

致理书院暑期基础学科交叉实践课程项目申请表

姓 名	高飞	性别	男	院系	物理系		
最高学位	博士	专业方向		粒子天体物理实 验		职称	副教授
主要科研方向 和成果	以暗物质和中微子为主要物理研究目标，基于极深地下实验室的极低本底实验寻找宇宙中最稀有的物理过程。这些研究大多数基于国内、外的大科学装置，并通过广泛和深入的国际合作开展。发展了多种创新的探测技术与数据分析方法来提升探测暗物质和中微子信号的灵敏度并取得了多项重要的成果，以主要作者身份发表论文共 50 余篇，包括 Physical Review Letters 14 篇（其中通讯作者 4 篇），Nature 1 篇， Science 1 篇。据谷歌学术统计, 这些论文被引用 12000 余次, 其中作为通讯作者发表的论文 PRL 121, 111302 (2018)单篇被引用 2477 次。						
课程题目	“幽灵粒子”探测器原理和实验初步						
教学团队介绍 (请附上团队每位老师照片)	 主讲教师：高飞，清华物理系副教授，主要从事低本底高灵敏度探测器技术开发和物理分析工作，研究目标包括寻找或测量暗物质、中微子等相关的极稀有物理事件。						

课程对学生的先修要求	建议考虑学生的交叉性，根据课程设计设置课程先修课要求或者面向不同学科的先修要求，如先修描述为： 1, 学习过力学、电磁学或相关的课程内容； 2, 学习过程序设计类课程，或对编程有一定经验； 3, 学习过电工、电子技术对动手做实验有帮助，但非必须； 4, 学习过量子力学对理解粒子散射、衰变等过程有帮助，但非必须。
课程设计	包括但不限于以下方面： 容纳人数：10 教学资源或设备：高纯氙气探测器；高纯氙气制备系统；单光子探测倍增器；快速数据采集卡；数据分析服务器等 课时安排：共 32 学时，其中 5 学时讲授，穿插在整个课程中不同阶段；27 学生实践，包括动手搭建自己的探测器，采集实验数据，根据实验数据重建探测器中发生的微观粒子散射等过程。 目标和特色：根据基本、朴素的粒子物理原理，理解微观粒子与物质的相互作用及其特性。学生自己动手搭建先进的粒子探测器并采集实验数据，利用数据特征重建出微观粒子的时空位置和能量等关键信息，理解用于探测暗物质、中微子的粒子探测器的基本原理和特性。 通过课程的学习，培养利用（普通）物理知识解决实际问题的能力。

课程方案	建议但不限于以下格式，仅供参考 课程实施步骤：(包括但不限于课程的大纲，教学安排，实验平台介绍，同时可以包括课程环节介绍，如任务设计，教学不同环节等) 课程主要安排如下： 1, 暗物质、中微子等粒子物理前沿课题背景—1 学时 2, 惰性气体探测器基本原理及探测稀有事件的优势分析 – 1 学时 3, 单光子探测器（光电倍增管）的原理和应用 – 4 学时 a. 实验原理 – 0.5 学时 b. 单光子测量的统计原理 – 0.5 学时 c. 单光子响应的测量 – 3 学时 4, 真空系统初探 – 4 学时 a. 真空的实现和真空系统的使用-- 1 学时 b. 气体探测器杂质含量控制—1 学时 c. 残余气体分析仪的原理与使用 – 2 学时 5, 粒子与物质的作用 — 4 学时 a. 伽马射线、宇宙线与 X-射线的认识 – 0.5 学时 b. 不稳定粒子的衰变特征—0.5 学时 c. 粒子与物质的碰撞过程—1 学时 d. 带电粒子对物质的电离、闪光效应与实验测量方法 –2 学时 6, 时间投影室探测器原理与组装测试 – 6 学时 a. 理解探测器关键功能性部件（已制作）—1 学时 b. 动手组装自己的探测器—3 学时 c. 信号初步测试 – 2 学时 7, 数据采集与数据处理 –7 学时 a. 信号与噪音的传输与记录 – 1 学时 b. 数据处理框架和对应的探测器原理 – 2 学时 c. 粒子探测器闪烁光和电离信号的识别与重建—2 学时 d. 粒子探测器的位置重建—1 学时 e. 粒子探测器的能量重建—1 学时 8, 物理分析与总结—5 学时 a. 根据能量、位置等关键信息，识别探测器中的信号和来源—2 学时 b. 通过类比，讨论暗物质、中微子探测器实验主要本底及其特征—2 学时
------	--

其他说明	本课程要求同学们动手搭建自己的探测器。探测器理解和调试不是课程 32 学时内能够完成的。预期学生每周投入 30 小时时间，共 120 小时方有机会充分完成课程全部内容。如果课程时间内同学们时间有限，可以在暑期结束前继续深入完成课程内容。
------	---