

《专业先导实验（凝聚态物理专业方向）》课程教学大纲

课程编码：SC11101900

课程名称：物理专业先导实验（凝聚态物理专业方向）

课程英文名称：INTRODUCTORY EXPERIMENTS OF CONDENSED MATTER PHYSICS

总学时：80 讲课学时：4 实验学时：76 上机学时：0 课外辅导学时：0

学分：4.0

开课单位：理学院物理系

授课对象：凝聚态物理专业本科生

开课学期：3春、4秋

先修课程：基础物理学、物理实验、固体物理、量子力学、近代物理实验

主要参考书：

(1) 周玉. 材料分析方法. 北京：机械工业出版社. 2004年.

(2) 周炳琨, 高以智, 陈侗嵘, 等. 激光原理. 北京：国防工业出版社. 2014年.

(3) 自编讲义

一、课程教学目的

本课程是针对物理系凝聚态物理专业的专业实验课程。它是继“基础物理实验”和“专业物理基础实验”后的一门重要的专业实验课程，本课程所涉及的物理知识内容较深，并具有较强的专业性和技术性。

课程教学的目的是：通过专业物理实验项目的实践，进一步丰富和活跃学生的物理思想，培养他们观察和分析物理现象的能力，把握现象的本质和产生机理；引导他们认识到实验物理在物理新学科的产生、形成和发展过程中所发挥的重要作用；学习凝聚态物理专业研究中常用的实验方法和技术，掌握扫描隧道显微镜、激光器等专业仪器的原理和操作，进一步培养学生正确的和良好的实验习惯以及严谨的科学作风，使学生掌握应用较高专业水平的实验方法和技术研究凝聚态物理现象和规律的独立工作能力，为学生从事专业、科研、应用和发展新技术打好坚实的基础。

二、教学内容及基本要求

1. 基本要求：

(1) 学习运用实验方法和技术研究物理现象和规律，了解物理实验在物理学发展史上的作用，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。

(2) 学习现代凝聚态物理领域中常用的一些基本实验方法和技术，掌握相关仪器的原理、性能、调试和使用方法。

(3) 通过自主设计性实验内容，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。

2. 教学内容：

本课程教学内容包括：4个学时讲授凝聚态物理专业前沿实验方法及技术，76个学时按照下表要求从三个实验类型中选择。

实验类型	实验学时数要求
自主设计性实验	在“自主设计性实验”列表中选择64学时
DIY研究性实验	在“DIY研究性实验”列表中选择6学时
物理创新实验	在“物理创新实验”列表中选择6学时

“自主设计性实验”列表：

序号	实验名称	实验简介与要求	实验时数
1	太阳能电池性能研究实验	学习太阳能电池的原理，测量太阳能电池在无光和有光状态下的伏安特性曲线，测量其开路电压、短路电流和输出功率与光照度的关系。	4
2	扫描隧道显微镜实验	学习隧道效应及扫描隧道显微镜的工作原理，采用电化学腐蚀法制备扫描探针，用扫描隧道显微镜进行样品观测。	6
3	椭圆偏振仪测量膜厚实验	了解薄膜厚度测量的主要方法，学习椭圆偏振光消光法测量膜厚的基本原理，自主选择薄膜样品，用椭偏仪测量膜厚。	4

4	微波电子顺磁共振实验	学习微波电子顺磁共振（EPR）的基本原理和微波边振自检测量原理，自主设计实验参数，观察边限振荡现象，分析晶体场对EPR吸收谱线的影响。	4
5	铁磁共振实验	学习铁磁共振的物理机制，选择样品，观察分析单晶、多晶铁氧体材料的铁磁共振现象并测量共振线宽、朗德因子、旋磁比和弛豫时间等数据。	4
6	变温霍尔效应实验	学习霍尔效应的基本原理及霍尔效应研究的现代发展与应用，选择样品并设计实验方案，测量霍尔系数随温度的变化，处理数据计算禁带宽度等。	4
7	材料低温导热系数测量	了解导热系数测量和低温获得的各种实验技术，选择样品进行低温下导热系数的测量。	4
8	振动样品磁强计实验	学习磁性的产生机理、内禀及技术磁性参数和振动样品磁强计（VSM）工作原理，掌握软磁、永磁材料的主要技术特征，掌握使用VSM进行材料磁性测量的技术，设计实验方案，测量软磁材料的磁化曲线和磁滞回线。	4
9	电光调制	学习晶体电光效应概念和电光调制器的工作原理，测量电光晶体静态特性和调制特性曲线。设计实验，研究光束与晶体间存在夹角等状况下的电光调制效果。	4
10	固体Nd:YAG激光器的装调	了解Nd:YAG激光晶体结构与激光工作物质的能级结构，熟悉Nd:YAG激光器的原理与工作特性，动手组装并调节激光器，测量激光系统的参数，总结谐振腔调节经验。	6
11	固体Nd:YAG激光器的倍频	学习激光倍频的原理和影响倍频的主要因素，了解KDP晶体的有关知识，使用KDP晶体将YAG激光器输出的红外激光倍频获得绿光输出，优化倍频实验条件。设计实验验证位相匹配对倍频的影响。	4
12	固体Nd:YAG激光器的主动与被动调Q	熟悉激光器Q调制的基本原理、饱和吸收晶体特性，通过实验探究饱和吸收法和电光晶体调Q对激光脉冲的强度、峰形和功率的影响。	4
13	半导体激光器与探测器参数测量	学习半导体发光二极管、半导体激光器和光电探测器（PIN光电二极管和雪崩光电二极管等）的原理和特性，设计实验方案，测量发光与光电探测器的性能。	4
14	半导体激光器的模式分析	了解半导体激光器的波导结构和输出光的模式特点及影响因素，设计实验对半导体激光进行光束整形，探究获得高斯光束的方法。	4
15	单光子计数器实验	学习光电倍增管和光子计数法的基本原理，掌握单光子计数器的使用方法，设计实验方案，研究时间间隔与信噪比的关系。	4
16	微弱电信号检测实验	学习微弱电信号和噪声的特点，了解微弱信号处理方法，掌握锁相放大器的使用，设计并搭建实验电路，进行微小电阻等弱信号检测。	4
17	拉曼散射实验	通过自主设计实验光路、选择样品观测材料的拉曼光谱，掌握拉曼光谱基本原理与应用，学会简正振动模式的分析方法。	4
18	光纤非弹性散射与拉曼放大	了解单模光纤拉曼非线性效应的机理与特性；掌握分布式光纤拉曼放大器特性参数的测量方法。	4

“DIY 研究性实验”列表

序号	实验名称	实验简介与要求	实验时数
1	电磁混合磁悬浮实验	内容：自行搭建电磁混合磁悬浮实验系统， 要求：自制多谐振荡器、脉宽调制器、桥式驱动器等，系统调试、总装，实现稳定悬浮	6
2	磁耦合共振式无线	内容：自行搭建实验系统，研究频率和距离对无线传输	6

	电力传输实验	的效率的影响 要求：自制发射电路、接收电路以及增强器	
3	表面等离子体浓度传感器实验	内容：搭建实验系统，研究表面等离子体共振条件和溶液浓度的关系 要求：自制液体传感部件，编制数据分析元件。	6
4	盖革计数管二线制应用电路实验	内容：自组装探测设备，调试，探测	6
5	基于全息技术的三维图像记录系统	内容：数字全息图的记录和再现采用数字化过程实现 要求：搭建数字化全息实验系统，提取强度和位相信息，进行算法研究，数字化再现立体图像。	6
6	衰减全反射法测量微小位移	内容：利用衰减全反射法构造制作出一个实时微小长度测量传感器 要求：完成实验系统，测量结果。	6

“物理创新实验”列表

序号	实验名称	实验简介与要求	实验时数
1	基于火焰燃料电池的炊具干烧报警技术	研究基于氧离子导体电解质的固体氧化物燃料电池在火焰中的工作特性，使用热电偶进行炊具表面温度的测量，并用单片机根据温度值及其变化率在发生干烧条件的判断；系统的电能完全由火焰燃料电池提供。	6
2	应用拉曼光谱分析法检测果蔬农药残留	拉曼光谱是借助分子的振动谱来识别物质的。不同农药的分子结构不同其振动谱也会不同。因而可将其作为“分子指纹”来识别不同的农药。更重要的意义在于拉曼光谱仪是用光子做探针，测试时对样品无直接接触无损坏。不需像其他测试方法那样对样品进行彻底破坏及复杂费时的样品前处理。	6
3	散射介质增长光程小型智能红外气体浓度传感器	吸收光谱技术是一种应用广泛的气体传感技术。本实验运用可调谐半导体激光器吸收光谱技术(TDLAS)对气体吸收光谱进行研究。	6
4	基于全息技术的三维图像记录系统	全息投影技术是全息摄影技术的逆向展示，本质上是通过在空气或者特殊的立体镜片上形成立体的影像。不同于平面银幕投影仅仅在二维表面通过透视、阴影等效果实现立体感，全息投影技术是真正呈现3D的影像，可以从360°的任何角度观看影像的不同侧面。	6
5	激光通信	来源于军口“863”课题，开设于2013年。涉及光的发射、调制和接收，利用1550波段连续光实现声音和视频信号的远距离传输。	6
6	体全息存储基础实验	来源于“十五”和“十一五”的国防基础科研项目，开设于2012年。涉及存储介质的制备、光路的搭建、单点复用技术以及图像再现的质量评价。	6
7	激光雷达测距	来源于军口“863”课题和总装预研课题，开设于2010年。利用示波器研究光发射与接收的时间差，由此计算得出测量距离，并学会误差分析。	6

三、其它教学环节

无

四、考试权重

实验报告 80%，实验表现 20%。

大纲撰写人：杨彬

大纲审核人：姜永远