附件：

课程设置

A类：中国特色社会主义理论与实践研究（2学分，必修）；自然辩证法概论、马克思主义与社会科学方法论、马克思主义原著选读（以上三门任选一门，1学分）；硕士生英语（4学分，必修）。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程类型 | 课程名称 | 编号 | 授课教师或团队 | 学分 | 课程类别（转型期课程、专业核心课程、方法实践类课程、交叉前沿类课程） | 课程简介（300字左右） |
| B | 磁流体力学 | 070401B01 | 戴煜 | 4 | 专业核心课程 | 磁流体力学（Magnetohydrodynamics）是结合经典流体力学和电动力学的方法，研究等离子体和电磁场相互作用的物理学分支。磁流体力学将等离子体做导电流体近似处理，把流场方程和电磁场方程联立起来，引进了许多新的特征过程，因而内容十分丰富。宇宙物质的99%由等离子体组成。因此磁流体力学与天体物理、空间物理和地球物理中的许多物理过程密切相关。此外磁流体力学在受控热核聚变和工业新技术等领域也有着广泛的运用。本课程从磁流体力学的基本方程出发，系统研究等离子体与磁场的相互作用，并进一步讨论等离子体中的波动现象及宏观、微观不稳定性，是学习天体物理、等离子体物理及相关专业的重要课程。 |
| B | 天文文献阅读 | 070401B02 | 陈鹏飞 | 2 | 专业核心课程 | 天文研究需要同行之间相互交流与相互讨论，以便逐渐达到对各种天文现象的完整描述及深刻理解。熟练地阅读他人的文章并从中获取关键的信息有利于研究生尽快熟悉天文研究的最新进展，而在学术会议上作报告则能够快速有效地向同行展示自己的成果。因此，文献阅读的能力和表达与陈述的能力在天文研究中具有非常重要的意义。本课程在第一周由教师介绍如何阅读文献、如何做笔记、如何写文章以及如何作报告。然后，由同学们从近十年的高引用文章中每人挑选一篇文章来仔细阅读，并以口头报告的形式来逐个介绍。一方面，同学们可以从别人报告的得失获取经验，另一方面，由于二、三十个报告涉及天文研究的方方面面，本课程也非常有利于拓展学生的知识视野。 |
| B | 广义相对论基础 | 070401B03  | 王祥玉 | 3 | 专业核心课程 | 主要介绍广义相对论的基本基础内容，包括黎曼几何和张量分析的基本知识、爱因斯坦场方程与时空的基本理论、广义相对论的实验验证、引力波的初步知识和黑洞基本知识。课程与天体物理的前沿知识紧密联系，对引力波的最新观测进展也进行介绍。主要面向本科高年级学生和研究生，需要掌握狭义相对论的基本知识。参考资料有 《广义相对论基础》(赵峥，刘文彪， 清华大学出版社）以及《[引力论与宇宙论](http://astronomy.nju.edu.cn/~xywang/Weinbergbook.pdf)》( S. 温伯格，科学出版社）。 |
| B | 天体物理辐射理论 | 070401B04  | 陈阳 | 4 | 专业核心课程 | 本课程为天体物理学专业研究生必修课。学员应已经具备微积分、电磁学和电动力学知识基础。要求学员在掌握辐射场的基本物理量和转移方程的基础上，能熟练地运用洛仑兹(Lorentz)变换获得实验室坐标系和运动坐标系之间基本物理量的变换关系；了解偏振光的特性，Stokes参数及Stokes参数的转移方程；掌握相对论性电子同步加速辐射和逆康普顿散射两种重要的非热辐射机制的物理内容、辐射功率和能谱；了解这两种辐射机制、同步加速辐射的自康谱顿效应以及多次散射在天体物理中的重要作用和应用方法。本课程通过理论知识讲授与密切结合科研实际的足量的习题练习，帮助学员在天体物理辐射机制方面打下扎实基础。 |
| 恒星结构与演化 | 070401B05  | 罗新炼 | 4 | 专业核心课程 | 课程内容包含：恒星的基本观测；结构和演化的基本方程；与恒星有关的物理知识，如统计物理、辐射理论、对流理论以及核物理；简单恒星模型，如多方球模型，同模恒星模型；单星的演化，具体包含早期、主序阶段，主序后演化，超新星爆发，以及致密星。课程还基于科普层次，从物理学第一性原理出发介绍了自然界中稳定的结构，对整个天文学进行了介绍。在授课过程中，注重学生自学能力，解析推导、数值计算、做图的能力的培养。通过充分运用量纲分析的方法，帮助学生养成科学的判断力，建立和运用物理直觉。这门课程采用多媒体教学，近期将逐步完成在线资源，为后续翻转式教学服务。  |
| 星系物理 | 070401B06  | 顾秋生 | 3 | 专业核心课程 | 本课程将介绍有关星系形成与演化的基本理论与研究成果，主要包括：（1）近代星系形成与演化的研究历史；（2）近邻星系的物理性质；（3）星系中的冷气体性质；（4）星系动力学研究；（5）星系的化学演化；（6）星系中的黑洞；（7）活动星系核的观测与理论研究；（8）星系大尺度结构的形成与研究，和（9）宇宙中的暗物质。经过本课程的学习，学生将基本掌握有关近邻星系的基本物理性质，特别是恒星形成历史，了解星系中心黑洞的吸积以及活动性，了解星系形成与演化的最新研究结果和研究动态。 |
| B | 非线性动力学引论 | 070402B01  | 黎健 | 3 | 专业核心课程 | 系统地介绍了有关非线性动力系统的基本概念和定理，以及一些比较有代表性的研究成果，内容包括：限制性三体问题，一般三体问题，周期轨道，轨道稳定性与扩散，非线性天体力学，空间流形动力学，以及这些基础理论在天文和航天上的实际应用。对于一些定理的证明，介绍了其总体思路，必要步骤，以及结论和定理的意义。预期使学生掌握相关的基本概念，大致了解一些重要定理的证明思想及过程，在以后有实际天文背景的科研中懂得如何应用，为准备从事天体力学和空间科学研究的研究生提供必要的基础知识。 |
| B | 轨道力学 | 070402B02  | 侯锡云 | 4 | 专业核心课程 | 本课程介绍自然天体和人造天体轨道相关的力学基本知识，包括常用的基本力学模型（二体及受摄情形、限制性三体问题及其简化和受摄情形、多体问题等）、天体自转、潮汐形变、轨道—共振耦合、运动方程正规化、运动稳定性、周期与拟周期轨道、一般摄动理论等。本课程的目的是为天体测量与天体力学专业的低年级研究生奠定相关专业基础知识，并在教授这些知识的同时引导学生了解该学科的现状，并培养学生独立解决实际问题的能力。 |
| C | 致密星物理 | 070401C01  | 戴子高 | 3 | 专业核心课程 | 主要讲授白矮星和中子星的形成、结构、演化。这两类天体和黑洞是大质量恒星演化的归宿，它们既有丰富的全波段以及中微子和引力波的观测现象和数据，又是检验极端物理条件下物理的天文实验室，并已经6次被授予诺贝尔物理学奖。该课程讲授的内容包括：白矮星的研究历史、简并的开始、结构、Chandrasekhar极限、冷却、磁场和转动的影响，还讲授中子星的研究历史、证认、脉冲星观测、脉冲星磁层结构、加速和辐射模型、相对论电子状态方程、中子物质状态方程、结构、冷却、超流物理和Glitch现象、X射线双星、引力波辐射、超新星爆发。本课程也讲授黑洞物理的基本知识。通过听课和学习，要求研究生掌握三类致密星的形成、结构和演化的基本知识以及培养用这些知识分析高能天体物理观测现象的能力。  |
| 空间天气学 | 070401C02 | 李川、程鑫 | 2 | 专业核心课程 | 一个典型的空间天气过程是由太阳活动开始, 通过耀斑爆发和日冕物质抛射等形式向外传递能量和物质(比如全波段的电磁辐射、高能粒子、磁化等离子云等), 这些电磁辐射、高能粒子和等离子体物质在行星际空间传播并且和行星际介质、地磁场相互作用, 进而影响到整个日地之间的空间环境。本课程将介绍空间天气所涉及的主要区域（太阳、行星际、地磁层等）及其发生的现象和过程，阐述这些现象之间的物理规律和相互联系，并介绍灾害性空间天气对日地空间环境和人类活动的重大影响及其预报对策。 |
| 星际介质与恒星形成 | 070401C03  | 李志远、邱科平 | 4 | 专业核心课程 | 一个星系中的重子物质由恒星与星际介质组成，并且两者间不断发生物质和能量循环。星际介质提供恒星形成的原料，是恒星能量反馈、输运与元素合成的载体，同时也是许多基本粒子、原子和分子过程的独特研究平台。本课程介绍银河系内星际介质不同成份（主要包括分子云、原子氢气体、弥散低电离气体、弥散热气体、尘埃、磁场与宇宙线）的物理性质、相互联系与基本观测手段，并介绍星际介质中的恒星形成过程，以及河外星系中星际介质与恒星形成的统计性质。 |
| 星系形成与演化 | 070401C05  | 施勇 | 3 | 专业核心课程 | 星系形成和演化是现代天文的重要领域，本课程讨论星系形成和演化的关键科学问题，如星系中心的超大质量黑洞是怎么吸积和增长的？星系际热气体怎么冷却、被吸积到星系中成为星际介质的一部分？超声速湍流主导的星际介质怎么形成高密度致密星云进而塌缩形成新恒星？超新星爆发和超大质量黑洞的喷流怎么加热气体使其逃逸出星系？通过本课程学生将了解星系的基本物理性质，星系形成和演化的关键物理过程以及当前的前沿课题和进展。本课程将覆盖标准宇宙模型，星系的形态学，星系的动力学特征，星系的空间分布，星系中超大质量黑洞以及活动星系核，星系基本物理特性的测量以及统计分布，星系物理特性的红移演化，第一代星系和宇宙再电离等。 |
| 天文参考系 | 070402C04 | 朱紫 | 3 | 专业核心课程 | 近一、二十年来，随着空间天体测量和地面VLBI技术的快速发展，天体测量精度、效率、观测深度等都发生了巨大变化，这对天文学各个领域都起着非常重要的推动作用。结合天体测量技术的进步，国际天文学联合会（IAU）近10多年来推出了一系列有关参考系理论的新决议。本课程以IAU新参考系理论为主线，讲授时空参考架的相关理论和技术，包括天文参考系的基础理论、天体测量方法和天体测量参数的测定、基本天文参考架、国际天球参考架和空间天体测量参考架的实现、天文参考架在银河系研究上的应用、以及未来天文参考系展望等内容。本课程为从事天体测量研究方向的学生提供一门入门专业课程，同时为从事太阳系天体和人造天体观测、天文导航与深空探测等领域学习的学生，提供一门与观测技术、方法和数据处理等相关所必备知识的基础课程。 |
| 航天动力学与控制 | 070402C06  | 徐波 | 3 | 专业核心课程 | 航天器动力学包括航天器的轨道动力学和姿态动力学，是描述航天器运动的基本规律。航天器控制包括轨道与姿态控制，是各类航天器完成定轨、定向观测、交会对接、再入返回等等航天任务的重要保障。本课程在系统介绍航天器运动学和动力学的基础上，系统讲述各类航天器的导航、制导与控制的基本原理和方法。内容主要包括航天器的轨道动力学、姿态动力学、控制系统的组成与分类、主(被)动姿态稳定原理、姿态机动控制以及导航与制导基本概念与院里。通过本课程的学习，使同学们对航天器控制系统总体、原理、方法和发展方向有较为全面的认识。为大家了解、掌握航天动力学与控制的专业知识提供系统的学习平台。 |
| 行星形成与演化 | 070402C08  | 张辉 | 3 | 专业核心课程 | 本课程讲授太阳系外行星的形成与演化的相关知识。课程主要涉及三个方面：1 太阳系外行星的探测技术和数据处理流程，包括视向速度、淩星和直接成像等观测方法的介绍以及实际测光数据的处理，并且会讨论新兴技术在行星探测方面的发展和应用。2 行星系统形成过程，主要涉及源恒星盘的演化，它与行星的相互作用以及行星在盘中的迁移和生长过程。这部分注重对理论的介绍和对实际问题的分析。3 行星系统形成后的动力学演化过程，这部分包括了已知多行星系统的稳定性分析，以及对大量以观测到的行星系统物理学参数的统计分析，为整个行星形成与演化理论搭建框架。本课程将采用讲授、实习、分组讨论的形式，一方面拓展学生在行星领域的知识，另一方面着重培养学生动手观测和讨论分析问题的能力。需要学生具有一定的大学物理、普通天文学和天体力学的基础知识。 |
| D | 等离子体天体物理学导论  | 070401D04  | 吴德金 | 3 | 交叉前沿类课程 | 本课程是一门理论性较强的基础课程，要求学生在电动力学、统计物理和数学物理方法等方面具备系统、扎实的基础知识体系。课堂教学的重点放在阐述和剖析等离子体集体过程的基本概念和物理图像上、以及它们在相关天体物理现象中的作用和应用上，适当介绍必要的数学处理方法。主要讲授等离子体的基本概念、物理特性和主要结构特征，等离子体天体的基本辐射机制和诊断方法、等离子体集体过程在有关天文观测现象中的作用和初步应用、等离子天体物理学的学科概貌、发展现状和未来趋势。 |
| 活动星系核 | 070401D06  | 罗斌 | 2 | 交叉前沿类课程 | 本课程对活动星系核（AGNs）和它们中心超大质量黑洞（SMBHs）的物理及宇宙学演化做了一个系统性的介绍。近年来随着多波段观测设备的进步，人们对活动星系核的研究和理解也进入了一个飞速发展的时期。活动星系核研究成为河外天文学研究的一个主要方面及现代天文学的前沿领域。本课程的教学内容包括活动星系核的发现及多波段观测特征，超大质量黑洞及其吸积的物理，吸积盘辐射机制与辐射过程，活动星系核气体与尘埃的物理，活动星系核的分类及统一，活动星系核的结构与主要成分，活动星系核的宿主星系与环境，活动星系核的形成与宇宙学演化，活动星系核领域主要的悬而未决的问题，等等。以上教学内容将涉及到最前沿的Chandra及XMM－Newton等X射线卫星的观测结果以及最新的数值模拟结果等等。 |
| 计算天文 | 070401D07  | 陈鹏飞 | 2 | 交叉前沿类课程 | 观测（或实验）、理论及数值模拟是任何一门自然学科的三种研究方法。随着计算机及高精度算法的发展，数值模拟的作用变得越来越强大，在天文研究中也展现出蓬勃的发展趋势。本课程主要讲授数值模拟中常见的有限差分方法，也简略地介绍粒子模拟方法及蒙特卡罗方法，并详细介绍如何使用可视化工具对数值模拟结果进展展示。在讲授有限差分法时，着重讲解如何设计一种新的差分格式。本课程不采用传统的形式进行考试，而是在学期末，每个学生选择一个算法及一个天文问题，自己编程计算，并最终以会议报告的形式口头展示自己的研究结果。 |
| 太阳活动区物理 | 070401D09  | 丁明德 | 3 | 交叉前沿类课程 | 太阳表面会发生各种不同尺度的活动现象，涉及到许多基本物理过程如磁流体不稳定性、磁重联、高能粒子加速、高能辐射等。太阳作为离地球最近的恒星，为研究这些过程提供了一个天然实验室。另一方面，太阳活动对地球和空间环境具有重要影响，因此对太阳活动的研究有实际应用价值。本课程基于以上考虑，详细介绍研究太阳活动的基本方法——非局部热动平衡理论，以及各种主要的太阳活动现象，包括：太阳黑子、太阳耀斑、日珥（暗条）、日冕物质抛射等，重点介绍基本的观测事实和主要的理论模型，以及各领域最新的研究进展。本课程主要面向太阳物理、空间物理领域的研究生，对天体物理其他领域的研究生也适用。选修者最好具备磁流体力学、理论天体物理等课程的基础。 |
| X射线双星 | 070401D12 | 李向东 | 2 | 交叉前沿类课程 | 本课程为高年级本科生和研究生选修课，主要介绍双星系统中的物质交流、X射线双星系统的观测特征、吸积与吸积盘理论、X射线双星的形成和演化理论、致密星与吸积流的相互作用等。通过学习，要求掌握X射线双星领域的基础知识和研究概况、吸积盘基本理论及其应用等。 |
| 粒子天体物理前沿 | 070401D16  | 王祥玉 | 2 | 交叉前沿类课程 | 目的是使学生对天文学中粒子天体物理研究领域的前沿课题有所认识。对选课学生的要求：掌握大学物理和普通天文学的知识。 本课程主要介绍高能宇宙线、高能中微子和高能伽玛光子的观测和理论方面的背景和最新进展。内容包括：高能宇宙线的光谱和成份组成的观测；高能宇宙线的产生源、传播和探测；太阳中微子和超新星中微子；高能中微子的产生源和探测；高能伽玛光子源的观测进展等。 |
| 宇宙学导论 | 070401D17  | 王发印 | 2 | 交叉前沿类课程 | 《宇宙学导论》主要是一门研究宇宙结构和演化的学科。自古宇宙的结构就是人们关注的对象。现代宇宙学主要是基于广义相对论研究目前天文观测所及的大尺度宇宙的时空特性、物质及其运动规律。它包括我们已有对宇宙的主要成分以及整个宇宙概况的认识。课程会介绍宇宙学基础，Friedmann宇宙模型，宇宙热历史，宇宙微波背景辐射，宇宙加速膨胀以及暗物质，暗能量，引力波，宇宙大尺度结构的形成等内容。整个宇宙及其主要成分都处在演化中，而我们现在拥有这些过程的相当完整和统一的图像，它们是建立在天文观测得来的证据和物理规律之上。这门课程的目标不仅是使我们看到宇宙中迷人现象和事物，还要懂得我们是如何得到这些观测的，让学生掌握最新的宇宙学观测和宇宙演化的历史。 |
| X射线天文  | 070401D18  | 李志远 | 2 | 交叉前沿类课程 | 本课程将围绕当前研究中的前沿问题概述各类X射线天文现象以及相应的物理过程，并介绍相关的观测原理和设备。授课内容大致包括：X射线天文学的发展历史，宇宙中X射线的辐射机制，X射线观测的原理与仪器，太阳及太阳系天体的X射线辐射，主序恒星的X射线辐射与恒星磁场恒星风，孤立致密星的X射线辐射与致密星物理，超新星遗迹的X射线辐射与宇宙线，X射线双星与双星演化，星系的X射线辐射与星系演化，活动星系核的X射线辐射与吸积物理，星系团的X射线辐射与宇宙学，宇宙背景弥散X射线辐射与星系演化。此课程用英文授课。 |
| 人造卫星精密定轨 | 070402D02  | 汤靖师 | 3 | 交叉前沿类课程 | 本课程主要面向本校和其他院所的本专业研究生，以及外单位进修的有关专业人员。课程以人造卫星精密定轨为背景，讲解这一问题中涉及到的卫星运动方程的求解（数值及解析）、摄动加速度的建模、观测量的理论计算和误差来源、最优估计方法等有关具体问题，并且介绍精密定轨这一理论问题在航天器测控、卫星导航、空间目标监测、空间大地测量等具体航天或空间任务中的具体应用。本课程按照“以轨道理论为基础，以实际应用为目标”的原则，以航天器轨道力学及天体力学作为课程的切入点，强调本专业在这一面向应用的、多学科交叉参与的问题中的视角和学科特点；同时着眼于这一问题在当前航天及空间任务中的应用，在有关的实际背景中介绍开展课程的讲解。 |
| 系统控制理论 | 070402D10  | 徐波 | 3 | 交叉前沿类课程 | [航天器控制系统](http://www.baike.com/sowiki/%E8%88%AA%E5%A4%A9%E5%99%A8%E6%8E%A7%E5%88%B6%E7%B3%BB%E7%BB%9F?prd=content_doc_search)工作时间长、精度要求高、环境特殊，并且受到重量和能量消耗等条件的限制，此外，航天器控制系统元部件众多，各种测量值和系统状态又间接相关，在系统和测量中存在各种干扰因素，使得航天器系统是一个交叉耦合的多自由度控制系统。为了解决这些复杂的控制问题，本课程主要学习从50年代开始建立起来的一套比较完整的现代控制理论，包括多变量控制、统计滤波、最优控制和随机控制等基本理论。通过《系统控制理论》课程的学习，使学生对航天器系统控制方面的基本概念与原理有较为全面的认识，为今后从事这一领域的研究和工作打下一个良好的基础。  |
| 并行计算程序设计 | 070402D19  | 张鸿、于莹 | 2 | 交叉前沿类课程 | 本课程主要面向有一定编程基础（C语言先修）并对GPU及人工智能有兴趣的高年级学生以及研究生，重点介绍了GPU的架构以及如何用GPU在人工智能方面的创新应用。课程分为理论和实践两部分，其中理论部分全面涵盖了并行软件和硬件的基础知识，深入浅出地介绍如何使用MPI（分布式内存编程）和OpenMP（共享内存编程）编写高效的并行程序，重点介绍近年来新兴的基于GPU的高性能计算，介绍了GPU的架构以及如何编写高效的CUDA程序来发挥GPU的强大计算功能，并通过实际案例进行分析，然后在每部分结束后通过简单的编程练习加强对并行编程的理解，在学期结束时参加NVIDIA CUDA认证考试，成绩优秀学生可以拿到NVIDIA公司颁发的“CUDA认证证书”。实践部分主要是通过基于NVIDIA和加州理工合作开发的基于GPU的机器人控制实践，通过传感器应用试验，机器人设计和控制试验，以及通过GPU的机器人自主学习试验，来掌握高性能领域最新的深度学习的内容，以及针对深度学习神经网络而设计的嵌入式开发板，在学期末参加NVIDIA公司举办的“NVIDIA智能机器人大赛”，让学生能够尽快将学到的理论化作实践，掌握GPU编程以及智能控制技术。 |
|  |  |  |  |  |  |  |

(以上各类课程行数可增加)