

# 北京大学物理学院重点交叉学科简介

(正式报名前请联系010-62751734)

## 一、全量子科学与技术

量子材料是物性不受经典物理规律支配，表现出不寻常量子效应的材料。量子材料的探索可突破经典材料的应用边界，发展新一代量子器件，并催生颠覆性技术。在将量子力学向固体等具体材料性质的应用过程中，人们更多关注的是电子的量子属性，对于原子核运动的描述，往往还停留在经典力学的层面。在多数情况下，原子核对电子结构的影响是被忽略的。尽管在过去九十多年中，这种描述在材料的量子物性研究与调控方面取得了很大的成功，但对于原子核质量较小的轻元素体系，核量子效应会异常显著。此时，原子核和电子的同时量子化（即：全量子化）将对材料的物性产生至关重要的影响。全量子效应研究将突破以电子为主的量子调控研究的局限性，为量子材料物性调控加入全新的自由度，改变凝聚态物质的研究范式。

北京大学全量子科学与技术学科，主要依托于北京怀柔科学城“轻元素量子材料交叉平台”。该平台是由北京大学科学家领衔和北京市政府共建的世界上首个轻元素材料综合研究中心，主要针对轻元素所独具的物理特性，在电子和原子核“全量子化”的框架下探索新奇量子态，期望实现室温和常压下“鲁棒”的宏观量子态和量子材料，实质性推进量子材料在信息、能源、环境、生物等领域的实际应用。目前，全量子科学与技术这一交叉学科已经形成了涵盖北京大学和多个兄弟院校20余位业内顶尖教师的团队。

全量子科学与技术专业旨在培养一批精通多种学科、跨领域的高水平人才。可访问轻元素量子材料交叉平台网站（<http://ileqm.pku.edu.cn>）了解更多全量子科学与技术专业相关信息。欢迎物理学、物理化学、材料学、纳米科学、微电子学、固体电子学等专业的优秀本科生申请。

## 二、极端光学应用物理前沿

激光是20世纪人类伟大发明。目前，高功率激光能量可达兆焦（MJ），振荡周期小于飞秒（fs），峰值功率可超10拍瓦（PW），其与物质相互作用既能制造时空可控的强电磁场和高温高密度环境，又能同时产生电子、质子、深紫外脉冲、宽谱X-射线、伽玛光子等多时间尺度、跨能量标度的高品质次级束流。利用超强激光驱动的次级束流可对复杂物质系统动态物理过程进行定量、多参数综合研究，揭示不同时间尺度、不同环境条件下的物质结构、特性和动力学规律，并利用这些规律，创造新的物质状态和新特性材料，满足国家重大需求。同时，超强激光驱动的粒子加速器还可以使中小型应用加速器的尺寸缩小到“台面大小”，大大减少所需要的空间、运行和维护成本。这样的关键仪器设备可以安装在各种小型实验室和医院现场，在癌症治疗、质子成像、质子超声、离子诊断、空间物理等方面具有非常广泛的应用前景。

极端光学应用物理前沿的培养目标是培养具有坚实的理论基础，宽广的专业知识，较强的跨学科研究能力，从事利用超强超短激光在新型医用粒子加速器、聚变能源、材料科学、生命科学、高能量密度物理、激光核物理和超快物理等领域的应用研究的高层次人才。欢迎物理、光学、凝聚态物理、等离子体物理、材料学、加速器物理、核技术、核物理等学科专业的本科生申请。

### 三、光量子信息科学

光量子信息科学是量子物理学与信息科学相结合的产物，是以量子力学的基本原理为基础，研究信息处理的一门新兴前沿科学，其主要领域包括量子计算、量子模拟、量子通信和量子精密测量等。由于它潜在的应用价值和重大的科学意义，正引起来自各方面的越来越多的关注。在量子芯片上研究光和物质在微纳尺度的相互作用，实现光子、原子、离子、固态等体系量子态的高效制备、调控和探测等，是当前国际上的研究重点方向之一。量子芯片具有高稳定性、强可控性、易扩展性等优点，为量子纠缠等基础问题研究、量子技术研究和量子信息前沿应用等提供了重要平台。北京大学物理学院现代光学研究所将量子信息科学、集成光学与微纳光子学紧密结合，在量子纠缠基础物理、微纳光量子器件、集成光量子芯片、量子计算和量子模拟等领域取得了一系列重要成果。北京大学与合肥实验室联合共建“集成光量子信息技术研究室”，从事量子物理、量子光学、量子芯片与量子计算等研究，旨在产生具有原始创新和自主知识产权的重大科研成果，并以此为依托培养创新型人才。欢迎物理、光学、凝聚态物理、光学工程、信息科学、材料学、微电子学等学科专业的本科生申请。

## 四、拓扑量子计算

量子计算机具有随比特数指数增长的并行计算能力，适合解决大数分解、复杂路径搜索、图像识别等经典计算机面临的难题。目前人们正在探索的量子计算方案有超导量子计算、半导体量子点量子计算、金刚石色心量子计算、离子阱量子计算、拓扑量子计算等等。对拓扑量子计算的研究同时具有重大的科学价值和重大的应用意义，是当前国际上的研究重点方向之一。在科学上，拓扑量子计算的物理原理非阿贝尔任意子统计是自然界中除玻色统计和费米统计外第三种量子统计，其验证将是基础科学的重大突破；在应用上，拓扑量子比特和拓扑量子门对外界干扰和操作误差不敏感，有望解决困扰量子计算发展的关键问题——量子纠错问题。

北京大学物理学院量子材料科学中心以量子物质研究为主线，对量子材料、量子调控与量子计算等领域的重大科学问题和难题进行系统深入的攻关，在上述相关领域取得了一系列重要成果。北京大学与合肥实验室联合共建“半导体纳米线拓扑量子计算研究室”，基于半导体纳米线的体系中研究拓扑量子计算相关问题，旨在产生具有原始创新和自主知识产权的重大科研成果，并以此为依托培养创新型人才。欢迎凝聚态物理、材料学、原子分子物理等学科专业的本科生申请。

## 五、电子信息专业硕士项目

光电信息科学是研究光子及光电子在时空、能量、外场、新物态等极限或临界条件下，操控光及其与物质相互作用的新物理、新效应和新技术的领域，是当前重要的国际科技前沿之一。在信息科学、空间科学、医疗健康以及国防安全等国家重大战略需求领域中，光电信息研究发挥着极为重要的作用，是提升高校“四个面向”科技创新服务能力的重要研究方向。

针对这一重大需求，2021年起北京大学物理学院拟启动电子信息专业硕士项目**光子技术与应用光学、光电材料与器件、激光加速器与肿瘤诊疗**三个研究方向，面向超快超强激光产生和精密测量、全光互联芯片、集成光量子芯片、集成微波光子、新型光伏/发光材料与器件、高时空分辨光学探测/成像、微纳样品精密探测、高速光通信硅基/III-V族光电材料和芯片、激光加速器、激光质子放疗系统、高亮度光源的研发与应用、先进医学影像技术与精准诊疗等科研与产业化方向对相关高级专业技术人才的需求，构建高层次、应用型、复合型、国际化的工程教育培养体系。培养具有扎实理论基础、合理知识结构、创新工程能力和优秀职业素养的高端科技人才。侧重提高学生的物理与工程理论基础，工程组织与协调能力，新产品新技术的创新研发、推广及工程应用能力，外语交流与国际竞争能力。欢迎物理、信息、生物医学工程、自动化等相关学科专业背景的本科生申请。

导师及培养方式介绍请查阅：

<https://www.phy.pku.edu.cn/info/1267/8469.htm>