

博约科技讲座 I

课程负责人：姚裕贵

课程助理：王菲 李军刚

授课对象：2020 级应用物理学专业本科生（物理强基+求是书院+徐特立英才班）

课程目标：让学生了解和认识物理的前沿发展，初步建立科研学术的概念，从中体会科学创新思维的建立过程，了解现代物理中存在哪些重要问题，并逐步确定未来学习和研究的方向，形成长效驱动，增加学习动力。

课程安排：

时间：开学第 1-3 周（8 月 23 日-9 月 12 日）

学时：16 学时，0.5 学分

地点：良乡校区（理科教学楼 308 室）

每位教师讲座时间：40 分钟以上

授课老师：知名教授+优秀青年教师团队（因疫情原因，可能会有所调整，将提前通知）

日期	时间	地点	教师	讲座内容
8 月 23 日	上午 9:00-10:00	理教 308	刘玉龙	数学物理方法导学
	下午 2:00-3:00	理教 308	陈天	电路及其在前沿物理研究上的新探索
8 月 25 日	上午 9:00-10:00	理教 308	李艳伟	软物质体系中的相行为，结构与动力学
	下午 2:00-3:00	理教 308	孙斯纯	奇妙的基本粒子的世界：粒子物理理论与宇宙学
8 月 27 日	上午 9:00-10:00	理教 308	张双南	待定

	下午 2:00-3:00	理教 308	张晋	待定
8 月 30 日	上午 9:00-10:00	理教 308	孙林峰	面向未来类脑计算的材料物性调控 与类脑智能器件设计
	下午 2:00-3:00	理教 308	周家东	新型二维材料的制备、性质与应用研究
9 月 1 日	上午 9:00-10:00	理教 308	张博	基于自旋体系的量子传感技术与应用
	下午 2:00-3:00	理教 308	尚江伟	量子计算：现状及未来
9 月 3 日	上午 9:00-10:00	理教 308	李家方	先进纳米制造新原理及微纳光子学 应用研究
	下午 2:00-3:00	理教 308	冯万祥	百年磁光效应的最新研究进展
9 月 6 日	上午 9:00-10:00	理教 308	欧阳吉 庭	从静电放电到等离子体
	下午 2:00-3:00	理教 308	待定	
9 月 8 日	上午 9:00-10:00	理教 308	待定	
	下午 2:00-3:00	理教 308	待定	
9 月 10 日	上午 9:00-10:00	理教 308	待定	
	下午 2:00-3:00	理教 308	待定	

课程要求：

- 1.讲座报告人介绍、讲座题目、内容介绍，将提前发送至年级群。
- 2.学生需在听讲座之前做好功课，针对所知信息进行调研，听完讲座后积极与老师交流。

课程考核：

所有讲座结束后，学生自主撰写结课报告。

***部分讲座介绍附后！**

数学物理方法导学

刘玉龙

内容简介：数学物理方法是物理类专业本科生一门重要专业基础课程，它为后继的四大力学课程提供必需的数学基础。本课程的主要内容包括复变函数论和数学物理方程两大部分，并侧重于介绍它们在物理学上的应用。此次导学包括三个方面的内容：

- (1): 通过一个具体实例简介什么是数学物理方法(包括物理问题分析，微分方程建模，微分方程求解)；
- (2): 介绍数学物理方法国内外经典教材供同学有针对性的选择(如时间允许，同时会介绍相关先修课程(如多元微积分和常微分方程解法)的经典教材)；
- (3): 分析总结往届学生的学习情况并提供学习数学物理方法的一些建议。

参考教材

梁昆淼，数学物理方法 第四版，北京：高等教育出版社，2010

顾樵，数学物理方法，北京：科学出版社，2012

K.F.Riley, M.P.Hobson, and S. J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering
A Comprehensive Guide 3rd Edition, Cambridge University Press, 2006

George B. Arfken, Hans J. Weber, Frank E. Harris, Mathematical Methods for Physicists
A Comprehensive Guide, 7th Edition, Academic Press 2013

刘玉龙，2012 年博士毕业于中国科学院电子学研究所。现就职于北京理工大学物理学院。主要研究方向：高维概率理论，数据科学的数学基础及其应用。

电路及其在前沿物理研究上的新探索

陈天

内容简介：电路是诸位同学非常熟悉的内容。从中学时代的欧姆定律，到大学课堂所教的基尔霍夫定律。电路主要研究的是电压、电流等电学量所满足的演化规律。尽管这些内容很早就被写入教科书中了，但直到最近，电路与前沿物理之间的紧密联系才被大家所发现。在本次讲座中，我将介绍如何基于经典电路系统，来探索前沿的物理研究内容。首先会给大家介绍如何在电路中通过巧妙地设计，用电路中的电学量来演示量子态的演化规律，进一步展示多种量子算法的执行功能；其次会给大家介绍如何使用电路来研究拓扑物理，在经典电路中我们可以观测到常规凝聚态系统所不易观测到的新奇拓扑性质。

个人简介：陈天，2015年毕业于清华大学。现就职于北京理工大学物理学院。主要的研究方向包括拓扑量子计算理论及相关实验实现、基于经典电路实验平台实现对于物质拓扑态的观测与精细调控、量子随机行走理论和实验研究。

软物质体系中的相行为，结构与动力学

李艳伟

报告摘要：软物质是一类处于固体与理想流体之间的物质，包括了胶体、聚合物、液晶、泡沫、生物体系及颗粒物等常见的物质，此类体系通常熵效应较强，易于受外界刺激而发生结构上的重排，且具有比较丰富的相行为及复杂的结构与动力学。软物质物理是物理学的重要前沿课题。我们近期的工作采用分子动力学模拟方法，围绕软物质体系中的热点难点问题，系统揭示了二维非晶体系中奇异动力学的根源，二维结晶与融化机理调控，以及细胞体系结构与动力学行为等。

个人简介：李艳伟，2016 年博士毕业于中科院长春应化所，之后(2016-2020)在新加坡南洋理工大学数学物理学院从事博士后研究工作，2020 年底加入北京理工大学物理学院。主要从事软物质体系，如非晶，结晶体系，细胞体系中的相行为、结构与动力学的研究。

奇妙的基本粒子的世界：粒子物理理论与宇宙学

孙斯纯

内容简介：本讲座主要介绍高能物理理论这一基础物理研究方向。高能理论是从上个世纪原子核物理中衍生出来的方向，是主要研究微观世界物质的深层次结构，以及早期宇宙中物质产生的机制的学科。这一学科前沿会提出很多奇妙的理论，并运用一些前沿数学，对于凝聚态物理，应用物理的发展都有深远的影响。科普界流行的超弦理论，黑洞理论也是属于高能理论的研究范围。高能物理实验主要通过大加速器的建立，一些特殊设计的探测实验，以及天文观测等。本讲座将从粒子物理的标准模型以及建立历史讲起，最后介绍到这些年的一些前沿问题，比如超出标准模型的新物理的框架，引力波的提出与发现，黑洞信息佯谬等。

个人简介：孙斯纯博士，2008 年于北京大学物理学院获学士学位，2014 年于美国华盛顿大学（University of Washington）获博士学位。曾先后在加州大学圣芭芭拉分校科维理理论物理研究所（University of California, Santa Barbara, KITP），香港科技大学，台湾大学，意大利罗马第一大学及意大利核物理研究所罗马分所任职。2021 年入职北京理工大学任副教授。在 Phys. Rev. Lett (PRL) , Phys. Rev. D, Journal of high energy physics, Phys. Lett. B 等国际知名期刊上发表文章 20 余篇。2 篇文章在 PRL 杂志上选为编辑推荐，1 篇文章被美国物理学会(APS)作为物理亮点报道“Featured in Physics”，Google Scholar 总引用800 余次，并参与撰写利用引力波探测新物理的领域综述文章 Living Reviews in Relativity (IF: 35.429 (2019) 受邀投稿)。主要研究方向是粒子物理唯象学，弦理论的唯一象学，宇宙学，以及一些量子场论和有效场论的运用。

面向未来类脑计算的材料物性调控与 类脑智能器件设计

孙林锋

孙林锋教授于 2016 年博士毕业于新加坡南洋理工大学, 2021 年 1 月入职北京理工大学之前, 曾任韩国成均馆大学(QS 排名:全球前 100)研究教授。以第一作者在 Science 子刊 Sci. Adv, Nature 子刊 Nat. Commun, Phys. Rev. Lett, Nano Lett, Adv. Funct. Mater, Small, Nano Energy 等顶级期刊上发表多项研究成果。研究成果被 Nat. Nanotechnol, Nat. Rev. Mater, Chem. Soc. Rev 等多家顶级期刊作为经典范例反复引用报道, 并且其研究成果入选国际 2021 类脑计算与工程技术路线图。近年来孙教授研究方向集中在探索 and 开发新型低功耗具备类脑功能的神经形态器件, 以应对当前的摩尔定律失效以及冯诺依曼架构导致的能效低下等重大问题。孙教授受邀为 Adv. Intell. Syst, Nanotechnology, Front Neurosci 等专业期刊撰写综述。曾主持韩国科学技术情报通讯部研究课题(折合人民币 200 万)以及参与三星电子、三星先进技术研究院的大型科研项目。拥有四项授权专利, 一项专利已实现转让盈利。现担任 Nano-Micro Lett (影响因子: 16.419)编委, SmartMat 编委; Micromachines 和 Front Neurosci 客座编辑, 以及多家顶级国际期刊的审稿人。2021 年 1 月回国入职至今, 受邀十余场大会报告; 曾入选海外优秀留学生, 韩国“高丽学者”, ICDT 2020 中韩青年科学家领袖等荣誉。

新型二维材料的制备、性质与应用研究

周家东

内容简介：单层石墨烯的发现开启了二维材料研究的科学前沿，特别的二维过渡金属硫族化合物不仅带隙可调，具有较高的开关比和迁移率，同时表现出铁磁、铁电、超导等多种奇特的物理性质，这些物理性质使得二维材料在光电器件、晶体管，自旋电子器件等领域有着广泛的应用前景，并有望进一步延续摩尔定律。二维过渡金属硫属化合物包括硫化物，硒化物和碲化物三大类，表现为 1H, 1T 等多种相结构。本次课程将主要介绍新型二维材料可控合成与性质研究。内容包括：1) 普适性的二维材料合成方法-熔盐辅助化学气相沉积实现二维材料的可控制备；2) 二维材料平面和垂直异质结构的构筑和性质研究；3) 新型 3d 金属基二维材料的相可控合成与性质研究。

个人简介：周家东，北京理工大学教授，博导，国家海外高层次人才青年项目。于 2018 年 1 月博士毕业于新加坡南洋理工大学，2020 年 12 月入职北京理工大学。并获得 2019 年国家海外高层次人才青年项目。担任《Materials Horizons》Community Board, 《Chinese Chemical Letters》, 《Rare Metals》, 《Smartmat》, 《Nano Research》等多个期刊青年编委。致力于新型二维量子与半导体材料的可控制备、异质结的可控构筑，新奇物性（铁磁，铁电，超导等）及应用（主要面向半导体晶体管与光电器件）研究。发表论文七十余篇，包 **Nature** 正刊及子刊系列（10 篇），Advanced Materials（12 篇），Nano Letters, ACS Nano 等，引用次数 4000 余次，h-index 33。

基于自旋体系的量子传感技术与应用

张博

内容简介：自旋是量子力学中的一个重要概念，大家熟知的核磁共振技术就是基于这一概念发展起来的。随着物质科学的发展，科学家不再满足与对成千上亿的分子体系进行研究，而是在单量子水平对物质的结构组成进行研究。在这次报告中，我将向大家介绍一种具有独特量子性质的“量子钻石”，它既可以作为原子尺度的量子探针研究单个分子的结构组成，也可以作为微波激射装置（微波频段的激光器）的增益介质。一颗小小的钻石如何带我们进入量子 2.0 时代？请大家跟我一起进行一次有趣的科学旅程吧！

个人简介：张博，博士毕业于诺丁汉大学（英国）物理与天文系，师从量子分子动力学专家 Tony Horsewill；同年进入中国科学技术大学杜江峰院士团队，进行量子精密测量与磁共振技术的研究；19 年被北京理工大学聘为副研究员，致力于研究基于钻石缺陷的量子传感器以及微波技术等研究。目前发表 sci 论文多篇，其中包括国际顶级物理学期刊《物理学评论快报》，《物理学评论-应用》等。

量子计算：现状及未来

尚江伟

报告摘要：由于量子效应的出现，经典计算机的摩尔时代必将终结，人类文明社会的持续发展必然要依仗着新一代信息技术的出现！量子计算机将成为后摩尔时代具有标志性的新技术，它是量子物理与计算机科学相融合的新兴交叉学科。基于量子力学的特性，量子计算不但能突破现有芯片的物理极限，还可以实现经典计算机所无法做到的强大计算功能！让我们从最近霸屏的“九章”量子计算机说起，聊一聊量子计算的现状及未来。

报告人简介：尚江伟，北京理工大学物理学院副研究员、博导。2010年本科毕业于新加坡国立大学物理系并获得理学一等荣誉学位，2014年在新加坡国立大学量子科技研究中心获得博士学位，2014年到2017年先后在新加坡量子科技研究中心和德国锡根大学物理系进行博士后研究。2018年起任北京理工大学物理学院副研究员，研究方向为量子信息和量子计算，主要包括量子层析、量子验证、量子测量、量子纠缠的判定和度量、非局域关联、算法的研究等。已在包括 Phys. Rev. Lett./Appl./A, Nature Commun., npj Quantum Inf.等顶级学术期刊上发表论文三十余篇。目前担任 SCI 期刊 Int. J. Quantum Inf.的编委，以及 Phys. Rev. Lett./X/A, npj Quantum Inf., New J. Phys., J. Phys. A 等期刊的审稿人。

先进纳米制造新原理及微纳光子学应用研究

李家方

内容简介：纳米精度的三维制造技术是当代光电子学和微纳光子学发展的重要基础。

近年来，基于形变科学的剪纸和折纸技术在科学界得到了广泛的重视，包括外太空飞行器的太阳能帆板折叠技术，微纳机电系统 (MEMS/NEMS)，性能特异的机械、生物和光学器件，乃至 DNA 纳米剪裁和折叠技术。我们基于中国传统的拉花剪纸思想，首次实现了纳米尺度的片上、原位、立体剪纸技术，突破了传统自下而上 (bottom-up)、自上而下 (top-down)、自组装等纳米加工方法在几何形貌方面的局限，成为一种新型的三维纳米制造方法。本报告将介绍纳米剪纸的概念及其从民间艺术到现代科学的演化，以及利用纳米剪纸制备的一系列新颖三维纳米结构在光学领域的应用，包括手性光学物理探索和光电调控芯片应用研究。

个人简介：李家方，北京理工大学物理学院教授，博导。2002 年、2005 年于南开大学物理学院分别获得学士、硕士学位，2009 年于澳大利亚斯威本科技大学获博士学位，同年在中科院物理所参加工作，2017 于美国麻省理工学院进行访问研究，2018 年调入北理工，2020 年入选国家青年拔尖人才计划。研究聚焦于三维纳米制造技术及微纳光子学应用，2018 年提出纳米剪纸三维微纳加工技术，2020 年发展微纳应变光电子学方向，2021 年实现纳米光机电动态调控新构型，在国际上产生重要影响，在微纳制造及应变光电子学领域开辟了一类新的研究方向。创新成果在 Nature Communications, Science Advances, Light: Science & applications, Advanced Materials 等国内外期刊上发表文章近 70 余篇，SCI 引用千余次，做国际会议邀请报告 10 余次。

百年磁光效应的最新研究进展

冯万祥，周小东，姚裕贵

北京理工大学物理学院 北京 100081

wxfeng@bit.edu.cn

磁光效应反映了光与磁之间最基本的相互作用，是凝聚态物理学中一个古老且迷人的研究议题。从 1846 年发现的磁光法拉第效应至今，关于磁光效应的研究已经历了一个半世纪之久。本报告将介绍关于磁光效应的三项最新研究进展。其一、磁光效应被发现可以存在于净磁化强度为零的反铁磁中，且表现出对矢量自旋手性的强烈依赖性[1]。其二、磁光效应的物理起源被发现可以是与自旋轨道耦合和能带交换劈裂无关的标量自旋手性，即拓扑磁光效应；拓扑磁光效应可以进一步实现量子化，即量子拓扑磁光效应[2]。其三、磁光效应被发现与非磁性原子引起的晶体手性密切相关，称为晶体手性磁光效应[3]。这三项研究进展颠覆了过去人们对磁光效应的传统认识，或将对该领域的发展起到深远的影响。

参考文献

- [1] W. Feng, G.-Y. Guo*, J. Zhou, Y. Yao, and Q. Niu, Large magneto-optical Kerr effect in noncollinear antiferromagnets Mn_3X ($\text{X} = \text{Rh}, \text{Ir}, \text{or Pt}$). **Phys. Rev. B** 2015, 92: 144426.
- [2] W. Feng, J.-P. Hanke, X. Zhou, G.-Y. Guo, S. Blugel, Y. Mokrousov, and Y. Yao*, Topological magneto-optical effects and their quantization in noncoplanar antiferromagnets. **Nat. Commun.** 2020, 11: 118.
- [3] X. Zhou, W. Feng*, X. Yang, G.-Y. Guo, and Y. Yao*, Crystal chirality magneto-optical effects in collinear antiferromagnets. **Phys. Rev. B** 2021, 104: 024401.

从静电放电到等离子体

欧阳吉庭

内容简介：静电和静电放电，危害和应用，静电防护，放电等离子体和应用

个人简介：欧阳吉庭，北京理工学教授，博导。研究领域为静电安全与应用技术、低温等离子体物理和应用；主持/完成国家自然科学基金、教育部、科技部等科研基金 20 余项；发表学术论文 100 多篇，发明专利 10 多件。入选 2005 年教育部“新世纪优秀人才支持计划”。任中国物理学会静电专委会副主任委员、中国力学学会等离子体专委会委员、中国电工学会等离子体专委会委员。主持北京高等教育“本科教学改革创新项目”；曾获校“我爱我师”十佳老师。