

《材料物理性能》课程教学大纲

一、课程概况

课程名称	材料物理性能			课程号	105412035									
课程英文名称	Physical Properties of Materials			学时/学分	72/4									
课程性质	必修			适用专业	材料物理									
课程负责人	史蓉蓉			教学团队	成立									
选用教材及参考书目	Materials Science and Engineering, 10 th Edition, William D. Callister, Wiley, [2018]; （选用教材） 《材料科学基础》胡赓祥、蔡荀等主编，上海交通大学出版。（参考书）													
课程简介： 本课程是材料类专业本科生的重要专业基础课，是一门理论性很强、涉及面广的课程，是本专业的专业课开设前所必须学的课程。本课程的基本任务，是使学生掌握材料的组成、结构与性能之间的相互关系和变化规律，掌握陶瓷材料、聚合物材料、复合材料的结构、物性和化学反应的规律及其生产加工工艺和应用，通过对材料的电学、热学、磁学和光学性质的学习和掌握，加深本科生对材料结构、制备和性能之间关系的认识，这些材料学科的基础知识的学习，有助于学生今后从事复杂的技术工作和开发新型材料打下良好的专业基础。														
课程目标（Course Objectives, CO)														
知识目标（CO1)		熟悉陶瓷、聚合物、复合材料的结构、生产加工性质和应用												
		学习各类材料力、热、光、电、磁的基本物理性质												
		了解材料的结构、制备和性能之间关系												
能力目标（CO2)		能够分析几类常见陶瓷材料的相图												
		能够根据需要独立设计简单材料												
		能够从本质上分析材料的各类物理性质												
素质、情感价值观目标（CO3)		树立科技强国的报国思想												
教学方式 （Pedagogical Methods,PM）		☑PM1 讲授法教学	68 学时 94 %		☑PM2 研讨式学习		4 学时 6 %							
		☐PM3 案例教学	学时 %		☐PM4 翻转课堂		学时 %							
		☐PM5 混合式教学	学时 %		☐PM6 体验式学习		学时 %							
考核方式 （Evaluation Methods,EM）		考试课	☑EM1 课程作业		20%		☐EM 2 单元测试		%		☐EM3 课堂辩论		%	

	必选	□EM4 期中考试	%	☑EM5 期末考试	75%	☑EM6 撰写论文/实验报告	5%
	考查课必选	□EM1 课程作业	%	□EM 2 单元测试	%	□EM3 课堂辩论	%
		□EM4 期末考试	%	□EM5 撰写论文/实验报告	%		
	自选	□EM10 课堂互动	%	□EM11 实验	%	□EM12 实训	%
		□EM13 实践	%	□EM14 期末考试	%		
							

二、教学大纲的定位说明

（一）课程教学目标与任务

学生通过 72 学时的学习后，有关几大类基础材料，能概括总结陶瓷材料的结构、分类和生产加工特点；能描述聚合物的结构、说出聚合物的分类、特性与加工工艺；能概括复合材料的分类。

关于材料的腐蚀和退化，能准确描述半电池和标准氢电极；能描述不同类型的极化；说出各种类型的腐蚀以及最常用的防腐措施；

关于材料的电学性质，能描述固体材料的四类电子能带结构；能简要叙述出金属、半导体和绝缘体电子激发产生自由电子的过程；能区分本征半导体和非本征半导体；能从电子运动的角度准确解释 p-n 结整流过程；会计算平行板电容器的电容；能够指出并描述三种类型的极化。

关于材料的热学特性，学习后，能够说明固体材料中吸收热能的主要机制；利用势能随原子间距变化曲线，能够从原子角度解释热膨胀现象；可以描述出固体中热传导的两个主要机制，会分析比较金属、陶瓷和聚合物材料中两种机制贡献的大小。

关于磁学特性，认真学习后，能够根据已知的磁化率和外加磁场强度，确定材料的磁化强度；从电子角度出发，可以解释材料磁矩的两个来源；能够解释抗磁性、顺磁性以及铁磁性的本质和来源；学会描述磁滞回线；能够写出软磁和硬磁材料磁特性的本质差别；会描述超导现象。

关于光学特性，学习本章后，学习通过普朗克常数和光

子频率，会计算光子的能量；能够简单解释为什么金属材料对可见光不透明；能描述出高纯绝缘体和半导体的光子吸收机制；对本征透明的电介质材料，说出导致半透明和不透明的三种内散射来源；可以简述出红宝石和半导体激光器的构造和工作原理。

（二）课程教学目标与培养目标的关系

课程教学中，通过对各大类材料，如陶瓷材料、聚合物材料以及复合材料的学习，在掌握各类材料的基本结构、特性、生产加工要求和应用的基础上，结合前沿文献，使学生的基础知识和科学研究不脱节，瞄准各类科学问题，树立扎实掌握基础，勇攀科技高峰的思想。本课程涵盖了材料学科所涉及到的各类材料，并从结构的角度，通过对材料的生产加工和物理性质的分析，加深对材料的认识，为学生以后各细化的专业课的学习打下坚实的基础。课程目标体现并涵盖了材料学类本科生的毕业要求，有力地支撑了本专业的培养目标。课程目标与对应支撑的毕业要求如下表所示：

课程目标		支撑的毕业要求	支撑强度
知识目标（CO1）	1~5	1	H
能力目标（CO2）	6	7	H
素质、情感价值观目标（CO3）	7	12	H

（三）支撑课程目标的教学内容与方法

本课程根据教学计划，为 72 课时，由于所涉及内容为材料类学生的专业基础课，因此以课堂讲授为主，结合学生做课程调研报告的形式，考察学生查阅文献和逻辑思维表达能力。课堂上，会根据课程进度，适时总结归纳，每一章学习

后都会安排以计算和设计题为主的课后作业，以考察学生根据课堂知识解决实际问题的能力。

（四）先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接

对先修课程的要求有，《高等数学》《大学物理》《物理化学》《材料科学与工程基础 I》。与本课程关联最紧密的是《材料科学与工程基础 I》，上册内容详细介绍了材料的晶体结构，并以金属为例讲解了材料的力学性能的测试方法和性能指标，所涉及内容是本课程学习的必要先修课程。

（五）检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

由于课时有限，课堂教授的 72 学时是最低教学学时要求，否则内容无法完成，因此在有限的课时内增加过程性考核不太现实。为了全方位地考察课程目标达成度，在 72 学时中留出 4 学时安排学生的课程报告，该报告成绩占最终成绩的 5%。课程的最终目的是解决实际问题，因此每章的作业均为根据实际生产生活所设计的计算题和设计题，作业的完成情况占学生最终成绩的 20%，期末考试的卷面成绩占总成绩的 75%。

三、课程内容与安排

第一章 陶瓷的结构和特性（8 学时）

学习目标：能用图或文字描述氯化钠、氯化铯、闪锌矿、金刚石、钙钛矿晶体的结构基元；已知陶瓷的化学式以及构成组元的离子半径，确定其晶体结构；能够描述陶瓷材料中的离子点缺陷；能解释陶瓷材料试样中断裂强度的差异；能够利用滑移的概念解释为什么晶体陶瓷很脆。

教学重点：氯化钠、氯化铯、闪锌矿、金刚石、钙钛矿

晶体的结构基元；根据陶瓷的化学式以及构成组元的离子半径，确定其晶体结构；陶瓷材料中的离子点缺陷

教学难点：根据陶瓷的化学式以及构成组元的离子半径，确定晶体结构

教学方法：课堂讲授

第一节 陶瓷的晶体结构（2 学时）

第二节 硅酸盐陶瓷和碳材料（2 学时）

第三节 陶瓷的缺陷和扩散（2 学时）

第四节 陶瓷的力学特性（2 学时）

第二章 陶瓷的生产加工和应用（4 学时）

学习目标：能描述玻璃、陶瓷的生产过程；能说出两种类型的陶土产品，并对每种类型给出两个例子；说出耐火材料和磨料陶瓷必须满足的三个重要要求；描述加水后水泥的硬化机理；简述在玻璃生产中使用的五种成型方法；简述并解释对玻璃工件进行热回火的步骤；简述并用图表示粉末颗粒烧结的过程。

教学重点：玻璃、陶瓷的生产过程；玻璃的五种成型方法；水泥的硬化机理；玻璃工件进行热回火的步骤

教学难点：水泥的硬化机理

教学方法：课堂讲授（结合生产工艺视频）

第一节 陶瓷的种类和应用（2 学时）

第二节 陶瓷的生产和加工（2 学时）

第三章 聚合物的结构（4 学时）

学习目标：能画出聚乙烯、聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚丙烯和聚苯乙烯的单体结构；对一种聚合物，能计算其数均

分子量和重均分子量，以及聚合度；能说出聚合物分子结构的四种类型；指出热塑性和热固性聚合物正在分子结构和行为上的不同；简述聚合物的晶体状态。

教学重点：计算聚合物的数均分子量和重均分子量，以及聚合度；聚合物分子结构的四种类型；热塑性和热固性聚合物正在分子结构和行为上的不同；聚合物的晶体状态。

教学难点：聚合物的晶体状态

教学方法：课堂讲授

第一节 聚合物的分子化学（2 学时）

第二节 聚合物分子结构及晶体状态（2 学时）

第四章 聚合物的特性、应用与加工（6 学时）

学习目标：能画出聚合物材料中观察到的三种应力 - 应变曲线；能描述部分晶化聚合物塑性形变的各个阶段；讨论聚合物拉伸模量和强度的影响因素；描述高弹提聚合物弹性形变的分子机理；列出四种对聚合物熔点和玻璃转变温度都有影响的特性；指出聚合物七种不同的应用类型。

教学重点：聚合物材料的三种应力 - 应变曲线；部分晶化聚合物塑性形变的阶段；聚合物拉伸模量和强度的影响因素；高弹提聚合物弹性形变的分子机理；对聚合物熔点和玻璃转变温度都有影响的特性。

教学难点：聚合物材料的三种应力 - 应变曲线；高弹提聚合物弹性形变的分子机理

教学方法：课堂讲授

第一节 聚合物的应力 - 应变行为和粘弹性形变（2 学时）

第二节 聚合物的其他力学特性（2 学时）

第三节 聚合物熔点和玻璃转变温度的影响因素以及聚合物的分类（2 学时）

第五章 复合材料（6 学时）

学习目标：能说出复合材料的分类；指出大颗粒增强、分散强化颗粒增强复合材料的强化机理的不同之处；基于显微的长度和取向，说出三种类型的显微增强复合材料的名称，并说明每一类的特殊力学热性；计算连续、取向显微增强复合材料的纵向模量和轴向强度；计算不连续、取向显微复合材料的轴向强度；指出聚合物基复合材料中常用的三种增强纤维，并指出每种增强纤维的理想特性和局限性；指出金属基复合材料的理想特征；说明制造陶瓷基复合材料的主要原因。

教学重点：复合材料的分类；大颗粒增强、分散强化颗粒增强复合材料的强化机理；连续、取向显微增强复合材料的纵向模量和轴向强度的计算；不连续、取向显微复合材料的轴向强度的计算；金属基复合材料的理想特征

教学难点：连续、取向纤维增强复合材料的纵向模量和轴向强度的计算；不连续、取向纤维复合材料的轴向强度的计算

教学方法：课堂讲授

第一节 复合材料的分类和复合材料的强化机理(2 学时)

第二节 连续、取向纤维增强复合材料的纵向模量和轴向强度（2 学时）

第三节 陶瓷基复合材料和金属基复合材料（2 学时）

第六章 材料的腐蚀和退化（6 学时）

学习目标：能够区分电化学反应中的氧化和还原反应；能准确描述半电池和标准氢电极；对浸入到溶液的纯金属电极，会计算电池电势并写出电化学反应自发进行的方向；能描述不同类型的极化；腐蚀速度的影响因素；说出各种类型的腐蚀以及最常用的防腐措施。

教学重点：半电池和标准氢电极；对浸入到溶液的纯金属电极，计算电池电势并写出电化学反应自发进行的方向；极化类型；腐蚀速度的影响因素。

教学难点：半电池和标准氢电极；计算电池电势并判断电化学反应自发进行的方向

教学方法：课堂讲授

第一节 电化学反应的基本概念（2 学时）

第二节 腐蚀速度的预测及腐蚀类型（2 学时）

第三节 陶瓷及聚合物的腐蚀和退化（2 学时）

第七章 电学特性（8 学时）

学习目标：能描述固体材料的四类电子能带结构；能简要叙述出金属、半导体和绝缘体电子激发产生自由电子的过程；能区分本征半导体和非本征半导体；能从电子运动的角度准确解释 p-n 结整流过程；会计算平行板电容器的电容；能够指出并描述三种类型的极化。

教学重点：固体材料的四类电子能带结构；金属、半导体和绝缘体电子激发产生自由电子的过程；本征半导体和非本征半导体；极化

教学难点：固体材料的四类电子能带结构；本征半导体和非本征半导体；极化

教学方法：课堂讲授

第一节 材料的电子能带结构（2 学时）

第二节 本征半导体和非本征半导体（2 学时）

第三节 半导体器件（2 学时）

第四节 聚合物的导电性以及电容（2 学时）

第八章 热学特性（2 学时）

学习目标：能够说明固体材料中吸收热能的主要机制；利用势能随原子间距变化曲线，能够从原子角度解释热膨胀现象；可以描述出固体中热传导的两个主要机制，会分析比较金属、陶瓷和聚合物材料中两种机制贡献的大小。

教学重点：固体材料中吸收热能的主要机制；利用势能随原子间距变化曲线，能够从原子角度解释热膨胀现象；固体中热传导的机制

教学难点：利用势能随原子间距变化曲线，能够从原子角度解释热膨胀现象；

教学方法：课堂讲授

第一节 热容、热膨胀原理和热导率（2 学时）

第九章 磁学特性（6 学时）

学习目标：能够根据已知的磁化率和外加磁场强度，确定材料的磁化强度；从电子角度出发，可以解释材料磁矩的两个来源；能够解释抗磁性、顺磁性以及铁磁性的本质和来源；学会描述磁滞回线；能够写出软磁和硬磁材料磁特性的本质差别；会描述超导现象。

教学重点：材料磁矩的来源；描述磁滞回线

教学难点：材料磁矩的来源；描述磁滞回线

教学方法：课堂讲授

第一节 磁性的基本概念（2 学时）

第二节 抗磁性、顺磁性以及铁磁性（2 学时）

第三节 磁性材料（2 学时）

第十章 光学特性（6 学时）

学习目标：学习通过普朗克常数和光子频率，会计算光子的能量；能够简单解释为什么金属材料对可见光不透明；能描述出高纯绝缘体和半导体的光子吸收机制；对本征透明的电介质材料，说出导致半透明和不透明的三种内散射来源；可以简述出红宝石和半导体激光器的构造和工作原理。

教学重点：绝缘体和半导体的光子吸收机制；半透明和不透明的三种内散射来源

教学难点：绝缘体和半导体的光子吸收机制

教学方法：课堂讲授

第一节 关于光的基本认识（2 学时）

第二节 光的折射、反射和吸收（2 学时）

第三节 光的应用（2 学时）

制定人：史蓉蓉

审定人：史蓉蓉

批准人：贺德衍

日 期：2024.10.10