大学生主题创新区创新项目征集

## 一、主题创新区介绍

“物理科学及应用”主题创新区依托理学院应用物理系和物理实验中心，面向全校本科生开放，拥有开展物理学基础研究及与之相关应用研究的实验条件和指导教师，主要工作内容包括，指导大学生科创项目和全校本科生的大学生物理学术竞赛等。近几年来，平均每年指导科创项目数十余项，其中多项科创成果获高校大学生物理与实验科技作品创新竞赛奖等省部级奖项，指导的大学生物理学术竞赛连续多年获全国比赛一、二等奖。

## 二、课题介绍（仅供参考，表格格式可修改）

|  |  |
| --- | --- |
| **课题一** | |
| 指导教师： | 姜明明，阚彩侠，王长顺 |
| 项目名称： | 基于单根氧化锌微米线构筑高性能紫外光源 |
| 项目来源： | 国家自然基金面上项目：金属纳米结构调制的单根镓掺杂氧化锌微米线基电致发光器件的研究（11974182） |
| 项目简介： | 氧化锌（ZnO）作为一种直接带隙半导体材料（3.37 eV禁带宽度和60 meV的激子结合能），是室温下实现高效的紫外激光的候选材料之一，而且ZnO还具有原材料丰富，价格低廉，安全环保等优点。ZnO极易制备各种微纳米单晶结构，较高的结晶质量，在发光和紫外探测上具有重要应用潜力。与纳米结构相比，ZnO微米结构实验上更易于操作、制备器件的尺寸、且自带谐振器等优点。近年来，基于单根ZnO微米线已经实现光泵浦Whispering-Gallery-Modes（WGM）、Fabry-Perot (F-P)模式激光器，电泵浦激光器，光电探测器等。尽管低维ZnO光电器件的研究已经取得长足的发展，然而在紫外发光/激光二极管、可调谐激光以及光调制器却进展缓慢，依然面临严峻的挑战。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：   * 一定对课题感兴趣。一定要对我们课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等； * 一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义； * 一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题二** | |
| 指导教师： | 姜明明，阚彩侠，王长顺 |
| 项目名称： | 基于单根微米线构筑有机-无机异质结柔性光电探测 |
| 项目来源： | 国家自然基金面上项目：金属纳米结构调制的单根镓掺杂氧化锌微米线基电致发光器件的研究（11974182） |
| 项目简介： | 高性能紫外光电探测器在军事和民用领域有着极其迫切的应用需求，如火焰检测，导弹警告，安全通信，化学/生物传感等。这其中，高性能柔性紫外光电探测器在新型光电探测中发挥着重要的作用，逐渐成为多种先进设备的关键元器件。ZnO微纳米结构因其宽的带隙（3.37eV），大激子结合能（60 meV）和量子限制效应而成为制造紫外光电探测器的优选材料。但传统的ZnO基的光电探测器一般是通过在ZnO纳米阵列表面涂覆聚合物而构筑的。其制作工艺繁琐，且相对固定的结构导致灵活性低、柔韧性差，这大大阻碍了便携、可折叠、可穿戴的紫外探测器发展。  因此，本项目采用碳热还原反应法生长超长ZnO微米线，结合p型有机聚合物制备了有机-无机异质结光电探测器。期望通过该项目为设计结构简单、低成本、高性能的功能型柔性紫外探测器提供一种可行方案。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：   * 一定对课题感兴趣。一定要对我们课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等； * 一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义； * 一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题三** | |
| 指导教师： | 姜明明，阚彩侠，朱兴忠 |
| 项目名称： | 基于单根氧化锌微米线构筑低维可见光发光二极管 |
| 项目来源： | 国家自然基金面上项目：金属纳米结构调制的单根镓掺杂氧化锌微米线基电致发光器件的研究（11974182） |
| 项目简介： | 基于半导体低维微结构构筑的微小型发光二极管（Micro-LED）在高质量半导体照明、高分辨率显示、可见光通信、柔性显示和植入式生物医疗等领域有着重要的应用价值。以绿光Micro-LED为例，GaP、CdS等材料的应用仍受限于低的器件效率及材料的安全性。InGaN的带隙连续可调，是构筑绿光器件的理想材料，然而InGaN基绿光Micro-LED的制备与器件性能却受限于"green gap"和"efficiency droop"等因素。因此，构筑无害、高效的绿光Micro-LED十分迫切。本项目采用镓掺杂氧化锌（ZnO:Ga）微米线，结合InGaN衬底，构筑n-ZnO:Ga/p-InGaN异质结基低维绿光Micro-LED。此外，得益于金属纳米结构可见光波段范围内场的限域性与场增强特性，该项目进一步选择拥有可见光波段范围内表面等离激元特性的金、银纳米结构包裹单根ZnO微米线，结合p-InGaN衬底制备高性能可见光发光LED。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：   * 一定对课题感兴趣。一定要对我们课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等； * 一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义； * 一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题四** | |
| 指导教师： | 姜明明，阚彩侠，王长顺，朱兴忠 |
| 项目名称： | 自驱动硅基低维紫外光电探测器的构筑与性能研究 |
| 项目来源： | 国家自然基金面上项目：金属纳米结构调制的单根镓掺杂氧化锌微米线基电致发光器件的研究（11974182） |
| 项目简介： | 基于硅制备技术和硅平面工艺的发展和成熟，硅基半导体材料与器件在现代微电子工业、太阳能电池、光电探测、集成电路等领域扮演着无可替代的角色。随着微纳加工技术的进步，硅基光电集成为下一代的信息传输处理技术提供了更为高效和低成本的可能。但由于其为间接带隙半导体，与其它材料较大的晶格失配，较低的载流子迁移率，使得构筑低维高效Si基微纳光电器件，特别是紫外光电探测器，依然是一个亟需解决的问题。  本项目拟采用化学气相沉积的方法制备了高结晶质量ZnO微米线，通过Ga掺杂的方式有效的调控单根微米线的光学以及电学特性。结合商用p-Si衬底，构筑了自驱动紫外光电探测器件。该器件在紫外波段呈现出明显的光响应，响应峰值位于370 nm 处。器件的明暗电流比不低于103, 相应的光响应峰值远高于0.185 A/W，探测率为1.751012Jones, 且拥有较快的相应速度处于~ μs量级。采用微米线的极化特性，以及紫外表面等离激元特性的金属纳米结构包裹单根ZnO微米线，进一步提高和改善光电探测器件的响应率，比探测率和响应时间等。该器件为低维、高效、智能Si基光电探测器的制备提供了一种可行方案，在通讯、导弹预警与跟踪、生物医学、火灾预警等多个领域有着广阔的应用前景。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：  一定对课题感兴趣。一定要对我们课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等；  一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义；  一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题五** | |
| 指导教师： | 阚彩侠，朱兴忠，王长顺 |
| 项目名称： | 超精细纳米结构的合成与生长机理研究 |
| 项目来源： | 国家自然基金面上项目：金属纳米结构合金化及原子迁移动力学研究（11874220） |
| 项目简介： | 等离激元纳米光子学是当前纳米科学的研究热点之一，等离激元纳米结构的设计、局域场模拟研究及实验精确制备是等离激元光学研究基础。本团队在实验上实现了形貌均一、单分散的纳米结构精确合成，构筑了多层核-壳、多孔和中空等新型纳米结构，该新型纳米结构光学性质调制范围更宽，在光传感、SERS 基底、光热疗、能量转换等方面将会发挥重要作用；稳定的合金化纳米结构呈现优异的宽波段强吸收光学性质。而超精细纳米结构在研究临界尺寸下纳米材料物理效应具有重要基础研究意义。因此，超精细纳米结构的合成与稳定性是研究的关键材料基础。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：   * 一定对课题感兴趣。一定要对课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等； * 一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义； * 一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题六** | |
| 指导教师： | 朱兴忠，阚彩侠，王长顺 |
| 项目名称： | 铜基透明电磁屏蔽薄膜的制备与性能研究 |
| 项目来源： | 国家自然基金：金属纳米结构合金化及原子迁移动力学研究（11874220） |
| 项目简介： | 伴随电子仪器和电信设备的日益广泛使用，健康的生活环境和安全的国防、科研重要办公场所需要，电磁屏蔽效能的视觉透明窗口尤为重要。本研究团队通过简单方法将银纳米线呈均匀网状平铺于基底，制备出了柔性透明的电磁屏蔽薄膜，这种膜材料不仅透光率高，导电性好，而且在GHz波段具有良好电磁屏蔽功能。研究结果在航天设备、医疗设备、通讯设施及电子显示屏等多种光学器件具有广泛的应用前景。与银纳米线类似，基于铜纳米线的制备和柔性薄膜材料也具有基础应用研究意义。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：   * 一定对课题感兴趣。一定要对我们课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等； * 一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义； * 一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题七** | |
| 指导教师： | 卢俊峰，阚彩侠，姜明明 |
| 项目名称： | 基于CsPbBr3钙钛矿微腔的双光子激射特性研究 |
| 项目来源： | 国家自然基金：动态调控相干光发射及其应用研究（61805015） |
| 项目简介： | 作为现代光学的一个重要分支，非线性光学在激光技术、光通讯和集成光学等领域有着非常广泛的应用。从其发展的角度来看，非线性光学的兴起与激光器的研发是密不可分的，两者相辅相成。早在1960年，Maiman成功制造了第一台发射波长为694.3nm的红宝石激光器，极大地促进了科学技术的发展。在此基础上，Franken等人于1961年将694.3nm的红宝石激光束聚焦在晶状石英晶体上，首次观察到位于347.2nm的二次谐波（SHG）信号。自此以后，大量的非线性光学现象，例如更高次的光学谐波、光学和频（SFG）与差频（DFG）、光学参量放大（OPA）与振荡（OPO）以及多光子吸收（MPA）等，被成功发现。这些非线性光学现象的发现反过来又极大地促进了激光调制技术和超短脉冲激光技术的发展。 |
| 学生要求： | 专业背景：物理，材料，光电  招生需求：   * 一定对课题感兴趣。一定要对我们课题组的研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力、花心思去做实验，去琢磨物理内核等； * 一定要有充分的时间。创新项目主要是利用课外时间， 如周末，晚上，放假等时间，花大量的耗在实验室里去做实验，分析数据，琢磨数据背后的物理意义； * 一定要听从安排，听从实验室师兄师姐们、老师们的安排，必须要按照设备的操作流程操作设备 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题八** | |
| 指导教师： | 张玲珑 |
| 项目名称： | 高性能二维有机-无机异质结成像阵列研究 |
| 项目来源： | 校人才启动基金；光电技术及系统教育部重点实验室访问学者基金 |
| 项目简介： | 拟采用PVT方法研究二维有机单晶的成膜机制，分别在大尺寸的h-BN、graphene、MoTe2上合成大面积、高迁移率和高光敏性的二维有机单晶（2D OSC），例如OSC, PTCDA等。利用二维OSC/Graphene，OSC/MoTe2，Graphene/OSC/MoTe2异质结作为光电探测器的光敏层，研究界面特性、调控机理。进一步地，制备高性能的二维有机-无几异质结成像阵列。通过该项目的实施，拟为发展和应用二维有机单晶提供理论和实验依据，研发新型红外光敏材料，解决红外光学检测器在军事、国防和航空航天领域的瓶颈问题。 |
| 学生要求： | 热爱科研，踏实肯干，立志高远。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题九** | |
| 指导教师： | 张永梅 |
| 项目名称： | 单谷二维反铁磁材料的光电性质研究 |
| 项目来源： | 教师自拟 |
| 项目简介： | 伴随电子器件和通讯产业的发展，器件散热和通讯通道提升是具有挑战的课题。磁矩和自旋-轨道耦合的是形成单谷电子态的物理机制。本课题用紧束缚模型研究二维材料中单谷电子态的形成，及提高谷极化度的途径，并结合真实二维材料，研究光电导的规律及能量和角动量的辐射性质。 |
| 学生要求： | 学生要求：专业背景：物理，光电  招生需求：  一定对课题感兴趣。对研究内容与研究方向感兴趣，愿意花时间、花精力，读文献，琢磨物理概念和方法等，认真编程做数值模拟；  一定要是学有余力的同学，有充分的时间用在科创项目上。创新项目主要是利用课外时间，如周末，晚上，假期等时间，花大量的时间调研文献，琢磨参数，进行大量的数值模拟，分析数据，分析琢磨数据背后的物理意义。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题十** | |
| 指导教师： | 薛明 |
| 项目名称： | 基于生成式对抗网络的量子相变甄别 |
| 项目来源： | 自拟 |
| 项目简介： | 物质状态的分类及其相应的相变甄别是一种特殊的  机器学习任务，本项目将尝试使用类似生成式-对抗神经网（GAN）结构的模型来实现量子多体系统中的相边界的确定。这是一种无监督学习的方法，我们将使用不含标签的物理性质的数据特征作为输入，通过两个互相对抗的神经网的配合实现不同相的甄别，并最终收敛找到正确的相边界。 |
| 学生要求： | 1. 修习过高数、线性代数、概率论； 2. 踏实肯干乐意学； 3. 有Python编程基础（非必须）； |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题十一** | |
| 指导教师： | 吉彦达 |
| 项目名称： | 面向下一代移动通信的高性能滤波器的设计与实现 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金 |
| 项目简介： | 毫米波5G/6G移动通信系统是国家下一步重点发展的领域，要继续保持我国在通信领域从5G移动通信建立起来的世界领先地位，亟需从电子器件出发，形成一批关键核心技术，突破当前的技术瓶颈。滤波器是通信系统的重要器件，在本项目中，我们从器件设计出发，使用晶圆尺度的高质量介质薄膜进行滤波器件的构筑，并表征测试其相关相应参数，经过综合优化，获得能够在下一代移动通信系统中应用的高性能滤波器件。 |
| 学生要求： | 1. 需要对微波工程有浓厚兴趣的学生组队完成，该项目工作量较大，需要对参与其他活动有所取舍； 2. 较好掌握电磁学相关基础知识； 3. 了解 CST MICROWAVE STUDIO基础知识； 4. 了解半导体材料与工艺基础知识 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题十二** | |
| 指导教师： | 钱凤娇 |
| 项目名称： | 基于雷达隐身技术的吸波材料的性能优化设计研究 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金 |
| 项目简介： | 为了应对雷达对军事装备如飞机、舰船的侦察、探测，提高它们的生存、突防能力，隐身技术已成为军事领域中的关键技术，而隐身技术的关键之一就是吸波材料。因此，为了推进军事创新，力争赶上世界新军事革命的潮流，开发各种先进的吸波材料至关重要。在本项目中，我们从提升吸波性能出发，将CaMnO3材料作为研究对象，调控晶格参数，并表征测试其相关相应参数，经过综合优化，获得能够在军事相应雷达频段应用的高性能吸波材料。 |
| 学生要求： | 1. 对科研有浓厚兴趣，做实验有耐心； 2. 学习过电磁学相关基础知识； |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题十三** | |
| 指导教师： | 李伟伟 |
| 项目名称： | 面向飞行器极端环境传感新材料开发与传感器设计 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金 |
| 项目简介： | 空天飞行器是国家重点发展的航空型号工程之一，随着航空科学的飞速发展，航空功能材料面临更加恶劣、极端的服役条件。因此，亟需从新材料设计出发，发展面向极端环境新材料与新机理研究，来满足空天飞行器在各种极端环境的应用需求。传感器是航空航天飞行器的重要器件，在本项目中，我们会设计传感新材料，并表征测试其相关相应参数，经过综合优化，获得能够在极端环境里应用的高性能传感器器件。 |
| 学生要求： | 1. 需要对航空航天工程有浓厚兴趣的学生组队完成，该项目工作量较大，需要对参与其他活动有所取舍； 2. 较好掌握电磁学相关基础知识； 3. 了解半导体材料与工艺基础知识。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题十四** | |
| 指导教师： | 曹水艳 |
| 项目名称： | 电激励纳米光源定向性的研究 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金 |
| 项目简介： | 由于器件的最小特征尺寸和加工的分辨率受限于光学衍射极限，现有的光子学技术已难以满足未来信息时代大容量、高密度、快速的发展需要。在微纳尺度上探索光学信息的产生、转移与放大，也是极富挑战性但又亟待解决的科学技术问题。本项目拟探究基于金属微纳结构对纳米光源出射方向性的改变。 |
| 学生要求： | 欢迎对在微纳尺度探索光学特性感兴趣的学生 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课题十五 Λ-超原子核性质研究 | | | |
| 教师姓名 | 吕梦蛟 | 学 院 | 理学院 |
| 职 称 | 副研究员 | 办公室 | 理学院403 |
| 联系方式 | 15950453801 | 研究方向 | 核物理 |
| 邮 箱 | mengjiao.lyu@nuaa.edu.cn | 主题创新区名称 | 物理科学及应用 |
| 项目来源 | 国家自然科学基金 | | |
| 项目简介  （300-500字） | Λ-超原子核是除正常质子和中子外，还包含至少一个Λ粒子的原子核。超原子核的发现开启了新的原子核研究领域。最初，物理学家在宇宙射线中发现了超原子核的存在。随后的加速器实验成功合成了超原子核。近年来，现代加速器的发展极大提高了合成超原子核的效率和范围。  与常规原子核相比，超原子核的理论研究尚处于起步阶段。本项目旨在构建全新的超原子核微观理论模型，对Λ-超原子核进行第一性原理计算，研究Λ-超原子核的结构与性质，探索超原子核中的奇特物理现象。  本项目面向物理学专业学生，主要任务是利用已有的程序框架进行数值计算，分析计算结果，探索Λ-超原子核中的新物理现象。本项目为国际合作项目，申请人将与指导老师以及国外科学家们共同合作完成研究工作。要求申请人熟悉一门编程语言（C/C++、Fortran、Python、Julia均可）。申请人如未学习过核物理课程，可在本项目科研过程中学习,同时可以在研究过程中进一步学习编程语言。  项目指导老师吕梦蛟副研究员长期从事原子核理论研究工作，2015年毕业于南京大学，后曾赴日本大阪大学核物理研究中心工作三年，与日本、德国、法国多个研究小组保持紧密合作。在Phys. Lett. B, Phys. Rev. C等期刊上发表论文二十篇。 | | |
| 学生要求 | 1. 应用物理学专业  2. 对量子力学感兴趣或学过量子力学  3. 学过一门编程语言（C语言、C++、Matlab、Python、Julia等）  4. 热爱物理 | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课题十六 深度神经网络方法解决量子多体问题 | | | |
| 教师姓名 | 吕梦蛟 | 学 院 | 理学院 |
| 职 称 | 副研究员 | 办公室 | 理学院403 |
| 联系方式 | 15950453801 | 研究方向 | 核物理 |
| 邮 箱 | mengjiao.lyu@nuaa.edu.cn | 主题创新区名称 | 物理科学及应用 |
| 项目来源 | 国家自然科学基金 | | |
| 项目简介  （300-500字） | 基于深度神经网络的机器学习方法可借助专用芯片进行大规模并行计算，现已成为解决复杂科学问题的有力工具，并被广泛应用于诸多科学领域。目前基于深度神经网络的科学研究方法也已萌芽，在不同领域取得了一定进展。在微观量子多体系统中，由于体系的高度复杂性，其量子多体方程的求解存在极大的难度。本项目旨在应用神经网络方法求解核物理中的量子多体问题，研究C-12等原子核和-Be-10等超原子核的结构与性质，进一步探究原子核和超原子核中的奇特物理现象。深度神经网络的使用与探索将为描述量子体系提供新方法，有望被应用于物理、化学、材料等多个科学技术领域。  项目指导老师吕梦蛟副研究员长期从事原子核理论研究工作，2015年毕业于南京大学，后曾赴日本大阪大学核物理研究中心工作三年，与日本、德国、法国多个研究小组保持紧密合作。在Phys. Lett. B, Phys. Rev. C等期刊上发表论文二十篇。 | | |
| 学生要求 | 1. 应用物理学专业  2. 对量子力学感兴趣或学过量子力学  3. 学过一门编程语言（C语言、C++、Matlab、Python、Julia等）  4. 热爱物理 | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题十七** | |
| 指导教师： | 王吉明 |
| 项目名称： | 宽波段矢量光场的生成与调控研究 |
| 项目来源： | “物理科学及应用”主题创新区自由探索项目 |
| 项目简介： | 偏振是光作为电磁波最为重要的性质之一。随着光学在微纳尺度研究的进展和精密制造技术的发展，光束传播截面上米偏振态局域各向异性分布的所谓矢量光场引起广泛关注，矢量光场相关的新现象和新效应陆续报道。矢量光场的偏振态的演化、传播以及与材料的相互作用，在光通信、光学显示与光储存、光学探测与成像、天文学技术等领域都开展了相关研究。本项目根据现有实验室条件，研究宽波段矢量光场的生成，同时对光场器件在宽波段下的调控效果进行研究。 |
| 学生要求： | 1. 认真勤奋 2. 有较好动手和实验能力 |

## 三、报名组队事宜

课题由教务处统一发布后，各创新区自主开展团队选拔和组建工作。此处可明确选题方式（例如团队报名或个人报名，报名表格式等）、报名截止时间、联系人或交流QQ群等信息，方便学生联系创新区相关老师。