《材料物理性能》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Materials Physics Properties | **课程代码** | MCHM3002 |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 材料科学与工程、功能材料 |
| **学 分** | 2.0 | **学 时** | 36 |
| **主讲教师** | 黄彦林 | **修订日期** | 2021年5月25日 |
| **指定教材** | 邱成军，《材料物理性能》，哈尔滨工业大学出版社，2002 年 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

《材料物理性能》是材料专业必修专业基础课，且为学位课程，也是多学科交叉的一门综合课程。本课程系统讲解材料的声、光、电导、介电、磁、热、力学等物理性能，使学生能够掌握各种物理性能的结构起源、最重要的物理参数意义等基本理论、基本知识和基本研究方法，理解材料各种性能的物理模型、原理，了解各性能之间的联系与区别、了解材料物理性能与其他学科的联系；了解本学科的新成果和发展动态，提高学生分析问题和解决问题的能力，为今后的学习和工作打下扎实的专业基础。

（二）课程目标：

课程的总体目标：通过本课程的教学，使学生具备下列能力：

**课程目标1**

掌握和理解材料的热学、电导、介电学、光学、发光、磁学和力学性能的物理模型、结构起源的核心因素、本证的物理参数及其意义；掌握评价各种物理性能的最关键的结构起因；

**课程目标2**

掌握分析影响各物理性能的因素；能够熟知评价各种物理性能的关键指标，提出对性能进行控制和改善的措施等；

**课程目标3**

掌握材料的声、光、电导、介电、半导、磁、热、力等物理性能之间相互作用及其产生的新的性能的变化规律；并初步会运用所学知识和理论从微观角度和分子角度去设计新型的功能材料，判断影响该物理性能的关键环节和参数。

**课程目标4**

掌握材料物理性能与其他学科的联系；了解材料各种应用性能的研究领域中，其前沿课题、热点和难点问题与本课程知识点的联系，培养学生的科学精神、科学的思维方法，培养适应当今人才市场需求的厚基础、宽口径、工程性和科研性的人才。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系：

通过本课程的学习，掌握材料物理性能的结构起因，准确把握评价材料物理性能的主要技术方法，确立材料的各种材料物理性能之间的相互关系及其制约规律、与其他学科的联系；从而为今后从事材料生产和新材料研究、开发提供坚实的理论基础。

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 第1-7章 | 毕业要求1，2，3，4，6，10 |
| 课程目标2 | 第1-7章 | 毕业要求1，2，3，4，10 |
| 课程目标3 | 第1-6章 | 毕业要求3，4，5，11，12 |
| 课程目标4 | 第1-6章 | 毕业要求3，4，6，10，11，12 |

**三、教学内容**

**第一章 材料的热学性能**

1.教学目标

（1）理解声子的意义；认识材料的热学性能起源于材料的晶格振动；

（2）系统掌握材料的热容和温度的关系;

（3）理解热膨胀机理、热膨胀与其他性能的关系；

（4）掌握材料热稳定性概念和评价方法、影响热稳定的因素，提高材料的热稳定性能

2.教学重难点

（1）从理论上理解声子的物理意义，分析不同处理的声子大小和物理性能的关系。

（2）各种热学性能之间的内在联系。

（3）理解晶格振动对于诸多热性能的影响。

3.教学内容

第一节 晶格振动声子

一、晶体点阵振动、格波

二、声频支格波、光频支格波

三、晶格振动的量子化和声子的物理意义

第二节 材料的热容

一、无机材料的热容、定义和分类

二、晶态热容的经验定律和经典理论

三、无机材料热容的经验方程

第三节 材料的热膨胀

一、定义及表征

二、热膨胀机理

三、热膨胀与其他性能的关系

四、多晶和复合材料的热膨胀

第四节 材料的热传导

一、固体材料热传导的宏观规律

二、固体材料热传导机理、

三、影响热传导率的因素

第五节 材料热稳定

一、热稳定的概念和普遍性认识

二、热应力

三、抗热震断裂性

四、影响热稳定的综合因素

**思考题：**

1. 最感兴趣的一种材料物理性能？
2. 分析和比较晶格的声子大小和不同化学键的关系？
3. 结合晶格震动，分析原子量对于相同结构化合物的声子影响。
4. 思考一种工程学问题：晶格振动是材料在温度作用下的必然现象，对材料的各种性能有重要影响，尤其是和热学性能关系密切。陶瓷牙的热膨胀直接关系到在口腔中的种植应用、陶瓷牙和肌体组织之间，以及与烤瓷合金的热膨胀系数应严格控制。假如一个陶瓷牙是由一种叫做白榴石的矿物材料制备得到的，是一种组分为K[AlSi2O6]的架状硅酸盐矿物，那么如何利用改变化学组分的办法，调节陶瓷的热膨胀系数。

**第二章 材料的电导性能**

1.教学目标

（1） 掌握载流子和迁移率的物理意义、掌握电导率、霍尔效应

（2） 理解马基申定则等基本概念，掌握基本电阻和残余电阻的物理意义

（3） 学会分析金属导电机制-电子电导及影响金属电导的因素-温度的影响

（4） 掌握离子导电的电解效应、离子电导影响因素

（5） 了解玻璃电导及其特点

（6） 了解本征半导体、非本征半导体，半导体中的缺陷能级

2.教学重难点

（1） 基本电阻和残余电阻的物理意义

（2） 霍尔效应的机制

（3） 离子电导及其电池应用

（4） 玻璃电导的不同

（5） 金属导电和温度的关系

（6） 半导体中的缺陷能级

（7） 能源电池的发展历史和方向

3.教学内容

第一节 电导的物理现象

一、电导的宏观参数

二、载流子的定义和种类、载流子浓度

三、载流子实例及其物理意义

第二节 离子晶体的电导

一、扩散与离子电导、定义和分类

二、离子迁移率及离子电导率

三、离子扩散机构/离子电导影响因素

四、离子电导与能源电池

第三节 电子电导

一、定义及表征

二、产生电子或空穴机理

三、离子电导与电子电导的区别

四、影响电子电导的因素

第四节 玻璃电导

一、玻璃的结构和电导特点

二、金属氧化物对玻璃电导的影响

三、双碱效应、压碱效应

第五节 半导体陶瓷的物理效应

一、半导体材料的电导（N型半导体、p型半导体 ）

二、半导体中的缺陷能级

**思考题：**

1. 你对我国半导体科学和产业的理解。
2. 为何缺陷的种类和能级大小对于材料的电学性能影响极大。
3. 思考一种工程学问题：能源危机无疑是当今人类社会面临的难题，由此产生很多能源材料的研究，例如在不同的新能源电池的研究之中，阴极和阳极材料的选择起着极其主要的作用。磷酸铁锂LiMPO4电极材料主要用于各种锂离子电池；自1996年日本的NTT首次揭露AyMPO4(A为碱金属，M为CoFe两者组合:LiFeCoPO4)的橄榄石结构的锂电池正极材料之后，1997年美国德克萨斯州立大学John. B. Goodenough等研究群，也接着报导了LiFePO4的可逆性地迁入脱出锂的特性。美国与日本不约而同地发表橄榄石结构(LiMPO4), 使得该材料受到了极大的重视，并引起广泛的研究和迅速的发展。与传统的锂离子二次电池正极材料，尖晶石结构的LiMn2O4和层状结构的LiCoO2相比，LiMPO4 的原物料来源更广泛、价格更低廉且无环境污染。说明和其它电池材料相比其主要优势，主要缺点并建议解决的策略。

**第三章 材料的介电性能**

1.教学目标

（1）掌握绝缘体的能带结构、电介质及其分类，电介质的极化等基本概念

（2）掌握电介质的极化类型和极化机制，分析介电强度的不同形式,

（3）掌握介电损耗的形式，介电驰豫

（4）掌握自发极化、介电常数物理本质

（5）掌握热电性能及其分类

（6）掌握压电性能及其结构起源

（7）掌握电致伸缩

（8）重点掌握材料的铁电性能

（9）重点掌握电滞回线和形成过程

（10）重点掌握钙钛矿结构的特点

2.教学重难点

（1）电介质的极化、极化强度、基本形式

（2）偶极子及其成因

（3）介电常数本质

（4）介质损耗形式、表示方法、影响因素

（5）介质弛豫

（6）自发极化、自发极化微观机理

（7）德拜方程

（8）电致伸缩、铁电性能

（9）电滞回线、铁电畴及形成的微观动态过程

（10）铁电体应用

3.教学内容

第一节 电介质的极化

一、静电场中电介质、电介质极化、偶极子、电偶极矩、质点的极化率。

二、极化的基本形式、电子位移极化、离子位移极化、偶极化、极化形式的比较、

三、介电强度、 热击穿、 电击穿；

四、材料极化影响因素

第二节 材料的介质损耗

一、介质损耗的基本概念及复介电常数

二、介质损耗的形式、介质弛豫

三、介质损耗的表示方法、无机材料介质损耗及影响因素

第三节 介电强度

一、强电场与弱电场特点

二、电击穿（本征介电强度）、热击穿、改善热击穿的措施

第四节 热电性和压电性

一、极化引起的普遍现象

二、定义、特点

三、压电性与晶体结构

第五节 材料铁电性

一、定义、分类、居里温度

二、钛酸钡自发极化微观机理

三、铁电畴

四、电滞回线影响因素

五、铁电体应用

**思考题：**

1. 材料的结构极化及其意义；如何改变一种氧化物材料晶格极化的大小？
2. 钙钛矿材料的改造空间有哪些？
3. 思考一种工程学问题：铁电存储器是一种随机存取存储器，铁电存储技术早在1921年提出，直到1993年美国Ramtron国际公司成功开发出第一个4K位的铁电存储器FRAM产品，目前所有的FRAM产品均由Ramtron公司制造或授权。最近几年，FRAM又有新的发展，并成为无线产品的关键元件。铁电存储器的核心材料是具有钙钛矿结构的一类材料。试分析目前铁电存储的主要应用钙钛矿结构材料的主要种类，应用原理，如果提高存储密度，如何从材料的结构考虑其对应策略。

**第四章 材料的磁学性能**

1.教学目标

（1）掌握磁化特征、基本参数、及分类

（2）掌握磁性的微观本质

（3）掌握铁磁性及其物理本质

（4）重点掌握磁滞回线、磁滞回线物理意义

（5）掌握磁畴的形成和磁畴的结构

（6）了解磁畴的磁畴壁、磁畴的结构和起因

（8）了解技术磁化和反磁化过程

2. 教学重难点

（1）材料磁化基本参数及其物理意义、磁性物质分类

（2）抗磁性的起因

（3）铁磁性、特征

（4）磁滞回线及物理意义、磁滞回线形成原因

（5）磁致伸缩及其应用

（6）自发磁化

（7）软磁材料、硬磁材料、矩磁材料

（8）磁滞损耗及其表示方法

（9）铁氧体及其特点

3.教学内容

第一节 材料的磁化现象

一、磁化特征及其基本参数

二、磁化强度、

三、磁化率和物质磁性的分类

四、磁导率、磁化曲线

五、磁滞回线、磁滞回线物理意义；

第二节 材料磁性的本质

一、原子的磁性、原子的磁矩

二、电子的磁矩

三、物质的抗磁性、抗磁磁矩；抗磁性能的解释、抗磁体、物质的顺磁性

第三节 铁磁性

一、铁磁质的自发磁化

二、反铁磁性、亚铁磁性

第三节、铁磁性及其物理本质

第四节 磁畴

一、磁畴的形成和磁畴的结构

二、磁畴的观察和磁畴壁

三、磁畴的结构和起因

四、磁畴的动态变化

第五节 技术磁化

一、技术磁化的机制

二、磁畴壁迁移

三、反磁化过程

**思考题：**

1. 磁性和对于生命科学的意义，磁性和生物学起源的关系料。
2. 多铁性材料容易实现吗，为什么？
3. 思考一种工程学问题：铁氧体是磁性材料中非常特别和重要的一个种类，和金属或者合金组分的磁性材料相比，铁氧体的电阻率比金属磁性材料大得多，而且有较高的介电性能，因此出现兼有铁磁性和铁电性以及铁磁性和压电性的铁氧体。BiFeO3，铁酸铋属于多铁(multiferroic)材料的一种，具有铁电性和反铁磁性，并伴随弱的铁磁性，是当前多铁材料研究的热点之一。其铁电居里点在820℃，反铁磁奈尔点位370℃，因此在室温下具有多铁性，其具有广阔的应用前景。BiFeO3室温下具有三方结构，其空间群为R3c。BiFeO3的铁电性是由于Bi离子具有孤对电子引起的，理论上其铁电极化高于100uC/cm2，但是由于很难制备出纯的铁酸铋，其中存在二次相和各种缺陷，导致很难测出其真实的铁电极化，通常在铁酸铋陶瓷中测得的铁电极化只有几个uC/cm2。查阅文献，分析解决这种难题的策略，包括组分的调节、各种材料形态的等等。

**第五章 材料的光学性能**

1.教学目标

（1）掌握光和物质相互作用的基本理论

（2）掌握光吸收的物理本质

（3）掌握双折射和着色的概念

（4）理解晶体材料双折射和颜色的机理

（5）掌握材料发光的种类、发光的机理，发光研究的主要内容

（6）结合不同的测试，理解不同激发下的材料的发光

（7）了解稀土发光及其特点

（8）掌握自发辐射和受激辐射，激光及其形成条件和应用

2. 教学重难点

（1）光吸收的不同情况、机理

（2）双折射的成因

（3）介质的光散射及其应用

（4）激发态衰减、发光衰减数学意义

（5）发光的物理机制

（6）分立发光中心

（7）发光动力学

（8）受激辐射

3.教学内容

第一节 光通过介质的现象

一、光折射

二、光吸收

三、光散射

四、光反射

五、全反射

第二节 材料的透光性

一、光吸收；均匀吸收和选择性吸收；

二、光学密度；

三、无机材料的透光性影响因素；

四、提高无机材料透光性的措施

第三节 界面反射和光泽

一、镜反射和漫反射；

二、光泽

第四节 材料的颜色

一、颜色的成因

二、材料着色和应用

三、颜料及其设计

第五节 材料的发光

一、能带概念回顾

二、激发态；基态

三、发光过程；、材料发光的基本性质

四、激发方式、 激发光谱

五、发射光谱

六、发光寿命、发光衰减

七、发光效率

八、发光的物理机制

九、分立发光中心

十、介质中Eu3+、Ce3+发光的结构的探针作用

十一、选择激发和发射、复合发光

第五节 受激辐射和激光

一、受激辐射

二、激光成因及其激活介质

三、激光的应用

**思考题：**

1. 光是一种神秘的能量形式，综述一下光-电-磁的相互转化关系。
2. 人类为什么不能超过光速，如果人类实现了超越光速，生活会有什么新的不同？
3. 思考一种工程学问题：光学性能在所有的物理性能之中有其特别之处，光是一个混合体，是由磁场和电场垂直组合而成的，在涉及到的材料的物理性能之中，声波、电场、热量、磁场、力包括光本身，都可以使材料实现发光，查阅资料，阐述以上因素作用于材料而实现的发光现象、表达发光的形式、主要的代表性材料、应用的领域和存在的主要问题。

**第六章 材料的弹性和内耗**

1.教学目标

（1）掌握弹性的物理本质

（2）影响材料弹性的结构因素

（3）掌握弹性变形机理；掌握影响滞弹性和内耗的因素

（4）掌握内耗分析

（5）掌握影响弹性模量的因素

2. 教学重难点

（1）影响弹性模量的因素

（2）滞弹性和内耗

（3）滞弹性和内耗关系

（4）内耗产生的机制

3.教学内容

第一节 概述

1. 脆性材料
2. 弹性形变

三、塑性形变

第二节材料弹性物理本质

一、广义虎克定律

二、泊松比、弹性模量

第三节 影响弹性模量的因素

一、结构关系

二、相分布状况

三、显微结构、

四、气孔率、滞弹性、蠕变和弛豫等

第四节 弹性模量测量和应用

一、测量的常见方法

二、主要应用领域

第五节 滞弹性和内耗

一、概念

二、研究意义

三、研究内容

四、滞弹性内耗

第六节、 内耗产生的机制

一、点阵中原子有序排列引起的内耗

二、置换原子应力感生有序

三、与位错有关的内耗

四、与晶界有关的内耗

**思考题：**

1. 内耗的本质是什么。
2. 思考一种工程学问题：滞弹性和内耗关系中，滞弹性在交变应力作用下，应力和应变随时间不断变化，由于材料内耗的存在，应变总是滞后于应力，那么，材料在交变应力的作用下就会表现出振动的阻尼现象。由于应变总是滞后于应力，应变落后于应力，应力和应变形成一个封闭的曲线，其过程与电滞回线和磁滞回线非常相似，总结已经学过的知识，列举和对比三种回线的差异，会发现什么共同的结构起因关系。

**第七章 核物理检测方法及其应用**

1.教学目标

（1）掌握原子核的组成和辐射

（2）掌握γ射线的应用和防护

（3）了解现代穆斯堡尔测试及应用

（4）了解核磁共振及其应用

（5）了解正电子湮没及其应用

（6）了解中子散射及其应用

（7）了解中微子

2. 教学重难点

（1）原子核的组成和核辐射

（2）γ射线的应用和防护

3.教学内容

第一节 概述

1. 现代核物理的发展和应用
2. 穆斯堡尔效应、正电子湮没效应、中子散射、核磁共振

第二节 原子核与辐射

一、原子核的组成、基本特性

二、放射衰变的基本规律、核衰变数目、半衰期、放射强度

第三节 放射线强度的测量和应用

一、放射线强度测定

二、强度测量的应用

第四节 几种高能物理应用

一、穆斯堡尔效应及其应用

二、核磁共振及其应用

三、正电子湮没及其应用

四、中子散射及其应用

**思考题：**

1. 思考一种工程学问题：欧洲核子研究组织(英语:European Organization for Nuclear Research)，通常被简称为CERN，是世界上最大型的粒子物理学实验室，它成立于1954年9月29日，为核能研究的科学家提供必要的工具。CERN研究物质组成物质的最基本粒子到底是什么。欧洲核子研究组织有先进的大型强子对撞器，已经发现了一些新的基本粒子。查阅文献，关于欧洲核子研究中心的主要探测成就；在大型强子对撞机之中，使用的是何种闪烁晶体材料，该类材料有何种独特的结构特点以至于抵挡如此强大的高能辐照。

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 材料的热学性能 | 6 |
| 第二章 | 材料的电导性能 | 6 |
| 第三章 | 材料的介电性能 | 8 |
| 第四章 | 材料的磁学性能 | 4 |
| 第五章 | 材料的光学性能 | 8 |
| 第六章 | 材料的弹性和内耗 | 2 |
| 第七章 | 核物理检测方法及应用 | 2 |
| 总计 | | 36 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 |
| 1-3 |  | 第一章  材料的热学性能 | 无机材料热学性能的结构起源、热量－温度关系、晶格振动、格波；无机材料的热容：声子、晶态热容的经验定律、德拜模型、爱因斯坦模型。 | 2 | 1、完成“我最感兴趣的一种材料物理性能”小论文。提出一个问题；2、举例说明声子的物理意义；3、利用作用力曲线和势能函数曲线，解释材料具有热膨胀的机理。4、 举例说明热膨胀和化学键强度（结合能）、熔点、热容的关系5、查找文献报道，举例说明一种负热膨胀材料及其负膨胀原理；6、物质结构决定功能材料的物理性质，举例说明，化学组份相似（或相同），因结构不同导致完全不一样的物理性能。 |
| 无机材料的热膨胀：热膨胀机理、热膨胀与其他性能的关系。 | 2 |
| 无机材料的热传导和热稳定性：固体材料热传导机理， 热稳定性概念和分类。 | 2 |
| 4-6 |  | 第二章  材料的电导性能 | 材料的电导；电导率、霍尔效应、马基申定则，载流子和迁移率的物理意义。金属导电机制-电子电导及影响金属电导的因素-温度的影响。 | 2 | 1、明确材料中载流子的概念。说明金属、无机材料、半导体中的载流子；2、霍尔效应及其应用？3、影响金属电导的因素；4、离子电导的物理特征？什么是快离子导体？5、A+B-离子晶体的导电机构有哪些？在外电场作用下的导电如何实现？6、检索文献，说明Li+离子电池发展现状和存在主要问题？7、什么是n型半导体？什么是p型半导体？ZnO中，如何通过掺杂试验，获得n型和p型半导体？8、检索文献，阐述当今半导体技术的主要应用材料及其发展现状 |
| 离子晶体的电导：电解效应、离子导电的影响、快离子导体、离子电导影响因素；电池的阴极和阳极材料应用和存在的主要问题。 | 2 |
| 玻璃和半导体材料的电导：玻璃电导及其特点。本征半导体、非本征半导体，半导体中的缺陷能级。 | 2 |
| 7-10 |  | 第三章  材料的介电性能 | 绝缘体的能带结构、电介质极化、电介质及其分类、电极化、偶极子、电偶极矩、取向极化；电介质材料的极化基本形式；介电常数 | 2 | 1、介电常数及物理本质？选择两个物质，说明 介电常数差异的结构原因；2、说明钙钛矿结构的主要特点？详细描述其结构之中的“天然偶极子” ？3、电介质极化有哪些基本形式，从频率、温度和能量损耗等方面说明其各自特性；4、利用电畴结构分析：电滞回线每一个象限的意义，说明铁电性的结构变化。5、钛酸钡陶瓷是重要的电子材料，被誉为“电子陶瓷工业的支柱”，综述：该材料的结构特点、物理性能、国内的研发现状、说明主要应用 |
| 热释电性能、压电性；自发极化；介质损耗的基本概念、介质损耗的形式、介质损耗的表示方法；材料介质损耗及影响因素；复介电常数、介电弛豫。电致伸缩效应 | 2 |
| 铁电性能；钙钛矿结构；钛酸钡自发极化微观机理、居里温度；电滞回线影响因素；铁电畴；铁电体应用 | 4 |
| 11-12 |  | 第四章  材料的磁学性能 | 基本磁现象；磁性能和电性能的关系；磁单极子；材料磁化特征及其基本参数：磁化、磁化曲线；磁化强度、磁化率和物质磁性的分类；物质的抗磁性的起因 | 2 | 1、 什么是磁滞回线？什么是磁畴？以铁磁 体为例，说明铁磁体的磁滞回线和磁畴的变化/2、对比铁电材料和铁磁材料的基本特征？3、稀土离子的种类？外层电子的特点？主要的应用？4、查阅文献说明错多铁性材料的应用价值及其开发研究现状。 |
| 铁磁性；磁滞回线及物理意义；磁致伸缩效应及其机理；自发磁化；铁磁性及其物理本质；磁滞损耗；铁氧体及其特点； | 2 |
| 13-16 |  | 第五章  材料的光学性能 | 材料的光学性能基础：光和物质作用的基本理论，光的吸收系数、吸收边、光吸收的物理本质和测试技术；光的干涉、衍射、反射率、色散 | 2 | 1、表述材料的发光机理及其表达方法？2、阐述材料的光吸收谱和光激发谱之间的相同及其不同点，并说明能量差别的原因？3、材料科学的发展就是不断开发和优化其应用性能，根据本课程的内容，谈谈你对研究材料物理性能（热、光、电、磁）的认识；4、就本课程的教学，给出你的意见和建议（内容知识、教学技能、ppt展示、课堂评价、教学态度和表达、教书育人、课堂纪律、师生互动等）。 |
| 双折射和材料的着色机理,激发方式和发光类型，材料发光的基本性质，激发光谱；发射光谱；发光寿命；发光衰减，发光衰减的数学拟合意义 | 2 |
| 无机材料的发光动力学分析和稀土发光及其应用，白发光LED照明及其应用； | 2 |
| 稀土发光及其应用，材料的受激辐射和激光:自发辐射和受激辐射；激光应用的主要过渡金属和稀土离子及其电子结构，激光器的结构。 | 2 |
| 17 |  | 第六章  材料的弹性和内耗 | 弹性模量测量和应用；滞弹性和内耗；内耗分析；滞弹性和内耗关系；内耗产生的机制：点阵中原子有序排列引起的内耗、置换原子应力感生有序、与位错有关的内耗、与晶界有关的内耗。 | 2 | 1、说明弹性和内耗的区别和应用不同？2、分析材料的内耗产生的物理机制、 |
| 18 |  | 第七章  核物理检测方法及应用 | 原子核的组成、基本特性、放射衰变的基本规律、穆斯堡尔效应、正电子湮没效应、中子散射、核磁共振。 | 2 | 常见的隔辐射是什么？说明它们的主要区别？如何防护？ |

**六、教材及参考书目**

1． 无机材料化学，林建华，荆西平等；北京大学出版社，2006

2． 结构化学基础，周公度，段连云；北京大学出版社，2008

3. 固体发材料，孙家跃，杜海燕，胡文祥， 化学工业出版社

4. Luminescence Materials, Blasse, Grabmaier, Springer.Verlag Berlin Heidelberg 1994

5．关振铎等编著，《无机材料物理性能》，清华大学出版社，1992年

6.《材料性能学》，王从曾主编，北京工业大学出版社，2001年。

9.《电介质物理》，方俊鑫，殷之文主编，科技出版社，1989.

10.《半导体物理学》，刘恩科，朱秉升，罗晋生，国防工业出版社，1994.4

**七、教学方法**

授课方式：陈述法，具体实验数据分析，师生互动，翻转课堂。

基本要求：

1. 课前做好预习。

2. 课堂上通过讲授重、难点，具体实验分析、小组讨论等方式帮助学生理解知识点。

3. 课后通过习题的练习，巩固和加深对有机化学知识重点和难点的理解，融会贯通。

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 知识储备 | 概念阐述、分析讨论题 |
| 课程目标2 | 能力达成 | 叙述题、分析讨论题 |
| 课程目标3 | 素质养成 | 判断题、叙述题 |
| 课程目标4 | 能力达成 | 分析讨论题 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：10%（平时作业、小论文）

期中考试：30%（理论考试）

期末考试：60%（理论考试）

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时**  **（10%）** | **期中（30%）** | **期末（60%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 3% | 15% | 30% | {0.03ｘ平时目标1成绩+0.15ｘ期中目标1成绩+0.3ｘ期末目标1成绩}/48。 |
| 课程目标2 | 3% | 10% | 20% | {0.03ｘ平时目标2成绩+0.1ｘ期中目标2成绩+0.2ｘ期末目标2成绩}/33。 |
| 课程目标3 | 2% | 5% | 10% | {0.02ｘ平时目标3成绩+0.05ｘ期中目标3成绩+0.1ｘ期末目标3成绩}/17。 |
| 课程目标4 | 2% | 5% | 10% | {0.02ｘ平时目标4成绩+0.05ｘ期中目标4成绩+0.1ｘ期末目标4成绩}/17。 |

**（三）评分标准**

| **课程**  **目标** | **评分标准** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程**  **目标1** | 通过对材料物理性能的本质与结构关系的学习，对各种物理性能的起源的本质形成正确的认识，熟练掌握和理解材料的热学、电导、介电学、光学、发光、磁学和力学性能的物理模型、产生原理；熟练掌握评价各种物理性能的关键的结构起因；很好地理解各种物理性能内在物理参数的重要意义与测试评价；能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究准确分析材料领域的复杂工程问题，以获得很有效的结论。 | 通过对材料物理性能的本质与结构关系的学习，对各种物理性能的起源的本质形成正确的认识，掌握和理解材料的热学、电导、介电学、光学、发光、磁学和力学性能的物理模型、产生原理；掌握评价各种物理性能的关键的结构起因；理解各种物理性能内在物理参数的重要意义与测试评价；能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析材料领域的复杂工程问题，以获得很有效的结论。 | 通过对材料物理性能的本质与结构关系的学习，对各种物理性能的起源的本质形成一定的认识，理解材料的热学、电导、介电学、光学、发光、磁学和力学性能的物理模型、产生原理；掌握评价各种物理性能的关键的最重要结构起因；了解各种物理性能内在物理参数的重要意义与测试评价；能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析材料领域的复杂工程问题，以获得一些结论。 | 通过对材料物理性能的本质与结构关系的学习，对各种物理性能的起源的本质形成一定的认识，理解材料的热学、电导、介电学、光学、发光、磁学和力学性能的物理模型、产生原理；掌握评价各种物理性能的关键的最重要结构起因；了解各种物理性能内在物理参数的重要意义与测试评价；能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析材料领域的复杂工程问题，以获得一些结论。 | 通过对材料物理性能的本质与结构关系的学习，对各种物理性能的起源的本质形成没有达成一定的认识，不能理解材料的热学、电导、介电学、光学、发光、磁学和力学性能的物理模型、产生原理；不能掌握评价各种物理性能的关键的最重要结构起因；了解各种物理性能内在物理参数的重要意义与测试评价；不能能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析材料领域的复杂工程问题，以获得一些结论。 |
| **课程**  **目标2** | 很熟练掌握分析影响各性能的因素；能够熟知各种物理性能的关键指标，提出对性能进行控制和改善的准确措施等；能够顺利设计针对材料领域复杂工程问题的解决方案，设计能很好满足特定需求的材料的制备方法及加工工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 较好地掌握分析影响各性能的因素；能较好地理解各种物理性能的关键指标，提出对性能进行控制和改善的措施等；能够设计针对材料领域复杂工程问题的解决方案，设计能满足特定需求的材料的制备方法及加工工艺流程，并能够在设计环节中体现一定的创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 能掌握分析影响各性能的因素；理解各种物理性能的关键指标，提出对性能进行控制和改善的一些措施等；能够设计针对材料领域复杂工程问题的解决方案，设计能满足特定需求的材料的制备方法及加工工艺流程，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 能掌握分析影响各性能的因素；理解各种物理性能的关键指标，提出对性能进行控制和改善的一些措施等；能够设计针对材料领域复杂工程问题的解决方案，设计能满足特定需求的材料的制备方法及加工工艺流程，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 不能掌握分析影响各性能的因素；不能理解各种物理性能的关键指标，不能提出对性能进行控制和改善的一些措施等；不能设计针对材料领域复杂工程问题的解决方案，设计不能满足特定需求的材料的制备方法及加工工艺流程，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 |
| **课程**  **目标3** | 熟练掌握各种物理性能之间相互作用及变化规律；熟知材料物理性能与其他学科的联系；能够基于材料工程相关背景知识，合理分析、评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并准确理解应承担的责任。 | 能掌握各种物理性能之间相互作用及变化规律；理解材料物理性能与其他学科的联系；能基于材料工程相关背景知识，合理分析、评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。 | 能掌握各种物理性能之间相互作用及变化规律；了解材料物理性能与其他学科的联系；能基于材料工程相关背景知识，合理分析、评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并对应承担的责任有一定的理解。 | 能掌握各种物理性能之间相互作用及变化规律；了解材料物理性能与其他学科的联系；能基于材料工程相关背景知识，合理分析、评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并对应承担的责任有一定的理解。 | 不能掌握各种物理性能之间相互作用及变化规律；不能了解材料物理性能与其他学科的联系；不能基于材料工程相关背景知识，合理分析、评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并对应承担的责任没有理解。 |

执笔人：黄彦林

2021年5月29日