



上海科技大学

ShanghaiTech University

物质科学与技术学院

(材料方向)

开课课程手册

2017年2月

目录

1. 《材料科学基础 II》	1
2. 《材料力学》	4
3. 《材料科学基础 I》	7
4. 《材料性能》	10
5. 《材料分析方法》	13
6. 《材料物理性能》	16
7. 《材料制备与加工》	21
8. 《材料科学基础 III》	25

1. 《材料科学基础 II》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1303
课程名称	材料科学基础 II	英文名称	Fundamental Materials Science II
学 分	3	学 时	48
授课对象 (面向专业)	材料方向二年级 本科生	双语/中文 / 全英文 授课	双语授课
先修课程	材料科学基础 I		

二、课程简介和教学目的

软物质是指处于固体和理想流体之间的物质，一般由有机小分子或大分子组成，包括液晶、聚合物、胶体、膜、泡沫、颗粒物质、生命体系物质（如 DNA、细胞、体液、蛋白质）等，在自然界、生命体、日常生活和生产中广泛存在。随处可见的橡胶、胶水、墨汁、洗涤剂、涂料、化妆品、食品等都属于软物质。

材料科学基础 I 主要讲授了金属、合金、陶瓷等无机材料（硬物质）方面的基础知识，包括材料的原子结构和键合、晶体结构、晶体缺陷、材料的形变与再结晶、固体中原子与分子的运动等。材料科学基础 II 将拓展视野，深入浅出地讲解聚合物、胶体、表面活性剂等软物质体系的基本概念、理论方法、性质特征、分析手段、实际应用等。

当前，新兴材料的开发往往取决于“硬”“软”两个体系的有机组合与协同作用，材料科学基础 I 与 II 两门课程相互补充，相辅相成，旨在让本科低年级学生在掌握数学、物理、化学等方面的基础知识后，进一步学习、了解材料学这门综合性、交叉性学科。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
第一章 高分子概述 1.1 高分子的基本概念 1.2 高分子的分类 1.3 高分子的命名	第1周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
第二章 高分子的合成 2.1 逐步聚合反应 2.2 线性缩聚反应	第2周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
2.3 自由基聚合 2.4 自由基共聚合	第2周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
2.5 离子聚合	第3周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
2.6 聚合物的化学反应	第4周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
第三章 高分子的结构 3.1 高分子的链结构	第4周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
3.2 高分子的凝聚态结构	第5周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
第四章 高分子分子运动 4.1 高分子运动的特点 4.2 高分子的力学状态	第6周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
4.3 高分子的玻璃化转变 4.2 聚合物熔体流变性	第6周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
第五章 聚合物的性能 5.1 高分子的溶液性质 5.2 聚合物的力学性质	第7周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
5.3 高分子材料的热性能 5.4 高分子材料的电学性能 5.5 高分子的光学性能	第8周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
第六章 高分子材料概述 6.1 塑料概述 6.2 橡胶概述 6.3 合成纤维概述	第8周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）
期中考试	第9周 2学时	闭卷
第七章 胶体概述 7.1 胶体发展简史 7.2 分散系统	第10周 2学时	课堂教学、课后 复习（作业）

7.3 表面与表面自由能		
第八章 胶体的制备与组装	第 10 周	课堂教学、课后 复习（作业）
8.1 胶体的制备	2 学时	
8.2 胶体的净化		
8.3 胶体的组装	第 11 周	课堂教学、课后 复习（作业）
	2 学时	
第九章 胶体系统的基本性质	第 12 周	课堂教学、课后 复习（作业）
9.1 溶胶的运动性质	2 学时	
9.2 溶胶的光学性质		
9.3 溶胶的电学性质	第 12 周	课堂教学、课后 复习（作业）
9.4 溶胶的分析方法	2 学时	
第十章 表面活性剂溶液	第 13 周	课堂教学、课后 复习（作业）
10.1 表面活性剂概述	2 学时	
10.2 表面活性剂的性质		
10.3 胶束	第 14 周	课堂教学、课后 复习（作业）
10.4 囊泡	2 学时	
第十一章 凝胶、气溶胶、泡沫和膜	第 14 周	课堂教学、课后 复习（作业）
11.1 凝胶概述	2 学时	
11.2 气溶胶概述		
11.3 泡沫概述	第 15 周	课堂教学、课后 复习（作业）
11.4 膜概述	2 学时	
扩展：软物质科学发展前沿	第 16 周	课堂教学、课后 复习（作业）
	2 学时	
答疑	第 16 周	习题分析、讨论
	2 学时	
期末考试	第 17 周	闭卷
	2 学时	

2. 《材料力学》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1305
课程名称	材料力学	英文名称	Mechanics of Materials
学 分	3	学 时	48
授 课 对 象 (面向专业)	材料、航空结构、机械 工程等专业本科生	双语/中文/ 全英文授课	中文
先修课程	刚体静力学		

二、课程简介和教学目的

课程简介：《材料力学》是土建、船舶与海洋工程、机械、航空工程、材料等专业的专业基础课，是变形体力学的重要基础课，是一门为设计工程构件提供理论基础的主干技术基础课。

教学目标：通过材料力学的学习，要求学生掌握变形体力学的基础知识，掌握将杆件类工程实际构件抽象为力学模型的方法，初步具有应用变形体力学理论分析解决问题的能力，掌握在保证安全和经济的前提下对杆类构件或零件进行强度、刚度和稳定性设计的理论。使学生具有一定的计算能力和实验技能。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
第一章 绪论： 1 历史背景、学习材料力学的任务；2 变形固体的基本假设；3 应力与应变概念；4 力系平衡条件，内力的概念、截面法的应用；5 常见的承力构件以及载荷的形式；6 杆件变形的基本形式、支座与约束反力的形式。	第1周-第2周 6 学时	课堂教学、课后 复习（作业）、

第二章轴向拉伸与压缩: 1 轴向拉伸与压缩的概念与实例; 2 直杆横截面上的内力、应力及斜截面上的应力计算, 切应力互等定理; 4 安全系数与许用应力的概念、拉压杆件的强度计算; 5 轴向拉伸与压缩时杆件的纵向变形、线应变、横向变形计算以及泊松比、胡克定律、弹性模量, 抗拉 (压) 刚度; 6 简单桁架的节点位移; 7 应力集中的概念; 8 金属材料拉伸和压缩时的力学性能; 9 简单拉 (压) 静不定问题、热应力和预应力问题的解法。	第 3 周-第 5 周 8 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论, 课堂练习及课外思考题
实验/金属材料拉伸压缩试验	第 5 周 (安排在课外) 2 学时	实践
第三章 联接件的实用计算: 1 剪切和挤压概念; 2 剪切和挤压时的应力实用计算方法及联接件的设计。	第 5 周-第 6 周 2 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论
第四章扭转: 1 扭转的基本概念以及功率、转速和外力偶的关系; 2 应用变形体力学三个基本原理推导圆轴扭转应力和变形的公式; 3 极惯性矩和抗扭截面模量的概念、轴的强度条件和刚度条件以及轴的强度设计; 4 扭转破坏分析; 5 扭转静不定问题的一般解法。	第 6 周-第 7 周 5 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论, 课堂练习
实验/扭转实验	第 7 周 (安排在课外) 2 学时	实践 (安排在课外)
附录 A 截面的几何性质: 1 静矩, 惯性矩、极惯性矩和惯性积; 2 平行移轴公式; 3 转轴公式, 形心主轴, 形心主惯性矩。	第 8 周 3 学时	课堂教学、课后复习 (作业)
第五章弯曲内力: 1 平面弯曲的概念和实例; 2 应用截面法和平衡条件求解梁横截面上的内力——剪力和弯矩; 3 梁的剪力方程、弯矩方程和剪力图、弯矩图; 4 剪力、弯矩和分布载荷集度的微分关系。	第 9 周 - 第 10 周 4 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论, 课堂练习
第六章弯曲应力: 1 纯弯曲时的正应力公式及其推导; 2 横力弯曲时的	第 10 周-第 11 周 4 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课

正应力及强度条件；3 弯曲剪应力及强度条件；4 提高弯曲强度的措施。		堂讨论，课堂练习及课外思考题
第七章弯曲变形：1 挠度和转角的概念及梁的挠曲线的近似微分方程；2 用积分法计算梁的挠度和转角 3、叠加法计算梁的挠度和转角 4 用刚度条件进行梁的设计和简单超静定梁的求解。	第 11 周-第 12 周 4 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论，课堂练习及课外思考题
实验/工字梁弯曲试验	第 12 周（课外）	实践
第八章压杆稳定：1 压杆稳定性的概念；2 细长压杆的欧拉公式及其适用范围；3 不同柔度压杆的临界应力公式和压杆稳定性计算；4 提高压杆稳定性的措施。	第 13 周-第 14 周 4 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论
第九章应力状态：1 应力状态的概念；2 平面应力状态分析（解析法和图解法）；3 三向应力圆*；4 广义胡克定律。	第 14 周-第 16 周 6 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论
第十章强度理论：第一、二、三、四强度理论。	第 16 周 2 学时	课堂教学、课后复习（作业）

3. 《材料科学基础 I》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1381
课程名称	材料科学基础 I	英文名称	Fundamentals of Materials Science I
学 分	3	学 时	48
授课对象 (面向专业)	材料方向本科生	双语/中文/ 全英文授课	双语
先修课程	普通化学		

二、课程简介和教学目的

《材料科学基础》是材料类专业的一门主干课,也是该专业的主要技术基础课。通过讲课、实验、课堂讨论和课外实践等各个教学环节,将金属学、陶瓷学和高分子物理的基础理论融合为一体,以研究材料共性规律,即研究材料的成分、组织结构、制备工艺和性能之间的相互关系,指导材料的设计和应用,并为学习后继专业课程、从事材料科学研究和工程技术工作打下坚实的理论基础。

1. 绪论:

了解材料的发展史、材料科学的研究对象和内容以及学习本课程的目的意义和要求。

2. 原子结构和键合:

了解物质是由原子组成,而组成材料的各元素原子结构和原子间的键合是决定材料性能的重要因素。物质的组成;原子结构;原子间的键合;化学键、物理键和氢键;高分子链。

3. 固体结构:

固态原子按其原子(或分子)聚集的状态,可划分为晶体与非晶体两大类。晶体中的原子在空间呈有规则的周期性重复排列;而非晶体中的原子则是无规则排列的。材料的性能与材料各元素的原子结构和键合密切相关,也与固态材料

中原子或分子在空间的分布排列和运动规律以及原子集合体的形貌特征密切相关。晶体学基础；金属的晶体结构；合金的相结构；离子晶体结构；共价晶体结构；聚合物晶态结构；非晶态结构。

4. 晶体缺陷

实际晶体常存在各种偏离理想结构的区域晶体缺陷。根据晶体缺陷分布的几何特征可分为点缺陷、线缺陷和面缺陷三类。了解晶体缺陷有利于分析研究结构敏感性能的变化规律和相变、扩散、塑性变形、再结晶以及氧化、烧结等现象，对探索材料晶体中的奥秘和推动材料科学的发展起着重要作用。

点缺陷：空位与间隙原子；点缺陷的运动；点缺陷的平衡浓度；线缺陷—位错概念的引入；位错的基本结构；位错的运动；位错的弹性性质；实际晶体中的位错；

面缺陷：晶界，孪晶界，相界，外表面。

5. 材料的形变与再结晶：

分析研究材料在外力作用下的塑性变形过程、机理、组织结构与性能的影响规律以及变形材料在加热过程中产生回复再结晶现象，不仅对正确选择控制材料的加工工艺、保证产品质量是十分必要的，而且对合理使用材料、研制和发展新材料也是很重要的。

材料受力情况下的力学行为；弹性变形与粘弹性；单晶体的塑性变形；多晶体的塑性变形；变形后的组织与性能；合金的塑性变形；变形晶体加热时的变化；回复；再结晶；再结晶后晶粒的长大；动态回复与动态再结晶；高聚物的塑性变形；超塑性。

6. 固体中原子及分子的运动：

描述固体中原子扩散的表象理论：扩散第一、第二定律和原子理论：扩散中原子的迁移机制。了解影响扩散速率的因素。理解金属和离子晶体中扩散差异的原因以及高分子（聚合物）分子运动对力学行为的影响。表象理论；扩散问题的热力学分析；原子理论；扩散激活能；影响扩散的因素；反应扩散；离子晶体中的扩散；高分子的分子运动。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
--------	-----------	------

1、绪论	第 1 周 (2 学时)	讲课
2、原子结构和键合	第 1 周 (2 学时)	讲课
3、固体结构	第 3 周 (4 学时) 第 4 周 (4 学时) 第 5 周 (4 学时)	讲课、习题、模型
4、晶体缺陷	第 6 周 (4 学时) 第 7 周 (4 学时) 第 8 周 (4 学时)	讲课、习题
5、材料的形变与再结晶	第 9 周 (4 学时) 第 10 周 (4 学时) 第 11 周 (4 学时)	讲课、习题
6、固体中原子及分子的运动	第 12 周 (4 学时) 第 13 周 (4 学时)	讲课、习题
期末考试	第 17 周 (2 学时)	闭卷

4. 《材料性能》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1382
课程名称	材料性能	英文名称	Mechanics of Materials
学 分	3	学 时	48
授 课 对 象 (面向专业)	材料、航空结构、机械 工程等专业本科生	双语/中文/ 全英文授课	中文
先修课程	刚体静力学		

二、课程简介和教学目的

课程简介：《材料性能》是土建、船舶与海洋工程、机械、航空工程、材料等专业的专业基础课，是变形体力学的重要基础课，是一门为设计工程构件提供理论基础的主干技术基础课。

教学目标：通过材料性能的学习，要求学生掌握变形体力学的基础知识，掌握将杆件类工程实际构件抽象为力学模型的方法，初步具有应用变形体力学理论分析解决问题的能力，掌握在保证安全和经济的前提下对杆类构件或零件进行强度、刚度和稳定性设计的理论。使学生具有一定的计算能力和实验技能。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
第一章 绪论： 1 历史背景、学习材料性能的任务；2 变形固体的基本假设；3 应力与应变概念；4 力系平衡条件，内力的概念、截面法的应用；5 常见的承力构件以及载荷的形式；6 杆件变形的基本	第1周 2 学时	课堂教学、课后 复习（作业）、

形式、支座与约束反力的形式。		
第二章轴向拉伸与压缩: 1 轴向拉伸与压缩的概念与实例; 2 直杆横截面上的内力、应力及斜截面上的应力计算, 切应力互等定理; 4 安全系数与许用应力的概念、拉压杆件的强度计算; 5 轴向拉伸与压缩时杆件的纵向变形、线应变、横向变形计算以及泊松比、胡克定律、弹性模量, 抗拉 (压) 刚度; 6 简单桁架的节点位移; 7 应力集中的概念; 8 金属材料拉伸和压缩时的力学性能; 9 简单拉 (压) 静不定问题、热应力和预应力问题的解法。	第 1 周-第 4 周 8 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论, 课堂练习及课外思考题
实验/金属材料拉伸压缩试验	第 4 周 (安排在课外) 2 学时	实践
第三章 联接件的实用计算: 1 剪切和挤压概念; 2 剪切和挤压时的应力实用计算方法及联接件的设计。	第 4 周 2 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论
第四章扭转: 1 扭转的基本概念以及功率、转速和外力偶的关系; 2 应用变形体力学三个基本原理推导圆轴扭转应力和变形的公式; 3 极惯性矩和抗扭截面模量的概念、轴的强度条件和刚度条件以及轴的强度设计; 4 扭转破坏分析; 5 扭转静不定问题的一般解法。	第 5 周-第 6 周 5 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论, 课堂练习
实验/扭转实验	第 7 周 (安排在课外) 2 学时	实践 (安排在课外)
附录 A 截面的几何性质: 1 静矩, 惯性矩、极惯性矩和惯性积; 2 平行移轴公式; 3 转轴公式, 形心主轴, 形心主惯性矩。	第 6 周-第 7 周 3 学时	课堂教学、课后复习 (作业)
第五章弯曲内力: 1 平面弯曲的概念和实例; 2 应用截面法和平衡条件求解梁横截面上的内力——剪力和弯矩; 3 梁的剪力方程、弯矩方程和剪力图、弯矩图; 4 剪力、弯矩和分布载荷集度的微分关系。	第 7 周 - 第 8 周 4 学时	课堂教学、课后复习 (作业); 课堂讨论, 课堂练习
第六章弯曲应力: 1 纯弯曲时的正应	第 9 周-第 10 周	课堂教学、课后

力公式及其推导；2 横力弯曲时的正应力及强度条件；3 弯曲剪应力及强度条件；4 提高弯曲强度的措施。	4 学时	复习（作业）；课堂讨论，课堂练习及课外思考题
第七章弯曲变形：1 挠度和转角的概念及梁的挠曲线的近似微分方程；2 用积分法计算梁的挠度和转角 3、叠加法计算梁的挠度和转角 4 用刚度条件进行梁的设计和简单超静定梁的求解。	第 10 周-第 11 周 4 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论，课堂练习及课外思考题
实验/工字梁弯曲试验	第 11 周（课外）	实践
第八章压杆稳定：1 压杆稳定性的概念；2 细长压杆的欧拉公式及其适用范围；3 不同柔度压杆的临界应力公式和压杆稳定性计算；4 提高压杆稳定性的措施。	第 12 周-第 13 周 4 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论
第九章应力状态：1 应力状态的概念；2 平面应力状态分析（解析法和图解法）；3 三向应力圆*；4 广义胡克定律。	第 13 周-第 15 周 6 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论
第十章强度理论：第一、二、三、四强度理论。	第 15 周 2 学时	课堂教学、课后复习（作业）
第十一章组合变形：1 拉（压）弯组合变形；2 斜弯曲*；3 偏心拉（压）；4 弯扭组合。	第 15 周-第 16 周 4 学时	课堂教学、课后复习（作业）；课堂讨论
期末考试	第 17 周 2 学时	闭卷

5. 《材料分析方法》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1501
课程名称	材料分析方法	英文名称	Analytical Methods for Materials
学 分	4	学 时	64
授课对象 (面向专业)	材料学专业	双语/中文/ 全英文授课	中文授课
先修课程			

二、课程简介和教学目的

材料分析方法是材料科学与工程专业一门必修的专业基础课，承担着为该专业本科生介绍有关材料科学中主要分析测试仪器的原理与使用、数据处理与分析等重要内容的教学任务，培养学生对材料微观组织、结构和形貌分析测试及研究的能力。对帮助学生构建完整的知识结构体系，为他们以后进行科学研究、发展生产实践、毕业设计和就业等方面打下良好的基础。

有关材料的分析测试方法有多种多样，相关知识面广且前后章节相对独立，本课程将着重围绕三个部分进行展开，即材料的组织结构分析、形貌观测、成分分析和价键分析。涉及的分析仪器包括光学显微分析仪、X射线衍射仪、电子显微镜、扫描探针显微镜、红外、核磁、拉曼和热分析仪。对每一类分析方法在教学过程中安排三级教学目标：基本原理、使用和操作、数据分析和运用。以材料表征技术为主线，通过介绍原理、仪器设备讲解、实例分析和实验练习，使学生在掌握材料表征技术的基础上，了解材料研究过程的一般性思维与方法，了解材料研究中解决问题的一般性思维和方法，注重培养学生综合应用材料基本知识和进行科学研究的能力。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
第一章 绪论		
第二章 X射线衍射分析	第1周	课堂教学
2.1 X射线物理学基础	4学时	
2.2 X射线晶体学		
2.3 X射线衍射强度	第2周	课堂教学
2.4 X射线衍射仪	2学时	
2.5 物相分析	第3周	课堂教学
2.6 宏观残余应力的测定	4学时	
第三章 扫描电子显微镜	第4周	课堂教学
3.1 电子与物质相互作用	2学时	
3.2 电磁透镜		
3.3 扫描电子显微镜的构造和成像原理	第5周	课堂教学
3.4 形貌衬度和原子数衬度成像	4学时	
3.5 扫描电子显微镜的发展和应用	第6周	课堂教学
3.6 X射线光电子能谱	2学时	
第四章 透射电子显微镜	第7周	
4.1 透射电镜的结构和成像原理	4学时	课堂教学
4.2 分辨率和放大倍数		
4.3 电子衍射原理	第8周	课堂教学
4.4 电子衍射花样标定	2学时	
4.5 高分辨电子成像	第9周	课堂教学
4.6 图像分析	4学时	
4.7 电子显微镜的发展和应用		
第五章 扫描探针显微镜	第10周	
5.1 概述	2学时	课堂教学
5.2 扫描探针显微镜的工作原理		
5.3 扫描隧道显微镜	第11周	
5.4 原子力显微镜	4学时	课堂教学
5.5 扫描探针显微镜在现代材料研究中的应用		
第六章 常见光谱分析	第12周	课堂教学
6.1 红外吸收光谱	2学时	
6.2 拉曼光谱	第13周	课堂教学
6.3 核磁共振	4学时	
第七章 热分析技术	第14周	课堂教学
7.1 热分析概论	2学时	

7.2 热重分析与微商热重法	第 15 周	课堂教学
7.3 热分析在材料研究中的应用	4 学时	
总结：材料分析方法总结和实例分析	第 16 周 2 学时	课堂教学
期末考试	第 17 周 2 学时	闭卷
实验内容		
实验一 材料的粉末 X 射线衍射分析	第 5 周	实验 (XRD, Si 标样+ γ -TiAl 合金, 王江干)
实验二 利用软件计算晶胞常数	第 6 周	实验 (机房, 余娜)
实验三 扫描电子显微镜成像和能谱微区成分分析	第 7 周	实验 (合金+纳米分子筛, 王江干)
实验四 透射电镜选区电子衍射和高分辨成像	第 8、9 周	实验 (贾艳艳)
实验五 原子力显微镜	第 10 周	实验 (平台新进老师)
实验六 扫描隧道显微镜分析	第 11 周	实验 (PI 薛加民老师协助)
实验七 红外吸收光谱	第 13 周	实验 (寇蕾或张云艳)
实验八 核磁共振	第 14 周	实验 (刘华伟)
实验九 热重分析	第 15 周	实验 (PI 李涛协助)

6. 《材料物理性能》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1503
课程名称	材料物理性能	英文名称	Material Physics Performance
学 分	3	学 时	48
授 课 对 象 (面向专业)	本科生(物质科学与 技术)	双语/中文/ 全英文授课	中文
先修课程	大学物理, 材料科学基础, 固体物理		

二、课程简介和教学目的

本课程是物质与材料相关专业基础主干课程。随着现代科学技术的发展和时代的进步, 研究与开发具有特殊电、热、磁、光等物理性能的新材料已成为近代物质与材料研究的发展重要方向, 材料物理性能测试方法与技术在现代材料研究领域中也显示出越来越重要的作用。本课程的主要任务是通过课堂教学和课堂讨论等手段, 阐述材料各种物理性能, 包括材料的热学、电学、磁学、光学等性能, 介绍热、电、磁、光等物理性能的基本概念、基本理论及微观机制、影响因素和变化规律、材料物理性能与材料组成、结构和工艺之间的关系, 旨在使学生尽可能地从物理效应和微观机制角度掌握固体材料; 同时, 本课程也将介绍材料物理性能的主要测试方法、控制和改善性能的措施和途径。通过本课程的学习, 可使学生对材料各种基本物理性能的概念、发展与应用有较全面的了解, 为判断材料优劣, 正确选择和使用材料, 改善材料性能, 探索新材料、新性能、新工艺打下理论基础; 本课程的学习也可培养学生综合分析、解决问题的能力 and 实践技能, 为学生在走上工作岗位以后, 无论是从事科学研究工作、工程技术工作或者是开拓新技术领域打下坚实的技能基础。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
第一章 绪论 1.1 历史背景； 1.2 材料性能的概念及划分、宏观表征方法、微观本质、影响因素及测试等的综述； 1.3 国家重大需求和科学前沿对材料物理性能的具体体现和实例； 第二章 材料的热学性能 2.1 热容 2.1.1 热容的定义 2.1.2 热容随温度变化的实验规律 2.1.3 晶体热容理论 2.1.4 工程材料的热容 2.1.5 相变对热容的影响 2.1.6 热容的测试	第1周 3学时	课堂教学、课后复习
2.2 材料的热膨胀 2.2.1 热膨胀的表征及工程意义 2.2.2 热膨胀的物理本质 2.2.3 格留乃森定律及固体极限膨胀方程 2.2.4 影响热膨胀的材料因素 2.2.5 常用工程材料的热膨胀性能 2.2.6 热膨胀系数的测试	第2周 3学时	课堂教学、课后复习
2.3 材料的热传导 2.3.1 热传导的表征及工程意义 2.3.2 热传导的物理机制 2.3.3 魏德曼—弗朗兹定律 2.3.3 工程材料的热导率及其影响因素 2.3.4 热导率的测试 2.4 热分析方法及应用 2.4.1 热分析方法 2.4.2 热分析的应用	第3周 3学时	课堂教学、课后作业、课后文献阅读
(1). 典型案例分析 (2). 课堂讨论 (3). 习题课	第4周 3学时	课堂讨论、习题分析、课后作业（小报告）

(4). 随堂测验		
第三章 材料的电学性能 3.1 导电性能 3.1.1 概述 3.1.2 金属的导电性 3.1.3 离子固体的导电性 3.1.4 半导体的电学性能	第5周 3学时	课堂教学、课后复习
3.1.5 超导电性 3.1.6 聚合物材料的导电性 3.1.7 电阻测量及在材料研究中的应用 3.2 介电性 3.2.1 电介质的极化 3.2.2 介质损耗 3.2.3 介电强度	第6周 3学时	课堂教学、课后复习
3.3 材料其他电学耦合效应 3.3.1 热电性 3.3.2 压电性 3.3.3 热释电性 3.3.4 铁电性 3.3.5 光电性	第7周 3学时	课堂教学、课后作业、文献阅读
(1). 典型案例分 (2). 课堂讨论 (3). 习题课 (4). 随堂测验	第8周 3学时	课堂讨论、习题分析、课后作业（小报告）
第四章 材料的磁学性能 4.1 磁性基本概念 4.1.1 物质磁性的分类 4.1.2 抗磁性 4.1.3 顺磁性 4.2 铁磁性的宏观表征 4.2.1 磁化曲线 4.2.2 磁滞回线 4.2.3 磁晶各向异性 4.2.4 磁致伸缩 4.2.5 形状各向异性 4.2.6 动态磁化	第9周 3学时	课堂教学、课后复习
4.3 铁磁性的微观理论	第10周	课堂教学、课后

4.3.1 自发磁化 4.3.2 磁畴结构 4.3.3 技术磁化微观机制 4.4 铁磁性的影响因素 4.4.1 温度的影响 4.4.2 应力的影响	3 学时	复习
4.4.3 加工硬化和晶粒细化的影响 4.4.4 磁场退火 4.4.4 合金成分和组织的影响 4.5 磁性的测量及磁性分析的应用 4.5.1 磁性的测量 4.5.2 磁性分析的应用	第 11 周 3 学时	课堂教学、课后作业、文献阅读
(1). 典型案例分析 (2). 课堂讨论 (3). 习题课 (4). 随堂测验	第 12 周 3 学时	课堂讨论、习题分析、课后作业 (小报告)
第五章 材料的光学性能 5.1 光的基本性质 5.1.1 光的波粒二象性 5.1.2 光与固体相互作用 5.2 光在固体中的传播 5.2.1 光的折射 5.2.2 光的反射 5.2.3 光的吸收 5.2.4 光的散射	第 13 周 3 学时	课堂教学、课后复习
5.2.5 光的透射 5.3 固体的光发射 5.3.1 光发射概述 5.3.2 冷光 5.3.3 激光 5.3.4 红外发光	第 14 周 3 学时	课堂教学、课后复习
5.4 材料的耦合光学效应 5.4.1 材料电光效应 5.4.2 材料磁光效应 5.4.3 材料光弹效应 5.4.4 材料声光效应	第 15 周 3 学时	课堂教学、课后作业、文献阅读

(1). 典型案例分析 (2). 课堂讨论 (3). 习题课 (4). 随堂测验	第 16 周 3 学时	课堂讨论、习题 分析、课后作业 (小报告)
期末考试	第 17 周 2 学时	闭卷

7. 《材料制备与加工》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1505
课程名称	材料制备与合成	英文名称	Material preparation and processing
学 分	4	学 时	64
授课对象 (面向专业)	材料科学与工程专业	双语/中文/ 全英文授课	双语
先修课程	材料科学基础一及材料科学基础二		

二、课程简介和教学目的

材料制备与加工课程是为材料专业高年级本科生开设的专业必修课。本课程主要是为学生介绍硬材料，即金属与陶瓷材料的制备及加工的基本流程。本课程的核心目标是带领学生了解课程的核心内容包括了解及掌握硬材料的制备与加工工艺。课程还会涉及薄膜材料的制备与基本加工工艺。

本课程内容分为四个部分章，分别是：一 材料科学基础知识的回顾；二 金属原材料的制备与加工工艺；三 陶瓷材料的制备与加工工艺 以及 四 薄膜材料的制备。

教学方式以讲授为主，辅以课后完成每章后的少量习题和课上讨论、讲解习题，以便于同学们掌握基本的概念和方法。课程成绩由平时成绩（50%）和期末考试成绩（50%）构成。平时成绩以出勤率和作业情况构成。期末考试为闭卷考试。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和 学时安排	教学方式
--------	---------------	------

第一章 绪论	2 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业，课上讨论，总结，讲解习题
第二章 金属原材料 1. 合金与相图 2. 黑色金属 3. 有色金属 4. 金属加工导论	4 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业，课上讨论，总结，讲解习题
第三章 凝固 1. 凝固（铸造） 2. 凝固（焊接） 3. 凝固动力学 4. 均相凝固的动力学 5. 非均相凝固的动力学 6. 热传递	4 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业，课上讨论，总结，讲解习题
第四章 粉末加工 1. 粉末加工绪论 2. 粉末表征 3. 比表面表征 4. 气体渗透性表征 5. 粉末加工 6. 粉末成型 7. 成核及应用 8. 晶体长大 9. 晶体生长形态	6 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业，课上讨论，总结，讲解习题
第五章 陶瓷原材料 1. 陶瓷的结构与性能 2. 传统陶瓷 3. 新陶瓷 4. 玻璃 5. 陶瓷加工导论	6 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业，课上讨论，总结，讲解习题
第六章 非金属材料制备 1. 粉体材料的制备 2. 粉体材料的种类 3. 机械研磨 4. 喷雾干燥 5. 凝胶—溶胶制备粉体 6. 共沉淀法制备粉体	6 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业，课上讨论，总结，讲解习题

7. 化学方法制备非氧化物粉体 8. 纳米颗粒的制备 9. 粉末结构表征		
第七章 非金属材料成形及烧结 1. 粘合剂和增塑剂 2. 滑和泥浆 3. 干压成型 4. 热压成型 5. 冷等静压 6. 热均压 7. 注浆成型 8. 挤压成形 9. 烧结过程 10. 毛细作用力与表面力 11. 晶粒成长 12. 烧结与扩散 13. 液相烧结 14. 热压烧结 15. 晶界, 表面与烧结	10 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业, 课上讨论, 总结, 讲解习题
第八章 非金属膜 1. 膜的定义 2. 流延成型 3. 浸涂法 4. 旋镀法 5. 厚膜与薄膜 6. 化学气相沉积 7. 化学气相沉积动力学 8. 蒸镀 9. 溅射 10. 分子束外延 11. 脉冲激光沉积 12. 应用	8 学时	指定阅读教材 课堂教学、课后作业, 课上讨论, 总结, 讲解习题
期末考试	2 学时	闭卷

实验 1. 绪论与实验室安全	3 学时
实验 2. 金属材料微观结构表征	3 学时
实验 3 金属材料力学性质表征	3 学时
实验 4. 水热法合成光电纳米颗粒	3 学时

实验 5. 溶胶—凝胶法制纳米颗粒	3 学时
实验 6. 旋涂法制膜	3 学时
实验 7. 纳米颗粒结构，形貌表征	3 学时
实验 8. 压电材料的固态反应及球墨机制粉体	3 学时
实验 9. 高温烧结	3 学时
实验 10. 压电陶瓷的结构与性能表征	3 学时
实验 11. 薄膜结构形貌表征	3 学时
实验 12. 薄膜材料的性能表征	3 学时

8. 《材料科学基础 III》

一、课程基本信息

开课单位 (学院)	物质学院	课程代码	MSE1581
课程名称	材料科学基础 III	英文名称	Fundamentals of Materials Science
学 分	3	学 时	48
授 课 对 象 (面向专业)	材料科学与工程	双语/中文/ 全英文授课	中文
先修课程	材料科学基础 I		

二、课程简介和教学目的

本课程主要论述金属结构材料的微观结构、晶体缺陷、原子的扩散、形变与再结晶、相平衡与相图，使学生掌握金属材料的特性及其机理，其次论述功能材料的电、热、磁和光性能的原理，为本科生学士今后工作中研发高性能金属结构和功能材料奠定理论基础。

三、教学内容、教学方式和学时安排

课堂教学内容	教学进度和学时安排	教学方式
第一章 晶体结构 一、晶体学基础 二、晶体对称性 三、金属三种典型的晶体结构 四、合金的相结构 五、晶体的结构符号	第 1 周-第 2 周 4 学时 (每周 1 次 3 节课)	课堂教学、 课堂练习和讨论 习题分析
第二章 晶体缺陷 一、点缺陷及其热力学平衡溶度 二、位错概念的提出 三、刃型位错 四、螺型位错 五、混合位错	第 2 周-第 5 周 10 学时	课堂教学、 课堂练习和讨论 习题分析

六、柏氏矢量的确定 七、位错的应力场 八、位错的应变能 九、作用在位错上的力和线张力 十、位错的运动 十一、位错的形成和增殖 十二、实际晶体中的位错 十三、实际晶体中的堆垛顺序 十四、面心立方晶体中的位错 (Thompson 四面体) 十五、晶界 十六、相界		
第三章 固体中的扩散 一、菲克第一定律 二、菲克第二定律 三、典型扩散方程的解 四、扩散的热力学分析 五、影响扩散的因素	第 5 周-第 6 周 4 学时	课堂教学、 课堂练习和讨论 习题分析
第四章 金属形变与再结晶 一、材料的弹性和塑性变形 二、单晶体的塑性变形 三、塑变的位错机制 四、多晶体的塑性变形 五、合金的塑性变形 六、塑性变形后组织与性能的变化 七、回复和再结晶 八、再结晶动力学 九、再结晶温度 十、再结晶晶粒长大 十一、晶粒的异常长大(二次再结晶) 十二、再结晶退火后的组织材料的热加工	第 6 周-第 10 周 10 学时	课堂教学、 课堂练习和讨论 习题分析
第五章 单组元相图及纯晶体的凝固 一、单元系相变热力学及相平衡 二、纯晶体凝固中的形核 三、晶体长大 四、晶体长大方式和生长速率 五、纯晶体凝固时的生长形态 凝固理论的应用举例	第 10 周-第 11 周 4 学时	课堂教学、 课堂练习和讨论 习题分析
第六章 二元系相图及其合金的凝固 一、相图的表示和测定方法 二、相图热力学的基本要点 三、多相平衡的公切线原理	第 11 周-第 14 周 10 学时	课堂教学、 课堂练习和讨论 习题分析

<p>四、混合物得自由能和杠杆法则</p> <p>五、从自由能—成分曲线推测相图</p> <p>六、二元相图的几何规律</p> <p>七、三种典型二元相图分析</p> <p>八、溶混间隙相图与调幅分解</p> <p>九、其他类型的二元相图</p> <p>十、复杂二元相图的分析方法</p> <p>十一、 根据相图推测合金的性能</p> <p>十二、 二元相图实例分析（Fe-C 相图）</p> <p>十三、 固溶体的凝固理论</p> <p>十四、 合金凝固中的成分过冷</p> <p>十五、 共晶凝固理论</p> <p>合金铸锭（件）的组织与缺陷</p>		
<p>第七章材料的功能特性</p> <p>一、功能材料的物理基础概述</p> <p>二、电性能</p> <p>三、热性能</p> <p>四、磁性能</p> <p>五、光学性能</p>	<p>第 15-16 周</p> <p>(6 学时)</p>	<p>课堂教学、</p> <p>课堂练习和讨论</p> <p>考试复习</p>
<p>期末考试</p>	<p>第 17-18 周</p> <p>90 分钟</p>	<p>闭卷</p>