

## 《专业先导实验（核物理专业方向）》课程教学大纲

课程编码：SC11302901

课程名称：专业先导实验（核物理专业方向）

课程英文名称：INTRODUCTORY EXPERIMENTS OF NUCLEAR PHYSICS

总学时：80 讲课学时：2 实验学时：78 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：核物理专业本科生

开课学期：3 春

先修课程：原子核物理、辐射剂量与防护、专业基础实验、核电子学实验

主要参考书：自编讲义

### 一、课程教学目的

核物理专业实验旨在提高学生综合利用理论知识、实验技术和计算机技术解决实际问题的能力和动手能力，掌握核技术及其应用的基本知识。通过本课程实验教学和实验，培养学生具有严格的科学态度、实事求是的作风，坚忍不拔的工作作风，培养学生灵活独立的掌握实验的布局与安排、参数设定于调整、数据获取与处理，误差与分析，实验中遇到的问题及解决方法。通过专业实验培训，加深对专业知识的理解和掌握，为学生今后从事核物理专业及相关专业工作奠定坚实的理论与实践基础。

### 二、教学内容及基本要求

#### 1. 基本要求：

- (1) 掌握常规核电子学实验的基本原理与技术。
- (2) 了解和掌握常规和专业核物理实验设备的工作原理、性能和使用方法。
- (3) 了解和掌握核探测器及相关电子器件的性能和应用。

#### 2. 教学内容：

本课程教学内容包括：2 个学时讲授核物理专业基本实验方法、技术及注意事项，78 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 66 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	电离室弱电流的测量与 I/V 及 V/F 变换	了解电离室的工作原理与特性，熟悉电离室的使用方法，掌握电流-电压变化、电压-频率变换技术在核电子学中的应用技巧，测量电离室的饱和特性和灵敏度，设计实验，进行放射剂量测量和样品厚度测量。	3
2	线性脉冲放大器与甄别器	学习线性脉冲放大器与甄别器的工作原理，自行搭建线性脉冲放大器的主要电路，测量其主要技术参数。	4
3	单道脉冲幅度分析器与反符合电路	学习单道脉冲幅度分析器的工作原理，掌握单道分析器调试方法、阈值和道宽线性的测量；搭建反符合电路，观测单道分析器和反符合电路各点输出波形。	4
4	定标器中的 $4 \times 10^7$ 定时电路	学习核脉冲计数方法，设计并搭建定标器的定时器电路。	4
5	计数率表电路	学习核脉冲计数方法，计数率表的工作原理和工作，搭建计数率表电路，测试其性能。	4
6	辐射报警电路	熟悉辐射探测器工作原理和使用特性，自行设计制作一个辐射探测器的报警电路。	3

7	G-M 计数管二线制电路	熟悉 G-M 计数管的二线制电路原理，实验测量二线制工作状态的 G-M 计数管的工作特性。	4
8	高压电源性能测试	熟悉直流高压电源工作原理和结构，掌握直流高压电源在核电子学等实验和凝聚态物理实验中的使用方法，测试高压电源的工作性能。	4
9	核磁共振 T1 与 T2 的测量实验	学习核磁共振 (NMR) 的原理、弛豫机制及其应用，实验测量纵向和横向弛豫时间，了解 T1 和 T2 的在 NMR 技术中的作用。	4
10	核磁共振 90° 与 180° 脉冲实验	学习脉冲信号作用下核自旋回波的产生机理和影响因素。	4
11	核磁共振弛豫时间与溶液浓度的关系实验	实验测定 CuSO <sub>4</sub> 水溶液中氢原子核的共振弛豫时间 T1 和 T2 随溶液浓度的变化关系，分析弛豫过程。	4
12	核磁共振自旋回波序列成像实验	学习小型核磁共振成像仪的使用，进行自旋回波脉冲序列程序实验，分析各个参数对图像质量的影响。	4
13	射线的穿透吸收与应用实验	了解 $\gamma$ 射线的吸收规律，设计应用 $\gamma$ 射线吸收技术进行物料测量、厚度测量的实验装置。	4
14	低能 $\gamma$ 射线的反散射测量实验	学习低能 $\gamma$ 射线反散射的原理及其与物质的相互作用规律，掌握反散射测量技术，设计反散射测量装置，研究反散射计数与距离关系。	4
15	$\beta$ 电流电离室实验	学习 $\beta$ 衰变的原理、能量分布及在物质中的衰减规律，掌握 $\beta$ 射线吸收系数、最大射程、最大能量的测定方法。设计并试验基于 $\beta$ 射线吸收原理的厚度测量系统。	4
16	G-M 计数管性能测试实验	了解盖革-弥勒计数管的工作原理和特性，掌握其使用方法，测量计数管的坪曲线和分辨时间，观察脉冲波形，设计使用 G-M 计数管的料位测量的实验方案。	4
17	闪烁探测器与 NaI (Tl) 闪烁谱仪实验	学习闪烁探测器的工作原理，了解闪烁 $\gamma$ 射线谱仪的组成结构和工作模式，熟悉闪烁探测器和谱仪的使用方法。	4
18	$\beta$ 射线的吸收实验	了解 $\beta$ 衰变原理，熟悉 $\beta$ 射线与物质相互作用过程产生的物理效应及 $\beta$ 射线穿透物质的衰减规律，掌握 $\beta$ 射线吸收系数、最大射程、最大能量的测定方法，设计组装测试 $\beta$ 射线吸收厚度计和密度计。	4
19	康普顿散射谱仪实验	使用闪烁 $\gamma$ 射线谱仪，进行能量刻度标定后，测量铝棒的样品不同散射角方向上的 $\gamma$ 光子能量，测定散射截面。	4
20	X 射线的吸收、特征 X 射线谱、X 射线、荧光分析实验	了解 X 射线的产生及其与物质相互作用规律，实验测量材料对 X 射线吸收的基本特性，掌握 X 射线吸收及 X 射线荧光的分析方法。	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	内容：自行搭建电磁混合磁悬浮实验系统，	6

	悬浮实验	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	
2	磁耦合共振式无线电力传输实验	内容：自行搭建实验系统，研究频率和距离对无线传输的效率的影响 要求：自制发射电路、接收电路以及增强器	6
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	利用散射介质增长光程的低成本小型化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

验报告：70%，笔试成绩：30%。

大纲撰写人：冯启春、马永和

大纲审核人：张景波