

复旦大学课程教学大纲

院系：高分子科学系

日期：2024 年 06 月 11 日

课程代码	MACR130044.01						
中文名称	材料科学导论						
英文名称	Introduction to Materials Science						
学分数	3	实验（含上机）学分	0	实践学分	0.5	含美育学分	0
周课时	3	周数	18	总课时	54	含劳动教育总学时	0
授课语言	中文		是否荣誉课程		否		
课程性质	<input type="checkbox"/> 通识教育核心		<input type="checkbox"/> 通识教育专项		“2+X”专业： <input type="checkbox"/> 专业核心 <input checked="" type="checkbox"/> 专业进阶		
	<input type="checkbox"/> 大类基础		<input type="checkbox"/> 其他		非“2+X”专业： <input type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修		
教学目的	<p>通过本课程的学习，学生应能够：</p> <p>一、 阐述材料学发展的简史和现状，以及金属、无机非金属、高分子、复合材料四大类材料的组成和结构特点；在此基础上，解释材料组成结构、性质、性能、合成方式之间的关系。</p> <p>二、 运用材料学知识，对于材料的组成、结构以及转变过程进行定量分析；同时针对不同工程学需求，选取合适的材料种类，对材料的选取以及失效问题进行初步分析。</p> <p>三、 形成对材料科学研究的兴趣和创新能力；能综合材料科学的发展现状和对材料科学理解，列举一些材料学未来的发展方向；并能对我国材料科学发展过程中面临的“卡脖子”问题提出符合材料学原理的初步设想。</p>						
基本内容简介	<p>本课程将首先讲解材料所共有的普遍原理，即材料的组成、状态、结构与性能之间的关系；概述材料的原子结构、原子间相互作用、多原子体系电子的相互作用、晶体/准晶/非晶态材料的内部结构、缺陷扩散与迁移、相变与相图热力学、固体的表面特性、成核与晶体生长等基本概念及原理。在此基础上，分别讲解金属材料、无机非金属材料、高分子材料以及复合材料的组成、结构及相应特点，并介绍不同类型材料的力学、热学、电学、磁学、光学等性能的特点和相应的表征手段。最后介绍材料的制备与加工的基本方法，并安排企业参访和演示实验环节，增强学生对材料科学应用价值的切身体会。同时课程将结合我国材料科学发展过程中面临的“卡脖子”案例，开展思政教育，培养学生科研报国的爱国情操。考虑到高分子科学系的其它课程中将详细论述高分子材料的相关知识，本课程将侧重于材料科学共性知识以及对金属、无机非金属、复合材料这三类材料的介绍。课程将分为五个章节：</p> <p>第一章：绪论（第 1 周），讲解材料的定义、分类及基本性质，材料科学与工程学科性质和研究范围，以及材料科学在工程中的作用。</p> <p>第二章：物质结构基础（第 2-8 周），讲解材料的原子结构、物质内的电子相互作用、固体内的有序和无序结构、固体的转变、固体的表面性质以及晶体成核生长的基</p>						

	<p>本理论。</p> <p>第三章：材料组成与结构（第 9-12 周），讲解金属、无机非金属、高分子以及复合材料四大类材料的组成与结构特点。</p> <p>第四章：材料的性能（第 13-15 周），讲解材料的力学、电学、磁学、光学、热学和耐腐蚀性能，同时安排企业参访活动，在活动中对一些新型材料的特殊性能进行介绍。</p> <p>第五章：材料的制备与成型加工（第 16 周），简单介绍常用的材料制备与加工工艺，同时安排三个演示实验。</p> <p>课程将以飞机制造过程中所需要用的各种材料的结构、性能以及设计思路作为核心案例，串联上述的各个知识点，从而加深学生理解。</p>
<p>基本要求：</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 授课对象： 本学期课程面向高分子科学系二年级和三年级本科生。 2. 先修课程： 要求已修过高等数学、大学物理和普通化学课程。 3. 学习要求： 要求课前对课件和教材进行预习，课程中能够踊跃参加讨论并正确回答测验问题，课后认真复习并完成习题。 4. 考勤要求： 会通过抽查点名方式进行考勤。
<p>授课方式：</p>	<p>课程以讲授为主，研讨、实验演示和习题课为辅，并将根据授课情况进行灵活调整。本课程将紧密结合两位主讲人在固体物理、晶体学和材料化学等领域的交叉学科知识背景，以及在一线科研工作中的实际经验，强调理论与实际相结合，注重案例讨论和与学生之间的紧密互动，并通过多媒体手段形象的展现抽象的物理化学概念。有兴趣的同学还可在此基础上通过 elearning 自学拓展阅读资料，与老师在答疑时间通过微信群、邮件以及当面答疑等方式个别交流。</p>
<p>课程负责人简介：</p>	<p>徐一飞，青年研究员，博士生导师，致力于利用冷冻透射电镜技术研究高分子软物质材料的微观结构和形成机理，并开发新型复合材料。2016 年毕业于南京大学物理学院凝聚态物理专业，获得博士学位。随后分别于荷兰埃因霍温理工大学化学化工学院以及英国利兹大学化学学院进行博士后工作。2021 年 8 月加入复旦大学高分子科学系。目前已在 <i>Nat. Commun.</i>, <i>PNAS</i>, <i>Adv. Mater.</i> 等高水平期刊上以第一/通讯作者身份发表了 10 余篇论文。曾获得“欧盟玛丽居里学者”、“上海市浦江人才”、“上海市高层次人才”、“复旦大学卓学人才”等荣誉，主持承担 1 项国家自然科学基金，1 项上海市科委基金，2 项海外研究基金等。曾参与《大学物理实验》（南京大学）、《无机化学》（英国利兹大学）的教学工作。目前还承担我校《奇妙的软物质·链接生活》（通识选修）课程的教学工作。</p> <p>高悦，青年研究员，博士生导师，致力于发展基于功能有机材料的变革性技术，用以解决能量存储和转换、机器人、医疗等领域的重大科学问题。2018 年毕业于美国宾夕法尼亚州立大学化学系，获得博士学位，2019 年作为宾夕法尼亚大学 Vagelos 学者开展研究，2020 年加入复旦大学高分子科学系。以第一 / 通讯作者在 <i>Nat. Mater.</i>, <i>Nat. Energ.</i>, <i>JACS</i>, <i>PNAS</i> 等期刊上发表文章 7 篇，以合作作者在 <i>Nat.</i></p>

Commun., Sci. Adv., Adv. Intell. Sys. 等期刊发表文章 20 余篇, 拥有美国专利 1 项。曾获得“国家自然科学基金优秀青年科学基金(海外)”、“国家优秀自费留学生奖学金”、“美国能源部电池 500 优秀青年学者奖”、“美国材料学会研究生奖”、“宾夕法尼亚大学 Vagelos 学者奖”、“上海市高层次海外人才”等荣誉, 主持承担 2 项美国青年基金, 1 项国家自然科学基金, 1 项上海市自然科学基金。曾教授美国宾州州立大学本科《基础化学实验》课程(两学期, 150 人), 《基础有机化学实验》课程(两学期, 80 人)。

主讲教师简介:

同上

教学团队成员

姓名	性别	职称	院系	在教学中承担的职责
徐一飞	男	青年研究员	高分子科学系	负责 1-8 周的教学工作
高悦	男	青年研究员	高分子科学系	负责 9-16 周的教学工作

教学内容安排 (具体到每节课内容)

本课程共有 54 学时(含考试周), 其大致进度和教学内容安排如下(徐一飞负责 1-8 周, 高悦负责 9-16 周):

第 1 周: 材料科学绪论

第 1 节: 材料的定义、分类及基本性质

第 2 节: 材料科学与工程学科性质和研究范围

第 3 节: 材料科学在工程中的作用

(注: 本讲将采取翻转课堂形式, 学生需要提前预习内容, 并在课程中积极参与讨论, 获得评分)

第 2 周: 物质的原子结构

第 4 节: 物质结构概论

第 5 节: 物质的原子结构

第 6 节: 原子之间的相互作用和结合

第 3 周: 固体中的原子有序(上)

第 7 节: 晶体的特点与性质

第 8 节: 晶体对称性与布拉菲点阵

第 9 节: 晶向与晶面

第 4 周: 固体中的原子有序(下)

第 10 节: 晶体的类型

第 11 节: 准晶与液晶

第 12 节: 固体的能带与费米能级

第 5 周：固体中的原子无序

第 13 节：固溶体

第 14 节：晶体结构缺陷和非晶体

第 15 节：固体中的扩散

第 6 周：固体的表面结构

第 19 节：表面力和表面能

第 20 节：表面结构

第 21 节：固体表面的特性

第 7 周：固体结构的转变

第 16 节：固体中的热平衡和相变

第 17 节：相图与相图热力学

第 18 节：旋节分解与成核生长

第 8 周：金属材料的组成与结构

第 22 节：金属与合金的基本结构

第 23 节：铁碳合金的相图分析

第 24 节：其它合金材料

第 9 周：无机非金属材料的组成与结构

第 25 节：无机非金属材料的晶体结构

第 26 节：无机非金属材料的非晶体结构

第 27 节：碳化合物的结构

第 10 周：高分子材料的组成与结构

第 28 节：高分子材料的单元结构

第 29 节：高分子材料的聚集结构

第 30 节：聚合物共混材料的结构

第 11 周：复合材料的组成与结构

第 31 节：复合材料的组成与特性

第 32 节：复合材料的界面结构

第 33 节：复合材料的界面处理与控制

第 12 周：固体材料的力学性能-1

第 34 节：材料的力学状态

第 35 节：应力和应变

第 36 节：材料的形变

第 13 周：固体材料的力学性能-2

第 37 节：材料的强度和韧性

第 38 节：材料的硬度

第 39 节：材料的疲劳

第 14 周：材料的其它性能

第 40 节：材料的电学和磁学性能

第 41 节：材料的光学和热学性能

第 42 节：材料的耐腐蚀性和燃烧特性

第 15 周：企业参访活动

第 43-45 节：对新材料企业进行实地走访，了解材料科学在工业生产中的应用

第 16 周：材料的制备与加工工艺，及实验课

第 46 节：材料制备与加工工艺简介

第 47-48 节：演示实验：

(1) 光聚合 3D 打印

(2) 液晶和晶体的结构观测

(3) 材料断裂韧性测试

课内外讨论或练习、实践、体验等环节设计：

课程中会有提问和案例讨论环节，并鼓励学生进行课外提问和交流。课程中包含一次企业参访活动；同时包含 3 个实验，同学们可进入实验室观摩和实际操作。

如需配备助教，注明助教工作内容：

负责收发作业、协助批改作业和试卷、整理学生提问、通过在线会议方式定期讲解习题答案。

考核和评价方式（提供学生课程最终成绩的分数组成，体现形成性的评价过程）：

最终成绩由平时成绩（20%）、作业成绩（30%）和期末闭卷考试（50%）组成，最终成绩按等级制给分，其中：

(1) 平时成绩：满分为 100 分。其中 50 分为出勤得分，随机点名缺席一次扣 15 分，迟到或早退超过十分钟者一次扣 5 分，扣完为止；50 分为随堂测验得分，按照随机举行的随堂测验和讨论平均得分进行评分（总数约为 5 次）。

(2) 作业成绩：满分为 100 分，按每周作业平均得分给分。迟交作业超过一天者，该周作业不得分；出现抄袭情况的，作业总分记 0 分。

(3) 期末闭卷考试：满分为 100 分。若出现抄袭作弊情况，记 0 分并按校纪校规处理。

教材选用情况：

是否使用教材： 是 否。若使用教材，请填写以下表格信息，原则上教材数量不宜超过 2 本。

序号	教材名称	主编	ISBN	出版年月	出版单位	教材使用情况	教材类型
1	《材料科学与工程基础》	赵长生、 顾宜	978-7 -122- 34381 -8	2020 年 10 月	化学工业出 版社	<input type="checkbox"/> 马工程重点教材 <input type="checkbox"/> 已出版自编教材 <input type="checkbox"/> 境外教材 <input checked="" type="checkbox"/> 其他已出版教材	<input checked="" type="checkbox"/> 国家级规划教材 <input type="checkbox"/> 省部级规划教材 <input type="checkbox"/> 校级重点立项教材 <input type="checkbox"/> 其他

教学参考资料（包括作者、书名、出版社、出版时间和 ISBN）:

1. 冯端, 师昌绪, 刘治国, 《材料科学导论》, 化学工业出版社, 2002 年, ISBN: 9787502536695
2. 石德珂, 《材料科学基础》, 机械工业出版社, 2003 年 (第二版), ISBN: 9787111662785
3. 胡安, 章维宜, 《固体物理学》, 高等教育出版社, 2020 年 (第三版), ISBN: 9787040537666
4. 黄丽, 《高分子材料》, 化学工业出版社, 2010 年 (第二版), ISBN: 9787122071811
5. William D. Callister, Jr., 《Material Science and Engineering: An Introduction》, John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd., 2007 年 (第七版), ISBN: 9780006970118
6. William F. Smith, 《Foundations of Materials Science and Engineering》, McGraw-Hill, 2006 年 (第四版), ISBN: 9781118322697

请教师根据《**教学大纲填表说明**》进行填写, 本表格栏目大小可根据内容加以调整。