

“国际等离子体物理”

哈尔滨工业大学 2020 年云端国际暑期学校介绍

一、项目简介

等离子体物理已经广泛应用于科学技术及国民经济各个领域，表现出巨大的科学价值和广阔的应用前景。同时等离子体科学又与空间环境密切相关，促进了新兴交叉学科空间天气学的产生和发展。空间天气对全人类具有重要影响，是人类命运共同体问题。哈尔滨工业大学等离子体物理暑期学校，依托物理学院、中俄等离子体物理应用技术联合研究中心、极地研究院极区空间环境研究中心和“大科学工程”空间环境地面模拟系统团队。近年来哈工大集中校内等离子体相关研究优势力量，联合俄罗斯等离子体领域优势单位，组建了中俄等离子体联合研究团队，致力于等离子体物理基础研究、空间应用技术研究及空间环境科学研究，服务于我校的国家大科学工程建设，积极参与极区科学研究等重要国际事务，取得了丰硕的成果。

哈尔滨工业大学物理学科的创始人为我国资深女物理学家和教育家洪晶先生。早在建国初期，哈工大物理学科就在国内最早招收物理学研究生班，由原苏联专家主持联合培养研究生。马祖光院士就是由中苏联合培养的研究生之一。上世纪 50 年代初期，物理教学体系改制主要以前苏联教育模式为样板，在 50 年代的末期，除了物理教学改革外，洪晶先生率先开展了半导体位错的科学研究工作。1977 年国家恢复高考后，哈工大物理学科开始招收物理师资班本科生和硕士研究生。同时，物理教师们在洪晶先生的带领下，开展了激光全息、激光红外非线性光学等科学研究工作。1981 年，哈工大物理学科被国务院学位办确认为国内首批博士点——光学博士点，是全国首批 5 个光学博士点之一。1985 年成立了应用物理系，2005 年，根据学科和专业发展的需要，更名为物理系。2019 年，成立物理学院，目前学院设有光学、等离子体物理、凝聚态物理及粒子物理与原子核物理四个学科。

本次暑期学校立足于等离子体物理基础研究，面向空间科学国际前沿，充分利用等离子体学科在基础研究及空间天气领域的研究成果，借助我校等离子体领域雄厚的国际合作基础，引进国内外知名等离子体物理及空间科学专家，面向国内外等离子体相关学科本科生，开设等离子体物理基础知识、数值模拟方法、空间环境及空间天气等课程，组织等离子体科学与空间环境研究等方面的国际前沿研究进展讲座。实现培养高层次、具有国际化视野、基础扎实的优秀本科毕业生的目的。本次暑期学校的主要特色如下：

注重学科基础，培养科学素养。本次等离子体物理国际暑期学校围绕气体放电基本知识、空间等离子体基本概念以及等离子体物理数值模拟的基本方法等学科基础内容，提炼等离子体物理精髓，通过集中授课的方式，让学生掌握等离子体学科基础和核心知识点，通过三基“基本概念、基础知识和基本方法”的学习，奠定学生将来从事等离子体物理及应用，空间科学研究的基础，培养学生良好的科学素养。

密切结合国际科学前沿，开阔科学研究视野。暑期学校邀请国内外等离子体物理学科的知名学者，就等离子体科学、空间天气的国际学术前沿进展进行系列报告，让学生掌握本领域的学科动态，意识到等离子体学科对社会发展的重要性，提升学生进一步从事本领域科学研究的兴趣，开阔国际视野。

走进“大科学工程”，知识密切联系实际。开设辉光放电、电弧放电、介质阻挡等气体放电实验课，学习气体放电基本操作。介绍大科学装置“空间环境地面模拟装置”，了解装置的科学目的，所采取的研究手段和方法，装置设计原理等，让所学知识密切地与实际应用相联系，培养学生动手能力和实践能力。

密切接触等离子体领域国内外知名学者，体验全英文授课。本暑期学校邀请国内外气体放电、等离子体数值模拟及空间科学等领域著名专家，实施全英文授课，可使学生掌握等离子体领域的基本英语术语。学生在学习基础知识的同时，获得沉浸式(immersion learning)、基于内容的(content-based)英语学习机会。

二、项目时间

2020年7月10日-7月17日

三、项目安排

本次国际暑期学校教学内容由授课和讲座两部分组成，其中课程 1.5 学分，讲座 1 学分。

1.课程

本次国际暑期学校共安排 3 门课程，每门课程 8 学时，共 1.5 学分。具体介绍如下：

课程 1：气体放电物理简介

授课教师：Anatoly Kudryavtsev

气体放电物理是等离子体物理的一个重要组成部分，气体放电现象是电流通过气体以后由电离了的气体表现出来的。气体放电物理与应用已经是一个具有全球影响的重要的科学与工程，对高科技经济的发展及传统工业的改造有着巨大的影响。例如，1995 年全球微电子工业的销售额达 1400 亿美元，而三分之一微电子器件设备采用气体放电产生等离子体技术。塑料包装材料百分之九十都要经过气体放电等离子体的表面处理和改性。科学家预测：二十一世纪气体放电等离子体科学与技术将会产生突破。据估计，气体放电等离子体技术在半导体工业、聚合物薄膜、材料防腐蚀、等离子体电子学、等离子体合成、等离子体冶金、等离子体煤化工、等离子体三废处理等领域的潜在市场每年将达一千几百亿美元。

本课程将讲授等离子体基本概念介绍、气体放电产生等离子体的方法和诊断技术、各种气体放电等离子体的基本特征及气体放电等离子体的基本应用。

本课程将以讲授为主，安排学生进行讨论和小组作业。

学时：8 学时

考核方式：学习报告及平时成绩。

课程 2：等离子体诊断理论与技术

授课教师：Vladimir Demidov

教学内容简介：

等离子体诊断是根据对等离子体物理过程的了解，采用相应的方法和技术来测量等离子体参量的科学技术。等离子体物理现象要用多个参量才能描述，就像医生对病人的病情要作多方面的诊断后方可确诊一样。因此，借用医学中的“诊断”一词，将等离子体参量的测量称

为等离子体诊断。等离子体诊断是一个非常富有挑战性和富有活力的学科。

本课程将介绍空间等离子体及实验室等离子体诊断原理和常见等离子体诊断技术,以及这些技术适用的等离子体范围,并介绍一些应用研究。

本课程将以课堂讲授为主,布置相关作业,让学生进行分组讨论,并进行报告。

学时: 8 学时

考核方式: 学习报告和平时成绩。

课程 3: 等离子体数值模拟基础

授课教师: Ismail Rafatov

教学内容简介:

空间科学是对空间环境的状态或事件进行检测,预报,建模,处理等方面的集成。空间科学需要将卫星实测的数据分析之后与计算机的模拟仿真进行相应的对比研究。目前,空间科学广泛使用数值模拟方法进行模拟。其中空间等离子体粒子模拟扮演着重要角色。本课程围绕空间等离子体,讲授等离子体科学的研究方法,对等离子体数值模拟方法介绍,重点讲授 Comsol 等离子体模块应用介绍及案例分析

本课程将以课堂讲授为主,辅助计算机模拟操作,安排相关案例,组织数值模拟小组,分组讨论实现案例的数值模拟。

学时: 8 学时

考核方式: 学习报告和平时成绩。

2.讲座

本次国际暑期学校共安排 7 次讲座,其中一个讲座为 4 学时,其他讲座 2 学时,共计 16 学时,1 学分,考核方式,每个讲座,提交学习报告一份。具体讲座信息如下:

授课教师	职称	学校	讲座	学时
Vladimir Bychkov	教授	莫斯科国立大学	球状放电物理、技术及应用	4
田浩	教授	哈尔滨工业大学	物理学院及物理学科介绍	2
王晓钢	教授	哈尔滨工业大学	大科学装置介绍及进展	2
聂秋月	教授	哈尔滨工业大学	大气压射流等离子产生技术	2
袁承勋	教授	哈尔滨工业大学	空间尘埃等离子体前沿研究进展	2
王莹	副教授	哈尔滨工业大学	激光等离子体相互作用	2
肖青梅	副教授	哈尔滨工业大学	空间环境与空间天气	2

3.主要授课教师介绍

(1) Anatoly Kudryavtsev 教授

Anatoly Kudryavtsev 教授国际知名的气体放电及等离子体应用专家，是俄罗斯圣彼得堡国立大学物理系教授。是“中俄等离子体物理应用技术联合研究中心”俄方负责人，跟我校等离子体物理研究有长期合作。目前在研科研项目多项，其中多数为国际合作科研项目。其出版专著 4 部，国际发明专利 5 个，在国际权威期刊发表学术论文 200 多篇（均为 SCI 收录论文，含多篇 PRL、APL 及 POP 等国际顶尖专业期刊论文），其中含有多篇 ESI 高被引论文（是入选具有高 H 指数俄罗斯科学家‘共 1775 名’之一）。



(2) Vladimir Demidov 教授

Vladimir Demidov 现为西弗吉尼亚大学教授，博士毕业于圣彼得堡国立大学，长期从事等离子体物理化学及等离子体系统研究，在气体放电、等离子体电子设备、复杂等离子体、等离子体电磁相互作用等离子体诊断等具有丰富的研究经验。发表学术论文 200 余篇，是美国国家科学研究委员会高级研究员，美国西弗吉尼亚大学研究教授，空军实验室首席科学家，美国物理学会会员，美国能源部、国家科学基金会等基金评委，Plasma Sources Sci. Technol., Rev. Sci. Instrum., IEEE Trans. Plasma Sci., Physics of Plasmas, J. Phys. D: Appl. Phys., and Plasma Phys. Control. Fusion 等国际等离子体物理杂志评委。



(3) Vladimir L. Bychkov 教授

Vladimir L. Bychkov 教授为莫斯科国立大学首席科学家，长期从事等离子体物理，是俄罗斯球放电协会会长，国际球放电协会副主席，是俄罗斯自然科学院院士，出版专著 10 余部，发表论文 200 余篇，获得俄罗斯自然科学院 V.I.Vernadsky 银奖，850 年莫斯科科学成就政府奖。撰写的专著《Mathematical modeling of electromagnetic and gravitation phenomena by the method of mechanics of continuous media》被授予科教发展突出贡献奖。



(4) Ismail Rafatov 教授

Ismail Rafatov 是中东技术大学教授，是国际等离子体物理数值模拟专家，长期从事等离子体物理、气体放电等数值模拟研究工作，发表学术论文 100 余篇。在国际等离子体物理会议上作邀请报告、口头报告 20 余次，承担土耳其等国家基金 10 余项，获得 French Embassy Scholarship for Visiting Researchers (2017)，TÜBİTAK's NATO-PC Advanced Fellowship (2004)，FOM's (Fundamenteel Onderzoek der Materie) Research Fellowship (2003)，ERCIM's (European Research Consortium for Informatics and Mathematics) Postdoctoral Research Fellowship (2002)等荣誉。



(5) 王晓钢 教授

王晓钢，哈尔滨工业大学物理学院教授，国家大科学工程指挥部空间等离子体环境模拟研究系统首席科学家；美国哥伦比亚大学博士、国家磁约束核聚变专家委员会委员、中国物理学会等离子体物理分会主任、美国物理学会会士（APS Fellow）；长期从事等离子体物理研究，在聚变与空间等离子体物理的磁重联研究和复杂等离子体中波和不稳定性研究方面取得了具有国际影响力的研究成果。曾任美国哥伦比亚大学副研究员、美国 Iowa 大学研究员，大连理工大学特聘教授、高科技研究院院长，北京大学教授、等离子体物理与聚变研究所所长，国际权威性学术期刊 J Geophys. Res-Space, Associate Editor 和 Plasma Phys.Contr F.编委等。



四、相关信息

- 1.招生条件：有普通物理基础，大二以上年级本科生、研究生均可参加。
- 2.联系人及联系方式：王莹（13796628730）、袁承勋（15945992298）。