过本课程的学习，学生应熟练掌握矩阵、行列式、线性空间、线性变换的概念，熟练掌握线性方程组的理论并能熟练地应用它们，为今后的学习打下坚实的基础。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 行列式（学时数：8+1）
  - (1) 二阶与三阶行列式  
二阶，三阶行列式概念，在线性方程组求解中的应用
  - (2) N 阶行列式的定义  
全排列，逆序对数，n 阶行列式
  - (3) 行列式的性质  
行列式的性质，展开式  
克莱姆（Cramer）法则  
线性方程组求解的克莱姆（Cramer）法则
2. 矩阵及其运算（学时数：5+1）
  - (1) 矩阵的概念

## 向量与矩阵

### (2) 矩阵的运算

矩阵的加法, 数乘、乘法, 与转置运算

### (3) 逆矩阵

矩阵的逆矩阵、逆矩阵存在的判定条件

### (4) 矩阵分块法

利用分块矩阵进行计算

## 3. 矩阵的初等变化与线性方程组 (学时数: 8+1)

### (1) 矩阵的初等变换

初等变换、初等矩阵、初等变化求矩阵的逆

### (2) 矩阵的秩

矩阵的秩、关于矩阵秩的不等式

### (3) 线性方程组的解

线性方程组有解的判定条件, 线性方程组的求解

## 4. 向量组的线性相关性 (学时数: 8+1)

### (1) 向量组及其线性组合

行向量, 列向量, 线性表示, 等价向量组

### (2) 向量组的线性相关性

线性相关, 线性无关性

### (3) 向量组的秩

极大无关组, 向量组的秩

### (4) 线性方程组的解的结构

基础解析, 线性方程组的解的结构

### (5) 向量空间

向量空间, 基

## 5. 相似矩阵及其二次型 (学时数: 8+1)

### (1) 向量的内积、长度及正交性

向量的内积, 长度、正交性, Schmidt 正交化方法

(2) 矩阵的特征值与特征向量

特征值，特征向量，属于不同特征值的特征向量的线性无关性

(3) 相似矩阵

方阵的可对角化及其判定条件

(4) 对称矩阵的对角化

实对称阵正交相似于对角化

(5) 二次型及其标准型

二次型的其标准型，一般二次型化为标准型

用配方法化二次型成标准型

配方法化二次型成标准型

正定二次型

惯性指数，惯性定理，正定、负定二次型及其判定条件

6. 线性空间与线性变换（学时数：5+1）

(1) 线性空间的定义与性质

线性空间的定义与性质

(2) 维数，基与坐标

线性空间的基，维数与坐标

基变化与坐标变化

基变换，向量在不同基下的表示

线性变换

线性变换，像空间、核空间

线性变换的矩阵表示

线性变换的矩阵

# 大学物理 B（上）

## 一、基本信息

课程代码	PHYS120013				学分	4	周学时	4+1
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	College Physics B (I)							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	高中数学物理				后续课程	大学物理 B(下)		
教学方式	课堂授课				考核方式	平时作业、期中考试、期末考试		
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 钟锡华、陈熙谋主编，大学物理通用教程（第二版）北京大学出版社 2011 年 5 月</li> <li>2. Feynman, Leighton, Sands, 费恩曼物理学讲义，上海科技出版社，2005 年 6 月</li> <li>3. 郑永令，贾起民，方小敏，力学（第二版），高等教育出版社，2002 年 8 月第 2 版</li> <li>4. 贾起民，郑永令，陈暨耀，电磁学（第二版），高等教育出版社，2001 年 1 月</li> <li>5. 赵凯华，钟锡华，光学，北京大学出版社，1984 年 1 月</li> <li>6. 杨福家著，原子物理学（第三版），高等教育出版社，2000 年 7 月</li> <li>7. 梁励芬、蒋平 编著，大学物理简明教程，复旦大学出版社，2011 年 4 月第 3 版</li> </ol>							

## 二、教学目的和基本要求

本课程使学生掌握大学物理的力学及热学基本知识和基本理论，为进一步学习其他后续物理课程打下基础。通过一些演示实验达到对物理现象、物理概念和物理规律的更具体、更生动、更清晰的理解。通过物理学的发展历程学习物理学分析解决问题的科学方法和科学态度，逐步培养在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

力学

第 1 章 质点运动学

时间与空间、位置矢量与轨道方程、速度、加速度、角速度、角加速度、极坐标系与自然坐标系

第 2 章 牛顿力学的基本定律

牛顿运动定律、几种常见的力、万有引力定律、力学相对性原理与伽利略变换、

惯性系与非惯性系、惯性力

### 第3章 动量变化定理与动量守恒

质点动量变化定理、质点组动量变化定理、动量守恒律

### 第4章 动能与势能——机械能变化定律与机械能守恒

质点动能变化定理、保守力的功、保守力场中的势能、机械能变化定理与机械能守恒、三种宇宙速度、两体碰撞

### 第5章 角动量变化定理与角动量守恒

角动量与力矩、质点组角动量变化定理、有心运动

### 第6章 质心力学定理

质心动量定理、质心动能定理、质心角动量定理、有心运动方程与约化质量

### 第7章 刚体力学

刚体运动学、定轴转动惯量、定轴转动定理与动能定理、一组刚体力学的典型题目、快速重陀螺的旋进

### 第8章 振动

振动的描述、弹性系统的自由振动、多自由度弹性系统、弹性系统的阻尼运动、简谐量的保守性与对应表示、弹性系统的受迫振动与共振

### 第9章 波动

波与波函数、波动方程、弹性体的应变与应力、介质中的波速、波场中的能量与能流、波的叠加——驻波、波的叠加——调幅波与拍 李萨如图、多普勒效应与激波、介质色散 波包群速与波包展宽

### 第10章 流体力学

流体的宏观物性、理想流体的定常流动 伯努利方程、粘性流体的运动、物体在粘性流体中的运动

## 热学

热力学系统的平衡态及状态方程

热力学系统及其状态参量、平衡态的概念、温度与温标、气体的状态方程

热平衡态的统计分布律

统计规律与分布函数的概念、麦克斯韦分布律与麦克斯韦—玻尔兹曼分布律、能量均分定理与热容

热力学第一定律

热力学过程和准静态过程、热力学第一定律、循环过程和卡诺循环

热力学第二定律

可逆过程与不可逆过程、热力学第二定律、热力学第二定律的数学表述和熵增加原理、熵及热力学第二定律的统计意义、热力学第二定律的应用举例、自由能与吉布斯函数

单元系的相变与复相平衡

相、相变及相平衡的概念、一些常见相变、单元系的复相平衡

# 大学物理 B（下）

## 一、基本信息

课程代码	PHYS120014				学分	4	周学时	4+1
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	College Physics B (II)							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	高中数学物理				后续课程			
教学方式	课堂授课				考核方式	平时作业、期中考试、期终考试		
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 钟锡华、陈熙谋主编，大学物理通用教程（第二版）北京大学出版社 2011 年 5 月</li> <li>2. Feynman, Leighton, Sands, 费恩曼物理学讲义，上海科技出版社，2005 年 6 月</li> <li>3. 郑永令，贾起民，方小敏，力学（第二版），高等教育出版社，2002 年 8 月第 2 版</li> <li>4. 贾起民，郑永令，陈暨耀，电磁学（第二版），高等教育出版社，2001 年 1 月</li> <li>5. 赵凯华，钟锡华，光学，北京大学出版社，1984 年 1 月</li> <li>6. 杨福家著，原子物理学（第三版），高等教育出版社，2000 年 7 月</li> <li>7. 梁励芬、蒋平 编著，大学物理简明教程，复旦大学出版社，2011 年 4 月第 3 版</li> </ol>							

## 二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习，掌握物理学基本知识和基本理论，为进一步学习其他物理课程打下基础。内容包括：普通物理的基本知识。经典物理的力学、热学、电磁学、波动学与光学和近代量子物理的基本规律。

要求学生全面理解普通物理的基础知识，掌握自然界已成熟的自然规律。通过一些演示实验达到对物理现象、物理规律和物理概念更具体、更生动、更清晰的理解。从其发展过程，学习物理学分析问题的方法和科学态度，逐步培养在学习和工作中发现问题，提出问题，思考问题，解决问题和获取新知识的能力。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

电磁学  
 静电场  
 库仑定律、电场 电场强度 场强叠加、静电场的高斯定理、静电场的环路定理、电势、静电场的基本微分方程



## 静电场中的导体和电介质

导体和电介质、静电场中的导体、电容和电容器、电介质的极化、有电介质存在时的静电场、静电场的边界条件、带电体系的静电能

## 直流电

电流的连续方程 恒定条件、欧姆定律 焦耳定律、电源的电动势、直流电路  
恒定磁场

毕奥—萨伐尔定律、磁场的高斯定理和安培环路定理、洛伦兹力

## 磁介质

分子电流模型、顺磁质与抗磁质、磁化的规律、有磁介质存在时的磁场、铁磁质、磁场的边界条件

## 电磁感应

法拉第电磁感应定律、动生电动势 感生电动势 涡旋电场、自感与互感、暂态过程

## 交流电（选讲）

交流电概述、交流电路中的元件、元件的串并联——矢量图、交流电路的复数解法、谐振电路、交流电的功率、变压器原理、三相交流电

## 麦克斯韦电磁场理论

麦克斯韦方程、电磁波

## 光学

### 光学导言

光学发展简史、光波的描述、费马原理

光在各向异性介质界面上的反射和折射

菲涅尔反射折射公式、反射率和透射率

### 光的干涉

光波的叠加和干涉、杨氏干涉实验、等倾干涉、等厚干涉、薄膜干涉应用举例

### 光的衍射

衍射现象、惠更斯—菲涅尔原理、夫琅禾费单缝衍射、夫琅禾费圆孔衍射和光学

仪器的分辨本领、衍射光栅

第 5 章 光的偏振和光在晶体中的传播

光的横波性和光的五种偏振态、起偏振器与检偏振器 马吕斯定律、双折射现象、偏振棱镜、波片和补偿器、偏振光的干涉

第 6 章 光的吸收、色散和散射

光的吸收、光的色散、光的散射

近代物理

相对论

狭义相对论以前的力学和时空观、电磁场理论建立后呈现的新局面、爱因斯坦的假设与洛伦兹变换、相对论的时空观、相对论多普勒效应、相对论速度变换公式、狭义相对论中的质量、能量和动量

前期量子论

黑体辐射和普朗克的量子假设、光电效应和爱因斯坦的光子理论、康普顿效应、玻尔的氢原子理论

量子力学基础

微观粒子的波动性、波粒二象性分析、不确定关系、波函数和概率幅、薛定谔方程及其应用

原子和分子

氢原子的量子力学结果、电子自旋和泡利原理、激光原理

# 基础物理实验

## 一、基本信息

课程代码	PHYS120015				学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Fundamental Physics Experiments							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	理论指导+实验操作				考核方式	平时成绩、期末考试		
课程主页	<a href="http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform">http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform</a>							

## 二、教学目的和基本要求

“基础物理实验”是自然科学、技术科学、医学、工程学科低年级学生必修的专业基础课。本课程选择力、热、光、电、近代物理和自动化测量技术等方面物理原理较易理解、实验现象较明显、实验设备较基础、较有代表性的物理实验项目。结合内容比较完整的实验讲义，引导学生通过自学掌握实验原理和初步的实验过程，使大部分学生能够比较独立地参考实验讲义完成实验过程。希望学生通过本课程学习掌握物理实验的基本知识、基本方法和基本技能；学习用实验方法研究物理规律，加深对物理规律的理解；训练发现问题、分析问题、解决问题的能力；养成实事求是、严谨踏实的科学态度。希望通过本课程的训练，学生能较自信地参与实验探究。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排：

第1周：绪论1，讲解物理实验的重要性，如何做物理实验、基础物理实验课的要求；

第2周：绪论2，讲解数据处理方法，布置有关数据处理的习题；

第3-15周：做12个实验（一学期每位学生总共要做12个实验，分为6个循环，每循环有2-3个备选实验，同学按要求每循环选择其中两个实验，以下所列实验中黑体显示的为必做实验）；

第16周：复习答疑、补做或重做实验、考试；

第 17-18 周：阅卷、成绩评定、总结。

计划开设实验：

第一循环：液氮比汽化热的测量、碰撞打靶、用扭摆法测定物体转动惯量

第二循环：数字示波器的使用、磁阻效应、二极管伏安特性测量

第三循环：LCR 串联谐振电路、圆线圈和亥姆霍兹线圈的磁场、直流电桥

第四循环：量子论实验、X 光实验

第五循环：透镜焦距的测量、光的衍射、牛顿环；

第六循环：计算机实测物理实验、用计算机实测技术研究冷却规律、用计算机实测技术研究声波与拍。

# 普通化学 A(上)

## 一、基本信息

课程代码	CHEM120005				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry AI							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	高中化学				后续课程	元素化学, 无机化学		
教学方式	课堂教学				考核方式	平时作业、期中考试、期末考试		
教材和参考资料	1. 金若水、王韵华、芮承国编, 现代化学原理(上下册), 高等教育出版社, 2003年。 2. 华彤文、陈景祖等编著, 普通化学原理(第3版) 北京大学出版社, 2005年。 3. 申泮文主编, 近代化学导论(上、下册) 高等教育出版社, 2002年。 4. P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, General Chemistry – Principles and Modern Applications (Eighth Edition), Prentice Hall, 2002.							

## 二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习, 让学生掌握基本的化学概念和化学原理, 了解化学在生物、物理、环境、材料和医学等各学科领域的实际应用, 培养学生分析问题和解决问题的能力以及科学思维能力, 为后续化学课程的学习奠定良好的基础。

要求学生熟悉和掌握基本的化学概念和化学原理, 并运用所学化学原理解决实际化学问题。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

本课程是理科和医科本科学生的一门重要基础课程, 主要内容包括: 气体、液体和溶液的基本定律、原子核外的电子结构、化学键和分子结构、晶体结构、热化学和化学反应方向。

第1周 绪论: 什么是化学; 化学的发展历程; 化学的分支学科; 化学的机会与挑战。气体: 理想气体状态方程。第2周 气体: 道尔顿分压定律; 实际气体(范德华方程)。液体: 气体的液化(临界温度); 液体的蒸发(蒸气压, 沸点, 克拉佩龙-克劳修斯方程)。第3周 凝固和熔化; 升华和凝华; 相图; 相律; 相图的用途; 溶液: 浓度的表示方法; 固体在液体中的溶解度; 气体在液体中的溶解度(亨利定律)。第4周 溶液: 非电解质稀溶液的依数性(蒸气压下降,

沸点上升,凝固点下降,渗透压);电解质稀溶液的依数性。第5周 溶液:两种挥发性液体的理想溶液;拉乌尔定律。固体和晶体结构:晶系;晶格;晶胞;金属晶体(六方密堆积,立方密堆积,空间利用率)。第6周 固体和晶体结构:离子晶体(正负离子半径比与配位数, MX 型离子化合物);共价晶体;分子晶体;准晶体。第7周 原子的电子结构:原子理论发展和核型原子模型建立;氢原子光谱与玻尔理论;微观粒子的特性和运动规律(德布罗依关系式,不确定性原理)。第8周 原子的电子结构:氢原子的量子力学模型(薛定谔方程, 波函数的图像, 角函数的图像, 四个量子数, 电子云的空间分布)。第9周 原子的电子结构:多电子原子的结构与周期律(中心场近似, 屏蔽效应, 斯莱特规则, 穿透作用, 基态电子构型);元素基本性质的周期变化规律(原子半径, 电离能, 电子亲和能, 电负性)。第10周 化学键和分子结构:共价键(经典 Lewis 学说, 八隅体规则, 价键理论,  $\sigma$ 键和 $\pi$ 键, 杂化轨道理论)。第11周 化学键和分子结构:价层电子对互斥理论(中心原子的杂化轨道类型, 分子的空间结构, 价层电子对排斥规则)。第12周 化学键和分子结构:分子轨道理论(理论要点, 原子轨道线性组合的类型, 原子轨道线性组合的原则, 分子基态电子, 同核双原子分子, 异核双原子分子, 分子轨道理论的发展)。第13周 化学键和分子结构:离子键(晶格能, 离子的特性);金属键;分子的极性;分子间作用力和氢键(取向力, 诱导力, 色散力)。第14周 化学热力学初步:热力学第一定律(基本概念:体系与环境, 状态函数, 过程和途径, 内能, 热和功;热力学第一定律;可逆过程和最大功)。第15周 化学热力学初步:热化学(焓和焓变;热化学方程式和盖斯定律;反应焓变( $\Delta H^\ominus$ )的求算:标准生成焓, 标准燃烧焓, 键焓)。第16周 化学热力学初步:熵和熵变(影响物质熵值大小的因素, 几种熵变的计算);自由能和自由能的变化(体系自发变化方向的判据, 化学反应的自由能变化, 温度对化学反应自由能变化的影响, 非标准状态下 $\Delta G$ 的计算);热力学应用实例。

第17-18周:考试。

# 普通化学 A(下)

## 一、基本信息

课程代码	CHEM120006				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	General Chemistry AII									
课程类别	大类基础课程									
课程主页										
预修课程	高中化学				后续课程	元素化学, 无机化学				
教学方式	课堂教学				考核方式	平时作业、期中考试、期末考试				
教材和参考资料	1. 金若水、王韵华、芮承国编, 现代化学原理(上下册), 高等教育出版社, 2003年。 2. 华彤文、陈景祖等编著, 普通化学原理(第3版), 北京大学出版社, 2005年。 3. 申泮文主编, 近代化学导论(上、下册), 高等教育出版社, 2002年。 4. P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, F. G. Herring, General Chemistry Principles and Modern Applications (Eighth Edition), Prentice Hall, 2002.									

## 二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习, 让学生掌握基本的化学概念和化学原理, 了解化学在生物、物理、环境、材料和医学等各学科领域的实际应用, 培养学生分析问题和解决问题的能力以及科学思维能力, 为后续化学课程的学习奠定良好的基础。

要求学生熟悉和掌握基本的化学概念和化学原理, 并运用所学化学原理解决实际化学问题。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

**教学内容安排** (按36学时共计18周, 18周含考试周):

第1周 化学平衡通论: 化学平衡的特征; 平衡常数(气相反应, 气固相反应, 溶液反应); 平衡常数和自由能的变化; 多重平衡。第2周 化学平衡通论: 影响化学平衡的因素(温度, 浓度, 压强); 气相反应的化学平衡计算; 用化学热力学讨论相平衡; 工业应用实例。化学动力学简介: 反应速率的表示方法。第3周 化学动力学简介: 速率定律(微分速率定律, 积分速率定律, 零级反应, 一级反应, 二级反应); 反应机理(基元反应, 速率决定步骤, 稳态近似); 温度对化学反应速率的影响(阿累尼乌斯公式); 反应速率理论(碰撞理论, 过渡态理论); 催化

剂；工业应用实例。第 4 周 酸碱平衡：酸碱理论(电离理论，质子理论，电子理论)；水的自解离平衡；强酸和强碱的水溶液；酸碱在水溶液中的相对强度(弱酸的解离常数，弱碱的解离常数，拉平效应和区分效应，影响酸强度的主要因素)。第 5 周 酸碱平衡：弱酸弱碱的电离平衡(一元弱酸，一元弱碱，多元弱酸，多元弱碱，酸式盐，氨基酸及其等电点)。第 6 周 酸碱平衡：弱酸弱碱的电离平衡(氨基酸及其等电点)；酸碱电离平衡的移动(同离子效应，酸碱指示剂)；缓冲溶液。第 7 周 酸碱平衡：酸碱滴定(一元弱酸的中和，一元弱碱的中和，多元弱酸的中和，多元弱碱的中和)；沉淀-溶解平衡(溶度积，溶度积与溶解度的关系)。第 8 周 沉淀-溶解平衡：溶解与沉淀过程的判断；影响沉淀-溶解平衡的因素：同离子效应，盐效应，酸效应；沉淀的溶解与抑制；离子的选择性沉淀；沉淀的转化。第 9 周 配位化合物和配位平衡：维尔纳配位理论的建立；配位化合物的组成、类型、命名；配位平衡及平衡常数；综合平衡(配位平衡和酸碱平衡，配位平衡和沉淀平衡)。第 10 周 配位化合物和配位平衡：晶体场理论，配位化合物的应用。氧化还原反应与电化学：元素的氧化数，离子-电子法配平氧化还原方程式。第 11 周 氧化还原反应与电化学：原电池(电极的类型、电极符号和电池符号，电池的电动势和电极电势)；法拉第定律；电池电势与自由能变化的关系；平衡常数。第 12 周 氧化还原反应与电化学：能斯特方程；影响电极电势的因素(浓度，酸度，形成沉淀)。第 13 周 氧化还原反应与电化学：影响电极电势的因素(形成配离子)，氧化还原平衡计算，元素电势图(莱铁默图)，氧化还原反应的应用。第 14 周 元素化学：氢(基本性质；制备；化学性质；氢化物：类盐型，金属型，分子型)；稀有气体(发现，通性，用途，化学性质和化合物)；卤素(通性，用途，制备，氧化物)。第 15 周 元素化学：氧族元素(概述，通性，氧的性质，氧的制备，臭氧，氧化物，过氧化物)；硫族元素(单质和性质，硫化物，硫的氧化物)；氮族元素(通性，氮及性质，氢化物，叠氮化合物，氮的卤化物)。第 16 周 氮族元素(氮的氧化物和含氧酸，磷及其化合物)。碳族元素(通性，碳族单质，氧化物，含氧酸及其盐)；硼族元素(通性，单质硼，氧化物及其盐)。第 17-18 周：考试。



# 普通化学实验 I

## 一、基本信息

课程代码	CHEM120009				学分	1	周学时	1.5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry Experiments I							
课程类别	大类基础课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	实验课程				考核方式	实验报告、实验操作		
教材和参考资料	《普通化学实验》 沈建中等 编著 复旦大学出版社 2006 年							
大纲提供者	沈建中							

## 二、教学目的和基本要求

普通化学实验是理科和医科本科学生的一门重要基础课程。

通过本课程的学习，要求学生：规范地掌握普通化学实验中的一些基本操作技术和一些常见实验仪器的使用方法。初步了解无机物和有机物的基本性质及其分离、提纯和制备方法。学会细致观察和记录实验现象、提出问题、分析问题，以及怎样通过查阅文献资料和设计新实验来判别自己对问题的论断是否正确，养成一丝不苟的科学态度。建立“量”的概念，学会正确处理数据、以及如何正确表达实验结果。学会运用基本理论知识来指导实验及如何通过具体实验来验证一些抽象的物理常数。提高文字表达能力、科学思维能力，养成良好的科研工作习惯。养成勤奋刻苦、谦虚好学、工作有条不紊、乐于协作、爱护公物、求实、求真、创新、质疑等优秀的思想品德和良好的科学作风

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 实验须知和安全教育、实验仪器清点和认知	3 学时
2. 氯化钠的提纯	3 学时
3. 利用废铝罐制备明矾	3 学时
4. 过氧化钙的制备及含量分析	3 学时
5. 退热镇痛药阿斯匹林的制备	3 学时
6. 从橙皮中提取柠檬烯	3 学时
7. 部分有机官能团的性质与鉴定	3 学时
8. 常见阴离子、阳离子的鉴定	3 学时
9. 气体摩尔体积的测定	3 学时
10. 反应速率和速率常数的测定	3 学时
11. 醋酸电离常数的测定	3 学时
12. 法拉第定律	3 学时
——铜库仑计的应用	
13. 可乐中磷酸含量的测定	3 学时
——电导法的应用	
14. 有机混合物的分离分析	3 学时
——气相色谱法的应用	
15. 吸光光度法测定铁	3 学时
——分光光度测定技术的应用	
16. 缓冲溶液的配制及性质	3 学时
17. 蔬菜叶中色素的提取及分离	3 学时
18. 聚苯胺的电化学合成与电显色	3 学时
19. 珠光洗发香波的配制	3 学时

# 现代生物科学导论 A

## 一、基本信息

课程代码	BIOL120002				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Life Sciences							
课程类别	大类基础课程							
课程主页	lifesciences.fudan.edu.cn							
预修课程	高中生物学				后续课程			
教学方式	课堂讲授、参观、讨论				考核方式	平时成绩 40%，期末闭卷考试 60%，		

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过课程学习，充分发挥学生的主体性和主动性，引导学生认识生命的基本特征，对于生命的化学基础、细胞结构与功能、生命新陈代谢、遗传与变异、生物多样性、生命起源与演化，动植物的结构、功能与发育与活动组成，生物与环境等各领域的科学理论及其应用有系统的了解，培养学生从事生命科学的思维灵活性和洞察能力，使教学过程成为学生不断认识、追求探索和完善自身的过程。

### 基本要求：

1. 掌握教学大纲要求的内容，重点掌握其知识点；
2. 理论联系实际，能够运用生命科学理论知识，解释或解决生活中的生命科学现象以及相关问  
题；
3. 做好课前预习，课堂学习和课后的生活现象的理论联系实际。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 1. 绪论：现代生命科学揭示的生命世界

生物学是研究生命的科学，生物科学与研究方法，如何从事科学研究，生命科学的四大主题，生命科学的前沿热点

### 2. 生命的化学基础

生命的元素和分子，水和无机盐，碳和有机分子多样性，生物大分子（多糖的结构与功能、脂类分子、蛋白质、核酸）

### 3. 细胞学

细胞的结构与功能，细胞周期，有丝分裂/M期，细胞的分化衰老与死亡，脱离正常轨道的细胞——癌细胞

#### 4. 代谢

新陈代谢，能量分子 ATP，酶与代谢（能障，活化能），代谢的调控，呼吸作用，糖酵解与三羧酸循环，氧化磷酸化，光合磷酸化(光反应)，光合作用(暗反应与 C4/C3)

#### 5. 遗传学

遗传的细胞学基础--减数分裂，遗传规律—经典遗传学，染色体遗传学，遗传的分子基础，中心法则---遗传信息流，基因表达调控，基因工程与生物技术，人类基因组计划（HGP），发育的细胞机制

#### 6. 生命的起源和进化

地球生命的起源，进化论的起源，进化理论，人类的起源与进化

#### 7. 生物多样性

生物多样性的概念及生物多样性丧失的原因，命名法和五界系统，微生物中的病毒，原核和原生生物，真菌

#### 8. 植物的结构、功能与发育

植物的组织，植物营养器官的基本结构与功能，植物生殖器官的基本结构和功能

#### 9. 动物的结构、功能与发育

动物体的结构与功能相适应是动物体的普遍现象，动物结构和功能的适应性（以神经系统为例），动物的生殖方式、动物的个体发生和发育，人的个体发生和发育，性别决定

#### 10. 生物与环境

生态学概念，环境与生态因子，生物行为与行为生态学，种群生态学，群落生态学，生态系统生态学

# 程序设计

## 一、基本信息

课程代码	COMP120006				学分	4	周学时	3+2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Programming							
课程类别	大类基础课程							
预修课程					后续课程	算法与数据结构		
教学方式	面授和上机辅导				考核方式	闭卷考试		
课程主页								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

程序设计正成为越来越广泛的科学研究与工程技术人员的基础技能，也是本科高年级相关课程学习的基础和预备课程。本课程以 C 程序设计语言为载体，以计算思维的培养为导向，通过程序设计实践，培养学生使用程序设计语言解决实际问题的能力。

### 基本要求:

通过这门课程的学习，掌握 C 语言的基本语法和基本结构，熟悉程序设计的基本原理和基本算法，熟悉使用 C 编程平台和调试方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第 1 章：程序设计基础

#### 1.1. 计算机和程序设计基础

#### 1.2. C 语言的历史和特点

#### 1.3. 简单的 C 程序介绍

#### 1.4. C 语言的词汇、数据类型、常量和变量

#### 1.5. 程序开发环境基础知识

### 第 2 章 基本数据类型及其运算

#### 2.1. 基本数据类型

#### 2.2. 输入输出基础

2.3. 数据运算

2.4. 表达式

第3章：结构化程序设计

3.1. 基本语句

3.2. 顺序结构

3.3. 选择结构

3.4. 循环结构

第4章：数组

4.1. 数组的基本概念

4.2. 一维数组

4.3. 多维数组

4.4. 字符串处理技术基础

第5章：函数

5.1. 函数的基本概念

5.2. 库函数的使用方法

5.3. 函数定义

5.4. 函数调用

5.5. 函数说明

5.6. 递归函数基础

5.7. 函数程序设计实例

5.8. 存储类别和作用域

5.9. 编译预处理命令简介

第6章：指针

6.1. 指针基本概念

6.2. 指向数组元素的指针

6.3. 指针形参

6.4. 数组形参

6.5. 指向二维数组一整行的指针

6.6. 指针数组

6.7. 多级指针

6.8. 函数指针 \*

6.9. 返回指针值的函数

第 7 章：结构与共同体

7.1. 结构类型和结构变量

7.2. 结构数组

7.3. 结构与函数

7.4. 链表

7.5. 联合 \*

7.6. 位域 \*

7.7. 枚举 \*

7.8. 类型定义

7.9. 变量定义

第 8 章：文件

8.1. 文件类型和文件类型指针变量

8.2. 几个常用的数据文件库函数

8.3. 文件处理程序结构

8.4. 文件处理程序实例

# 电子系统导论

## 一、基本信息

课程代码	INFO130344				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to electronic systems							
课程类别	大类基础课程							
预修课程					后续课程	模拟与数字电子线路		
教学方式	课堂教学和实验教学				考核方式	作业+实验+期末考试		
课程主页								

## 二、教学目的和基本要求

现代电子系统通常以微处理器为核心，通过传感器、信号处理、信息传输、机电控制模块的配合，完成特定的功能，在日常生活中得到广泛应用。本课程以智能小车的设计与实现为目标，通过理论与实践交叉的教学方式，使学生了解现代电子系统的基本概念、架构和典型组件，帮助学生建立软硬件协同的系统观，激发学生的学习兴趣和创新意识，为后续工程类专业学习打下基础。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排（具体到每节课内容）

### 1. 电子系统构成（3学时）

电子系统的主要组成和逻辑关系，课程安排。

### 2. 电子系统的开发-开源软硬件系统（3学时）

开源硬件（以树莓派为例）和开源操作系统（以Linux为例），实践系统安装和基本配置。

### 3. 电子系统的开发-编程语言 I（3学时）

介绍电子系统开发脚本语言和编程方法，实践树莓派 Python 环境的安装设置。

### 4. 电子系统的开发-编程语言 II（3学时）

现代电子系统的软件结构，多线程并发的基本概念和简单实现，讲授函数编写和调用的基本方法。



#### 5. 系统输入与输出的概念与实现—GPIO（3 学时）

介绍 GPIO 的基本概念与调用方法，介绍硬件中断的过程和中断服务的设定方式，在树莓派平台上实践按键开关读取与控制 LED 亮灭，帮助学生建立软硬件协同的初步概念。

#### 6. 系统输入与输出的概念与实现—串行通信（1.5 学时）

以 I2C 为例，介绍串行通信的基本概念，并用树莓派连接超声模块进行测距实验。

#### 7. 系统输入与输出的概念与实现—模数转换（3 学时）

介绍模拟到数字转换的实际需求和基本概念，通过 ADC 测量电压展示如何将物理量转换为处理器内部的数字量，同时学习示波器和信号发生器的基本使用方法。

#### 8. 信号处理一：基本概念与方法（3 学时）

介绍傅立叶时频变换的基本概念，介绍采样定律，用 ADC 和 DAC 完成输入至输出的回环，观察欠采样时频谱混叠的物理表现。介绍频域滤波的基本概念和方法，并通过实验验证滤波结果。

#### 9. 系统执行机构的构成—小车载装（3 学时）

介绍小车的基本机械和动力结构，完成系统组装。

#### 10. 系统执行机构的控制—PWM 与直流电机（3 学时）

介绍 PWM 的基本概念和直流电机的基本原理，学习利用 PWM 控制电机转速。

#### 11. 系统执行机构的状态测量—定时与计数（1.5 学时）

介绍定时和计数的概念和应用，利用对光电码盘定时计数对车轮转速进行测量。

#### 12. 自动控制概念和实现方法—PID 控制（3 学时）

介绍自动控制的历史渊源和基本概念，介绍开环和反馈控制的基本概念和流程，着重介绍 PID 控制算法的基本原理，并通过 PID 编程控制小车的行进。

#### 13. 信号处理二：图像与视频信息处理（3 学时）

介绍数字图像和视频的基本概念，讲述图像空域-频域的傅立叶分析方法，通过摄像头进行图像视频采集，并进行简单的直方图均衡、去噪和边缘提取等常用图像处理。

#### 14. 系统联网的概念与实现：计算机网络（3 学时）

介绍计算机网络与 TCP/IP 协议栈的基本概念，介绍简单的 Socket 网络编程完成字符传输，并利用软件完成视频流直播实验。

#### 15. 综合设计实验（6 学时）

要求学生不使用手动遥控在走廊环境中进行小车的自动驾驶，实验室提供地面循迹线等辅助标记，学生可以利用之前学到的所有传感器进行系统设计和编程完成直道竞速。

根据所学内容，设计一个包括信号产生、采集、处理、传输、控制其中至少三项内容的 Project。系统可采用小车、四轴飞行器、机器人等各种形式。

## 5.2 材料类平台课课程大纲

### 材料科学导论

#### 一、基本信息

课程代码	MATE130034				学分	3		周学时	3	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Introduction to Materials Science									
课程类别	专业平台课程/专业核心课程									
课程主页	<a href="http://jpkc.fudan.edu.cn/d201230/main.htm">http://jpkc.fudan.edu.cn/d201230/main.htm</a>									
预修课程	普通物理、普通化学、高等数学				后续课程	专业基础课和选修课				
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷笔试（平时成绩 30%+考试成绩 70%）				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. William F. Smith, Foundations of Materials Science and Engineering, McGraw-Hill, 2006, 4th edition)</li> <li>2. 石德珂主编, 材料科学基础, 机械工业出版社, 2003 年 7 月 (第二版)</li> <li>3. 冯端、师昌绪、刘治国, 材料科学导论, 化学工业出版社, 2002 年 5 月</li> <li>4. R.W. Cahn, The Coming of Materials Science, Elsevier, 2001 年 (中译本)</li> <li>5. 潘金生、仝建民、田民波, 材料科学基础, 清华大学出版社, 2000 年 4 月 (第一版)</li> <li>6. 胡赓祥、蔡珣、戎咏华, 上海交通大学出版社, 2010 年 2 月</li> <li>7. J. P. Schaffer, The Science and Design of Engineering Materials, 机械工业出版社, 2003 年</li> </ol>									
大纲提供者	杨振国									

#### 二、教学目的和基本要求

介绍现代材料科学的基本概念、学科特点及发展趋势。讲解金属、陶瓷、聚合物、复合材料和半导体等五大基础材料共有的基础知识和概念，即材料的组成、结构、组织与性质及性能的相互关系。概要论述固体材料的原子结构、晶体结构及缺陷类型，热力学与相图，凝固与结晶及扩散与迁移等一些基本原理和概念；简要叙述八类新材料的特点及其在高科技领域中的应用；扼要阐述固体材料的基本性能，并安排三个材料实验进行操作和观察。本课程着重理论与实际相结合，把抽象的概念和理论变成具体的物理图像，易于理解和掌握，寓教于乐，又寓教于教，使学生理解和把握新材料研制、基础材料改性及材料性能评价等一些基本方法和基础知识，引导学生对材料研究感兴趣，培养学生具有良好的专业素养和综合能力。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

课程共有 54 学时，内容和进度安排

大致下：

第一章 材料科学概论（6 学时）

第二章 材料结构的基础知识（6 学时）

第三章 材料的晶体结构（9 学时）

第四章 材料的晶体缺陷（3 学时）

第五章 材料热力学与相图（6 学时）

第六章 材料的凝固与结晶（3 学时）

第七章 材料的扩散与迁移（3 学时）

第八章 固体材料的基本性能（9 学时）

（含三个实验 3 个）

第九章 基础材料（6 学时）

第十章 新材料（3 学时）

# 材料结构与性能

## 一、基本信息

课程代码	MATE130092				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Structure and Properties of Materials							
课程类别	专业平台课程/专业核心课程							
课程主页								
预修课程	材料科学基础 大学物理 大学化学				后续课程	与材料结构和性能有关的各类课程		
教学方式	教材与多媒体结合的课堂讲授				考核方式	闭卷考试（20%出勤+30%课堂表现（含课后作业）+50%期末考试）		
教材和参考资料	1. 陈玉清, 陈云霞, 材料结构与性能, 化学工业出版社, 2014年3月 2. 王德平, 姚爱华, 叶松, 贺蕴秋, 无机材料结构与性能, 同济大学出版社, 2015年8月 3. 周公度, 结构和物性-化学原理的应用(第三版), 高等教育出版社, 2009年5月 4. 顾别人等, 《表面化学》科学出版社 1999年6月 5. 胡福增, 《材料表面与界面》, 华东理工大学出版社, 2008年1月 6. 杨序纲, 《复合材料界面》 化学工业出版社 2010年8月 7. 宋晓岚, 黄学辉, 《无机材料科学基础》, 化学工业出版社 2019年1月 英文参考书: 1. (美) William F. Smith, Javad Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering (材料科学与工程基础), China Machine Press (机械工业出版社), 2006年6月 (英文版)							
大纲提供者	朱国栋 徐伟							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

材料科学是关于材料组成设计、结构特性及其物理化学性质之间关系和变化规律的科学, 所涉及的材料涵盖金属、无机非金属材料、有机高分子以及复合材料等体系。材料的不同应用领域对材料提出不同的性能要求, 而材料性能的实现则需要对其结构进行必要的调控。因而, 深入理解材料结构和性能关系, 是实现材料性能调控的必由之路。作为材料科学系本科生专业必修课, 本课程将讲授各种材料结构、性能的基本概念及其关联性, 夯实材料科学基础知识, 为学生随后的材料类专业课程的学习及在将来从事具体的材料科学研究奠定基础, 并拓展综合思维和交叉融合能力。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

章节	时间(教学周)	教学内容[1-7章由朱国栋老师讲授；8章由徐伟老师讲授]
第1章：晶体结构基础	1周	原子和元素；原子结构；元素周期表及周期性；共价键及共价晶体；金属键和金属；
	2周	离子键和离子晶体；氢键和氢键晶体；范德华力和分子晶体；水的结构及性能 晶体的通性；理论发展过程；周期性和点阵；对称性；准晶；固溶体；缺陷；金属单质的晶体结构；离子晶体/共价晶体的结构和性质；
第2章：材料的结构与力学性能	3周	应力与应变；结构与弹性/塑性形变/蠕变
	4周	结构与疲劳/脆性/韧性
第3章：材料的结构与热学性能	5周	晶格热振动；结构与热容/热膨胀/热传导/热稳定性
第4章：材料的结构与磁学性能	6周	磁性起源；磁性分类；交换作用；磁畴和畴壁
	7周	磁化曲线和磁滞回线；物理效应；结构和性能；铁氧体
第5章：材料结构与电导	8周	电导的本质；离子材料的电导；电子电导
	9周	半导体材料；陶瓷材料；超导材料
第6章：材料结构与介电性能	10周	介质的极化；介电损耗；结构与损耗
	11周	介电强度铁电材料；压电材料
第7章：材料结构与光学性能	12周	折射率；表面特征与光泽；透光性能；颜色与呈色机理 发光材料；负折射与光子晶体；非线性光学
第8章：表面结构与材料性能	13周	表面界面基础；熔体的表面张力和黏度；非晶玻璃态材料；
	14周	表面缺陷与缺陷方程式；固体表面及其结构；固体界面及其结构
	15周	表面吸附与表面改性；表面结构与润湿性能；表面能与烧结

		和传质过程；
	16 周	表面纳米化工程和表面强化：各类典型材料的表界面结构、特征与性能
课程答疑	17 周	课堂答疑
闭卷考试	18 周	闭卷考试

# 材料制备与加工

## 一、基本信息

课程代码	MATE130061				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Preparation and Processing of Materials							
课程类别	专业平台课程/专业核心课程							
课程主页								
预修课程	大学化学、高等数学、材料科学导论				后续课程	与材料制备与加工有关的各类课程		
教学方式	多媒体 PPT 授课与少量板书相结合，讲授为主				考核方式	平时成绩 20 分（包括作业成绩和出勤），期中考试 35 分（第一、二章内容，闭卷），期末考试 45 分（第三、四、五章内容，闭卷）		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 《材料制备与加工》，材料系自编讲义 <b>参考资料：</b> 1. 谢希文，过梅丽，《材料工程基础》，北京航空航天大学出版社，2001 年； 2. 冯端，师昌绪，刘治国，《材料科学导论》，化学工业出版社，2004 年； 3. 朱世富，赵北君，《材料制备科学与技术》，高等教育出版社，2006 年； 4. 周达飞，唐颂超，《高分子材料成型加工(第 2 版)》，轻工业出版社，2010 年； 5. 李言祥，吴爱萍，《材料加工原理》，清华大学出版社，2005 年； 6. 高积强，杨建锋，王红洁，《无机非金属材料制备方法》，西安交通大学出版社，2009 年 7. 贺英，高分子合成和成型加工工艺，化学工业出版社，2013							
大纲提供者	周树学，沈杰							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过该课程学习，获得当前不同种类材料制备与加工方面的基本知识，以助学生快速适应与材料有关的科研和工作岗位，或为其进一步在材料领域的深造打下专业基础。

### 基本要求：

课前需进行一定预习，课后完成当次授课内容的复习。每一章授课内容结束后，将布置一定量的作业，需及时独立完成。

上课不缺席，将以抽查提问的形式进行考勤点名。上课时需认真听讲，不瞌睡，不聊天，不玩手机和电脑。



### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第1周（周树学）	2.3.3 热等静压烧结
1.1 概述	2.4 陶瓷的加工技术
1.1.1 材料制备	2.4.1 概述
1.1.2 材料加工	2.4.2 陶瓷的机械加工方法
1.2. 固相化学反应	2.4.3 陶瓷的高能束加工
1.2.1 固相反应动力学基本特征	第7周（周树学）
第2周（周树学）	2.5 玻璃的制备技术
1.2.2 固相反应动力学方程	2.5.1 配料
1.2.3 影响固相反应的因素	2.5.2 玻璃的熔制
1.3 相变的基本原理	2.5.3 玻璃成形加工
1.3.1 相图知识回顾	2.5.4 玻璃的退火与淬火
1.3.2 相变的基本结构特征	3.1 高分子材料的制备
1.3.3 相变热力学	3.1.1 高分子材料的种类
1.4 烧结原理	3.1.2 高分子材料合成的聚合机理
1.4.1 初期动力学	3.1.3 聚合方法
第3周（周树学）	第8周（周树学）
1.4.2 中、后期动力学模型	3.2 高分子材料的成型性能
1.4.3 晶粒生长与二次再结晶	3.2.1 熔融方法
1.4.4 液相烧结和热压烧结	3.2.2 高分子材料的流变现象
1.5 材料加工的力学基础	3.2.3 高分子材料的可加工性
1.5.1 应力状态分析	3.2.4 聚合物成型材料组成
1.5.2 应变状态分析	3.3 塑料的成型加工技术
第4周（周树学）	3.3.1 挤出成型
1.5.3 屈服准则	第9周（周树学）
1.5.4 塑性变形时的应力应变关系	3.3.2 注射成型
1.6 流变学基础	3.3.3 压延成型
1.6.1 材料流变行为模型	3.3.4 压制成型

1.6.2 纯粘性流体的非牛顿流变行为

2. 无机非金属材料的制备和加工

第 5 周（周树学）

2.1 粉体材料的制备

2.1.1 机械粉碎法

2.1.2 粉末固态反应制备技术

2.1.3 固态-气态反应制备技术

2.1.4 湿化学制备技术

2.2 陶瓷的成形工艺

2.2.1 概述

第 6 周（周树学）

2.2.2 干法成形

2.2.3 湿法成形

2.3 陶瓷的烧结工艺

2.3.1 常压烧结

2.3.2 热压烧结

3.3.5 塑料的二次成型

3.4 橡胶的成型加工技术

3.4.1 原料

3.4.2 胶料的加工

3.4.3 橡胶硫化

3.5 纺丝技术

第 10 周（周树学，沈杰）

期中考试（两节课）

第 11 周（沈杰）

金属材料的制备和加工

4.1 冶金

第 12 周（沈杰）

4.1 冶金

第 13 周（沈杰）

4.2 铸造

第 14 周（沈杰）

4.3 压力加工

4.4 热处理

第 15 周（沈杰）

4.4 热处理

4.5 焊接

第 16 周（沈杰）

薄膜材料制备技术

5.1 物理气相沉积

5.2 化学气相沉积

第 17-18 周（周树学，沈杰）

考试

# 材料分析

## 一、基本信息

课程代码	MATE130062				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Analysis							
课程类别	专业平台课程/专业核心课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论、物理化学 B				后续课程	材料综合实验		
教学方式	课堂知识讲授、习题讲解、课后答疑				考核方式	期末考试（闭卷、笔试）占 60%，平时成绩占 40%（其中作业 25%、论文 5%、出勤考核和课堂表现 10%）。		
教材和参考资料	<p><b>教材：</b> 自编课件（提供给学生）</p> <p><b>参考资料：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 杜希文、原续波，《材料分析方法》，天津大学出版社，2014 年</li> <li>2. 章晓中，《电子显微分析》，清华大学出版社，2006 年</li> <li>3. 周玉，《材料分析方法》，第 3 版，机械工业出版社，2011 年 6 月</li> <li>4. 左演声、陈文哲、梁伟，《材料现代分析方法》，北京工业大学出版社，2000 年</li> <li>5. 吴刚，《材料结构表征及应用》，化学工业出版社，2004 年</li> </ol>							
大纲提供者	高尚鹏，陆雪峰							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过课程学习，使得材料科学系材料物理、材料化学、电子科学与技术（物理电子学）三个专业的学生能够对材料科学的常见分析方法的基本理论和适用性有一定的了解，较系统的掌握常见无机和有机材料的通用分析技术。通过案例学习，深化学生对材料结构、性能和相应表征手段的认识，为将来从事材料科学与工程的相关研究和应用工作打下基础。

### 基本要求：

1. 掌握材料分析方法和技术的分类，熟悉分子结构、成分和价键分析、晶体结构分析常用的方法和基本原理；

2. 了解金相显微镜、扫描电子显微镜、透射电子显微镜结构和功能，能谱、电子能量损失谱的原理并掌握相应的解谱和分析应用技能，掌握电子衍射分析方法，理解各种显微成像原理和应用特点。
3. 分子结构分析部分：要求掌握红外光谱、拉曼光谱、核磁共振、有机质谱的原理、图谱解析方法，通过仪器工作原理了解材料在器件以及设备中的应用。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

#### 材料分析导论

第一周 授课教师 高尚鹏

#### 第一章 材料分析导论

1.1 为什么要学习材料分析？

1.2 材料分析的学习目的和要求

1.3 材料分析方法简介

#### 第二章 金相显微分析

2.1 引言

2.2 透镜的像差：球差和色差

2.3 金相显微镜各组成部分介绍

第二周 授课教师 高尚鹏

2.4 制样技术

2.5 常用金属材料金相组织举例

#### 第三章 扫描电子显微镜

3.1 电磁透镜

3.2 扫描电镜的工作原理

3.3 扫描电镜的各组成部分介绍

3.4 扫描电镜的主要特点

第三周 授课教师 高尚鹏

第十一周 授课教师 陆雪峰

#### 第八章 分子结构分析导论

8.1 电磁辐射基础与波谱技术

8.2 分子能级与分子光谱

8.3 磁共振谱

8.4 有机质谱

8.5 固体/半导体的光谱表征

8.6 有机化合物不饱和度计算

第十二周 授课教师 陆雪峰

#### 第九章 红外光谱及拉曼光谱

9.1 红外光谱基本原理

9.2 红外光谱与分子结构的关系

9.3 有机官能团的特征频率和特征吸收峰

9.4 频率位移的影响因素

9.5 红外谱图的解析与应用

9.6 红外光谱实验技术

第十三周 授课教师 陆雪峰

9.7 拉曼光谱

9.7.1 拉曼光谱原理

3.5 制样技术	9.7.2 拉曼光谱与分子结构的关系
3.6 可变气压/环境扫描电镜	9.7.3 拉曼光谱仪结构与原理
3.7 X 射线能谱仪	9.7.4 拉曼光谱的应用
第四周 授课教师 高尚鹏	第十章 核磁共振
第四章 透射电子显微镜 (TEM)	10.1 核磁共振概论
4.1 透射电镜相关背景介绍	10.1.1 核磁共振基本原理-核的自旋、进动、能级分裂与共振
4.2 透射电镜组成部分介绍	10.1.2 饱和和弛豫过程
4.3 透射电镜样品制备	10.1.3 核磁共振仪的结构、分类以及制样方法
第五周 授课教师 高尚鹏	第十四周 授课教师 陆雪峰
第五章 电子衍射和衍射衬度像	10.2 核磁共振氢谱
5.1 电子衍射理论	10.2.1 化学位移
5.1.1 电子和材料的相互作用	10.2.2 耦合常数
5.1.2 电子衍射和 X 光衍射的异同	10.2.3 自旋耦合体系及核磁共振谱图的分类
5.1.3 相机常数	10.2.4 核磁共振氢谱的解析
第六周 授课教师 高尚鹏	第十五周 授课教师 陆雪峰
5.1.4 倒易点阵平面的画法	第十一章 有机质谱
5.2 选区电子衍射和简单衍射花样	11.1 质谱原理 (含仪器简介)
标定	11.1.1 质谱原理
第七周 授课教师 高尚鹏	11.1.2 质谱仪的结构组成
5.3 复杂电子衍射谱	I. 离子源
5.4 衍射衬度像	II. 质量分析器
第八周 授课教师 高尚鹏	III. 检测器
第六章 相位衬度像和 z 衬度像	11.1.3 常用质谱仪联用技术

6.1 高分辨像	11.2 离子类型
第九周 授课教师 高尚鹏	11.3 有机正离子的开裂规律
6.2 扫描透射电子显微分析术	11.4 有机质谱的解析
6.3 Z 衬度像	第十六周 授课教师 高尚鹏 陆雪峰
	总结复习, 期末答疑
第十周 授课教师 高尚鹏	
第七章 电子能量损失谱	第十七-十八周 授课教师 高尚鹏
7.1 电子能量损失谱介绍	陆雪峰
7.2 零损失峰和低能损失谱	考试考察
7.3 内壳层电子跃迁相关的特征峰	
分析	
7.4 线扫、谱图和能量过滤像	

# 材料综合实验

## 一、基本信息

课程代码	MATE130064				学分	2	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Comprehensive Experiment							
课程类别	专业平台课程/专业核心课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	讲授、启发、讨论与实际操作实验相结合			考核方式	考察（考勤、实验态度、纪律占 20%，预习及操作占 40%，实验报告占 40%，每次实验按等级评分，总成绩由各次实验成绩综合后计入课程）			
教材和参考资料	<b>教材：</b> 自编讲义 <b>参考资料：</b> 1. 吕彤，《材料近代测试与分析实验》，化学工业出版社，2015年4月 2. 汪昆华等，《聚合物近代仪器分析》，清华大学出版社，2005年5月 3. 刘芙，张升才，《材料科学与工程基础实验指导书》，浙江大学出版社，2011年8月							
大纲提供者	陈萌，韦嘉，徐辉，曹荣根							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

《材料综合实验》是材料类的综合实践课，面对高年级学生开设，作为三个专业（材料化学、材料物理、电子科学与技术）的平台课程，本实验课程精选了各个专业的经典基础实验，其目的是帮助学生综合了解三个专业的基本研究方法，为学生提供验证理论知识与实际相结合的平台，拓宽学生视野、促进主观能动性、提高动手能力。

### 基本要求：

实验前要作好充分的预习与准备，要求反复阅读实验内容，领会实验原理，熟悉有关实验步骤和注意事项。在实验过程遵守实验室的安全制度，不迟到不早退，不玩手机，实验中即动手也动脑。如实填写报告，文字精练，画图准确，认真讨论，主要从仪器、方法、操作等方面误差进行讨论。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

#### 教学内容安排：

共计 18 周，含考试周；（具体到每周或每节课教学内容）：

根据学生人数，各实验滚动安排

第 1 周 全体学生及教师参加，进行安全教育

第 2-18 周 学生轮换以下实验：

实验一、金属材料耐腐蚀性能的测量：了解评价金属材料耐腐蚀性能的几种不同方法；掌握恒电位法测定电极极化曲线的原理和实验技术；了解极化曲线的意义和应用；掌握恒电位仪的使用方法。（徐辉老师主讲）

实验二、溶胶凝胶法制备超亲水 TiO<sub>2</sub> 薄膜：掌握溶胶凝胶法制备 TiO<sub>2</sub> 薄膜工艺；理解亲水性原理并掌握其测试方法。（徐辉老师主讲）

实验三、X 射线衍射仪的原理及应用：了解 X 射线衍射仪的工作原理；掌握 X 射线衍射物相定性分析的方法。（徐辉老师主讲）

实验四、热蒸发法制备铝金属薄膜材料：热蒸发法制备金属薄膜材料是基本的薄膜制备技术，广泛应用于产业和研究领域。通过本实验要求学生熟悉真空获得和测量，基本掌握蒸发镀膜技术，了解蒸发镀膜的原理及方法和真空镀膜技术。（曹荣根老师主讲）

实验五、扩展电阻法测量硅片微区电阻率变化及其深度分布：了解扩展电阻探针法的物理模型及测试原理；学会用扩展电阻探针法测量硅单晶片微区电阻率的不均匀性。（曹荣根老师主讲）

实验六、用准静态技术测量硅—二氧化硅界面态密度分布：学会用准静态技术测量硅—二氧化硅界面态密度在硅禁带中的能量分布的方法及实验结果的数据处理。（曹荣根老师主讲）

实验七、聚合物的热转变温度测定：了解差示扫描量热法的基本原理及应用范围，掌握测定聚合物玻璃转化温度、熔融温度、结晶温度及其热效应的方法。（韦嘉老师主讲）

实验八、红外光谱法鉴定聚合物：了解傅里叶红外光谱法的基本原理。学习用红外光谱法分析和鉴定聚合物。（韦嘉老师主讲）



实验九、热重分析法：了解热重分析法的基本原理及应用范围，掌握测定材料热失重曲线的方法。（韦嘉老师主讲）

## 5.3 专业基础教育课程大纲

### 5.3.1. 材料物理

#### 普通化学

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130091				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	General Chemistry									
课程类别	专业核心课程									
课程主页										
预修课程					后续课程					
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试（期末成绩占 60%，平时成绩占 40%，平时成绩包括网上章节成绩（30%）、作业和出勤（10%））				
教材和参考资料	1. 金若水、王韵华、芮承国编，现代化学原理（上、下册），高等教育出版社，2003 年 2. 华彤文、陈景祖等编著，普通化学原理（第 3 版），北京大学出版社，2005。 3. 申泮文主编，近代化学导论（上、下册），高等教育出版社，2002 年。 4. P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, General Chemistry – Principles and Modern Applications (Eighth Edition), Prentice Hall, 2002.									
大纲提供者	陈萌									

##### 二、教学目的和基本要求

###### 教学目的：

通过本课程的学习，让学生掌握基本的化学概念和化学原理，了解化学在环境、材料等各学科领域的实际应用，培养学生分析问题和解决问题的能力以及科学思维能力，为后续材料学课程的学习奠定良好的基础。

###### 基本要求：

要求学生熟悉和掌握基本的化学概念和化学原理，并运用所学化学原理解决材料制备和材料应用中的化学问题。

##### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

**教学内容安排** (按 36 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容):

第1次 绪论: 什么是化学; 化学的发展历程; 化学的分支学科; 化学与材料的关系; 中国法定计量单位; 有效数字及运算法则。

第2次 气体: 理想气体状态方程; 道尔顿分压定律; 液体: 气体的液化(临界温度); 液体的蒸发(蒸气压, 沸点, 克拉佩龙-克劳修斯方程)。凝固和熔化; 升华和凝华; 相图; 相律; 相图的用途; 溶液: 浓度的表示方法; 固体在液体中的溶解度; 气体在液体中的溶解度(亨利定律)。

第3次 原子的电子结构: 原子理论发展和核型原子模型建立; 氢原子光谱与玻尔理论; 微观粒子的特性和运动规律(德布罗依关系式, 不确定性原理); 氢原子的量子力学模型(薛定谔方程, 四个量子数, 电子云的空间分布); 多电子原子的结构与周期律(中心场近似, 屏蔽效应, 穿透作用)。

第4次 原子的电子结构: 多电子原子的结构与周期律(基态电子构型); 元素基本性质的周期变化规律(原子半径, 电离能, 电子亲和能, 电负性)。

第5次 化学键和分子结构: 共价键(经典 Lewis 学说, 八隅体规则, 价键理论,  $\sigma$ 键和 $\pi$ 键, 杂化轨道理论, 价层电子对互斥理论(中心原子的杂化轨道类型, 分子的空间结构, 价层电子对排斥规则)。分子轨道理论(理论要点, 原子轨道线性组合的类型, 原子轨道线性组合的原则, 分子基态电子, 同核双原子分子)。

第6次 化学键和分子结构: 离子键(晶格能, 离子的特性); 金属键; 分子的极性; 分子间作用力和氢键(取向力, 诱导力, 色散力)。化学热力学初步: 热力学第一定律(基本概念: 体系与环境, 状态函数, 过程和途径)。

第7次 化学热力学初步: 热力学第一定律(基本概念: 内能, 热和功; 热力学第一定律; 可逆过程和最大功); 热化学(焓和焓变, 热化学方程式和盖斯定律); 反应焓变( $\Delta H^\ominus$ )的求算: (标准生成焓, 标准燃烧焓, 键焓); 熵和熵变(影响物质熵值大小的因素, 几种熵变的计算)。

第8次 化学热力学初步: 自由能和自由能的变化(体系自发变化方向的判据, 化学反应的自由能变化, 温度对化学反应自由能变化的影响, 非标准状态下 $\Delta G$ 的计算)。

第9次 化学平衡通论: 化学平衡的特征; 平衡常数(气相反应, 气固相反应, 溶液反应); 平衡常数和自由能的变化; 多重平衡; 影响化学平衡的因素(温度, 浓度,

压强); 气相反应的化学平衡计算; 工业应用实例。

第10次 化学动力学简介: 反应速率的表示方法, 微分速率定律; 积分速率定律(零级反应, 一级反应, 二级反应); 反应机理(基元反应, 速率决定步骤); 温度对化学反应速率的影响(阿累尼乌斯公式); 催化剂; 工业应用实例。

第11次 酸碱平衡: 酸碱理论(电离理论, 质子理论, 电子理论); 水的自解离平衡; 强酸和强碱的水溶液; 酸碱在水溶液中的相对强度(弱酸的解离常数, 弱碱的解离常数, 拉平效应和区分效应); 弱酸弱碱的电离平衡(一元弱酸); 弱酸弱碱的电离平衡(一元弱碱, 氨基酸及其等电点)。

第12次 酸碱平衡: 酸碱电离平衡的移动(同离子效应, 酸碱指示剂); 缓冲溶液; 酸碱滴定(一元弱酸的中和, 一元弱碱的中和)。

第13次 沉淀-溶解平衡: 溶度积; 溶度积与溶解度的关系; 溶解与沉淀过程的判断; 影响沉淀-溶解平衡的因素(同离子效应, 盐效应, 酸效应); 沉淀的溶解与抑制; 离子的选择性沉淀; 沉淀的转化。

第14次 配位化合物和配位平衡: 配位化合物的组成、类型、命名; 配位平衡及平衡常数; 综合平衡(配位平衡和酸碱平衡, 配位平衡和沉淀平衡)。

第15次 氧化还原反应与电化学: 元素的氧化数, 原电池(电极的类型、电极符号和电池符号, 电池的电动势和电极电势)。电池电势与自由能变化的关系; 平衡常数; 能斯特方程; 影响电极电势的因素(浓度, 酸度, 形成沉淀, 形成配离子),

第16次 单质及无机化合物: 金属及其化合物; 非金属元素的分类、分布及其单质的制备; 非金属元素化合物

第 17 和 18 周为考试周。

# 普通化学实验 I

## 一、基本信息

课程代码	CHEM120009				学分	1	周学时	1.5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry Experiments I							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	实验课程				考核方式	实验报告、实验操作		
教材和参考资料	《普通化学实验》 沈建中等 编著 复旦大学出版社 2006 年							
大纲提供者	沈建中							

## 二、教学目的和基本要求

<p>普通化学实验是理科和医科本科学生的一门重要基础课程。</p> <p>通过本课程的学习，要求学生：规范地掌握普通化学实验中的一些基本操作技术和一些常见实验仪器的使用方法。初步了解无机物和有机物的基本性质及其分离、提纯和制备方法。</p> <p>学会细致观察和记录实验现象、提出问题、分析问题，以及怎样通过查阅文献资料和设计新实验来判别自己对问题的论断是否正确，养成一丝不苟的科学态度。建立“量”的概念，学会正确处理数据、以及如何正确表达实验结果。学会运用基本理论知识来指导实验及如何通过具体实验来验证一些抽象的物理常数。提高文字表达能力、科学思维能力，养成良好的科研工作习惯。养成勤奋刻苦、谦虚好学、工作有条不紊、乐于协作、爱护公物、求实、求真、创新、质疑等优秀的思想品德和良好的科学作风</p>
--

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 实验须知和安全教育、实验仪器清点和认知	3 学时
2. 氯化钠的提纯	3 学时
3. 利用废铝罐制备明矾	3 学时
4. 过氧化钙的制备及含量分析	3 学时
5. 退热镇痛药阿斯匹林的制备	3 学时
6. 从橙皮中提取柠檬烯	3 学时

7. 部分有机官能团的性质与鉴定	3 学时
8. 常见阴离子、阳离子的鉴定	3 学时
9. 气体摩尔体积的测定	3 学时
10. 反应速率和速率常数的测定	3 学时
11. 醋酸电离常数的测定	3 学时
12. 法拉第定律	3 学时
——铜库仑计的应用	
13. 可乐中磷酸含量的测定	3 学时
——电导法的应用	
14. 有机混合物的分离分析	3 学时
——气相色谱法的应用	
15. 吸光光度法测定铁 3 学时	
——分光光度测定技术的应用	
16. 缓冲溶液的配制及性质	3 学时
17. 蔬菜叶中色素的提取及分离	3 学时
18. 聚苯胺的电化学合成与电显色	3 学时
19. 珠光洗发香波的配制	3 学时

# 近代物理 A

## 一、基本信息

课程代码	PHYS130055				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Modern Physics A							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学, 普通物理				后续课程	经典物理		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	1. 郑广垣 近代物理(上册) 复旦大学出版社 1991 2. 杨福家 原子物理学(第三版) 高等教育出版社 2000 3. 王正行 近代物理学 北京大学出版社 1995 4. 陈宏芳 原子物理学 中国科技大学出版社 1997							
大纲提供者	徐晓华							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

使学生了解作为现代科学技术理论基础的近代物理进展, 掌握狭义相对论、量子力学和原子物理的基本内容, 从而提升对自然界的认知, 培养科学思维和创新精神。  
 基本内容包括狭义相对论和量子力学的基本概念和物理图象, 原子物理。  
 要求学生了解物质的基本结构和相互作用, 掌握高速和微观世界的运动规律, 提升对时空观和因果律的认识。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一周	伽利略相对性原理、狭义相对论基本假设
第二周	洛仑兹变换、四维时空和闵可夫斯基空间
第三周	动量-能量四元矢量、质能关系
第四周	相对论动力学方程、多普勒效应
第五周	电磁辐射的粒子性、实物粒子的波动性
第六周	原子的核式结构、原子光谱
第七周	玻尔氢原子理论、夫兰克-赫兹实验
第八周	物质波的统计解释、不确定关系
第九周	薛定谔方程和几个简例
第十周	力学量的平均值、算符表示和本征值

第十一周	单电子原子的定态薛定谔方程解、跃迁几率和选择定则
第十二周	电子自旋、自旋-轨道相互作用、单电子原子能级的精细结构
第十三周	全同粒子和泡利不相容原理、双电子原子的能级
第十四周	多电子原子的电子组态、原子的壳层结构和元素周期表
第十五周	多电子原子的原子态、能级和光谱、塞曼效应
第十六周	原子的内层结构和 X 射线



# 数学物理方法

## 一、基本信息

课程代码	MATE130050				学分	4	周学时	5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Method of Mathematical Physics							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	大学物理, 高等数学				后续课程	材料力学, 材料物理		
教学方式	课堂讲授为主, 随堂讨论, 网络发布信息, 习题课讨论、答疑等形式。				考核方式	考核包括两大部分, 一部分是平时课堂点名、作业成绩、期中考试成绩, 共占课程总成绩的 30%; 另一部分是期末考试成绩, 占课程总成绩的 70%, 期末考试采取闭卷笔试的形式。		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 梁昆淼, 数学物理方法 (第五版), 高等教育出版社, 2020 <b>参考资料:</b> 1. 吴崇试 数学物理方法 (第三版) 北京大学出版社 2019 2. 胡嗣柱 数学物理方法 (第二版) 高等教育出版社 2012 3. 周治宁等 数学物理方法习题指导 北京大学出版社 2004 4. 胡嗣柱 徐建军 数学物理方法解题指导 高等教育出版社 2022 5. 姚端正 数学物理方法习题指导 科学出版社 2019							
大纲提供者	王珺							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学, 使学生掌握并能运用复变函数、积分变换、典型数学物理方程求解方法等基本数学工具。培养学生严谨的逻辑和推演等理性思维能力, 训练学生将物理问题归结为数学问题并进行求解的能力, 为进一步学习和理解材料科学系的材料物理等基础、专业理论课打好数学基础。

### 基本要求:

掌握并能运用复变函数、积分变换、典型数学物理方程求解方法等基本数学工具, 培养将物理问题归结为数学问题并进行求解的能力, 为进一步学习专业课程打基础。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

**教学内容安排**（具体到每节课内容）：

#### **第一篇 复变函数理论 24+7**

##### **第一章 复变函数及复变函数的积分 4+1**

- 1) 复数及其运算
- 2) 复变函数、导数、解析函数
- 3) 平面标量场
- 4) 初等函数和多值函数
- 5) 保角变换概念

##### **第二章 复变函数的积分 4+1**

- 1) 复变函数积分概念
- 2) 柯西定理、不定积分、柯西公式

##### **第三章 幂级数展开 6+2**

- 1). 复数项级数、幂级数，泰勒级数展开
- 2). 解析延拓概念及应用
- 3) 洛朗级数展开，孤立奇点。

##### **第四章 留数定理 4+1**

- 1). 留数定理和留数求法
- 2). 利用留数定理计算实变函数定积分

##### **第五章 积分变换 6+2**

- 1). 傅里叶变换  
傅里叶级数，傅里叶积分变换及实例
- 2). 拉普拉斯变换  
拉普拉斯变换及反演，拉普拉斯变换的应用。

#### **第二篇 数学物理方程 44+10**

##### **第六章 数学物理定解问题 8+1**

- 1). 数学物理方程的导出及定解条件
- 2). 数学物理方程的分类

3). 达朗贝尔公式及定解问题

### 第七章 分离变数(傅里叶级数)法 12+2

- 1). 齐次方程的分离变数法
- 2). 非齐次振动方程和输运方程
- 3). 非齐次边界条件的处理
- 4). 泊松方程

### 第八章 二阶常微分方程级数解法 本征值问题 8+2

- 1). 特殊函数常微分方程
- 2). 常点邻域上的级数解法
- 3). 正则奇点邻域上的级数解法
- 4). 施图姆—刘维尔本征值问题

### 第九章 球函数 8+2

- 1). 轴对称球函数
- 2). 连带勒让德函数
- 3). 一般的球函数

### 第十章 柱函数 8+3

- 1). 三类柱函数
- 2). 贝赛尔方程
- 3). 柱函数的渐近公式
- 4). 虚宗量贝赛尔方程
- 5). 球贝赛尔方程。

## 经典物理 A

### 一、基本信息

课程代码	PHYS130057				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Classical Physics A							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学, 普通物理				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	1. 汪志诚 热力学·统计物理(第三版) 高等教育出版社 2003年 2. 郭硕鸿 电动力学(第二版) 高等教育出版社 1997年 3. 赵凯华等 新概念物理教程 热学 高等教育出版社 1998年 4. 赵凯华等 新概念物理教程 电磁学 高等教育出版社 2003年							
大纲提供者	徐晓华							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

使学生掌握热运动和电磁运动的基本规律和理论方法,并结合实际应用,对该领域一些公认的成熟的进展有所了解。

#### 基本要求:

要求学生掌握热现象的宏观规律和微观本质、宏观电磁现象的基本规律和理论方法,能应用基本原理结合物理图像,分析和解决简单的实际问题。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一周	热力学基本概念、热力学第一定律、热力学第二定律
第二周	熵和熵增加原理、热力学基本方程
第三周	基本热力学函数、麦氏关系及应用、气体节流和绝热膨胀
第四周	热动平衡判据、开系热力学方程、单元系的复相平衡和气液相变
第五周	统计规律性、微观状态和分布
第六周	玻耳兹曼分布、热力学量的统计表达式、能量均分定理

第七周	最概然统计法的量子过渡、玻色分布与费米分布、量子统计的经典极限
第八周	弱简并量子理想气体、玻色—爱因斯坦凝结
第九周	光子气体、自由电子气体、矢量和张量分析
第十周	电荷和电场、电流和磁场、电磁感应和电场、麦克斯韦方程组和洛仑兹力
第十一周	介质的电磁性质、电磁场边值关系、电磁场的能量和动量
第十二周	静电场的标势及其微分方程、唯一性定理和镜像法、电多极矩
第十三周	静磁场的矢势及其微分方程、唯一性定理、磁标势、磁多极矩
第十四周	平面电磁波、电磁波的反射和折射、导体中的电磁波传播、波导
第十五周	电磁场的矢势和标势、推迟势、谐振荡电流的电磁场
第十六周	电偶极辐射、磁偶极和电四极辐射

# 材料力学

## 一、基本信息

课程代码	MATE130067				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	秋	春	春	秋	春	秋	春
英文名称	Mechanics of materials							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学, 大学物理, 数学物理方法				后续课程	弹性力学		
教学方式	课堂讲授为主, 随堂讨论, 网络发布信息, 习题课讨论等形式。				考核方式	闭卷考试(平时课堂点名、作业、期中考试成绩占总成绩 30%, 期末考试占总成绩 70%)		
教材和参考资料	1.刘鸿文, 材料力学(I) 第五版, 高等教育出版社, 2010年6月 2.孙训方等, 材料力学(II)第五版, 高等教育出版社, 2010年6月 3.J.M. Gere, B.J. Goodno, Mechanics of materials, Cengage Learning, 2009. 4.潘丽娜, 刘东星, 材料力学(I)同步辅导及习题全解, 中国水利水电出版社, 2011.							
大纲提供者	王珺、高尚鹏、梅永丰							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程的学习使学生掌握材料力学中的基本知识和原理; 建立材料力学性能与材料应用选择、开发相关联的思维模式; 能够利用材料力学知识进行基本梁、杆结构的应力分析; 让学生理解从材料力学基本原理到应用的完整过程和联系, 扩大学生的知识面, 提高能力。

### 基本要求:

掌握材料力学中的基本知识和原理; 建立材料力学性能与材料应用选择、开发相关联的思维模式; 能够利用材料力学知识进行应力分析; 无特殊情况, 要求学生全勤参加课程学习。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

本课程对材料力学方面的知识和重要概念进行讲解。主要包括材料力学基本假设、应力应变理论和常用强度理论、简单结构的变形、受力和应力分析、材料变形能量、材料计算、微观结构材料力学的应用等内容, 课程还包含一些实际工程应用例子。

第一章 材料力学概述	讲授	1 学时
第二章 基本变形与分析（拉伸与压缩,剪切）	讲授	4 学时
第三章 扭转	讲授	4 学时
第四章 材料计算概述	教学视频	2 学时
第五章 弯曲内力和弯曲应力	讲授	6 学时
第六章 弯曲变形	讲授	4 学时
第七章 应力与应变分析	讲授	4 学时
第八章 强度理论	讲授	2 学时
第九章 组合变形	讲授	2 学时
第十章 压杆稳定	讲授	3 学时
第十一章 材料力学在微结构分析中的应用	教学视频	2 学时

# 材料物理

## 一、基本信息

课程代码	MATE130010				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Physics							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、大学物理、经典物理、现代物理				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时作业（30%）、期末闭卷考试（70%）		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 宗祥福等 《材料物理基础》 复旦大学出版社 2001 <b>参考资料：</b> 1. 徐毓龙等 《材料物理导论》 电子科技大学出版社 1995年10月 2. 熊兆贤 《材料物理导论》 科学出版社 2001年2月 3. 方俊鑫等 《固体物理学》 上海科学技术出版社 1980年12月 4. 顾秉林等 《固体物理学》 清华大学出版社 1989年9月 5. 马本堃等 《固体物理基础》 高等教育出版社 1992年9月							
大纲提供者	周永宁							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的教学，掌握材料物理学的基础知识，学习分析方法，帮助学生掌握并能初步运用材料物理学的基本概念和原理，分析材料的基本性质。希望同学们通过学习现代材料物理学家思考和探索问题的方法，启迪学生的创新意识，促使学生全面素质的提高。

### 基本要求：

需预修《高等数学》、《大学物理》、《经典物理》、《近代物理》课程。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一部分 材料的晶体结构 ……………12 课时
1. 材料物理简介及其研究对象
2. 晶体中原子分子的结合方式
3. 空间点阵和对称性
4. 晶胞和原胞
5. 晶面与晶向



6. 倒易点阵
7. 点群和空间群
8. 点阵能, 离子半径
9. 密堆积原理
10. 离子的极化
11. 共价键和共价晶体
12. 金属键和氢键

第二部分 晶体缺陷 .....6 学时

13. 点缺陷
14. 扩散现象
15. 线缺陷
16. 位错的运动
17. 面缺陷
18. 非晶态结构

第三部分 晶格振动 .....6 学时

19. 一维原子链的振动
20. 晶格振动的量子化
21. 长波近似
22. 固体比热
23. 非简谐效应
24. 晶格的自由能

第四部分 固体材料中电子能量状态 .....12 学时

25. 一维周期性势场中电子的能量状态
26. 克龙尼克-潘纳模型
27. 微扰法
28. 晶体中电子运动的速度和加速度
29. 能带理论
30. 三维情况的布洛赫定理
31. 布里渊区
32. 平面波方法
33. 紧束缚方法
34. 赝势方法
35. 费米面
36. 合金的能带

第五部分 固体的电导 .....9 学时

37. 玻尔兹曼方程
38. 金属的电导率
39. 弛豫时间的统计理论
40. 电子-晶格相互作用
41. 超导电性
42. 超导电相变
43. 金斯堡-朗道理论
44. 超导态的微观机制
45. 约瑟夫森效应

第六部分 固体材料的介电特性 .....7 学时

46. 电介质材料的电容率
47. 分子极化
48. 洛伦兹有效场
49. 介质损耗
50. 电介质的击穿
51. 压电效应
52. 热释电效应和铁电效应
  
- 53, 54 习题课

## 近代物理实验 A

### 一、基本信息

课程代码	PHYS130056				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Experiments in Modern Physics A							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	大学物理, 普通物理实验				后续课程	无		
教学方式	实验课程				考核方式	实验报告、口头汇报		
教材和参考资料	1. 戴乐山, 戴道宣 近代物理实验 高等教育出版社 2011 2. 吴思诚 近代物理实验 I,II 北京大学出版社 2005 3. A. Melissinos Experiments in Modern Physics Academic Press 4. 费恩曼 费恩曼物理学讲义(第二卷) 上海科技出版社 2006 5. 费恩曼 费恩曼物理学讲义(第三卷) 上海科技出版社 2006							
大纲提供者	乐永康, 姚红英							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

通过近代物理实验来培养学生的独立工作能力,学习如何用实验方法研究物理现象与规律.掌握近代物理实验领域中的一些基本实验方法和技能.

#### 课程基本内容简介:

1. 通过那些在近代物理学发展史上起过重大作用的著名实验的训练, 学习如何用实验方法和技术研究物理现象和规律,培养在实验中发现问题的,分析问题和解决问题的能力.
2. 培养学生查阅文献,阅读资料,选择拟定实验方案的能力,通过对实验数据处理提高学生对实验结果的综合能力,提高学生撰写论文的能力.
3. 掌握近代物理实验中的一些基本实验方法和技能,培养使用新设备,新仪器和新技术的能力.
4. 以模拟科研实验的要求来准备实验,使学生能更好地在教师的指导下独立完成实验.本课程为一学期,总学时数课内 60 学时(包括到实验室预习),.

#### 基本要求:

学生在一学期内完成 7 个实验,其中 6 个为必做实验,1 个为选做实验. 期末考核为根据选做内容在报告会上的口头汇报。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

## 必做实验

### 实验一: 脉冲核磁共振(姚红英)

核磁共振是磁矩不为零的原子核, 在外磁场作用下自旋能级发生塞曼分裂, 共振吸收某一特定频率的射频辐射的物理过程。

脉冲变换傅里叶核磁共振波谱仪是通过脉冲程序控制器和数据采集处理系统, 利用一个强而短的脉冲将所有待测核同时激发, 在脉冲终止时及时打开接收系统, 采集自由感应衰减信号 (FID), 待被激发的核通过弛豫过程返回平衡态时再进行下一个脉冲的激发。得到的 FID 信号是时域函数, 是若干频率的信号的叠加, 在计算机中经过傅里叶变换转变为频域函数才能被人们识别。

实验目的: 学习脉冲核磁共振探测原理, 了解各脉冲序列在实验中的作用, 测量油样品的 T1。

### 实验二: 塞曼效应(姚红英)

1896 年 Zeeman 发现当光源放在足够强的磁场中时, 原来的一条光谱线分裂成几条光谱线, 分裂的谱线成分是偏振的, 分裂的条数随能级的类别而不同。

实验目的: 学习观察塞曼效应的方法, 研究光谱线在磁场中的分裂情况。

### 实验三: X 光系列实验(俞熹)

X 射线的发现揭开了人类研究微观世界的序幕, X 射线的研究在物理学从经典物理发展到量子物理学的过程中, 起了十分重要的作用, X 射线的应用使物理学、化学、生理学、医学等学科发生了重大的变化。从 1901 年伦琴因发现 X 射线得诺贝尔物理学奖到 1979 年科马克等因发明 X 射线 CT 扫描仪得诺贝尔医学奖的 80 年中, 因 X 射线方面的研究工作而得诺贝尔物理学奖、化学奖、生理学或医学奖的项目达 16 项、科学家达 24 人 (平均每 5 年就有 1 项研究 X 射线的成果获诺贝尔奖)。实验目的: 利用德国莱宝公司的 X 射线实验仪及其附件, 做一系列有趣的实验, 从而对 X 射线的产生、特点和应用有较深刻的认识, 并提高独立从事研究工作的能力。

### 实验四: 四级杆质谱仪(俞熹)

本实验所用的小型质谱仪是一种利用磁场把物质按质荷比分离的磁偏转型动态分析仪器, 采用表面电离型离子源, 适合于分析和测量电离能较低的固态样品。

实验目的: 了解质谱仪的基本结构, 样品的制备和高真空获得的方法, 计算质谱

仪的分辨率,求丰度比.A9 掌握不同的实验条件对实验结果的影响.

#### 实验五: 光泵磁共振实验(乐永康)

光泵磁共振是用光抽运方法使原子的粒子数分布产生重大改变(偏极化),并利用抽运光对磁共振信号做光检测,它巧妙地将频率较低的射频信号的变化转换为频率很高的光信号的变化来测量,使观测信号的功率提高了几个数量级。此方法不仅可以用于基础性研究,在其他测量技术方面也有广泛的应用,特别是使弱信号的检测方便易行,因此它被广泛应用于弱磁场的测量。

实验目的:本实验的物理内容很丰富,实验过程中不仅掌握其方法也会见到比较复杂的现象。若能根据基本原理给出正确的分析,将受到一次很好的原子物理实验和综合实验的训练。

#### 实验六: $\gamma$ 能谱实验(乐永康)

在核物理研究中,离不开对  $\gamma$  射线的测量。 $\gamma$  射线是不带电的中性粒子,它与物质的相互作用与带电粒子有显著的差别。 $\gamma$  射线与物质的作用主要有光电效应,康普顿散射和电子对效应这三种。本实验利用 NaI(Tl)闪烁探测器来测量  $\gamma$  射线的能谱。谱仪的主要优点是既能探测中性粒子,又能探测带电粒子;既能测量粒子强度,又能测量粒子能量,而且探测效率高,分辨时间短。

实验目的:了解  $\gamma$  能谱仪的原理,特性与结构,掌握能谱仪的使用方法和  $\gamma$  能谱的定标。分析不同  $\gamma$  源的能谱图,测定  $\gamma$  能谱仪的能量分辨率,计算铅对  $\gamma$  射线的吸收截面。

选做实验: 学生在最后五周时间内安排时间自选 1-2 个实验

## 半导体物理 C

### 一、基本信息

课程代码	MATE130013				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Semiconductor Physics C							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	大学物理, 近代物理				后续课程	器件与集成电路原理		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩(包括课堂表现及平时作业)10%、两次小测验(每次15%)和期末考试成绩(60%), 期末考试形式为闭卷笔试。		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 叶良修,《半导体物理学》(上), 高等教育出版社, 2007.10 <b>参考资料:</b> 1. 钱佑华、徐至中,《半导体物理》, 高等教育出版社, 1999.6 2. 刘恩科,《半导体物理学》第七版, 电子工业出版社, 2017 3. 刘恩科、朱秉升、罗晋生等,《半导体物理学基础教程》, 国防工业出版社, 2005 4. Donald A. Neamen,《半导体物理与器件》第四版, 电子工业出版社, 2013							
大纲提供者	曾韡							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

通过本课程的教学, 掌握半导体物理的基本概念及基本理论和方法。培养学生运用所学知识, 分析实践中碰到的一些现象, 提高解决实际问题的能力。也为进一步学习后续课程打好基础。

#### 基本要求:

掌握半导体物理的基本理论和方法。并运用这些基本理论和方法, 分析、解释在半导体的研究及生产中, 在电子材料、电子器件、集成电路的研究及生产中碰到的有关现象, 提高解决实际问题的能力。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一章、晶格结构和结合性质(4学时)	第四章、输运现象(8学时)
教学内容	教学内容
1. 晶体的结构(2学时)	1. 电导和霍尔效应的分析。(3学时)
2. 半导体的结合性质(1学时)	2. 载流子的散射。(1学时)

3. 晶格缺陷 (1 学时)

教学要求

1. 了解晶体结构的基础知识
2. 了解 Si、Ge 晶体的化学键
3. 了解晶体中的常见缺陷

第二章、半导体的电子状态 (11 学时)

教学内容

1. 晶体中的能带。(3 学时)
2. 晶体中电子的运动。(2 学时)
3. 导电电子和空穴。(2 学时)
4. 常见半导体的能带结构。(2 学时)
5. 半导体的杂质和缺陷能级。(2 学时)

教学要求

1. 了解晶体中电子状态的概念 (与原子中电子的状态的不同)。
2. 了解晶体中电子的运动; 掌握有效质量概念。
3. 熟悉半导体中存在的两种载流子: 电子与空穴。
4. 熟悉杂质在半导体中的状态

第三章、电子和空穴的平衡统计分布 (6 学时)

教学内容

1. 费米分布函数。(1 学时)
2. 载流子浓度对费米能级的依赖关系。(1 学时)
3. 本征载流子浓度。(1 学时)
4. 非本征半导体的统计 (1 学时)
5. 简并情形的统计 (1 学时)
6. 费米能和化学势 (1 学时)

教学要求

1. 掌握状态密度及费米分布函数的概念。
2. 计算掺杂对半导体中载流子浓度的影响。

前三章测验 (3 学时)

3. 电导的统计理论。(2 学时)

4. 霍尔效应的统计理论。(2 学时)

教学要求

1. 掌握迁移率、电导率、霍尔系数、杂质散射、晶格散射等概念。
2. 掌握电导的统计理论, 电导的计算。

第五章、过剩载流子数 (10 学时)

教学内容

1. 过剩载流子及其产生与复合。(1 学时)
2. 过剩载流子的扩散。(2 学时)
3. 过剩载流子的漂移和扩散。(2 学时)
4. 双极扩散和双极漂移。(2 学时)
5. 表面复合对寿命的影响。(1 学时)
6. 复合机制和直接复合。(1 学时)
7. 间接复合。(1 学时)

教学要求

1. 掌握非平衡载流子, 它的产生及复合的概念。
2. 计算非平衡载流子的空间分布。
3. 计算非平衡载流子寿命。

第 4、5 章测验 (3 学时)

第六章、PN 结 (9 学时)

教学内容

1. pn 结及其伏安特性。(3 学时)
2. pn 结电容。(3 学时)
3. pn 结的光生伏特效应。(2 学时)
4. pn 结中的隧道效应。(1 学时)

教学要求

1. 熟悉 pn 结的形成、杂质分布。
2. 熟悉 pn 结的能带图、载流子分布、伏安特性。
3. 计算 pn 结电容。

# 材料物理实验

## 一、基本信息

课程代码	MATE130093				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Experiments of Materials Physics							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	基本知识讲授，实验介绍、实际实验操作以及实验谈论。				考核方式			
教材和参考资料	参考资料： 1. 宗祥福，李川，电子材料试验，复旦大学出版社，2004.8 2. 邵丙铄 郑国祥 MOS 集成电路的分析与设计 复旦大学出版社 2002.1 3. 孙恒慧 包宗明 半导体物理实验 高等教育出版社 1985.6 4. 宗祥福 翁渝民 材料物理基础 复旦大学出版社 2001.12 5. [美]尼曼 (Neamen,D.A.) 译者:赵毅强 半导体物理与器件 (第三版) 电子工业出版社 2005.2 2005.12							
大纲提供者	曹荣根 方方 宋云							

## 二、教学目的和基本要求

作为材料物理专业必修课，本课程目的是通过各实验，使学生熟练掌握材料的重要物理参数的基本原理、测试方法、测试设备；学会使用部分常用物理模拟软件，并能自己实现简单物理场的建模与简单多物理场的模拟。同时通过实验进一步加深学生对材料物理的理性及感性认识，启迪学生的创新意识，促使学生素质的全面提高。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

**教学内容安排** (共计 18 周，含考试周；建议具体到每周或每节课教学内容)：

本试验目前主要分为 3 个方面，共 8 个实验：

本实验是材料物理专业课程的实践验证课程，主要内容为：材料的各重要物理参数和物理特性（晶向、薄膜厚度、折射率、电阻、霍尔效应、光电效应、光弹性）；工艺仿真软件和有限元分析软件的学习和应用。



第一周：实验准备

第二周——第四周：工艺仿真软件和有限元分析软件；

第五周——第九周：材料的各重要物理参数和物理特性（晶向、薄膜厚度、折射率）

第十周——第十五周：材料的各重要物理参数和物理特性（电阻、霍尔效应、光电效应、光弹性）

注：以上是指实际开课周，五一放假周不在以上之列

# 生产实习

## 一、基本信息

课程代码	MATE130008				学分	1	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Production Practice							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	电子材料与器件工艺				后续课程	无		
教学方式	张江校区实习基地实习				考核方式	实习结果（制备出二极管并能测试出其特性）占 70%，实习报告占 30%。		
教材和参考资料	1. Stephen A.Campbell.微电子制造科学原理与工程技术,电子工业出版社,2003 年 2. Zant, Peter Van, 赵树武, 朱践知, 于世恩.芯片制造: 半导体工艺制程实用教程, 电子工业出版社, 2004 年 3. J.M.Poate, 薄膜的相互扩散和反应, 国防工业出版社, 1983 年 4. 刘玉岭, 檀柏梅, 张楷亮.微电子技术工程:材料、工艺与测试,电子工业出版社 2004 年 5. Hattori,Takeshi.Ultraclean surface processing of silicon wafers:secrets of VLSI manufacturing,Springer,1998 年							
大纲提供者	戎瑞芬							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

生产实习是非常重要的实践性教学环节,其目的是使学生了解和掌握半导体集成电路基本生产知识,巩固和丰富已学过的专业课程内容,培养学生理论联系实际,提高其在生产实践中分析问题以及解决问题的能力,使他们对半导体集成电路制造基本上有一个全貌的理解,从而为将来从事 IC 行业提供必要的基础。

### 基本要求:

要求学生掌握半导体器件工艺的原理和制备方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

制备半导体二极管及测试氧化层厚度和二极管特性。

半导体器件工艺: 清洗, 热氧化, 掺杂, 光刻及蒸发工艺

第一周	概况介绍半导体器件工艺及制备方法并观看录像
第二周	动手做清洗工艺和氧化工艺
第三周	动手做光刻工艺
第四周	动手做清洗工艺和掺杂工艺
第五周	动手做蒸发工艺
第六周	测试氧化层厚度和二极管特性

### 5.3.2. 材料化学

#### 普通化学

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130091				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	课堂讲授为主				考核方式	期末考核方式为闭卷，期末成绩占60%，平时成绩占40%，平时成绩包括网上章节成绩(30%)、作业和出勤(占10%)。		
教材和参考资料	1. 金若水、王韵华、芮承国编，现代化学原理（上、下册），高等教育出版社，2003年 2. 华彤文、陈景祖等编著，普通化学原理（第3版），北京大学出版社，2005。 3. 申泮文主编，近代化学导论（上、下册），高等教育出版社，2002年。 4. P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, General Chemistry – Principles and Modern Applications (Eighth Edition), Prentice Hall, 2002.							
大纲提供者	陈萌							

##### 二、教学目的和基本要求

###### 教学目的：

通过本课程的学习，让学生掌握基本的化学概念和化学原理，了解化学在环境、材料等各学科领域的实际应用，培养学生分析问题和解决问题的能力以及科学思维能力，为后续材料学课程的学习奠定良好的基础。

###### 基本要求：

要求学生熟悉和掌握基本的化学概念和化学原理，并运用所学化学原理解决材料制备和材料应用中的化学问题。

##### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

**教学内容安排**（按36学时共计18周，18周含考试周，具体到每节课内容）：

本课程是材料科学系本科学生的一门重要基础课程，主要内容包括：气体、液体和溶液的基本定律、原子核外的电子结构、化学键和分子结构、热化学和化学反应方向、化学动力学、化学平衡（包括水溶液中的离子平衡、氧化还原反应等）及其在容量分析中的应用、单质及无机化合物。

第1次 绪论：什么是化学；化学的发展历程；化学的分支学科；化学与材料的关系；中国法定计量单位；有效数字及运算法则。

第2次 气体：理想气体状态方程；道尔顿分压定律；液体：气体的液化(临界温度)；液体的蒸发(蒸气压，沸点，克拉佩龙-克劳修斯方程)。凝固和熔化；升华和凝华；相图；相律；相图的用途；溶液：浓度的表示方法；固体在液体中的溶解度；气体在液体中的溶解度(亨利定律)。

第3次 原子的电子结构：原子理论发展和核型原子模型建立；氢原子光谱与玻尔理论；微观粒子的特性和运动规律(德布罗依关系式，不确定性原理)；氢原子的量子力学模型(薛定谔方程，四个量子数，电子云的空间分布)；多电子原子的结构与周期律(中心场近似，屏蔽效应，穿透作用)。

第4次 原子的电子结构：多电子原子的结构与周期律(基态电子构型)；元素基本性质的周期变化规律(原子半径，电离能，电子亲和能，电负性)。

第5次 化学键和分子结构：共价键(经典 Lewis 学说，八隅体规则，价键理论， $\sigma$ 键和 $\pi$ 键，杂化轨道理论，价层电子对互斥理论(中心原子的杂化轨道类型，分子的空间结构，价层电子对排斥规则)。分子轨道理论(理论要点，原子轨道线性组合的类型，原子轨道线性组合的原则，分子基态电子，同核双原子分子)。

第6次 化学键和分子结构：离子键(晶格能，离子的特性)；金属键；分子的极性；分子间作用力和氢键(取向力，诱导力，色散力)。化学热力学初步：热力学第一定律(基本概念：体系与环境，状态函数，过程和途径)。

第7次 化学热力学初步：热力学第一定律(基本概念：内能，热和功；

热力学第一定律；可逆过程和最大功)；热化学(焓和焓变，热化学方程式和盖斯定律)；反应焓变( $\Delta H^\ominus$ )的求算：(标准生成焓，标准燃烧焓，键焓)；熵和熵变(影响物质熵值大小的因素，几种熵变的计算)。

第8次 化学热力学初步：自由能和自由能的变化(体系自发变化方向的判据，化学反应的自由能变化，温度对化学反应自由能变化的影响，非标准状态下 $\Delta G$ 的计算)。

第9次 化学平衡通论：化学平衡的特征；平衡常数(气相反应，气固相反应，溶液反应)；平衡常数和自由能的变化；多重平衡；影响化学平衡的因素(温度，浓度，压强)；气相反应的化学平衡计算；工业应用实例。

第10次 化学动力学简介：反应速率的表示方法，微分速率定律；积分速率定律(零级反应，一级反应，二级反应)；反应机理(基元反应，速率决定步骤)；温度对化学反应速率的影响(阿累尼乌斯公式)；催化剂；工业应用实例。

第11次 酸碱平衡：酸碱理论(电离理论，质子理论，电子理论)；水的自解离平衡；强酸和强碱的水溶液；酸碱在水溶液中的相对强度(弱酸的解离常数，弱碱的解离常数，拉平效应和区分效应)；弱酸弱碱的电离平衡(一元弱酸)；弱酸弱碱的电离平衡(一元弱碱，氨基酸及其等电点)。

第12次 酸碱平衡：酸碱电离平衡的移动(同离子效应，酸碱指示剂)；缓冲溶液；酸碱滴定(一元弱酸的中和，一元弱碱的中和)。

第13次 沉淀-溶解平衡：溶度积；溶度积与溶解度的关系；溶解与沉淀过程的判断；影响沉淀-溶解平衡的因素(同离子效应，盐效应，酸效应)；沉淀的溶解与抑制；离子的选择性沉淀；沉淀的转化。

第14次 配位化合物和配位平衡：配位化合物的组成、类型、命名；配位平衡及平衡常数；综合平衡(配位平衡和酸碱平衡，配位平衡和沉淀平衡)。

第15次 氧化还原反应与电化学：元素的氧化数，原电池(电极的类型、电极符号和电池符号，电池的电动势和电极电势)。电池电势与自由能变化的关系；平衡常数；能斯特方程；影响电极电势的因素(浓度，酸度，

形成沉淀，形成配离子)，

第16次 单质及无机化合物：金属及其化合物；非金属元素的分类、分布及其单质的制备；非金属元素化合物

第 17 和 18 周为考试周。

# 普通化学实验 I

## 一、基本信息

课程代码	CHEM120009				学分	1	周学时	1.5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry Experiments I							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	实验课程				考核方式	实验报告、实验操作		
教材和参考资料	《普通化学实验》 沈建中等 编著 复旦大学出版社 2006 年							
大纲提供者	沈建中							

## 二、教学目的和基本要求

普通化学实验是理科和医科本科学生的一门重要基础课程。

通过本课程的学习，要求学生：规范地掌握普通化学实验中的一些基本操作技术和一些常见实验仪器的使用方法。初步了解无机物和有机物的基本性质及其分离、提纯和制备方法。学会细致观察和记录实验现象、提出问题、分析问题，以及怎样通过查阅文献资料和设计新实验来判别自己对问题的论断是否正确，养成一丝不苟的科学态度。建立“量”的概念，学会正确处理数据、以及如何正确表达实验结果。学会运用基本理论知识来指导实验及如何通过具体实验来验证一些抽象的物理常数。提高文字表达能力、科学思维能力，养成良好的科研工作习惯。养成勤奋刻苦、谦虚好学、工作有条不紊、乐于协作、爱护公物、求实、求真、创新、质疑等优秀的思想品德和良好的科学作风

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 实验须知和安全教育、实验仪器清点和认知	3 学时
2. 氯化钠的提纯	3 学时
3. 利用废铝罐制备明矾	3 学时
4. 过氧化钙的制备及含量分析	3 学时
5. 退热镇痛药阿斯匹林的制备	3 学时
6. 从橙皮中提取柠檬烯	3 学时



7. 部分有机官能团的性质与鉴定	3 学时
8. 常见阴离子、阳离子的鉴定	3 学时
9. 气体摩尔体积的测定	3 学时
10. 反应速率和速率常数的测定	3 学时
11. 醋酸电离常数的测定	3 学时
12. 法拉第定律	3 学时
——铜库仑计的应用	
13. 可乐中磷酸含量的测定	3 学时
——电导法的应用	
14. 有机混合物的分离分析	3 学时
——气相色谱法的应用	
15. 吸光光度法测定铁 3 学时	
——分光光度测定技术的应用	
16. 缓冲溶液的配制及性质	3 学时
17. 蔬菜叶中色素的提取及分离	3 学时
18. 聚苯胺的电化学合成与电显色	3 学时
19. 珠光洗发香波的配制	3 学时

# 有机化学 A I

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130067				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Organic Chemistry A I							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	邢其毅、裴伟伟、徐瑞秋、裴坚，基础有机化学（第三版），高等教育出版社，2005年 裴伟伟，基础有机化学习题解析，高等教育出版社，2006年 T. W. Graham Solomons, 有机化学 (第八版)(英文影印版), 化学工业出版社, 2004年 Jhon McMurry, Organic Chemistry (Sixth Eddtion), Thomson learning, 2004年 K. Peter C. Vollhardt; Neil E. Schore, Organic Chemistry; Structure and Function (Third Edition), Freeman and Company, 1999年							
大纲提供者	张丹维							

## 二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习，掌握所涉及各类有机化合物的基本性质，掌握一些常见的有机化学反应及其反应机理，掌握一般有机化合物的基本制备方法以及一些基本的有机合成设计方法。本课程主要涉及烷烃、烯烃、卤代烃、醇和醚、醛酮、芳香族化合物、羧酸及其衍生物等几类有机化合物，重点讲解的内容有（1）各类有机化合物的结构、命名及其化学反应，着重于介绍化合物结构与反应之间的关系及反应的选择性等。（2）立体有机化学，有机化合物的立体化学现象及反应的立体化学问题等（3）有机反应机理，主要通过机理的学习加深对有机化合物性质及其反应的理解。（4）有机合成基础，介绍有机化学反应在合成中的应用及有机化合物的制备方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第一章 绪论 3学时

掌握：有机化合物及其分类，有机化合物的特性，共价键，杂化轨道理论及有机化合物的结构

### 第二章 有机化合物的分类及命名 2学时

掌握：有机化合物的结构及其表示方法；有机化合物的命名(普通命名法，IUPAC命名)

### 第三章 立体化学 5学时

掌握：烷烃的构象及表示方法；环己烷的构象；取代环己烷的构象。对映异构现象；对映异构体和非对映异构体；手性碳、手性分子；立体结构的表达法；旋光性和有机化合物的比旋光；手性碳原子及其构型；外消旋体和内消旋体；消旋体的拆分

#### 第四章 烷烃 自由基取代反应 4 学时

掌握：烷烃的卤代反应及其选择性；烷烃的卤代对不同类型氢的反应选择性。自由基的稳定性；烷烃的卤代机理。过渡态理论及应用；过渡态与中间体的区分。小环烷烃的化学性质

#### 第五章 卤代烃 有机金属化合物 8 学时

掌握：卤代烃的亲核取代反应； $S_N1$  和  $S_N2$  反应机理， $E1$  和  $E2$  反应机理；正碳离子的相对稳定性；影响反应机理的因素；格氏试剂、锂试剂和二烷基铜锂的制备及其应用。

#### 第六章 烯烃 亲电加成 自由基加成 共轭加成 9 学时

掌握：烯烃的亲电取代反应及其两种机理；Markovnikov 加成规则及其合理的解释；烯烃与  $HBr$  加成的过氧化效应及加成机理；催化氢化反应及其立体化学；烯烃与各类氧化剂的氧化反应；烯烃位的卤化反应；二卤卡宾的产生及其反应，类卡宾的反应及应用；共振论在有机化学中的应用，会写共振式，判断共振式的稳定性。共轭二烯的 1,4-加成和 1,2-加成及加成机理；

#### 第七章 炔烃 2 学时

掌握：炔烃亲电加成反应；炔烃的酸性；末端炔烃的反应及其在合成中的应用

#### 第八章 醇和醚 8 学时

掌握：醇的制法；醇的酸性；醇的碱性和亲核性；醇的亲核取代和消除反应；醇的氧化反应；醚的命名；的性质；1,2-环氧化合物的开环反应

#### 第九章 苯和芳香烃 芳香亲电取代反应 8 学时

掌握：化合物的芳香性判别；Hückel 规则；各种苯环的亲电取代反应及在合成上的应用；苯环上取代基对亲电反应的影响，苯环上取代基的分类；双取代基对反应取向的影响；取代基的定位作用在合成中的应用。苯环的氧化和还原及应用；Haworth 萘合成法；萘环上的亲电取代反应；萘环上的氧化还原；蒽和菲的主要性质。

#### 第十章 羧酸 羧酸衍生物 酰基碳上的亲核取代反应 6 学时

掌握：羧酸的酸性及应用；羧基上羟基的取代；羧酸  $\alpha$ -卤代及其应用；羧酸的还原，羧酸与金属有机试剂的反应；羧酸的脱羧反应及其应用，Hunsdiecker 反应，酰基上的亲核取代反应；酰基上的亲核取代反应机理；醇解、胺解反应在合成上的应用；羧酸衍生物与金属有机试剂的反应；羧酸衍生物的还原，有选择性还原制备醛；腈类化合物及其性质。

#### 第十一章 醛和酮 7 学时

掌握：醛酮的亲核加成反应和加成的立体化学；缩醛（酮）的形成及其机理，缩醛（酮）在合成上的应用；醛酮与各类胺的缩合及其机理；Cannizzaro 反应和二苯乙醇酸重排及其机理；Beckmann 重排及其机理；醛酮的还原和氧化； $\alpha$ ， $\beta$ -不饱和醛酮的亲电及亲核加成及其机理；Wittig 反应。

#### 第十三章 胺 含氮芳香族化合物 6 学时

掌握：胺的制备方法；Hofmann 降解及其应用；胺类化合物的碱性、亲核性；叔胺的氧化、仲胺与烷基锂的反应等； $HNO_2$  与各类胺的反应；季铵盐在合成中的应用；季铵碱的消除，消除的取向及在合成中的应用；Cope 消除及取向；芳环上硝基的还原；氢化偶氮苯衍生物酸性重排；两种芳环上的亲核取代反应机理（加成-消除机理和苯炔机理）；重氮盐的制备和稳定性；重氮盐的各类取代反应；重氮盐的偶联反应；重氮盐的还原反应；重氮盐的反应在合成中的应用

# 合成化学实验（上）

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130010				学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Synthetic Chemical Experiments							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	本课程以学生自己动手操作为主，独立完成实验和报告，辅以教师讲解、示范和巡视指导				考核方式	按平时每个实验成绩（包括对实验预习、实验操作、实验结果、实验报告以及实验作风等项的评估）		
教材和参考资料	实验教材：《大学有机化学实验》，李妙葵等编，复旦大学出版社；补充讲义							
大纲提供者	匡云艳，钱再波							

## 二、教学目的和基本要求

授课对象：化学类本科生，包括：化学、应用化学、高分子科学、材料化学等专业；

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第一次实验

二苯叉丙酮的制备。

蒸馏无水乙醇。

基本操作：回流，常压蒸馏，固体的抽滤和洗涤，磁力搅拌器的使用

### 第二次实验

苯甲酸乙酯的制备

基本操作：萃取分液，液体干燥，油水分离器使用，熔点测定。

### 第三次实验

从茶叶中提取咖啡因

基本操作：Soxhlet 提取器使用，常压升华

配制下周反应液：Cannizzaro 反应（p80~81）

### 第四次实验

Cannizzaro 反应——苯甲酸和苯甲醇的制备

基本操作：重结晶，减压蒸馏，旋转蒸发仪使用。

### 第五次实验

Perkin 反应——肉桂酸制备

基本操作：水蒸气蒸馏，重结晶、脱色及热过滤等操作

#### 第六次实验

乙酰二茂铁的制备与柱层析提纯

用薄层层析（TLC）法分析反应产物纯度与柱层析洗脱条件筛选

柱层析法分离纯化乙酰二茂铁

基本操作：微量无水反应，薄层层析与柱层析方法

#### 第七/八次实验

多步骤与多任务实验

安息香还原制备二苯基乙二醇及其缩酮反应的应用

安息香氧化制备二苯基乙二酮及其缩合反应的应用

# 物理化学 A II

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130013				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physical Chemistry A II							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、普通物理学和普通化学 A				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试。		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 《物理化学》(第二版), 范康年主编, 高等教育出版社, 2005 年 <b>参考书:</b> 1. 《物质结构》, 徐光宪, 王祥之, 高等教育出版社, 1987 年 2. 《物质结构》, 江元生, 高等教育出版社, 1997 年 3. 《结构化学基础》, 周公度, 北京大学出版社, 1995 年 4. 《物理化学》(第二版), 傅献彩等, 高等教育出版社, 1990 年 5. 《化学动力学基础》, 韩德刚等, 北京大学出版社, 1987 年							
大纲提供者	沈伟							

## 二、教学目的和基本要求

第二部分(物理化学 AII)讨论平衡体系的性质, 从统计热力学入手, 建立微观到宏观的桥梁, 进一步过渡到热力学, 包括热力学三大定律、溶液、化学平衡、相平衡;

通过本课程的学习, 要求学生系统地掌握物理化学的基本原理和方法, 加深对其它化学课程内容的理解, 并初步具有应用物理化学的基本原理分析和解决一些实际问题的能力。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 第十章 统计热力学基础(10 学时)

10-1 基本概念

10-2 麦克斯韦-玻耳兹曼统计

10-3 分子配分函数

10-4 正则系综及配分函数

10-5 配分函数的计算

10-6 量子统计

### 第十一章 热力学第一定律和热化学(10 学时)

11-1 热力学第一定律

11-2 焓和热容

11-3 理想气体的热力学过程

11-4 焦耳-汤姆逊效应

11-5 化学反应的热效应

11-6 几种重要的焓变计算

## **第十二章 热力学第二定律和第三定律 (10 学时)**

12-1 热力学第二定律的引出

12-2 过程方向性的判据—熵函数

12-3 热力学第三定律

12-4 熵变的计算

12-5 吉氏自由能和亥氏自由能

12-6 热力学函数间的关系及其应用

12-7 化学势

## **第十三章 溶液体系热力学 (8 学时)**

13-1 偏摩尔量

13-2 理想溶液及其性质

13-3 稀溶液及其性质

13-4 实际溶液和活度

## **第十四章 化学平衡体系热力学 (8 学时)**

14-1 化学反应的自由能降低原理

14-2 化学反应等温式和平衡常数

14-3 反应平衡常数的计算和测定方法

14-4 理想气体反应平衡常数的统计热力学计算

14-5 平衡常数与温度和压力的关系

14-6 气相反应条件分析

14-7 液相反应和复杂反应条件分析

## **第十五章 相平衡热力学 (8 学时)**

15-1 相律

15-2 单组份体系的相图

15-3 二组分液固体系

15-4 二组分气液体系

15-5 二组分液液体系

15-6 三组分体系

# 有机化学 A II

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130068				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Organic Chemistry A II							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学；有机化学 A I				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试。		
教材和参考资料	1.邢其毅、裴伟伟、徐瑞秋、裴坚，基础有机化学（第三版），高等教育出版社，2005 2.裴伟伟，基础有机化学习题解析，高等教育出版社，2006年 3. T. W. Graham Solomons, 有机化学（第八版）(英文影印版)，化学工业出版社，2004 Jhon McMurry, Organic Chemistry (Sixth Eddtion), Thomson learning, 2004 1. K. Peter C. Vollhardt; Neil E. Schore, Organic Chemistry; Structure and Function (Third Edition), Freeman and Company, 1999							
大纲提供者	高翔							

## 二、教学目的和基本要求

### 课程基本内容:

本课程主要在有机化学 A I 所学内容的基础上，以专题形式进一步拓展有机化学知识，加强学生对有机反应机理、有机合成化学的理解和应用能力，主要内容有（1）羰基化合物的缩合反应与有机合成。（2）含氮芳香族化合物和杂环化合物。（3）酚和醌类化合物及其反应。（4）杂环芳烃化合物及其反应和应用。（5）周环反应。（6）糖类化合物、氨基酸、蛋白质。

### 基本要求:

通过本课程的学习，掌握所涉及各专题基本内容，进一步熟悉并掌握各类有机化合物的基本性质和反应，应用所学有机反应进行一些复杂化合物的合成路线设计。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第一章碳负离子缩合反应 10 学时

掌握：羰基化合物的烯醇负离子化；碱催化和酸催化下的醛酮位的氢-氧交换及其机理；碱催化 and 酸催化下的醛酮位的卤代反应及其机理；卤仿反应及其应用；醛酮的羟醛缩合反应及其反应机理；羟醛缩合反应在合成上的应用；Mannich 反应及在合成上的应用；Claisen 缩合、Dieckmann 缩合和交叉酯缩合反应及其反应的机理；酮的酰基化；酮和酯的酰基化反应在合成中的应用；羰基位的烷基化；乙酰乙酸乙酯合成法在合成中的应用；丙二酸酯合成法在合成中的应用；Michael



加成反应及其机理，Knoevenagel 反应、Perkin 反应和 Darzen 反应及其机理；烯胺的反应，机理及在合成中的应用。

### **第二章含氮芳香族化合物 4 学时**

掌握：芳环上硝基的还原；氢化偶氮苯衍生物酸性重排；两种芳环上的亲核取代反应机理（加成-消除机理和苯炔机理）；重氮盐的制备和稳定性；重氮盐的各类取代反应；重氮盐的偶联反应；重氮盐的还原反应；重氮盐的反应在合成中的应用

### **第三章酚和醌 4 学时**

掌握：酚类化合物的一般制备方法；酚羟基的基本性质（酸性，醚化和酯化）、酚类芳环上的亲电取代；碱性酚醛缩合、Kolbe-Schmitt 反应和 Reimer-Tiemann 反应；芳基醚的性质及其应用；芳基酯的 Fries 重排及合成上的应用；Bucherer 反应及其在合成上的应用；醌类化合物的化学性质（酮类和  $\alpha, \beta$ -不饱和酮类的性质，缺电子烯烃的性质，Diels-Alder 反应，弱氧化性）

### **第四章杂环化合物 6 学时**

掌握：五元芳杂环化合物和吡啶的化学性质，N-氧化吡啶的双重性质，吡啶或位侧链上的反应；苯并五元芳杂环、喹啉和异喹啉的性质；喹啉的 Skraup 合成法及机理

### **第五章周环反应 2 学时**

掌握：分子轨道对称守恒原理和前线轨道理论在周环反应中的应用，掌握电环化反应、Diels-Alder 反应、1,3-偶极环加成反应；掌握[3,3] $\sigma$ -迁移反应。了解并掌握一些基本的有机光化学反应。

### **第六章过渡金属催化的有机反应 3 学时**

掌握：四大基元反应；了解过渡金属催化的有机反应发展历史，掌握所介绍的相关反应的机理，熟练应用所学知识合成复杂有机化合物。

### **第六章糖类化合物氨基酸多肽 3 学时**

掌握：糖的分类；单糖的还原性和变旋性；单糖的立体构型和构象；糖类的差向异构化；天然氨基酸的构型；氨基酸的主要性质；氨基酸的合成；从氨基酸合成多肽

## 物理化学实验（上）

### 一、基本信息

课程代码	CHEM130104				学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physical Chemistry Experiments I							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程					后续课程	无		
教学方式	根据课程要求，学生自行完成线上教学内容，包括实验预习与实验方案设计 根据课程安排，轮转完成教学实验，并完成相应的实验报告				考核方式	实验预习 30%，实验操作与数据获取 40%，实验报告撰写 30%		
教材和参考资料	1. 《物理化学实验》 庄继华等编 第三版 高教出版社 1. 自编讲义及相关期刊杂志 (Science, Nature, JACS, ACIE.....)							
大纲提供者	刘永梅，钱再波							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的：

1. 通过温度、压力、电导率、吸光度、折射率、旋光度、可逆电动势、磁化率、偶极矩等物质基础物理化学性质测定技术及多个具体实验项目的学习，使学习者系统掌握物理化学基本研究方法和实验技术，熟悉物理化学实验现象的观察和记录，实验数据的测量和处理，实验结果的分析 and 归纳等严谨的科学思维训练和创新元素的积累。

2. 通过虚实结合、线上线下混合式等多种教学形式，提升学习者学习物理化学实验知识的投入度和原动力，提高学习者物理化学实验学习能力和效果，能够综合运用物理化学及其他相关学科的知识和原理，设计解决问题的方案，评价方案的可行性和局限性。

#### 基本要求：

完成《物理化学 A II》、《合成化学实验》和《无机化学与化学分析实验》课程学习。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排（具体到每节课内容）

本课程的教学内容如下：

- 1、 安全教育、实验课程要求讲解 2 学时
  - 2、 纯液体饱和蒸汽压的测量 6 学时
  - 3、 蔗糖燃烧热的测定/未知物燃烧热的测 6 学时
  - 4、 最大泡压法测定溶液的表面张力 6 学时
  - 5、 原电池电动势的测定以及应用 6 学时
  - 6、 粘度法测定水溶性高聚物相对分子量 6 学时
  - 7、 电导法测定水溶性表面活性剂的临界胶束浓度/电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率常数 6 学时
  - 8、 络合物的磁化率测定 6 学时
  - 9、 气相色谱法测定非电解质溶液的热力学函数 6 学时
  - 10、 电势-pH 曲线的测定/线性电位扫描法测定镍在硫酸溶液中的钝化行为 6 学时
  - 11、 化学震荡实验 6 学时
  - 12、 旋光法测定蔗糖水解速率常数 6 学时
  - 13、 TG-DTA 联合热分析 6 学时
  - 14、 钪基复合纳米材料的制备及其基本性质表征 (BET 法测比表面、X 射线法物相分析) 6 学时
  - 15、 纳米金催化苯甲醇选择性氧化性能研究 6 学时
  - 16、 金属铜表面催化氢化行为研究 (量子化学计算实验) 6 学时
  - 17、  $\text{TiO}_2$  与  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  光催化降解罗丹明 B 因素的综合探索 6 学时
- 根据学期安排，完成上述内容的 48 学时

## 合成化学实验（下）

### 一、基本信息

课程代码	CHEM130011				学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Synthetic Chemical Experiments							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	本课程以学生自己动手操作为主，独立完成实验和报告，辅以教师讲解、示范和巡视指导				考核方式	按平时每个实验成绩（包括对实验预习、实验操作、实验结果、实验报告以及实验作风等项的评估）		
教材和参考资料	实验教材：《大学有机化学实验》，李妙葵等编，复旦大学出版社；补充讲义							
大纲提供者	匡云艳，钱再波							

### 二、教学目的和基本要求

授课对象：化学类本科生，包括：化学、应用化学、高分子科学、材料化学等专业；

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

<p>第一次实验（参看教材）</p> <p>对甲苯乙酮的制备</p> <p>基本操作：机械搅拌</p> <p>第二次实验（参看后面的“补充讲义材料”）</p> <p>扁桃酸的制备</p> <p>基本操作：相转移催化反应和卡宾反应</p> <p>第三次实验（参看后面的“补充讲义材料”）</p> <p>2-羟基-3-苯基丙酸的合成</p> <p>基本操作：低温反应条件、比旋光度的测定</p> <p>第四~五次实验：（参看“补充讲义材料”）</p>
---

(1) 4-羟基香豆素的制备

(2) 抗凝血药华法林的制备

第六~九次实验：（参看“补充讲义材料”）

(1) 苹果酯-A 的制备与测定

(2) 苹果酯-A 的格氏反应

(3) 4,4-二苯基-3-丁烯-2-酮的制备与提纯

(4) 止咳酮的制备

## 物理化学 A III

### 一、基本信息

课程代码	CHEM130014				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physical Chemistry I I I							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、普通物理学、普通化学 A				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 《物理化学》(第二版), 范康年主编, 高等教育出版社, 2005 年 <b>参考书:</b> [1] 《物质结构》, 徐光宪, 王祥之, 高等教育出版社, 1987 年 [2] 《物质结构》, 江元生, 高等教育出版社, 1997 年 [3] 《结构化学基础》, 周公度, 北京大学出版社, 1995 年 [4] 《物理化学》(第二版), 傅献彩等, 高等教育出版社, 1990 年 [5] 《化学动力学基础》, 韩德刚等, 北京大学出版社, 1987 年							
大纲提供者	乔明华, 刘永梅							

### 二、教学目的和基本要求

物理化学是研究物质的结构、性质及其变化的普遍规律的一门学科。内容的第三部分(物理化学 III)讨论变化体系的性质, 主要是动力学和电化学, 还包括非平衡体系热力学的简单介绍以及界面现象和表面化学。

通过本课程的学习, 要求学生系统地掌握物理化学的基本原理和方法, 加深对其它化学课程内容的理解, 并初步具有应用物理化学的基本原理分析和解决一些实际问题的能力。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

#### 第十五章 气体的吸附和表面化学 (4 学时)(教材第十七章)

- 15-1 气体在固体表面的吸附
- 15-2 现代表面化学的研究内容
- 15-3 表面性质对表面反应性能的影响
- 15-4 表面吸附态和表面反应机理

#### 第十六章 传递过程和非平衡态热力学 (4 学时) (教材第十八章)

- 16-1 传递过程基本规律

16-2 非平衡态热力学

**第十七章 化学动力学基本规律** (8 学时) (教材第十九章)

17-1 化学反应的速率方程

17-2 具有简单级数的反应

17-3 温度对反应速率的影响

17-4 典型的复杂反应

17-5 反应机理和近似处理方法

17-6 化学反应中的动态与平衡

**第十八章 各种反应体系的动力学** (8 学时) (教材第二十章)

18-1 链反应

18-2 液相反应

18-3 催化反应

18-4 流动体系反应

18-5 光化学反应

**第十九章 基元反应的速率理论** (5 学时) (教材第二十一章)

19-1 双分子反应的简单碰撞理论

19-2 反应速率的过渡态理论

19-3 单分子反应理论

19-4 分子轨道对称守恒原理

**第二十章 电解质溶液** (5 学时) (教材第二十三章)

20-1 电解质溶液的导电现象

20-2 电解质溶液的活度和活度系数

**第二十一章 电化学热力学** (6 学时) (教材第二十四章)

21-1 可逆电池的电动势

21-2 电极电势和标准电极电势

21-3 浓差电池和液体接界电势

21-4 离子选择性电极和膜电势

21-5 电势-pH 图及其应用

**第二十二章 电化学动力学及其应用** (4 学时) (教材第二十五章)

22-1 电极极化

22-2 电化学测量

22-3 应用电化学

22-4 电化学中的若干现代研究课题

## 物理化学实验（下）

### 一、基本信息

课程代码	CHEM130105				学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physical Chemistry Experiments II							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程					后续课程	无		
教学方式	根据课程要求，学生自行完成线上教学内容，包括实验预习与实验方案设计 根据课程安排，轮转完成教学实验，并完成相应的实验报告				考核方式	实验预习 30%，实验操作与数据获取 40%，实验报告撰写 30%		
教材和参考资料	1. 《物理化学实验》 庄继华等编 第三版 高教出版社 2. 自编讲义及相关期刊杂志 (Science, Nature, JACS, ACIE.....)							
大纲提供者	刘永梅，钱再波							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的：

1. 通过温度、压力、电导率、吸光度、折射率、旋光度、可逆电动势、磁化率、偶极矩等物质基础物理化学性质测定技术及多个具体实验项目的学习，使学习者系统掌握物理化学基本研究方法和实验技术，熟悉物理化学实验现象的观察和记录，实验数据的测量和处理，实验结果的分析 and 归纳等严谨的科学思维训练和创新元素的积累。

2. 通过虚实结合、线上线下混合式等多种教学形式，提升学习者学习物理化学实验知识的投入度和原动力，提高学习者物理化学实验学习能力和效果，能够综合运用物理化学及其他相关学科的知识和原理，设计解决问题的方案，评价方案的可行性和局限性。

#### 基本要求：

完成《物理化学 A II》、《合成化学实验》和《无机化学与化学分析实验》课程学习。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

#### 教学内容安排（具体到每节课内容）

本课程的教学内容如下：



- 18、 安全教育、实验课程要求讲解 2 学时
  - 19、 纯液体饱和蒸汽压的测量 6 学时
  - 20、 蔗糖燃烧热的测定/未知物燃烧热的测 6 学时
  - 21、 最大泡压法测定溶液的表面张力 6 学时
  - 22、 原电池电动势的测定以及应用 6 学时
  - 23、 粘度法测定水溶性高聚物相对分子量 6 学时
  - 24、 电导法测定水溶性表面活性剂的临界胶束浓度/电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率常数 6 学时
  - 25、 络合物的磁化率测定 6 学时
  - 26、 气相色谱法测定非电解质溶液的热力学函数 6 学时
  - 27、 电势-pH 曲线的测定/线性电位扫描法测定镍在硫酸溶液中的钝化行为 6 学时
  - 28、 化学震荡实验 6 学时
  - 29、 旋光法测定蔗糖水解速率常数 6 学时
  - 30、 TG-DTA 联合热分析 6 学时
  - 31、 钪基复合纳米材料的制备及其基本性质表征 (BET 法测比表面、X 射线法物相分析) 6 学时
  - 32、 纳米金催化苯甲醇选择性氧化性能研究 6 学时
  - 33、 金属铜表面催化氢化行为研究 (量子化学计算实验) 6 学时
  - 34、  $\text{TiO}_2$  与  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  光催化降解罗丹明 B 因素的综合探索 6 学时
- 根据学期安排, 完成上述内容的 48 学时

# 材料化学

## 一、基本信息

课程代码	MATE130005				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Chemistry							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	无机化学、材料科学基础				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	笔试(填空题、简答题、计算题)成绩: 70%考试+ 30%课堂讨论、出勤		
教材和参考资料	1. 丁马太 材料化学导论 厦门大学出版社 1995.1 2. 郑昌琼、冉均国 新型无机材料 科学出版社 2003.1 3. 冯端、师昌绪 材料科学导论 化学工业出版社 2002.5 4. 陈祥宝 高性能树脂基体 化学工业出版社 1999.12 5. 张克立 固体无机化学 武汉大学出版社 2005.1							
大纲提供者	叶明新 沈剑锋							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

让材料化学专业的学生掌握晶态材料结构的理论基础, 掌握材料化学的基本原理, 了解材料(包括高分子材料)性能与结构的关系, 了解典型的功能材料。

### 基本要求:

准时出勤、课堂积极参与讨论和练习。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

材料的晶体结构基础,材料化学的基本原理(点缺陷,扩散,固溶体,相变),新型功能材料(离子导体,磁性材料)、材料制备的共性技术,了解高性能高分子材料的基本功能。

绪言 (2学时) 任课教师 叶明新

第一章: 晶体结构基础和晶体化学 (7学时) 任课教师 沈剑锋

1. 晶体结构与点阵、2. 宏观对称性、3. 布拉维点阵与晶系、4. 点群、5. 微观

对称性和空间群、6. 结构的晶体化学描述

第二章: 晶体中的点缺陷 (7 学时) 任课教师 沈剑锋

1. 缺陷的分类、2. 点缺陷的符号表示、3. 本征缺陷、4. 杂质缺陷、5. 电子与空穴,施主与受主、6. 点缺陷的局域能级、7. 点缺陷与氧分压、8. 缺陷的缔合、9. 点缺陷生成热力学

第三章: 扩散 (3 学时) 任课教师 沈剑锋

1. Fick 定律、2. 无规行走、3. 扩散机理、4. 空位机理的自扩散系数、5. 自扩散的活化能与频率因子、6. 扩散与杂质浓度的关系、7. 非整比化合物的自扩散系数、8. 晶界扩散

第四章: 固溶体 (3 学时) 任课教师 沈剑锋

1. 固溶体的概念及分类、2. 固溶体生成热力学、3. 置换固溶体、4. 组份缺陷型固溶体

第五章: 相转变 (2 学时) 任课教师 沈剑锋

1. 重构型相变和移位型相变、2. 相转变的热力学分类、3. 相转变的动力学、4. 晶体化学与相转变

第六章: 离子导体和固体电解质 (2 学时) 任课教师 沈剑锋

1. 典型的离子晶体、2. 固体电解质、3.  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$  离子导体、4. 阴离子导体

第七章: 磁性材料 (2 学时) 任课教师 沈剑锋

1. 基本概念、2. 磁性的来源、3. 物质磁性的分类、4. 磁性材料的结构与性质 5. 磁性材料的分类

第八章: 高性能树脂基体 (4 学时) 任课教师 叶明新

1. 高性能增强高聚物基体、2. 功能高分子材料基体、3. 高性能工程塑料基体

# 材料化学实验

## 一、基本信息

课程代码	MATE130070				学分	3	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Experiments of material chemistry							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	材料分析化学 合成化学实验 高分子化学 高分子物理				后续课程	毕业论文		
教学方式	讲授，实验指导，报告指导和批阅。				考核方式	根据实验操作、结果和报告考核		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 材料化学实验（讲义），材料化学教研室编，2014年10月 <b>参考资料：</b> 1. 曲荣君，材料化学实验，化学工业出版社，2008年3月 2. 复旦大学高分子科学系，高分子实验技术，复旦大学出版社，1996年8月 3. 汪昆华等，聚合物近代仪器分析，清华大学出版社，2005年5月							
大纲提供者	钱再波、韦嘉、周树学、陈萌、夏广林							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程，使材料化学专业毕业的学生初步掌握某些无机材料、高分子材料的一些基本的制备方法以及相应的表征和性能测试手段，并且培养学生基本的材料化学研究能力，为毕业论文设计作准备。

### 基本要求：

要求独立或合作完成实验，掌握合成方法和测试手段，并且根据实验过程和结果撰写报告。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本实验课包括三部分内容，第一部分内容为材料的制备方法，包括无机材料和有机材料；第二部分内容是材料的表征和性能测定，包括材料的热性能、力学性能、电化学性能、热力性能、发光性能、颗粒度和红外光谱，第三部分内容是材料加工与成

型，初步了解 3D 打印技术。

**教学内容安排:** 由于仪器有限，必须分组轮流实验,安排如下:

周次	内容	形式	学时
教师			
第 5-7 周	荧光材料 $\text{YBO}_3:\text{Eu}$ 的制备	讲授、操作	8
钱再波			
第 5-7 周	甲基丙烯酸甲酯—苯乙烯悬浮共聚	讲授、操作	8
钱再波			
第 7-11 周	荧光材料荧光光谱测定	讲授、操作	2
钱再波			
第 7-11 周	荧光材料颗粒度测定	讲授、操作	2
钱再波			
第 5-9 周	聚合物的热转变温度测定	讲授、操作	8
韦嘉			
第 5-9 周	聚合物的热—力分析	讲授、操作	8
韦嘉			
第 10-14 周	热重分析法	讲授、操作	8
韦嘉			
第 10-14 周	红外光谱法鉴定聚合物	讲授、操作	8
韦嘉			
第 5-9 周	高分子材料力学性能的测定	讲授、操作	4
周树学			
第 7-11 周	3D 打印机的原理、使用及模型打印	讲授、操作	8
陈萌			
第 8-12 周	水系锌离子电池电极材料制备与电池性能	讲授、操作	8
夏广林			

### 5.3.3. 电子科学与技术

#### 普通化学

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130091				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试(期末成绩 60%+平时成绩 40%，平时成绩包括网上章节成绩(占 30%)与作业出勤(10%))		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 金若水、王韵华、芮承国编, 现代化学原理(上、下册), 高等教育出版社, 2003 年 <b>参考资料:</b> 1. 华彤文、陈景祖等编著, 普通化学原理(第 3 版), 北京大学出版社, 2005。 2. 申泮文主编, 近代化学导论(上、下册), 高等教育出版社, 2002 年。 3. P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, General Chemistry – Principles and Modern Applications (Eighth Edition), Prentice Hall, 2002.							
大纲提供者	陈萌							

##### 二、教学目的和基本要求

###### 教学目的:

通过本课程的学习, 让学生掌握基本的化学概念和化学原理, 了解化学在环境、材料和医学等各学科领域的实际应用, 培养学生分析问题和解决问题的能力以及科学思维能力, 为后续材料学课程的学习奠定良好的基础。

###### 基本要求:

要求学生熟悉和掌握基本的化学概念和化学原理, 并运用所学化学原理解决材料制备和材料应用中的化学问题。

##### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

**教学内容安排** (按 36 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容):

本课程是材料科学系本科学生的一门重要基础课程，主要内容包括：气体、液体和溶液的基本定律、原子核外的电子结构、化学键和分子结构、热化学和化学反应方向、化学动力学、化学平衡（包括水溶液中的离子平衡、氧化还原反应等）及其在容量分析中的应用、单质及无机化合物。

第1次 绪论：什么是化学；化学的发展历程；化学的分支学科；化学与材料的关系；中国法定计量单位；有效数字及运算法则。

第2次 气体：理想气体状态方程；道尔顿分压定律；液体：气体的液化(临界温度)；液体的蒸发(蒸气压，沸点，克拉佩龙-克劳修斯方程)。凝固和熔化；升华和凝华；相图；相律；相图的用途；溶液：浓度的表示方法；固体在液体中的溶解度；气体在液体中的溶解度(亨利定律)。

第3次 原子的电子结构：原子理论发展和核型原子模型建立；氢原子光谱与玻尔理论；微观粒子的特性和运动规律(德布罗依关系式，不确定性原理)；氢原子的量子力学模型(薛定谔方程，四个量子数，电子云的空间分布)；多电子原子的结构与周期律(中心场近似，屏蔽效应，穿透作用)。

第4次 原子的电子结构：多电子原子的结构与周期律(基态电子构型)；元素基本性质的周期变化规律(原子半径，电离能，电子亲和能，电负性)。

第5次 化学键和分子结构：共价键(经典 Lewis 学说，八隅体规则，价键理论， $\sigma$ 键和 $\pi$ 键，杂化轨道理论，价层电子对互斥理论(中心原子的杂化轨道类型，分子的空间结构，价层电子对排斥规则)。分子轨道理论(理论要点，原子轨道线性组合的类型，原子轨道线性组合的原则，分子基态电子，同核双原子分子)。

第6次 化学键和分子结构：离子键(晶格能，离子的特性)；金属键；分子的极性；分子间作用力和氢键(取向力，诱导力，色散力)。化学热力学初步：热力学第一定律(基本概念：体系与环境，状态函数，过程和途径)。

第7次 化学热力学初步：热力学第一定律(基本概念：内能，热和功；

热力学第一定律；可逆过程和最大功)；热化学(焓和焓变，热化学方程式和盖斯定律)；反应焓变( $\Delta H^\ominus$ )的求算：(标准生成焓，标准燃烧焓，键焓)；熵和熵变(影响物质熵值大小的因素，几种熵变的计算)。

第8次 化学热力学初步：自由能和自由能的变化(体系自发变化方向的判据，化学反应的自由能变化，温度对化学反应自由能变化的影响，非标准状态下 $\Delta G$ 的计算)。

第9次 化学平衡通论：化学平衡的特征；平衡常数(气相反应，气固相反应，溶液反应)；平衡常数和自由能的变化；多重平衡；影响化学平衡的因素(温度，浓度，压强)；气相反应的化学平衡计算；工业应用实例。

第10次 化学动力学简介：反应速率的表示方法，微分速率定律；积分速率定律(零级反应，一级反应，二级反应)；反应机理(基元反应，速率决定步骤)；温度对化学反应速率的影响(阿累尼乌斯公式)；催化剂；工业应用实例。

第11次 酸碱平衡：酸碱理论(电离理论，质子理论，电子理论)；水的自解离平衡；强酸和强碱的水溶液；酸碱在水溶液中的相对强度(弱酸的解离常数，弱碱的解离常数，拉平效应和区分效应)；弱酸弱碱的电离平衡(一元弱酸)；弱酸弱碱的电离平衡(一元弱碱，氨基酸及其等电点)。

第12次 酸碱平衡：酸碱电离平衡的移动(同离子效应，酸碱指示剂)；缓冲溶液；酸碱滴定(一元弱酸的中和，一元弱碱的中和)。

第13次 沉淀-溶解平衡：溶度积；溶度积与溶解度的关系；溶解与沉淀过程的判断；影响沉淀-溶解平衡的因素(同离子效应，盐效应，酸效应)；沉淀的溶解与抑制；离子的选择性沉淀；沉淀的转化。

第14次 配位化合物和配位平衡：配位化合物的组成、类型、命名；配位平衡及平衡常数；综合平衡(配位平衡和酸碱平衡，配位平衡和沉淀平衡)。

第15次 氧化还原反应与电化学：元素的氧化数，原电池(电极的类型、电极符号和电池符号，电池的电动势和电极电势)。电池电势与自由能变化的关系；平衡常数；能斯特方程；影响电极电势的因素(浓度，酸度，



形成沉淀，形成配离子)，

第16次 单质及无机化合物：金属及其化合物；非金属元素的分类、分布及其单质的制备；非金属元素化合物

第 17 和 18 周为考试周。

# 普通化学实验 I

## 一、基本信息

课程代码	CHEM120009				学分	1	周学时	1.5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	General Chemistry Experiments I							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	普通化学				后续课程	无		
教学方式	实验课程				考核方式	实验报告、实验操作		
教材和参考资料	《普通化学实验》 沈建中等 编著 复旦大学出版社 2006 年							
大纲提供者	沈建中							

## 二、教学目的和基本要求

<p>普通化学实验是理科和医科本科学生的一门重要基础课程。</p> <p>通过本课程的学习，要求学生：规范地掌握普通化学实验中的一些基本操作技术和一些常见实验仪器的使用方法。初步了解无机物和有机物的基本性质及其分离、提纯和制备方法。</p> <p>学会细致观察和记录实验现象、提出问题、分析问题，以及怎样通过查阅文献资料和设计新实验来判别自己对问题的论断是否正确，养成一丝不苟的科学态度。建立“量”的概念，学会正确处理数据、以及如何正确表达实验结果。学会运用基本理论知识来指导实验及如何通过具体实验来验证一些抽象的物理常数。提高文字表达能力、科学思维能力，养成良好的科研工作习惯。养成勤奋刻苦、谦虚好学、工作有条不紊、乐于协作、爱护公物、求实、求真、创新、质疑等优秀的思想品德和良好的科学作风</p>
--

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 实验须知和安全教育、实验仪器清点和认知	3 学时
2. 氯化钠的提纯	3 学时
3. 利用废铝罐制备明矾	3 学时
4. 过氧化钙的制备及含量分析	3 学时
5. 退热镇痛药阿斯匹林的制备	3 学时
6. 从橙皮中提取柠檬烯	3 学时

7. 部分有机官能团的性质与鉴定	3 学时
8. 常见阴离子、阳离子的鉴定	3 学时
9. 气体摩尔体积的测定	3 学时
10. 反应速率和速率常数的测定	3 学时
11. 醋酸电离常数的测定	3 学时
12. 法拉第定律	3 学时
——铜库仑计的应用	
13. 可乐中磷酸含量的测定	3 学时
——电导法的应用	
14. 有机混合物的分离分析	3 学时
——气相色谱法的应用	
15. 吸光光度法测定铁 3 学时	
——分光光度测定技术的应用	
16. 缓冲溶液的配制及性质	3 学时
17. 蔬菜叶中色素的提取及分离	3 学时
18. 聚苯胺的电化学合成与电显色	3 学时
19. 珠光洗发香波的配制	3 学时

# 数学物理方法

## 一、基本信息

课程代码	MATE130050				学分	4	周学时	5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Method of Mathematical Physics							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	大学物理, 高等数学				后续课程	材料力学, 材料物理		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时作业、期中考试、期末考试		
教材和参考资料	1.梁昆淼, 数学物理方法(第四版), 高等教育出版社, 2010 2.吴崇试, 数学物理方法(第二版), 北京大学出版社, 2003 3.胡嗣柱, 数学物理方法(第二版), 高等教育出版社, 2002 4.周治宁, 吴崇试, 钟毓澍, 数学物理方法习题指导, 北京大学出版社, 2004 5.胡嗣柱 徐建军, 数学物理方法解题指导, 高等教育出版社, 1997 6.姚端正, 数学物理方法习题指导, 科学出版社, 2001							
大纲提供者	王珺							

## 二、教学目的和基本要求

通过本课程的教学, 使学生掌握并能运用复变函数、积分变换、典型数学物理方程求解方法等基本数学工具。培养学生严谨的逻辑和推演等理性思维能力, 训练学生将物理问题归结为数学问题并进行求解的能力, 为进一步学习和理解材料科学系的材料物理等基础、专业理论课打好数学基础。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 教学进度安排:

#### 第一篇 复变函数理论 24+7

##### 第十一章 复变函数及复变函数的积分 4+1

- 6) 复数及其运算
- 7) 复变函数、导数、解析函数
- 8) 平面标量场
- 9) 初等函数和多值函数

##### 第十二章 复变函数的积分 4+1

1. 复变函数积分概念

2. 柯西定理、不定积分、柯西公式

**第十三章 幂级数展开 6+2**

- 1) 复数项级数、幂级数，泰勒级数展开
- 2) 解析延拓概念及应用
- 3) 洛朗级数展开，孤立奇点。

**第十四章 留数定理 4+1**

- 1) 留数定理和留数求法
- 2) 利用留数定理计算实变函数定积分

**第十五章 积分变换 6+2**

- 1) 傅里叶变换

傅里叶级数，傅里叶积分变换及实例

- 2) 拉普拉斯变换

拉普拉斯变换及反演，拉普拉斯变换的应用。

**第二篇 数学物理方程 44+10**

**第一章 数学物理定解问题 8+1**

- 1) 数学物理方程的导出及定解条件
- 2) 数学物理方程的分类
- 3) 达朗贝尔公式及定解问题

**第二章 分离变数(傅里叶级数)法 12+2**

- 1) 齐次方程的分离变数法
- 2) 非齐次振动方程和输运方程
- 3) 非齐次边界条件的处理
- 4) 泊松方程

**第三章 二阶常微分方程级数解法 本征值问题 8+2**

- 1) 特殊函数常微分方程
- 2) 常点邻域上的级数解法
- 3) 正则奇点邻域上的级数解法
- 4) 施图姆—刘维尔本征值问题

**第四章 球函数 8+2**

- 1) 轴对称球函数

2) 连带勒让德函数

3) 一般的球函数

**第五章 柱函数 8+3**

1) 三类柱函数

2) 贝赛尔方程

3) 柱函数的渐近公式

4) 虚宗量贝赛尔方程

5) 球贝赛尔方程。

## 近代物理 A

### 一、基本信息

课程代码	PHYS130055				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Modern Physics A							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学, 普通物理				后续课程	经典物理		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	郑广垣	近代物理(上册)			复旦大学出版社	1991		
	杨福家	原子物理学(第三版)			高等教育出版社	2000		
	王正行	近代物理学			北京大学出版社	1995		
	陈宏芳	原子物理学			中国科技大学出版社	1997		
大纲提供者	徐晓华							

### 二、教学目的和基本要求

使学生了解作为现代科学技术理论基础的近代物理进展, 掌握狭义相对论、量子力学和原子物理的基本内容, 从而提升对自然界的认知, 培养科学思维和创新精神。  
基本内容包括狭义相对论和量子力学的基本概念和物理图象, 原子物理。  
要求学生了解物质的基本结构和相互作用, 掌握高速和微观世界的运动规律, 提升对时空观和因果律的认识。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一周	伽利略相对性原理、狭义相对论基本假设
第二周	洛仑兹变换、四维时空和闵可夫斯基空间
第三周	动量-能量四元矢量、质能关系
第四周	相对论动力学方程、多普勒效应
第五周	电磁辐射的粒子性、实物粒子的波动性
第六周	原子的核式结构、原子光谱

第七周	玻尔氢原子理论、夫兰克-赫兹实验
第八周	物质波的统计解释、不确定关系
第九周	薛定谔方程和几个简例
第十周	力学量的平均值、算符表示和本征值
第十一周	单电子原子的定态薛定谔方程解、跃迁几率和选择定则
第十二周	电子自旋、自旋-轨道相互作用、单电子原子能级的精细结构
第十三周	全同粒子和泡利不相容原理、双电子原子的能级
第十四周	多电子原子的电子组态、原子的壳层结构和元素周期表
第十五周	多电子原子的原子态、能级和光谱、塞曼效应
第十六周	原子的内层结构和 X 射线



## 物理化学 B

### 一、基本信息

课程代码	MATE130059				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Physical Chemistry							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	高等数学, 普通化学, 大学物理				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 天津大学物理化学教研室, 物理化学(简明版), 高等教育出版社, 2010 <b>参考资料:</b> 1. 印永嘉, 奚正楷 张树永等 物理化学简明教程, 高等教育出版社, 2010 2. 邓景发, 范康年, 物理化学, 高等教育出版社, 1993							
大纲提供者	崔晓莉, 吕银祥							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

通过课堂讲授、学生自习、学科前沿介绍、习题课、讨论课、考试等教学环节, 使学生能较系统地掌握物理化学的基本知识、基本原理, 基本定律和基本公式, 加深对自然现象本质的认识, 培养学生分析问题和解决实际问题的能力, 为今后的科学实验和生产实践奠定基础。

#### 基本要求:

要求选课学生参与课堂教学, 积极思考, 多提问, 认真完成与教学内容匹配的相关课堂作业。必须参加期中与期末考试, 鼓励选课同学参与期末试卷的设计与编写。协助完成课后教学问卷调研。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

教学内容安排(共计 18 周, 含考试周; 建议具体到每周或每节课教学内容):

#### 第一章 热力第一定律及其应用 (6 学时) (吕银祥)

1.1 引言	第一周第一次课
1.2 基本概念	第一周第一次课
1.3 热力学第一定律	第一周第一次课
1.4 可逆过程	第一周第二次课

1.5 焓	第一周第二次课
1.6 热容	第二周第一次课
1.7 热力学第一定律在理想气体中的应用	第二周第一次课
第二章 热力学第二定律 (10 学时)	
2.1 自发过程的方向和限度	第二周第二次课
2.2 热力学第二定律	第二周第二次课
2.3 卡诺循环与卡诺定律	第二周第二次课
2.4 熵函数	第二周第二次课
2.5 熵增加原理	第二周第二次课
2.6 熵的统计物理意义	第二周第二次课
2.7 热力学第三定律及规定熵	第三周第一次课
2.8 熵变的计算	第三周第一次课
2.9 亥姆霍兹函数和吉布斯函数	第三周第二次课
2.10 热力学基本关系式	第四周第一次课
2.11 $\Delta G$ 的计算	第四周第二次课
2.12 热力学函数 $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $A$ 及 $G$ 与温度的关系	第四周第二次课
第三章 多组分系统热力学 (8 学时)	
3.1 多组分系统组成表示法	第五周第一次课
3.2 偏摩尔量	第五周第一次课
3.3 化学势及多组分系统热力学基本方程	第五周第一次课
3.4 化学势判据及其在相平衡中的应用	第五周第二次课
3.5 气体的化学势	第五周第二次课
3.6 稀溶液中的两个经验定律	第六周第一次课
3.7 理想液态混合物	第六周第一次课
3.8 理想稀溶液	第六周第二次课
3.9 真实液态混合物及真实溶液及活度	第六周第二次课
第四章 化学平衡 (6 学时)	
4.1 化学反应的方向与限度	第七周第一次课
4.2 化学反应等温式和平衡常数	第七周第一次课
4.3 化学反应的标准吉布斯自由能变化	第七周第二次课
4.4 温度对化学平衡的影响	第八周第一次课
4.5 压力及惰性气体对化学平衡的影响	第八周第一次课
第五章 相平衡 (2 学时)	
5.1 相律	第八周第二次课
5.2 单组分系统的相平衡	第八周第二次课
5.3 两组分系统的气液平衡相图	第八周第二次课
第六章 电化学 (10 学时) (崔晓莉)	
6.1 电解质溶液的导电机理及法拉第定律	第九周第一次课
6.2 离子迁移数	第九周第一次课
6.3 电导、电导率和摩尔电导率	第九周第二次课
6.4 电解质的平均离子活度因子及极限公式	第九周第二次课
6.5 可逆电池及其电动势的测定	第十周第一次课

6.6 可逆电池热力学	第十周第一次课
6.7 电极电势和液体接界电势	第十周第二次课
6.8 电极的种类	第十周第二次课
6.9 原电池设计举例	第十周第二次课
6.10 分解电压	第十一周第一次课
6.11 极化作用	第十一周第一次课
6.12 电解时的电极反应	第十一周第一次课
电化学一章随堂课堂练习	第十一周第一次课
第七章 化学动力学(8学时) (崔晓莉)	
7.1 化学反应的反应速率及速率方程	第十一周第二次课
7.2 具有简单级数速率方程的积分形式	第十一周第二次课
7.3 速率方程的确定	第十一周第二次课
7.4 温度对反应速率的影响, 活化能	第十二周第一次课
7.5 典型复合反应	第十二周第一次课
7.6 复合反应速率的近似处理方法	第十二周第一次课
7.7 链反应	第十二周第二次课
7.8 气体反应的碰撞理论简介	第十二周第二次课
7.10 溶液中的反应	第十二周第二次课
7.11 光化学反应	第十二周第二次课
7.12 催化作用的通性	第十三周第一次课
7.13 均相催化反应 酶催化	第十三周第一次课
7.14 多相催化反应	第十三周第一次课
化学动力学一章随堂课堂练习	第十三周第一次课
第八章 表面现象(6学时) (崔晓莉)	
8.1 界面张力	第十三周第二次课
8.2 弯曲液面的附加压力及其后果	第十三周第二次课
8.3 固体表面 气-固界面现象	第十四周第一次课
8.4 固-液界面	第十四周第一次课
8.5 溶液表面	第十四周第一次课
8.6 表面活性剂	第十四周第二次课
表面现象一章随堂课堂练习	第十四周第二次课
第九章 胶体分散系统(6学时) (崔晓莉)	
9.1 分散系统的分类	第十五周第一次课
9.2 溶胶的制备与净化	第十五周第一次课
9.3 溶胶的光学性质	第十五周第一次课
9.4 溶胶的动力学性质	第十五周第二次课
9.5 溶胶的电学性质	第十五周第二次课
9.6 溶胶的聚沉作用和稳定性	第十五周第二次课
9.7 乳状液	第十六周第一次课
胶体一章随堂课堂练习	第十六周第一次课
内容总结	第十六周第二次课
期末试卷评阅	第十七周

对教学情况与学生交流沟通并反馈（总结与试卷分析） 第十八周

## 经典物理 A

### 一、基本信息

课程代码	PHYS130057				学分	4		周学时	4	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Classical Physics A									
课程类别	专业核心课程									
课程主页										
预修课程	高等数学, 普通物理				后续课程	无				
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试				
教材和参考资料	汪志诚	热力学·统计物理(第三版)			高等教育出版社	2003年				
	郭硕鸿	电动力学(第二版)			高等教育出版社	1997年				
	赵凯华等	新概念物理教程 热学			高等教育出版社	1998年				
	赵凯华等	新概念物理教程 电磁学			高等教育出版社	2003年				
大纲提供者	徐晓华									

### 二、教学目的和基本要求

使学生掌握热运动和电磁运动的基本规律和理论方法, 并结合实际应用, 对该领域一些公认的成熟的进展有所了解。

要求学生掌握热现象的宏观规律和微观本质、宏观电磁现象的基本规律和理论方法, 能应用基本原理结合物理图像, 分析和解决简单的实际问题。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一周 热力学基本概念、热力学第一定律、热力学第二定律

第二周 熵和熵增加原理、热力学基本方程

第三周	基本热力学函数、麦氏关系及应用、气体节流和绝热膨胀
第四周	热动平衡判据、开系热力学方程、单元系的复相平衡和气液相变
第五周	统计规律性、微观状态和分布
第六周	玻耳兹曼分布、热力学量的统计表达式、能量均分定理
第七周	最概然统计法的量子过渡、玻色分布与费米分布、量子统计的经典极限
第八周	弱简并量子理想气体、玻色—爱因斯坦凝结
第九周	光子气体、自由电子气体、矢量和张量分析
第十周	电荷和电场、电流和磁场、电磁感应和电场、麦克斯韦方程组和洛仑兹力
第十一周	介质的电磁性质、电磁场边值关系、电磁场的能量和动量
第十二周	静电场的标势及其微分方程、唯一性定理和镜像法、电多极矩
第十三周	静磁场的矢势及其微分方程、唯一性定理、磁标势、磁多极矩
第十四周	平面电磁波、电磁波的反射和折射、导体中的电磁波传播、波导
第十五周	电磁场的矢势和标势、推迟势、谐振荡电流的电磁场
第十六周	电偶极辐射、磁偶极和电四极辐射

# 模拟与数字电子线路

## 一、基本信息

课程代码	MATE130058				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Analogue and digital electronics							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	无				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授+习题讲解				考核方式	综合评价：平时作业成绩及随堂测验占总成绩的 40%，期末笔试成绩占 60%		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 陈光梦 《数字逻辑基础》 复旦大学出版社 2009 年 12 月第三版 2. 余孟尝 《数字电子技术基础简明教程》 高等教育出版社 第三版 <b>参考资料：</b> 谢嘉奎 《电子线路》线性部分 高等教育出版社 1999 年 6 月							
大纲提供者	宋云							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

使学生获得模拟与数字电子线路的基本理论、基本知识和基本技能，使学生具备应用电子技术的能力，为学习后续课程和电子技术的应用打好基础。

### 基本要求：

通过数字逻辑基础的学习，使学生熟悉数字电路的基础理论知识，理解基本数字逻辑电路的工作原理，掌握数字逻辑电路的基本分析和设计方法，具备应用数字逻辑电路初步解决数字逻辑问题的能力。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程主要为数字逻辑基础，内容如下：从逻辑代数的基础入手，包括公式和定理，逻辑函数的公式化简法、卡诺图化简法等；并讲述基本分立元件门电路、集成门电路的构成和功能；常用组合逻辑电路如加法器、编码器等的工作原理；基本触发器、同步、主从和边沿触发器的电路结构及其逻辑功能。在充分掌握分立器件功能的

基础上，进一步培养学生应用模块综合分析设计时序电路的能力。

第一单元 逻辑代数基础（9 学时）第一周到第三周

主要内容：

1. 数制和码制的基本概念
2. 逻辑代数的公式和定理
3. 逻辑代数的化简

第二单元 组合逻辑电路（12 学时）第四周到第七周

主要内容：

- 1、组合逻辑电路分析与设计
- 2、常见的组合逻辑电路如编码器、译码器、数据选择器等工作原理和功能
- 3、竞争与冒险的概念

第三单元 触发器和阶段性复习（12 学时）第八周到第十一周

主要内容：

1. 触发器的概念
2. 触发器的电路结构与动作特点
3. 触发器的逻辑功能和描述方法
4. 触发器的动态特性

第四单元 同步时序电路（9 学时）第十二周到第十四周

主要内容：

1. 同步时序电路设计的一般过程
2. 同步时序电路设计举例
3. 同步时序电路的自启动设计
4. 不完全描述状态表的化简

第五单元 异步时序电路和复习总结（12 学时）第十五周到第十八周

主要内容：

1. 脉冲型异步时序电路的分析与设计
2. 电平型异步时序电路的分析与设计

本课程讲授总学时数约为 54 学时



# 固体物理导论

## 一、基本信息

课程代码	MATE130063				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Solid State Physics							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	大学物理				后续课程	无机材料学 半导体材料学		
教学方式	课堂讲授为主				考核方式	平时表现 30% (出勤 10%、作业 20%) + 期末笔试 70%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 胡安、章维益 固体物理学 高等教育出版社 2011年1月 <b>参考资料:</b> 1. 黄昆、韩汝琦 固体物理学 高等教育出版社 2005年1月 2. 项金钟, 吴兴惠 固体物理导论 化学工业出版社 2010年2月 3. 叶良修 半导体物理学 高等教育出版社 1984年5月							
大纲提供者	梅永丰、黄高山							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程旨在对学生学完大学物理后, 学习的一门重要的物理课程, 特别是对以后无机材料学及半导体材料学的理解有很大的帮助作用, 加强材料系学生在基础物理方面的知识积累。通过本课程的学习, 使学生了解晶体结构的基本描述、固体材料的宏观和微观特性, 以及自由电子模型和能带理论等, 掌握周期性结构固体材料的常规性质和处理方法, 为以后专业课程的学习提供必要的基础知识。

### 基本要求:

学生须具有大学物理基础知识。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

### 教学内容安排 (具体到每节课内容)

第一部分: 晶体结构和基本性质; 第二部分: 能带理论基础; 第三部分: 金属电子; 第四部分: 半导体电子等。

第1周, 讲授4学时: 晶格及其平移对称性, 晶列和晶面, 倒点阵

第2周, 讲授4学时: 晶体的宏观对称性, 点阵, X射线衍射

第3周, 讲授4学时: 原子的负电性, 晶体结合类型, 结合能

第4周, 讲授4学时: 简正模和格波, 一维单原子链, 一维双原子链, 声子  
第5周, 讲授4学时: 离子晶体中长光学波, 晶格比热容  
第6周, 讲授4学时: 晶体热学性质, 热膨胀  
第7周, 讲授4学时: 布洛赫定理和布洛赫波, 平面波法  
第8周, 讲授4学时: 自由电子近似计算能带  
第9周, 讲授4学时: 紧束缚近似及正交平面波法  
第10周, 讲授4学时: 电子态密度, 费米能级  
第11周, 讲授4学时: 布洛赫电子的动力学性质, 恒电场中的准经典运动  
第12周, 讲授4学时: 布洛赫电子在恒定磁场中的运动, 霍尔效应  
第13周, 讲授4学时: 费米分布, 金属费米面, 费米面的测定  
第14周, 讲授4学时: 金属电导率, 准电子  
第15周, 讲授4学时: 半导体的基本特征及分类, 带边能带结构  
第16周, 讲授4学时: 载流子浓度, 接触效应载流子输运  
第17周, 讲授及讨论4学时: 习题与答疑  
第18周, 考试

## 近代物理实验 A

### 一、基本信息

课程代码	PHYS130056				学分	3		周学时	3	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Experiments in Modern Physics A									
课程类别	专业核心课程									
课程主页										
预修课程	大学物理, 普通物理实验				后续课程	无				
教学方式	实验课程				考核方式	实验报告、口头汇报				
教材和参考资料	戴乐山, 戴道宣		近代物理实验			高等教育出版社		2011		
	吴思诚		近代物理实验 I,II			北京大学出版社		2005		
	A. Melissinos		Experiments in Modern Physics			Academic Press				
	费恩曼		费恩曼物理学讲义 (第二卷)			上海科技出版社		2006		
	费恩曼		费恩曼物理学讲义 (第三卷)			上海科技出版社		2006		
大纲提供者	乐永康, 姚红英									

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

通过近代物理实验来培养学生的独立工作能力,学习如何用实验方法研究物理现象与规律.掌握近代物理实验领域中的一些基本实验方法和技能.

#### 课程基本内容简介:

1. 通过那些在近代物理学发展史上起过重大作用的著名实验的训练,学习如何用实验方法和技术研究物理现象和规律,培养在实验中发现问题的能力和解决问题的能力.
2. 培养学生查阅文献,阅读资料,选择拟定实验方案的能力,通过对实验数据处理提高学生综合实验结果的能力,提高学生撰写论文的能力.
3. 掌握近代物理实验中的一些基本实验方法和技能,培养使用新设备,新仪器和新技术的能力.
4. 以模拟科研实验的要求来准备实验,使学生能更好地在教师的指导下独立完成实验.本课程为一学期,总学时数课内 60 学时(包括到实验室预习),.

#### 教学要求:

学生在一学期内完成 7 个实验,其中 6 个为必做实验,1 个为选做实验. 期末考核为根据选做

内容在报告会上的口头汇报。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

#### 必做实验

##### 实验一：脉冲核磁共振(姚红英)

核磁共振是磁矩不为零的原子核，在外磁场作用下自旋能级发生塞曼分裂，共振吸收某一特定频率的射频辐射的物理过程。

脉冲变换傅里叶核磁共振波谱仪是通过脉冲程序控制器和数据采集处理系统，利用一个强而短的脉冲将所有待测核同时激发，在脉冲终止时及时打开接收系统，采集自由感应衰减信号（FID），待被激发的核通过弛豫过程返回平衡态时再进行下一个脉冲的激发。得到的 FID 信号是时域函数，是若干频率的信号的叠加，在计算机中经过傅里叶变换转变为频域函数才能被人们识别。

实验目的：学习脉冲核磁共振探测原理，了解各脉冲序列在实验中的作用，测量油样品的 T1。

##### 实验二：塞曼效应(姚红英)

1896 年 Zeeman 发现当光源放在足够强的磁场中时，原来的一条光谱线分裂成几条光谱线，分裂的谱线成分是偏振的，分裂的条数随能级的类别而不同。

实验目的：学习观察塞曼效应的方法，研究光谱线在磁场中的分裂情况。

##### 实验三：X 光系列实验(俞熹)

X 射线的发现揭开了人类研究微观世界的序幕，X 射线的研究在物理学从经典物理发展到量子物理学的过程中，起了十分重要的作用，X 射线的应用使物理学、化学、生理学、医学等学科发生了重大的变化。从 1901 年伦琴因发现 X 射线得诺贝尔物理学奖到 1979 年科马克等因发明 X 射线 CT 扫描仪得诺贝尔医学奖的 80 年中，因 X 射线方面的研究工作而得诺贝尔物理学奖、化学奖、生理学或医学奖的项目达 16 项、科学家达 24 人（平均每 5 年就有 1 项研究 X 射线的成果获诺贝尔奖）。实验目的：利用德国莱宝公司的 X 射线实验仪及其附件，做一系列有趣的实验，从而对 X 射线的产生、特点和应用有较深刻的认识，并提高独立从事研究工作的能力。

##### 实验四：四级杆质谱仪(俞熹)

本实验所用的小型质谱仪是一种利用磁场把物质按质荷比分离的磁偏转型动态分析仪器，采用表面电离型离子源，适合于分析和测量电离能较低的固态样品。

实验目的：了解质谱仪的基本结构，样品的制备和高真空获得的方法。计算质谱仪的分辨率，求丰度比。A9 掌握不同的实验条件对实验结果的影响。

##### 实验五：光泵磁共振实验(乐永康)

光泵磁共振是用光抽运方法使原子的粒子数分布产生重大改变（偏极化），并利用抽运光对磁共振信号做光检测，它巧妙地将频率较低的射频信号的变化转换为频率很高的光信号的变化来测量，使观测信号的功率提高了几个数量级。此方法不仅可以用于基础性研究，在其他测量技术方面也有广泛的应用，特别是使弱信号的检测方便易行，因此它被广泛应用于弱磁场的测量。

实验目的：本实验的物理内容很丰富，实验过程中不仅掌握其方法也会见到比较复杂的现象。若能根据基本原理给出正确的分析，将受到一次很好的原子物理实验和综合实验的训练。

##### 实验六： $\gamma$ 能谱实验(乐永康)

在核物理研究中，离不开对  $\gamma$  射线的测量。 $\gamma$  射线是不带电的中性粒子，它与物质的相互作用与带电粒子有显著的差别。 $\gamma$  射线与物质的作用主要有光电效应，康普顿散射和电子对效应这三种。本实验利用 NaI(Tl) 闪烁探测器来测量  $\gamma$  射线的能谱。谱仪的主要优点是既能探测中性粒子，又能探测带电粒子；既能测量粒子强度，又能测量粒子能量，而且探测效率高，分辨时间短。

实验目的：了解  $\gamma$  能谱仪的原理、特性与结构，掌握能谱仪的使用方法和  $\gamma$  能谱的定标。分析不同

$\gamma$  源的能谱图,测定  $\gamma$  能谱仪的能量分辨率,计算铅对  $\gamma$  射线的吸收截面.

**选做实验:** 学生在最后五周时间内安排时间自选 1-2 个实验

# 生产实习

## 一、基本信息

课程代码	MATE130008				学分	1	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Production practice							
课程类别	专业核心课程							
课程主页								
预修课程	电子材料与器件工艺				后续课程	无		
教学方式	张江校区实习基地实习				考核方式	实习结果（制备出二极管并能测试出其特性）占 70%，实习报告占 30%。		
教材和参考资料	1. Stephen A.Campbell 微电子制造科学学原理与工程技术 电子工业出版社 2003 年 2. Zant , Peter Van, 赵树武, 朱践知, 于世恩 芯片制造:半导体工艺制程实用教程 电子工业出版社 2004 年 3. J.M.Poate 薄膜的相互扩散和反应 国防工业出版社 1983 年 4. 刘玉岭, 檀柏梅, 张楷亮 微电子技术工程：材料、工艺与测试 电子工业出版社 2004 年 5. Hattori , Takeshi Ultraclean surface processing of silicon wafers : secrets of VLSI manufacturing Springer 1998 年							
大纲提供者	戎瑞芬							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

生产实习是非常重要的实践性教学环节,其目的是使学生了解和掌握半导体集成电路基本生产知识,巩固和丰富已学过的专业课程内容,培养学生理论联系实际,提高其在生产实践中分析问题以及解决问题的能力。生产实习的基本要求是让学生掌握一些常规的清洗工艺、氧化工艺、掺杂工艺、光刻工艺及蒸发工艺的操作,工艺参数的测量方法,以及用计算机进行数据处理方面的训练,使他们对半导体集成电路制造基本上有一个全貌的理解,从而为将来从事 IC 行业提供必要的基础。

### 基本要求:

要求学生掌握半导体器件工艺的原理和制备方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

制备半导体二极管及测试氧化层厚度和二极管特性。

半导体器件工艺：清洗，热氧化，掺杂，光刻及蒸发工艺。

第一周 概况介绍半导体器件工艺及制备方法并观看录像

第二周 动手做清洗工艺和氧化工艺

第三周 动手做光刻工艺

第四周 动手做清洗工艺和掺杂工艺

第五周 动手做蒸发工艺

第六周 测试氧化层厚度和二极管特性

## 5.4 专业进阶 I 课程大纲

### 5.4.1 材料物理

#### 模拟与数字电子线路

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130058				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Analogue and digital electronics							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	无				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授+习题讲解				考核方式	闭卷考试（平时作业成绩及随堂测验占总成绩 40%，期末笔试成绩占 60%）		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 陈光梦《数字逻辑基础》 复旦大学出版社 2009 年 12 月第三版 2. 余孟尝《数字电子技术基础简明教程》高等教育出版社 第三版 <b>参考资料：</b> 1. 谢嘉奎 《电子线路》线性部分 高等教育出版社 1999 年 6 月							
大纲提供者	宋云							

##### 二、教学目的和基本要求

###### 教学目的：

使学生获得模拟与数字电子线路的基本理论、基本知识和基本技能，使学生具备应用电子技术的能力，为学习后续课程和电子技术的应用打好基础。

###### 基本要求：

通过数字逻辑基础的学习，使学生熟悉数字电路的基础理论知识，理解基本数字逻辑电路的工作原理，掌握数字逻辑电路的基本分析和设计方法，具备应用数字逻辑电路初步解决数字逻辑问题的能力。

##### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

通过数字逻辑基础的学习，使学生熟悉数字电路的基础理论知识，理解基本数字逻辑电路的工作原理，掌握数字逻辑电路的基本分析和设计方法，具备应用数字逻辑



电路初步解决数字逻辑问题的能力。

第一单元 逻辑代数基础（9 学时）第一周到第三周

主要内容：

1. 数制和码制的基本概念
2. 逻辑代数的公式和定理
3. 逻辑代数的化简

第二单元 组合逻辑电路（12 学时）第四周到第七周

主要内容：

- 1、组合逻辑电路分析与设计
- 2、常见的组合逻辑电路如编码器、译码器、数据选择器等工作原理和功能
- 3、竞争与冒险的概念

第三单元 触发器和阶段性复习（12 学时）第八周到第十一周

主要内容：

1. 触发器的概念
2. 触发器的电路结构与动作特点
3. 触发器的逻辑功能和描述方法
4. 触发器的动态特性

第四单元 同步时序电路（9 学时）第十二周到第十四周

主要内容：

1. 同步时序电路设计的一般过程
2. 同步时序电路设计举例
3. 同步时序电路的自启动设计
4. 不完全描述状态表的化简

第五单元 异步时序电路和复习总结（12 学时）第十五周到第十八周

主要内容：

1. 脉冲型异步时序电路的分析与设计
2. 电平型异步时序电路的分析与设计

本课程讲授总学时数约为 54 学时

# 电子材料分析

## 一、基本信息

课程代码	MATE130017				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Analysis of Electronic Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页	<a href="http://elearning.fudan.edu.cn/portal/site/65077567-e9f1-4d0a-b6e9-56c1a9a4a4e1">http://elearning.fudan.edu.cn/portal/site/65077567-e9f1-4d0a-b6e9-56c1a9a4a4e1</a>							
预修课程	高等数学、大学物理、材料化学基础等				后续课程	材料分析、电子材料与器件工艺、材料制备与加工、电子材料实验等		
教学方式	课堂讲授为主				考核方式	闭卷考试（平时成绩占 30%，期末闭卷成绩占 70%）		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 《电子材料分析》 自编讲义 2004 年 <b>参考书：</b> 1. 《原子光谱》 邱德仁，复旦大学出版社，2002 年 2. 《分光光度分析》 罗庆尧，科学出版社，1992 年 3. 《X 射线光谱分析》 谢忠信，科学出版社，1982 年 4. 《表面分析》 华中一，复旦大学出版社，1987 年 5. 《无机质谱概论》 赵墨田主编，化学工业出版社，2006 年							
大纲提供者	黄曜							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过教学使学生掌握材料成分分析的基本方法，具备根据实际情况选择应用分析技术的基本能力；通过对各技术发展历史进程的讲解，培养学生的逻辑思维和科学研究能力。

### 基本要求：

通过本课程的学习，要求学生了解原子和分子光谱、X 线能谱、表面分析方法的基本概念和基本理论，掌握上述内容的主要技术、方法及其应用，并具有根据实际情况综合运用各种分析技术的基本能力。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程内容包括原子发射光谱、原子吸收光谱、紫外可见光谱、红外光谱、X 射线荧光光谱、电子探针微分析、俄歇电子能谱、X 射线光电子能谱、二次离子质谱等。重点介绍各分析技术的基本原理、仪器结构、检测方法及其它们在电子材料分析中的应用。

第 1 周 绪论，光学分析法引论，光辐射的性质

第 2 周 光学分析法及其分类，光谱分析法仪器

第3周	原子发射光谱法概述及基本原理
第4周	原子发射光谱法仪器组成及分析方法
第5周	原子吸收光谱法概述及基本原理、仪器组成
第6周	原子吸收光谱干扰及消除方法，灵敏度及检测限，原子荧光光谱
第7周	紫外-可见光光谱法概述、原理、仪器
第8周	紫外-可见光光谱法分析条件的选择、应用。红外光谱法概述、基本原理
第9周	红外光谱法仪器、应用，激光拉曼光谱
第10周	X线基础知识，X线荧光光谱法
第11周	电子探针微分析，表面分析绪论
第12周	俄歇电子能谱基本理论、仪器及分析方法
第13周	X线光电子能谱基本理论、仪器及分析方法
第14周	二次离子质谱简介，复习
第15周	复习，习题讲解及答疑
第16周	期末答疑
第17-18周	期末考试

# 电子材料与器件工艺

## 一、基本信息

课程代码	MATE130015				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Electronic Material & Device Technology							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	半导体物理				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩（包括出勤、课后作业）占30%，期末成绩（闭卷、笔试）占70%。		
教材和参考资料	Stephen A.Campbell		微电子制造科学学原理与工程技术			电子工业出版社	2003年	
	Zant , Peter Van, 赵树武, 朱践知, 于世恩		芯片制造：半导体工艺制程实用教程			电子工业出版社	2004年	
	J.M.Poate		薄膜的相互扩散和反应			国防工业出版社	1983年	
	刘玉岭, 檀柏梅, 张楷亮		微电子技术工程：材料、工艺与测试			电子工业出版社	2004年	
	Hattori , Takeshi		Ultraclean surface processing of silicon wafers : secrets of VLSI manufacturing			Springer	1998年	
大纲提供者	戎瑞芬							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程教学, 使学生能掌握半导体硅材料制备与器件制造工艺原理, 熟悉半导体集成电路领域中的广泛基础知识, 为学生毕业后从事相关领域方面的研究或实际工作打好基础。

### 基本要求:

要求学生掌握半导体器件工艺的原理和制备方法。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一周	绪论
第二周	第一章 单晶制备
第三周	第一章 单晶制备    第二章 外延工艺
第四周	第二章 外延工艺
第五周	第三章 热氧化
第六周	第三章 热氧化
第七周	第三章 热氧化    第四章 掺杂
第八周	第四章 掺杂
第九周	第四章 掺杂
第十周	第五章 化学汽相淀积
第十一周	第五章 化学汽相淀积
第十二周	第六章 光刻
第十三周	第六章 光刻
第十四周	第七章 接触与互连
第十五周	第七章 接触与互连
第十六周	复习与期末答疑
第十七周	期末考试
第十八周	期末考试

# 器件与集成电路原理

## 一、基本信息

课程代码	MATE130014				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Principle of Device and Integrated Circuit							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	半导体物理 C				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试(作业 10%、课堂练习 30% (每次 15%)、期末 60%)		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 材料物理教研室,《硅器件与集成电路原理》,自编讲义 <b>参考资料:</b> 1. 黄均鼎、汤庭鳌、胡光喜,《半导体器件原理》,复旦大学出版社,2011年 2. Richard S.Muller 等,《集成电路器件电子学》,电子工业出版社,2004年 3. 施敏、伍国珏等,《半导体器件物理》,西安交通大学出版社,2008年 4. Robert F.Pierret,《半导体器件基础》,电子工业出版社,2004年 5. Donald A. Neamen,《半导体物理与器件》(第四版),电子工业出版社,2013年							
大纲提供者	曾韡							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学,帮助学生掌握并能运用硅器件与集成电路(IC)的基本知识,进一步理解和学习器件工艺原理和集成电路的分析与设计等课程,启迪学生在微电子及材料学科领域的创新意识,培养学生用简单的模型研究器件各种效应的能力。

### 基本要求:

掌握双极性晶体管、MOS 晶体管的基本原理,能够应用半导体物理的理论知识对 npn、pnp 和几种基本结构 MOS 的电学特性进行理论阐释。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

双极型晶体管原理、MOS 晶体管原理,包括双极型晶体管的结构和物理图象、工作原理、电流电压特性、频率特性和开关特性,MOS 晶体管的结构、工作原理、I-V 特性、C-V 特性和频率特性,以及集成电路的基本概念、IC 制造的基本工艺流程。

前言（1 学时）

第一章：半导体器件的物理基础（2 学时）

第二章：PN 结原理（5 学时）

2.1 PN 结概述（0.5 学时）

2.2 平衡 PN 结（2 学时）

2.3 非平衡 PN 结（2 学时）

2.4 PN 结击穿（0.5 学时）

第三章：双极型晶体管原理（24 学时）

3.1 双极型晶体管概述（2 学时）

3.2 双极型晶体管的工作原理和电流放大系数（4 学时）

3.3 双极型晶体管的输入输出特性（4 学时）

3.4 双极型晶体管的电容电压特性（4 学时）

3.5 双极型晶体管的小信号模型（4 学时）

3.6 共射极短路电流增益和特征频率（2 学时）

3.7 非理想双极晶体管效应（2 学时）

3.8 双极型晶体管的开关特性（2 学时）

第四章：Si 表面特性和 MOS 结构（10 学时）

4.1 半导体表面性质概述（2 学时）

4.2 热平衡时的理想金属-氧化物-半导体结构（4 学时）

4.3 非平衡时的理想金属-氧化物-半导体结构（4 学时）

第五章：MOS 场效应晶体管特性（16 学时）

5.1 MOS 场效应晶体管概述（2 学时）

5.2 理想 MOS 场效应晶体管的电流电压特性（3 学时）

5.3 MOS 场效应晶体管的二级效应（2 学时）

5.4 MOS 场效应晶体管的小信号等效模型（4 学时）

5.5 MOS 场效应晶体管的开关特性（4 学时）

5.6 MOS 场效应晶体管按比例缩小规则（0.5 学时）

5.7 热载流子效应（0.5 学时）

前沿技术讲座（邀请企业专家担任讲师）（2 学时）

学期中小测 2 次（4 学时）

## 专业英语（材料物理）

### 一、基本信息

课程代码	MATE130018				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Professional English (Materials Physics)							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	电子材料与器件工艺，硅器件与集成电路原理				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	随堂测验 50%+期末考试 50%		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 匡少平，王世颖，顾元香.材料科学与工程专业英语 第三版 2014.12 化学工业出版社							
大纲提供者	李卓							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的：

本课程旨在传授材料物理专业本科生材料学的英语词汇和表达方式，使学生能熟练掌握材料物理方向的专业论文和专业报告的写作。

#### 基本要求：

1. 掌握材料科学基础，尤其是材料物理方向的基本专业词汇
2. 掌握科技英语翻译的技巧，并能熟练阅读材料物理方向的专业文章和专利
3. 了解英文科技论文和科技演讲稿的写法。
4. 熟悉并掌握在科技英语中常用的结构、句型。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程分为两部分内容。第一部分以回顾材料科学基础和材料物理学为框架，介绍材料原子结构、物理化学性能、材料分类、金属材料、陶瓷材料、高分子材料和复合材料的基本知识等基本内容中涉及的专业英语词汇和表达方法。第二部分主要侧重于学习科技英语阅读、写作和演讲的技巧。

1. 课程简介。了解学习该课程的目标，考核评价方法，学习要求。材料物理的整体介绍和所涉及到的材料的专用名词介绍。



2. 材料学概述和材料分类涉及的专业英语。
3. 原子结构。
4. 材料的物理化学性能。
5. 材料机械性能。
6. 金属和合金所涉及的专业英语。
7. 高温合金专题英语。
8. 腐蚀专题英语
9. 陶瓷材料专业英语。
10. 陶瓷材料的加工和应用。
11. 高分子材料基础。
12. 高分子材料的应用和分类
13. 复合材料基础。
14. 纳米材料基础。
15. 科技论文的英译中和中译英。
16. 怎样写英语文章。
17. 怎样做英文的演讲。
18. 随堂考试。

## 5.4.2 材料化学

### 无机化学与化学分析实验 I

#### 一、基本信息

课程代码	CHEM130003				学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Inorganic Chemistry and Chemical Analysis Experiments I							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	普通化学、普通化学实验、分析化学				后续课程			
教学方式	实验课程				考核方式	按平时每个实验成绩（包括对实验预习、实验操作、实验结果、实验报告以及实验作风等项的评估）		
教材和参考资料	赵滨、马林等编，《无机化学与化学分析实验》							
大纲提供者								

#### 二、教学目的和基本要求

##### 教学目的：

通过本课程学习，要求学生进一步理解无机化学原理和分析化学原理的基本知识，掌握无机化学实验、定性定量分析实验的基本技能、基本操作，对产品制备和分析的全过程有初步感性的认识，明确树立起“量”的概念，培养良好的实验作风及实事求是的科学态度，提高分析问题和解决问题的实际能力。为以后进一步分类学习专业知识，强化科学研究能力及科学素养奠定基础。

##### 基本要求：

学生应该按照本大纲的具体要求，加深理解无机化学原理和化学分析原理的理论知识，熟练掌握无机化学实验、定性分析和定量分析典型方法（酸碱滴定、络合滴定、氧化还原滴定、重量分析）的基本原理、基本操作技能，了解一些物理化学常数的测定方法，学习元素、化合物的性质及无机物的制备、提纯和样品处理、分离、测定方法，明确树立起“量”的概念，并要求学生对从制备到产品分析的全过程有一个初步感性的认识，对于反应产物的产量、质量及产率有一个综合考虑，进一步提高实验中“动手与动脑相结合”的能力。

#### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

##### 必做实验：

**复分解法制备硝酸钾：**学习制备可溶性盐类的方法。根据盐类的溶解度及温度对不同盐类溶解度的影响，制备  $\text{KNO}_3$ ，再利用复结晶法进一步提纯制备试剂级  $\text{KNO}_3$ ，并对提纯前后的产物进行

纯度检验。

**配位化合物：**了解配位化合物的性质、组成、形成条件，以及配位化合物的稳定性与影响因素。

**氧化还原反应：**掌握根据标准电极电势、元素电势图判断氧化剂、还原剂强弱和氧化还原反应方向的准则，了解介质酸性、沉淀形成和络合物形成对氧化还原反应的影响，了解歧化反应发生的条件。

**硫酸亚铁和硫酸亚铁铵的制备：**学习硫酸亚铁和复盐硫酸亚铁铵的性质和制备方法，认识控制反应温度对于不同化合物生成的影响、水盐体系相图对于无机制备的指导意义，熟练掌握无机制备的基本操作。

**常见阳离子的分离与鉴定：**了解常见阳离子的性质以及各种有关特征反应，并采用系统分析法进行分离与鉴定。学习半微量定性分析的基本操作。通过未知混合试液的分离与鉴定，考察对实验原理与操作的掌握。

**盐酸溶液中氯化氢含量的测定：**了解酸碱中和滴定的基本原理、指示剂变色原理及选择原则，初步掌握滴定分析的基本操作。

**铅、铋混合液中铋与铅的连续测定：**了解络合滴定的基本原理、控制酸度连续滴定的方法和各种掩蔽方法，进一步巩固滴定分析的基本操作。

**碘量法测定铜合金中铜的含量：**了解碘量法的基本原理及碘量法测定铜含量的方法，掌握硫代硫酸钠溶液的配制和标定方法、样品的溶解处理和测定。

**高锰酸钾法测定钙盐中的钙含量：**了解高锰酸钾法的有关原理，以及氧化还原法间接测定金属离子含量的原理与方法。掌握高锰酸钾操作溶液的配制和浓度标定方法，以及沉淀的制备、分离和滴定分析。

**硫代硫酸钠的制备及含量分析：**了解由固相与液相之间发生氧化还原反应而制备化合物的方法，并以碘量法对所得产品进行含量分析。

**氯化钡的制备及含量测定：**学习以高温固相化学反应制备化合物，并对所制得的产品以重量分析法进行含量测定。了解混料、烧结、浸取等操作，熟悉重量分析法的基本原理及基本操作。

**三草酸根合铁(III)酸钾的制备及含量分析：**了解配位化合物的制备方法，利用沉淀、氧化还原等多步反应制备三草酸根合铁(III)酸钾，并对其组分  $C_2O_4^{2-}$  和  $Fe^{3+}$  分别进行含量分析。

### 选做实验

混合碱中各组分含量分析

食醋中总酸度的测定

水的总硬度测定

高锰酸钾法测定过氧化氢的含量

纸色谱——铁、钴、镍、铜的分离和鉴别

### 开放实验：

未知阳离子混合试样的分离与鉴定

蛋壳中碳酸钙含量的测定

双乙酰丙酮基合锌(II)一水合物的制备与分析

达喜(铝碳酸镁)胃药片剂的分析

酸牛乳的酸度测定

萃取分离——软锰矿中微量铜的测定

水泥中铁、铝、钙、镁的测定

滴定分析量器的校准

白酒中总醛量的测定

七水硫酸锌的制备和分析

## 材料分析化学（上）

### 一、基本信息

课程代码	MATE130068				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Analytical Chemistry of Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页	<a href="http://elearning.fudan.edu.cn/portal/site/5aad43b4-3d57-42df-9c4f-380069dc6a03">http://elearning.fudan.edu.cn/portal/site/5aad43b4-3d57-42df-9c4f-380069dc6a03</a>							
预修课程	普通化学、高等数学、普通物理				后续课程	材料分析化学（下），材料分析实验等		
教学方式	课堂讲授为主				考核方式	平时成绩 30%+期末闭卷 70%		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 《分析化学》（上、下）第五版，武汉大学主编，高等教育出版社，2006 <b>参考资料：</b> 1. 《分析化学原理》，吴性良等，化学工业出版社，2004 2. 《材料分析化学》，朱永法等，化学工业出版社，2009 3. 《分析化学》，Kellner.R.著，李克安等译，北京大学出版社，2005 4. 《仪器分析教程》，叶宪曾等，北京大学出版社，2009 5. 《分析化学辅导及习题精解》，武汉大学，第五版							
大纲提供者	游波、钱再波							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的：

教授并使学生掌握四大化学之一分析化学的基础理论知识和方法，以及它们在材料分析中的应用。

#### 基本要求：

通过教学，希望同学们掌握分析化学的基本理论和方法，并在材料分析中能够实际应用。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

材料分析化学（上）主要包含两部分内容。第一部分讲述容量分析方法，包括酸碱滴定、络合滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定和重量法；第二部分简述电化学分析法、色谱分析法。

第1周 材料分析化学导论（2学时）

第2周 定量分析导论：定量分析的操作步骤，待测组分含量的表示方法，滴定分析法概述

第3周 定量分析中的误差及数据处理

第4周 酸碱滴定：化学平衡，平衡浓度及分布分数，酸碱溶液的H<sup>+</sup>浓度计算

- |           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| 第 5 周     | 缓冲溶液，酸碱指示剂，酸碱滴定原理                  |
| 第 6 周     | 终点误差，酸碱滴定法的应用                      |
| 第 7 周     | 络合滴定法：络合平衡常数，副反应系数及条件稳定常数，络合滴定基本原理 |
| 第 8 周     | 络合滴定条件，络合滴定的方式和应用                  |
| 第 9 周     | 氧化还原滴定法：氧化还原反应及平衡，滴定基本原理，样品预处理方法   |
| 第 10 周    | 常用氧化还原滴定法及计算                       |
| 第 11 周    | 沉淀滴定法                              |
| 第 12 周    | 重量分析法                              |
| 第 13 周    | 色谱分析法                              |
| 第 14 周    | 电化学分析法                             |
| 第 15 周    | 习题讲解                               |
| 第 16 周    | 期末答疑                               |
| 第 17-18 周 | 期末考试                               |

## 材料分析化学（下）

### 一、基本信息

课程代码	MATE130069				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Analytical Chemistry of Materials( II )							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	普通化学、高等数学、普通物理				后续课程			
教学方式	课堂讲授为主，穿插课堂讨论				考核方式	70% 期末论文+30% 平时成绩（课堂 PPT+课堂作业+课后作业+出勤）		
教材和参考资料	<p><b>教材：</b> 武汉大学主编，分析化学下册（第五版），高等教育出版社，2007 年 12 月</p> <p><b>参考资料：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分析化学原理（教材），吴性良、朱万森、马林，化学工业出版社 2010 年 9 月</li> <li>2. 材料分析化学，朱永法、宗瑞隆、姚文清，化学工业出版社 2009 年 5 月</li> <li>3. 聚合物近代仪器分析（第 3 版），杨睿、周啸、罗传秋等 清华大学出版社，2010 年 2 月</li> <li>4. Experimental Methods in Polymer Science: Modern Methods in Polymer Research and Technology, Toyochi Tanaka, Academic Press, 2001 年 1 月</li> </ol>							
大纲提供者	游波							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的：

通过本课程的学习，让学生能掌握材料制备、结构表征及性能测试中的一些常规分析仪器的基本原理、使用方法等，为后面的专业课程学习打下良好基础，并能够利用这些分析方法解决材料化学专业的实际问题。

#### 基本要求：

1. 掌握材料分析用仪器的基本概念和原理
2. 掌握材料分析仪器定性、定量的分析方法
3. 熟悉材料分析仪器的实际应用
4. 熟悉一般材料分析仪器的操作过程
5. 利用这些分析方法解决材料化学领域的实际问题。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

材料分析化学涵盖材料化学中的化学分析和仪器分析，分为材料分析化学（上）、材料分析化学（下）两部分。材料分析化学（下）主要讲述材料成分分析基础、材料结构分析基础、材料电化学分析基础、材料分析方法的选择等内容。

第一周：材料分析化学概述Ⅱ（材料分析化学 2 的特点、涵盖内容、材料常用分析方法介绍、材料常用分析仪器基本结构单元、材料分析设备的性能指标、材料分析化学在材料制备中的应用等）

第二周：材料成分分析——原子发射光谱分析 1（包括：材料成分分析的特点、光谱分析基本内容简介、电磁波谱的分类、发射光谱与吸收光谱、原子发射光谱分析原理等）

第三周：材料成分分析——原子发射光谱分析 2（包括：原子发射光谱分析过程、原子发射光谱分析仪器、原子发射光谱定性分析、原子发射光谱半定量分析、原子发射光谱定量分析、原子发射光谱在材料中的应用等）

第四周：材料成分分析——原子吸收光谱分析（包括：原子吸收光谱分析原理、原子吸收光谱分析仪器、原子吸收光谱定性分析、原子吸收光谱定量分析、原子吸收光谱在材料中的应用等）

第五周：材料成分分析——原子荧光光谱分析（包括：原子荧光光谱分析基本概念、原子荧光光谱分析基本原理、原子荧光光谱与原子发射光谱和原子吸收光谱的相同点与不同点、原子荧光光谱分析仪器、原子荧光光谱定性分析、原子荧光光谱定量分析、原子荧光光谱在材料中的应用等）

第六周：材料成分分析——X 射线荧光光谱分析（包括：X 射线及应用领域、X 射线荧光光谱基本概念、X 射线荧光光谱分析基本原理、X 射线荧光光谱特点、X 射线荧光光谱分析仪器、X 射线荧光光谱定性分析、X 射线荧光光谱定量分析、X 射线荧光光谱在材料中的应用等）

第七周：材料成分分析——电化学分析 1（包括：电化学分析概述、电位分析、电位分析在材料中的应用等）

第八周：材料成分分析——电化学分析 2（包括：电解分析、库仑分析等、电解分析和库仑分析在材料中的应用等）

第九周：材料结构分析——紫外-可见光谱分析 1（包括：分子吸收光谱基本概念、分子吸收光谱分类、分子吸收光谱应用、紫外-可见光谱光谱基本概念等）

第十周：材料结构分析——紫外-可见光谱分析 2（包括：紫外-可见光谱分析基本原理、紫外-可见光谱特点、紫外-可见光谱分析仪器、紫外-可见光谱定性分析、紫外-可见光谱定量分析、紫外-可见光谱在材料中的应用等）

第十一周：材料结构分析——红外光谱分析 2（包括：材料结构分析的特点及应用、红外光谱分析的基本概念、红外光谱分析的基本原理及特点、红外光谱分析的谱图解析、红外光谱分析的仪器、红外光谱定性及半定量分析、红外光谱在材料中的应用等）

第十二周：材料结构分析——激光拉曼光谱分析（包括：激光拉曼光谱的基本概念、激光拉曼光谱的特点、激光拉曼光谱分析基本原理、激光拉曼光谱分析仪器、激光拉曼光谱与红外光谱的对比、激光拉曼光谱定性分析、激光拉曼光谱谱图解析、激光拉曼光谱分析在材料中的应用等）

第十三周：材料结构分析——X 射线衍射分析（包括：X 射线衍射分析的基本概念、X 射线衍射分析的特点、X 射线衍射分析基本原理、X 射线衍射分析仪器、X 射线衍射单晶及多晶分析、X 射线衍射分析在材料中的应用等）

第十四周：材料结构分析——核磁共振波谱分析（包括：波谱分析、核磁共振波谱分

析的基本概念、核磁共振波谱分析基本原理、核磁共振波谱分析仪器、核磁共振波谱分析谱图解析、核磁共振波谱分析在材料中的应用等)

第十五周：材料分析方法的选择（包括：材料的制备过程中分析方法的选择、材料性能表征过程中分析方法的选择、材料结构表征过程中分析方法的选择等、期末复习及答疑）

第十六周：期末答疑

第十七周、第十八周：考试考察



# 仪器分析实验

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130107				学分	2		周学时	3	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Instrumental Analysis and Physical Chemistry Experiments									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	普通化学				后续课程	无				
教学方式	课程实验				考核方式	按平时每个实验成绩（包括对实验预习、实验操作、实验结果、实验报告以及实验作风等项的评估）				
教材和参考资料	<b>教材：</b> 《仪器分析实验（第二版）》，吴性良，朱万森主编，复旦大学出版社，2008； <b>参考资料：</b> 1. 《分析化学原理》吴性良，朱万森，马林编. 北京：化学工业出版社，2004； 2. 《现代仪器分析实验与技术》陈培榕，邓勃 主编. 北京：清华大学出版社，1999.									
大纲提供者	樊惠芝，张松									

## 二、教学目的和基本要求

授课对象：化学类本科生，包括：化学、应用化学、高分子科学、材料化学等专业

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

**离子选择性电极测定饮用水中的氟：**掌握直接电位法的测定原理及实验方法；学会正确使用氟离子选择性电极、饱和甘汞电极和酸度计等。

**阳极溶出法测定头发中的锌、铜、铅、镉：**通过对头发中的重金属元素的测定，了解和掌握头发样品的电热消化方法和阳极溶出法的原理和测定方法。学会正确使用 CHI 821 型电化学分析系统。

**化学计量学法-分光光度法测定饮料中的混合色素：**本实验将紫外-可见分光光度法与化学计量学法相结合，在不经分离的情况下同时测定市售饮料中混合色素的含量。通过本实验要求学生掌握 TU1901 双光束分光光度计的结构和使用方法，初步学会 MATLAB 软件的使用和对光谱图信息进行化学计量学方法的处理。

**分子荧光分光光度法测定面粉中的核黄素（维生素 B<sub>2</sub>）：**掌握面粉样品的消化方法和荧光的测定方法，了解荧光分光光度计的主要结构及工作原理，掌握其使用方法。学会正确使用 FL-4500 型

的荧光光谱仪。

**红外光谱的测绘和定性分析：**掌握固体试样的薄膜法、压片法等制样技术；了解 IR-红外分光光度计和 Avator FT-IR 光谱仪的工作原理和基本结构；掌握红外吸收和漫反射光谱的测绘方法；学会红外光谱图的基本的计算机处理和红外光谱的定性分析。

**原子吸收分光光度法测定奶粉中的钙：**掌握以原子吸收分光光度法进行定量测定钙的方法，奶粉的微波消化处理，并了解原子吸收分光光度计和微波消解仪的结构及其使用方法。

**发射光谱摄谱法定性分析：**掌握发射光谱分析摄谱法的电极制作、摄谱、冲洗感光板等基本操作。掌握用铁光谱比较法定性判别未知试样中所含的元素，并估计相对含量。

**气相色谱的保留值法定性及归一化法定量：**掌握用气相色谱保留值进行定性分析及归一化法进行定量分析的方法及特点。熟悉 SC-200 型气相色谱仪和 N2000 色谱工作站的使用，掌握用微量注射器进样的技术。

**毛细管气相色谱法测定野菊花挥发油中龙脑和樟脑的含量：**通过对野菊花提取物进行毛细管气相色谱分析，掌握中药挥发油的水蒸气蒸馏提取方法，熟悉瓦里安 3800 型毛细管气相色谱仪的工作原理及其操作。

**高效液相色谱法测定食品中的防腐剂和甜味剂：**学习高效液相色谱法(HPLC)的基本原理，了解 HP1100 型液相色谱仪的基本结构和使用方法，掌握 HPLC 仪器的基本操作技能。

**高效毛细管电泳：**熟悉毛细管电泳的基本原理和基本概念。了解毛细管电泳仪的组成，熟练掌握毛细管电泳仪的使用方法。

**核磁共振法定量测定酚氨咖敏药片中各组分：**掌握核磁共振波谱法（NMR）进行定量分析的原理及基本方法，了解核磁共振波谱仪的工作原理及基本操作。

#### 开放实验：

分光光度法测定室内空气中的甲醛

脉冲极谱法测定人发中的痕量锌

漫反射红外光谱法定量测定苯甲酸中的间硝基苯甲酸

新鲜绿叶蔬菜中叶绿素 a、b 的含量测定

电位法沉淀滴定测定水中氯

电位法络合滴定测定铜和连续测到铜和锰

同步荧光分析法同时测定色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸

电感耦合等离子体光谱法测定铅酸电池极板中微量元素

气相色谱-质谱联用法测定城市大气中汽车尾气的有机污染物

光纤光谱仪（紫外-可见、分子荧光、红外、拉曼）

自动电位滴定（酸碱滴定、氧化还原滴定）

# 高分子材料化学

## 一、基本信息

课程代码	MATE130007				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Polymer Materials Chemistry							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	有机化学, 物理化学				后续课程	高分子材料结构与性能		
教学方式	PPT 授课、课堂分组讨论、课后习题与作业				考核方式	1. 考勤与平时上课时参与讨论、回答问题的情况 20% 2. 课后作业完成情况 20% 3. 期末考试 60%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 潘祖仁, 高分子化学 (第五版) 化学工业出版社 2011.9 <b>参考资料:</b> 董炎明 高分子科学简明教材 科学出版社 2014.1							
大纲提供者	陈敏							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

高分子材料化学是材料科学系材料化学专业本科生的专业必修课。通过该课程的学习, 学生能掌握聚合反应基本概念和基本原理、熟悉合成高分子材料的常用方法及机理; 培养学生系统掌握基本的合成、分析和应用高分子材料的方法, 并具备解决科研和生产实际问题的能力。

### 基本要求:

1. 掌握高分子的基本概念, 正确理解高分子与小分子的本质区别。
2. 掌握逐步聚合反应、自由基聚合反应、自由基共聚反应、离子聚合、开环聚合和配位聚合的聚合反应机理。
3. 了解基本的聚合反应实施方法与工艺 (本体、溶液、乳液、悬浮)。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

### 教学内容安排 (具体到每节课内容):

#### 一、绪论 (学时数 2-4)

1.高分子的基本概念；2.聚合物的分类和命名；3.聚合反应；4.分子量及其分布；5.大分子微结构；6.线型、支链型和体型大分子；7.聚合物的凝聚态和热转变；8.高分子材料的力学性能

## 二、缩聚与逐步聚合（学时数 4）

1.缩聚反应；2.线型缩聚反应机理；3.线型缩聚动力学；4.线型缩聚物的聚合度 5.线型缩聚物的分子量分布；6.体型缩聚和凝胶化作用；7.缩聚和逐步聚合的实施方法；8.重要缩聚物和其他逐步聚合

## 三、自由基聚合（学时数 8-10）

1.加聚和连锁聚合概述；2.烯类单体对聚合机理的选择性；3.聚合热力学；4.自由基聚合机理；5.引发剂与引发反应；6.聚合速率；7.动力学链长和聚合度；8.链转移反应和聚合度；9.聚合度分布（歧化终止和偶合终止时的分布）；10.阻聚和缓聚；11.自由基寿命和增长、终止速率常数.

## 四、自由基共聚合（学时数 4-6）

1.共聚物类型和命名；2.二元共聚物的组成；3.竞聚率的测定和影响因素；4.单体和自由基的活性；5.Q-e 概念；6.共聚合速率

## 五、聚合方法（学时数 4-6）

1.本体聚合；2.溶液聚合；3.悬浮聚合；4.乳液聚合

## 六、离子聚合（学时数 2）

1.阴离子聚合；2.阳离子聚合；3.离子型共聚；4.离子聚合和自由基聚合的比较

## 七、配位聚合（学时数 2）

1.配位聚合的基本概念；2.聚合物的立构规整性；3.Ziegler-Natta 引发体系；4. $\alpha$ -烯烃的配位阴离子聚合；5.极性单体的配位聚合

## 八、开环聚合（学时数 2）

1.环烷烃开环聚合热力学；2.杂环开环热力学；3.环醚阳离子开环；4.环酰胺和其他含氮环开环聚合；5.其他开环聚合

## 九、聚合物的化学反应（学时数 2）

1.聚合物化学反应特性的；2.聚合物的基团反应；3.接枝共聚；4.前段共聚；5.扩链与交联

知识点梳理与课堂答疑，并就教学情况与学生交流沟通（学时数 2）。

# 高分子材料结构与性能

## 一、基本信息

课程代码	MATE130006				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Structure and Properties of Polymer Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学、高等数学、普通物理				后续课程			
教学方式	课堂教师讲授为主，部分节点安排讨论或学习小结				考核方式	平时成绩（随堂考核、作业、课堂互动）30%、期末闭卷考试70%		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 何曼君、陈维孝、董西侠编，高分子物理（修订版），复旦大学出版社，1990 <b>参考资料：</b> 1. [法] P. G. de Genner 著、吴大诚等译，高分子物理学中的标度概念 Scaling Concepts in Polymer Physics，化学工业出版社，2002 2. 钱人元，高聚物的结构与性能，科学出版社，1980 3. 中国科技大学，现代高分子物理学，科学出版社，2001							
大纲提供者	范仲勇							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的学习，学生能够系统掌握聚合物分子运动热力学、动力学等原理，掌握聚合物材料的结构及其凝聚态转变机理等基础理论知识；通过对聚合物结构与性能之间的内在联系及其关系原理的学习，掌握聚合物材料物理性能与微、宏观结构间的内在联系和调控技术理念；培养学生在聚合物材料的合成、加工成型、性能测试等方面的专业基础理论知识。

### 基本要求：

授课期间要求学生课前预习，随堂听讲与参与讨论，课后完成作业。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程主要由聚合物分子多级结构与形态学、聚合物材料凝聚态结构，聚合物溶液物理化学性质及其应用和聚合物材料的力学性能为主构成主要教学内容，延伸拓展部分先进聚合物材料的发展及性能表征技术。课程内容涵盖聚合物分子结构与表征、及其单分子或凝聚态热力学、动力学等原理，聚合物材料的结构及其凝聚态转变机理，聚合物材料基本物理性能及其与微观结构间

的内在联系与基本原理，包括各种现代实验技术方法等。

#### 第1周

主要内容：

1. 课程导论：高分子材料与性能学科概论及发展史
2. 高分子链结构的特点
3. 高分子链结构的内容 构造；构型；构象； 结构单元；结构单元的链接结构；支化度；交联度；嵌段数；序列长度；旋光异构；几何异构；

学习目标：掌握聚合物链结构概念

教学方法与活动：理论授课

参阅资料：课本及补充讲义、阅读文献

#### 第2周

主要内容：

1. 高分子链的远程结构 分子的大小；内旋转构象链段；静态柔顺性；动态柔顺性；
2. 高分子链的构象统计 末端距；均方末端距；均方根末端距；均方末端距；

学习目标：掌握统计概念下的高分子链结构与计算方法，

教学方法与活动：理论授课

参阅资料：课本及补充讲义、阅读文献

#### 第3周

主要内容：

$\theta$  条件；无扰尺寸  $A$ ；Kuhn 链段长度  $l_e$ ；极限特征比  $C$ ；均方旋转半径；无规线团的形状；

学习目标：掌握聚合物链物理评价参数、理解聚合物软物质的结构特点。

教学方法与活动：理论授课

参阅资料：课本及补充讲义、阅读文献

#### 第4周

主要内容：

1. 高聚物分子间的作用力 内聚能密度；
2. 高聚物结晶的结构和形态 聚合物结晶模型；晶态结构模型；非晶态模型；
3. 高分子的结晶过程 结晶度；结晶动力学；晶体生长；半结晶期；

学习目标：掌握聚合物链相互作用机理，理解聚合物结晶行为及其结构。

教学方法与活动：理论授课

参阅资料：课本及补充讲义、阅读文献

#### 第5周

主要内容：

1. 结晶热力学 熔限；
2. 聚合物的取向态结构 取向度；
3. 高分子液晶及应用性能 热致型液晶；溶致型液晶；高分子液晶的结构；高分子液晶相变；

学习目标：掌握聚合物结晶理论基础，了解高级结构的概念及基础。

教学方法与活动：理论授课

参阅资料：课本及补充讲义、阅读文献

#### 第6周

主要内容：

1. 高聚物分子运动的特点 高分子分子运动现象；运动单元的多样性；高分子运动的时间依赖

性; 高分子运动的温度依赖性;

## 2. 高聚物的次级松弛

学习目标: 掌握聚合物分子运动模式和内涵, 了解分子运动的机理。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

### 第7周

主要内容:

1. 高聚物的玻璃化转变 聚合物的玻璃化转变理论; 影响  $T_g$  的结构因素及改变  $T_g$  手段
2. 晶态高聚物的分子运动

学习目标: 掌握玻璃化转变理论及其影响因素, 了解晶区分子运动的机理。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

### 第8周

主要内容:

1. 高聚物的粘性流动 高分子粘性流动的特性; 牛顿流体; 非牛顿流体; 高分子流动理论
2. 高分子粘度测试技术

学习目标: 掌握聚合物流体及流变学基础理论及其影响因素, 了解实验技术原理。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

### 第9周

主要内容:

1. 溶液: 理想溶液; 无热溶液; 正规溶液; 非正规溶液(或真实溶液);  $q$  溶液;
2. 高分子溶液 溶度参数;

学习目标: 掌握聚合物溶液特性及其热力学理论, 了解实验技术原理。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

### 第10周

主要内容:

1. 柔性链高分子溶液热力学
2. 高分子稀溶液理论

学习目标: 掌握聚合物热力学理论, 了解最新进展。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

### 第11周

主要内容:

1. 高分子的亚浓溶液
2. 高分子浓溶液

学习目标: 掌握聚合物浓溶液结构与加工性能理论, 了解亚浓溶液行为。

教学方法与活动: 理论授课

### 第12周

主要内容:

1. 高分子在溶液中的扩散 扩散系数;

2. 高分子在溶液中的粘性流动 粘度; 特性粘数;

学习目标: 掌握聚合物的粘性流动及其扩散行为及机制。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

第 13 周

主要内容:

1. 高分子分子量的统计意义;常用统计平均分子量;

2. 高分子分子量的测定技术 端基分析法; 沸点升高和冰点降低; 气相渗透压 (VPO); 渗透压;

3. Flory 特性粘数理论,

4. 高分子的分子量分布及其研究方法 高分子溶液的相分离; 实验测试技术; 凝胶渗透色谱技术 (GPC)

学习目标: 掌握聚合物分子量的定义及其实验技术。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

第 14 周

主要内容:

1. 描述力学行为的基本物理量 高聚物力学性能的特点;

2. 高聚物的高弹性 平衡态高弹形变的热力学分析; 平衡态高弹形变的统计理论;

学习目标: 掌握聚合物材料的力学性能及其特点。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

第 15 周

主要内容:

1. 高聚物的粘弹性 蠕变; 应力松弛;

2. 粘弹性的模型描述; Maxwell 模型 (应力松弛), Kelvin (Voigt)模型 (蠕变), 松弛时间和推迟时间谱; 时温等效与转换;

学习目标: 掌握聚合物材料的力学特性理论, 掌握材料的时温等效行为及其应用。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

第 16 周

主要内容:

1. 高聚物的塑性和屈服 材料的分类; 高聚物屈服点;

2. 冷拉与成颈; 非晶态高聚物、晶态高聚物、球晶拉伸过程片晶的变形; 银纹现象;

学习目标: 掌握聚合物材料的力学分析, 结构与性能的关联理论依据。

教学方法与活动: 理论授课

参阅资料: 课本及补充讲义、阅读文献

第 17 周

主要内容:

1. 高聚物的热稳定性 高聚物的结构与耐热性的关系;

2. 高分子的热分解 高分子的热分析;

3. 高聚物的老化与防老化 紫外光对高聚物性能的影响, 高能辐射对高聚物性能的影响



和氧和臭氧对高聚物性能的影响

#### 4. 高聚物的水解降解

学习目标：掌握聚合物材料的热稳定性及老化机理，学习正确使用材料。

教学方法与活动：理论授课

参阅资料：课本及补充讲义、阅读文献

第 18 周

闭卷考试

## 专业英语（材料化学）

### 一、基本信息

课程代码	MATE130094				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	English for Material Chemistry							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学英语、大学化学、材料化学				后续课程			
教学方式	讲授为主，阅读报告，汇报				考核方式	期末考试 50%、平时成绩（论文）25%、科研题目演讲 25%		
教材和参考资料	1. 马永祥, 吴隆民 化学专业英语 兰州大学出版社 2019 2. 匡少平, 王世颖, 李旭东 材料科学与工程专业英语（第3版） 化学工业出版社 2014 3. William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch Materials Science and Engineering, an Introduction (8th Edition) Wiley 2009							
大纲提供者	陈鹏程							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

学会专业词汇的构词方法、化学物质的英文命名，掌握材料化学、结构化学专业的英文常识和最新的科技动态，扩大专业词汇量，能够阅读、理解专业文献，让学生学会阅读专业英文文献，用英语撰写简单的专业文章。

#### 基本要求:

要求学生学完这门课程以后，能掌握一定量的专业词汇和专业词语的构词规律，学会有机物和无机物的英文命名，掌握材料化学专业的英文常识，掌握查阅英语专业文献的方法和技巧，能够熟练阅读本专业的英语资料，学习用英文写文章摘要、说明书、论文、实验报告、文章等。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

#### 教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）:

本课程主要讲述专业英语的构词法、有机物与无机物的英文命名、材料化学与结

构化学专业常识、高分子材料、纳米材料、生物材料等知识和词汇，材料结构分析方法的专业词汇，及专业文献的学习方法和技巧、专业文献的翻译和阅读，专业文章的写作等。

第一周: Introduction, Classification of Materials

第二周: Elements and Periodic Table, Metal Elements

第三周: Elements and Periodic Table, Non-metal Elements

第四周: Classification of Inorganic Compounds

第五周: Nomenclature of Inorganic Compounds

第六周: Nomenclature of Organic Compounds

第七周: Polymer Chemistry and Theories

第八周: Polymer Materials

第九周: Material Structures

第十周: Nanomaterials

第十一周: Nanomaterials

第十二周: Biomaterials

第十三周: Biomaterials

第十四周: Material Characterizations (I)

第十五周: Material Characterizations (II)

第十六周: 考试

### 5.4.3 电子科学与技术

#### 真空物理与技术

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130019				学分	3		周学时	3	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Vacuum Physics and Technology									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	高等数学、大学物理				后续课程	表面分析、薄膜技术				
教学方式	课堂讲授与实践结合				考核方式	平时成绩 10%、讨论课 30%、期末考试 60%				
教材和参考资料	<p><b>教材:</b></p> <p>1. 李军建 王小菊 真空技术 国防工业出版社 2014</p> <p><b>参考资料:</b></p> <p>1. 王欲知 真空技术(第二版) 北京航空航天大学出版社 2007</p> <p>2. 华中一 真空实验技术 上海科学技术出版社 1986</p> <p>3. A.Roth Vacuum Techonlogy 机械工业出版社 1980</p> <p>4. 高本辉 真空物理 科学出版社 1983</p> <p>5. 华中一 头脑风暴 复旦大学出版社 2000</p> <p>6. Nigel S Modren Vacuum Practice Harris England 1989</p> <p>7. A Chambers Basic Vacuum Technology York Uni. U. S. A. 1998</p>									
大纲提供者	蒋益明									

##### 二、教学目的和基本要求

###### 教学目的:

掌握真空技术的基本物理原理,了解真空获得、真空测量、真空检漏和真空材料的近代发展最新动态和相关设备及工艺技术;较熟练地运用各种真空设备;能够解决真空技术中的各种问题。从而进一步提高理论与实践相结合能力,为今后从事高科技工作打下扎实和有益的专业基础。

###### 基本要求:

掌握真空技术的基本物理原理,了解真空获得、真空测量、真空检漏和真空材料的近代发展最新动态和相关设备及工艺技术;较熟练地运用各种真空设备;能够解决真空技术中的各种问题。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

真空科学与技术广泛应用于电子、航天及纳米技术等新兴科技领域。本课程涉及最基本的真空物理和技术。主要内容包括：稀薄气体运动规律、固气界面的物理化学性质、真空获得、真空测量、真空检漏及真空应用。学完该课程后，学生应掌握真空的基本原理，了解真空技术各个领域基本概况和发展最新动态以及相关设备和工艺技术。

#### 第一周 引论

- 1.《电子科学与技术》与真空技术，课程学习要点；
- 2.真空技术概论：什么是真空；真空的表征；真空区间的划分及特性
- 3.真空科学与真空技术
- 4.真空技术的应用
- 5.真空技术的发展趋势

#### 第二周 真空技术的稀薄气体理论

- 1.气体定律：压强的宏观和微观定义、理想气体、蒸气、理想气体的基本定律、气体状态方程。
- 2.气体分子运动论：稀薄气体的物理参量；稀薄气体的平均自由程；Maxwell 速率分布、最可几速率、平均速率、均方根速率、平均自由程、碰撞截面、自由程长度分布律。
3. 气体中的输运现象：气体流动基本状态；粘滞态下的输运现象：内摩擦、热传导、扩散、热扩散；分子太下的输运现象：分子拽力、热传导、扩散、热流逸。

#### 第三周 低压下的气体流动

气体流动状态判据；流导的定义和计算；抽气速率和气体流量；真空系统的连续性方程。

#### 第四周 真空技术中的物理化学现象

1. 蒸发和凝结：蒸汽和蒸汽压；低温抽气；真空镀膜。
2. 渗透：渗透的概念和过程；气体渗透的特点；渗透的结果。
3. 吸附和脱附：吸附的机理、吸附速率、脱附速率、物理吸附和化学吸附、吸气剂原理和分类、吸气剂选择和使用；吸附等温线
4. 解吸-出气：解吸的概念和过程；各种材料的出气率。
5. 电子、离子和表面相互作用：电子散射；电子碰撞脱附；离子散射；溅射。

#### 第五、六、七周 真空获得

各种真空泵的工作原理、分类和工作参数、旋转机械泵、罗茨泵、蒸气扩散泵、涡轮分子泵、低温泵、吸附泵和热电离真空泵的具体分析、使用方法和维修，抽气速率的测量。

第1次课以旋转式机械泵、涡轮分子泵和罗茨泵为主

第2次课以蒸汽流扩散泵、吸附泵为主

第3次课以俘获泵、低温泵、升华泵、离子泵、溅射离子泵为主

#### 第八、九周 真空测量

二周课的主要内容是真空测量的原理、相对测量、绝对测量、真空量度、U型计、麦克劳真空计、热传导真空计、热阻真空计、热阴极电离真空计、BA型超高真空计、自持放电真空计、分压强计。

第 1 次课包括绝对规、热导规，以热阴极电离真空规及其扩展为主。

第 2 次课包括冷阴极电离真空规，真空规的校准。

第十周 真空检漏

真空检漏的判断、漏率、允许漏率、检漏的基本原理、各种检漏方法：压力检漏、卤素检漏、氨检漏、高频火花检漏、真空计检漏、质谱仪检漏、标准漏孔、漏率测定。

第十一周 高真空技术

真空系统的要求和选择，真空材料：结构材料、辅助材料和密封材料、真空封接、真空系统零件。

第十二周 真空系统计算

真空系统的设计和计算、有效抽速、实用的真空系统。

第十三、十四、十五周 讨论课

第十六周 实践课

第十七周 期末考试

第十八周 对教学情况与学生交流沟通并反馈

# 表面分析

## 一、基本信息

课程代码	MATE130021				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Surface Anilysis							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	普通物理				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	考试		
教材和参考资料	华中一、罗维昂编著 《表面分析》，复旦大学出版社							
大纲提供者	李劲							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学,帮助学生了解并能初步运用表面分析的多种方法,进行材料表面成分与结构的分析,包括俄歇电子谱、x 光电子谱、低能电子衍射、电子能量损失谱、二次离子质谱等。培养学生将理论应用于科学研究实践的能力。

### 基本要求:

学生应按本大纲具体要求,理解有关表面科学、表面成分与结构分析的基本概念、基本原理和相关的理论知识,掌握各分析方法的特点和应用范围,提高理论联系实际的能力,能综合运用所学的知识分析和解决简单的实际问题。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 表面分析概论

#### 教学内容

#### 一、表面分析的内容(学时数:10)

##### 1. 表面及其特殊性

表面概念;表面结构(电子结构、原子排列、相结构、缺陷结构、弛豫、重构);表面成分(吸附、偏吸、化合物);表面的性质;表面科学的应用。

##### 2. 表面分析的内容

成分分析、结构分析、原子在表面的运动与受激态分析

##### 3. 表面分析方法

基本原理及分类;发展历史。

#### 4. 电子与固体表面的相互作用

弹性散射；各种非弹性散射、平均自由程与信息深度。

### 二、研究表面的实验条件（学时数：10）

#### 1. 表面谱仪概述

分类；特点。

#### 2. 能量分析器

阻挡势型分析器；飞行时间型分析器；轨道偏转型分析器

#### 3. 电子枪

束斑；空间电荷；单色性。

#### 4. 电子信号的探测与处理

二次电子分布曲线；信号平均器；电势调制与锁相放大；退卷积。

#### 5. 超高真空系统

抽气系统；进样装置；气体导入系统；样品台。

#### 教学要求

1. 理解有关表面及表面分析的基本概念。
2. 了解表面分析基本方法及应用范围。
3. 掌握表面分析实验的相关条件。

### 表面谱仪分论

#### 教学内容

#### 一、俄歇电子谱（学时数：8）

##### 1. 引论

历史；优缺点；俄歇现象。

##### 2. 基本要点

俄歇过程与命名法；谱线数的考虑；俄歇电子能量；俄歇产额。

##### 3. 固体的俄歇电子发射

驰豫过程；基体效应；电流理论表达；线形；动能测量；谱型分析；样品带电效应及驱除；化学位移。

##### 4. 实验装置

##### 5. 定性与定量分析

绝对法；标样法；灵敏度因子法。

##### 6. 谱的分类及应用

#### 二、X 光电子谱（学时数：8）

##### 1. 引论

历史；特点。

##### 2. 基本原理

##### 3. 电子结合能

光电过程；结合能的计算；光电效应截面。

##### 4. 实验装置

光源分类及特点

##### 5. 光电子谱的获得



扫描方式；分析器能量设定。

#### 5. 定性与定量分析

一般特征；定性分析；各种定量分析方法。

#### 6. 化学位移和谱的应用

### 三、出现电势谱（学时数：4）

#### 1. 软 X 射线出现电势谱

原理；方法；装置；应用。

#### 2. 俄歇电子出现电势谱

原理；方法；装置；应用。

#### 3. 消隐电势谱

原理；方法；装置；应用。

### 四、低能电子衍射（学时数：6）

#### 1. 引论

历史；用途；优缺点。

#### 2. 低能电子衍射条件

#### 3. 实验装置

#### 4. 研究内容

晶格完整性；网格形状；吸附研究；衍射斑点强度分布。

### 五、电子能量损失谱（学时数：6）

#### 1. 引论

历史；特点。

#### 2. 基本原理

#### 3. 实验装置和谱的获得

#### 4 谱的应用

### 六、表面离子谱（学时数：8）

#### 1. 引论

历史；特点。

#### 2. 离子与表面的相互作用

#### 3. 二次离子质谱

原理；仪器；谱的分析；谱的应用。

### 教学要求

1. 掌握相关分析方法的基本原理。
2. 了解各方法的优、缺点和应用范围。
3. 了解谱仪特性，在应用中能正确选择谱仪和分析结果。

# 薄膜技术

## 一、基本信息

课程代码	MATE130022				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Thin Film Technology							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	真空物理与技术				后续课程	无		
教学方式	课堂授课+课堂讨论+报告				考核方式	闭卷期末考试 50%+平时成绩(课程报告、课堂讨论) 50%		
教材和参考资料	1. L.埃克托瓦 《薄膜物理学》 科学出版社 1986年12月 2. 吴自勤, 王兵 《薄膜生长》 科学出版社 2001年9月 3. 金原粲 《薄膜》 电子工业出版社 1988年4月 4. 薛增泉 《薄膜物理》 电子工业出版社 1991年9月 5. J.L.沃森 《薄膜加工工艺》 机械工业出版社 1987年3月 6. 方英翠, 沈杰, 解志强 《真空镀膜原理与技术》 科学出版社 2014年2月 7. 复旦大学电子科学与技术教研室 《薄膜技术》 自编讲义 2012年9月							
大纲提供者	沈杰							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

了解薄膜生长基础, 熟练掌握各种薄膜生长技术, 熟悉薄膜材料的各类性质。

### 基本要求:

以课堂授课为主, 课外完成一份薄膜技术相关的课程报告, 并在第十周进行课堂交流讨论。考勤、课程报告、课堂交流讨论均计入学生平时成绩。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 第一部分 薄膜材料制备技术

包括薄膜生长的物理基础, 薄膜的制备技术——蒸发、溅射、离子镀、CVD、溶液沉积。

### 二部分薄膜材料的基本性质

括薄膜的厚度测量与监控, 薄膜的光学、电学、力学、磁学性质等。

第一周 薄膜生长

第二周 薄膜生长

第三周 薄膜制备-蒸发

第四周 薄膜制备-蒸发

第  
包

第五周	薄膜制备-溅射
第六周	薄膜制备-溅射
第七周	薄膜制备-离子镀
第八周	薄膜制备-CVD
第九周	薄膜制备-溶液沉积
第十周	课程报告交流讨论
第十一周	薄膜厚度测量与监控
第十二周	薄膜的光学性质
第十三周	薄膜的光学性质
第十四周	薄膜的电学性质
第十五周	薄膜的力学性质
第十六周	薄膜的磁学性质
第十七周	期末考试
第十八周	期末考试

# 电子物理实验

## 一、基本信息

课程代码	MATE130023				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Experiments in Electronic Physics							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	真空物理与技术, 薄膜技术				后续课程	无		
教学方式	在教师指导下学生自主预习、实验、报告和讨论				考核方式	平时实验(预习、实验、报告)25%、期中闭卷考核25%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 自编“电子物理实验”讲义, 复旦大学材料科学系, 2016年9月 <b>参考资料:</b> 1. 华中一主编, 《真空实验技术》, 上海科学技术出版社, 1986.7 2. 材料科学系自编, 《薄膜》, 2000.8 3. 陈成钧著, 华中一等译, 《扫描隧道显微学引论》, 中国轻工业出版社, 1996.12							
大纲提供者	张群 徐辉							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过实验丰富和活跃学生的专业知识, 培养他们对事物的观察能力和分析能力, 引导他们更加深入地理解实验在专业知识中产生、形成和发展的重要作用, 学习专业实验中的一些常用的方法、技术、仪器和知识, 进一步培养正确的和良好的实验习惯以及严谨的科学作风, 使学生获得用实验方法和技术研究专业领域的现象和规律的独立工作能力。

### 基本要求:

学习如何用实验方法和技术研究问题与规律, 培养学生在实验过程中发现问题、分析问题和解决问题的能力。学习专业知识领域中的一些基本实验方法和技术, 掌握有关仪器的性能和使用。通过实验着重培养学生阅读参考资料、选择测量方法和仪器、观察现象、独立操作、正确测量、处理实验数据以及分析和总结实验结果等方面的能力。通过实验加深对专业知识领域的基本现象和规律的理解。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工作作风以及科学的、良好的实验素质和习惯。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

动态法校正 BA 规实验, X 射线衍射仪的原理及应用, 金属材料耐腐蚀性能的测量, 磁控溅射镀膜实验, 薄膜性能测试平台实验, 溶胶凝胶法制备超亲水 TiO<sub>2</sub> 薄膜, 全光纤多功能实验平

台, 扫描隧道显微镜和原子力显微镜实验。

实验一 小孔泻流法校准热阴极电离真空规

实验二 薄膜性能测试平台

实验三 金属氧化物(ITO)薄膜的制备---磁控溅射镀膜

实验五 X 射线衍射仪的原理及应用

实验六 金属材料耐腐蚀性能的测量

实验七 溶胶凝胶法制备超亲水 TiO<sub>2</sub> 薄膜

实验八 全光纤多功能实验平台

实验十 原子力显微镜观察样品的表面形貌

# 光电技术与器件

## 一、基本信息

课程代码	MATE130066				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Optoelectronic Technology and Devices							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	高等数学 A、大学物理 B				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试 70%、作业与论文报告及日常出勤 30%		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 朱京平 光电子技术基础 科学出版社 2009 <b>参考资料：</b> 1. 玻恩 光学原理（上册） 电子工业出版社 2005 2. 杨祥林 光放大器及其应用 电子工业出版社 2000 3. 姚建铨 光电子技术 高等教育出版社 2006 4. 杨小丽 光电子技术基础 北京邮电大学出版社 2005 5. 安毓英 光电子技术 电子工业出版社 2007							
大纲提供者	贾波 肖倩 王超							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

光电技术与器件课程是功能材料专业的专业必修课，通过本课程的学习使学生对光电子技术中的基本概念、基本技术和基本器件有比较全面、系统的认识，提高光电技术与功能材料的综合知识优势，增强其在光电信息功能材料等应用领域高层技术的研究及创新能力。

### 基本要求：

学生能够掌握课堂讲授的基本知识，认真完成课后布置的作业，通过学业考试。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

电子学是电子学与光子学交叉形成的一门新兴学科，光电技术与器件课程主要包括：光辐射与发光源、光辐射的传播、光束的调制、光电探测等的基本概念、基本技术，以及重要的光电器件、技术应用等。

第一周：绪论、光学基本知识、麦克斯韦方程；（肖倩）

第二周：波动方程和光束、标量波（平面波等）、谐波和相速；学生课堂展示：散度、旋度、梯度的形象理解（肖倩）

第三周：标量波（波包和群速）、矢量波（肖倩）  
第四周：平面波的反射和折射、光学薄膜（肖倩）  
第五周：高斯光束、相干光源、非相干光源与激光、光与物质的相互作用（肖倩）  
第六周：激光产生的条件、激光器的基本结构及输出、激光特点（肖倩）  
第七周：激光器的种类、半导体激光器、其他激光技术（肖倩）  
第八周：平面介质光波导中的光传播与导引波、消逝波、波导，平面介质光波导中光导模的几何光学分析；光纤基础知识、参数（肖倩）  
第九周：光纤中光导波的线光学分析、阶跃光纤中光导波的物理光学分析、光纤的色散与展宽（肖倩）  
第十周：光调制技术（晶体光学基础、电光调制、声光调制等内容）（肖倩）  
第十一周：光无源器件（光纤连接器、光衰减器、光耦合器等等）（肖倩）  
第十二周：光电探测物理原理、光电探测器件：光电倍增管、光电二极管、雪崩光电管等（贾波）  
第十三周：光电探测方法：直接探测法、外差探测法、内差探测法、受激效应探测、光谱探测（贾波）  
第十四周：有源光纤器件概述、激光器的实现技术（驱动原理等）、激光器器件使用方法（贾波）  
第十五周：EDFA 原理与应用、拉曼放大器原理（贾波）  
第十六周：答疑（贾波）  
第十七、十八周：期末考试

## 专业英语(电子科学与技术)

### 一、基本信息

课程代码	MATE130045				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Specialty English of Electronic Science and Technology							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	教学以前半期课堂讲授，后半期课后实践并单独指导。				考核方式	考试成绩综合平时成绩 10%、半期闭卷考试 20%、期末闭卷考试 40%和学生独立撰写文献编译报告 30%		
教材和参考资料	电子科学与技术专业英语（自编讲义）							
大纲提供者	唐璜 吴红艳							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

使学生完成从大学英语基础阶段到科技英语（侧重电子科学与技术）学习阶段的过渡，最终为学生从被动的基础知识学习转为自主获取相关英文文献、独立掌握最新科技动向打下基础，同时为学生下一步在研究生阶段开展独立文献汇总报告，以及毕业后在工作中运用英语从事相关专业业务工作奠定基础。

#### 基本要求:

能够快速、高效地阅读科普文章，能够有针对性地从专业文献中获取目标内容，并强化在实际业务学习中的英语运用技能；引导学生掌握文献检索、查找能力和技巧，进而能够用英语撰写简单的专业相关文章，侧重论文摘要写作。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

针对本专业培养方案中，三年级学生开始进行专业课学习，并逐步开始独立查询文献的教学安排，本课程重点在于强化专业词汇量，掌握英语在科技运用方面常用的语法知识，科技英语论文写作的规范、注意事项和常用句型以及英语科技文献的主要的检索方法等。

本期共 36 课时，考试 4 课时，授课 32，其中课外分组指导 8 课时；

基础内容：1，阅读理解，2，翻译技巧，3，专业词汇，

实践训练：论文编译：指定选题，查找 3 篇以上相关文献，并严格按照发表论文



格式要求，编译为一篇综合报告。

第 1 周 Introduction of teaching schedule, faculty members and research projects.

第 2 周 专题讲座：科技英语综述

第 3 周 Vacuum Technique

第 4 周 语法专题讲座：前缀和后缀 /The Electron Oscillograph

第 5 周 Electricity and Electronics & Thermionic Emission

第 6 周 Buckyball Precursors Produce Ultra-smooth Diamond Films

第 7 周 STM: Probing into Your Future

第 8 周 Plastic electronics: A new field & The Power of Plastic

第 9 周 Introduction to Optical Fiber Communication

第 10 周 Atomically precise, custom-design origami graphene nanostructures

第 11 周 半期考试 侧重词汇和文献阅读理解

第 12 周 专题讲座：文献检索 I

第 13 周 专题讲座：文献检索 II

第 14 周 How to write abstract

第 15 周 分组指导 读书报告选题

第 16 周 分组指导 读书报告撰写

第 17 周 考前答疑指导；提交读书报告

第 18 周 期末考试

## 5.5 专业进阶 II 课程大纲

### 5.5.1. 电子材料与器件模块

#### 电子封装材料与工艺

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130001				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Electronic Packaging Materials and Processes							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理、普通化学				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩(作业、课堂测验或期中测验等)在课程总成绩中占 40%，期末考试卷面成绩占 60%，考试形式为开卷或闭卷笔试。		
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rao. R. Tummala, 《微系统封装基础》，东南大学出版社，2005；</li> <li>2. Charles A. Harper, 《电子封装材料与工艺》，化学工业出版社，2006；</li> <li>3. Charles A. Harper, 《电子封装与互连手册》，电子工业出版社，2009；</li> <li>4. Charles A. Harper, 《电子组装制造》，科学出版社，2005；</li> <li>5. 中国电子学会生产技术学分会丛书编委会, 《微电子封装技术》，中国科学技术大学出版社，2003；</li> <li>6. Daniel Lu and C. P. Wong, 《先进封装材料》，机械工业出版社，2012；</li> <li>7. Richard K. Ulrich and William D. Brown, 《高级电子封装》，机械工业出版社，2010；</li> <li>8. Haleh Ardebili and Michael G. Pecht, 《电子封装技术与可靠性》，化学工业出版社，2012；</li> <li>9. 唐和明、赖逸少、汪正平, 《先进倒装芯片封装技术》，化学工业出版社，2017。</li> </ol>							
大纲提供者	肖斐							

##### 二、教学目的和基本要求

###### 教学目的:

通过本课程的教学,使学生掌握集成电路封装所涉及的基本工艺和主要封装材料,了解先进集成电路封装技术的方法、特点、新进展和发展趋势,对封装可靠性设计基础和失效分析方法有

一定了解。

**基本要求:**

上课认真听讲，积极提问，参与教学互动；  
遵守课堂礼仪，不无故迟到、早退、旷课；  
课后阅读参考书目和文献资料，独立完成作业。

**三、课程基本内容（含章节名称和知识点）**

本课程主要讲授集成电路封装相关的关键技术，首先介绍电子封装的工艺流程、基本工艺（引线键合、载带自动焊、倒装芯片等）和主要封装材料，接着重点讲解先进集成电路封装技术，包括芯片尺寸封装、多芯片组件、圆片级封装（包括扇入和扇外型封装）、三维封装和系统级封装，然后讲解印制电路板和电子元器件组装技术，最后对电子封装的可靠性设计基础和失效分析方法做简要介绍。

第1周：1 绪论：1.1 概述，1.2 电子封装功能和层级，1.3 电子封装种类，1.4 电子封装形式的选择；

第2周：2 电子封装基本工艺：2.1 芯片贴装（减薄、划片、装片和固化），2.2 芯片互连，2.2.1 引线键合，2.2.2 载带自动焊；

第3周：2.2.2 载带自动焊（续），2.2.3 倒装芯片技术（凸点制作）；

第4周：2.2.3 倒装芯片技术（键合工艺、底部填充），2.3 芯片包封（模塑技术、去飞边、上焊锡、切筋、成形、打印）；

第5周：3 塑料封装的基本材料：3.1 引线框架材料，3.2 键合金属丝，3.3 环氧塑封料；

第6周：3.3 环氧塑封料（续）；

第7周：3.4 底部填充料；3.5（无铅）焊料；

第8周：4 集成电路封装技术：4.1 单芯片封装；

第9周：4.2 多芯片组件；

第10周：4.2 多芯片组件（续），4.3 圆片级封装（含扇外型封装）；

第11周：4.4 三维封装（含硅通孔互连技术），4.5 系统级封装；

第12周：5 印制电路板和器件组装：5.1 印制电路板基本工艺与材料；

第13周：5.2 电路板组装技术；

第14周：5.3 表面组装材料；6 封装可靠性和失效分析：6.1 可靠性设计基础；

第15周：6.1 可靠性设计基础（续），6.2 封装测试，6.3 封装失效分析；

第16周：期末考试；

第17-18周：对教学情况与学生交流沟通并反馈。

# 集成电路的分析与设计

## 一、基本信息

课程代码	MATE130016				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	The Analysis and Design for MOS Integrated Circuits							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	半导体物理、模拟与数字电子线路、器件原理、电子材料				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	MOS 集成电路的分析与设计 邵丙铄 郑国祥 复旦大学出版社							
大纲提供者	李楠							

## 二、教学目的和基本要求

本课程是一门综合性、交叉性和实用性很强的学科，通过总共 54 个学时的教学，希望学生能够对 MOS-IC 的单元结构、材料工艺、器件结构及计算机辅助设计等内容有一个全面的了解与基本的掌握。本课程的内容主要涉及 MOS 型数字集成电路中，材料、器件、工艺及各类参数对 MOS-IC 制备和设计的影响，这是超大规模集成电路的基础。整个课程共分五章，前两章是学习 MOS-IC 的基础线路知识和逻辑知识的核心；第三章论述了 IC 设计时应考虑的材料和工艺问题；讨论各种 MOS-IC 的器件结构；第四章讨论通用的 VLSI 电路以及半定制设计中的门阵列与可编程逻辑器件；最后简要介绍计算机辅助设计中的各种步骤和方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第一章 MOS-IC 的单元基础

- § 1 最基本的倒相器单元
- § 2 倒相器的工作原理
- § 3 倒相器的静态参数
- § 4 倒相器的瞬态特性
- § 5 基本逻辑门
- § 6 传输门
- § 7 输出驱动电路

### 第二章 MOS 触发器和动态逻辑

- § 1 静态触发器

§ 2 动态 MOS 电路

§ 3 动态逻辑

§ 4 多米诺电路

§ 5 施密特触发器

§ 6 加法器与乘法器

### 第三章 IC 设计中的材料和工艺及 MOS 集成电路中的器件结构

§ 1 MOS 晶体管的阈值电压

§ 2 版图设计规则

§ 3 按比例缩小规则

§ 4 硅栅 MOS 结构

§ 5 E/D MOS 倒相器的结构与版图

§ 6 CMOS 基本工艺结构与版图

§ 7 BiCMOS 基本工艺结构与版图

### 第四章 通用 VLSI 电路与可编程逻辑器件

§ 1 只读存储器的结构与设计 (ROM)

§ 2 静态随机存取存储器 (SRAM)

§ 3 动态随机存取存储器 (DRAM)

§ 4 门阵列

§ 5 可编程逻辑器件

### 第五章 MOS 集成电路的计算机辅助设计

§ 1 定制设计步骤

§ 2 硬件设计语言简介

# 材料化学基础

## 一、基本信息

课程代码	MATE130011				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Fundamentals of Materials Chemistry							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理、普通化学				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	考勤（5%）、作业（30%）、课堂表现（15%）和开卷考试（50%）		
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 翟玉春, 材料化学, 哈尔滨工业大学出版社, 2017</li> <li>2. 范康年, 物理化学, 高等教育出版社, 2016</li> <li>3. 刘国杰、黑恩成, 史济斌, 物理化学-理解释疑思考, 科学出版社, 2015</li> <li>4. 周亚栋, 无机材料物理化学, 武汉理工大学出版社, 2014</li> <li>5. 马建泰, 反应动力学与机理, 兰州大学出版社, 2008</li> <li>6. 黄志宇, 表面及胶体化学, 石油工业出版社, 2012</li> <li>7. 黄剑锋, 溶胶凝胶原理与技术, 化学工业出版社, 2005</li> </ol>							
大纲提供者	俞宏坤							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程设计为材料物理专业本科生的选修课, 教学目的为给学习过普通化学的本科生, 提供进行材料科学研究所需要的相应物理化学基础知识。从原子、分子的相互作用过程出发, 理解材料和溶液的化学结构与性能的关系, 从而理解化学反应的反应过程, 理解在材料制备和转化过程中的化学作用过程。学习使用化学语言来思索、描述材料设计与加工过程中的相关问题。通过本课程的教学, 使学生理解化学的基本原理在材料领域的作用, 以使材料物理专业的学生具有更好的学习和研究能力。

### 基本要求:

要求选课学生预先学习: 普通化学、大学物理、材料科学基础。

要求选课学生必须准时上课, 进行考勤, 按时完成作业, 按时参加考试。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

讲授分子间作用与材料结构, 反应动力学基础, 溶液中的化学反应原理, 电解质

溶液理论基础，电化学和电极反应原理，表面与界面化学原理；讨论化学原理在材料科学中的应用。

#### 第 1 周

主要内容：化学与材料化学，热力学基础

学习目标：材料化学的特点，如何用物理方法讨论化学问题

教学方法与活动：讲课

#### 第 2 周

主要内容：化学反应动力学基础

学习目标：化学反应速率的数学表达，复合反应的研究方法

教学方法与活动：讲课

#### 第 3 周

主要内容：化学反应机理

学习目标：反应活化能的意义，反应机理的研究方法

教学方法与活动：讲课

#### 第 4 周

主要内容：基元反应的速率理论

学习目标：分子反应的碰撞理论和过渡态理论

教学方法与活动：讲课

#### 第 5 周

主要内容：实际反应动力学

学习目标：溶液反应和光化学反应的动力学

教学方法与活动：讲课

#### 第 6 周

主要内容：催化反应动力学

学习目标：催化反应的动力学过程；反应动力学与材料

教学方法与活动：讲课和讨论

#### 第 7 周

主要内容：电解质溶液

学习目标：电化学基本概念和电解质溶液的特征

教学方法与活动：讲课

第 8 周

主要内容：电解质溶液的活度和相关理论

学习目标：电解质溶液的活度，强电解质溶液的理论，活度的应用

教学方法与活动：讲课

第 9 周

主要内容：可逆电池电动势

学习目标：可逆电池和可逆电极的基础理论和应用

教学方法与活动：讲课

第 10 周

主要内容：不可逆电极过程

学习目标：电解、腐蚀、化学电源；电化学与材料

教学方法与活动：讲课和讨论

第 11 周

主要内容：界面化学原理

学习目标：表面能、液体表面现象、表面活性剂

教学方法与活动：讲课

第 12 周

主要内容：固体表面吸附

学习目标：固体表面吸附过程、吸附方程、多相催化

教学方法与活动：讲课

第 13 周

主要内容：胶体化学

学习目标：胶体的结构、胶体的制备、胶体的性质

教学方法与活动：讲课

第 14 周

主要内容：凝胶



学习目标：凝胶的结构、凝胶的制备、凝胶的性质；胶体与材料

教学方法与活动：讲课和讨论

第 15 周

主要内容：复习和答疑

学习目标：巩固课程教学内容

教学方法与活动：讲课，讨论，问答

第 16 周

主要内容：考试

学习目标：检查教学效果

教学方法与活动：开卷考试

参阅资料： elearning 发布的课件

# 薄膜材料工艺学

## 一、基本信息

课程代码	MATE130032				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Thin Film Process									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	大学物理、材料科学基础、普通化学				后续课程					
教学方式	课堂讲授				考核方式	考勤（5%）、作业（10%）、课堂表现（5%）、期中课程论文（30%）和期末开卷考试（50%）				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>唐伟忠 薄膜材料制备原理、技术及应用 冶金工业出版社 2003</li> <li>吴自勤 薄膜生长 科学出版社 2001</li> <li>李爱东、刘建国 先进材料合成与制备 科学出版社 2014</li> <li>郑伟涛 薄膜材料与薄膜技术 化学工业出版社 2004</li> <li>田民波 薄膜技术与薄膜材料 清华大学出版社 2006</li> </ol>									
大纲提供者	俞宏坤									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程设计为材料物理专业本科生的选修课,教学目的为给学习过材料科学基础等相关基础课程后,对材料加工过程有兴趣的本科生,提供在薄膜材料制备方面进行学习和研究的基础知识。要求学生通过本课程的学习能够掌握薄膜制造的基本原理和基本工艺;熟悉薄膜性能与制备工艺的基本关系;能够综合运用学习过的物理化学原理,讨论和分析薄膜制备过程中的经典问题。通过本课程的教学,使学生更好地理解物理、化学的基本原理在材料领域的应用,了解技术发展现状,让学生更加全面的感受高新技术在中国的发展情况,从书本走向实践,提高对问题的分析能力,提升学生创新创业意识。

### 基本要求:

要求选课学生预先学习:材料科学基础、大学物理、普通化学。

要求选课学生必须准时上课,进行考勤,按时完成作业,按时参加考试。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

教学基本内容包括薄膜物理基础和薄膜工艺基础。介绍真空技术和薄膜设备的

基本原理和使用原则；讲解气体运动理论在真空和相变过程中的应用方法；介绍常见的电子薄膜制备技术（真空蒸镀、溅射、离子镀、化学气相沉积）的基本原理和工艺，以及工艺条件与薄膜性能的关系。

#### 第 1 周

主要内容：前言，气体分子运动理论与真空特性

学习目标：薄膜材料的特性，薄膜制备技术的特点；真空物理入门

教学方法与活动：讲课

#### 第 2 周

主要内容：真空的获得

学习目标：气体流动过程，真空泵原理和应用

教学方法与活动：讲课

#### 第 3 周

主要内容：蒸发镀膜原理

学习目标：蒸发和沉积过程，化合物和合金的蒸发

教学方法与活动：讲课

#### 第 4 周

主要内容：蒸发镀膜工艺

学习目标：蒸发镀膜的控制原理和实现方法

教学方法与活动：讲课和讨论

#### 第 5 周

主要内容：溅射法原理

学习目标：辉光放电和溅射，溅射产额

教学方法与活动：讲课

#### 第 6 周

主要内容：溅射镀膜工艺

学习目标：各种离化方法和溅射装置

教学方法与活动：讲课

#### 第 7 周

主要内容：其他物理沉积方法

学习目标：离子镀和离子助等其他物理气相沉积方法

教学方法与活动：讲课和讨论

第 8 周

主要内容：化学气相沉积原理

学习目标：气相沉积反应，气体输运过程

教学方法与活动：讲课

第 9 周

主要内容：化学气相沉积工艺

学习目标：各种化学气相沉积装置原理和特性

教学方法与活动：讲课和讨论

第 10 周

主要内容：薄膜生长过程

学习目标：薄膜生长过程，形核理论，

教学方法与活动：讲课

第 11 周

主要内容：薄膜结构

学习目标：薄膜结构的基本类型和形成过程

教学方法与活动：讲课

第 12 周

主要内容：薄膜应力

学习目标：薄膜缺陷的形成过程，缺陷与结构、应力的关系，

教学方法与活动：讲课和讨论

第 13 周

主要内容：薄膜表征方法

学习目标：薄膜特性的专门表征方法，

教学方法与活动：讲课

第 14 周

主要内容：薄膜材料与制备技术

学习目标：薄膜性能与制备工艺的关系性，案例与讨论

教学方法与活动：讲课和讨论

第 15 周

主要内容：复习和答疑

学习目标：巩固课程教学内容

教学方法与活动：讲课，讨论，问答

第 16 周

主要内容：考试

学习目标：检查教学效果

教学方法与活动：开卷考试

参阅资料： elearning 发布的课件

# 工程材料的电学性质

## 一、基本信息

课程代码	MATE130035				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Electronic Properties of Engineering Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理（电磁学），近代物理（原子物理、量子力学），固体物理或材料物理				后续课程			
教学方式	学生自学、课堂讲授				考核方式	平时课堂表现和作业作为平时成绩（30%），期末考试：开卷考试（70%）		
教材和参考资料	<b>参考资料：</b> 1. 《电子材料与器件原理（第3版）》，作者：卡萨普，译者：汪宏，西安交通大学出版社，2009 2. 《现代电子材料与元器件》，王巍，冯世娟，罗元，科学出版社，2012 3. 《固体物理学》，黄昆，北京大学出版社，2009							
大纲提供者	崔继斋							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的教学，帮助学生加深对材料的电、光、磁和声学性质的了解，并通过对半经典理论和量子理论的学习和应用，掌握材料的电、光、磁和声学性质的基本物理图象。进一步培养学生在材料科学研究中应用现代物理学基础知识的能力，启迪学生的创新意识，提高学生应对当前高新技术飞速发展的全面素质。

### 基本要求：

学生应具有良好的英语和自我学习能力（教材，课件，参考资料，试题均为英语）。学生应按本大纲具体要求，通过阅读、课堂学习和讨论交流，理解并掌握关于材料的电、光、磁和声学性质的基本概念和基本理论；能从材料的原子和电子结构的层次出发，运用半经典理论和量子理论对材料的基本性质进行解释和说明，并能综合运用所学的基本概念和基本理论分析和解决简单的实际问题。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 一、材料的电、光、磁和声学性质的半经典理论（学时数：16）

#### 1. 导体和电阻

Ohm 定律和电导率，电子的迁移率，Hall 效应，金属和非金属中载流子的密度和迁移率，热传导和热容量。

2. 导体的光学性质

电磁波与 Maxwell 方程，电磁波的穿透深度，等离子频率和透明电极，等效质量，复电导率。

3. 绝缘体和电容

电介质的极化，直流绝缘和交流导体的性质，电子和离子共振，介电常数。

4. 绝缘体的光学性质

光波的折射，光波的色散，光波的衰减，光波的衍射。

5. 电感、电磁和永久磁铁

电感，磁性，磁畴，畴壁，软磁与硬磁。

6. 超导体和超导磁铁

深冷和超导，Meissner 效应与超级抗磁性，强磁场超导体，“高温”超导

7. 弹性与声波

应力与应变，弹性波，原子振动与色散，群速度与 Brillouin 区，晶格热容量与声子。

二、材料的电、光、磁和声学性质的量子理论（学时数：20）

8. 量子力学简单回顾

光电子与光子，电子波，Schrödinger 方程，自由电子与隧道效应，测不准原理，势阱与能级，谐振子。

9. 元素周期表中的原子与原子光谱

简并对称，氢原子的量子力学处理，原子轨道，电子屏蔽，自洽场近似。

10. 分子键

简单分子，分子轨道，氢分子，共价双原子分子，极化共价键。

11. 从键到能级

多原子分子，碳原子的化学键，非定域电子，物质的颜色，能级。

12. 金属中的自由电子波

Fermi 能级，态密度，温度效应，电子热容量，光电子谱，热电子发射，接触势。

13. 近自由电子近似：能带、禁带、空穴

近自由电子，能带，禁带，等效质量，空穴，Brillouin 区。

14. 金属和绝缘体

金属和绝缘体的能带结构与电学性能，无机化合物的颜色，能带理论的应用。

15. 半导体材料

能带间的跃迁，本征半导体，非本征半导体，复合与寿命，化合物半导体。

16. 光电子器件与晶体管

pn 结，载流子的扩散与漂移，偏压和整流，光的产生与检测，光电转换，晶体管简介。

教学进程：每周一章（第 8 章“量子力学简单回顾”为学生自修）

# 半导体材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130036				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Semiconductor Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	课堂知识讲授、问题讲解、课后答疑				考核方式	期末考试（闭卷、笔试）占 60%，平时成绩占 40%		
教材和参考资料	<b>参考资料：</b> 1. 邓志杰、郑安生，半导体材料，化学工业出版社，2004 年，ISBN: 9787502557119 2. 杨树人、王宗昌、王兢编著，半导体材料（第三版），科学出版社，2013 年，ISBN: 9787030365033 3. [英]约翰·奥顿，姬扬(译)，半导体的故事，中国科技大学出版社，2015 年，ISBN: 9787312036002							
大纲提供者	高尚鹏							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过课程学习，使学生拓展对半导体材料结构和性能的认识。结合晶体结构作图软件使用，深化对半导体材料结构的理解。从物理微观机制解释半导体重要性质，熟悉一些半导体能带结构、光学性质、输运性质等计算分析方法。了解半导体材料在太阳电池、发光二极管、半导体激光器等领域的应用。对半导体材料研究前沿有所了解，并对半导体行业所涉及的物理概念、材料、器件有整体的掌握。

### 基本要求：

1. 掌握元素半导体、III-V 族半导体、II-VI 族半导体、固溶体半导体等材料体系的结构和性能规律。
2. 能够依据现代物理学知识解释半导体材料主要的电学、光学、热学等性质。
3. 熟悉主要半导体材料光电器件原理和应用。
4. 初步了解半导体材料结构和性质的计算模拟方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）



## **第一周 授课教师 高尚鹏**

### 第一章 绪论

#### 1.1 半导体材料发展史

#### 1.2 半导体材料简介

### 第二章 元素半导体材料

#### 2.1 硅的结构和性质

## **第二周 授课教师 高尚鹏**

#### 2.2 锗和其他元素半导体材料的结构和性质

### 第三章 III-V 族化合物半导体

#### 3.1 III-V 族半导体材料结构和性质简介

#### 3.2 III-V 族半导体材料的热学性质

#### 3.3 III-V 族半导体材料的能带结构和性质

## **第三周 授课教师 高尚鹏**

#### 3.4 若干 III-V 族半导体材料的特点总结

### 第四章 III 族氮化物

#### 4.1 宽禁带半导体介绍

#### 4.2 III 族氮化物的结构和性能

#### 4.3 GaN 外延薄膜的生长方法和 p 型掺杂

## **第四周 授课教师 高尚鹏**

### 第五章 II-VI 族半导体

#### 5.1 II-VI 族化合物半导体及其组成元素

#### 5.2 II-VI 族半导体材料性质简介

#### 5.3 II-VI 族化合物半导体材料的制备

#### 5.4 II-VI 族化合物半导体材料的应用

#### 5.5 氧化锌

## **第五周 授课教师 高尚鹏**

### 第六章 三元化合物半导体材料

#### 6.1 三元化合物半导体材料简介

#### 6.2 黄铜矿型半导体的结构和性质

#### 6.3 黄铜矿型半导体的应用和制备

6.4 其它三元化合物半导体

**第六周 授课教师 高尚鹏**

第七章 固溶体半导体

7.1 固溶体介绍

7.2 II-VI 族化合物的多元固溶体

7.3 III-V 族化合物的多元固溶体

7.4 II-VI/III-V 族固溶体

7.5 元素半导体间形成的固溶体

**第七周 授课教师 高尚鹏**

第八章 半导体材料结构和能带结构计算模拟

8.1 VESTA 软件和晶体结构展示

8.2 主要计算软件介绍

8.3 能带结构计算和结果展示

**第八周 授课教师 高尚鹏**

第九章 半导体材料的光伏应用

9.1 太阳能电池原理和市场分析

9.2 单晶硅和多晶硅太阳能电池

9.3 薄膜太阳能电池

9.4 叠层太阳能电池

**第九周 授课教师 高尚鹏**

第十章 发光二极管

10.1 发光二极管发展史

10.2 GaP 材料和等电子陷阱

10.3 GaN 和白光照明

**第十周 授课教师 高尚鹏**

10.4 同质结发光二极管

10.5 异质结发光二极管

10.6 总结

第十一章 半导体激光器

11.1 激光和激光器

11.2 激光的产生、激光器的历史

**第十一周 授课教师 高尚鹏**

11.3 增益分析和阈值电流

11.4 同质结、异质结、量子阱激光二极管

11.5 光学谐振腔的选频

11.6 半导体激光材料和激光器介绍

**第十二周 授课教师 高尚鹏**

第十二章 半导体材料光学性质计算

12.1 介电函数和光学性质

12.2 光学性质计算方法

12.3 软件和计算结果展示

**第十三周 授课教师 高尚鹏**

第十三章 量子阱和超晶格

13.1 量子阱的概念

13.2 量子阱中的能级

13.3 超晶格

13.4 应用和历史

**第十四周 授课教师 高尚鹏**

第十四章 热电材料

14.1 热电材料和应用介绍

14.2 三种温差电现象（热电效应）

14.3 V-VI 族化合物热电半导体

14.4 其他热电半导体材料

14.5 进一步的理论探讨

**第十五周 授课教师 高尚鹏**

回顾、讨论、答疑。

**第十六周 授课教师 高尚鹏**

随堂考试

# 电子显微分析技术

## 一、基本信息

课程代码	MATE130041				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Electron Microscopy							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、大学物理				后续课程			
教学方式	课堂讲授+作业				考核方式	平时作业成绩 30%+期末考试成绩 70%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 章晓中, 电子显微分析, 清华大学出版社, 2006 年 <b>参考资料:</b> 1. 进藤大辅, 材料评价的分析电子显微方法, 冶金工业出版社, 2001 年 2. 朱宜, 电子显微镜的原理和使用, 1981 年							
大纲提供者	朱凡							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学, 帮助学生掌握有关电子显微学(主要是透射电子显微学)的基本知识, 了解电子显微镜的工作原理、基本结构以及电子显微镜在材料研究领域中的应用领域, 为同学们将来从事材料研究或在工作岗位上开展电子显微工作奠定理论与实验基础知识。

### 基本要求:

1. 有高等数学基础
2. 学习过大学物理
3. 有一定晶体学知识

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

1. 1周: 显微镜的工作原理及光学显微镜的性能极限
2. 2周: 电子波与光波、X-射线、离子-质子成像的对比, 电子显微镜的优势
3. 3周: 电子光学基本知识、磁透镜成像基本原理
4. 4周: TEM(透射电子显微镜)的成像系统: 电子枪、磁透镜组(聚光镜、物镜、中间镜投影镜)
5. 5周: TEM(透射电子显微镜)的控制及周边系统: 电源、冷却水、防震、防磁等

6. 6周：电子光学的几种照明模式、成像模式；选区电子衍射：理论与应用
7. 7周：纳衍射技术、会聚束衍射、菊池线
8. 8周：衬度理论的一般介绍；质厚衬度理论
9. 9周：完整晶体衍射衬度理论
10. 10周：缺陷晶体的衍射衬度理论与应用
11. 11周：相位衬度理论：投影势、弱相位物体近似
12. 12周：衬度传递函数、原子像与晶格像
13. 13周：特殊成像技术：Z-衬度成像、洛伦兹显微技术、全息显微技术
14. 14周：TEM样品制备技术：粉末法、离子减薄技术、电解双喷法、FIB制样、超薄切片法
15. 15周：分析电子显微技术：EDS与EELS简介
16. 16周：闭卷考试

# 电子与信息材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130042				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Electronic & Information Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	近代物理				后续课程	纳米电子学		
教学方式	主要为课堂讲授				考核方式	考试或论文		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 自编讲义 <b>参考资料:</b> 1. 樊慧庆 电子信息材料 国防工业出版社 2012年 2. [加]卡萨普 电子材料与器件 清华大学出版社 2018年 3. [加]卡萨普 电子材料与器件原理 西安交通大学出版社 2009年 4. 赵连城 信息功能材料学 哈尔滨工业大学出版社 2005年							
大纲提供者	黄海							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过学习,使学生:

1.了解当前信息的获取、存储、传输、显示以及处理等过程涉及的功能材料与器件,掌握各类材料的主要特性以及关键性能参数

2.掌握各类信息材料器件的工作原理,了解各类材料发展的前沿方向

### 基本要求:

1.掌握信息的探测、存储、传输、显示以及处理所涉及各类信息材料的基本特性以及关键性能参数。

2.掌握各类信息材料在器件应用中的基本工作原理,了解材料的研究现状以及前沿科学问题等。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

电子信息材料是能够满足信息探测、传输、存储、显示和处理等功能使用的材料,是当前材料科学领域的最重要发展方向之一,也是当今信息社会发展的重要基础。本课程主要介绍针对光电信息的探测器材料、新型存储器原理与材料、光信息传输的原理及光传输材料、光显示技术原

理以及光显示器件材料、信息处理所需要的集成电路发展现状和基本工艺。课程将重点介绍各类材料的基本特性、关键性能参数等，以及其在器件应用中的基本工作原理，同时还将拓展介绍各领域发展的前沿方向以及存在的科学问题。

前言

第一章：信息的获取 12 学时

1.1 半导体的光吸收和光电效应

1.2 光电探测器的性能参数

1.3 光电探测器原理与类型

1.4 红外与太赫兹光电探测

小结

第二章：信息的存储 12 学时

2.1 存储器发展现状

2.2 磁性存储器

2.3 铁电存储器

2.4 阻变存储器

小结

第三章：信息的传输 6 学时

3.1 光在光纤中的传输机理

3.2 光纤传输材料

小结

第四章：信息显示材料 9 学时

4.1 光显示技术原理

4.2 激光器与发光二极管

4.3 有机发光二极管

小结

第五章：信息的处理 6 学时

5.1 集成电路的发展与应用

5.2 集成电路的基本工艺方法

小结

第 16 周考试或论文交流

# 材料科学前沿讲座

## 一、基本信息

课程代码	MATE130052				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Frontiers in Materials Science							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论, 普通物理, 大学化学				后续课程	半导体物理与器件		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩+期末考试		
教材和参考资料	A. K. Shukla, Bulletin of Materials Science, Academy of Sciences: 1979-2012. B. Raj, Frontiers in Materials Science. Universities Press: 2007-2012.							
大纲提供者	梁子骐							

## 二、教学目的和基本要求

本课程旨在让学生了解当代材料科学与工程专业领域的学科前沿及发展趋势, 拓宽学生的知识面, 提高对未来研究工作的适应性, 初步培养学生把握科学研究动态的能力。本课程特别结合目前材料科学系的研究领域, 使学生初步了解系里的研究状况和研究实力, 为将来进入本科毕业论文设计和研究生学习环节做铺垫。

希望学生通过本课程的学习了解光电材料、微电子材料、能源材料、及生物材料等的最新发展动态, 拓宽视野, 激发兴趣, 然后用于今后的科研工作中。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

引言—走近材料科学

**第一章 光电材料**

1.1 光电材料基础

1.2 光伏材料

1.3 发光二极管材料

1.4 场效应晶体管材料

1.5 传感材料

1.6 压电材料

1.7 电荷与光子的输运研究

**第二章 微电子材料**

2.1 微电子材料基础

2.2 光刻胶材料及应用



- 2.3 低介电材料与封装应用
- 2.4 高介电材料与电荷存储应用

### **第三章 能源材料**

- 3.1 新能源材料的分类与综述
- 3.2 电池材料
- 3.3 超级电容器材料
- 3.4 热电材料
- 3.5 储氢材料

### **第四章 生物材料**

- 4.1 生物医学材料的简介
- 4.2 金属基生物医学材料
- 4.3 陶瓷基生物医学材料
- 4.4 生物医用高分子材料
- 4.5 生物材料的最新应用进展

### **第五章 材料的合成与表征**

- 5.1 材料的合成与制备
  - 5.1.1 纳米材料的制备
  - 5.1.2 陶瓷材料的制备
  - 5.1.3 复合材料的制备
  - 5.1.4 薄膜材料的制备
- 5.2 材料的表征
  - 5.2.1 元素成分分析
  - 5.2.2 化学功能基分析
  - 5.2.3 结构取向与结晶分析
  - 5.2.4 形貌分析
  - 5.2.5 表面与界面分析

# 光子晶体导论

## 一、基本信息

课程代码	MATE130054				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Photonic Bandgap Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	电磁学				后续课程			
教学方式	PPT 教学以及课堂板书				考核方式	平时作业 30%、考试成绩 70%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 自编讲义 (PPT、文献) <b>参考资料:</b> J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, Princeton University Press (2008).							
大纲提供者	胡新华							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

让学生对光子晶体基本理论、进展及其相关领域有一定了解。

### 基本要求:

学习过电磁学的大二、大三或者大四学生, 可以选修这门课程。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

课程主要介绍光子晶体基本概念、光子晶体基本理论、光子晶体中的新现象和效应、光子晶体的制备及应用

第 1-4 周: 第一章: 光子晶体简介

介绍光子能带图、光子禁带、缺陷态、光波导等概念和应用

第 5 周: 2. 一维光子晶体: 传输矩阵方法

第 6 周: 3. 二维光子晶体: 平面波方法

第 7 周: 4. 三维光子晶体: 平面波方法

第 8-9 周: 5. 光子晶体的制备

第 10-11 周: 6. 光子晶体光纤

第 12-13 周: 7. 生物界中的光子晶体

第 14-15 周: 8. 专题一: 负折射

第 16-17 周：9. 专题二：表面等离子体纳米光学  
第 18 周：课堂测试

# 光电材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130077				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Opto-electronic Materials									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	近代物理 A、真空物理与技术				后续课程	薄膜材料与器件、光电技术与器件				
教学方式	课堂讲课, PPT 结合图片和相关视频等。				考核方式	期末考试 50%、课堂讨论 30%、出勤 20%				
教材和参考资料	1. 周馨我 功能材料学 北京理工大学出版社 2002 年 1 月 2. (美) 施敏 (S.M.Sze) 主编; 刘晓彦等译 现代半导体器件物理 科学出版社 2002 年 7 月 3. 侯宏录 光电子材料与器件 国防工业出版社 2012 年 2 月 4. 黄章勇 光电子器件和组件 北京邮电大学出版社 2003 年 5 月 5. 王庆有 光电技术 电子工业出版社 2008 年 6 月									
大纲提供者	莫晓亮									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

了解掌握利用太阳电池、发光器件等材料 and 器件的基本原理以及相应的制备方法。为同学们今后从事光电子技术、器件研究和开发及理解新型光电子器件打下基础。丰富学生的知识、拓展视野、从而提高就业竞争力。

### 基本要求:

学生理解和掌握各类太阳能电池、二次电池、燃料电池以及各类电功能、光电、介电功能材料的原理, 常见材料, 器件的组成和原理等。了解各种光电材料在生产生活中的应用。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

周次	内 容	形式	学时
第一周	光电材料绪论	讲授	2
第二周	太阳电池基本原理	讲授	2
第三周	晶硅太阳电池	讲授	2
第四周	薄膜太阳电池 (1)	讲授	2
第五周	薄膜太阳电池 (2)	讲授	2

第六周	染料敏化太阳电池	讲授	2
第七周	二次电池材料概述	讲授	2
第八周	铅酸、镍镉、镍氢电池材料	讲授	2
第九周	锂离子电池材料	讲授	2
第十周	燃料电池	讲授	2
第十一周	电功能材料	讲授	2
第十二周	超导材料	讲授	2
第十三周	介电、铁电材料	讲授	2
第十四周	光电显示材料	讲授	2
第十五周	信息存储材料	讲授	2
第十六周	考试	考试	2
第十七周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2
第十八周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2

# 有机半导体材料与器件概论

## 一、基本信息

课程代码	MATE130080				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Outline of Organic Semiconductor Materials and Devices							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理, 半导体物理或者固体物理				后续课程	有机电子学		
教学方式	讲授、参观、演示等				考核方式	平时成绩 30%、期末闭卷笔试 70%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 黄春辉, 李富友, 黄维; 有机电致发光材料与器件导论; 复旦大学出版社; 2005 年 3 月 <b>参考资料:</b> 马丁·波普著 钱人元译, 有机晶体中的电子过程, 上海科学技术出版社 1987 年 10 月							
大纲提供者	钟高余							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学, 帮助学生掌握有机半导体材料与器件的基本知识, 为将来从事相关的科学研究和技术开发工作打下坚实的基础。

### 基本要求:

了解和掌握一些基本的概念和原理, 例如发光, 激子, 能带, 理解有机半导体材料的结构, 以及一些有机和无机半导体的发光和导电模型和内在机理。了解有机半导体材料的学科发展现状和一些典型应用。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

1 有机半导体材料和器件的发展简史、2 有机半导体材料的基本结构和常用材料、3 有机半导体材料的光电特性与机械特性、4 有机半导体材料中的光电过程、5 有机电致发光器件的结构及基本原理、6 有机太阳能电池的结构及基本原理、7 有机薄膜晶体管的结构与基本原理、8 其它有机半导体器件的基本结构及原理。

周次	内容	形式	学时
第一周	有机半导体材料和器件的发展简史	讲授	2

第二周	有机半导体材料的基本结构和常用材料	讲授	2
第三周	有机半导体材料的基本结构和常用材料	讲授	2
第四周	有机半导体材料的光电特性与机械特性	讲授	2
第五周	有机半导体材料中的光电过程	讲授	2
第六周	有机半导体材料中的光电过程	讲授	2
第七周	有机半导体材料中的光电过程	讲授	2
第八周	有机半导体材料中的光电过程	讲授	2
第九周	有机电致发光器件的结构及基本原理	讲授参观	2
第十周	有机电致发光器件的结构及基本原理	讲授参观	2
第十一周	有机太阳能电池的结构及基本原理	讲授	2
第十二周	有机太阳能电池的结构及基本原理	讲授	2
第十三周	有机薄膜晶体管的结构与基本原理	讲授	2
第十四周	有机薄膜晶体管的结构与基本原理	讲授	2
第十五周	其它有机半导体器件的基本结构及原理	讲授	2
第十六周	考试：平时成绩 30 分，期末笔试占 70 分	考试	2
第十七周	对教学情况与学生交流沟通并反馈	交流	2
第十八周	对教学情况与学生交流沟通并反馈	交流	2

# 电子材料的化学处理

## 一、基本信息

课程代码	MATE130081				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Chemical processing of electronic materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学基础、普通化学、大学物理				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	考勤（5%）、作业（10%）、课堂表现（5%）、期中布置课程论文（30%）和期末开卷考试（50%）		
教材和参考资料	1. 刘玉玲 微电子化学技术基础 化学工业出版社 2005 2. 李家值 半导体化学原理 科学出版社 1983 3. 张厥宗 硅单晶抛光片的加工技术 化学工业出版社 2005 4. 刘汉诚 电子制造技术 化学工业出版社 2005 5. 黄汉尧 半导体器件工艺原理 国防工业出版社 1980							
大纲提供者	俞宏坤							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程设计为材料物理专业本科生的选修课,教学目的为给学习过材料科学基本理论课程的本科生,提供进行电子材料和器件加工工程研究所需要的相应物理化学基础知识。通过本课程的教学,要求学生能够掌握电子材料和器件在加工制备过程中的基本化学工艺过程和工艺过程中的基本物理、化学原理;能综合运用本课程知识,阅读、分析各种电子制造新工艺,了解技术发展现状,让学生更加全面的感受高新技术在中国的发展情况,从书本走向实践,提高对问题的分析能力,提升学生创新创业意识。

### 基本要求:

要求选课学生预先学习:普通化学、大学物理、材料科学基础。

要求选课学生必须准时上课,进行考勤,按时完成作业,按时参加考试。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

教学基本内容包括电子材料和器件制造加工过程中的化学处理技术及相关的化学原理。对电子材料及电子和光电器件在制造加工过程中涉及的多种加工工艺的基



本方法、设计原理和相关的鉴定方法进行系统介绍。介绍电子材料的提纯、清洗和成型工艺，以及器件制成工艺中涉及的化学处理工艺和基本化学原理。

#### 第1周

主要内容：绪论，微电子器件产业简介

学习目标：了解微电子产业的基本概况，半导体材料的特性，电子材料化学处理的意义

教学方法与活动：讲课

#### 第2周

主要内容：硅和硅片制备

学习目标：理解器件技术对硅材料的要求，高纯材料在化学上的特点、特殊要求和解决方案

教学方法与活动：讲课

#### 第3周

主要内容：半导体制造中的化学品

学习目标：理解电子材料机械加工与化学加工配合的目的和方法

教学方法与活动：讲课

#### 第4周

主要内容：硅片制造中的沾污控制

学习目标：理解硅片表面状态，固体表面净化的原理和处理原则

教学方法与活动：讲课和讨论

#### 第5周

主要内容：集成电路工艺概况

学习目标：理解集成电路工艺的基本原理和化学处理要求

教学方法与活动：讲课

#### 第6周

主要内容：氧化

学习目标：集成电路制造中的氧化工艺原理和方法

教学方法与活动：讲课

第7周

主要内容：化学气相沉积

学习目标：理解集成电路制造中的化学气相沉积工艺原理和技术

教学方法与活动：讲课

第8周

主要内容：金属化

学习目标：理解集成电路制造中的金属化工艺和技术

教学方法与活动：讲课

第9周

主要内容：光刻

学习目标：理解集成电路制造中的光刻技术和材料

教学方法与活动：讲课

第10周

主要内容：微电子器件氧化处理过程

学习目标：理解二氧化硅薄膜的各种制备方法

教学方法与活动：讲课和讨论

第11周

主要内容：蚀刻，离子注入

学习目标：理解集成电路制造中薄膜蚀刻，离子注入的原理和方法

教学方法与活动：讲课

第12周

主要内容：平坦化处理过程

学习目标：理解集成电路制造中，表面平坦化工艺的原理和方法

教学方法与活动：讲课和讨论

第13周

主要内容：装配与封装

学习目标：了解集成电路封装技术概况，封装技术的化学原理

教学方法与活动：讲课

第 14 周

主要内容：电镀与化学镀

学习目标：封装工艺和材料制造中常用的电镀和化学镀技术原理

教学方法与活动：讲课和讨论

第 15 周

主要内容：复习和答疑

学习目标：巩固课程教学内容

教学方法与活动：讲课，讨论，问答

第 16 周

主要内容：考试

学习目标：检查教学效果

教学方法与活动：开卷考试

参阅资料： elearning 发布的课件

# 智能材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130087				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Intelligent materials									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	大学物理，材料科学导论				后续课程					
教学方式	采用线上、课上混合式教学模式，线上教学占教学量 50%，课堂教学占教学量 50%。线上教学重在基础知识、概念的介绍，可通过复旦大学在线教育中心网站 <a href="http://fudan.mooc.chaoxing.com/">http://fudan.mooc.chaoxing.com/</a> ，或手机“学习通”APP 访问学习。课上教学重在培养灵活运用所学知识分析问题、解决问题的能力，主要有材料实例展示，解析，讨论环节组成。				考核方式	平时成绩 40%，期末考试成绩 60%；平时成绩主要有线上学习完整度（网络自动统计），课堂讨论参与度，出勤。期末考试成绩为卷面分。				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 智能材料与结构系统，张光磊，北京大学出版社，2010；</li> <li>2. 功能与智能材料：结构演化与结构分析，王中林，科学出版社，2002；</li> <li>3. 智能材料，姚康德，成国，化学工业出版社，2002；</li> <li>4. 智能材料系统与结构，杜善义，科学出版社，2001；</li> <li>5. Smart materials, Schwartz, Mel M., 科学出版社，2009.</li> </ol>									
大纲提供者	郭艳辉									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

课程旨在增进学生对智能材料结构、原理、应用和设计一般规律的认识，使具有选用智能材料构建一般环境响应结构的创新能力。

### 基本要求：

理解智能材料概念、组成、分类，智能材料与仿生关系，了解智能变色材料、智能形状记忆材料，智能流变材料与智能伸缩材料的组成、结构、原理与应用。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

智能材料，是一种能感知外部刺激、进行判断并适当处理，且具有一定执行能力的新型功能材料，是材料科学最活跃和最先进的发展方向之一。本课程从基本概念、基本理论和应用技能等方面介绍智能材料的相关知识，并重点讲解智能变色材料、智能形状记忆材料，智能流变材料，智能伸缩材料等相关内容。

#### 第一章 绪论 (1-2 学时，课上教学)

知识点：智能材料的概念与范畴，智能材料的分类及特点。

#### 第二章 智能材料与仿生 (3-6 学时)

知识点：智能材料的设计思路，智能效应的基本原理，智能材料与仿生学的关联，智能材料的基本制造方法；

第 3-4 学时，线上教学,观看教学视频，包括智能材料概念，智能材料设计与仿生，完成习题与讨论；

第 5-6 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

#### 第三章 智能变色材料 (7-12 学时)

知识点：显色的光学及材料学原理，光致变色、热致变色、电致变色、压致变色材料的组成、结构与工作原理，智能变色材料的应用。

第 7-8 学时，线上教学,观看教学视频，显色光学原理，光致变色、热致变色内容，完成习题与讨论；

第 9-10 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 11-12 学时，线上教学,观看教学视频，电致变色，压致变色内容，变色材料应用，形状记忆材料基础，完成习题与讨论；

#### 第四章 智能形状记忆材料 (13-20 学时)

知识点：形状记忆效应定义及分类，形状记忆材料概念及分类，形状记忆合金、高分子、陶瓷的组成、结构，性能与工作原理，形状记忆材料的应用。

第 13-14 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 15-16 学时，线上教学,观看教学视频，形状记忆合金，陶瓷，形状记忆高分

子材料，基础内容，完成习题与讨论；

第 17-18 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 19-20 学时，线上教学,观看教学视频，形状记忆材料应用及流变学基础，完成习题与讨论；

第五章 智能流变材料 (21-26 学时)

知识点：流变学、电介质基本知识，电流变液与磁流变液的组成、结构与工作原理，电流变液与磁流变液的应用。

第 21-22 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 23-24 学时，线上教学,观看教学视频，电流变液，磁流变液内容，完成习题与讨论；

第 25-26 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第六章 智能伸缩材料 (27-34 学时)

知识点：磁致伸缩材料，电致伸缩材料的组成、结构、性能与工作原理，磁致伸缩材料，电致伸缩材料的应用。

第 27-28 学时，线上教学，电致伸缩、磁致伸缩材料基本概念，电致伸缩材料组成、结构与原理，完成习题与讨论；

第 29-30 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 31-32 学时，线上教学，磁致伸缩材料组成、结构与原理，智能伸缩材料应用，完成习题与讨论；

第 32-34 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论。

考试 35-36 学时，随堂考试。

# 有机光电材料与器件

## 一、基本信息

课程代码	MATE130098				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	<b>Organic Optoelectronic Materials and Devices</b>									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程					后续课程					
教学方式	讲授为主				考核方式	期末考试：60%，平时成绩：40%。				
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1.自编讲义课件 2.刘云圻主编，有机纳米与分子器件（上下册），科学出版社，2010 年 <b>参考资料：</b> 1.华彤文、陈景祖等编著，普通化学原理（第 3 版），北京大学出版社，2005 年 2.申泮文主编，近代化学导论（上、下册），高等教育出版社，2002 年									
大纲提供者	赵岩 陆雪峰									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

有机光电功能材料是有机化学与光电功能器件相结合的一门交叉学科，通过本课程的学习熟悉有机光电材料的合成方法及策略，了解有机发光二极管、染料敏化 / 钙钛矿太阳能电池、有机薄膜太阳能电池和场效应晶体管等能源相关器件的工作 原理、研究现状、发展趋势以及制备加工方法，培养学生科学思维的能力。

### 基本要求：

要求学生熟悉和掌握有机新能源相关器件的工作原理、研究现状与发展趋势。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

本课程是材料科学系本科学生的一门专业选修课程，主要内容包括：有机发光二极管、染料敏化/钙钛矿太阳能电池、有机薄膜太阳能电池、有机场效应晶体管等器件的基本工作原理、加工方法、活性层材料的设计合成原理以及常见的表征手段。

第 1-8 周，授课老师：赵岩 第 1 周：绪论：什么是有机光电材料与器件；有

机光电材料的基本特征与属性；

有机光电器件的功能与分类（有机发光二极管，有机太阳能电池、有机热电器件、有机场效应晶体管）；有机光电器件的研究现状、应用现状与发展趋势。

第 2 周：有机场效应晶体管。有机场效应晶体管的发现；有机场效应晶体管的器件结构与工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机场效应晶体管等研究与应用现状。

第 3 周：p-型材料的设计原理、合成与制备。有机小分子 p-型材料和聚合物 p-型材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 4 周：n-型材料的设计原理、合成与制备。有机小分子 n-型材料和聚合物 n-型材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 5 周：双极性材料的设计原理、合成与制备。传统有机闭壳双极性材料和新型的有机自由基双极性材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 6 周：有机光电功能器件的共性。有机光电功能器件核心问题（能级、载流子注入及传输）；各功能器件的共性讨论；其他功能器件及多功能器件（传感器、发光场效应晶体管等）。

第 7 周：有机光电功能材料的常见加工方法。气相沉积法（热蒸镀、电子束蒸镀、分子束外延）；溶液法（旋涂、滴涂、喷墨打印、电喷印）；其他加工方法（单晶、熔融法）。

第 8 周：有机光电器件等常见表征方法及仪器。电学表征（I-V 曲线、J-V 曲线、输出曲线、转移曲线）；光学表征（吸收光谱、发光光谱）；材料聚集态结构表征（SEM、TEM、GIXRD）

第 9-16 周，授课老师：陆雪峰

第 9 周：有机发光二极管。有机发光二极管器件的发现及基本工作原理；有机发



光二极管的常见结构与特点；器件基本性能参数与评价方式；有机发光二极管的研究与应用现状。

第 10 周：有机小分子发光材料的设计原理和合成方法，有机小分子发光材料的实例分析（白光，蓝光，红光等）、研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-发光性能之间的关系。

第 11 周：聚合物发光材料的设计原理和合成方法，聚合物发光材料的实例分析（白光，蓝光，红光等），了解研究现状和发展趋势，理解分子结构-聚集态-发光性能之间的关系。

第 12 周：有机太阳能电池。有机太阳能电池的器件结构与基本工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机太阳能电池的研究与应用现状。

第 13 周：基于染料敏化/钙钛矿太阳能电池的光敏染料的设计原理、合成与制备。

D- $\pi$ -A 型和 D-A- $\pi$ -A 型有机光敏染料分子的研究现状和发展趋势；分子结构与光伏性能之间的关系。

第 14 周：有机薄膜太阳能电池的给体材料和受体材料的设计原理、合成与制备。

聚合物给体材料、聚合物受体材料和小分子受体材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构与光伏性能之间的关系。

第 15 周：有机热电器件。有机热电器件结构与基本工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机热电器件的研究与应用现状。

第 16 周：有机 p-型热电材料和 n-型热电材料的设计原理和合成方法，p-型热电

材料和 n-型热电材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构与热电性能之间的关系。

第 17 和 18 周：考试周（论文报告），授课老师：赵岩，陆雪峰

# 太阳能电池器件物理

## 一、基本信息

课程代码	MATE130099				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Opto-electronic Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	近代物理 A、真空物理与技术				后续课程	薄膜材料与器件、光电技术与器件		
教学方式	课堂讲课, PPT 结合图片和相关视频等。				考核方式	平时作业 (20%) + 期中 presentation (30%) + 期末考试 (50%)		
教材和参考资料	1. 周馨我 功能材料学 北京理工大学出版社 2002 年 1 月 2. (美) 施敏 (S.M.Sze) 主编; 刘晓彦等译 现代半导体器件物理 科学出版社 2002 年 7 月 3. 侯宏录 光电子材料与器件 国防工业出版社 2012 年 2 月 4. 黄章勇 光电子器件和组件 北京邮电大学出版社 2003 年 5 月 5. 王庆有 光电技术 电子工业出版社 2008 年 6 月							
大纲提供者	莫晓亮							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

了解、掌握利用太阳电池、发光器件等材料和器件的基本原理以及相应的制备方法。为同学们今后从事光电子技术、器件研究和开发及理解新型光电子器件打下基础。丰富学生的知识、拓展视野、从而提高就业竞争力。

### 基本要求:

学生理解和掌握各类太阳能电池、二次电池、燃料电池以及各类电功能、光电、介电功能材料的原理, 常见材料, 器件的组成和原理等。了解各种光电材料在生产生活中的应用。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

周次	内 容	形式	学时
第一周	光电材料绪论	讲授	2
第二周	太阳电池基本原理	讲授	2
第三周	晶硅太阳电池	讲授	2
第四周	薄膜太阳电池 (1)	讲授	2
第五周	薄膜太阳电池 (2)	讲授	2
第六周	染料敏化太阳电池	讲授	2

第七周	二次电池材料概述	讲授	2
第八周	铅酸、镍镉、镍氢电池材料	讲授	2
第九周	锂离子电池材料	讲授	2
第十周	燃料电池	讲授	2
第十一周	电功能材料	讲授	2
第十二周	超导材料	讲授	2
第十三周	介电、铁电材料	讲授	2
第十四周	光电显示材料	讲授	2
第十五周	信息存储材料	讲授	2
第十六周	考试	考试	2
第十七周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2
第十八周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2

## 5.5.2. 功能聚合物模块

### 材料失效分析

#### 一、基本信息

课程代码	MATE130025				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Materials Failure Analysis									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页	课程网址: <a href="http://jpkcmake.fudan.edu.cn/d201339/main.psp">http://jpkcmake.fudan.edu.cn/d201339/main.psp</a>									
预修课程	普通物理、普通化学、高等数学、材料科学基础				后续课程	专业基础课、专业选修课				
教学方式	研讨型课程				考核方式	平时成绩 30%、读书报告 30%、PPT 介绍 40%				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C. R. Brooks &amp; A. Choudhury, Failure Analysis of Engineering Materials, McGraw-Hill, 2002</li> <li>2. 钟群鹏主编, 材料失效诊断、预测和预防, 中南大学出版社, 2009</li> <li>3. 张栋等编著, 失效分析, 国防工业出版社, 2005</li> <li>4. ASM Handbook, Failure Analysis and Prevention, 10th Ed., Vol.11, ASM Int., 2002</li> <li>5. Zhen-Guo Yang &amp; Yi Gong, Chapter 16: Failure analysis of heat exchanger tubes in petrochemical industry, in Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from Oil and Gas Industries, Elsevier, 2016, pp329-352</li> <li>6. E. S. Greenhalgh, Failure and Fractography of Polymer Composites, 2009</li> <li>7. Vishu Shah, Handbook of Plastics Testing and Failure Analysis, 3rd edition, John Wiley &amp; Sons Inc., 2007</li> <li>8. Puligandla Viswanadham, Failure Modes and Mechanisms in Electronics Packages, Chapman &amp; Hall, 1998</li> <li>9. Lawrence C. Wagner, Failure Analysis of Integrated Circuits, Kluwer Academic Publishers, 1999</li> <li>10. EDFAS, Microelectronics Failure Analysis, ASM International, 2004</li> </ol>									
大纲提供者	杨振国									

#### 二、教学目的和基本要求

材料失效分析是为查明材料失效原因并采取措施防止同类事故再发生而开展的一切技术活动。它是一门不断发展的、多学科交叉的综合性学科，在材料研究、安全生产、事故分析和社会发展等方面具有重要的价值和作用，尤其对基础材料的制备、新材料的研发、新产品的开发、结构的完整性分析、事故的责任认定、事件的预防预测等有着明显的科学和工程意义。本课程分为理论和应用二部分。理论部分主要介绍材料失效分析的基本概念、基础理论和表征分析方法，应用部分主要涉及重大工程材料的典型失效案例分析。课程特别强调理论与实际相结合，精选出二十多个重大工程失效案例进行示范性分析，通过案例讲解和课堂讨论，培养和训练学生的学习能力、创新能力、知识运用能力、动手能力和表述能力，增强探究能力、分析能力和综合能力，为学生如何解决工程中的实际问题提供扎实的基础知识和分析方法。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程共有 36 学时， 教学内容及进度安排如下：

第一章 材料失效分析概论 4 学时

第二章 材料的断裂失效形式与机理 2 学时

第三章 材料的腐蚀失效形式与机理 2 学时

第四章 材料的磨损失效形式与机理 2 学时

第五章 材料表征分析方法 2 学时

第六章 重大设备的失效分析 24 学时

# 功能高分子材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130049				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Functional Polymer Materials								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程	有机化学、高分子材料化学				后续课程	高分子材料结构与性能			
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩 30%、期末考试 70%			
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1.赵文元 主编 《功能高分子材料》 化学工业出版社 2008 <b>参考资料：</b> 1.马建标主编 《功能高分子材料》 化学工业出版社 2000 2.何天白、胡汉杰主编 《功能高分子与新技术》 化学工业出版社 2000								
大纲提供者	韦嘉								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的学习，帮助学生了解国内外功能高分子研究的概貌以及相应的高新技术前景。帮助学生拓展知识面，形成多种专业知识的交叉，为其进一步从事科学研究或生产实际提供必要的基础知识。

### 基本要求：

学生能够掌握各类功能高分子材料的基本要求和基本特点，了解常用材料的结构、性能、设计原理以及研究和使用的现状，并能运用所学知识正确地分析和处理各类相关问题。学生出勤率达 90%以上。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

对研究较为深入、应用较为广泛的反应型高分子材料、高分子吸附剂、高分子功能膜材料、高分子液晶材料、医用高分子材料、导电高分子材料、电活性高分子材料、光敏高分子材料、智能高分子与高分子凝胶等几大类功能高分子材料进行介绍，并阐述其结构、性能、制造方法和应用领域。

第一周（2学时）：第一章 功能高分子材料总论：第一节到第三节

第二周（2学时）：第一章 功能高分子材料总论：第四节到第五节

第三周 (2 学时): 第二章 反应型功能高分子材料:第一节到第二节  
第四周 (2 学时): 第二章 反应型功能高分子材料:第三节到第五节  
第五周 (2 学时): 第三章 高分子吸附剂: 第一节到第二节  
第六周 (2 学时): 第三章 高分子吸附剂: 第三节到第五节  
第七周 (2 学时): 第四章 高分子功能膜材料: 第一节到第二节  
第八周 (2 学时): 第四章 高分子功能膜材料: 第三节到第四节  
第九周 (2 学时): 第五章 高分子液晶材料: 第一节到第二节  
第十周 (2 学时): 第五章 高分子液晶材料: 第三节到第四节  
第十一周 (2 学时): 第六章 医用高分子材料: 第一节到第二节  
第十二周 (2 学时): 第六章 医用高分子材料: 第三节到第四节  
第十三周 (2 学时): 第七章 光敏高分子材料: 第一节到第三节  
第十四周 (2 学时): 第七章 光敏高分子材料: 第四节到第八节  
第十五周 (2 学时): 第八章 智能高分子与高分子凝胶: 第一节到第二节  
第十六周 (2 学时): 考试  
第十七周、第十八周 (4 学时): 对教学情况与学生交流沟通并反馈

# 材料科学前沿讲座

## 一、基本信息

课程代码	MATE130052				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Frontiers in Materials Science							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论, 普通物理, 大学化学				后续课程	半导体物理与器件		
教学方式	课堂讲授 (全英文)				考核方式	平时成绩+期末考试		
教材和参考资料	A. K. Shukla, Bulletin of Materials Science, Academy of Sciences: 1979-2012. B. Raj, Frontiers in Materials Science. Universities Press: 2007-2012.							
大纲提供者	梁子骐							

## 二、教学目的和基本要求

本课程旨在让学生了解当代材料科学与工程专业领域的学科前沿及发展趋势, 拓宽学生的知识面, 提高对未来研究工作的适应性, 初步培养学生把握科学研究动态的能力。本课程特别结合目前材料科学系的研究领域, 使学生初步了解系里的研究状况和研究实力, 为将来进入本科毕业论文设计和研究生学习环节做铺垫。

希望学生通过本课程的学习了解光电材料、微电子材料、能源材料、及生物材料等的最新发展动态, 拓宽视野, 激发兴趣, 然后用于今后的科研工作中。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

引言—走近材料科学

**第一章 光电材料**

1.1 光电材料基础

1.2 光伏材料

1.3 发光二极管材料

1.4 场效应晶体管材料

1.5 传感材料

1.6 压电材料

1.7 电荷与光子的输运研究

**第二章 微电子材料**

2.1 微电子材料基础

2.2 光刻胶材料及应用



- 2.3 低介电材料与封装应用
- 2.4 高介电材料与电荷存储应用

### **第三章 能源材料**

- 3.1 新能源材料的分类与综述
- 3.2 电池材料
- 3.3 超级电容器材料
- 3.4 热电材料
- 3.5 储氢材料

### **第四章 生物材料**

- 4.1 生物医学材料的简介
- 4.2 金属基生物医学材料
- 4.3 陶瓷基生物医学材料
- 4.4 生物医用高分子材料
- 4.5 生物材料的最新应用进展

### **第五章 材料的合成与表征**

- 5.1 材料的合成与制备
  - 5.1.1 纳米材料的制备
  - 5.1.2 陶瓷材料的制备
  - 5.1.3 复合材料的制备
  - 5.1.4 薄膜材料的制备
- 5.2 材料的表征
  - 5.2.1 元素成分分析
  - 5.2.2 化学功能基分析
  - 5.2.3 结构取向与结晶分析
  - 5.2.4 形貌分析
  - 5.2.5 表面与界面分析

# 复合材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130082				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Composite Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论, 材料结构与性能, 高分子化学				后续课程	材料制备与加工		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩 30%、期末开卷笔试 70%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1.肖光光等合编 《复合材料》 化学工业出版社 2016.08 <b>参考资料:</b> 1.王荣国等合编 《复合材料概论》 哈尔滨工业大学出版社 2015.06 2.王振清等合编 《先进复合材料研究进展》 哈尔滨工程大学出版社 2014.08 3.胡保全等合编 《先进复合材料》第2版 国防工业出版社 2013.05 4.黄丽等合编 《聚合物复合材料》第2版 中国轻工业出版社 2012.01							
大纲提供者	于志强							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程作为专业选修课,从复合材料专业的角度对复合材料的发展历程、基本特性、制备方法、工程应用等方面进行讲授。通过较系统的专业学习,使学生对复合材料的组织、性能及制备方法有一定的了解和掌握,对复合材料的形成机制有更深刻的认识。

### 基本要求:

选课学生应具有《材料科学导论》、《高分子化学》等专业基础或专业课相关知识。要求学生上课认真听讲,积极参与课堂讨论和问题回答,学期到课率不得低于授课总学时的 3/4。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

复合材料的基本概念、组成、特点及设计原理;树脂基、金属基、陶瓷基、碳基及混凝土基复合材料的制备方法及应用。

### 第一周:第一章:复合材料概论

#### 1.1 综述

#### 1.2 复合材料的概念

1.3 复合材料命名和分类

**第二周:** 1.4 复合材料的特性

1.5 复合材料的发展方向

**第三周:** 第二章: 复合材料的增强体

2.1 概述

2.2 玻璃纤维

2.3 碳纤维

**第四周:** 2.4 硼纤维

2.5 碳化硅纤维

2.6 氧化铝纤维

**第五周:** 2.7 晶须

2.8 有机纤维

2.9 颗粒增强材料

2.10 碳纳米管增强材料

**第六周:** 第三章: 复合材料基体

3.1 概述

3.2 聚合物基体

3.2.1 热固性树脂基体

3.2.2 热塑性树脂基体

**第七周:** 3.3 金属基体

3.4 陶瓷基体

3.5 碳基体

3.6 混凝土/水泥基体

**第八周:** 第四章: 复合材料界面

4.1 概念

4.2 复合材料界面设计原则

4.3 复合材料界面理论

**第九周:** 4.4 复合材料界面表征

4.5 增强材料表面处理及界面改性

4.6 混合定律

**第十周:** 第五章: 复合材料设计原理

5.1 概述

5.2 复合材料可设计性

5.3 复合材料设计目标和设计类型

5.4 复合材料设计的基本思想

**第十一周:** 第六章: 聚合物基复合材料

6.1 树脂基复合材料的制造技术

6.2 树脂基复合材料性能特点

6.3 聚合物基复合材料应用

**第十二周:** 第七章: 金属基复合材料

7.1 概述

7.2 金属基复合材料制备技术

7.3 金属基复合材料性能

7.3.1 铝基复合材料

7.3.2 镁基复合材料

7.3.3 钛基复合材料

7.3.4 铜基复合材料

7.3.5 镍基复合材料

7.4 金属基复合材料的应用

**第十三周：** 第八章：陶瓷基复合材料

8.1 陶瓷基复合材料分类

8.1.1 连续纤维增强陶瓷基复合材料

8.1.2 短纤维、晶须增韧陶瓷基复合材料

8.1.3 颗粒增韧

8.2 陶瓷基复合材料的成型加工技术

8.3 陶瓷基复合材料的应用

**第十四周：** 第九章：碳/碳复合材料

9.1 概况

9.2 C/C 复合材料的制备工艺

9.3 C/C 复合材料性能与应用

**第十五周：** 第十章：混凝土/水泥基复合材料

10.1 概况

10.2 混凝土基纤维复合材料的组成材料

10.3 混凝土基纤维复合材料制备工艺

10.4 混凝土基纤维复合材料性能与应用

**第十六周：** 考试

# 聚合物材料研究方法

## 一、基本信息

课程代码	MATE130084				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Investigation Methods of Polymer materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	有机化学、高分子材料化学				后续课程	高分子材料结构与性能		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩加期末考试		
教材和参考资料	<b>参考资料:</b> 1.《高分子研究方法》董炎明主编 2.《聚合物近代仪器分析》样睿、周啸主编 3.《聚合物材料表征与测试》杨万泰							
大纲提供者	韦嘉							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

学生在掌握无机化学、有机化学、分析化学和物理化学、高分子化学基础上,学习和掌握高分子材料研究方法的理论与实践,为学好高分子专业其他的后续课和将来的工作打下坚实的基础。同时进一步培养学生分析问题,研究问题和解决问题能力,培养学生的创新精神和自学能力。帮助学生拓展知识面,形成多种专业知识的交叉,为其进一步从事科学研究或生产实际提供必要的基础知识。

### 基本要求:

学习高分子材料研究方法理论与实践,了解和掌握高分子材料研究方法的实施方法,同时对高分子学科的新知识、新技术、新进展做一些了解与掌握。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 第一章 绪论

- 1.1 高聚物近代仪器分析方法的研究对象:聚合的结构特点
- 1.2 高聚物近代仪器分析方法所用仪器简介

### 第二章 红外光谱在聚合物分析中的应用

- 2.1 红外光谱的特点和常用聚合物的红外谱图分析
- 2.2 偏振红外光谱原理及在聚合物结构分析中的应用
- 2.3 衰减全反射分析技术

2.4 近红外光谱分析技术

第三章 差热分析法和差示扫描量热法

3.1 热分析的定义与分类

3.2 差热分析和示差扫描量热分析基本原理

3.3 仪器及实验技术：试样制备与参比物的选择、温度和灵敏度的校正、主要影响因素

3.4 DTA / DSC 在 高分子材料领域的应用：玻璃化转变的测定、熔点和熔融焓、聚合物的化学转变的研究、热容测定

3.5 示差扫描量热分析的发展：Hyper DSC，调制 DSC 技术

第四章 聚合物的热重分析法

4.1 热重分析（TGA）的基本原理与装置

4.2 TGA 的实验技术

4.3 TGA 在 聚合物研究中的应用：比较不同高聚物的相对热稳定性、研究高分子材料的热性质、高分子材料中的添加剂、高分子材料的组成、高分子材料的共聚和共混、研究热固树脂的固化

4.4 与 TGA 的同步测量

第五章 热机械分析仪（TMA）

5.1 TMA 的实验技术

5.2 TMA 在 高分子材料中的应用：热膨胀系数的测定、软化行为的研究等

第六章 动态力学分析（DMA）

6.1 高分子材料的粘弹行为与动态学测定的原理

6.2 DMA 在 高分子材料中的应用：测定玻璃化转变及次级转变、研究均聚物、共聚物以及共混物的结构、聚合物的结晶和取向、聚合物的交联和固化、聚合物的耐热性和抗冲击性、聚合物的老化、聚合物的吸音和阻尼特性。

第七章 聚合物分子量测定的绝对方法

7.1 端基分析法

7.2 稀溶液的依数性：沸点升高、冰点下降法、膜渗透压法、气相渗透法

7.3 光散射方法

第八章 聚合物分子量测定的相对方法

8.1 黏均分子量的测定—黏度法

8.2 凝胶渗透色谱法

## 精细化工工艺学

### 一、基本信息

课程代码	MATE130083				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Fine Chemical Engineering Technology							
课程类别	专业进阶课程							

课程主页			
预修课程	分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学	后续课程	
教学方式	课堂讲授为主，教学中穿插有学生的课程讨论，另安排五个实验动手环节。	考核方式	平时成绩 30%(课堂讨论 15%+出勤 15%)、闭卷考试 70%
教材和参考资料	1. 精细化工产品工艺学，李和平，化学工业出版社，2016 年 2. 精细化学品化学(第二版)，周立国、段洪东、刘伟，化学工业出版社，2014 年 3. 精细化工概论(第二版)，黄肖容、徐卡秋，化学工业出版社，2015 年 4. 精细化工工艺学(第三版)，宋启煌、王飞镝，化学工业出版社，2013 年 5. 现代精细化工生产工艺流程图解，李和平，化学工业出版社，2014 年		
大纲提供者	顾广新		

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的学习，使学生掌握精细化工的基本原理和知识、精细化工的发展重点及相关内容，对于精细化工产品的合成方法、生产工艺及流程、生产过程及设备等有系统的认识和了解，并能运用所学知识分析和解决相关的精细化工工艺学问题。要求学生掌握对常规精细化工产品工艺的基本原理理解为重点，同时通过几次实验，让学生学会精细化学品的制备方法、生产工艺和应用，为其进一步从事材料科学研究或生产实际提供必要的基础知识。

### 基本要求:

本课程的教学环节包括课堂教学、学生自学、课堂讨论、学生实验和期末考试。通过对精细化工的合成方法、基本原理的介绍和训练，要求学生掌握和了解精细化工的主要研究方向和本学科的发展重点，掌握精细化工工艺学的基础，拓宽学生的知识面，增强其地理思考的能力。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

包括精细化工工艺学概述、精细化工基本原理、精细化工工艺过程及设备、精细化工合成方法、表面活性剂、香料与香精、化妆品、食品添加剂、胶黏剂、涂料、功能高分子、电子信息化学品、农药、医药中间体、精细化工发展新动向等。

第一周：精细化工基本概论(包括：化工产品的分类、化工与精细化工的区别、精细化工的定义及分类、精细化工的特点等)

第二周：香料与香精(包括：香精与香料的分类、香精与香料的命名、香气的分类及强度、香精、天然香料、单离香料、半合成香料、合成香料等)

第三周：精细化工过程及设备(包括：精细化工过程、化工生产过程中经历的传递过程、精细化工设备、反应设备、搅拌设备、蒸馏设备、分离设备、烘干设备等、精细化工设备的应用、精细化工生产实例分析等)

第四周：实验——香料的分离和提纯（包括：分馏、精馏、萃取以及产物的分析）

第五周：饲料添加剂（包括：营养性添加剂、生产促进剂、饲料保健剂、其他饲料添加剂等）

第六周：精细化工新合成方法（包括：精细化工合成方法的特点、固相力化学合成方法、超声空化学合成方法、微波化学合成法等）

第七周：黏合剂（包括：黏合剂基本概述、黏合剂分类、合成树脂黏合剂、丙烯酸系黏合剂、功能与特种黏合剂等）

第八周：实验——粘合剂制备、性能测试 1（包括：粘合剂的制备和性能测试样的制备）

第九周：实验——粘合剂合成、性能测试 2（包括拉伸强度、剪切强度、耐水性、耐热性等的测试及分析）

第十周：功能与合成助剂（包括：助剂的基本概述、增塑剂、抗氧化剂、光稳定剂、热稳定剂、偶联剂、石油产品添加剂、纺织工业助剂、其他功能与合成助剂等）

第十一周：电子化学品、精细化工发展（包括：电子化学品概述、磨抛材料、光致刻蚀剂、高纯气体及金属有机化合物、高纯试剂、电子封装材料等）

第十二周：食品添加剂（包括：食品添加剂基本概述、食品保藏及保鲜剂、着色剂、护色剂、漂白剂、营养强化剂、其他食品添加剂等）

第十三周：涂料（包括：涂料的基本概述、涂料的分类及功能、着色涂料、乳液涂料、环保涂料等）

第十四周：实验——涂料制备、性能测试 1（包括：建筑涂料、防腐涂料等的制备及成膜）

第十五周：实验——涂料制备、性能测试 2（包括涂层附着力、硬度、机械性能、固含量、防腐性能等的测试及分析）

第十六周：考试

第十七周：对教学情况与学生交流沟通并反馈

第十八周：对教学情况与学生交流沟通并反馈



# 智能材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130087				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Intelligent materials								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程	大学物理，材料科学导论				后续课程				
教学方式	采用线上、课上混合式教学模式，线上教学占教学量 50%，课堂教学占教学量 50%。线上教学重在基础知识、概念的介绍，可通过复旦大学在线教育中心网站 <a href="http://fudan.mooc.chaoxing.com/">http://fudan.mooc.chaoxing.com/</a> ，或手机“学习通”APP 访问学习。课上教学重在培养灵活运用所学知识分析问题、解决问题的能力，主要有材料实例展示，解析，讨论环节组成。				考核方式	平时成绩 40%，期末考试成绩 60%；平时成绩主要有线上学习完整度（网络自动统计），课堂讨论参与度，出勤。期末考试成绩为卷面分。			
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 智能材料与结构系统，张光磊，北京大学出版社，2010；</li> <li>2. 功能与智能材料：结构演化与结构分析，王中林，科学出版社，2002；</li> <li>3. 智能材料，姚康德，成国，化学工业出版社，2002；</li> <li>4. 智能材料系统与结构，杜善义，科学出版社，2001；</li> <li>5. Smart materials, Schwartz, Mel M., 科学出版社，2009.</li> </ol>								
大纲提供者	郭艳辉								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

课程旨在增进学生对智能材料结构、原理、应用和设计一般规律的认识，使具有选用智能材料构建一般环境响应结构的创新能力。

### 基本要求：

理解解智能材料概念、组成、分类，智能材料与仿生关系，了解智能变色材料、智能形状记忆材料，智能流变材料与智能伸缩材料的组成、结构、原理与应用。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

智能材料，是一种能感知外部刺激、进行判断并适当处理，且具有一定执行能力的新型功能材料，是材料科学最活跃和最先进的发展方向之一。本课程从基本概念、基本理论和应用技能等方面介绍智能材料的相关知识，并重点讲解智能变色材料、智能形状记忆材料，智能流变材料，智能伸缩材料等相关内容。

#### 第一章 绪论 (1-2 学时，课上教学)

知识点：智能材料的概念与范畴，智能材料的分类及特点。

#### 第二章 智能材料与仿生 (3-6 学时)

知识点：智能材料的设计思路，智能效应的基本原理，智能材料与仿生学的关联，智能材料的基本制造方法；

第 3-4 学时，线上教学,观看教学视频，包括智能材料概念，智能材料设计与仿生，完成习题与讨论；

第 5-6 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

#### 第三章 智能变色材料 (7-12 学时)

知识点：显色的光学及材料学原理，光致变色、热致变色、电致变色、压致变色材料的组成、结构与工作原理，智能变色材料的应用。

第 7-8 学时，线上教学,观看教学视频，显色光学原理，光致变色、热致变色内容，完成习题与讨论；

第 9-10 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 11-12 学时，线上教学,观看教学视频，电致变色，压致变色内容，变色材料应用，形状记忆材料基础，完成习题与讨论；

#### 第四章 智能形状记忆材料 (13-20 学时)

知识点：形状记忆效应定义及分类，形状记忆材料概念及分类，形状记忆合金、高分子、陶瓷的组成、结构，性能与工作原理，形状记忆材料的应用。

第 13-14 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 15-16 学时，线上教学,观看教学视频，形状记忆合金，陶瓷，形状记忆高分子材料，基础内容，完成习题与讨论；

第 17-18 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 19-20 学时, 线上教学,观看教学视频, 形状记忆材料应用及流变学基础, 完成习题与讨论;

#### 第五章 智能流变材料 (21-26 学时)

知识点: 流变学、电介质基本知识, 电流变液与磁流变液的组成、结构与工作原理, 电流变液与磁流变液的应用。

第 21-22 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论;

第 23-24 学时, 线上教学,观看教学视频, 电流变液, 磁流变液内容, 完成习题与讨论;

第 25-26 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论;

#### 第六章 智能伸缩材料 (27-34 学时)

知识点: 磁致伸缩材料, 电致伸缩材料的组成、结构、性能与工作原理, 磁致伸缩材料, 电致伸缩材料的应用。

第 27-28 学时, 线上教学, 电致伸缩、磁致伸缩材料基本概念, 电致伸缩材料组成、结构与原理, 完成习题与讨论;

第 29-30 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论;

第 31-32 学时, 线上教学, 磁致伸缩材料组成、结构与原理, 智能伸缩材料应用, 完成习题与讨论;

第 32-34 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论。

考试 35-36 学时, 随堂考试。

## 材料与环境保护

### 一、基本信息

课程代码	MATE130088				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Materials & Environmental Protection								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									

预修课程	普通化学、高等数学、普通物理	后续课程	
教学方式	课堂讲授、案例分析、课程讨论结合	考核方式	70%期末考试、30%平时成绩（出勤+课堂讨论+课堂 PPT 等）
教材和参考资料	<b>教材：</b> 打印讲义-材料与环境保护 <b>参考资料：</b> 1. 环境材料导论，张剑波（作者），北京大学出版社，2008 年 12 月 2. 环境材料学(第 2 版)，翁端、冉锐、王蕾，清华大学出版社，2011 年 11 月 3. 绿色化工与清洁生产导论，赵德明，浙江大学出版社，2013 年 10 月 4. 环境材料概论，冯奇、马放、冯玉杰等，高等教育出版社，2010 年 8 月 5. 材料与环境：节能优选，阿诗笔（Michael.ASHBY）（作者）、张葵（译者），上海交通大学出版社，2016 年 6 月		
大纲提供者	游波		

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过这门课程的学习，有助于帮助学生了解材料合成、材料生产及材料应用过程中涉及到的环境保护基本概念，能够利用所学到的方法解决材料领域的实际环境保护问题，了解环境保护中的新材料应用。树立环保意识、拓展视野、改善知识结构。

### 基本要求：

通过本课程的学习，掌握材料生产与应用等领域的环境保护基本知识、环境保护中应用到的新材料基本知识等，为学生提供了跨学科的研究观点和研究成果，有利于在学习和工作中创新思路，解决材料科学的实际问题。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

《材料与环境保护》课程主要介绍环境保护基本概论、材料制备中的环境影响评价技术、材料制备及应用相关的大气污染与废气处理技术、水污染与废水处理技术、土壤污染与治理技术、固废、危废的分类、贮存管理及处理技术、材料的回收利用、清洁能源材料、可再生材料的制备技术、材料的清洁生产要求、材料在环境保护中的作用，材料在环境保护中的应用等内容。

第一周：概论（包括：环境基本概念、环境破坏的种类及特点、环境污染的种类及特点、环境保护基本概念等）

第二周：材料与环境（包括：材料的发展及分类、材料制备及应用过程对环境的影响、资源及能源的基本状况、材料与资源及能源的关系、材料的资源效率、环境材料与新材料、传统材料的关系等）

第三周：材料环境影响评价技术 1（包括：环境影响评价的基本概念、环境影响评价方法与技术等）

第四周：材料环境影响评价技术 2（包括：材料的环境影响评价、环境影响评价实例等）

第五周：环境材料 1（包括：纯天然材料、环境工程材料等）

第六周：环境材料 2（包括：环境净化材料、环境替代材料等）

第七周：材料的生态设计（材料的生态设计基本概念、可再生材料、材料的环境友好加工及

制备等)

第八周：大气污染与废气治理 1 (包括：大气污染分类及特点、大气污染防治法、空气和废气检测技术等)

第九周：大气污染与废气治理 2 (包括：大气污染治理的基本原理、大气污染治理中应用的材料、VOC 的危害及治理方法、大气污染治理的实例分析等)

第十周：水污染与废水治理 1 (包括：水污染分类及特点、水污染防治、纯水和废水检测技术等)

第十一周：水污染与废水治理 2 (包括：水污染治理的基本原理、水污染治理中应用的材料、厌氧处理和好氧处理技术简介、水污染治理的实例分析等)

第十二周：土壤污染与治理 (包括：土壤污染分类及特点、土壤污染防治、土壤污染治理的基本原理、土壤污染治理中应用的材料、土壤污染治理的实例分析等)

第十三周：固体污染物与治理 (包括：固体污染物分类及特点、危废与固废的区别、化工废弃物的分类及特点、固体污染物治理的基本原理、固体污染物污染治理中应用的材料、固体污染物治理的实例分析等)

第十四周：材料的清洁生产 (包括：废物最少化、减废技术、污染预防、清洁生产的提出、清洁生产基本概念、清洁生产过程、清洁生产的评价方法等)

第十五周：材料的清洁生产 (包括：清洁生产措施、清洁生产审核等)、期末答疑

第十六周： 考试

第十七周、第十八周：对教学情况与学生交流沟通并反馈

# 工程材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130089				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Engineering Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论				后续课程			
教学方式	1. 传统教学: 教师课堂讲授 2. 混合教学: 学生小组讨论及观看教学视频 3. 翻转课堂: 学生上台进行专题演讲				考核方式	闭卷考试 70%、平时成绩 30%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 朱张校, 姚可夫. 工程材料[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.2. <b>参考资料:</b> 1. 石德珂, 王红洁. 材料科学基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.8. 2. 沈莲. 机械工程材料[M]. 北京: 机械工业出版社, 2019.7. 3. 徐自立, 夏露. 工程材料[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2020.6. 4. 张彦华. 工程材料学[M]. 北京: 科学出版社, 2019.1.							
大纲提供者	龚崑							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

在学生已完成《材料科学导论》课程学习, 并掌握了材料科学与工程学科的基础理论和基本概念的前提下, 强调理论联系实际, 帮助学生熟悉在核电、火电、石化、化工、航空航天等传统支柱型工业常用的工程材料, 并通过阐释材料特性、服役环境、性能要求、老化机理、经济效益、解决对策等之间的相互关系, 使学生明确工程材料的正确设计对确保设备的结构完整性和可靠性起到的重要作用。最后通过讲述几起重大工程领域中实际发生的工程材料失效分析案例, 让学生直观体悟材料科学与材料工程、书本知识与工程实践间相辅相成的关系, 从而拓宽以理科见长的复旦大学本科生的工程视野。

### 基本要求:

建议预先学习《材料科学导论》, 掌握材料科学与工程学科的基础理论和基本概念。同时, 对工科感兴趣, 毕业后有志于在工程技术领域继续深造或从事相关工作。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排（按 32 学时共计 16 周，具体到每节课内容）：

首先阐释材料科学与材料工程的相互关系，明确材料工程在材料的设计、制造、加工、安装、维护等全寿命周期各个环节的重要作用。其次讲述金属、聚合物、陶瓷、复合材料等四类最常用的工程材料的理化性能和力学性能等宏观特性，及其与微观组织的相互关系。随后以核电、火电、石化、化工、航空航天等传统支柱型工业为例，介绍其中典型的工程材料，以及选材设计的基本原则和运行维护的常用手段。最后讲述几起重大工程领域中实际发生的工程材料失效分析案例，以作为课程实践的相关内容。本课程可视为《材料科学导论》等专业必修课的拓展，以及《材料失效分析》等专业选修课的预备，以帮助学生完善材料科学与工程学科的理论知识体系。

#### 第一章：绪论

第 1 节课：阐述材料科学与材料工程的区别和联系，引出工程材料是两者间的桥梁，既是材料科

学在材料工程的应用载体，又是材料工程反馈材料科学发展的媒介。

第 2 节课：简述我国工业发展现状以及“十三五”、“十四五”等发展规划，引出一个国家和社会

的经济发展所需的一些传统支柱型行业，如电力、钢铁、石化、化工、运输等及其特点。

#### 第二章：工程材料的结构与性能特点

第 3、4 节课：工程材料基本的理化与机械性能，及其对应的表征分析和测试方法，如强度、硬

度、冲击韧性、疲劳、高温蠕变等。

第 5、6 节课：复习常见的基础材料分类，包括金属、聚合物、陶瓷、复合材料，及其各自的性

能特点、典型应用场景、选材原则等。

#### 第三章：金属材料的组织与性能

第 7、8 节课：金属材料的显微组织及其对宏观性能的影响，如铁素体、奥氏体、马氏体等。

第 9、10 节课：金属材料的加工工艺及其对宏观性能的影响，如铸造、锻造等。

第 11、12 节课：金属材料的热处理工艺及其对宏观性能的影响，包括退火、正火、淬火、回火。

第 13、14 节课：金属材料的表面处理工艺及其对宏观性能的影响，如喷丸、喷砂、堆焊等。

第 15、16 节课：典型的金属材料及其在工程领域的应用实例，包括钢铁和有色金属。

第四章：聚合物材料的结构与性能

第 17 节课：聚合物材料的典型分类，如弹性体、塑料、纤维、胶黏剂等。

第 18 节课：聚合物材料的性能特点，如粘弹性、易老化等。

第 19、20 节课：典型的聚合物材料及其在工程领域的应用实例，如核电等。

第五章：陶瓷材料的结构与性能

第 21、22 节课：陶瓷材料的性能特点。

第 23、24 节课：典型的陶瓷材料及其在工程领域的应用实例。

第六章：复合材料的结构与性能

第 25、26 节课：复合材料的性能特点，如颗粒增强型、纤维增强型、不同的连接方式等。

第 27、28 节课：典型的复合材料及其在工程领域的应用实例，如航空航天。

第七章：工程材料的典型案例讲解

第 29、30 节课：石化行业的工程材料失效分析案例讲解。

第 31、32 节课：核电行业的工程材料寿命评估案例讲解。



# 有机光电材料与器件

## 一、基本信息

课程代码	MATE130098				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	<b>Organic Optoelectronic Materials and Devices</b>							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	讲授为主				考核方式	期末考试：60%，平时成绩：40%		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1.自编讲义课件 2.刘云圻主编，有机纳米与分子器件（上下册），科学出版社，2010 年 <b>参考资料：</b> 1.华彤文、陈景祖等编著，普通化学原理（第 3 版），北京大学出版社，2005 年 2.申泮文主编，近代化学导论（上、下册），高等教育出版社，2002 年							
大纲提供者	赵岩 陆雪峰							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

有机光电功能材料是有机化学与光电功能器件相结合的一门交叉学科，通过本课程的学习熟悉有机光电材料的合成方法及策略，了解有机发光二极管、染料敏化 / 钙钛矿太阳能电池、有机薄膜太阳能电池和场效应晶体管等能源相关器件的工作 原理、研究现状、发展趋势以及制备加工方法，培养学生科学思维的能力。

### 基本要求：

要求学生熟悉和掌握有机新能源相关器件的工作原理、研究现状与发展趋势。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

本课程是材料科学系本科学生的一门专业选修课程，主要内容包括：有机发光二极管、染料敏化/钙钛矿太阳能电池、有机薄膜太阳能电池、有机场效应晶体管等器件的基本工作原理、加工方法、活性层材料的设计合成原理以及常见的表征手段。

第 1-8 周，授课老师：赵岩 第 1 周：绪论：什么是有机光电材料与器件；有

机光电材料的基本特征与属性；

有机光电器件的功能与分类（有机发光二极管，有机太阳能电池、有机热电器件、有机场效应晶体管）；有机光电器件的研究现状、应用现状与发展趋势。

第 2 周：有机场效应晶体管。有机场效应晶体管的发现；有机场效应晶体管的器

件结构与工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机场效应晶体管等研究与应用现状。

第 3 周：p-型材料的设计原理、合成与制备。有机小分子 p-型材料和聚合物 p 型材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 4 周：n-型材料的设计原理、合成与制备。有机小分子 n-型材料和聚合物 n 型材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 5 周：双极性材料的设计原理、合成与制备。传统有机闭壳双极性材料和新型

的有机自由基双极性材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 6 周：有机光电功能器件的共性。有机光电功能器件核心问题（能级、载流子注入及传输）；各功能器件的共性讨论；其他功能器件及多功能器件（传感器、发光场效应晶体管等）。

第 7 周：有机光电功能材料的常见加工方法。气相沉积法（热蒸镀、电子束蒸镀、

分子束外延）；溶液法（旋涂、滴涂、喷墨打印、电喷印）；其他加工方法（单晶、熔融法）。

第 8 周：有机光电器件等常见表征方法及仪器。电学表征（I-V 曲线、J-V 曲线、

输出曲线、转移曲线）；光学表征（吸收光谱、发光光谱）；材料聚集态结构

表征 (SEM、TEM、GIXRD)

第 9-16 周, 授课老师: 陆雪峰

第 9 周: 有机发光二极管。有机发光二极管器件的发现及基本工作原理; 有机发光二极管的常见结构与特点; 器件基本性能参数与评价方式; 有机发光二极管的研究与应用现状。

第 10 周: 有机小分子发光材料的设计原理和合成方法, 有机小分子发光材料的实例分析 (白光, 蓝光, 红光等)、研究现状和发展趋势; 分子结构-聚集态-发光性能之间的关系。

第 11 周: 聚合物发光材料的设计原理和合成方法, 聚合物发光材料的实例分析 (白光, 蓝光, 红光等), 了解研究现状和发展趋势, 理解分子结构-聚集态-发光性能之间的关系。

第 12 周: 有机太阳能电池。有机太阳能电池的器件结构与基本工作原理; 器件基本性能参数与评价方式; 有机太阳能电池的研究与应用现状。

第 13 周: 基于染料敏化/钙钛矿太阳能电池的光敏染料的设计原理、合成与制备。

D- $\pi$ -A 型和 D-A- $\pi$ -A 型有机光敏染料分子的研究现状和发展趋势; 分子结构与光伏性能之间的关系。

第 14 周: 有机薄膜太阳能电池的给体材料和受体材料的设计原理、合成与制备。

聚合物给体材料、聚合物受体材料和小分子受体材料的实例分析; 研究现状和发展趋势; 分子结构与光伏性能之间的关系。

第 15 周: 有机热电器件。有机热电器件结构与基本工作原理; 器件基本性能参数与评价方式; 有机热电器件的研究与应用现状。

第 16 周: 有机 p-型热电材料和 n-型热电材料的设计原理和合成方法, p-型热电

材料和 n-型热电材料的实例分析; 研究现状和发展趋势; 分子结构与热电性能之间的关系。

第 17 和 18 周: 考试周 (论文报告), 授课老师: 赵岩, 陆雪峰

# 有机发光材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130100				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Organic Light-Emitting Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	有机化学				后续课程			
教学方式	讲授为主				考核方式	期末考试：60%，平时成绩：40%，		
教材和参考资料	<b>参考资料：</b> 陶友田、杨楚罗主编，高效有机电致磷光双极主体材料的合成与性能，知识产权出版社，2015年							
大纲提供者	陆雪峰							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

有机发光材料是有机化学与电子科学结合的一门交叉学科，通过本课程的学习，熟悉并掌握有机发光材料的基本概念和基础知识，了解有机荧光材料、有机磷光材料、聚集诱导发光材料和有机自由基发光材料设计的基本原理、研究现状及发展趋势，和这些功能材料在显示与照明、化学传感与生物成像中的应用，强化学生对材料结构-性能-应用关系的认识，培养学生科学思维的能力。

### 基本要求：

本课程是材料科学系本科学生的一门专业选修课程，主要内容包括：有机荧光材料、有机磷光材料、聚集诱导发光材料和有机自由基发光材料设计的基本原理、研究现状及发展趋势以及这些功能材料在显示与照明、化学传感和生物成像中的应用。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程是材料科学系本科学生的一门专业选修课程，主要内容包括：有机荧光材料、有机磷光材料、聚集诱导发光材料和有机自由基发光材料设计的基本原理、研究现状及发展趋势以及这些功能材料在显示与照明、化学传感和生物成像中的应用。

教学周	章、节	学时	课程教学知识点
第一周	第一章	2	有机发光材料的简单介绍和主要应用；

	绪论— 有机发光材 料概述		国内外有机发光材料的发展历史、现状与趋势；光致发光和电致发光的基本原理，光与物质的颜色、光物理等基本概念。
第二周	第二章 有机荧 光材料	2	荧光的基本原理；表征荧光性能的基本参数；有机荧光材料的设计原理及分类。
第三周	第二章 有机荧 光材料	2	几种典型的有机荧光材料：具有刚性结构的芳香稠环化合物，具有共轭结构的分子内电荷转移化合物及某些金属配合物的实例分析；研究现状和发展趋势。
第四周	第三章 有机磷 光材料	2	磷光的基本原理；Föster 和 Dexter 能量转移及其区别；磷光材料主客体及其匹配原则；几种高效的磷光配合物及配合物结构-发光颜色调控实例分析。
第五周	第三章 有机磷 光材料	2	磷光主体材料的性质要求；小分子主体材料合成策略；实例分析、研究现状和发展趋势；分子结构和发光性能的关系。
第六周	第三章 有机磷 光材料	2	聚合物主体材料的合成策略；实例分析、研究现状和发展趋势；分子结构和发光性能的关系。树枝状磷光材料的实例分析；分子结构和发光性能的关系。
第七周	第四章 聚集诱 导发光材料	2	聚集发光淬灭和聚集诱导发光现象介绍；聚集诱导发光材料的发展历史和研究现状；聚集诱导发光材料分类；聚集诱导发光材料机理研究。
第八周	第四章 聚集诱 导发光材料	2	聚集诱导发光小分析材料的合成策略、实例分析和发展趋势；聚集诱导发光聚合物的合成策略、实例分析和发展趋势；分子结构和发光性能的关系。
第九周	第五章 有机自 由基发光材	2	有机自由基发光材料的发现和发展；有机自由基发光材料的基本概念、分类和实例分析；有机自由基发光材料的应用及发展趋

	料		势。
第十周	第六章 有机发 光二极管及 显示与照明	2	有机发光二极管的研究简史；有机电发 光器件机理；有机电致发光器件结构及相关 工作机制。
第十一 周	第六章 有机发 光二极管及 显示与照明	2	器件基本性能参数与表征方法；用于制 备发光器件的材料类型及其要求；有机发光 二极管的研究与应用现状。
第十二 周	第七章 化学传 感与生物成 像	2	化学传感的重要性；传感的基本概念； 化学传感的发展历史；化学检测、生物大分 子检测、生物小分子分析的实例分析和发展 趋势。
第十三 周	第七章 化学传 感与生物成 像	2	生物成像的重要性；生物成像的基本原 理；生物成像的发展历史、研究现状和发展 趋势。
第十四 周	第八章 有机发 光材料的合 成方法与技 术	2	对于经典偶联反应类型的回顾；经典偶 联反应方法应用举例；过渡金属催化的偶联 反应类型，过渡金属催化的偶联反应的反应 机理。
第十五 周	第八章 有机发 光材料的合 成方法与技 术	2	过渡金属催化的偶联反应的基元反应； 几种典型的过渡金属催化反应及影响因素； 过渡金属催化的偶联反应合成小分子发光 材料的实例分析。
第十六 周	第八章 有机发 光材料的合 成方法与技 术	2	聚合物发光材料的几种合成方法；过渡 金属催化的偶联反应合成聚合物发光材料的 实例分析；树枝状大分子的合成方法与实 例分析。

第十七、 十八周	考试周	4	
-------------	-----	---	--

# 有机功能材料微纳结构制备与应用

## 一、基本信息

课程代码	MATE130101				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	The Micro/Nanostructures of Organic Functional Materials: Preparation and Application							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	1. 教师课堂讲授为主 2. 学生 ppt 演示				考核方式	期末考核 40%、平时成绩 60%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 裴坚, 王婕妤. 有机功能材料微纳结构制备与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2019.9 <b>参考资料:</b> 刘云圻. 有机纳米与分子器件[M]. 北京: 科学出版社, 2014 年第二版							
大纲提供者	王洋							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

《有机功能材料微纳结构制备与应用》是高分子材料与工程、材料物理和材料化学专业学生的专业基础选修课。本课程的教学目的是使学生掌握有机功能材料微纳结构相关的概念, 了解几种常见的有机微纳结构的制备方法、生长机理及结构调控方法, 了解应用于几种较为成熟的有机电子器件中的有机微纳结构的特点。培养学生在碰到相关科研问题时, 能根据实际情况运用所学知识或者能够通过查阅本领域相关知识(资料和文献)来解决问题的能力。培养学生将理论应用于科学研究实践的能力。

### 基本要求:

1、本课程的授课对象为高分子材料与工程、材料物理和材料化学等有关专业的高年级本科生, 先修课程为材料科学基础等。

2、掌握有机功能材料微纳结构相关的概念, 了解几种常见的有机微纳结构的制备方法; 掌握溶液法制备微纳结构的生长机理及调控方法。



- 3、了解有机微纳结构的后修饰和阵列化方法。
- 4、了解应用于各类有机电子器件中的有机微纳结构的相同点与不同点。
- 5、提高理论联系实际的能力，能综合运用所学的知识分析和解决简单的实际问题。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排（按 32 学时共计 16 周，具体到每节课内容）：

#### 一、绪论

1. 有机功能材料概述
2. 有机功能材料的分类（以上第一节课）
3. 有机功能材料的微纳结构与器件应用简介
4. 有机功能材料的分子组装行为
5. 有机功能材料的研究方法（以上第二节课）

#### 二、有机功能材料各种分子间弱相互作用力

1. 范德瓦尔斯作用
2. 金属-配体相互作用
3.  $\pi$ - $\pi$  相互作用（以上第三节课）
4. 氢键
5. 静电作用
6. 疏水作用
7. S...S 相互作用（以上第四节课）
8. 给受体相互作用
9. 偶极-偶极相互作用
10. 多种分子间弱相互作用力协同作用（以上第五节课）

#### 三、有机微纳结构的制备方法

##### 1. 溶液法

- 1.1 体相溶液中的自组装
- 1.2 表面/界面上的自组装（以上第六节课）
- 1.3 溶剂蒸汽退火（以上第七节课）

##### 2. 物理气相沉积

2.1 金属酞菁及其衍生物

2.2 羟基喹啉铝（以上第八节课）

2.3 其他小分子和寡聚物（以上第九节课）

### 3. 静电纺丝

3.1 静电纺丝技术的原理

3.2 影响纤维结构的基本因素（以上第十节课）

## 四、溶液法制备有机微纳结构的生长机理和结构调控

1. 烷基链效应（以上第十一节课）

2. 异构效应与溶剂效应（以上第十二节课）

3. 螺旋有机微纳结构和温度效应（以上第十三节课）

4. 管状有机微纳结构与溶剂刻蚀生长机理

5. 花形有机微纳结构与分级自组装（以上第十四节课）

（第十五节和第十六节课为部分学生的 PPT 演示）主题为介绍任意一种有机微纳结构的制备方法，时长随学生人数的变化而变化。

## 五、有机微纳结构的功能化后修饰

1. 层压技术

2. 物理气相转移术（以上第十七节课）

3. 分子束外延技术

4. 溶液法

5. 表面修饰（以上第十八节课）

## 六、有机微纳结构阵列化方法

1. 滴涂法（以上第十九节课）

2. 涂布法（以上第二十节课）

3. 印刷法

4. 气相生长法（以上第二十一节课）

## 七、有机微纳结构的应用

1. 有机场效应晶体管

1.1 引言

1.2 有机场效应晶体管的工作原理与器件结构（以上第二十二节课）

1.3 有机微纳单晶场效应晶体管

1.4 共轭聚合物微纳晶场效应晶体管（以上第二十三节课）

2. 有机太阳能电池

2.1 引言

2.2 有机太阳能电池的工作原理与器件结构

2.3 有机太阳能电池的活性层给体材料（以上第二十四节课）

2.4 有机太阳能电池的活性层受体材料

2.5 有机微纳太阳能电池（以上第二十五节课）

3. 有机分子传感器

3.1 引言

3.2 有机分子传感器的工作原理与器件结构

3.2 微纳结构应用于电化学传感器（以上第二十六节课）

3.3 微纳结构应用于荧光传感器（以上第二十七节课）

4. 有机光探测器

4.1 引言

4.2 有机光探测器的机理

4.3 有机光探测器的应用（以上第二十八节课）

5. 有机热电器件

5.1 引言

5.2 有机热电器件的机理

5.3 有机热电器件的应用（以上第二十九节课）

5. 超疏水材料

5.1 引言

5.2 超疏水材料中的微纳结构（以上第三十节课）

（第三十一节和第三十二节课为部分学生的 PPT 演示）主题为介绍有机微纳结构在任意一种有机分子器件中的应用，时长随学生人数的变化而变化。

考试周安排在第第三十三，三十四节课，  
第三十五-第三十六节课安排对教学情况与学生交流沟通并反馈

### 5.5.3. 信息材料模块

#### 材料失效分析

##### 一、基本信息

课程代码	MATE130025				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Materials Failure Analysis									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页	课程网址: <a href="http://jpkcmake.fudan.edu.cn/d201339/main.psp">http://jpkcmake.fudan.edu.cn/d201339/main.psp</a>									
预修课程	普通物理、普通化学、高等数学、材料科学基础				后续课程	专业基础课、专业选修课				
教学方式	研讨型课程				考核方式	平时成绩 30%、读书报告 30%、PPT 介绍 40%				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C. R. Brooks &amp; A. Choudhury, Failure Analysis of Engineering Materials, McGraw-Hill, 2002</li> <li>2. 钟群鹏主编, 材料失效诊断、预测和预防, 中南大学出版社, 2009</li> <li>3. 张栋等编著, 失效分析, 国防工业出版社, 2005</li> <li>4. ASM Handbook, Failure Analysis and Prevention, 10th Ed., Vol.11, ASM Int., 2002</li> <li>5. Zhen-Guo Yang &amp; Yi Gong, Chapter 16: Failure analysis of heat exchanger tubes in petrochemical industry, in Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from Oil and Gas Industries, Elsevier, 2016, pp329-352</li> <li>6. E. S. Greenhalgh, Failure and Fractography of Polymer Composites, 2009</li> <li>7. Vishu Shah, Handbook of Plastics Testing and Failure Analysis, 3rd edition, John Wiley &amp; Sons Inc., 2007</li> <li>8. Puligandla Viswanadham, Failure Modes and Mechanisms in Electronics Packages, Chapman &amp; Hall, 1998</li> <li>9. Lawrence C. Wagner, Failure Analysis of Integrated Circuits, Kluwer Academic Publishers, 1999</li> <li>10. EDFAS, Microelectronics Failure Analysis, ASM International, 2004</li> </ol>									
大纲提供者	杨振国									

##### 二、教学目的和基本要求

材料失效分析是为查明材料失效原因并采取措施防止同类事故再发生而开展的一切技术活动。它是一门不断发展的、多学科交叉的综合性学科,在材料研究、安全生产、事故分析和社会发展等方面具有重要的价值和作用,尤其对基础材料的制备、新材料的研发、新产品的开发、

结构的完整性分析、事故的责任认定、事件的预防预测等有着明显的科学和工程意义。本课程分为理论和应用二部分。理论部分主要介绍材料失效分析的基本概念、基础理论和表征分析方法，应用部分主要涉及重大工程材料的典型失效案例分析。课程特别强调理论与实际相结合，精选出二十多个重大工程失效案例进行示范性分析，通过案例讲解和课堂讨论，培养和训练学生的学习能力、创新能力、知识运用能力、动手能力和表述能力，增强探究能力、分析能力和综合能力，为学生如何解决工程中的实际问题提供扎实的基础知识和分析方法。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程共有 36 学时， 教学内容及进度安排如下：

- 第一章 材料失效分析概论 4 学时
- 第二章 材料的断裂失效形式与机理 2 学时
- 第三章 材料的腐蚀失效形式与机理 2 学时
- 第四章 材料的磨损失效形式与机理 2 学时
- 第五章 材料表征分析方法 2 学时
- 第六章 重大设备的失效分析 24 学时

# 半导体材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130036				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Semiconductor Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	课堂知识讲授、问题讲解、课后答疑				考核方式	期末考试（闭卷、笔试）占 60%，平时成绩占 40%		
教材和参考资料	<b>参考资料：</b> 1. 邓志杰、郑安生，半导体材料，化学工业出版社，2004 年，ISBN: 9787502557119 2. 杨树人、王宗昌、王兢编著，半导体材料（第三版），科学出版社，2013 年，ISBN: 9787030365033 3. [英]约翰·奥顿，姬扬(译)，半导体的故事，中国科技大学出版社，2015 年，ISBN: 9787312036002							
大纲提供者	高尚鹏							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过课程学习，使学生拓展对半导体材料结构和性能的认识。结合晶体结构作图软件使用，深化对半导体材料结构的理解。从物理微观机制解释半导体重要性质，熟悉一些半导体能带结构、光学性质、输运性质等计算分析方法。了解半导体材料在太阳电池、发光二极管、半导体激光器等领域的应用。对半导体材料研究前沿有所了解，并对半导体行业所涉及的物理概念、材料、器件有整体的掌握。

### 基本要求：

1. 掌握元素半导体、III-V 族半导体、II-VI 族半导体、固溶体半导体等材料体系的结构和性能规律。
2. 能够依据现代物理学知识解释半导体材料主要的电学、光学、热学等性质。
3. 熟悉主要半导体材料光电器件原理和应用。
4. 初步了解半导体材料结构和性质的计算模拟方法。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

**第一周 授课教师 高尚鹏**

第一章 绪论

1.1 半导体材料发展史

1.2 半导体材料简介

第二章 元素半导体材料

2.1 硅的结构和性质

**第二周 授课教师 高尚鹏**

2.2 锗和其他元素半导体材料的结构和性质

第三章 III-V 族化合物半导体

3.1 III-V 族半导体材料结构和性质简介

3.2 III-V 族半导体材料的热学性质

3.3 III-V 族半导体材料的能带结构和性质

**第三周 授课教师 高尚鹏**

3.4 若干 III-V 族半导体材料的特点总结

第四章 III 族氮化物

4.1 宽禁带半导体介绍

4.2 III 族氮化物的结构和性能

4.3 GaN 外延薄膜的生长方法和 p 型掺杂

**第四周 授课教师 高尚鹏**

第五章 II-VI 族半导体

5.1 II-VI 族化合物半导体及其组成元素

5.2 II-VI 族半导体材料性质简介

5.3 II-VI 族化合物半导体材料的制备

5.4 II-VI 族化合物半导体材料的应用

5.5 氧化锌

**第五周 授课教师 高尚鹏**

第六章 三元化合物半导体材料

6.1 三元化合物半导体材料简介

6.2 黄铜矿型半导体的结构和性质

6.3 黄铜矿型半导体的应用和制备



6.4 其它三元化合物半导体

**第六周 授课教师 高尚鹏**

第七章 固溶体半导体

7.1 固溶体介绍

7.2 II-VI 族化合物的多元固溶体

7.3 III-V 族化合物的多元固溶体

7.4 II-VI/III-V 族固溶体

7.5 元素半导体间形成的固溶体

**第七周 授课教师 高尚鹏**

第八章 半导体材料结构和能带结构计算模拟

8.1 VESTA 软件和晶体结构展示

8.2 主要计算软件介绍

8.3 能带结构计算和结果展示

**第八周 授课教师 高尚鹏**

第九章 半导体材料的光伏应用

9.1 太阳能电池原理和市场分析

9.2 单晶硅和多晶硅太阳能电池

9.3 薄膜太阳能电池

9.4 叠层太阳能电池

**第九周 授课教师 高尚鹏**

第十章 发光二极管

10.1 发光二极管发展史

10.2 GaP 材料和等电子陷阱

10.3 GaN 和白光照明

**第十周 授课教师 高尚鹏**

10.4 同质结发光二极管

10.5 异质结发光二极管

10.6 总结

第十一章 半导体激光器

11.1 激光和激光器

11.2 激光的产生、激光器的历史

**第十一周 授课教师 高尚鹏**

11.3 增益分析和阈值电流

11.4 同质结、异质结、量子阱激光二极管

11.5 光学谐振腔的选频

11.6 半导体激光材料和激光器介绍

**第十二周 授课教师 高尚鹏**

第十二章 半导体材料光学性质计算

12.1 介电函数和光学性质

12.2 光学性质计算方法

12.3 软件和计算结果展示

**第十三周 授课教师 高尚鹏**

第十三章 量子阱和超晶格

13.1 量子阱的概念

13.2 量子阱中的能级

13.3 超晶格

13.4 应用和历史

**第十四周 授课教师 高尚鹏**

第十四章 热电材料

14.1 热电材料和应用介绍

14.2 三种温差电现象（热电效应）

14.3 V-VI 族化合物热电半导体

14.4 其他热电半导体材料

14.5 进一步的理论探讨

**第十五周 授课教师 高尚鹏**

回顾、讨论、答疑。

**第十六周 授课教师 高尚鹏**

随堂考试

# 电子与信息材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130042				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Electronic & Information Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	近代物理				后续课程	纳米电子学		
教学方式	主要为课堂讲授				考核方式	考试或论文		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 1. 自编讲义 <b>参考资料:</b> 1. 樊慧庆 电子信息材料 国防工业出版社 2012年 2. [加]卡萨普 电子材料与器件 清华大学出版社 2018年 3. [加]卡萨普 电子材料与器件原理 西安交通大学出版社 2009年 4. 赵连城 信息功能材料学 哈尔滨工业大学出版社 2005年							
大纲提供者	黄海							

## 二、教学目的和基本要求

<p><b>教学目的:</b></p> <p>通过学习,使学生:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.了解当前信息的获取、存储、传输、显示以及处理等过程涉及的功能材料与器件,掌握各类材料的主要特性以及关键性能参数</li><li>2.掌握各类信息材料器件的工作原理,了解各类材料发展的前沿方向</li></ol> <p><b>基本要求:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.掌握信息的探测、存储、传输、显示以及处理所涉及的信息材料的基本特性以及关键性能参数。</li><li>2.掌握各类信息材料在器件应用中的基本工作原理,了解材料的研究现状以及前沿科学问题等。</li></ol>
---

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

<p>电子信息材料是能够满足信息探测、传输、存储、显示和处理等功能使用的材料,是当前材料科学领域的最重要发展方向之一,也是当今信息社会发展的重要基础。本课程主要介绍针对光电信息的探测器材料、新型存储器原理与材料、光信息传输的原理及光传输材料、光显示技术原</p>
---

理以及光显示器件材料、信息处理所需要的集成电路发展现状和基本工艺。课程将重点介绍各类材料的基本特性、关键性能参数等，以及其在器件应用中的基本工作原理，同时还将拓展介绍各领域发展的前沿方向以及存在的科学问题。

前言

第一章：信息的获取 12 学时

1.1 半导体的光吸收和光电效应

1.2 光电探测器的性能参数

1.3 光电探测器原理与类型

1.4 红外与太赫兹光电探测

小结

第二章：信息的存储 12 学时

2.1 存储器发展现状

2.2 磁性存储器

2.3 铁电存储器

2.4 阻变存储器

小结

第三章：信息的传输 6 学时

3.1 光在光纤中的传输机理

3.2 光纤传输材料

小结

第四章：信息显示材料 9 学时

4.1 光显示技术原理

4.2 激光器与发光二极管

4.3 有机发光二极管

小结

第五章：信息的处理 6 学时

5.1 集成电路的发展与应用

5.2 集成电路的基本工艺方法

小结

第 16 周考试或论文交流

# 电子显微分析技术

## 一、基本信息

课程代码	MATE130041				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Introduction to Electron Microscopy								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程	高等数学、大学物理				后续课程				
教学方式	课堂讲授+作业				考核方式	平时作业成绩 30%+期末考试成绩 70%			
教材和参考资料	<b>教材:</b> 2. 章晓中, 电子显微分析, 清华大学出版社, 2006 年 <b>参考资料:</b> 3. 进藤大辅, 材料评价的分析电子显微方法, 冶金工业出版社, 2001 年 4. 朱宜, 电子显微镜的原理和使用, 1981 年								
大纲提供者	朱凡								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学, 帮助学生掌握有关电子显微学(主要是透射电子显微学)的基本知识, 了解电子显微镜的工作原理、基本结构以及电子显微镜在材料研究领域中的应用领域, 为同学们将来从事材料研究或在工作岗位上开展电子显微工作奠定理论与实验基础知识。

### 基本要求:

1. 有高等数学基础
2. 学习过大学物理
3. 有一定晶体学知识

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

17. 1 周: 显微镜的工作原理及光学显微镜的性能极限
18. 2 周: 电子波与光波、X-射线、离子-质子成像的对比, 电子显微镜的优势
19. 3 周: 电子光学基本知识、磁透镜成像基本原理
20. 4 周: TEM(透射电子显微镜)的成像系统: 电子枪、磁透镜组(聚光镜、物镜、中间镜投影镜)
21. 5 周: TEM(透射电子显微镜)的控制及周边系统: 电源、冷却水、防震、防磁等

22. 6周：电子光学的几种照明模式、成像模式；选区电子衍射：理论与应用
23. 7周：纳衍射技术、会聚束衍射、菊池线
24. 8周：衬度理论的一般介绍；质厚衬度理论
25. 9周：完整晶体衍射衬度理论
26. 10周：缺陷晶体的衍射衬度理论与应用
27. 11周：相位衬度理论：投影势、弱相位物体近似
28. 12周：衬度传递函数、原子像与晶格像
29. 13周：特殊成像技术：Z-衬度成像、洛伦兹显微技术、全息显微技术
30. 14周：TEM样品制备技术：粉末法、离子减薄技术、电解双喷法、FIB制样、超薄切片法
31. 15周：分析电子显微技术：EDS与EELS简介
32. 16周：闭卷考试

# 有机化学与聚合物引论

## 一、基本信息

课程代码	MATE130044				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Organic Chemistry and Polymer							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	高中物理和高中化学				后续课程	材料结构与性能, 有机固体, 复合材料, 有机半导体材料与器件概论		
教学方式	讲授、分析讨论				考核方式	平时成绩 40%、期末开卷考试 60%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 以上课内容为主, 有参考资料和复习资料 <b>参考资料:</b> 1. 各类文献资料 2. 王全瑞 《有机化学》 化学工业出版社 2012 年 2 月 3. 高鸿宾 《有机化学》 高等教育出版社 2005 年 5 月 4. 复旦大学高分子科学系 《高分子化学》 复旦大学出版社 1995 年 7 月							
大纲提供者	徐伟							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程主要为没有修读过《有机化学》和《聚合物》课程的同学开设。目的是为非化学和非高分子背景的学生提供较系统的知识和思维方式, 并为后续的课程学习和科学研究打下较好的基础。

本课程采用通俗易懂的方式和便捷的路径来完成相关课程内容。

欢迎材料科学系的学生选修 (不超过 20 人);

也欢迎其他院系的学生选修 (不超过 10 人)。

### 基本要求:

掌握基本的分析方法; 掌握有机化学和聚合物知识; 了解结构和功能的相互关系; 了解典型的有机材料及其应用领域; 了解有机和聚合物学科的思维方式以及看问题的视角。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

化学键和结构基础; 典型的有机反应和中间体; 有机分子的结构和性能; 高分子化学与高分子物理; 有机和聚合物材料; 前沿研究动态以及实验技术讨论。

第 1 章 有机化学与聚合物引论 绪论 2 学时

第2章	烷烃、环烷烃、硅烷	3学时
第3章	烯烃	3学时
第4章	炔烃 多烯烃	2学时
第5章	芳香烃	4学时
第6章	卤代烃	3学时
	(案例分析)	
第7章	立体化学	2学时
	(案例分析)	
第8章	醇酚醚	3学时
第9章	醛酮醌	3学时
第10章	羧酸及衍生物	3学时
第11章	其它类型有机物	3学时
第12章	高分子化学	3学时
第13章	高分子物理	3学时
第14章	高分子材料	3学时
第15章	热点选讲 *	5学时
	包括：水凝胶、碳材料、多孔材料以及文献选讲等	
	(部分章节含实验技术和讨论)	
考试		(第16周)
对教学情况与学生交流沟通并反馈		(第17-18周)
* 选讲内容		



# 纳米科技导论

## 一、基本信息

课程代码	MATE130046				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Nanoscience and Nanotechnology							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论, 普通化学, 物理化学, 大学物理等				后续课程			
教学方式	课堂讲授 + 学生 PRE				考核方式	考试或论文		
教材和参考资料	1. Cao Guozhong Wang Ying, 纳米结构与纳米材料合成、性能及应用, 高等教育出版社, 2012.1 2. 张立德, 解思深, 纳米材料与纳米结构, 化学工业出版社, 2005.3 3. 日 川合知二 主编, 图解纳米技术, 文汇出版社, 2012.1 4. 华中一, 针尖上的计算机, 上海科学技术文献出版社, 2004.5 5. Nature, Science, Nano today 等期刊上新近发表的论文							
大纲提供者	崔晓莉							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目标:

通过教师讲授、学科前沿介绍、课堂讨论、学生的阅读文献汇报以及撰写综述论文等教学环节, 使学生能较系统地了解纳米科技的基本知识、基本原理, 帮助学生了解纳米科技发展的概况与前沿, 开阔学生视野, 培养学生分析问题和解决问题的能力, 为今后的科学研究奠定基础。

### 基本要求:

要求选课学生能够参加课堂教学, 完成纳米科技内容相关课堂报告 PPT, 撰写一篇综述论文, 论文引用的文献应该包括近 2 年的文章不少于 10 篇。

### 课程的评分方式:

课堂出席 20%+随堂测验 20%+学生报告 30%+期末论文 30%

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

### 第一章 绪论, 为什么学习 NANO

### 第二章 纳米科技

#### 2.1 纳米科技的基本知识

#### 2.2 纳米科技的发展历史

#### 2.3 纳米期刊简介

2.4 纳米科技的实验方法

### **第三章 纳米材料**

3.1 纳米材料的含义

3.2 纳米材料的特殊性质

3.3 纳米材料的制备方法

3.4 制备纳米材料的模板方法

3.5 制备纳米材料的自组装方法

### **第四章 典型纳米材料--纳米半导体材料**

4.1 纳米  $\text{TiO}_2$  的制备

4.2 纳米  $\text{TiO}_2$  的光催化特性

4.3 纳米  $\text{TiO}_2$  薄膜的光致亲水性

4.4 基于  $\text{TiO}_2$  的光电化学太阳能电池

### **第五章 典型纳米材料--纳米碳材料**

5.1 纳米碳材料

5.2 碳纳米管的发现与制备

5.3 碳纳米管的特性与应用

5.4 石墨烯

5.5 碳量子点

### **第六章 纳米材料的应用示例**

6.1 燃料电池原理

6.2 燃料电池分类

6.3 纳米催化剂的合成与电催化特性

6.4 燃料电池的发展前景

6.5 燃料电池电动车

# 液晶物理学

## 一、基本信息

课程代码	MATE130048				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physics of Liquid Crystals							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理				后续课程	平板（液晶）显示技术导论		
教学方式	以课堂授课为主，辅以课程讨论、报告等形式，将提供相关参考资料和视频。				考核方式	平时成绩 40%，期末考试 60%。		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 许军，《液晶物理学课件》，2021 2. Deng-Ke Yang and Shin-Tson Wu, <i>Fundamentals of Liquid Crystal Devices</i> , Second edition (John Wiley & Sons, Ltd., 2015). <b>参考资料：</b> 1. P. Yeh and C. Gu, <i>Optics of Liquid Crystal Displays</i> (John Wiley & Sons, Inc., 1999). 2. K. Takato et al., <i>Alignment Technologies and Applications of Liquid Crystal Devices</i> (Taylor & Francis, 2005). 3. L. M. Blinov, V. G. Chigrinov, <i>Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials</i> (Springer-Verlag, 1993). 4. G.P. Crawford, <i>Flexible Flat Panel Displays</i> (John Wiley & Sons, Ltd., 2005). 5. Quan Li, <i>Liquid Crystals Beyond Displays</i> (John Wiley & Sons, Inc., 2012).							
大纲提供者	许军							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的学习，使学生掌握液晶物理学的基本知识、基本理论，并了解液晶在显示之外的应用。

### 基本要求：

通过本课程的学习，要求掌握液晶相分类与特点、液晶物理性质、光在液晶中的表示与传播规律、液晶的电场效应、弗里德里克斯转变等概念和原理。此外需要了解液晶在显示技术之外的应用，如激光束转向器、可变光衰减器、可变焦透镜、液晶激光等原理和应用。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

液晶物理学是研究液晶分子排列与相变、各向异性物理性质及电光效应的科学。本课程介绍液晶相分类、液晶物理、液晶光学、液晶的电场效应、弗雷德里克斯转变，以及液晶在显示技术之外的应用。

#### 第一周

### 1 液晶分类（2 学时）

- 1.1 液晶的发现
- 1.2 液晶理论的发展
- 1.3 液晶分类及特点

#### 第二周

### 2 液晶物理性质（6 学时）

- 2.1 取向有序性
- 2.2 液晶的弹性

#### 第三周

- 2.3 液晶的介电常数和折射率
- 2.4 向列相液晶表面的锚定作用

#### 第四周

- 2.5 液晶指向矢的弹性形变

#### 第五周

### 3 液晶光学（6 学时）

- 3.1 光的偏振与表示
- 3.2 光在各向同性介质中的传播

#### 第六周

- 3.3 光在各向异性介质中的传播

#### 第七周

- 3.4 琼斯矩阵法
- 3.5 米勒矩阵法

#### 第八周

中期报告

#### 第九周

### 4 液晶的电场效应（4 学时）

- 4.1 电介质的相互作用
- 4.2 挠曲电效应

#### 第十周

- 4.3 铁电液晶

第十一周

5 弗里德里克斯转变（6 学时）

5.1 弗里德里克斯转变：静态

第十二周

5.2 锚定强度的测量

第十三周

5.3 预倾角的测量

第十四周

6 超越显示器的液晶（4 学时）

6.1 激光束转向器

6.2 可变光衰减器

第十五周

6.3 可变焦透镜

6.4 液晶激光

第十六周

期末考试：课程论文

第十七周

对教学情况与学生交流沟通并反馈

第十八周

对教学情况与学生交流沟通并反馈

# 材料科学前沿讲座

## 一、基本信息

课程代码	MATE130052				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Frontiers in Materials Science							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	课堂讲解、讨论				考核方式	平时成绩+期末考试		
教材和参考资料	<b>参考资料:</b> 1. 吕银祥 现代信息材料导论 华东理工大学出版社 2008 2. 顾昌鑫 计算物理 复旦大学出版社 2010							
大纲提供者	吕银祥							

## 二、教学目的和基本要求

本课程涵盖了近年来迅速发展起来的电子信息材料，包括材料基因组计划、材料腐蚀与防护、透明光电子材料及器件、光催化材料及器件、光纤与国防安全、有机电存储材料及器件、铁电材料制备及表征、可穿戴电子材料、液晶显示、太阳能电池材料、真空薄膜与器件进展、材料计算与模拟、光通讯技术、虚拟仪器技术等重要部分。既全面反映了当代信息材料的发展状况，同时也体现了未来的发展趋势。通过本课程，使本专业的学生初步掌握电子科学与技术的一些前沿制备、表征和性能测试技术，并且培养学生基本的电子信息材料研究能力，为继续深造做准备。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- 第一章：材料基因组计划（2 课时）
- 第二章：材料腐蚀与防护（2 课时）
- 第三章：透明光电子材料及器件（2 课时）
- 第四章：光催化材料及器件（2 课时）
- 第五章：光纤与国防安全（2 课时）
- 第六章：有机电存储材料及器件（2 课时）
- 第七章：铁电材料制备及表征（2 课时）
- 第八章：可穿戴电子材料（2 课时）
- 第九章：液晶显示（2 课时）
- 第十章：太阳能电池材料（2 课时）
- 第十一章：真空薄膜与器件进展（2 课时）
- 第十二章：材料计算与模拟（2 课时）
- 第十三章：光通讯技术（2 课时）
- 第十四章：虚拟仪器技术（2 课时）

# 扫描探针显微技术及其应用

## 一、基本信息

课程代码	MATE130057				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Scanning Probe Microscopy: Principles and Applications							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理, 表面分析(可选)				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	50%期末考试+30%课堂讨论+20%出勤		
教材和参考资料	<b>参考资料:</b> 1. 白春礼, 扫描力显微术, 科学出版社, 2000 2. 华中一, 扫描隧道显微学引论, 中国轻工业出版社, 1996 3. 彭昌盛, 宋少先, 谷庆宝, 扫描探针显微技术理论与应用, 化学工业出版社, 2007 4. 朱传凤, 王琛 扫描探针显微术应用进展, 化学工业出版社, 2007 5. 白春礼, 扫描隧道显微术及其应用, 上海科学技术出版社, 1992 6. S. Morita, Roadmap of Scanning Probe Microscopy, Springer, 2007							
大纲提供者	朱国栋							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

使学生对探针显微镜原理及在各领域的应用有所了解, 把握其最新发展动态, 提高学生的科学素养, 拓展学生的知识面, 并为未来可能从事的研究工作打下基础。

### 基本要求:

遵循学校教务处对课堂纪律等的要求

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

显微技术发展至今出现了三代显微镜: 光学显微镜、电子显微镜和扫描探针显微镜。扫描探针显微技术是在上世纪 80 年代初发展起来的一种新的超高分辨成像技术, 首次在实空间“看到”了原子, 其发明人于 1986 年获诺贝尔物理学奖。本课程主要讲授与扫描探针显微镜相关的基本原理、基本构造、工作模式, 以及在基本表面结构探测基础上发展起来的纳米尺度力学、热学、电学、磁学、电化学等各物理化学参量的探测分析功能, 并展望扫描探针显微镜的未来发展趋势。作为材料科学系本科生专业选修课程, 侧重介绍扫描探针显微镜在新型功能材料及器件研究中的



应用, 相关应用实例大多源自近年来在高水平学术期刊发表的相关研究工作, 使学生能较全面地了解相关知识和信息, 把握最新研究动态, 提高其科学素养, 并为将来可能从事的科研工作奠定基础。

章节	时间(教学周)	教学内容
引言(2学时)	第一周	课程开设背景、讲授内容、考核方式、参考书目等的简要介绍
第1章: 显微镜的发展历史(2学时)	第二周	简要介绍光学显微镜、电子显微镜和扫描探针显微镜的发展历史。
第2章: 扫描隧道显微镜(6学时)	第三周	介绍扫描隧道显微镜(STM)的成像原理、基本构造
	第四周	STM的成像模式及发展
	第五周	STM在材料等领域的应用
第3章: 原子力显微镜(8学时)	第六周	介绍原子力显微镜(AFM)的成像原理、基本构造及工作模式
	七周	AFM中力的测量及纳米加工
	八周	AFM的发展: 高速、多探针等。
	九周	AFM与光学系统的结合、AFM在材料科学等领域中的应用
第4章: 扫描近场光学显微镜(4学时)	十周	简要介绍扫描近场光学显微镜(SNOM)的发展历史、基本原理、结构
	十一周	介绍SNOM在物理、材料、化学、生命科学等的应用
扫描探针显微镜的功能拓展(10学时)	十二周	磁场力显微镜、静电力显微镜、表面势显微镜
	十三周	导电AFM、压电力显微镜、扫描电容显微镜、分布电阻显微镜、
	十四周	摩擦力显微镜、扫描热显微镜、纳米热分析、AFM-IR
	十五周	纳米压痕仪、力调制模式、电化学显微镜、

		自旋极化 STM 等
	十六周	基于探针显微镜的纳米加工
设备展示 (2 学时)	十七周	了解设备结构
论文写作 (2 学时)	十八周	课程论文写作和提交

# 薄膜材料与器件

## 一、基本信息

课程代码	MATE130065				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Thin Film Materials and Devices								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程	真空物理与技术				后续课程	无			
教学方式	课堂讲授+课堂讨论+报告				考核方式	期末开卷考试 50%、平时成绩（作业+课堂讨论）50%			
教材和参考资料	1.复旦大学电子科学与技术教研室 《薄膜》 自编讲义 2012 年 9 月 2.麻蔚立男 神奇的薄膜 科学出版社 2011 年 8 月 3.陈光华 邓金祥 新型电子薄膜材料 化学工业出版社 2002 年 9 月 4.田民波 李正操 薄膜材料与薄膜技术 清华大学出版社 2011 年 12 月 5.蔡珣 石玉龙 周建 现代薄膜材料与技术 华东理工大学出版社 2007 年 9 月								
大纲提供者	沈杰								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

熟悉各种薄膜材料及器件的原理、结构、功能、制备技术及应用，了解各种薄膜材料及器件的发展趋势，丰富学生的知识、拓展视野，增强在电子、信息、制造等方面就业学生的竞争力，也为打算攻读研究生继续深造的学生提供必需的知识储备。

### 基本要求:

以课堂授课为主，课外完成作业，进行课堂交流讨论。考勤、作业、课堂交流讨论均计入学生平时成绩。期末考核为开卷考试。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

薄膜材料部分，包括透明导电薄膜、巨磁阻薄膜、光学薄膜、金刚石薄膜与硬质膜 等。薄膜器件部分，包括半导体与集成电路薄膜器件、薄膜太阳能电池、自清洁玻璃、低辐射玻璃、变色智能窗等。

第一周 薄膜材料与器件概况

第二周 自清洁玻璃

第三周 低辐射玻璃

第四周 智能变色窗

第五周 金刚石薄膜与硬质膜

- 第六周 集成电路中的薄膜 I
- 第七周 集成电路中的薄膜 II
- 第八周 薄膜太阳能电池 I
- 第九周 薄膜太阳能电池 II
- 第十周 透明导电薄膜
- 第十一周 课程报告交流讨论----“薄膜传感器”
- 第十二周 高温超导薄膜
- 第十三周 巨磁阻薄膜
- 第十四周 光学薄膜
- 第十五周 铁电薄膜
- 第十六周 期末考试

# 柔性光电子学

## 一、基本信息

课程代码	MATE130073				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Flexible Optoelectronics							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	大学物理				后续课程	柔性光电子学技术及应用（待开）		
教学方式	课堂讲授				考核方式	开卷考试		
教材和参考资料	1. 课件与自编； 2. G.P. Crawford, Flexible Flat Panel Displays, John Wiley & Sons, 2005； 3. I. Sugiyama, The Latest Trends of Roll-to-Roll Technology, CMC, 2011							
大纲提供者	许军							

## 二、教学目的和基本要求

柔性光电子学涉及光学、电子学、高分子、物理、材料等多学科交叉。侧重于技术原理和应用。要求掌握柔性光电子学中的柔性基板、柔性透明导电薄膜和阻挡层、金属纳米粒子导电墨水、喷墨打印成膜技术、卷对卷器件制备技术、柔性显示等基本工作原理和应用领域，熟悉其中的重要概念、基本原理和特点，了解相关科学和技术发展趋势。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

<b>第一章 绪言</b> 1.1 光电子学 1.2 光电子学的应用 1.3 柔性光电子学 1.4 柔性光电子学的应用 <b>第二章 柔性基板</b> 2.1 玻璃基板特性 2.2 玻璃基板制备法 2.3 柔性基板特性与选取 2.4 柔性基板制备法液晶分类法 <b>第三章 柔性透明导电薄膜和阻隔层</b> 3.1 ITO 透明导电膜 3.2 ITO 透明导电膜的特性及制备
---

3.3 柔性光电子器件用透明导电膜

3.4 柔性光电子器件用阻隔层

#### **第四章 金属纳米粒子墨水**

4.1 ITO 透明导电膜用纳米粒子墨水

4.2 银纳米粒子墨水

4.3 铜系纳米粒子墨水

#### **第五章 喷墨打印制备法**

5.1 喷墨打印法的分类

5.2 喷墨打印法工作原理

5.3 影响喷墨打印制备质量的若干要素

#### **第六章 卷对卷制备法**

6.1 卷对卷 (Roll-to-Roll) 制备法简介

6.2 R2R 式 Nano-Imprinting 工艺

6.3 R2R 技术的应用

#### **第七章 柔性显示**

7.1 前言

7.2 柔性显示的定义与分类

7.3 柔性胆甾相液晶显示

7.4 柔性铁电液晶显示

7.5 柔性液晶显示的制备技术

#### **第八章 今后展望**

8.1 柔性光电子技术发展趋势

8.2 柔性光电子器件的若干关键技术

# 光电材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130077				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Opto-electronic Materials									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	近代物理 A、真空物理与技术				后续课程	薄膜材料与器件、光电技术与器件				
教学方式	课堂讲课, PPT 结合图片和相关视频等。				考核方式	期末考试 50%、课堂讨论 30%、出勤 20%				
教材和参考资料	1. 周馨我 功能材料学 北京理工大学出版社 2002 年 1 月 2. (美) 施敏 (S.M.Sze) 主编; 刘晓彦等译 现代半导体器件物理 科学出版社 2002 年 7 月 3. 侯宏录 光电子材料与器件 国防工业出版社 2012 年 2 月 4. 黄章勇 光电子器件和组件 北京邮电大学出版社 2003 年 5 月 5. 王庆有 光电技术 电子工业出版社 2008 年 6 月									
大纲提供者	莫晓亮									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

了解掌握利用太阳电池、发光器件等材料 and 器件的基本原理以及相应的制备方法。为同学们今后从事光电子技术、器件研究和开发及理解新型光电子器件打下基础。丰富学生的知识、拓展视野、从而提高就业竞争力。

### 基本要求:

学生理解和掌握各类太阳能电池、二次电池、燃料电池以及各类电功能、光电、介电功能材料的原理, 常见材料, 器件的组成和原理等。了解各种光电材料在生产生活中的应用。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

周次	内 容	形式	学时
第一周	光电材料绪论	讲授	2
第二周	太阳电池基本原理	讲授	2
第三周	晶硅太阳电池	讲授	2
第四周	薄膜太阳电池 (1)	讲授	2
第五周	薄膜太阳电池 (2)	讲授	2

第六周	染料敏化太阳电池	讲授	2
第七周	二次电池材料概述	讲授	2
第八周	铅酸、镍镉、镍氢电池材料	讲授	2
第九周	锂离子电池材料	讲授	2
第十周	燃料电池	讲授	2
第十一周	电功能材料	讲授	2
第十二周	超导材料	讲授	2
第十三周	介电、铁电材料	讲授	2
第十四周	光电显示材料	讲授	2
第十五周	信息存储材料	讲授	2
第十六周	考试	考试	2
第十七周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2
第十八周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2



# 计算物理

## 一、基本信息

课程代码	MATE130078				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Computational Physics							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	高等数学, 概率论, 线性代数, 大学物理, 现代物理, 程序设计				后续课程	材料的电子结构, 蒙特卡洛模拟		
教学方式	全英语教学				考核方式	平时成绩 30%、期末考试 70%		
教材和参考资料	1. Nicholas J. Giordano, Hisao Nakanishi, 计算物理, 清华大学出版社, 2007 2. R. Feynman, 费恩曼物理学讲义, 世界图书出版社, 2004 3. Curtis F. Gerald, 应用数值分析, 机械工业出版社, 2006							
大纲提供者	孙琦							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

本课程结合物理学、计算数学和计算机编程, 是解决科学与工程问题的交叉性应用学科。在课程中学生将了解物理研究的前沿问题, 掌握科学研究的模拟方法, 从而提高解决复杂体系物理问题的能力。全英语教学将使同学熟悉并掌握英语专业词汇和表达方式, 提升他们的科研能力和国际交流能力。

### 基本要求:

预修高等数学, 大学物理, 线性代数, 概率论, 现代物理, 程序设计

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

第一周	第一个数值问题: 放射性衰变
第二周	自行车比赛: 空气阻力
第三周	抛射运动: 炮弹, 棒球和自旋效应
第四周	真实的单摆: 耗散、非线性和驱动力
第五周	受迫阻尼振动的解析解: 来自费恩曼物理学讲义
第六周	不同领域的共振和混沌现象
第七周	水星的近日点进动: 非平方反比的引力定律
第八周	三体问题和自旋的求解
第九周	电场: 求解 Laplace 方程

- 第十周 磁场：载流导线和螺线管
- 第十一周 弦的振动：求解波动方程
- 第十二周 随机游走与扩散：Monte Carlo 模拟
- 第十三周 Ising 模型与统计力学
- 第十四周 稀薄气体的性质：分子动力学
- 第十五周 量子力学计算：求解不含时薛定谔方程
- 第十六周 随堂考试

## 5.5.4. 新能源材料模块

### 材料失效分析

#### 一、基本信息

课程代码	MATE130025				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Materials Failure Analysis									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页	课程网址: <a href="http://jpkcmake.fudan.edu.cn/d201339/main.psp">http://jpkcmake.fudan.edu.cn/d201339/main.psp</a>									
预修课程	普通物理、普通化学、高等数学、材料科学基础				后续课程	专业基础课、专业选修课				
教学方式	研讨型课程				考核方式	平时成绩(30%)、读书报告(30%)、PPT介绍(40%)				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C. R. Brooks &amp; A. Choudhury, Failure Analysis of Engineering Materials (译本), McGraw-Hill, 2002</li> <li>2. 钟群鹏主编, 材料失效诊断、预测和预防, 中南大学出版社, 2003.2</li> <li>3. 张栋等编著, 失效分析, 国防工业出版社, 2005.5</li> <li>4. ASM Handbook, Failure Analysis and Prevention, 10th Ed., Vol.11, ASM Int., 2002</li> <li>5. Zhen-Guo Yang &amp; Yi Gong, Chapter 16: Failure analysis of heat exchanger tubes in petrochemical industry, in Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from Oil and Gas Industries, Elsevier, 2016, pp329-352</li> <li>6. E. S. Greenhalgh, Failure and Fractography of Polymer Composites, 2009</li> <li>7. Vishu Shah, Handbook of Plastics Testing and Failure Analysis, 3rd edition, John Wiley &amp; Sons Inc., 2007</li> <li>8. Puligandla Viswanadham, Failure Modes and Mechanisms in Electronics Packages, Chapman &amp; Hall, 1998</li> <li>9. Lawrence C. Wagner, Failure Analysis of Integrated Circuits, Kluwer Academic Publishers, 1999</li> <li>10. EDFAS, Microelectronics Failure Analysis, ASM International, 2016</li> </ol>									
大纲提供者	杨振国									

#### 二、教学目的和基本要求

材料失效分析是为查明材料失效原因并采取措施防止同类事故再发生而开展的一切技术活动。它是一门不断发展的、多学科交叉的综合性学科,在材料研究、安全生产、事故分析和社会发展等方面具有重要的价值和作用,尤其对基础材料的制备、新材料的研发、新产品的开发、结

构的完整性分析、事故的责任认定、事件的预防预测等有着明显的科学和工程意义。

本课程分为理论和应用二部分。理论部分主要介绍材料失效分析的基本概念、基础理论和表征分析方法，应用部分主要涉及重大工程材料的典型失效案例分析。课程特别强调理论与实际相结合，精选出二十多个重大工程失效案例进行示范性分析，通过案例讲解和课堂讨论，培养和训练学生的学习能力、创新能力、知识运用能力、动手能力和表述能力，增强探究能力、分析能力和综合能力，为学生如何解决工程中的实际问题提供扎实的基础知识和分析方法。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

主要教学内容与进度安排大致如下：

- 第一章 材料失效分析概论（4 学时）
- 第二章 材料的断裂失效与机理（2 学时）
- 第三章 材料的腐蚀失效与机理（2 学时）
- 第四章 材料的磨损失效与机理（2 学时）
- 第五章 材料表征分析方法（2 学时）
- 第六章 重大设备的失效分析（24 学时）

# 新型能源材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130037				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	New Energy Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	普通化学、大学物理				后续课程			
教学方式	课堂讲授+学生讨论+演示实验				考核方式	平时成绩 50%、期末笔试成绩 50%		
教材和参考资料	1. 雷永泉《新能源材料》 天津大学出版社 2000 年 2. 张淑谦《新能源材料与应用》 国防工业出版社 2008 年 3. 艾德生《新能源材料-基础与应用》 化学工业出版社 2010 年							
大纲提供者	吴仁兵							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的学习,使学生了解新能源材料的基本类型和特点,初步掌握新能源材料基础知识、原理和应用技术,具有初步的功能材料研究和设计能力,为将来学生进行新材料的利用与开发奠定理论基础,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基础知识。

### 基本要求:

通过本课程的学习,使学生了解新能源的种类、特点及其在我国的分布和发展情况,理解各种新能源材料的储能和释能机制以及在这些能量转换过程中所涉及的各个方面的问题,例如材料设计,结构设计和性能优化等,并在现有技术水平基础上,掌握部分问题的解决思路,了解部分新能源的实际应用情况和存在的挑战,为将来从事能源材料或者其他材料的研究工作奠定理论基础。所有材料系本科生均可选。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

能源和材料是社会发展的物质基础。新能源(专指绿色的可再生能源)具有分布普遍、储量丰富、对环境和生态影响小等一系列特点,从而受到社会的强烈关注。新能源开发和有效利用的关键之一是与共相应的材料的研究和开发。

本课程从分析各种能源(太阳能、化学能、生物质能、氢能等)应用的原理和特点出发,学习各种新材料在能源转换和存储器件如太阳能电池、锂离子电池、超级电容器、燃料电池等中的应用,存在的问题和相关的研究发展。

第一周:绪论 (2 学时)

教学内容：能量的定义、转换和利用；能源的含义和种类；中国新能源与可再生能源现状与前景

第二周：太阳能与太阳能电池材料（2学时）

教学内容：太阳能电池概述；太阳能电池的工作原理；单晶硅太阳能电池材料与制备工艺。

第三周：太阳能与太阳能电池材料（2学时）

教学内容：多晶硅太阳能电池材料与制备工艺；铜铟镓硒太阳能电池，染料敏化太阳能电池。

第四周：太阳能与太阳能电池材料（2学时）

教学内容：有机太阳能电池的工作原理，结构，选材；太阳能电池应用。太阳能电池材料对分讨论。

第五周：锂离子电池材料（2学时）

教学内容：锂离子电池概述，锂离子电池组成结构，锂离子电池正极材料。

第六周：锂离子电池材料（2学时）

教学内容：锂离子电池负极材料，锂离子电池隔膜材料

第七周：锂离子电池材料（2学时）

教学内容：锂离子电池电解质材料，锂离子电池的应用。锂离子电池材料对分讨论

第八周：超级电容器材料（2学时）

教学内容：超级电容器概述，超级电容器储能机制、超级电容器分类与发展状况。

第九周：超级电容器材料（2学时）

教学内容：常见的超级电容器材料。

第十周：燃料电池材料（2学时）

教学内容：燃料电池概述，燃料电池工作原理、分类与发展状况，质子交换膜燃料电池电极材料，燃料电池小车展示。

第十一周：燃料电池材料（2学时）

教学内容：熔融碳酸盐燃料电池及其电极材料，固体氧化物燃料电池及其电极材料，其他类型如直接甲醇燃料电池、碱性燃料电池、磷酸盐燃料电池及其相应的电极材料。燃料电池材料对分讨论。

第十二周：生物质能材料（2学时）

教学内容：生物质能概述，生物质能的特点、分类，生物质能利用的主要技术，生物质能开发利用的现状和前景。

第十三周：生物质能材料（2学时）

教学内容：生物质能物理转化技术，生物质能化学转化技术、生物质能生物转化技术、生物柴油，生物质制氢，生物燃料乙醇，航空生物燃料，生物质能发电技术

第十四周：氢能（2学时）

教学内容：氢能的发展史，氢气的制取技术，氢的储存与运输，氢能的利用。

第十五周：核能（2学时）

教学内容：核能的定义及其原理，核能的发展历史，核能的应用，中国的核能。各种新型能源对分讨论。

第十六周 考试（2个学时）

教学内容：考试考察

# 电子显微分析技术

## 一、基本信息

课程代码	MATE130041				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Introduction to Electron Microscopy								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程	高等数学、大学物理				后续课程				
教学方式	课堂讲授+作业				考核方式	平时作业成绩 30%+期末考试成绩 70%			
教材和参考资料	<b>教材:</b> 3. 章晓中, 电子显微分析, 清华大学出版社, 2006 年 <b>参考资料:</b> 5. 进藤大辅, 材料评价的分析电子显微方法, 冶金工业出版社, 2001 年 6. 朱宜, 电子显微镜的原理和使用, 1981 年								
大纲提供者	朱凡								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学, 帮助学生掌握有关电子显微学(主要是透射电子显微学)的基本知识, 了解电子显微镜的工作原理、基本结构以及电子显微镜在材料研究领域中的应用领域, 为同学们将来从事材料研究或在工作岗位上开展电子显微工作奠定理论与实验基础知识。

### 基本要求:

1. 有高等数学基础
2. 学习过大学物理
3. 有一定晶体学知识

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

33. 1 周: 显微镜的工作原理及光学显微镜的性能极限
34. 2 周: 电子波与光波、X-射线、离子-质子成像的对比, 电子显微镜的优势
35. 3 周: 电子光学基本知识、磁透镜成像基本原理
36. 4 周: TEM(透射电子显微镜)的成像系统: 电子枪、磁透镜组(聚光镜、物镜、中间镜投影镜)
37. 5 周: TEM(透射电子显微镜)的控制及周边系统: 电源、冷却水、防震、防磁等

- 38. 6 周：电子光学的几种照明模式、成像模式；选区电子衍射：理论与应用
- 39. 7 周：纳衍射技术、会聚束衍射、菊池线
- 40. 8 周：衬度理论的一般介绍；质厚衬度理论
- 41. 9 周：完整晶体衍射衬度理论
- 42. 10 周：缺陷晶体的衍射衬度理论与应用
- 43. 11 周：相位衬度理论：投影势、弱相位物体近似
- 44. 12 周：衬度传递函数、原子像与晶格像
- 45. 13 周：特殊成像技术：Z-衬度成像、洛伦兹显微技术、全息显微技术
- 46. 14 周：TEM 样品制备技术：粉末法、离子减薄技术、电解双喷法、FIB 制样、超薄切片法
- 47. 15 周：分析电子显微技术：EDS 与 EELS 简介
- 48. 16 周：闭卷考试



# 无机功能材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130051				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Functional Inorganic Materials								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程					后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式	考试			
教材和参考资料	1. 无机功能材料 杨华明 化学工业出版社 2007/5/1 2. 新能源材料 雷永泉 天津大学出版社 2000/12/1								
大纲提供者	余学斌								

## 二、教学目的和基本要求

介绍无机功能材料的基本概念和基本性质，内容涵盖几类重要的无机功能材料，如磁性材料、超导材料、能源材料、智能材料。另外，结合自身的科研实践，通过实例介绍无机功能材料在现代能源领域的研究进展和应用专题。使学生在无机功能材料的组成、结构、应用、主要制备方法，及无机功能材料现状及发展方面建立认知。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第一章…绪论 ……4 学时

教学内容：无机功能材料基本概念，无机功能材料与生活、生产的关系

教学要求：宏观上认识无机功能材料。

### 第二章…无机功能材料合成方法 ……6 学时

教学内容：无机功能材料的功能化方法

教学要求：对功能陶瓷、玻璃、半导体成型工艺，及几种功能化方法，如纳米化，表面处理等建立认识。

### 第三章…金属功能材料 ……6 学时

教学内容：金属功能材料的发展，组成，结构及性能应用等

教学要求：建立金属功能材料的概念，了解金属功能材料的功能原理、特性、结构特点、化学组成和实际应用。

第四章…主要无机功能材料发展（磁性材料、超导材料、光功能材料、智能材料） …10 学时

教学内容：磁性材料、超导材料、光功能材料、智能材料

教学要求：掌握几类无机功能材料的概念与分类，了解这些材料的主要应用领域。

第五章…新型能源材料…10 学时

教学内容：太阳能、核能、氢能和二次电池

教学要求：掌握几类新能源材料的概念与分类，了解不同新能源材料的特点，发展过程以及应用领域和范围。

# 材料科学前沿讲座

## 一、基本信息

课程代码	MATE130052				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Frontiers in Materials Science							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论, 普通物理, 大学化学				后续课程	半导体物理与器件		
教学方式	课堂讲授 (全英文)				考核方式	平时成绩+期末考试		
教材和参考资料	A. K. Shukla, Bulletin of Materials Science, Academy of Sciences: 1979-2012. B. Raj, Frontiers in Materials Science. Universities Press: 2007-2012.							
大纲提供者	梁子骐							

## 二、教学目的和基本要求

本课程旨在让学生了解当代材料科学与工程专业领域的学科前沿及发展趋势, 拓宽学生的知识面, 提高对未来研究工作的适应性, 初步培养学生把握科学研究动态的能力。本课程特别结合目前材料科学系的研究领域, 使学生初步了解系里的研究状况和研究实力, 为将来进入本科毕业论文设计和研究生学习环节做铺垫。

希望学生通过本课程的学习了解光电材料、微电子材料、能源材料、及生物材料等的最新发展动态, 拓宽视野, 激发兴趣, 然后用于今后的科研工作中。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

引言—走近材料科学

**第一章 光电材料**

1.1 光电材料基础

1.2 光伏材料

1.3 发光二极管材料

1.4 场效应晶体管材料

1.5 传感材料

1.6 压电材料

1.7 电荷与光子的输运研究

**第二章 微电子材料**

2.1 微电子材料基础

2.2 光刻胶材料及应用

- 2.3 低介电材料与封装应用
- 2.4 高介电材料与电荷存储应用

### **第三章 能源材料**

- 3.1 新能源材料的分类与综述
- 3.2 电池材料
- 3.3 超级电容器材料
- 3.4 热电材料
- 3.5 储氢材料

### **第四章 生物材料**

- 4.1 生物医学材料的简介
- 4.2 金属基生物医学材料
- 4.3 陶瓷基生物医学材料
- 4.4 生物医用高分子材料
- 4.5 生物材料的最新应用进展

### **第五章 材料的合成与表征**

- 5.1 材料的合成与制备
  - 5.1.1 纳米材料的制备
  - 5.1.2 陶瓷材料的制备
  - 5.1.3 复合材料的制备
  - 5.1.4 薄膜材料的制备
- 5.2 材料的表征
  - 5.2.1 元素成分分析
  - 5.2.2 化学功能基分析
  - 5.2.3 结构取向与结晶分析
  - 5.2.4 形貌分析
  - 5.2.5 表面与界面分析

# 纳米功能材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130075				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Functional Nanomaterials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论, 普通化学, 物理化学, 大学物理等				后续课程			
教学方式	讲授为主				考核方式	平时成绩 30 分, 期末笔试占 70 分。期末考核方式: 开卷。		
教材和参考资料	1. 张立德, 牟季美, 《纳米材料和纳米结构》, 科学出版社, 2001 年 2 月 2. 彭英才, 《纳米光电子器件》, 科学出版社, 2010 年 7 月 3. 张阳德, 《纳米生物技术学》, 科学出版社, 2009 年 9 月 4. Xiaosheng Fang and Limin Wu, 《Handbook of Innovative Nanomaterials: From Syntheses to Applications》, Pan Stanford Publishing Pte. Ltd. 2012 年 6 月							
大纲提供者	方晓生							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

使材料专业的本科生了解有关纳米功能材料的知识, 从制备方法到最前沿的发展动态, 让其能够了解纳米材料功能化的最新信息, 引导他们正确认识纳米技术, 把握纳米材料的应用以及进展。

### 基本要求:

该门课程属于理工科专业的专业选修课程, 内容较广、属于交叉学科, 希望选修的同学们不缺课、多思考、善于提问

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

第一部分: 纳米功能材料概论; 第二部分: 纳米功能材料设计与合成; 第三部分: 纳米材料表征技术; 第四部分: 纳米光电子材料; 第五部分: 纳米能源材料。第六部分: 纳米生物材料。第七部分: 纳米功能材料最新进展和趋势。第八部分: 实验室参观  
第 1 周 纳米功能材料概论

第 2 周	纳米功能材料概论
第 3 周	纳米功能材料的设计与合成
第 4 周	纳米材料表征技术
第 5 周	纳米材料表征技术
第 6 周	纳米光子材料
第 7 周	纳米光子材料
第 8 周	纳米能源材料
第 9 周	纳米能源材料
第 10 周	纳米生物材料
第 11 周	纳米生物材料
第 12 周	纳米功能材料最新进展
第 13 周	纳米功能材料最新进展
第 14 周	随堂复习
第 15 周	参观实验室
第 16 周	随堂考试

# 光电材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130077				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Opto-electronic Materials							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程	近代物理 A、真空物理与技术				后续课程	薄膜材料与器件、光电技术与器件		
教学方式	课堂讲课, PPT 结合图片和相关视频等。				考核方式	期末考试 50%、课堂讨论 30%、出勤 20%		
教材和参考资料	1. 周馨我 功能材料学 北京理工大学出版社 2002 年 1 月 2. (美) 施敏 (S.M.Sze) 主编; 刘晓彦等译 现代半导体器件物理 科学出版社 2002 年 7 月 3. 侯宏录 光电子材料与器件 国防工业出版社 2012 年 2 月 4. 黄章勇 光电子器件和组件 北京邮电大学出版社 2003 年 5 月 5. 王庆有 光电技术 电子工业出版社 2008 年 6 月							
大纲提供者	莫晓亮							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

了解掌握利用太阳电池、发光器件等材料 and 器件的基本原理以及相应的制备方法。为同学们今后从事光电子技术、器件研究和开发及理解新型光电子器件打下基础。丰富学生的知识、拓展视野、从而提高就业竞争力。

### 基本要求:

学生理解和掌握各类太阳能电池、二次电池、燃料电池以及各类电功能、光电、介电功能材料的原理, 常见材料, 器件的组成和原理等。了解各种光电材料在生产生活中的应用。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

周次	内 容	形式	学时
第一周	光电材料绪论	讲授	2
第二周	太阳电池基本原理	讲授	2
第三周	晶硅太阳电池	讲授	2
第四周	薄膜太阳电池 (1)	讲授	2
第五周	薄膜太阳电池 (2)	讲授	2

第六周	染料敏化太阳电池	讲授	2
第七周	二次电池材料概述	讲授	2
第八周	铅酸、镍镉、镍氢电池材料	讲授	2
第九周	锂离子电池材料	讲授	2
第十周	燃料电池	讲授	2
第十一周	电功能材料	讲授	2
第十二周	超导材料	讲授	2
第十三周	介电、铁电材料	讲授	2
第十四周	光电显示材料	讲授	2
第十五周	信息存储材料	讲授	2
第十六周	考试	考试	2
第十七周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2
第十八周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2



# 智能材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130087				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	Intelligent materials									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程	大学物理，材料科学导论				后续课程					
教学方式	采用线上、课上混合式教学模式，线上教学占教学量 50%，课堂教学占教学量 50%。线上教学重在基础知识、概念的介绍，可通过复旦大学在线教育中心网站 <a href="http://fudan.mooc.chaoxing.com/">http://fudan.mooc.chaoxing.com/</a> ，或手机“学习通”APP 访问学习。课上教学重在培养灵活运用所学知识分析问题、解决问题的能力，主要有材料实例展示，解析，讨论环节组成。				考核方式	平时成绩 40%，期末考试成绩 60%；平时成绩主要有线上学习完整度（网络自动统计），课堂讨论参与度，出勤。期末考试成绩为卷面分。				
教材和参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 智能材料与结构系统，张光磊，北京大学出版社，2010；</li> <li>2. 功能与智能材料：结构演化与结构分析，王中林，科学出版社，2002；</li> <li>3. 智能材料，姚康德，成国，化学工业出版社，2002；</li> <li>4. 智能材料系统与结构，杜善义，科学出版社，2001；</li> <li>5. Smart materials, Schwartz, Mel M., 科学出版社，2009.</li> </ol>									
大纲提供者	郭艳辉									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

课程旨在增进学生对智能材料结构、原理、应用和设计一般规律的认识，使具有选用智能材料构建一般环境响应结构的创新能力。

### 基本要求：

理解解智能材料概念、组成、分类，智能材料与仿生关系，了解智能变色材料、智能形状记忆材料，智能流变材料与智能伸缩材料的组成、结构、原理与应用。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

智能材料，是一种能感知外部刺激、进行判断并适当处理，且具有一定执行能力的新型功能材料，是材料科学最活跃和最先进的发展方向之一。本课程从基本概念、基本理论和应用技能等方面介绍智能材料的相关知识，并重点讲解智能变色材料、智能形状记忆材料，智能流变材料，智能伸缩材料等相关内容。

#### 第一章 绪论 (1-2 学时，课上教学)

知识点：智能材料的概念与范畴，智能材料的分类及特点。

#### 第二章 智能材料与仿生 (3-6 学时)

知识点：智能材料的设计思路，智能效应的基本原理，智能材料与仿生学的关联，智能材料的基本制造方法；

第 3-4 学时，线上教学,观看教学视频，包括智能材料概念，智能材料设计与仿生，完成习题与讨论；

第 5-6 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

#### 第三章 智能变色材料 (7-12 学时)

知识点：显色的光学及材料学原理，光致变色、热致变色、电致变色、压致变色材料的组成、结构与工作原理，智能变色材料的应用。

第 7-8 学时，线上教学,观看教学视频，显色光学原理，光致变色、热致变色内容，完成习题与讨论；

第 9-10 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 11-12 学时，线上教学,观看教学视频，电致变色，压致变色内容，变色材料应用，形状记忆材料基础，完成习题与讨论；

#### 第四章 智能形状记忆材料 (13-20 学时)

知识点：形状记忆效应定义及分类，形状记忆材料概念及分类，形状记忆合金、高分子、陶瓷的组成、结构，性能与工作原理，形状记忆材料的应用。

第 13-14 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 15-16 学时，线上教学,观看教学视频，形状记忆合金，陶瓷，形状记忆高分子材料，基础内容，完成习题与讨论；

第 17-18 学时，课堂教学，线上知识点回顾梳理，案例展示与讨论；

第 19-20 学时, 线上教学,观看教学视频, 形状记忆材料应用及流变学基础, 完成习题与讨论;

#### 第五章 智能流变材料 (21-26 学时)

知识点: 流变学、电介质基本知识, 电流变液与磁流变液的组成、结构与工作原理, 电流变液与磁流变液的应用。

第 21-22 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论;

第 23-24 学时, 线上教学,观看教学视频, 电流变液, 磁流变液内容, 完成习题与讨论;

第 25-26 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论;

#### 第六章 智能伸缩材料 (27-34 学时)

知识点: 磁致伸缩材料, 电致伸缩材料的组成、结构、性能与工作原理, 磁致伸缩材料, 电致伸缩材料的应用。

第 27-28 学时, 线上教学, 电致伸缩、磁致伸缩材料基本概念, 电致伸缩材料组成、结构与原理, 完成习题与讨论;

第 29-30 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论;

第 31-32 学时, 线上教学, 磁致伸缩材料组成、结构与原理, 智能伸缩材料应用, 完成习题与讨论;

第 32-34 学时, 课堂教学, 线上知识点回顾梳理, 案例展示与讨论.

考试 35-36 学时, 随堂考试。

# 锂电池材料

## 一、基本信息

课程代码	MATE130095				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials for Lithium Batterie							
课程类别	专业进阶课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	授课				考核方式	期末考核方式为闭卷，期末成绩占 60%，平时成绩占 40%，平时成绩包括期中成绩(占 20%)、作业和出勤(占 20%)。		
教材和参考资料	1 郭炳琨，徐徽，王先友，肖立新编，锂离子电池，中南大学出版社，2002 年。 2 杨勇等编著，固态电化学，化学工业出版社，2016 年							
大纲提供者	王飞							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的学习，让学生掌握锂电池及其相关材料的概念和工作原理，了解电池体系内材料的基本物理化学特征及其储能机理，培养学生分析问题和解决问题的能力以及科学思维能力，激发学生对锂电池材料领域的研究兴趣。

### 基本要求：

要求学生具有基本的电化学和材料物理基础。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

本课程是材料科学系新能源材料方向的专业进阶课程，主要内容包括：锂电池的基本概念和组成、锂电池的工作原理及其性能的控制因素、锂电池正负极材料的分类和物理化学特征、锂电池的电解液和隔膜材料、锂硫电池体系及其材料的特征、锂空气电池体系及其材料的特征、其它二次电池体系及其材料的特征。

第 1 次 绪论：什么是锂电池；锂电池的发展历程；锂电池的种类；锂电池的基本工作原理；锂电池的组成及特征，锂电池的应用领域。

第 2 次 锂电池的理论基础：元素的氧化数；电池电势与自由能变化的关系；平衡常数；能斯特方程；影响电极电势的因素（浓度、酸度、形成沉淀、形成配离子）；锂电池的电动势和开路电压；锂电池的输出功率；锂电池的内阻；锂电池的充放电曲线；锂电池的极化；锂离子在固体和液体中的扩散和迁移。

第 3 次 正极材料：锂电池对正极材料的选择要求；层状结构正极材料的种类和物理化学特征；尖晶石结构正极材料的种类和物理化学特征；橄榄石结构正极材料的种类和物理化学特征；其它正极材料的种类和物理化学特征。

第 4 次 正极材料：正极材料的制备方法；正极材料的电化学性能；正极材料的储锂机理；正极材料的改性和优化。

第 5 次 负极材料：锂电池对负极材料的选择要求；碳基负极材料的种类和物理化学特征；金属基负极材料的种类和物理化学特征；金属氧化物型负极材料的种类和物理化学特征；其它负极材料及其物理化学特征。

第 6 次 负极材料：负极材料的制备方法；负极材料的电化学性能；负极材料的储锂机理；负极材料的改性和优化。

第 7 次 液态电解质：锂电池对电解液的选择要求；电解液的种类；电解液的组分及其物理化学特征；电解液的离子导电性能；电解液的温度特性；电解液添加剂；电解液的制备和工艺。

第 8 次 隔膜与粘结剂：锂电池对隔膜的选择要求；锂电池隔膜的分类；隔膜的性能及评价；隔膜的制备；电极粘结剂的种类及要求。

第 9 次 固态电解质的理论基础：固态离子学简介；扩散的概念-布朗运动与扩散；描述固体中离子扩散的理论模型 Fick 定律；扩散的类型及特点；离子电导和电子电导的特性和区分；固体中离子/原子扩散的相关因子；外场作用下的离子扩散过程；缺陷对离子扩散的影响；离子扩散系数的测定和研究方法。

第 10 次 固态电解质及固态锂电池：固态电解质的概念和分类；无机固体电解质的类型和特征；聚合物电解质的分类和特征；固态电池的概念和分类；固态电池的性能和特征；固态电池的应用。

第 11 次 锂电池中的界面：界面的概念及其特点；固态电解质界面（SEI）；SEI 层的组成及其特征；SEI 层对锂电池性能的影响；固态锂电池中界面的特征；界面对离子扩散的影响；

第 12 次 锂硫电池：锂硫电池的概念和特征；锂硫电池的正负极材料；锂硫电池的电解液；锂硫电池的电极反应机理；锂硫电池中的关键科学问题。

第 13 次 锂空气电池：锂空气电池的概念和特征；锂空气电池的正负极材料；锂空气电池的电解液；锂空气电池的电极反应机理；锂空气电池中的关键科学问题。

第 14 次 钠离子电池及其它种类的二次电池简介：钠离子电池的概念；钠离子电池的特点；钠离子电池的正负极材料；钠离子电池的电化学行为；钾离子电池；镁离子电池；铝离子电池；钙离子电池。

第 15 次 锂电池材料的理论模拟：材料模拟计算的理论基础；密度泛函理论；锂离子脱嵌过程中的相稳定性和结构演化；材料相变的理论描述；电极材料的稳定性分析；电极材料中的离子迁移；电极材料的结构预测方法。

第 16 次 锂电池材料的研究方法和表征技术：电极材料的电化学表征技术（充放电曲线、循环伏安、交流阻抗、恒电流（电压）间歇滴定法、直流极化）；电极材料的晶体结构和形貌（衍射、电镜等）；电极材料中元素的电子结构（谱学表征手段）；电极材料的热稳定和产气分析（热重、质谱等）。

第 17 和 18 周为考试周。

# 氢能材料与技术

## 一、基本信息

课程代码	MATE130096				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	<b>Hydrogen-Based Materials and Technology</b>									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程					后续课程					
教学方式	课堂讲授为主，随堂讨论，网络发布信息等形式。				考核方式	期末考核方式为开卷测试，期末成绩占 50%，平时成绩占 50%				
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 李星国 等编著，氢与氢能，机械工业出版社，2012 年。 2. A. Zuttel, A. Borgschulte, and L. Schlapbach, Hydrogen as a future energy carrier, 2008 年。 <b>参考资料：</b> 1. 吴素芳 编著，氢能与制氢技术，浙江大学出版社，2014 年。 2. 朱敏 等编著，先进储氢材料导论，科学出版社，2015 年。 3. Mehmet Sankir, Nurdan Demirci Sankir, Hydrogen Storage Technologies, Wiley, 2018 年。 4. Johannes Topler, Jochen Lehmann, Hydrogen and Fuel Cell: Technologies and Market Perspective, Springer, 2016。									
大纲提供者	夏广林									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

通过本课程的学习，让学生了解氢能源的基本常识和重要性，掌握氢能源的工作原理和科学前沿，明确氢能对国家社会发展的重要作用，同时也让学生熟悉目前氢能源发展过程中存在的瓶颈问题，激发学生对氢能源的研究兴趣。

### 基本要求：

要求学生熟悉和掌握氢能源领域的基本概念和基本原理，并了解氢能应用的重要组成环节和发展现状。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

本课程是材料科学系本科学生的一门专业进阶课程，首先简要介绍氢能源的研

究背景和发展现状，然后重点介绍氢能源中氢气的制取、氢气的储存和运输、加氢站、氢的利用等四个主要组成部分，主要包括基本原理和特点、发展现状、技术及设备等环节。

第1次 绪论：世界经济和能源；能源消耗带来的问题；什么是新能源；氢能的特点和利用形式；可再生能源与氢能源；氢能的发展历程；氢与材料的关系。

第2次 氢能简介：氢的基本性质概述；氢气的制备；氢的化学性质；氢气安全的基础知识；氢气的燃烧和爆炸性能；氢能在中国的发展现状；氢能的未来。

第3次 氢气的制取：1. 化石能源制氢：天然气制氢、煤化气制氢、烃类制氢、醇类制氢等方式的基本原理和发展现状；2. 电解水制氢：电解水制氢的物理化学原理；电解水技术进展；电解水制氢技术的发展趋势。

第4次 氢气的制取：3. 生物质制氢：生物质制氢的反应机理；主要工艺类型；制氢的微生物；生物质制氢技术与设备；4. 光解水制氢：光解水制氢的基本化学反应原理；光解水系统技术简介；电极材料研究；5. 氨分解制氢：氨分解反应机理与动力学；氨分解催化剂；氨分解制氢工艺流程；氨分解制氢主要装置；

第5次 氢气的制取：6. 回收提纯氢技术：深冷分离法、变压吸附法、膜分离技术等方法的基本原理和优缺点分析。7. 核能制氢：核能制氢的主要工艺；核能制氢用反应堆；核能制氢的国内外研究进展；8. 可控化学制氢：8.1  $\text{NaBH}_4$  制氢：基本原理；研究进展；制氢工艺及设备；8.2 金属粉末制氢：金属粉末制氢原理；铝制氢技术及设备；镁制氢、锌制氢、铁制氢等方法的基本原理和优缺点分析；8.3 其他化学氢化物水解制氢简介。

第6次 氢气的储存和输运：1. 高压储氢：高压储氢简介；高压氢气的压缩；氢气的加注；高压储氢容器；高压储氢的风险评估与检测；高压储氢的应用。

第7次 氢气的储存和输运：2. 液态储氢：液态储氢简介；液态氢气的生产；液态氢的存储；液态氢的运输；液态氢的应用。

第8次 氢气的储存和输运：3. 物理吸附储氢：气体吸附原理；物理储氢的特点；碳材料的物理储氢性能；金属有机骨架材料的物理储氢性能；微孔高分子的物理储氢性能。

第9次 氢气的储存和输运：4. 储氢合金：储氢合金简介；储氢合金的工作原理；



储氢合金的分析手段和方法；稀土储氢材料；过渡金属基储氢材料。

第 10 次 氢气的储存和输运：5. 金属氢化物：金属氢化物的工作机理；镁基储氢材料；配位铝氢化物；金属氢化物储氢性能分析测试手段和方法。

第 11 次 氢气的储存和输运：6. 无机非金属储氢材料：无机非金属储氢材料的基本特征；吸放氢反应机理；金属氮氢化物、金属硼氢化物、氨硼烷及其衍生物等无机非金属储氢材料的吸放氢反应机理、研究进展和改性方法。

第 12 次 加氢站：加氢站的基本组成系统；加氢站的主要类型；加氢站与加氢站网络建设。

第 13 次 氢气与材料制备和改性：氢脆现象；金属间化合物氢致非晶化；氢等离子法；磁学性质。

第 14 次 镍氢电池：概述：电化学理论基础；工作原理和特点；镍氢电池的构造；镍氢电池的开发与应用。

第 15 次 氢的应用：1. 燃料电池：燃料电池概述；燃料电池的工作机理；燃料电池的基本构造；燃料电池的分类；2. 碱性燃料电池：概述；电池构造；操作条件；研究现状及前景；3. 高聚物电解质膜燃料电池：概述；电池构造；研究现状及前景。

第 16 次 氢的应用：4. 氢内燃机车：氢内燃机概述；氢内燃机工作原理；氢内燃机机车的结构系统；氢混合燃料内燃机；氢内燃机汽车的发展状况。5. 燃料电池汽车：概述；特点；工作原理；结构系统；发展状况。

第 17 和 18 周为考试周。

# 新能源转换材料及应用

## 一、基本信息

课程代码	MATE130097				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	New Energy Conversion Materials and Applications									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程					后续课程					
教学方式	授课				考核方式	闭卷考试				
教材和参考资料	1. A. K. Shukla, Bulletin of Materials Science, Academy of Sciences: 1979-2012. 2. B. Raj, Frontiers in Materials Science. Universities Press: 2007-2012.									
大纲提供者	梁子骐									

## 二、教学目的和基本要求

本课程旨在让本科高年级学生了解当代能源转换材料领域的学科前沿及发展趋势，拓宽学生的知识面，提高对未来研究工作的适应性，初步培养学生把握科学研究动态的能力。本课程特别结合目前材料科学系的研究领域，使学生初步了解系里的研究状况和研究实力，为将来进入本科毕业论文设计和研究生学习环节做个铺垫。

希望学生通过本课程的学习了解新能源转换材料及应用，包括光-电转换材料、热-电转换材料及光、电-化学能转换材料等的最新发展动态，拓宽视野，激发兴趣，然后用于今后的科研工作中。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

**教学内容安排**（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

引言：走近新能源转换材料

第一章 光 电转换材料

1.1 光电材料基础

1.2 光伏材料与器件

1.2.1 染料敏化太阳能电池

1.2.2 有机太阳能电池

1.2.2 钙钛矿太阳能电池

1.3 发光二极管材料与器件

1.4 光探测材料与器件

1.5 电荷与光子的输运特性

第二章 热 电转换材料

2.1 材料的热电转换原理

2.2 热电发电原理：塞贝克效应

2.2.1 无机热电材料：低温、中温及高温区

2.2.2 柔性热电材料

2.2.3 有机/无机纳米复合热电材料

2.3 热电制冷原理：帕尔帖效应

2.3.1 半导体制冷器

第三章 电 化学能转换材料

3.1 燃料电池

3.1.1 固体氧化物燃料电池

3.1.2 氢燃料电池

3.1.3 直接甲醇燃料电池

3.2 电催化制氢材料

第四章 光 化学能转换材料

4.1 光催化原理

4.2 太阳光催化制氢材料

4.1.1 二氧化钛

4.1.2 其他光催化材料：氧化锌、氧化锡、二氧化锆、硫化镉

# 有机光电材料与器件

## 一、基本信息

课程代码	MATE130098				学分	2		周学时	2	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
英文名称	<b>Organic Optoelectronic Materials and Devices</b>									
课程类别	专业进阶课程									
课程主页										
预修课程					后续课程					
教学方式	讲授为主				考核方式	期末考试：60%，平时成绩：40%，				
教材和参考资料	<b>教材：</b> 1. 自编讲义课件 2. 刘云圻主编，有机纳米与分子器件（上下册），科学出版社，2010 年。 <b>参考资料：</b> 1. 华彤文、陈景祖等编著，普通化学原理（第 3 版），北京大学出版社，2005 年。 2. 申泮文主编，近代化学导论（上、下册），高等教育出版社，2002 年。 3. P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, General Chemistry - Principles and Modern Applications (Eighth Edition), Prentice Hall, 2002									
大纲提供者	赵岩 陆雪峰									

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的：

有机光电功能材料是有机化学与光电功能器件相结合的一门交叉学科，通过本课程的学习熟悉有机光电材料的合成方法及策略，了解有机发光二极管、染料敏化/钙钛矿太阳能电池、有机薄膜太阳能电池和场效应晶体管等能源相关器件的工作原理、研究现状、发展趋势以及制备加工方法，培养学生科学思维的能力。

### 基本要求：

要求学生熟悉和掌握有机新能源相关器件的工作原理、研究现状与发展趋势。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 教学内容安排（按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：

本课程是材料科学系本科学生的一门专业选修课程，主要内容包括：有机发光二

极管、染料敏化/钙钛矿太阳能电池、有机薄膜太阳能电池、有机场效应晶体管等器件的基本工作原理、加工方法、活性层材料的设计合成原理以及常见的表征手段。

第 1-8 周，授课老师：赵岩

第 1 周：绪论：什么是有机光电材料与器件；有机光电材料的基本特征与属性；有机光电器件的功能与分类（有机发光二极管，有机太阳能电池、有机热电器件、有机场效应晶体管）；有机光电器件的研究现状、应用现状与发展趋势。

第 2 周：有机场效应晶体管。有机场效应晶体管的发现；有机场效应晶体管的器件结构与工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机场效应晶体管等研究与应用现状。

第 3 周：p-型材料的设计原理、合成与制备。有机小分子 p-型材料和聚合物 p-型材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 4 周：n-型材料的设计原理、合成与制备。有机小分子 n-型材料和聚合物 n-型材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 5 周：双极性材料的设计原理、合成与制备。传统有机闭壳双极性材料和新型的有机自由基双极性材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-器件性能之间的根本关系。

第 6 周：有机光电功能器件的共性。有机光电功能器件核心问题（能级、载流子注入及传输）；各功能器件的共性讨论；其他功能器件及多功能器件（传感器、发光场效应晶体管等）。

第 7 周：有机光电功能材料的常见加工方法。气相沉积法（热蒸镀、电子束蒸镀、分子束外延）；溶液法（旋涂、滴涂、喷墨打印、电喷印）；其他加工方法（单晶、熔融法）。

第 8 周：有机光电器件等常见表征方法及仪器。电学表征（I-V 曲线、J-V 曲线、

输出曲线、转移曲线）；光学表征（吸收光谱、发光光谱）；材料聚集态结构表征（SEM、TEM、GIXRD）

第 9-16 周，授课老师：陆雪峰

第 9 周：有机发光二极管。有机发光二极管器件的发现及基本工作原理；有机发

光二极管的常见结构与特点；器件基本性能参数与评价方式；有机发光二极管的研究与应用现状。

第 10 周：有机小分子发光材料的设计原理和合成方法，有机小分子发光材料的实例分析（白光，蓝光，红光等）、研究现状和发展趋势；分子结构-聚集态-发光性能之间的关系。

第 11 周：聚合物发光材料的设计原理和合成方法，聚合物发光材料的实例分析（白光，蓝光，红光等），了解研究现状和发展趋势，理解分子结构-聚集态-发光性能之间的关系。

第 12 周：有机太阳能电池。有机太阳能电池的器件结构与基本工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机太阳能电池的研究与应用现状。

第 13 周：基于染料敏化/钙钛矿太阳能电池的光敏染料的设计原理、合成与制备。

D- $\pi$ -A 型和 D-A- $\pi$ -A 型有机光敏染料分子的研究现状和发展趋势；分子结构与光伏性能之间的关系。

第 14 周：有机薄膜太阳能电池的给体材料和受体材料的设计原理、合成与制备。

聚合物给体材料、聚合物受体材料和小分子受体材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构与光伏性能之间的关系。

第 15 周：有机热电器件。有机热电器件结构与基本工作原理；器件基本性能参数与评价方式；有机热电器件的研究与应用现状。

第 16 周：有机 p-型热电材料和 n-型热电材料的设计原理和合成方法，p-型热

电

材料和 n-型热电材料的实例分析；研究现状和发展趋势；分子结构与热电性能之间的关系。

第 17 和 18 周：考试周（论文报告），授课老师：赵岩，陆雪峰

# 太阳能电池器件物理

## 一、基本信息

课程代码	MATE130099				学分	2		周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级		
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	
英文名称	Opto-electronic Materials								
课程类别	专业进阶课程								
课程主页									
预修课程	近代物理 A、真空物理与技术				后续课程	薄膜材料与器件、光电技术与器件			
教学方式	课堂讲课, PPT 结合图片和相关视频等。				考核方式	50% 期末考试+ 30% 课堂讨论+20% 出勤			
教材和参考资料	1. 周馨我 功能材料学 北京理工大学出版社 2002 年 1 月 2. (美) 施敏 (S.M.Sze) 主编; 刘晓彦等译 现代半导体器件物理 科学出版社 2002 年 7 月 3. 侯宏录 光电子材料与器件 国防工业出版社 2012 年 2 月 4. 黄章勇 光电子器件和组件 北京邮电大学出版社 2003 年 5 月 5. 王庆有 光电技术 电子工业出版社 2008 年 6 月								
大纲提供者	莫晓亮								

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

了解、掌握利用太阳电池、发光器件等材料和器件的基本原理以及相应的制备方法。为同学们今后从事光电子技术、器件研究和开发及理解新型光电子器件打下基础。丰富学生的知识、拓展视野、从而提高就业竞争力。

### 基本要求:

学生理解和掌握各类太阳能电池、二次电池、燃料电池以及各类电功能、光电、介电功能材料的原理, 常见材料, 器件的组成和原理等。了解各种光电材料在生产生活中的应用。

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

周次	内 容	形式	学时
第一周	光电材料绪论	讲授	2
第二周	太阳电池基本原理	讲授	2
第三周	晶硅太阳电池	讲授	2
第四周	薄膜太阳电池 (1)	讲授	2
第五周	薄膜太阳电池 (2)	讲授	2
第六周	染料敏化太阳电池	讲授	2



第七周	二次电池材料概述	讲授	2
第八周	铅酸、镍镉、镍氢电池材料	讲授	2
第九周	锂离子电池材料	讲授	2
第十周	燃料电池	讲授	2
第十一周	电功能材料	讲授	2
第十二周	超导材料	讲授	2
第十三周	介电、铁电材料	讲授	2
第十四周	光电显示材料	讲授	2
第十五周	信息存储材料	讲授	2
第十六周	考试	考试	2
第十七周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2
第十八周	和学生沟通并反馈教学相关情况	讨论	2

## 5.6 荣誉课程大纲

### 数学物理方法（H）

#### 一、基本信息

课程代码	MATE130050h				学分	4	周学时	5
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Methods of Mathematical Physics(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	大学物理，高等数学				后续课程	材料力学，材料物理		
教学方式	课堂讲授为主，随堂讨论，网络发布信息，习题课讨论、答疑等形式。				考核方式	包括两大部分，第一部分是平时课堂点名、作业成绩、期中考试成绩，共占课程总成绩的30%；第二部分是期末考试成绩，占课程总成绩的70%，期末考试采取闭卷笔试的形式。		
教材和参考资料	1.梁昆淼，数学物理方法（第四版），高等教育出版社，2020 2.吴崇试，数学物理方法（第二版），北京大学出版社，2019							
大纲提供者	王珺							

#### 二、教学目的和基本要求

##### 教学目的：

通过本课程的教学，使学生掌握并能运用复变函数、积分变换、典型数学物理方程求解方法等基本数学工具。培养学生严谨的逻辑和推演等理性思维能力，训练学生将物理问题归结为数学问题并进行求解的能力，掌握求解数学物理方程的主要方法并能熟练运用于实际物理问题，为进一步学习和理解材料科学系的物理电子、材料物理等基础、专业理论课打好数学基础。

##### 基本要求：

掌握并能运用复变函数、积分变换、典型数学物理方程求解方法等基本数学工具，并在深度和广度上有进一步要求，培养将物理问题归结为数学问题并进行求解的能力，为进一步学习专业课程打基础。

#### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

##### 教学内容安排（具体到每节课内容）：

## 第一篇 复变函数理论

### 第十六章 复变函数及复变函数的积分

- 10) 复数及其运算
- 11) 复变函数、导数、解析函数
- 12) 平面标量场
- 13) 初等函数和多值函数
- 14) 保角变换概念
- 15) 常微分方程求解
- 16) 矢量微分算子与拉普拉斯算子

### 第十七章 复变函数的积分

3. 复变函数积分概念
4. 柯西定理
5. 不定积分
6. 柯西公式及其应用

### 第十八章 幂级数展开

- 1) 复数项级数及其性质
- 2) 幂级数, 泰勒级数展开
- 3) 解析延拓概念及应用
- 4) 洛朗级数展开
- 5) 奇点分类

### 第十九章 留数定理

- 1) 留数定理
- 2) 求留数的方法
- 3) 留数定理的应用

### 第二十章 傅里叶变换

- 1) 傅里叶变换的定义
- 2) 傅里叶变换的性质
- 3)  $\delta$ 函数
- 4) 傅里叶变换的应用

### 第二十一章 拉普拉斯变换

- 1) 拉普拉斯变换的定义
- 2) 拉普拉斯变换的性质

3) 拉普拉斯变换的反演

4) 拉普拉斯变换的应用

## 第二篇 数学物理方程

### 第二十二章 数学物理定解问题

1) 数学物理方程的导出及定解条件

2) 数学物理方程的分类

3) 达朗贝尔公式及定解问题

4) 行波法的应用

### 第二十三章 分离变数(傅里叶级数)法

1) 齐次方程的分离变数法

2) 非齐次振动方程和输运方程

3) 非齐次边界条件的处理

4) 泊松方程

5) 分离变量法的应用

### 第二十四章 二阶常微分方程级数解法 本征值问题

1) 特殊函数常微分方程

2) 常点邻域上的级数解法

3) 勒让德多项式的相关讨论

4) 正则奇点邻域上的级数解法

5) 贝塞尔函数的相关讨论

6) 施图姆—刘维尔本征值问题

### 第二十五章 球函数

1) 轴对称球函数

2) 连带勒让德函数

3) 一般球函数

### 第二十六章 柱函数

1) 三类柱函数

2) 贝塞尔方程

3) 柱函数的渐近公式

4) 虚宗量贝塞尔方程

5) 球贝塞尔方程。

### 第二十七章 格林函数法

- 1) 格林函数的概念
- 2) 稳定问题的格林函数
- 3) 电像法求格林函数
- 4) 冲量定理法求格林函数
- 5) 格林函数法的应用

#### 第二十八章 变分法初步

- 1) 泛函的概念
- 2) 泛函的极值
- 3) 微分方程定解问题和本征值问题的变分形式

瑞利-里兹方法

# 有机化学 A II(H)

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130068h				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Organic Chemistry A II(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	普通化学；有机化学 A I				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试。		
教材和参考资料	1. 邢其毅、裴伟伟、徐瑞秋、裴坚，基础有机化学（第三版），高等教育出版社，2005年 2. 裴伟伟，基础有机化学习题解析，高等教育出版社，2006年 3. T. W. Graham Solomons, 有机化学（第八版）(英文影印版)，化学工业出版社，2004年 4. Jhon McMurry, Organic Chemistry (Sixth Eddtion), Thomson learning, 2004年 5. K. Peter C. Vollhardt; Neil E. Schore, Organic Chemistry; Structure and Function (Third Edition), Freeman and Company, 1999年							
大纲提供者	高翔							

## 二、教学目的和基本要求

### 课程基本内容：

本课程主要在有机化学 A I 所学内容的基础上，以专题形式进一步拓展有机化学知识，加强学生对有机反应机理、有机合成化学的理解和应用能力，主要内容有（1）羰基化合物的缩合反应与有机合成。（2）含氮芳香族化合物和杂环化合物。（3）酚和醌类化合物及其反应。（4）杂环芳烃化合物及其反应和应用。（5）周环反应。（6）糖类化合物、氨基酸、蛋白质。

### 预期达到的教学效果：

通过本课程的学习，掌握所涉及各专题基本内容，进一步熟悉并掌握各类有机化合物的基本性质和反应，应用所学有机反应进行一些复杂化合物的合成路线设计。

## 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

### 第一章碳负离子缩合反应 10 学时

掌握：羰基化合物的烯醇负离子化；碱催化和酸催化下的醛酮位的氢-氘交换及其机理；碱催化下和酸催化下的醛酮位的卤代反应及其机理；卤仿反应及其应用；醛酮的羟醛缩合反应及其反应机理；羟醛缩合反应在合成上的应用；Mannich 反应及在合成上的应用；Claisen 缩合、Dieckmann 缩合和交叉酯缩合反应及其反应的机理；酮的酰基化；酮和酯的酰基化反应在合成中的应用；羰

基位的烷基化；乙酰乙酸乙酯合成法在合成中的应用；丙二酸酯合成法在合成中的应用；Michael 加成反应及其机理，Knoevenagel 反应、Perkin 反应和 Darzen 反应及其机理；烯胺的反应，机理及在合成中的应用。

### **第二章含氮芳香族化合物 4 学时**

掌握：芳环上硝基的还原；氢化偶氮苯衍生物的酸性重排；两种芳环上的亲核取代反应机理（加成-消除机理和苯炔机理）；重氮盐的制备和稳定性；重氮盐的各类取代反应；重氮盐的偶联反应；重氮盐的还原反应；重氮盐的反应在合成中的应用

### **第三章酚和醌 4 学时**

掌握：酚类化合物的一般制备方法；酚羟基的基本性质（酸性，醚化和酯化）、酚类芳环上的亲电取代；碱性酚醛缩合，Kolbe-Schmitt 反应和 Reimer-Tiemann 反应；芳基醚的性质及其应用；芳基酯的 Fries 重排及合成上的应用；Bucherer 反应及其在合成上的应用；醌类化合物的化学性质（酮类和  $\alpha, \beta$ -不饱和酮类的性质，缺电子烯烃的性质，Diels-Alder 反应，弱氧化性）

### **第四章杂环化合物 6 学时**

掌握：五元芳杂环化合物和吡啶的化学性质，N-氧化吡啶的双重性质，吡啶或位侧链上的反应；苯并五元芳杂环、喹啉和异喹啉的性质；喹啉的 Skraup 合成法及机理

### **第五章周环反应 2 学时**

掌握：分子轨道对称守恒原理和前线轨道理论在周环反应中的应用，掌握电环化反应、Diels-Alder 反应、1,3-偶极环加成反应；掌握[3,3] $\sigma$ -迁移反应。了解并掌握一些基本的有机光化学反应。

### **第六章过渡金属催化的有机反应 3 学时**

掌握：四大基元反应；了解过渡金属催化的有机反应发展历史，掌握所介绍的相关反应的机理，熟练应用所学知识合成复杂有机化合物。

### **第六章糖类化合物氨基酸多肽 3 学时**

掌握：糖的分类；单糖的还原性和变旋性；单糖的立体构型和构象；糖类的差向异构化；天然氨基酸的构型；氨基酸的主要性质；氨基酸的合成；从氨基酸合成多肽

# 物理化学 A II(H)

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130013h				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physical Chemistry A II(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、普通物理学和普通化学 A				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试。		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 《物理化学》(第二版), 范康年主编, 高等教育出版社, 2005 年。 <b>参考资料:</b> 1. 《物质结构》, 徐光宪, 王祥之, 高等教育出版社, 1987 年。 2. 《物质结构》, 江元生, 高等教育出版社, 1997 年。 3. 《结构化学基础》, 周公度, 北京大学出版社, 1995 年。 4. 《物理化学》(第二版), 傅献彩等, 高等教育出版社, 1990 年。 5. 《化学动力学基础》, 韩德刚等, 北京大学出版社, 1987 年。							
大纲提供者	沈伟							

## 二、教学目的和基本要求

第二部分(物理化学 AII)讨论平衡体系的性质, 从统计热力学入手, 建立微观到宏观的桥梁, 进一步过渡到热力学, 包括热力学三大定律、溶液、化学平衡、相平衡;

通过本课程的学习, 要求学生系统地掌握物理化学的基本原理和方法, 加深对其它化学课程内容的理解, 并初步具有应用物理化学的基本原理分析和解决一些实际问题的能力。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 第十章 统计热力学基础(10 学时)

10-1 基本概念

10-2 麦克斯韦-玻耳兹曼统计

10-3 分子配分函数

10-4 正则系综及配分函数

10-5 配分函数的计算

10-6 量子统计

### 第十一章 热力学第一定律和热化学(10 学时)



11-1 热力学第一定律

11-2 焓和热容

11-3 理想气体的热力学过程

11-4 焦耳-汤姆逊效应

11-5 化学反应的热效应

11-6 几种重要的焓变计算

## 第十二章 热力学第二定律和第三定律 (10 学时)

12-1 热力学第二定律的引出

12-2 过程方向性的判据—熵函数

12-3 热力学第三定律

12-4 熵变的计算

12-5 吉氏自由能和亥氏自由能

12-6 热力学函数间的关系及其应用

12-7 化学势

## 第十三章 溶液体系热力学 (8 学时)

13-1 偏摩尔量

13-2 理想溶液及其性质

13-3 稀溶液及其性质

13-4 实际溶液和活度

## 第十四章 化学平衡体系热力学 (8 学时)

14-1 化学反应的自由能降低原理

14-2 化学反应等温式和平衡常数

14-3 反应平衡常数的计算和测定方法

14-4 理想气体反应平衡常数的统计热力学计算

14-5 平衡常数与温度和压力的关系

14-6 气相反应条件分析

14-7 液相反应和复杂反应条件分析

## 第十五章 相平衡热力学 (8 学时)

15-1 相律

15-2 单组份体系的相图

15-3 二组分液固体系

15-4 二组分气液体系

15-5 二组分液液体系

15-6 三组分体系

# 物理化学 A III(H)

## 一、基本信息

课程代码	CHEM130014h				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Physical Chemistry I I I(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、普通物理学、普通化学 A				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 《物理化学》(第二版), 范康年主编, 高等教育出版社, 2005 年。 <b>参考资料:</b> 1. 《物质结构》, 徐光宪, 王祥之, 高等教育出版社, 1987 年。 2. 《物质结构》, 江元生, 高等教育出版社, 1997 年。 3. 《结构化学基础》, 周公度, 北京大学出版社, 1995 年。 4. 《物理化学》(第二版), 傅献彩等, 高等教育出版社, 1990 年。 5. 《化学动力学基础》, 韩德刚等, 北京大学出版社, 1987 年。							
大纲提供者	乔明华, 刘永梅							

## 二、教学目的和基本要求

物理化学是研究物质的结构、性质及其变化的普遍规律的一门学科。内容的第三部分(物理化学 III)讨论变化体系的性质, 主要是动力学和电化学, 还包括非平衡体系热力学的简单介绍以及界面现象和表面化学。

通过本课程的学习, 要求学生系统地掌握物理化学的基本原理和方法, 加深对其它化学课程内容的理解, 并初步具有应用物理化学的基本原理分析和解决一些实际问题的能力。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 第十五章 气体的吸附和表面化学 (4 学时)(教材第十七章)

- 15-1 气体在固体表面的吸附
- 15-2 现代表面化学的研究内容
- 15-3 表面性质对表面反应性能的影响
- 15-4 表面吸附态和表面反应机理

### 第十六章 传递过程和非平衡态热力学 (4 学时) (教材第十八章)

- 16-1 传递过程基本规律

16-2 非平衡态热力学

**第十七章 化学动力学基本规律** (8 学时) (教材第十九章)

17-1 化学反应的速率方程

17-2 具有简单级数的反应

17-3 温度对反应速率的影响

17-4 典型的复杂反应

17-5 反应机理和近似处理方法

17-6 化学反应中的动态与平衡

**第十八章 各种反应体系的动力学** (8 学时) (教材第二十章)

18-1 链反应

18-2 液相反应

18-3 催化反应

18-4 流动体系反应

18-5 光化学反应

**第十九章 基元反应的速率理论** (5 学时) (教材第二十一章)

19-1 双分子反应的简单碰撞理论

19-2 反应速率的过渡态理论

19-3 单分子反应理论

19-4 分子轨道对称守恒原理

**第二十章 电解质溶液** (5 学时) (教材第二十三章)

20-1 电解质溶液的导电现象

20-2 电解质溶液的活度和活度系数

**第二十一章 电化学热力学** (6 学时) (教材第二十四章)

21-1 可逆电池的电动势

21-2 电极电势和标准电极电势

21-3 浓差电池和液体接界电势

21-4 离子选择性电极和膜电势

21-5 电势-pH 图及其应用

**第二十二章 电化学动力学及其应用** (4 学时) (教材第二十五章)

22-1 电极极化

22-2 电化学测量

22-3 应用电化学

22-4 电化学中的若干现代研究课题

## 材料制备与加工(H)

### 一、基本信息

课程代码	MATE130061h				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Preparation and Processing of Materials(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	大学化学、高等数学、材料科学导论				后续课程	与材料制备与加工有关的各类课程		
教学方式	课堂讲授				考核方式	期中、期末闭卷考试		
教材和参考资料	<p><b>教材:</b> 《材料制备与加工》，材料系自编教材；</p> <p><b>参考资料:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 谢希文，过梅丽，《材料工程基础》，北京航空航天大学出版社，2001年；</li> <li>2. 冯端，师昌绪，刘治国，《材料科学导论》，化学工业出版社，2004年；</li> <li>3. 朱世富，赵北君，《材料制备科学与技术》，高等教育出版社，2006年；</li> <li>4. 周达飞，唐颂超，《高分子材料成型加工(第2版)》，轻工业出版社，2010年；</li> <li>5. 李言祥，吴爱萍，《材料加工原理》，清华大学出版社，2005年；</li> <li>6. 高积强，杨建锋，王红洁，《无机非金属材料制备方法》，西安交通大学出版社，2009年</li> <li>7. 贺英，高分子合成和成型加工工艺，化学工业出版社，2013</li> </ol>							
大纲提供者	周树学，沈杰							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的:

通过该课程学习，掌握不同种类材料制备与加工方面的基本知识，了解当前先进材料的制备技术以及新发展的先进加工技术，深度理解材料制备与加工技术中所包含的理论，以帮助本专业学生快速适应与材料有关的科研和工作岗位，为其进一步在材料领域的深造打下深厚的专业功底。

#### 基本要求:

课前需进行一定预习，课后完成当次授课内容的复习。每一章授课内容结束后，将布置一定量的作业，需及时独立完成。

上课不缺席，将以抽查提问的形式进行考勤点名。上课时需认真听讲，不瞌睡，不聊天，不玩手机和电脑。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 材料制备与加工科学基础	2.3.3 热等静压烧结
1.1 概述	2.4 陶瓷的加工
1.1.1 材料制备	2.4.1 概述
1.1.2 材料加工	2.4.2 陶瓷的机械加工方法
1.2. 固相化学反应	2.4.3 陶瓷的高能束加工
1.2.1 固相反应动力学基本特征	2.5 玻璃的制备技术
1.2.2 固相反应动力学方程	2.5.1 配料
1.2.3 影响固相反应的因素	2.5.2 玻璃的熔制
1.3 相变的基本原理	2.5.3 玻璃成形加工
1.3.1 相图知识回顾	2.5.4 玻璃的退火与淬火
1.3.2 相变的基本结构特征	3. 高分子材料的合成和加工
1.3.3 相变热力学	3.1 高分子材料的合成方法
1.4 烧结原理	3.1.1 高分子材料的种类
1.4.1 初期动力学	3.1.2 高分子材料合成的聚合机理
1.4.2 中、后期动力学模型	3.1.3 聚合方法
1.4.3 晶粒生长与二次再结晶	3.2 高分子材料的成型性能
1.4.4 液相烧结和热压烧结	3.2.1 熔融方法
1.5 材料加工的力学基础	3.2.2 高分子材料的流变现象
1.5.1 应力状态分析	3.2.3 高分子材料的可加工性
1.5.2 应变状态分析	3.2.4 聚合物成型材料组成
1.5.3 屈服准则	3.3 聚合物成形加工技术及原理
1.5.4 塑性变形时的应力应变关系	3.3.1 挤出成型
1.6 流变学基础	3.3.2 注射成型
1.6.1 材料流变行为模型	3.3.3 中空吹塑成型
1.6.2 纯粘性流体的非牛顿流变行为	3.3.4 压延成型
2. 无机非金属材料的制备和加工	3.3.5 压制成型
2.1 粉体材料的制备	3.3.6 纺丝
2.1.1 机械粉碎法	4. 金属材料的制备和加工

2.1.2 粉末固态反应制备技术

2.1.3 固态-气态反应制备技术

2.1.4 湿化学制备技术

2.2 陶瓷的成形工艺

2.2.1 概述

2.2.2 干法成形

2.2.3 湿法成形

2.3 陶瓷的烧结工艺

2.3.1 常压烧结

2.3.2 热压烧结

4.1 冶金

4.2 铸造

4.3 压力加工

4.4 热处理

4.5 焊接

5. 薄膜材料制备技术

5.1 物理气相沉积

5.2 化学气相沉积

5.3 溶液沉积

# 高分子材料化学(H)

## 一、基本信息

课程代码	MATE130007h				学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Polymer Materials Chemistry(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	有机化学, 物理化学				后续课程	高分子材料结构与性能		
教学方式	PPT 授课、课堂分组讨论、课后习题与作业				考核方式	1. 考勤与平时上课时参与讨论、回答问题情况 20% 2. 课后作业完成情况 20% 3. 期末考试 60%		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 潘祖仁 《高分子化学》(增强版) 化学工业出版社 2011年1月 <b>参考资料:</b> 1. Charles E., Jr. Carraher, Carraher's polymer chemistry CRC Press Inc 2010 2. 董炎明 高分子科学简明教材 科学出版社 9787030394682 2014.1							
大纲提供者	陈敏							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

分子材料化学是材料科学系材料化学专业本科生的专业必修课。通过该课程的学习, 学生能掌握聚合反应基本概念和基本原理、熟悉合成高分子材料的常用方法及机理; 培养学生系统掌握基本的合成、分析和应用高分子材料的方法, 并具备解决科研和生产实际问题的能力。

### 基本要求:

1. 掌握高分子的基本概念, 正确理解高分子与小分子的本质区别。
2. 掌握逐步聚合反应、自由基聚合反应、自由基共聚反应、离子聚合、开环聚合和配位聚合的聚合反应机理。
3. 了解基本的聚合反应实施方法与工艺(本体、溶液、乳液、悬浮); 熟悉活性聚合、基团转移聚合等高分子合成新技术与新理论。
4. 掌握绿色/可降解高分子材料的合成策略及降解机制。

## 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

### 一、绪论(学时数 2-4)

1. 高分子的基本概念；2. 聚合物的分类和命名；3. 聚合反应；4. 分子量及其分布；5. 大分子微结构；6. 线型、支链型和体型大分子；7. 聚合物的凝聚态和热转变；8. 高分子材料的力学性能

## 二、缩聚与逐步聚合（学时数 4）

1. 缩聚反应；2. 线型缩聚反应机理；3. 线型缩聚动力学；4. 线型缩聚物的聚合度；5. 线型缩聚物的分子量分布；6. 体型缩聚和凝胶化作用；7. 缩聚和逐步聚合的实施方法；8. 重要缩聚物和其他逐步聚合

## 三、自由基聚合（学时数 8-10）

1. 加聚和连锁聚合概述；2. 烯类单体对聚合机理的选择性；3. 聚合热力学；4. 自由基聚合机理；5. 引发剂与引发反应；6. 聚合速率；7. 动力学链长和聚合度；8. 链转移反应和聚合度；9. 聚合度分布（歧化终止和偶合终止时的分布）；10. 阻聚和缓聚；11. 自由基寿命和增长、终止速率常数；12. 活性可控自由基聚合；

## 四、自由基共聚合（学时数 4-6）

1. 共聚物类型和命名；2. 二元共聚物的组成；3. 竞聚率的测定和影响因素；4. 单体和自由基的活性；5. Q-e 概念；6. 共聚合速率

## 五、聚合方法（学时数 2-4）

1. 本体聚合；2. 溶液聚合；3. 悬浮聚合；4. 乳液聚合；5. 乳液聚合拓展（细乳液聚合、微乳液聚合）

## 六、离子聚合（学时数 4）

1. 阴离子聚合；2. 阳离子聚合；3. 离子型共聚；4. 离子聚合和自由基聚合的比较

## 七、配位聚合（学时数 2）

1. 配位聚合的基本概念；2. 聚合物的立构规整性；3. Ziegler-Natta 引发体系；4.  $\alpha$ -烯烃的配位阴离子聚合；5. 极性单体的配位聚合

## 八、开环聚合（学时数 2）

1. 环烷烃开环聚合热力学；2. 杂环开环热力学；3. 环醚阳离子开环；4. 环酰胺和其他含氮环开环聚合；5. 其他开环聚合

## 九、聚合物的化学反应（学时数 2）



1. 聚合物化学反应特性的；2. 聚合物的基团反应；3. 接枝共聚；4. 前段共聚；5. 扩链与交联

#### 十、天然高分子（学时数 2）

1. 多糖；2. 蛋白质与氨基酸；3. 核酸；4. 天然橡胶与聚异戊二烯；5. 木质素；6. 其他天然高分子

#### 十一、功能高分子（学时数 4-6）

1. 概述（功能高分子的分类、功能与结构的关系）；2. 反应功能高分子（试剂、药物、催化剂等）；3. 分离和吸附功能高分子；4. 分离膜和膜用高分子；5. 电功能高分子；6. 光功能高分子；7. 液晶高分子

#### 十二、高分子的降解与老化（学时数 2）

1. 热降解；2. 力化学降解；3. 水解、化学降解和生化降解；4. 氧化降解与抗氧化剂；5. 光降解与光氧化降解；6. 老化和耐候性；7. 聚合物可燃性和阻燃

#### 十三、高分子材料合成新进展（学时数 4-6）

1. 离子型活性聚合；2. 基团转移聚合；3. 树枝状聚合物和超支化聚合物的合成；4. 大分子引发剂和大分子单体的合成与应用；5. 模板聚合；6. 点击化学；7. 大分子自组装

知识点梳理与课堂答疑，并就教学情况与学生交流沟通（学时数 2）。

# 材料物理 (H)

## 一、基本信息

课程代码	MATE130010h				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Physics(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	高等数学、大学物理、经典物理、现代物理				后续课程	无		
教学方式	课堂讲授 + 小班讨论				考核方式	平时作业 (30%) 成绩+期末闭卷考试 (70%)		
教材和参考资料	<b>教材:</b> 宗祥福等,《材料物理基础》, 复旦大学出版社 2001 <b>参考资料:</b> 1. 徐毓龙等 《材料物理导论》 电子科技大学出版社 1995 年 10 月 7. 熊兆贤 《材料物理导论》 科学出版社 2001 年 2 月 8. 方俊鑫等 《固体物理学》 上海科学技术出版社 1980 年 12 月 9. 顾秉林等 《固体物理学》 清华大学出版社 1989 年 9 月 10. 马本堃等 《固体物理基础》 高等教育出版社 1992 年 9 月							
大纲提供者	吴晓京、周永宁							

## 二、教学目的和基本要求

### 教学目的:

通过本课程的教学, 掌握材料物理学的基础知识, 学习分析方法, 帮助学生掌握并能初步运用材料物理学的基本概念和原理, 分析材料的基本性质。希望同学们通过学习现代材料物理学家思考和探索问题的方法, 启迪学生的创新意识, 促使学生全面素质的提高

### 基本要求:

需预修《高等数学》、《大学物理》、《经典物理》、《近代物理》课程

## 三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

### 教学内容安排 (具体到每节课内容):

第一部分 材料的晶体结构 .....16 课时

46. 材料物理简介及其研究对象
47. 晶体中原子分子的结合方式
48. 空间点阵和对称性
49. 结构基元 (小班讨论)
50. 晶胞和原胞
51. 晶面与晶向
52. 倒易点阵
53. 布喇菲晶胞和约化胞 (小班讨论)
54. 点群和空间群
55. 点阵能, 离子半径
56. 密堆积原理
57. 金属的密堆积与其性质 (小班讨论)
58. 离子的极化
59. 共价键和共价晶体
60. 金属键和氢键
61. 范德华键与分子晶体 (小班讨论)

第二部分 晶体缺陷 .....8 课时

62. 点缺陷
63. 扩散现象
64. 线缺陷
65. 扩散的微观机理 (小班讨论)
66. 位错的运动
67. 面缺陷
68. 非晶态结构
69. 配位数与径向分布函数及其表征 (小班讨论)

第三部分 晶格振动 .....8 课时

70. 一维原子链的振动
71. 晶格振动的量子化
72. 长波近似
73. 三维复式格子 (小班讨论)
74. 固体比热
75. 非简谐效应
76. 晶格的自由能

77. 热膨胀机制 (小班讨论)

第四部分 固体材料中电子能量状态 .....16 课时

- 78. 一维周期性势场中电子的能量状态
- 79. 克龙尼克-潘纳模型
- 80. 自由电子近似
- 81. 微扰法 (小班讨论)
- 82. 晶体中电子运动的速度和加速度
- 83. 能带理论
- 84. 三维情况的布洛赫定理
- 85. 金属、半导体和绝缘体的能带 (小班讨论)
- 86. 布里渊区
- 87. 平面波方法
- 88. 紧束缚方法
- 89. 正交化平面波法 (小班讨论)
- 90. 赝势方法
- 91. 费米面
- 92. 合金的能带
- 93. 费米面的构造方法和表征 (小班讨论)

第五部分 固体的电导 .....12 课时

- 94. 玻尔兹曼方程
- 95. 金属的电导率
- 96. 弛豫时间的统计理论
- 97. 纯金属的电阻率 (小班讨论)
- 98. 电子-晶格相互作用
- 99. 超导电性
- 100. 超导电相变
- 101. 二流体模型 (小班讨论)
- 102. 金斯堡-朗道理论
- 103. 超导态的微观机制
- 104. 约瑟夫森效应
- 105. 超导能隙和隧道效应 (小班讨论)

第六部分 固体材料的介电特性 .....9 课时

- 61. 电介质材料的电容率
- 62. 分子极化

63. 洛伦兹有效场
64. 极化弛豫（小班讨论）
65. 介质损耗
66. 电介质的击穿
67. 压电效应
68. 热释电效应和铁电效应
70. 极化弛豫（小班讨论）
- 71, 72 习题课

## 固体物理导论(H)

### 一、基本信息

课程代码	MATE130063h				学分	4	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Introduction to Solid State Physics(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	近代物理、经典物理、数学物理方法				后续课程	表面分析、薄膜技术		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时成绩+期末考试成绩		
教材和参考资料	1. 胡安, 章维益 固体物理学 高等教育出版社 2011年1月 2. 黄昆, 韩汝琦 固体物理学 高等教育出版社 2005年1月 3. Kittel C Introduction to Solid State Physics, J. Wiley and Sons, 1976年1月							
大纲提供者	梅永丰							

### 二、教学目的和基本要求

旨在对学生学完大学物理后, 学习的一门重要的物理课程, 特别是对以后无机材料学及半导体材料学的理解有很大的帮助作用, 加强材料系学生在基础物理方面的知识积累。通过本课程的学习, 使学生了解晶体结构的基本描述、固体材料的宏观和微观特性, 以及自由电子模型和能带理论等, 掌握周期性结构固体材料的常规性质和处理方法, 为以后专业课程的学习提供必要的基础知识。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一周 晶体的结构及其对称性 (1)	布洛赫定理的形式
晶格结构	平面波法
点阵、基矢、元胞和晶胞	第八周 能带理论 (2)
晶列和晶面、晶面指数	近自由电子近似
倒点阵	能隙和禁带宽度
倒点阵基矢、体积	第九周 能带理论 (3)
第二周 晶体的结构及其对称性 (2)	紧束缚近似
宏观对称性和点阵分类	不同点阵下的能带
固体各项异性的性质	第十周 晶体中电子在电场中的运动
晶体 X 射线衍射	恒定电场中的准经典运动
布拉格公式、劳厄方程	弛豫时间和电导率
原子散射因子和几何结构因子	满带电子不导电

第三周 晶体的结合	空穴和性质
结合的类型	第十一周 晶体中电子在磁场中的运动
结合能	恒定磁场下的运动
内能、平衡体积、体积弹性模量	电子轨道和回旋频率
结合能 - 离子晶体	恒定电场和磁场下的运动
静电吸引势、重叠排斥能	霍尔效应
马德隆常数的计算	第十二周 金属电子论 (1)
结合能 - 惰性气体晶体	费米分布函数和自由电子气比热容
吸引势和排斥势的形式	费米分布和费米能
第四周 晶格振动	自由电子气
简正模和格波	金属的费米面
格波的形式	回旋共振
一维单原子链	第十三周 金属电子论 (2)
运动方程、色散关系、长波极限	输运现象
玻恩-冯卡门边界条件	非平衡分布函数
一维双原子链	漂移和碰撞
运动方程、声学波、光学波	第十四周 金属电子论 (3)
三维晶格振动	金属电导率
格波数、波矢密度	弛豫时间近似
声子 (能量、状态分布、准动量)	电导率公式
第五周 晶体的热学性质 (1)	第十五周 半导体电子论
长光学波	半导体的能带结构
晶格比热容	带边有效质量
定容热容、声子态密度	回旋共振实验
爱因斯坦模型 (简化为单一频率)	半导体中的载流子
德拜模型 (德拜波矢、德拜温度)	载流子的浓度和分布
第六周 晶体的热学性质 (2)	载流子的输运
晶格状态方程和热膨胀	接触效应
内能、格林艾森方程	pn 结
热膨胀 (体积弹性模量、热膨胀系数)	金属半导体结
第七周 能带理论 (1)	MOS 结和 MOS 晶体管
布洛赫定理和布洛赫波	第十六周 习题和答疑

## 材料分析(H)

### 一、基本信息

课程代码	MATE130062h				学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Analysis(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程	材料科学导论、物理化学 B				后续课程	材料综合实验		
教学方式	课堂讲授				考核方式	期末闭卷考试		
教材和参考资料	1.《材料分析方法》 杜希文 原续波 天津大学出版社 2.《材料分析方法》周玉主编 机械工业出版社 3.《材料现代分析方法》左演声编 北京工业大学出版社 4.《材料近代分析测试方法》常铁军主编 哈工大出版社 5.《材料研究方法》王培铭、许乾慰主编 科学出版社 6.《材料结构表征及应用》吴刚主编 化学工业出版社							
大纲提供者	高尚鹏, 陆雪峰							

### 二、教学目的和基本要求

通过课程学习,使得材料系材料物理、材料化学、电子科学与技术(物理电子学)三个专业的学生能够对材料科学的常见分析方法的基本理论和适用性有一定的了解,较系统的掌握常见无机和有机材料的通用分析技术。通过案例学习,深化学生对材料结构、性能和相应表征手段的认识,为将来从事材料科学与工程的相关研究和应用工作打下基础。

### 三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

材料分析导论(第一周)	第二部分 形貌与晶体分析
1. 为什么要学习材料分析?	第四章 金相显微镜 (第六周)
2. 材料分析的学习目的和要求	4.1 金相显微镜成像原理
3. 材料分析方法简介	4.2 仪器构造
3.1 组织形貌分析	4.3 制样技术
3.2 相结构分析	



3.3 成分和价键分析	第五章 扫描电子显微镜(第七周~第
3.4 分子结构分析	八周)
第一部分 分子结构分析	5.1 SEM 原理
第一章 红外光谱及拉曼光谱(第二	5.2 仪器结构
周~第三周)	5.3 能谱(EDX)
1.1 红外光谱基本原理(含仪器简	5.4 应用
介)	第六章 透射电子显微镜(第九周~第
1.2 红外光谱与分子结构的关系	十周)
1.3 各类有机化合物的红外吸收	6.1 透射电镜介绍:电子光学系统相
1.4 红外谱图的解析与应用	关背景;磁透镜的像差和透射电镜分辨率
1.5 红外光谱实验技术与新进展	6.2 TEM 仪器构造及性能:透射电镜
1.6 拉曼光谱	组成部分
1.6.1 拉曼光谱原理	6.3 TEM 样品制备
1.6.2 拉曼光谱与分子结构的关系	6.4 应用实例分析
1.6.3 拉曼光谱的应用	第七章 电子衍射和衍射衬度像(第
第二章 核磁共振(第三周~第四周)	十周~第十二周)
2.1 核磁共振概论	7.1 电子衍射原理
2.2 核磁共振氢谱	7.2 选区电子衍射和简单衍射花样标
2.2.1 化学位移	定
2.2.2 耦合常数	7.3 复杂电子衍射谱
2.2.3 自旋耦合体系及核磁共振谱	7.4 衍射衬度像
图的分类	第八章 相位衬度像和 z 衬度像(第
2.2.4 核磁共振氢谱的解析	十三周~第十四周)
2.3 核磁共振碳谱	8.1 高分辨像成像原理
2.3.1 化学位移	8.2 高分辨像模拟和分析
2.3.2 碳谱中的耦合现象及各种去	

耦方法	8.3 扫描电子显微分析术
2.3.3 碳原子级数的确定	8.4 Z 衬度像
2.3.4 碳谱的解析	
2.4 二维核磁共振谱简介	第九章 透射电子显微镜中的电子能量损失谱学（第十五周）
第三章 有机质谱……（第五周）	9.1 电子能量损失谱介绍
3.1 质谱原理（含仪器简介）	9.2 零损失峰和低能损失谱
3.2 离子类型	9.3 内壳层电子跃迁相关的特征峰分析
3.3 有机正离子的开裂规律	9.4 线扫、谱图和能量过滤像
3.4 有机质谱的解析	
分子结构分析总论……(第五周)	

## 材料综合实验(H)

### 一、基本信息

课程代码	MATE130064h				学分	2	周学时	4
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春
英文名称	Materials Comprehensive Experiment(H)							
课程类别	荣誉课程							
课程主页								
预修课程					后续课程			
教学方式	讲授、启发、讨论与实际操作实验相结合				考核方式	考核方式：考查。评分标准：考勤、实验态度、纪律占10%，小组合作完成与教学实验技术及内容密切相关的文献综述两篇以上（含两篇）占20%，预习及操作占40%，实验报告占30%。		
教材和参考资料	<b>教材：</b> 自编讲义 <b>参考资料：</b> 1 吕彤 《材料近代测试与分析实验》，化学工业出版社，2015年4月 2 汪昆华等《聚合物近代仪器分析》，清华大学出版社，2005年5月 3 刘芙，张升才《材料科学与工程基础实验指导书》，浙江大学出版社，2011年8月							
大纲提供者	陈萌，韦嘉，徐辉，曹荣根							

### 二、教学目的和基本要求

#### 教学目的：

《材料综合实验》是材料类的综合实践课，面对高年级学生开设，作为三个专业（材料化学、材料物理、电子科学与技术）的平台课程，本实验课程精选了各个专业的经典基础实验，其目的是帮助学生综合了解三个专业的基本研究方法，为学生提供一个验证理论知识与实际相结合的平台，拓宽学生视野、促进主观能动性、提高动手能力。在动手的过程中深化理论理解，形成感性认识，促进激发学生积极创新，培养和考核学生思考问题、分析问题、解决问题的能力，切实提高学生的动手能力、表达能力和创新能力。

#### 基本要求：

实验前要作好充分的预习与准备，要求反复阅读实验内容，领会实验原理，熟悉有关实验步骤和注意事项。在实验过程遵守实验室的安全制度，不迟到不早退，不玩手机，实验中即动

手也动脑。如实填写报告，文字精练，画图准确，认真讨论，主要从仪器、方法、操作等方面误差进行讨论。

### 三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

#### 教学内容安排：

共计 18 周，含考试周；（具体到每周或每节课教学内容）：

根据学生人数，各实验滚动安排

第 1 周 全体学生及教师参加，进行安全教育

第 2-18 周 学生轮换以下实验：

实验一、金属材料耐腐蚀性能的测量：了解评价金属材料耐腐蚀性能的几种不同方法；掌握恒电位法测定电极极化曲线的原理和实验技术；了解极化曲线的意义和应用；掌握恒电位仪的使用方法。（徐辉老师主讲）

实验二、溶胶凝胶法制备超亲水 TiO<sub>2</sub> 薄膜：掌握溶胶凝胶法制备 TiO<sub>2</sub> 薄膜工艺；理解亲水性原理并掌握其测试方法。（徐辉老师主讲）

实验三、X 射线衍射仪的原理及应用：了解 X 射线衍射仪的工作原理；掌握 X 射线衍射物相定性分析的方法。（徐辉老师主讲）

实验四、热蒸发法制备铝金属薄膜材料：热蒸发法制备金属薄膜材料是基本的薄膜制备技术，广泛应用于产业和研究领域。通过本实验要求学生熟悉真空获得和测量，基本掌握蒸发镀膜技术，了解蒸发镀膜的原理及方法和真空镀膜技术。（曹荣根老师主讲）

实验五、扩展电阻法测量硅片微区电阻率变化及其深度分布：了解扩展电阻探针法的物理模型及测试原理；学会用扩展电阻探针法测量硅单晶片微区电阻率的不均匀性。（曹荣根老师主讲）

实验六、用准静态技术测量硅—二氧化硅界面态密度分布：学会用准静态技术测量硅—二氧化硅界面态密度在硅禁带中的能量分布的方法及实验结果的数据处理。（曹荣根老师主讲）

实验七、聚合物的热转变温度测定：了解差示扫描量热法的基本原理及应用范围，掌握测定聚合物玻璃转化温度、熔融温度、结晶温度及其热效应的方法。（韦嘉老师主讲）

实验八、红外光谱法鉴定聚合物：了解傅里叶红外光谱法的基本原理。学习用红外光谱法分析和鉴定聚合物。（韦嘉老师主讲）

实验九、热重分析法：了解热重分析法的基本原理及应用范围，掌握测定材料热失重曲线的方法。（韦嘉老师主讲）

实验十：3D 打印实验及其加工件的力学性能测定

3D 打印是先进材料加工方法，是当前材料加工研究热点。通过本实验可增加学生对增材制造工艺的认识，初步了解 3D 打印的设备结构、工艺特点。本实验拟直接打印力学性能测试样条，通过力学性能测试，了解 3D 打印件机械性能与打印设计参数的关系。（陈萌老师主讲）

实验十一：塑料成型加工方法综合实验

本实验拟采用当前广泛使用的 HAAKE 塑料加工实验系统来开展教学实验，该系统包括塑料混合密炼机、单螺杆挤出机、标准样条注射机等部件，可以让学生同时掌握多种塑料加工工艺。另外，单螺杆挤出机制备出的线材可用于 3D 打印实验，注射机可以制备出用于抗冲击和拉伸性能的标准样条，为高分子材料力学性能测定实验提供材料。（陈萌老师主讲）

## 附录 A 材料科学系本科毕业论文（设计）工作管理办法

毕业论文是本科教学计划的重要组成部分，是学生总结所学专业知识的的重要方式，是反映学生素质、能力、质量水平的重要标志。为了加强管理，提高毕业论文的质量，特制订本办法。

### 一、 毕业论文目的

1. 培养学生运用专业基本理论、基本知识、基本技能的能力；培养学生独立分析问题、解决问题的能力；
2. 培养学生理论联系实际的工作作风和严肃认真的科学态度；
3. 培养学生调查研究、利用文献和表达展现等综合技能。

### 二、 毕业论文安排

1. 毕业论文安排在第七学期和第八学期集中进行，时间不得少于 16 周；
2. 第七学期结束前，各教研组负责确定毕业论文的具体课题和指导教师，并对毕业论文的选题进行审核、确认；
3. 第八学期的第一周内，学生在教师的指导下在“毕业论文系统”中填写毕业论文开题报告，经由指导教师审核、填写意见、并电子签名；
4. 开题报告完成至提交毕业论文前，至少完成 5 次过程记录，在“毕业论文系统”中填写并由导师电子签名；
5. 第八学期第十三周，学生按要求完成毕业论文撰写，交指导教师评阅，在“毕业论文”系统中提交并由导师签名。同时完成论文查重；
6. 第八学期第十四至十五周，各教研组组织论文答辩。

### 三、 毕业论文选题

1. 毕业论文选题应遵循的原则：
  - 1) 符合专业培养目标及基本业务要求；
  - 2) 难度适中；
  - 3) 使学生能够全面地运用所学专业知识、技能；
  - 4) 结合用人单位的实际需要和学校的教学要求；
  - 5) 工作量适当，要求达到 16 周全日工作量；
2. 毕业论文选题确定程序：指导教师提出选题，教研组负责审批，严格把好选题

关。

3. 第七学期结束前两周，公布毕业论文选题计划，便于学生进行选择。学生在选题计划之外自选课题，须经教研组审查，并经主管系主任批准。

4. 每个选题最多不超过 1 名学生。

5. 选题确定后，原则上不得更改。如因特殊情况需变更，由学生提出书面报告说明变更原因，经指导教师报教研组同意后方可变更。

#### 四、 指导教师

1. 指导毕业论文的教师，应由学术水平较高、科研能力较强、且具有中高级职称的教师承担。每位指导教师指导的学生数，原则上不超过 4 名。

2. 个别学生确有特长或其毕业论文选题确需跨院系、院校指导的，由学生提出书面申请，经双方院系主管院长（系主任）审核批准。

3. 毕业论文大致可划分为：文献资料准备及开题报告，实验、设计或调查研究，论文撰写、成果总结与答辩等阶段，指导教师应对各个环节进行监督指导，并提出具体要求。每次指导过程应记录到“毕业论文检查情况记录”中。（附件二）

4. 指导教师要指导学生树立正确的科学研究态度，贯彻理论联系实际的原则，运用科学的研究方法与设计方法。具体的指导任务有：A.介绍参考文献或参考技术；B.指导学生制订开题报告、课题计划与论文大纲；C.检查学生课题进度，及时给予指导和帮助；D.审阅课题成果；E.参与组织答辩。

5. 系和教研组将对指导教师的工作进行考核，对于不履行指导教师职责，或有其他违规行为的教师，将暂停或取消其指导教师资格，并按有关规定进行处理。

#### 五、 学生

1. 在毕业论文过程中，学生应该：A.根据课题要求写出开题报告；B.查阅文献资料 and 了解有关技术方法；C.制订课题计划和具体实施方案，并送指导教师审核；D.按计划认真开展有关实验、设计和研究，收集资料、采集数据，形成研究成果；E.在实践中提高解决实际问题的能力；F.课题成果力求观点方法正确、内容新颖充实、材料详实可靠、表述准确通顺、结构合理，并有一定的创新；G.精心准备，准时参加答辩，虚心接受老师和同学们的意见和建议。

2. 在毕业论文的撰写过程中不得出现抄袭等现象，包括理论介绍部分的内容。

3. 毕业论文一式三份，其中系存档一份，指导教师留存一份、学生本人留存一份。

4. 严格遵守校纪校规。在外进行毕业论文的学生还要注意遵守所在单位和当地的规章制度。毕业论文期间学生应遵守作息时间，未经批准缺席缺勤，或不听从教师指导，或违规操作，或弄虚作假者，将按学籍管理规定及其他相关管理规定进行严肃处理；造成损失者将责令赔偿。

## 六、 答辩委员会

1. 答辩前成立答辩委员会，答辩委员会主席由教研组指定的教授担任，答辩委员会委员由副教授以上的教师担任。

2. 答辩委员会负责评定学生答辩成绩；答辩工作全部完毕后，答辩委员会应在两天内评定学生答辩成绩。

3. 答辩工作结束后，各答辩委员负责推荐一篇毕业论文，申报“复旦本科生优秀论文”（相关的具体事宜，关注教务处主网页）。

## 七、 答辩资格审查

1. 答辩前一周，学生应将整理装订成册的毕业论文交指导教师审阅。指导教师审阅并写出评语后交答辩委员会，方可进行答辩。

2. 属下列情况的学生不得参加答辩：

- 1) 未完成毕业论文教学规定最低要求者；
- 2) 成果有较大错误，经指导教师指出而未修改者；
- 3) 缺席时间累计达 总工作日者。
- 4) 有其他严重违纪违规行为者。

3. 按照规定的查重次数查重后，本科生毕业论文相重率仍超过 15%，提交教学指导委员会决定是否取消其论文答辩资格。被取消答辩资格的学生，须利用暑假时间在导师指导下认真修改毕业论文，在下学期开学初重新进行查重和参加毕业论文答辩，答辩以一次为限。

4. 答辩前 1 天（至少）向学生公布答辩名单、顺序、时间及地点。

## 八、 记分制与评分标准

1. 取消论文答辩资格者或论文答辩不合格者，成绩计 F。

2. 论文答辩通过者，按照指导教师评分、答辩评分和成果评分，由答辩委员会综



合评定最终毕业论文成绩，成绩按 A, B, C, D, F 方式记载，其中成绩 A 的比例不得超过 30%。

3. 未参加答辩的学生，其成绩原则上不能给 A 类。

#### 九、 毕业论文资料及知识产权管理

1. 毕业论文资料（图纸、文档资料、实验记载、原始数据、计算数据、调研记录、程序、音像磁带、磁盘、图片、设计手稿、打印本及其他有保存价值的资料等等）学生均不得带走，由指导教师收回。

2. 未经指导教师同意，学生不得将毕业论文成果寄出校外发表。研究成果，学生不得私自转让。

3. 毕业论文工作结束后，各教研组负责将学生毕业论文归类、整理、存档，包括选题清单、论文原件、开题报告、检查情况记录、总结报告、最终成绩单等文档资料。

#### 十、 其他

1. 各教研组不定期检查毕业论文的有关工作，并在毕业论文工作结束后写出书面总结。

2. 毕业论文经费，由系教学经费列支，按学校有关文件执行。

3. 本科毕业论文（设计）的其他方面，仍应严格按照《复旦大学关于本科毕业论文（设计）工作若干规定》要求执行。

4. 本管理办法解释权属材料科学系。

复旦大学材料科学系

2024 年 3 月修订

## 附录 B 材料科学系本科生推免要求

### 材料科学系推荐优秀本科毕业生免试攻读 研究生工作实施细则

2023 年 9 月修订

为做好材料科学系优秀本科毕业生免试攻读研究生（包括推荐免试硕士生和直接攻博生，以下简称“推免生”）工作，根据《复旦大学推荐优秀本科毕业生免试攻读研究生工作实施办法》通知精神和要求，结合我系实际情况，特制定本细则。

#### 一、推免生工作机制

1. 推免生工作坚持公开、公平、公正原则，在评价科学、程序透明的基础上，对推免生德智体美劳发展全面衡量，择优推荐，宁缺毋滥。

2. 本系成立由党政主要领导、系纪委书记、专家、辅导员、纪检专员等组成的院系推免生遴选工作小组，制定并发布推免生推荐工作细则，结合推免名额及学生报名等情况，严格开展推免生遴选推荐工作。

3. 申请推免资格学生的全面发展得分中的科研成果优秀、学科竞赛获奖、综合发展潜力等项目，由专家组审核（专家组由系内 5 名教授组成）进行审核鉴定。专家组及每位成员都要给出明确审核鉴定意见并签字存档。组织答辩应全程录音录像。

4. 推免生工作实施回避制度。推免生工作涉及人员如有直系亲属

或利益相关人员报名申请本系推免生推荐资格的要主动申请回避，有非直系亲属报名申请本系推免生推荐资格的要主动报备；报名申请本系推免生推荐资格的学生，如有亲属（含直系亲属、非直系亲属）或利益相关人员参加本系当年推免相关工作的，应主动向系里报备声明。

4. 经学校推免生遴选工作领导小组最终审核确定获得推免生推荐资格的学生，除专项类别计划等有特别规定者外，均享有依据国家招生政策自主选择报考招生单位和专业的权利。

5. 推免生推荐遴选工作接受学校纪检监察部门的全程监督。

## 二、推免生推荐报名条件

凡思想品德表现良好，学术研究兴趣浓厚，学业成绩优秀，具有较强的创新意识、创新能力和专业能力，达到以下基本条件的本科毕业生，均可报名申请本校推免生推荐资格。

1. 诚实守信，学风端正，无任何考试作弊和剽窃他人学术成果记录。

2. 已获得总学分数不少于 120 分，其中大类基础课程已获得学分不少于 25 学分，自然科学试验班分流的学生专业核心教育课程已获得学分不少于 33 学分，技术科学试验班分流的学生专业核心教育课程已获得学分不少于 36 学分。

3. “2+X” 多元化发展选择了专业进阶路径，或选择了“集成电路设计”或“光电信息科学与工程” 学程。

4. 学生所有课程的平均绩点不低于 2.0。

5. 英语成绩应满足以下条件之一：复旦大学英语水平测试 D 及以上、国家大学英语四级 425 分及以上、托福 59 分及以上、雅思 5.5 分及以上。

6. 推免生推荐工作启动时，正在境外交流学习或在部队服役的本科毕业生班学生，也可申请参加推荐报名和遴选。正在接受纪律处分，处分尚未到期解除的学生，不得申请参加推荐报名和遴选。

### 三、推免生遴选原则

1. 落实立德树人根本任务。坚持德智体美劳全面衡量，以德为先，注重对申请人政治态度、思想表现、道德品质、科学精神、诚实守信、遵纪守法等方面的考察。思想品德考核不合格者不予推荐。

2. 突出考查学生一贯学业表现。对于符合推免生报名条件的申请人，以申请人本科阶段所有已修课程的平均绩点作为其学业综合成绩，先按《复旦大学推免生遴选学业综合成绩折算表》折算为百分制学业综合成绩，再按 70% 权重计入遴选总成绩（百分制）。

3. 引导学生全面发展。综合考量申请人科研成果、竞赛获奖、综合发展潜力、参军入伍服兵役、参加志愿服务、到国际组织实习等符合学生全面发展价值导向的因素，作为“加分项目成绩”，计入遴选总成绩。相关原则如下：

(1) 拥有优秀的科研成果。申请人本科阶段积极参加学术研究，表现出优秀的学术发展潜力，在最新版中国科学院文献情报中心期刊分区表三区及以上学术期刊以独立作者或第一作者(含共同第一作者)

发表与学业相关的学术论文。根据学术论文质量和个人贡献，经评审鉴定后可获最多 5 分，对申请人提交的多篇科研成果实行代表作评价。共同第一作者得分按共同作者人数核减。申请人与直系亲属或学历、职务明显高于本人者合作的成果仅做参考，不计分。

(2) 参加相关竞赛（活动）表现优异。申请人本科阶段作为唯一队员或主力队员（每支队伍主力队员不多于 5 人）参加与学业相关的国内权威竞赛（全国赛）或相当的国际赛事，获得第三等级以上奖项，经评审鉴定后，可获相应加分：单人项目唯一队员可获最多 5 分；多人项目由院系推免生遴选工作小组和指导教师团队根据申请人实际贡献，确定其可获分值，最高不超过 3 分，主力队员认定需参赛队伍所有成员书面确认。竞赛认定范围以《复旦大学本科生学科竞赛工作管理办法》2023 年 9 月附录调整范围为准，在多项竞赛中获奖不累积计分。申请人与直系亲属或学历、职务明显高于本人者合作获得的奖项仅做参考，不计分。

(3) 参军入伍服兵役表现良好。申请人本科阶段应征参加中国人民解放军（含中国人民武装警察部队），服役期间思想、工作等各方面表现良好，未受任何处分，圆满履行兵役义务者，可获最多 12 分，立功受奖者可获最多 15 分。本项得分需经武装部推荐。

(4) 参加志愿服务表现突出。申请人积极参加志愿服务等社会实践活动，且申报本校“人才工程”预备队（一期）或本校研究生支教团，获校党委学生工作部、校团委推荐者，可获最多 10 分。本项得分

由系学工组和推免生推荐工作组确定。

(5) 完成国际组织实习任务。申请人在本科阶段圆满完成了中华人民共和国教育部、人力资源和社会保障部所认可的国际组织实习任务，根据实习期长短及实习成果评估，经院系推荐，学校核定，可获最多 3 分。

(6) 综合发展潜力。志愿服务、国际组织实习、优秀科研成果、学业相关竞赛等指标已经充分体现学生全面发展，综合发展潜力不计加分。

4. 本系严格遵照国家和学校确定的推免生推荐工作要求，在学校下达的名额范围内按学生各方面表现、择优推荐符合条件的学生。获得推荐的学生，遴选总成绩不低于 55 分。遴选时如遇申请人总成绩同分，以学业综合成绩分数高低进行排名；如学业综合成绩相同，优先按学生修读专业必修课程《材料科学导论》、《材料结构与性能》、《材料制备与加工》、《材料分析》的总加权绩点排序。

5. 推免生工作中如遇政策衔接等相关特殊问题，按学校推免生遴选工作领导小组集体审定意见处理。

#### 四、推免生推荐名额分配

1. 综合考虑材料物理、材料化学和电子科学与技术本科毕业班学生人数、学科专业特点等因素，确定各专业推荐名额。专业内按遴选总成绩排名进行推荐。

2. 普通推免生推荐名额以学校下达计划数为准。

3. 如报名推荐人数较多且学生总体优秀，本系可在学校下达的名额范围外提出候补推荐名单，候补推荐人数不超过 1 人（全系范围内按遴选总成绩排名进行候补推荐）。

4. 各专项推免生名额按照学校相关规定执行。

## 五、推荐程序和时间安排

1. 9 月 15 日前，符合推免生推荐报名条件的毕业班学生登录复旦大学网上办事服务大厅 (<http://ehall.fudan.edu.cn>)，搜索“直研推免”，进行推免生推荐资格申请报名，将相应附件材料（包括学术研究、实践、获奖等证明材料）提交给黄郁芳老师。

2. 9 月 18 日前，成立系推免生遴选工作小组，并将系推免生工作小组名单以及系推免生推荐工作细则报教务处备案，同时将本系推免生推荐工作细则在系网站公示 10 个工作日。

3. 9 月 21 日前，系推免生工作专家审核小组审核鉴定报名学生所有加分项目情况。

4. 9 月 24 日前，系推免生工作小组经综合评定报名学生遴选总成绩（学业综合成绩+加分项目成绩），在学校下达的推荐名额范围内按学生遴选总成绩从高到低确定本系拟推荐名单并公示，同时向教务处报送本系推荐名单汇总表（电子版以及经本系负责人签字盖章的纸质版）以及相关补充材料。

5. 9 月 26 日前，学校推免生遴选工作领导小组召开会议，审定本校推免生推荐名单。

6. 9月28日前，教务处公示我校推免生推荐名单，并将名单上传教育部“全国推荐优秀应届本科毕业生免试攻读研究生信息公开暨管理服务系统”（<http://yz.chsi.com.cn/tm> 简称“推免服务系统”），报上海市教育考试院进行政策审核。

## 六、其他相关要求

1. 学生在报名申请推免生推荐资格时应慎重考虑，并诚实守信。学生报名申请推免生推荐资格后，一经审核确定获得推免生推荐资格、并得到推免生录取的，不得提出放弃；学校将不再向其提供包括办理成绩单在内的出国留学文书证明以及本科毕业就业推荐等相关服务，不予受理其延长学习年限的申请。

2. 获得推免生推荐资格的学生，如在参加推免的当学年未获得推免录取、或在参加推免的当学年未能如期毕业，视作自动失去推免生推荐资格。

3. 获得推免生推荐资格的学生，如出现以下情况，一经查实，并报学校推免生遴选工作领导小组批准，学校予以取消其推免推荐资格：

(1) 提交的信息不真实、不准确，伪造证书或证明材料的；

(2) 未按规定报备声明回避关系且可能影响推免过程和结果公平公正的；

(3) 参加推免的当学年出现违法违纪、考试舞弊行为或受到校纪校规处分的。

4. 推免生报名、注册、缴费等后续程序另行通知。



## 七、推免生遴选推荐政策咨询电话

推免工作咨询及意见反馈电话：系教务室，65642379

推免生遴选工作小组接受系分党委纪检组和学校监察处监督全程监督。

系分党委纪检组电话：31243528，邮箱：clx@fudan.edu.cn

校监察处电话：65642601，邮箱：jijian@fudan.edu.cn。

八、本细则由材料科学系招生工作领导小组审议通过后执行。

### 附 1：材料科学系推免生遴选工作小组：

于瀛（组长）、俞燕蕾、蒋益明、赵岩、吕银祥、陈敏、黄高山、许妍、黄郁芳、刘静、曾韡。

### 附 2：复旦大学推免生遴选学业综合成绩折算表

GPA 区间	换算公式	综合成绩	总成绩
3.7 - 4	$=100-(4-GPA)/0.3*11$	89.00 - 100.00	62.30 - 70.00
3.3 - 3.69	$=89-(3.7-GPA)/0.4*5$	84.00 - 88.88	58.80 - 62.21
3 - 3.29	$=84-(3.3-GPA)/0.3*3$	81.00 - 83.90	56.70 - 58.73
2.7 - 2.99	$=81-(3-GPA)/0.3*4$	77.00 - 80.87	53.90 - 56.61
2.3 - 2.69	$=77-(2.7-GPA)/0.4*3$	74.00 - 76.93	51.80 - 53.85
2 - 2.29	$=74-(2.3-GPA)/0.4*4$	70.00 - 73.87	49.00 - 51.71

### 附 3：复旦大学推免生遴选推荐工作回避人员报备表

复旦大学推免生遴选推荐工作回避人员报备表

报备人姓名		单位及职	
报备时间		受理人	
报 备 事 项	<p>请在以下事项中勾选：</p> <p><input type="checkbox"/> 本人有直系亲属或利益相关人员报名申请本年度本院系（单位）推免生推荐资格，特此申请回避。</p> <p><input type="checkbox"/> 本人有非直系亲属报名申请本年度本院系（单位）推免生推荐资格，特此主动报备。</p> <p>申请/报备人签名：</p> <p>日期：                      年        月        日</p>		

材料科学系

2023 年 9 月 17 日

## 附录 C 材料科学系本科专业培养方案一览表

### 2024 级材料物理专业“2+X”教学培养方案

#### 一. 培养目标及培养要求

本专业培养德智体美劳全面发展，具有扎实的材料科学基本理论、基础知识和较强实验技能，可以在材料科学与工程、微电子、光电子、信息技术及其相关领域中从事科研、教学、科技开发、工程技术及相关管理工作的高级专门人才。

要求学生掌握数学、物理、材料科学等方面的基本理论和基本知识；有扎实的电子材料、微电子材料工艺与器件、集成电路、电子学等方面学科的基本理论、基本知识和实验技能；受到科学思维与科学实验方面的基本训练；具有熟练掌握英语和熟练掌握运用计算机的应用技能；具有从事微电子、光电子及新材料领域的基础研究、科技开发和开拓创新的基本知识；有较强的科学研究能力、实际工作能力、创新能力以及适应社会需求的能力。

#### 二. 毕业要求及授予学位类型

本专业学生毕业时须满足通识教育课程（含通识教育核心课程和专项教育课程）43 学分、专业培养课程 80 学分（含生产实习 1 学分、毕业论文 6 学分）和多元发展路径课程的修读要求，总学分不低于 146 学分（含实践学分不低于 36.5 学分、含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求），达到学位要求者授予理学学士学位。

留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求，以及留学生的水平测试要求，参见相应修读说明。

#### 三. 课程设置与修读要求

##### （一）通识教育课程（43 学分）

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程。

##### 1. 通识教育核心课程（27 学分）

要求修读 27 学分，含思想政治理论课 19 学分，七大模块课程 8 学分（每模块最多修读 1 门

课程，同时回避第五模块“科学探索与技术创新”，即修读第五模块将不计入七大模块 8 个学分中），课程设置详见核心课程七大模块和材料物理专业修读建议。

## 2. 通识教育专项教育课程（16 学分）

要求修读 16 学分，课程设置详见专项教育课程和材料物理专业修读建议。

## （二）专业培养课程（80 学分）

专业培养课程包括大类基础课程和专业核心教育课程。

### 1. 大类基础课程（30 学分）

要求修读 30 学分。课程设置详见大类基础课程和材料物理专业修读建议。

### 2. 专业核心教育课程（50 学分）

要求修读 50 学分（部分课程学分可用荣誉课程学分替换），设置如下：

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
专业核心教育课程	材料科学导论	MATE130034	3	54	0.5	0	0	3	
	数学物理方法	MATE130050	4	90	0.5	0	0	3	
	近代物理 A	PHYS130055	4	72	0	0	0	3	
	材料力学	MATE130067	2	36	0.5	0	0	4	
	材料结构与性能	MATE130092	3	54	0.5	0	0	4	
	经典物理 A	PHYS130057	4	72	0	0	0	4	
	材料物理	MATE130010	3	54	0.5	0	0	5	
	半导体物理 C	MATE130013	3	54	0.5	0	0	5	
	材料制备与加工	MATE130061	3	54	0.5	0	0	5	
	近代物理实验 A	PHYS130056	3	54	3	0	0	5	
	材料分析	MATE130062	3	54	0.5	0	0	6	
	材料综合实验	MATE130064	2	72	2	0	0	6	
	材料物理实验	MATE130093	3	54	3	0	0	7	
	生产实习	MATE130008	1	0	1	0	36	7	
	毕业论文	MATE130009	6	0	6	0	108	8	
	普通化学实验 I	CHEM120009	1	18	1	0	2	3	
普通化学	MATE130091	2	36	0	0	0	3		

## （三）多元发展课程

包括专业进阶、跨学科发展（含辅修学士学位项目）和创新创业等不同路径，要求在院系专

业导师指导下选择一条发展路径，按路径要求修读课程。

### 1. 专业进阶路径（23 学分）

要求在本专业进阶课程中修读至少 23 学分（其中专业进阶 I 修读 14 学分,修读一个专业进阶 II 模块，9 学分），此路径为本专业领域核心路径。专业进阶课程设置如下：

#### (1) 材料物理专业进阶 I（14 学分）

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
材料物理专业进阶 I	模拟与数字电子线路	MATE130058	3	54	0.5	0	0	4	
	电子材料分析	MATE130017	3	54	0.5	0	0	5	
	专业英语(材料物理)	MATE130018	2	36	1	0	0	5	
	器件与集成电路原理	MATE130014	4	72	0.5	0	0	6	
	电子材料与器件工艺	MATE130015	2	36	0.5	0	0	6	

#### (2) 材料物理专业进阶 II（9 学分）

##### a) 电子材料与器件模块（9 学分）

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
电子材料与器件模块	电子封装材料与工艺	MATE130001	2	36	0.5	0	0	春	
	材料化学基础	MATE130011	3	54	0.5	0	0	春	
	集成电路的分析与设计	MATE130016	3	54	1	0	0	7	
	薄膜材料工艺学	MATE130032	2	36	0.5	0	0	春	
	工程材料的电学性质	MATE130035	2	36	0.5	0	0	秋	
	半导体材料	MATE130036	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子显微分析技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子与信息材料	MATE130042	3	54	0.5	0	0	秋	
	光子晶体导论	MATE130054	2	36	0.5	0	0	秋	
	光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	
有机半导体材料与器	MATE130080	2	36	0.5	0	0	秋		

件概论									
电子材料的化学处理	MATE130081	2	36	0.5	0	0	秋		
智能材料	MATE130087	2	36	1	0	0	秋		
有机光电材料与器件	MATE130098	2	36	0.5	0	0	春		
太阳能电池器件物理	MATE130099	2	36	0.5	0	0	春		

b) 新能源材料模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
新能源材料模块	材料失效分析	MATE130025	2	36	0.5	0	0	春	
	新型能源材料	MATE130037	2	36	1	0	0	春	
	电子显微分析技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	无机功能材料	MATE130051	2	36	0.5	0	0	春	
	纳米功能材料	MATE130075	2	36	0.5	0	0	秋	
	光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	
	智能材料	MATE130087	2	36	1	0	0	秋	
	锂电池材料	MATE130095	2	36	0.5	0	0	秋	
	氢能材料与技术	MATE130096	2	36	1	0	0	春	
	新能源转换材料及应用	MATE130097	2	36	0.5	0	0	春	
	有机光电材料与器件	MATE130098	2	36	0.5	0	0	春	
	太阳能电池器件物理	MATE130099	2	36	0.5	0	0	春	

c) 信息材料模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
信息材料模块	材料失效分析	MATE130025	2	36	0.5	0	0	春	
	半导体材料	MATE130036	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子显微分析技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子与信息材料	MATE130042	3	54	0.5	0	0	秋	
	有机化学与聚合物引论	MATE130044	3	54	0.5	0	0	春, 秋	

纳米科技导论	MATE130046	2	36	0.5	0	0	春	
液晶物理学	MATE130048	2	36	0.5	0	0	春	
扫描探针显微技术及其应用	MATE130057	2	36	0.5	0	0	春	
薄膜材料与器件	MATE130065	2	36	0.5	0	0	秋	
柔性光电子学	MATE130073	2	36	0.5	0	0	春	
光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	
计算物理	MATE130078	2	36	0.5	0	0	春	全英语课程

## 2. 荣誉项目路径（24 学分）

荣誉项目课程设置和修读要求请见材料科学系本科“荣誉项目”实施方案下载地址：  
<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。

## 3. 跨学科发展路径（30 学分）

修满 30 学分。要求修读 2 个非本专业独立开设的学程，可选择专业学程或跨科学程。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。

学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。完成学程修读要求的学生可获得相应的学程证书。

## 4. 创新创业路径（30 学分）

要求修读 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，以及 1 个非本专业独立开设的学。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。

## 5. 辅修学士学位路径（30 学分）

要求至少修读本专业进阶 I 课程至少 14 学分和 1 个辅修学士学位项目，辅修学士学位应与主修学士学位归属不同的本科专业大类。  
 辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：  
<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。完成辅修学士学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

## 其他

多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

## 2024 级材料化学专业“2+X”教学培养方案

### 一. 培养目标及培养要求

本专业培养德智体美劳全面发展,具有良好的专业素质、道德修养和创新能力,能够分析问题、解决问题以及适应社会需求,可以从事材料化学及其相关的领域研究、科技开发及管理工作的专业人才。

要求学生掌握较扎实的数学、物理、化学、外语和计算机的基础知识;掌握材料科学的基础理论、基本知识和基本实验技能,并在科学研究、新材料开发和应用方面受到良好的科学训练。

### 二. 毕业要求及授予学位类型

本专业学生毕业时须满足通识教育课程(含通识教育核心课程和专项教育课程)43 学分、专业培养课程 77 学分(含生产实习 1 学分、毕业论文 6 学分)和多元发展路径课程的修读要求,总学分不低于 144 学分(含实践学分不低于 36 学分、含美育学分不少于 2 学分、其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分,并至少参与一项艺术实践活动、劳动教育不少于 32 学时,并满足劳动周教育要求),达到学位要求者授予理学学士学位。

留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求,以及留学生的水平测试要求,参见相应修读说明。

### 三. 课程设置与修读要求

#### (一) 通识教育课程(43 学分)

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程。

#### 1. 通识教育核心课程(27 学分)

要求修读 27 学分,含思想政治理论课 19 学分,七大模块课程 8 学分(每模块最多修读 1 门课程,同时回避第五模块“科学探索与技术创新”,即修读第五模块将不计入七大模块 8 个学分中),课程设置详见核心课程七大模块和材料化学专业修读建议。

#### 2. 通识教育专项教育课程(16 学分)



要求修读 16 学分，课程设置详见专项教育课程和材料化学专业修读建议。

## (二) 专业培养课程 (77 学分)

专业培养课程包括大类基础课程和专业核心教育课程。

### 1. 大类基础课程 (31 学分)

要求修读 31 学分。课程设置详见大类基础课程和材料化学专业修读建议。

### 2. 专业核心教育课程 (46 学分)

要求修读 46 学分 (部分课程学分可用荣誉课程学分替换)，设置如下：

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课 学期	备注
专业核心 教育课程	有机化学 A I	CHEM130067	4	72	0	0	0	3	
	材料科学导论	MATE130034	3	54	0.5	0	0	3	
	合成化学实验 (上)	CHEM130010	2	36	2	0	4	4	
	物理化学 A II	CHEM130013	3	54	0	0	0	4	
	有机化学 A II	CHEM130068	2	36	0	0	0	4	
	材料结构与性能	MATE130092	3	54	0.5	0	0	4	
	合成化学实验 (下)	CHEM130011	2	36	2	0	4	5	
	物理化学 A III	CHEM130014	3	54	0	0	0	5	
	材料制备与加工	MATE130061	3	54	0.5	0	0	5	
	物理化学实验 (上)	CHEM130104	2	36	2	0	4	5	
	材料分析	MATE130062	3	54	0.5	0	0	6	
	材料综合实验	MATE130064	2	72	2	0	0	6	
	物理化学实验 (下)	CHEM130105	2	36	2	0	4	6	
	材料化学	MATE130005	2	36	0.5	0	0	7	
	生产实习	MATE130008	1	0	1	0	36	7	
	材料化学实验	MATE130070	3	72	3	0	0	7	
毕业论文	MATE130009	6	0	6	0	108	8		

## (三) 多元发展课程

包括专业进阶、跨学科发展 (含辅修学士学位项目) 和创新创业等不同路径，要求在院系专业导师指导下选择一条发展路径，按路径要求修读课程。

### 1. 专业进阶路径 (24 学分)

要求在本专业进阶课程中修读至少 24 学分 (其中专业进阶 I 修读 15 学分; 修读一个专业进阶 II 模块, 9 学分), 此路径为本专业领域核心路径。专业进阶课程设置如下:

#### (1) 材料化学专业进阶 I (15 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课学 期	备注
材料化学 专业进阶 I	无机化学和化学 分析实验 I	CHEM130003	2	36	2	0	4	3	
	材料分析化学 (上)	MATE130068	2	36	0.5	0	0	3	
	仪器分析实验	CHEM130107	2	54	0		4	4	
	材料分析化学 (下)	MATE130069	2	36	0.5	0	0	4	
	高分子材料化学	MATE130007	2	36	0.5	0	0	5	
	专业英语 (材料 化学)	MATE130094	2	36	0.5	0	0	5	
	高分子材料结构 与性能	MATE130006	3	54	0.5	0	0	6	

#### (2) 材料化学专业进阶 II (9 学分)

##### a) 功能聚合物模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课学 期	备注
功能聚合 物模块	材料失效分析	MATE130025	2	36	0.5	0	0	春	
	功能高分子材 料	MATE130049	2	36	0.5	0	0	春	
	复合材料	MATE130082	2	36	0.5	0	0	春	
	精细化工工艺 学	MATE130083	2	36	0.5	0	0	秋	
	聚合物材料研 究方法	MATE130084	2	36	0.5	0	0	秋	
	智能材料	MATE130087	2	36	1	0	0	秋	
	材料与环境保 护	MATE130088	2	36	0.5	0	0	秋	
	工程材料	MATE130089	2	36	0.5	0	0	秋	
	有机光电材料	MATE130098	2	36	0.5	0	0	春	

	与器件								
	有机发光材料	MATE130100	2	36	0.5	0	0	秋	
	有机功能材料 微纳结构制备 与应用	MATE130101	2	36	0.5	0	0	秋	

#### b) 新能源材料模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课学 期	备注
新能源材 料模块	材料失效分析	MATE130025	2	36	0.5	0	0	春	
	新型能源材料	MATE130037	2	36	1	0	0	春	
	电子显微分析 技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	无机功能材料	MATE130051	2	36	0.5	0	0	春	
	纳米功能材料	MATE130075	2	36	0.5	0	0	秋	
	光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	
	智能材料	MATE130087	2	36	1	0	0	秋	
	锂电池材料	MATE130095	2	36	0.5	0	0	秋	
	氢能材料与技 术	MATE130096	2	36	1	0	0	春	
	新能源转换材 料及应用	MATE130097	2	36	0.5	0	0	春	
	有机光电材料 与器件	MATE130098	2	36	0.5	0	0	春	
	太阳能电池器 件物理	MATE130099	2	36	0.5	0	0	春	

#### 2. 荣誉项目路径 (24 学分)

荣誉项目课程设置和修读要求请见材料科学系本科“荣誉项目”实施方案下载地址：  
<https://jwc.fudan.edu.cn/> (复旦大学教务处) 专业培养-常用文档。

#### 3. 跨学科发展路径 (30 学分)

修满 30 学分。要求修读 2 个非本专业独立开设的学程，可选择专业学程或跨学科学程。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。

学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/> (复旦大学教务处) 专业培养-常用文档。完成学程修读要求的学生可获得相应的学程证书。

#### 4. 创新创业路径 (30 学分)

要求修读 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，以及 1 个非本专业独立开设的学。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。

#### **5. 辅修学士学位路径（30 学分）**

要求至少修读本专业进阶 I 课程至少 15 学分和 1 个辅修学士学位项目，辅修学士学位应与主修学士学位归属不同的本科专业大类。

辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。完成辅修学士学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

#### **其他**

多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

## 2024 级电子科学与技术专业“2+X”教学培养方案

### 一. 培养目标及培养要求

本专业培养德智体美劳全面发展，具有电子信息科学与技术的基本理论和基本知识，受到严格的科学实验训练和初步的科学研究训练，能在电子信息科学与技术、计算机科学与技术及相关领域和行政部门，从事科学研究、教学、科技开发、产品设计、生产技术或管理工作的电子信息科学与技术高级专门人才。

要求学生掌握电子信息科学与技术、计算机科学与技术等方面的基本理论、基本知识和基本技能与方法，具有本学科及跨学科的应用研究与技术开发的基本能力及适应社会需求的能力。

### 二. 毕业要求及授予学位类型

本专业学生毕业时须满足通识教育课程（含通识教育核心课程和专项教育课程）43 学分、专业培养课程 80 学分（含生产实习 1 学分、毕业论文 6 学分）和多元发展路径课程的修读要求，总学分不低于 146 学分（含实践学分不低于 36.5 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求），达到学位要求者授予理学学士学位。留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求，以及留学生的水平测试要求，参见相应修读说明。

### 三. 课程设置与修读要求

#### （一）通识教育课程（43 学分）

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程。

##### 1. 通识教育核心课程（27 学分）

要求修读 27 学分，含思想政治理论课 19 学分，七大模块课程 8 学分（每模块最多修读 1 门课程，同时回避第五模块“科学探索与技术创新”，即修读第五模块将不计入七大模块 8 个学分中），课程设置详见核心课程七大模块和电子科学与技术专业修读建议。

##### 2. 通识教育专项教育课程（16 学分）

要求修读 16 学分，课程设置详见专项教育课程和电子科学与技术专业修读建议。

#### （二）专业培养课程（80 学分）

专业培养课程包括大类基础课程和专业核心教育课程。

### 1. 大类基础课程（30 学分）

要求修读 30 学分。课程设置详见大类基础课程和电子科学与技术专业修读建议。

### 2. 专业核心教育课程（50 学分）

要求修读 50 学分（部分课程学分可用荣誉课程学分替换），设置如下：

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育 总 学时	开课学 期	备注
专业核心 教育课程	普通化学实验 I	CHEM120009	1	18	1	0	2	3	
	普通化学	MATE130091	2	36	0	0	0	3	
	材料科学导论	MATE130034	3	54	0.5	0	0	3	
	数学物理方法	MATE130050	4	90	0.5	0	0	3	
	近代物理 A	PHYS130055	4	72	0	0	0	3	
	材料结构与性能	MATE130092	3	54	0.5	0	0	4	
	经典物理 A	PHYS130057	4	72	0	0	0	4	
	材料制备与加工	MATE130061	3	54	0.5	0	0	5	
	近代物理实验 A	PHYS130056	3	54	3	0	0	5	
	材料分析	MATE130062	3	54	0.5	0	0	6	
	材料综合实验	MATE130064	2	72	2	0	0	6	
	生产实习	MATE130008	1	0	1	0	36	7	
	毕业论文	MATE130009	6	0	6	0	108	8	
	模拟与数字电子 线路	MATE130058	3	54	0.5	0	0	4	
	物理化学 B	MATE130059	4	72	0.5	0	0	4	
固体物理导论	MATE130063	4	72	0.5	0	0	5		

### (三) 多元发展课程

包括专业进阶、跨学科发展（含辅修学士学位项目）和创新创业等不同路径，要求在院系专业导师指导下选择一条发展路径，按路径要求修读课程。

#### 1. 专业进阶路径（23 学分）

要求在本专业进阶课程中修读至少 23 学分（其中专业进阶 I 修读 14 学分，且 MATE130023《电子物理实验》课程必修；修读一个专业进阶 II 模块，9 学分），此路径为本专业领域核心路径。专业进阶课程设置如下：

##### (1) 电子科学与技术专业进阶 I（14 学分）

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课学 期	备注
电子科学与技 术专业进阶 I	真空物理与技术	MATE130019	3	54	1	0	0	5	
	专业英语(电子 科学与技术)	MATE130045	2	36	0.5	0	0	5	
	表面分析	MATE130021	3	54	1	0	0	6	
	薄膜技术	MATE130022	3	54	0.5	0	0	6	
	电子物理实验	MATE130023	3	54	3	0	0	7	
	光电技术与器件	MATE130066	3	54	1	0	0	7	

(2) 电子科学与技术专业进阶 II (9 学分)

a) 信息材料模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课学 期	备注
信息材料 模块	材料失效分析	MATE130025	2	36	0.5	0	0	春	
	半导体材料	MATE130036	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子显微分析 技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子与信息材 料	MATE130042	3	54	0.5	0	0	秋	
	有机化学与聚 合物引论	MATE130044	3	54	0.5	0	0	春, 秋	
	纳米科技导论	MATE130046	2	36	0.5	0	0	春	
	液晶物理学	MATE130048	2	36	0.5	0	0	春	
	扫描探针显微 技术及其应用	MATE130057	2	36	0.5	0	0	春	
	薄膜材料与器 件	MATE130065	2	36	0.5	0	0	秋	
	柔性光电子学	MATE130073	2	36	0.5	0	0	春	
	光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	
	计算物理	MATE130078	2	36	0.5	0	0	春	全英 课程

b) 电子材料与器件模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课学 期	备注
------	------	------	----	-----	-----------	-----------	------------------	----------	----

电子材料与器件模块	电子封装材料与工艺	MATE130001	2	36	0.5	0	0	春	
	材料化学基础	MATE130011	3	54	0.5	0	0	春	
	集成电路的分析与设计	MATE130016	3	54	1	0	0	7	
	薄膜材料工艺学	MATE130032	2	36	0.5	0	0	春	
	工程材料的电学性质	MATE130035	2	36	0.5	0	0	秋	
	半导体材料	MATE130036	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子显微分析技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子与信息材料	MATE130042	3	54	0.5	0	0	秋	
	光子晶体导论	MATE130054	2	36	0.5	0	0	秋	
	光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	
	有机半导体材料与器件概论	MATE130080	2	36	0.5	0	0	秋	
	电子材料的化学处理	MATE130081	2	36	0.5	0	0	秋	
	智能材料	MATE130087	2	36	1	0	0	秋	
	有机光电材料与器件	MATE130098	2	36	0.5	0	0	春	
	太阳能电池器件物理	MATE130099	2	36	0.5	0	0	春	

c) 新能源材料模块 (9 学分)

课程模块	课程名称	课程代码	学分	总学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
新能源材料模块	材料失效分析	MATE130025	2	36	0.5	0	0	春	
	新型能源材料	MATE130037	2	36	1	0	0	春	
	电子显微分析技术	MATE130041	2	36	0.5	0	0	秋	
	无机功能材料	MATE130051	2	36	0.5	0	0	春	
	纳米功能材料	MATE130075	2	36	0.5	0	0	秋	
	光电材料	MATE130077	2	36	0.5	0	0	春	



智能材料	MATE130087	2	36	1	0	0	秋
锂电池材料	MATE130095	2	36	0.5	0	0	秋
氢能材料与技 术	MATE130096	2	36	1	0	0	春
新能源转换材 料及应用	MATE130097	2	36	0.5	0	0	春
有机光电材料 与器件	MATE130098	2	36	0.5	0	0	春
太阳能电池器 件物理	MATE130099	2	36	0.5	0	0	春

## 2. 荣誉项目路径（24 学分）

荣誉项目课程设置和修读要求请见材料科学系本科“荣誉项目”实施方案下载地址：  
<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。

## 3. 跨学科发展路径（30 学分）

修满 30 学分。要求修读 2 个非本专业独立开设的学程，可选择专业学程或跨学科学程。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。

学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。完成学程修读要求的学生可获得相应的学程证书。

## 4. 创新创业路径（30 学分）

要求修读 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，以及 1 个非本专业独立开设的学。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。

## 5. 辅修学士学位路径（30 学分）

要求至少修读本专业进阶 I 课程至少 14 学分和 1 个辅修学士学位项目，辅修学士学位应与主修学士学位归属不同的本科专业大类。

辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：  
<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）专业培养-常用文档。完成辅修学士学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

## 其他

多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

## 附录 D 材料科学系本科专业指导性修读计划

### 材料物理专业“2+X”修读建议

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注		
							一	二	三	四	五	六	七	八			
通识教育	通识核心	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3										
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3										
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3									
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3								
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3							
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①			
		思想政治理论课模块B组课程	2	2	选修			2									
		1 文史经典与文化遗产模块课程	2~3	2~3	必选8学分（每模块	见核心课程七大模块课程列表											
		2 哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3													
		3 文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3													

		4 社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3	≤ 1 门 )														
		5 科学探索与技术创新模块课程	2~3	2~3															
		6 生态环境与生命关怀模块课程	2~3	2~3															
		7 艺术创作与审美体验模块课程	2~3	2~3															
	专项教育	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/													
		大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于4学分	见大学外语课程列表	2	2											
		人工智能教学专项	至少2学分	至少2学时	必选	见人工智能教学专项课程列表	≥ 2												
		体育课程	4	8	必选	见体育课程列表	2	2	2	2									
		军事理论	2	2	必修	见军事理论		2											
		军事技能	2	/	必修	见军事技能													
		创新创业课程	/	/	选修	见专项教育课程创新创业部分													
		心理健康教育	1~2	/	必选	见专项教育课程心	1~2												总学时

						理健康教育部分												不少于32学时		
						见专项教育课程实验室安全教育部分												累计不少于16学时		
专业培养	大类基础	30	数学分析 BI	5	5	二组 选一	MATH1200 16	5+ 1												
			数学分析 BII	5	5		MATH1200 17		5+ 1											
			高等数学 A (上)	5	5		MATH1200 21	5+ 1												
			高等数学 A (下)	5	5		MATH1200 22		5+ 1											
			线性代数	3	3	必修	MATH1200 20	3												
			大学物理 B (上)	4	4	必修	PHYS1200 13	4+ 1												
			大学物理 B (下)	4	4	必修	PHYS1200 14		4+ 1											
			基础物理实验	2	3	必修	PHYS1200 15		3											
			程序设计	4	4	必修	COMP1200 06	3+ 2												
			电子系统导论	3	3	必修	INFO1200 11		3											
	专业核心	50	普通化学	2	2	必修	MATE1300 91			2										
普通化学实验 I			1	1.5	必修	CHEM1200 09			1.5											

		材料科学导论	3	3	必修	MATE1300 34			3									
		近代物理 A	4	4	必修	PHYS1300 55			4									
		数学物理方法	4	5	必修	MATE1300 50			5									
		材料结构与性能	3	3	必修	MATE1300 92				4								
		经典物理 A	4	4	必修	PHYS1300 57				2								
		材料力学	2	2	必修	MATE1300 67				2								
		材料物理	3	3	必修	MATE1300 85					3							
		材料制备与加工	3	3	必修	MATE1300 61					3							
		近代物理实验 A	3	3	必修	PHYS1300 56					3							
		半导体物理 C	3	3	必修	MATE1300 15					3							
		材料物理实验	3	3	必修	MATE1300 93						3						
		材料分析	3	3	必修	MATE1300 62						3						
		材料综合实验	2	4	必修	MATE1300 64						4						
		生产实习	1		必修	MATE1300 08									①			
		毕业论文	6		必修	MATE1300 09										①		
多元发展 ②	专业进阶路径	23	专业进阶课程 I	14	14		见材料物理专业培养方案											
			专业进阶课程 II	9	9													
			任意选修课程	0														
		荣誉项目					见材料科学系本科荣誉项目实施方案											

跨学科发展路径	30	学程 I	15~20		必选 2 个非本专业独立开设的学程	见教务处学程项目网页														
		学程 II	15~20																	
		任意选修课程	0~3																	
辅修学士学位项目	≥30	专业进阶课程	15	15	必选	见材料物理专业培养方案														
		非本专业辅修学士学位课程	40			必选	见教务处辅修学士学位项目网页													
创新创业路径	30	学程	15~20		必选	见教务处学程项目网页														
		创新创业学程	15~20				必选													
		任意选修课程	0~3			选修														

注：

- ①据院系通知安排
- ②任选一种多元发展路径
- ③应修学分：专业进阶路径 146 学分，其他发展路径 ≥146 学分
- ④每学期选修学分不得超过 32 学分

## 材料化学专业“2+X”修读建议

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注	
							一	二	三	四	五	六	七	八		
通识教育	通识核心 27	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3									
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3									
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3								
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3							
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3						
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①		
		思想政治理论课模块B组课程	2	2	选修			2								
		1 文史经典与文化传播	2~3	2~3	必修8学	见核心课程七大模										

		承模块课程			分(每模块≤1门)	块课程列表															
		2 哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3																	
		3 文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3																	
		4 社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3																	
		5 科学探索与技术创新模块课程	2~3	2~3																	
		6 生态环境与生命关怀模块课程	2~3	2~3																	
		7 艺术创作与审美体验模块课程	2~3	2~3																	
	专项教育	16 复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/															
		16 大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于	见大学外语课程列表	2	2													



					4 学 分												
			人工智 能教学 专项	至少 2学 分	至 少 2学 时	必 选	见人工智 能教学专 项课程列 表	$\geq$ 2									
			体育课 程	4	8	必 选	见体育课 程列表	2	2	2	2						
			军事理 论	2	2	必 修	见军事理 论		2								
			军事技 能	2	/	必 修	见军事技 能										
			创新创 意创业 课程	/	/	选 修	见专项教 育课程创 新创意创 业部分										
			心理健 康教育	1~2	/	必 选	见专项教 育课程心 理健康教 育部分	1~2									总学 时不 少于 32学 时
			实验室 安全教 育	/	/	必 修	见专项教 育课程实 验室安全 教育部分										累 计不 少于 16学 时
专 业 培 养	大 类 基 础	31	高等数 学B (上)	5	5	必 修	MATH12000 3	5+	1								
			高等数 学B (下)	5	5	必 修	MATH12000 4		5+	1							

		线性代数	3	3	必修	MATH12002 0	3												
		大学物理 B (上)	4	4	必修	PHYS12001 3	4+ 1												
		大学物理 B (下)	4	4	必修	PHYS12001 4		4+ 1											
		基础物理实验	2	3	必修	PHYS12001 5		3											
		现代生物科学导论 A	3	3	必修	BIOL12000 2	3												
		普通化学 A (上)	2	2	必修	CHEM12000 5	2												
		普通化学 A (下)	2	2	必修	CHEM12000 6		2											
		普通化学实验 I	1	1.5	必修	CHEM12000 9	1. 5												
	专业核心	46	有机化学 AI	4	4	必修	CHEM13006 7			4									
		材料科学导论	3	3	必修	MATE13003 4			3										
		合成化学实验 (上)	2	3	必修	CHEM13001 0				3									
		物理化学 AII	3	3	必修	CHEM13001 3				3									
		有机化学 AII	2	2	必修	CHEM13006 8				2									
		材料结构与性能	3	3	必修	MATE13009 2				3									
		合成化学实验 (下)	2	3	必修	CHEM13001 1					3								
		物理化学 AIII	3	3	必修	CHEM13001 4					3								

		材料制备与加工	3	3	必修	MATE13006 1							3					
		物理化学实验(上)	2	3	必修	CHEM13010 4							3					
		材料分析	3	3	必修	MATE13006 2							3					
		材料综合实验	2	4	必修	MATE13006 4							4					
		物理化学实验(下)	2	3	必修	CHEM13010 5							3					
		生产实习	1		必修	MATE13000 8									①			
		材料化学	2	2	必修	MATE13000 5									2			
		材料化学实验	3	4	必修	MATE13007 0									4			
		毕业论文	6		必修	MATE13000 9										①		
多元发展②	专业进阶路径	24	专业进阶课程 I	15	15	必选	见材料化学专业培养方案											
			专业进阶课程 II	9	9	必选												
			任意选修课程	0														
		荣誉项目					见材料科学系本科荣誉项目实施方案											
		跨学科发展路径	30	学程 I	15~20		必选 2 个非本专业独立	见教务处学程项目网页										
		学程 II	15~20															

					开设的学程												
		任意选修课程	0~3														
辅修学士学位项目	≥ 30	专业进阶课程	17	17	必选	见材料化学专业培养方案											
		非本专业辅修学士学位课程	40		必选	见教务处辅修学士学位项目网页											
创新创业路径	30	学程	15~20		必选	见教务处学程项目网页											
		创新创业学程	15~20		必选												
		任意选修课程	0~3														

注：

①据院系通知

安排

②任选一种多元发展路

径

③应修学分：专业进阶路径 144 学分，其他发

展路径 ≥ 144 学分

④每学期选修学分不得

超过 32 学分

## 电子科学与技术专业“2+X”修读建议

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注			
							一	二	三	四	五	六	七	八				
通识教育	通识核心	27	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3										
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3											
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3										
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3									
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3								
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①				
		思想政治理论课模块B组课程	2	2	选修				2									
		1 文史经典与文化传承模块课程	2~3	2~3	必选8学分（每模块≤	见核心课程七大模块课程列表												
		2 哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3														
		3 文明对话与世界	2~3	2~3														

		视野模块课程			1 门 )															
		4 社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3																
		5 科学探索与技术创新模块课程	2~3	2~3																
		6 生态环境与生命关怀模块课程	2~3	2~3																
		7 艺术创作与审美体验模块课程	2~3	2~3																
	专项教育	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/														
16		大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于4学分	见大学外语课程列表	2	2												
		人工智能教学专项	至少2学分	至少2学时	必选	见人工智能教学专项课程列表	≥2													
		体育课程	4	8	必选	见体育课程列表	2	2	2	2										
		军事理论	2	2	必修	见军事理论		2												
		军事技能	2	/	必修	见军事技能														



		普通化学	2	2	必修	MATE13009 1			2								
		普通化学 实验 I	1	1.5	必修	CHEM12000 9			1.5								
		材料科学 导论	3	3	必修	MATE13003 4			3								
		数学物理 方法	4	5	必修	MATE13005 0			5								
		近代物理 A	4	4	必修	PHYS13005 5			4								
		物理化学 B	4	4	必修	MATE13005 9				4							
		材料结构 与性能	3	3	必修	MATE13009 2				3							
		经典物理 A	4	4	必修	PHYS13005 7				2							
	50	模拟与数 字电子线 路	3	3	必修	MATE13005 8				3							
		材料制备 与加工	3	3	必修	MATE13006 1					3						
		固体物理 导论	4	4	必修	MATE13006 3					4						
		近代物理 实验 A	3	3	必修	PHYS13005 6					3						
		材料分析	3	3	必修	MATE13006 2						3					
		材料综合 实验	2	4	必修	MATE13006 4						4					
		生产实习	1		必修	MATE13000 8										①	
		毕业论文	6		必修	MATE13000 9											①
多元发展 ②	专业进阶 路径	专业进阶 课程 I	14	14	必选	见电子科 学与技术 专业培养 方案							14				
		专业进阶 课程 II	9	9	必选									9			
		任意选修 课程	0														







