

## 工程物理系

### 00320021 等离子体技术及应用 1 学分 16 学时

#### Plasma Technology and Applications

进入 21 世纪以来, 等离子体科学与技术的发展呈现出多学科交叉融合的发展局面, 其在生物化工、临床医学、节能环保、公共健康、航空航天、国防安全、应急救援等诸多领域均有着广阔的应用前景。“等离子体技术及应用”这门课程围绕当前社会发展和科技进步面临的一些亟待解决的问题, 以研讨的方式探讨等离子体科学与技术中的已有应用和潜在应用, 将文献调研和头脑风暴相结合, 激发学生创造性思维以及学习等离子体科学与技术的积极性和主动性, 并通过最后一个环节的实验室动手实验, 进一步加深学生对等离子体这种物质存在形态的认识。

### 00320052 三维可视化技术基础及应用 2 学分 32 学时

#### Basic theory and application of 3D visualization technology

三维可视化技术将图形学技术、图像处理技术和人机交互技术结合在一起, 使人能够在三维图形世界直接交流。三维可视化技术已经被应用于医学、建筑、产品设计、地球科学、流体力学、军事、气象等学科领域, 因此三维可视化技术可以与众多学科和专业交叉, 衍生出新的研究课题和方向。本课程从建立三维可视化技术的基本概念出发, 结合计算机图形学和计算机图像处理技术, 系统地讲述三维可视化技术的基础理论、基本方法、应用领域和发展趋势。课程通过实例实验教学学习和掌握实现三维可视化技术, 由浅入深地逐步掌握 Visual C++ 下基于 OpenGL 的三维显示算法设计和程序设计。课程通过完成三个基础编程实验或根据学生专业自选研究课题, 培养学生具有使用三维可视化技术解决自身专业相关课题的能力。

### 00320072 高能物理导论 2 学分 32 学时

#### Introduction to High Energy Physics

本课程旨在为高年级学生提供当今粒子物理最新最广泛的介绍。课程内容几乎包括所有基本粒子物理研究的新进展, 以及与宇宙学和天体物理研究的关系, 并力图在实验与理论方面的内容教学中保持平衡。重点强调唯象方面的近似, 以及基本理论概念, 而不是复杂的数学推导。对本领域的一些关键性实验也会做简单的介绍, 并侧重在这些实验结果如何影响我们的思维。尽管本课程绝大部分内容都是有关夸克与轻子的标准模型内容, 但是关于该模型的不足以及之外的新物理(例如超对称、中微子质量与振荡、大统一理论和超弦理论)也会有所讨论。该课程适合于大三与大四的高年级学生选修。

### 00320082 物理实验的误差处理 2 学分 32 学时

#### Statistical Data Analysis in Physics Experiments and Uncertainties

实验数据分析与误差处理是物理实验的核心部分, 在探索性的前沿科学实验中表现尤为突出。本课程将诸如测量重力加速度、验证欧姆定律等基础实验出发, 落脚于复杂的现代实验, 由浅入深地介绍统计原理在物理实验中的应用, 阐述误差分析方法, 介绍如何从有限的实验数据中有效地提取物理结果, 规范实验结果的科学表示和表述, 使得学生能够将统计与误差的认识上升到统筹实验设计、测量操作及提取物理结果的全局层次。

本课程将首先介绍统计方法和误差处理在科学实验中的重要性, 随后从物理角度简要介绍概率与随机分布的基本概念, 一般随机分布的产生, 最后重点讨论实验中的误差处理, 以不同的拟合方法和误差分析为例介绍如何从实验数据中有效地提取物理结果。

本课程主要内容均有大量实例分析与总结, 有助于学生从实际应用角度理解统计方法和误差处理的本质, 有助于学生更好地理解普通物理实验、近代物理实验以及其他高级实验。

**00320092 天体物理概论 2 学分 32 学时****Introduction to Astrophysics**

本课程内容涵盖基本天体物理概念和物理量、各种不同的天文观测方法、以及各类天体和天文现象和背后的物理机制，包括恒星的形成与演化、三类致密星体白矮星、中子星和黑洞的基本物理解释、超新星爆发和伽马射线暴、星际介质的基本属性、星系的特征和分类、活动星系核的物理模型、星系团的结构和辐射、暗物质的天文证据、以及宇宙学的基本观测结果和主要概念等。除了传统课本上的内容，也会结合学科前沿，介绍引力波探测、引力透镜和系外行星搜索、星系形成和演化等前沿内容。

相比《天文学导论》课，本课程更侧重于各类天体和天文现象背后的物理机制，突出观测证据和基于大学物理的解释，并针对工科特点强调探测方法以及天文与工科的结合。

**00320102 核心理学 2 学分 32 学时****Nuclear Psychology**

核电公众沟通是发展核电过程中的一个绕不过去的话题。对于中国时下正在蓬勃发展的核能行业而言，公众沟通是关系到未来发展大计不可或缺的部分。公众对核电的接受度已日益成为影响核电发展的极为重要的因素。开展科学有效的公众沟通，是提高公众核电接受度的重要措施。

核电公众沟通需要普及核能知识、提高公众的核科普素养、了解个体和群体的心理学特点等基础知识。通过课程的学习，掌握态度的基本理论，学会用态度理论分析和促进公众沟通。学会全面分析和处理一些涉核的复杂的社会现象，掌握涉核领域公众风险沟通的基本方法以及核事故发生以后的心理救援方法。

**00320112 物理学中的对称性原理 2 学分 32 学时****Symmetry Principles in Physics**

对称性原理在近代物理学中占有核心的地位，是有机地理解基本物理理论的基础。以群论作为数学工具，本课程较为深入地讨论对称性在量子物理中的含义。在此基础上，课程将主要讲授如何从基本的对称性原理解理解和推导当代粒子物理理论。本课程将采用传统的黑板教学。

**10320021 核能核技术概论及认识实习(1) 1 学分 16 学时****Introductions and on-site Tours on Nuclear Science(1)**

《核能核技术概论及认识实习》是为工物系新入学的学生开设的各专业方向介绍的课程，安排 4 次现场的实习参观及讨论。课程由 13 位教授从不同的研究领域，为新生作报告：简介原理、国内外发展动态以及未来的前景，以提高新生的专业兴趣为主要目的。该课程一共 48 学时，分别在大一秋季后半学期和大一春季学期进行。《核能核技术概论及认识实习（1）》为春季学期部分。申请该新课，可以方便国际交换生等短期学生选课。

**10320032 核领域专业英语及实践 2 学分 32 学时****Practical English in nuclear field**

本课程主要以实践为手段，通过讲解如何准备和组织英文的口头报告（Presentation），最终以学生英文口头报告的形式进行考核。穿插学习与核领域相关的英文影像材料、听取外籍专家的科技讲座。以与任课老师、外籍专家、助教和其他同学讨论的形式，提高运用英语的水平。

**10320044 电动力学 4 学分 64 学时****Electrodynamics**

《电动力学》以《普通物理》或《大学物理》中讲授的电磁学内容为基础，从电场、磁场、电磁波及其分析方法的基本概念出发，重点讲授静电场、静磁场、边界条件、麦克斯韦方程组、平面电磁波及其传播、

带电粒子在电磁场中的运动、狭义相对论、电磁辐射等物理知识及其应用。另外，课程讲授波导、谐振腔、光纤等常用电磁波器件，并以此为例讲授如何将电动力学的知识应用于工程实际中。课程习题以训练对课程知识掌握及分析方法的应用为目的，结合平时答疑与课堂习题课，让同学体会到应用数学知识解决物理问题的乐趣。

#### **20320074 数字电路与嵌入式系统 4 学分 64 学时**

##### **Digital Design and Embedded System**

本课程是在原有《单片机的认识与实践》课程基础上的改革扩充。课程要求学生具备 C 语言编程的基础，在课程中逐步讲解数字电路和计算机的基础知识，帮助学生建立基于微处理器和可编程逻辑的两类现代数字电路的思想和方法。

传统上的本科生教学，在学习微控制器前要求较多的先修课程和基础知识，系统扎实的微控制器课程往往安排给高年级本科同学。而实际上，低年级本科同学往往已经开始参与课外动手实践和各类科技竞赛活动，数字电路和微控制器相关技术则是一个很有力的工具和敲门砖。

本课程以面向实践安排教学，鼓励学生锻炼动手能力和创新思维，适合对电类方向感兴趣、或希望参加相关科技活动的大二同学。

#### **20320082 材料学导论 2 学分 32 学时**

##### **An Introduction to Materials Science**

《材料学导论》是工程物理系本科生“核材料系列课程”之一。该系列课程涵盖材料科学与工程导论，材料科学基础，核能利用与核材料，核材料及应用等，本课程涉及前两部分内容。

《材料学导论》主要包括原子结构与键合，晶体学基础，合金相结构，晶体塑性变形，晶体缺陷，固体中的扩散等 6 章。

本课程采用中、英文双语教学。这一方面考虑到同学们参加工作后往往离不开英文环境，另一方面是因为课程中引入的名词术语、语言、概念、原理、性能等需要读者透彻理解，牢固掌握。

本课程尝试采用通俗易懂、图文并茂的方式，力求突出重点、理清思路，强调基本概念和基本原理，着重核材料的应用和创新，注重提高同学分析问题（例如核工程选材）和解决问题（例如核材料的失效分析）的能力，力求达到较好的教学效果。

#### **20320092 应用软件设计与实践（4） 2 学分 64 学时**

##### **Application of Software XFDTD**

时域有限差分算法（FDTD）是电磁场数值计算方法中应用最广的一种方法，因其直观、易懂容易被本科学学生接受。FDTD 方法不仅可以计算人体不同部位的电磁剂量，也是电磁波肿瘤热疗计划的核心算法。本课程将 FDTD 方法与生物电磁学相结合，主要是因为人类的生产、生活与电磁波的联系愈来愈紧密，为培养电磁兼容、辐射防护、医学物理、环境保护等领域中从事电磁生物效应、电磁医疗设备开发、电磁卫生标准制定等方向的科学研究以及教学工作的高素质专业人才，需要了解生物电磁学的基本知识并且学习生物电磁剂量的计算方法。结合 XFDTD 软件的学习，在课程结束后，同学们具备使用软件计算人体电磁剂量的能力，也可以自己编写程序进行计算。

#### **30320022 电磁场数值计算 2 学分 32 学时**

##### **Numerical Calculation of Electromagnet Fields**

1) 电磁场的基本定律和基本方程，边界条件的处理；2) 电磁场数值计算的一般步骤；3) 有限差分法、有限元法和积分方程法等常用电磁场数值计算方法的基本概念和公式推导，重点介绍平行平面场和轴对称场中的有限差分法和有限元法；4) 国际通用电磁场数值计算程序（POISSON/SUPERFISH 程序和 MAFIA/CST 程序）概况。通过习题课及布置两道上机作业提高同学动手能力和独立解决实际问题的能力。

**30320142 计算机模拟物理 2 学分 32 学时****Computer Simulation in Physics**

课程设置分为二个主要部分：确定性系统的计算机模拟和随机系统的计算机模拟。

确定性系统的计算机模拟有牛顿运动系统的模拟，如行星系统、机械振动，在这部分学习牛顿运动方程的计算机求解；介绍并行计算的基本概念；有多粒子系统的模拟，了解如何从最基本的物理概念出发，研究物理系统的性质。这部分有一定的编程模拟的训练，巩固已学的计算机编程、调试、分析、计算的能力。

随机系统的计算机模拟主要介绍粒子输运的蒙特卡罗模拟，包括蒙特卡罗方法的基本思想，实现随机分布抽样的各种方法，粒子输运的蒙特卡罗模拟方法以及各种减方差的手段。

**30320174 核辐射物理及探测学 4 学分 64 学时****Nuclear Radiation Physics and Detection**

核辐射物理及探测学课程内容覆盖了辐射的性质、产生及辐射的探测，构成了一个完整的学术体系。

课程包括核辐射物理基础与辐射探测两大部分内容。在核辐射物理部分，重点讲述了原子核的基本性质，放射性衰变的基本规律，核衰变、核反应等过程发生的条件与概率，辐射与物质相互作用等。在这一部分，特别注重对衰变纲图等核数据的理解和应用的能力的培养。在辐射探测部分，重点讲述了探测器信号形成的物理过程、探测器的工作状态与输出回路参数的关系、统计涨落对探测器性能的影响等。在这一部分，特别讨论了对伽马能谱的解析，以加深同学们对辐射探测过程的理解。在教学过程中这两部分内容前后呼应、互为补充，促进了同学们对整个知识体系的理解和掌握。

**30320211 学科前沿讲座 1 学分 16 学时****Lectures on Advanced Nuclear Technology**

本讲座介绍核科学技术领域的研究前沿和最新进展。邀请本领域国内知名专家讲授。每讲讲授加讨论时间约为 3 小时，共 10 讲。学生听讲座后，应在某一方面进一步作些调研，写成报告作为考核要求。

**30320262 电磁兼容设计 2 学分 32 学时****Electromagnetic Compatibility**

随着现代科学技术的发展，电子及电器设备的数量及种类不断增加，使电磁环境日益复杂，在这种复杂的电磁环境中，如何减少相互间的电磁骚扰，使各种设备运转正常，是一个急待解决的问题，另外恶劣的电磁环境也会对人类及生态产生严重不良影响。电磁兼容这门学科正是为了解决这些问题。本科程教学中要求学生重点掌握的内容有：电磁骚扰与电磁兼容的基本概念和分析方法；骚扰源和电磁骚扰发射场的关系和抑制方法；电磁骚扰发射场的传播途径和切断传播途径的方法；主板设计理论；地线设计；屏蔽设计；滤波设计；瞬态骚扰源及其抑制方法。

**30320292 工具软件应用实验 2 学分 64 学时****Practice on Specialized Engineering Tools**

本课程将讲授流行的三维机械设计软件 Solidworks 的基本使用方法。通过课程学习，学生可以熟练的掌握 Solidworks 的基本应用，能应用 Solidworks 软件实现基本零件设计、模型装配及工程图纸绘制，并对 solidworks 其他高级应用如动画制作、模型分析等方面有所了解，在此基础上通过一定课外学些可利用 Solidworks 软件开展高级应用。课程授课内容包括：Solidworks 介绍，如何在 solidworks 绘制草图，三维模型基本特征绘制，复杂零件设计及性能分析，利用设计的零件组装成整体，利用 solidworks 实现设计器件工程图纸的绘制，装配体干涉分析及模型动画展示。课程学习课内以讲授和展示为主，课后通过一定的练习实现对所学知识熟悉和掌握。

**30320302 核仪器概论 2 学分 32 学时****Introduction to Nuclear Instruments**

本课程主要分为核信息测量及核反应堆测量应用两大部分。第一部分重点介绍核能谱测量。其中包括：谱仪的工作原理、系统构成、部件选用原则、主要性能指标的物理定义及对系统测量结果的影响等。并以煤灰分在线检测仪为例了解能谱测量在实际中的应用。此部分内容中，还对射线计数的测量方法做了必要的讲述，对核辐射中时间信息的提取及应用做了简单介绍。第二部分重点介绍核电站与核反应堆用核仪器。由于实际应用场合的固有特性，对此类仪器的安全性和可靠性要求极高。本部分侧重于介绍，为了达到核安全级要求，核仪器研制生产中所采取的措施和方法，并通过核电站启动装置的具体实例，掌握中子测量技术，和完成一个小型项目的具体方法和步骤。为培养同学的实践能力并对本课程内容有更深入的理解，在期中安排了一个实验。实验将谱仪、计数率表等多种核测量设备及示波器等多个通用电子设备综合成一个实验平台。同学可在此平台上做多个必做、选做或自选实验。

**30320314 核工程原理 4 学分 64 学时****Principles of Nuclear Engineering**

本课程为工物系学生的必修课。其中的裂变反应堆物理部分介绍核裂变反应堆所依据的物理原理、分析方法及其在核反应堆工程中的应用。裂变核能的基本概念与原理，主要包括：中子与原子核的相互作用、核反应截面和核反应率、核裂变与链式核反应过程、增殖因子与反应性、核反应堆分类、临界、中子慢化、中子输运、中子注量率与功率分布、燃耗效应、转换与增殖、堆内燃料管理、温度效应、反应性控制、核反应堆动力学。

基本分析方法，主要包括：反应堆内中子注量率随空间、能量和时间分布的基本分析方法（以扩散理论为主，不考虑各向异性）、燃耗计算。

核燃料循环框架体系，主要包括：核燃料资源、前端（从采矿到燃料组件制造）、后端（乏燃料管理及废物处置）、同位素分离。

本课程内容丰富而学时有限，故主要以中文讲授。但是在课堂所用课件中，含有许多精选的英文资料，让学生在学习专业知识的同时能够学会有关的专业词汇，部分考试试题也是英文的。

**30320332 项目管理基础 2 学分 32 学时****Basic of Project Management**

介绍项目以及项目管理的基本概念和基本管理过程，涉及项目的启动、规划、实施到项目结尾阶段的整个项目生命期的要点。通过案例分析和场景模拟，掌握项目计划书的编制和项目管理软件应用。

**30320344 概率统计分析及量测技术 4 学分 64 学时****Introduction to Statistics and Measurement**

课程讲授实验研究中涉及的概率论、数理统计、随机过程、测量不确定度等，主要包括随机事件与概率、随机变量及其分布、多维随机变量、随机变量的数字特征、蒙卡方法、大数定理与中心极限定理、误差理论、测量不确定度、样本分布、参数估计与假设检验、方差分析、回归分析、随机过程、并结合工物系各专业的实际案例，开展数学实验和案例分析，注重理论知识和数学工具与实际问题的结合。使学生既掌握概率统计基本理论，又具备应用数学的能力，为今后专业研究打好基础。

**30320354 信号与系统 4 学分 64 学时****Signals and Systems**

系统介绍对连续和离散时间信号和系统分析的基本理论、基本分析方法及应用，内容涵盖：连续和离散系统时域分析；对连续和离散时间信号、周期和非周期信号的讨论；信号矢量空间分析的基本方法；对傅里

叶变换、拉普拉斯变换和  $z$  变换的介绍、分析方法、物理和工程意义、相互关系以及这些变换的应用；经典模拟和离散滤波器设计方法、信号和系统分析方法在核技术领域的应用等。

### **30320362 应用软件设计与实践（1） 2 学分 64 学时**

#### **Application of Software Design and Practice (1)**

课程主要内容有 MATLAB 概述（包括 MATLAB 的发展，运行环境，软件安装，软件集成环境），MATLAB 语言基础（包括工作空间，文件管理，变量和数据操作，简单数字运算，矩阵运算和多项式处理，线性方程组求解，字符串基本运算，关系运算与逻辑运算和符号运算），MATLAB 程序设计（包括文件类型，程序结构控制，函数文件和程序调试），图形绘制（包括二维图形和三维图形绘制方法，多维图形绘制方法以及特殊图形绘制），图形用户界面（包括图形用户界面设计，菜单设计，功能实现）。

### **30320372 应用软件设计与实践（2） 2 学分 64 学时**

#### **Application of Software Design and Practice (2)**

本课程主要内容包括 Fortran 语言程序设计的基础知识及编程实践。具体内容如下：

以数值计算为目标，讲授 Fortran90 程序设计基础，包括 Fortran90 的基础知识、程序的输入输出与文件操作、选择和循环程序结构设计、函数和子例子程序设计。

结合基本的数值算法，讲解规范化的 Fortran90 程序的编写，以及结构化和模块化的程序设计，为今后数值计算类课程打下基础。

### **30320382 应用软件设计与实践（3） 2 学分 64 学时**

#### **Application of Software and Practice (3)**

本课程是面向培养电子学基础设计能力的课程，主要是面向对电子学设计有兴趣和未来会从事核电子学相关专业方向科研的本科学生。

其主要内容包括：学习 Altium Designer 电路设计软件，掌握原理图和电路板 PCB 图纸的设计；掌握原理图零件库和 PCB 封装库的设计，掌握 3D 模型的嵌入；完成电源的原理和 PCB 设计，完成 SD 读卡器单片机电路的原理和 PCB 设计；最终掌握电路设计的基本流程和方法，学习效果突出和设计完善的同学在本科设计中继续制作设计的电子学小系统，掌握从无到有的电子学设计。

学生在本课程学习完成后，会对整个电子学有更加具体的认识。会从理论和公式的层面，具体到实际的电子学元器件的实物的认识，从抽象的层面到具体实践的认知。同时能够掌握电路设计软件的具体使用方法，为后续本科设计，电子学设计，参加电子学相关课外实践和科协活动等打下良好的基础。

### **30320392 专业基础实验（1） 2 学分 64 学时**

#### **Specialized fundamental experiments (1)**

该课程主要针对工物系目前的核科学与技术、物理学以及安全科学与技术三大研究方向而设立的专业基础实验课程。课程为学生提供 11 个专业方向的 35 个专业实验，学生可从中自由组合必做、选做实验，至少选够 64 学时，超过部分可用于专业基础实验（2）。实验涉及的专业方向包括：辐射探测、核电子学、强电磁环境测量、辐射防护、等离子体光电趣味实验、磁约束受控聚变与高温等离子体物理、高能宇宙线粒子探测、量测技术、核技术应用、非能动热工水力与安全、核燃料循环与材料等离子体科学与技术。

### **30320402 专业基础实验（2） 2 学分 64 学时**

#### **Specialized fundamental experiments (2)**

本课程是实验课，要求学生至少选 64 实验学时，实验覆盖 13 个专业方向，反应堆物理实验（16 学时）为必修，其它为选修。

反应堆物理实验（16 学时）：包括用外推法确定反应堆临界质量、反应堆动态参数测量。

核电子学实验：脉冲幅度甄别器（4 学时）；时间—幅度变换（TAC）（6 学时）；手机辐射测量（8 学时）；计算机抗扰度性能测试（8 学时）。

强电磁环境测量实验（12 学时）：包括 TEM 小室内电场环境的测量、TEM 小室内磁场环境的测量、TEM 小室频带响应特性测试。

辐射防护实验：自来水中总  $\alpha/\beta$  放射性测量（4 学时）。

公共安全实验：公共安全介绍及公共安全应急平台演示体验（4 学时）

加速器微波实验组（24 学时）：包括微波实验概论、微波测试系统的认识与调试、测量线调整与晶体检波器校准、驻波比的测量、阻抗测量与匹配技术。

等离子体光电趣味实验：等离子体扬声器的制作（18 学时）；简易光谱仪的制作（18 学时）；高稳定 LED 宽带光源的制作（18 学时）。

磁约束受控聚变与高温等离子体物理实验：托卡马克欧姆放电（6 学时）；托卡马克等离子体的磁诊断以及平衡（6 学时）。

高能宇宙线粒子探测实验组（20 学时），包括利用闪烁体观察高能宇宙线粒子信号、宇宙线粒子计数测量、宇宙线缪子寿命测量、宇宙线缪子飞行时间测量、闪烁体光衰减长度测量和效率测量。

量测技术实验：量测技术实验组（16 学时），包括振动测量实验、真空测量实验、温度测量实验、流量测量实验；真空获得实验（4 学时）。

核技术应用实验：利用  $\gamma$  射线测量厚（6 学时）；利用  $\gamma$  射线测量 NaCl 溶液的密度（6 学时）。

非能动热工水力与安全实验（8 学时）：包括：虹吸破坏两相流流型实验、虹吸破坏液体流量测量实验。

核燃料循环与材料、等离子体科学与技术实验（6 学时）：大气压放电暖等离子体气体温度测量。

### 30320412 公共安全科学概论 2 学分 32 学时

#### Instruction to Public Safety Sciences

公共安全问题是世界普遍关注的基本问题，公共安全科学技术也受到越来越广泛和高度的重视。公共安全涉及自然灾害、灾难事故、公共卫生事件、社会安全事件，具有多层次、多属性、不确定性、动态性和开放性特点。课程以突发事件、承载载体、应急管理为主线，阐述公共安全基本状况和面临的科学问题，重点介绍突发事件发生演化规律以及灾害要素作用类型与形式，承载载体脆弱性和次生衍生链式反应，应急管理风险评估、应急心理与行为、指挥与决策等基本科学原理和方法，以及安全防护技术与方法。

### 30320422 安全工程中的动量能量质量运输 2 学分 32 学时

#### Momentum, Energy and Mass Transfer in Safety Engineering

运输现象是自然界普遍存在的现象，与我们的日常生活密切相关，它也是能源、安全、动力、机械、化工、环境及其他相关工程科学的重要基础。这门课程重点讲述动量、能量和质量运输原理、以及这三种运输现象的基础规律及其相似性。主要内容包括运输原理基础、动量运输原理、能量运输原理、质量运输原理、运输现象的基本方程及求解、水体灾害的运输现象、室内火灾的运输现象等。希望通过学习，提高同学们利用基础知识解决实际问题的能力，掌握一定的数理分析方法、动量、能量和质量运输原理方面的基本规律和基础知识，培养同学们进行前沿领域（如公共安全领域等）的运输现象进行深入探索和研究的兴趣。

### 30320432 核材料与应用 2 学分 32 学时

#### Nuclear Materials and Its Applications

《核材料与应用》是工程物理系本科生“核材料系列课程”之一。该系列课程涵盖材料科学与工程概论，材料科学基础，核能利用与核材料，核材料及应用等内容，本课程涉及后两部分。

课程内容包括核材料概述，凝固与结晶，相律与相图，形变与再结晶，固态相变，钢的热处理，低合金高强度钢——轻水堆压力壳材料，从粉体到陶瓷芯片——燃料芯块制作及其堆内行为，锆及锆合金——

燃料包壳管制作及其堆内行为，不锈钢——堆内腐蚀与辐照行为，高温合金——蒸汽发生器用材料，核石墨——高温气冷堆关键材料等。

其中，后半部分是本课程的重点，针对核燃料、燃料包壳、燃料元件、压力壳等，涉及各类核材料及制作，核材料的性能及堆内行为，辐照、腐蚀等各个方面。

### **30320452 粒子探测器原理及技术（上） 2 学分 32 学时**

#### **The Physics and Technology of Particle Detection (I)**

粒子探测器中的探测技术范围很广。每一种物理现象都可能作为某一粒子探测器的物理原理，基本粒子需要通过不同的方法加以鉴别，对相关的物理量如时间、能量、空间位置等必须进行测量。粒子物理需要利用多功能的装置以及精细的实验设备对这些物理量进行精度极高的测量。

本课程主要介绍高能物理和粒子天体物理实验仪器当前最新的发展水平，包括径迹探测器、量能器、粒子鉴别、中微子探测器等。介绍了它们的工作原理、构造、性能及应用。本课程为物理类及工程物理类本科生的专业基础选修课

### **30320462 公共安全决策方法学 2 学分 32 学时**

#### **Decision Making of Public Safety**

本课程是公共安全科学问题中决策方法的理论和应用介绍。内容包括马尔可夫决策过程，动态规划算法，实时数值迭代模拟方法，策略搜索方法等。本课程探讨在大型突发事件应急管理过程中的动态资源分配、排队网络的应用方法。其中，马尔可夫决策过程是本课程的重点。马尔可夫决策过程是序贯决策中的一种，也是公共安全处置中常用的模型与方法。在当前极为热门的增强学习中，也是必不可少的分析工具。

本课程通过对公共安全科学问题中决策理论与方法的介绍，结合学生应用模型与方法对实际问题进行分析，增强学生对安全科学领域的认识，加深学生对科学研究过程的理解。

### **30320472 聚变能源概论 2 学分 32 学时**

#### **Introduction to Fusion Energy**

课程面向能源类和物理类对聚变能源感兴趣的本科生开设。课程从太阳和恒星中的聚变反应讲起，将会讲述受控聚变可以利用的聚变反应及不同反应的特点；从功率平衡概念出发阐明聚变作为能源利用的必备条件；从如何实现聚变条件，讲述几种可能实现受控聚变的途径；从物理走向工程，讲述聚变堆面临的物理和工程挑战；聚变能源在未来能源需求中的地位、聚变能源与环境、聚变能源的安全性和经济性也将在本课程讨论。课程还设置两节讨论课，讨论未来聚变电站的设计及聚变能源的前景等。

### **40320012 微波技术 2 学分 32 学时**

#### **Foundations of Microwave Technique**

微波频率范围大致从 300MHz 到 3000GHz，在通讯等领域有广泛应用。课程的内容分为微波基础理论和微波技术两部分。其中基础理论包括：宏观电磁场 maxwell 方程为基础求解波导系统的波动方程；等效电路理论和微波网络理论。微波技术包括：微波元件（主要讲无源元件）；谐振腔和慢波系统。

### **40320062 核电厂系统与设备 2 学分 32 学时**

#### **Nuclear Power Plant Systems and Equipment**

本课程是一门工程性很强的课程，是从事核电厂设计，研究及运行管理人员的一门入门课。开设此课程的目的是使学生掌握核电厂主要系统及设备的基本作用和工作原理，了解主要系统的作用、组成、主要运行工况及参数范围，掌握主要设备，如堆芯、蒸汽发生器、泵、稳压器、汽轮发电机等的结构、原理、工作特性和分析计算方法。



**40320092 核电站仪表与控制 2 学分 32 学时****Instrumentation and Control of Nuclear Power Plant**

核电站仪表与控制课程主要是为核能科学与工程专业本科生开设的关于核电站仪表系统和控制理论的课程。课程主要内容包括：1.核反应堆中使用的各种功能仪表及其性能特点；2.核电站仪表系统的组成及特点；3.自动控制的一般概念以及核电站控制的基础知识；4. 经典控制理论中的基本方法及其在反应堆稳定性分析中的应用；5. 以压水堆为主掌握核电站控制系统的组成、功能及任务；6. 了解核反应堆运行中的一些基本知识。

**40320102 反应堆安全 2 学分 32 学时****Nuclear Reactor Safety**

课程内容包括：反应堆安全的基本原则；核电厂设计、建造、运行中的安全对策；核电厂典型事故的分析结果；核电厂严重事故的过程、分析方法及事故处理与对策；放射性物质的释放及其危害分析；核反应堆安全分析的确证论方法和概率安全评价方法。

**40320112 激光应用 2 学分 32 学时****Laser Applications**

课程主要包括两个部分：激光原理和激光应用。在原理部分主要介绍激光的基本概念和主要的激光技术，包括：粒子数反转与光的受激辐射放大，谐振腔，高斯光束，调 Q 和锁模技术。在应用部分主要有：激光长度测量（微小距离的干涉测量，中等距离的光强调制测量，超远距离测量），激光速度测量，激光光谱测量，激光核聚变，激光同位素分离。

**40320132 可靠性工程及风险分析 2 学分 32 学时****Reliability Engineering and Risk Analysis**

本课程共分 13 章：概论，可靠性指标的量化，参数估计概论，系统可靠性的框图法，可修复系统可靠性理论，事件树分析，故障树分析（FTA），GO 法的原理与应用，共因故障分析，人的可靠性分析(HRA)，概率安全评价（PSA），可靠性设计，可靠性管理与可靠性标准。对系统的可靠性，安全性与风险性进行定性与定量的分析；讲述可修复系统广义可靠性指标，可用度  $A(t)$  的定量计算方法，讲述马尔可夫理论的应用，以及求解可修复系统的计算方法等。以核电站的 PSA 为例讲述风险的定义，事故序列的定量结果。分析商用核电厂风险分析结果（WASH-1400），以及其它各类核电厂风险分析的过程及结论。使学生全面掌握复杂系统的概率风险评价技术。

**40320142 物理信号处理 2 学分 32 学时****Physical Signal Processing**

课程在简单回顾辐射探测器信号及前端电路的基础上，通过典型的前放和滤波成形电路的分析，建立起辐射探测器信号处理的基本概念、包括噪声滤波、信号成型和信噪比等。信号处理的对象为辐射探测器产生的微弱电流信号，典型的前端信号处理电路主要包括低噪声电荷灵敏前置放大器、模拟和数字滤波器等。课程中将充分运用信号与系统和电子学技术等基础知识，定量地计算信号和噪声经过前端电路处理后的幅度和统计涨落，最终实现信噪比的估算和优化。

**40320165 生产实习 5 学分 200 学时****Production Practice**

《生产实习》在工物系本科生第三学年的夏季学期进行，为期五周，组织本科生深入重点企业或国际一流大学进行生产实践或课题研究，理论联系实际，以实验、调研、参观、考察、听讲座、讨论、交流、做报告为主要教学形式，从生产和工程技术的实践中获得知识、接受基本工程技术训练，培养初步的实际工作能

力和专业技能。

该环节要求学生参加一项实际工作并写出相应的技术报告。实习单位应对学生的工作、学习表现作出评价。实习采用分散与集中相结合的形式。

#### **40320172 辐射防护及保健物理 2 学分 32 学时**

##### **Radiation Protection and Health Physics**

本课程包括前言与绪论、电离辐射领域中常用的量和单位、辐射对人体的影响和防护标准、外照射的防护、内照射防护、辐射剂量测量的原理和方法、辐射防护的监测、辐射防护的安全管理等章节。着重于让学生了解辐射防护的基本知识，熟练掌握各种射线的防护方法、必要的剂量计算、辐射和剂量测量方法以及我国和国际上相关的辐射防护的管理法规和标准等等，使学生通过该课程的学习能够具备辐射防护工作人员基本的知识和技能，此外，通过该课程的学习，帮助学生树立正确的对辐射的态度，消除核恐怖的心理。根据本门课程的特点和具体情况，在课程中适当引入与日常生活相关的辐射现象等的介绍，调动同学学习的积极性。此外，为了便于学生了解国际上辐射防护最新的发展动态，还介绍 ICRP 的历史沿革和近年的工作内容，开阔同学的眼界。

#### **40320192 加速器原理 2 学分 32 学时**

##### **The Principle of Accelerator**

加速器原理课程重点在不同类型加速器的物理原理的理解，以及其中物理问题的分析和解决。课程以不同类型加速器的时间演化为主线，围绕着带电粒子在电磁场中的横向和纵向稳定性的核心问题，讲授粒子源、高压加速器、回旋加速器、直线加速器、感应加速器、同步加速器、对撞机等的工作原理及研究现状，重点分析弱聚焦原理、强聚焦原理、自动稳相原理、同步辐射、对撞原理等物理问题，为学生后续开展加速器物理与技术方面的研究工作奠定基础。

#### **40320202 核反应堆热工水力学 2 学分 32 学时**

##### **Thermodynamics and Hydraulics of Nuclear Reactor**

本课程主要讲述反应堆热工水力学分析的基础理论和一些分析方法，包括核能系统中的基本热力过程、反应堆用的各种材料、堆芯的热量产生、燃料元件内的传热、流动系统的水力和输热分析等，并在此基础上，进一步介绍了反应堆稳态热工设计原理。重点是燃料元件内的传热、单相流传热和水力学分析以及两相流传热和水力学分析。本课程对单相流和两相流的分析方法进行了新的探索，由浅入深，推理严谨，并将热力学、传热学、流体力学与实际的反应堆工程密切结合起来进行阐述。

#### **40320222 同位素分离原理 2 学分 32 学时**

##### **Principle of Isotope Separation**

同位素分离，特别是铀同位素分离属于敏感的技术。课程以铀同位素分离为重点，讲授目前大规模使用的分离方法（气体扩散法、气体离心法）以及最有前途的分离方法（激光法）的基本原理、同位素分离的基本理论和概念，介绍各国同位素分离的情况，同时介绍部分稳定同位素的应用。

#### **40320232 级联理论 2 学分 32 学时**

##### **The Theory of Cascades**

本课程级联理论主要对同位素分离级联的基本特点和规律进行研究。在要求学生掌握理想级联、矩形级联、分离功率和价值函数、级联的效率等基本概念的基础上，学会对离心级联进行分析计算的方法，掌握对阶梯级联、级联的并联以及级联理论的应用等进行分析计算的能力。

本课程理论联系实际，通过介绍世界范围内铀浓缩行业的现状，工业化同位素生产级联的特点及其设计计算的基本方法和规律，主要从分离角度研究级联的工作状况。级联理论研究的课题分为两类：一是设

计级联，即为生产出一定丰度的产品，在给定条件下设计出最佳级联；二是级联运行过程中控制取料，即研究如何从一个已给定的级联中取料才能达到产品的设计要求。

通过本课程的学习，同学们可以为以后从事同位素分离行业的研究、设计及运行相关工作打下很好的理论基础。

#### **40320262 核医学仪器与方法 2 学分 32 学时**

##### **Nuclear Medicine Instrumentation and Method**

医学影像技术是现代医学诊断的重要手段，核医学是核技术应用中最新、最有生命力的领域之一，是核技术和医学相结合的产物。目前，我国的核医学仪器研发工作蓬勃开展，但十分缺少核医学方面的科研、物理和工程技术人才。本课介绍现代核医学仪器，特别是各种影像仪器（ $\gamma$ 照相机、SPECT、PET等）的工作原理、内部构造、所采用的技术，以及有关的物理、数学和医学方法；讲授核技术及其在医学中的应用情况及发展趋势。通过这个典型的交叉学科实例，使学生知道如何借鉴其他学科的方法发掘新的研究方向，如何综合运用各种技术来解决实际问题，如何将医学、物理学、工程方面的问题提升到理论的高度，培养系统性思考问题的方法和逻辑思维能力；启发学生进行开放式思维和创新。并运用自学的知识解决影像诊断实践中遇到的新问题。

#### **40320312 电子线路设计与实验 2 学分 64 学时**

##### **Electronic Circuit Design and Experiment**

本课程分为理论学习和实践环节两部分。理论部分重点介绍模拟和数字示波器工作原理和电路特点，RC电路的特性，555芯片的结构和工作原理，可编程跨导放大器CA3080工作原理等；实践环节包括TDS210数字示波器的熟练使用，RC电路、555芯片电路设计、滤波电路设计和可编程跨导放大器CA3080实验等。提高部分（有兴趣的同学选做）包括：电路分析软件Pspice的学习和使用、高速PCB设计等。另外还有一些英文阅读材料。

#### **40320340 综合论文训练 15 学分 600 学时**

##### **Diploma Project(Thesis)**

该环节要求学生在教师指导下综合运用所学知识，完成一项课题研究或相应的综合训练任务，并独立完成一篇合乎规范的论文作为毕业论文。在研究训练中，实现学生综合能力的培养。

#### **40320602 反应堆物理与数值计算 2 学分 32 学时**

##### **Nuclear Reactor Physics with Numerical Methods**

在工物系的必修课《核工程原理》中，讲授了反应堆物理的基本原理和分析方法。这些内容是以中子扩散理论为中心，以介绍物理概念为主。本课程则围绕更精确的中子输运理论，介绍现代反应堆物理分析各部分的理论和相应的数值计算方法及程序。本课程内容包括以下部分：中子输运理论及中子输运方程的数值解法；中子扩散理论及中子扩散方程的数值解法；中子动力学及点堆动力学方程的数值解法；燃料数值计算方法；蒙特卡罗方法；核数据库制作处理。修习本课程的学生，不仅要学习现代反应堆物理分析、设计和计算中所用的理论、方法，而且通过若干编程大作业的训练，实际计算程序使用和反应堆物理设计实例的计算，切实掌握这些理论、方法和程序，初步具备反应堆物理研究和设计的能力。

#### **40320612 核数据获取与处理 2 学分 32 学时**

##### **Nuclear Data Acquisition and Processing**

核数据的获取与处理是构建核技术应用系统的主要环节，进行核信息的数字化，完成数据的采集、处理和分析，是核技术应用系统重要的技术基础。课程以能谱获取处理系统为典型案例，分析核信号的特点和处理方法，核数据获取处理系统的组成、功能和设计原理。重点分析数字化多道谱仪的采集系统和监控程序

的设计方法,包括能谱信号处理、采集电路设计、系统监控、指标测量、数据解析等,同时进行一个 1024 道核能谱数字化采集系统的设计课题练习,以综合运用数字化系统基础知识、进行工程设计方法训练,提高动手和分析问题解决问题的能力。

本课程与“核数据获取与处理课程设计”组成系列课,在课程设计中将设计大作业付诸实践并完成。

#### **40320622 误差理论与量测技术 2 学分 32 学时**

##### **Uncertainty Analysis and Measurement Technology**

本课程旨在建立书本课程和实践之间的过渡。假定学生已经修完高等数学和普通物理的基本理论。本课程特点是专题性、开放性和实践性。主要从工程实际中温度、真空、流量、振动等量的发生和建立,如何设计实验获得准确数据,以及如何整理数据和写书面报告等内容上进行。通过授课、讨论、大作业、实验形式。讲义为多方收集的资料。没有专门的课本。最后,通过基础知识考试并考察学生平时学习完成的大作业和试验报告评分。

#### **40320654 核电子学 4 学分 64 学时**

##### **Nuclear Electronics**

课程内容分两部分:

第一部分,信号与系统部分(24 学时),讲授信号与系统的基本概念;信号的描述、分析和运算;连续时间系统的时域分析;零输入、零状态响应求解;冲激响应;卷积;傅里叶级数;傅里叶变换;抽样定理;拉普拉斯变换;系统函数;零点极点分析;频响特性;连续时间系统的 s 域分析。

第二部分,核电子学部分(40 学时),讲授信号与噪声的分析方法;核电子学中的噪声;前置放大器;滤波和成形;时变与非线性电路;幅度信息的甄别;时间信息的获取和处理;谱仪模数变换器;多道分析器;计数设备等。

#### **40320692 等离子体物理基础 2 学分 32 学时**

##### **Fundamentals of Plasma Physics**

介绍等离子体的基本概念与分类。

介绍等离子体中基本的物理过程、平衡态等离子体的性质。

介绍描述等离子体的基本的场方程、守恒方程和各种动力学过程。

介绍各种放电装置(直流放电、容性放电、感性放电、波加热放电和大气压放电)的工作原理。

介绍科研和工业中应用的各种等离子体,包括以下领域:受控热核聚变、微纳电子技术、环境保护、表面化学、生物材料、航空航天以及能源领域。

介绍常用的等离子体诊断方法及其在各种科研和工业等离子体中的应用。

#### **40320702 机电系统控制 2 学分 32 学时**

##### **Mechatronics System Control**

教授学生机电系统的基础知识,并以电磁轴承、储能飞轮等专业相关的典型机电系统为范例,培养学生将机械、电子、控制等学科知识进行交叉融合的能力,并重点介绍机电系统的控制理论应用,使学生掌握典型单入单出系统的建模、仿真及控制器综合方法。

#### **40320732 辐射环境监测与评价概论 2 学分 32 学时**

##### **Environmental Radiation Monitoring and Assessment**

本课程将从辐射环境监测与评价概述、辐射环境监测、放射性流出物监测、辐射环境监测技术、辐射环境影响评价方法和监测与评价实例六部分向学生介绍。其中,基础概述五次课,监测评价专题案例三次课。课程内容主要介绍我国目前辐射环境监测和评价技术方法,国际原子能机构推荐的技术方法;我国辐射环境质

量和国外发达国家辐射环境质量情况；我国核设施（主要是核电）放射性排放和 NORM 企业放射性影响状况。通过学习该课程，同学将会了解自己每天摄入和吸入放射性量，如饮水、蔬菜、大米等食物中放射性水平和空气中主要核素浓度；熟悉辐射环境监测和评价技术方法，知道如何监测工作场所和周围环境的辐射水平，评价自己或公众受照剂量，确定辐射影响程度。通过案例介绍，同学可以了解到我国核电放射性排放状况，或公众如何了解核电的排放状况，福岛核事故对我国的影响情况，我国稀土、锆石英等含有放射性原材料的加工生产企业放射性管理和放射性影响状况。

#### **40320742 核电厂系统与运行 2 学分 32 学时**

##### **Nuclear Power Plant Systems and Operation**

本课程先复习并结合运行进一步深化核工程原理课程中的反应性、反应性系数、燃耗与中毒等基本概念。然后全面掌握压水堆、高温气冷堆、沸水堆、重水堆、钠冷快堆等不同堆型的堆芯和冷却剂系统的特点，以及相应的能量传输和转换系统。在此基础上，学习核电厂仪表和控制系统，以及各种类型的核电厂的控制特点，随后了解辅助系统和安全系统。最后，掌握核电厂的正常运行和异常运行等知识。本课程还要求了解一些非常规运行过程，包括跨越碘坑、停堆或停机后的恢复、热传输系统或蒸汽给水系统发生故障后的诊断和运行等。

#### **40320752 核数据获取与处理课程设计 2 学分 32 学时**

##### **Nuclear Data Acquisition and Processing Design Studio**

本课程与“核数据获取与处理”组成系列课，在学习核能谱数据获取处理系统基础上通过实践完成一个数字化 1024 道多道分析器。课题在教师指导下完全由学生提出方案、自主设计、经过编程、调试、实验等实践过程，最后进行指标测试与验收。其中主要训练系统监控程序编写、驱动程序编写，数字化采集系统设计调试，ADC 与可编程逻辑器件开发以及系统联调和指标测试等。课程安排了专题授课、专题讨论、实验调试、设计辅导等环节，提供核数据采集实验平台，要进行单独的成果答辩和工程文档验收，使学生在实际工作中学习、分析、总结、创新，进行了一次系统的实验和工程设计训练。

#### **40320761 能源专家讲座 1 学分 32 学时**

##### **Energy Savants Forum**

以能源实验班学生为主要授课对象，其他学生可凭兴趣自由选修。授课内容与现有的“核能与核技术概论”课程相互补充。现有的“核能与核技术概论”课程紧扣核与核能展开，而本课程在能源领域的覆盖面更广，主要目的是拓宽学生的知识面，培养兴趣，为后续的方向选择与学习奠定基础。能源专家讲座每两周一次，具体内容涵盖但不限于：我国能源革命与低碳发展的形势与战略、中国高温气冷堆技术、核燃料循环后段中的高放核废物最小化与资源化、生物燃料与经济转型、聚变能究竟离我们有多远、先进核能系统与反应堆物理方法发展、能源利用中的问题与创新方案，等等。

#### **40320782 核能核技术概论及认识实习(2) 2 学分 44 学时**

##### **Introductions and on-site Tours on Nuclear Science(2)**

《核能核技术概论及认识实习》是为工物系新入学的学生开设的各专业方向介绍的课程，安排 4 次现场的实习参观及讨论。课程由 13 位教授从不同的研究领域，为新生作报告：简介原理、国内外发展动态以及未来的前景，以提高新生的专业兴趣为主要目的。该课程一共 48 学时，分别在大一秋季后半学期和大一春季学期进行。《核能核技术概论及认识实习（2）》为春季学期部分。申请该新课，可以方便国际交换生等短期学生选课。

了解核科学各个研究方向的基本原理，动态；参观 4 个校外科研单位，现场体味核科学；使学生提升专业兴趣，思考未来！

**40320792 核工程中激光光谱技术 2 学分 32 学时**

**Laser Spectroscopy Applied In Nuclear Engineering**

从第一台激光器问世起，光学的发展出现了许多新的分支和新的发展方向，其中光谱学和光谱技术得到快速发展。激光光谱技术在很多领域有广泛应用，如生物医学、环境学、化工、核工程和核技术等领域。课程围绕应用于核工程领域的激光光谱技术，重点讲授光谱的基础知识、基本理论，光谱检测技术的基本原理、实验方法、技术特点，以及光谱技术在核工程领域的应用和发展现状。内容主要包括光谱学的经典内容和光谱测量仪器的介绍，应用于核工程中的激光光谱检测技术(吸收光谱技术、荧光发射光谱技术、光电离光谱技术、和 LIBS 检测技术等)介绍，以及激光光谱技术在同位素分离领域、核安全领域、核化学分析等核工程领域的应用介绍。

**40320802 高能量密度物理与激光聚变导论 2 学分 32 学时**

**Introduction of High Energy Density Physics and Laser Fusion**

高能量密度物理与激光聚变是当前方兴未艾的多学科交叉前沿领域，研究横跨凝聚态物理、天体物理、流体力学、等离子体物理、原子分子光物理、核物理、加速器物理与技术、激光物理与技术、激光聚变能研究等众多领域，为这些领域提出了众多新的研究课题，同时也提供了新的研究手段。在这些领域的交叉点上，一些神奇的新兴研究方向，诸如桌面型高能加速器与光源、实验室天体物理等，正在迅速成长。本课程开设的主要目的是为本科高年级学生提供一个了解这一新兴重要学科的机会，以课堂讲授为主，内容主要包括典型重要研究方向的基本原理的介绍。